

Grijanje i hlađenje poslovnog objekta pomoću dizalice topline

Jovanović, Nikola

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:996559>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**



Repository / Repozitorij:

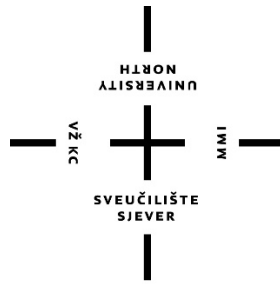
[University North Digital Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI



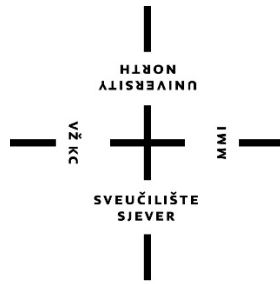
Sveučilište Sjever

Diplomski rad br. 043/STR/2021

Grijanje i hlađenje poslovnog objekta pomoću dizalice topline

Nikola Jovanović, 0911/336D

Varaždin, rujan 2021. godine



Sveučilište Sjever

Strojarstvo

Diplomski rad br. 043/STR/2021

Grijanje i hlađenje poslovnog objekta pomoću dizalice topline

Student

Nikola Jovanović, 0911/336D

Mentor

prof.dr.sc. Ante Čikić

Varaždin, rujan 2021. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za strojarstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Strojarstvo

PRISTUPNIK Jovanović Nikola

MATIČNI BROJ 0911/336D

DATUM 26. srpnja 2021.

KOLEGIJ KGH sustavi

NASLOV RADA Grijanje i hlađenje poslovnog objekta pomoću dizalice topline

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Heating and cooling of a business building using a heat pump

MENTOR prof.dr.sc. Ante Čikić

ZVANJE redoviti profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc Zlatko Botak - predsjednik povjerenstva
2. prof.dr.sc. Ante Čikić
3. doc.dr.sc. Tomislav Veliki
4. doc.dr.sc. Matija Bušić - rezervni član
- 5.

VŽKC

MMI

Zadatak diplomskog rada

BROJ 043/STR/2021

OPIS

Potrebno je projektirati grijanje i hlađenje poslovnog objekta pomoću dizalice topline sa odabranim prirodnim energetskim izvorom odgovarajuće lokacije kontinentalne Hrvatske. Za grijanje/hlađenje objekta primijeniti odgovarajuće ogrjevna tijela i površine sa konvektivnom izmjenom topline i zračenjem. Temperatura tople vode je maksimalno 60°C, a hladne vode najniža 7°C. Statički tlak zatvorenog sustava i dilataciju ogrjevnog medija predvidjeti sukladno obliku i namjeni termotehničke instalacije. Potrebno je proračunati toplinsko opterećenje sukladno projektnim unutarnjim uvjetima ugodnosti i vanjskim mikroklimatskim uvjetima, dimenzionirati i odabrati opremu, ogrjevna/rashladna tijela, cjevovode i pogonske uređaju za odgovarajuće termotehničke i hidrauličke parametre optimalnih karakteristika. Proračunati i dimenzionirati dilataciju ogrjevnog medija sa pripadajućim ekspanzijsko - sigurnosnim sustavom. Izraditi funkcionalnu shemu termotehničke instalacije s razvodom reguliranog ogrjevnog medija za projektirane režime i grupe potrošača. Uz analitičke i pisane sadržaje, grafički (sheme, crteži - dispozicija prema odabranom mjerilu, slike, tablice, dijagrami,...) prikazati termotehnički sustav prepoznatljivom stručnoj praksi. Dati odgovarajuće analize, komentar i zaključak. Ostale fizikalne parametre, tehničke karakteristike i podatke koristiti iz stručne prakse i literature.

ZADATAK URUČEN

06.09.2021.

POTPIS MENTORA

OPREMA
KOPRIJENICA
SVEUČILIŠTE SJEVER

SVEUČILIŠTE
SJEVER

Predgovor

Zahvaljujem se svome mentoru prof.dr.sc Ante Čikiću na savjetima vezanim uz rad i motivaciji za daljnje izučavanje ove tematike nakon završenog diplomskog studija. Također se želim zahvaliti svojim kolegama iz iC artprojekt d.o.o na podršci i stručnim savjetima te Studio 3LHD d.o.o na dozvoli za korištenjem arhitektonskih podloga korištenih u diplomskom radu.

Sažetak

Cilj ovog diplomskog rada je napraviti projekt grijanja i hlađenja poslovnog objekta u Svetoj Nedelji pomoću dizalice topline voda – voda. U radu će biti opisan princip rada dizalice topline, osnove grijanja i hlađenja, proračun toplinskih gubitaka i dobitaka, odabir opreme i ogrjevnih tijela itd.

Prema arhitektonskoj podlozi poslovnog objekta izveden je proračun toplinskih gubitaka i dobitaka u programu „Integra CAD“. Kao rješenje za grijanje i hlađenje poslovnog prostora predviđen je dvocijevni vodeni sustav grijanja i hlađenja pomoću podnih ventilokonvektora uz podno grijanje, dok su za grijanje sanitarija i pomoćnih prostorija predviđeni radijatori. Dizalice topline voda – voda i kondenzacijski bojler u bivalentnom načinu rada predstavljat će generatore topline.

Grafički prikazi rađeni su u BIM programskom paketu „Revit MEP“.

Ključne riječi: dizalica topline, voda-voda, grijanje, hlađenje

Abstract

The aim of this thesis is to make a heating and cooling project of building in Sveta Nedjelja using a water – water heat pump. The paper will describe the principle operation of heat pump, the basics of heating and cooling, the calculation of heat losses and heat gains, the selection of equipment and radiators, ect.

The calculation of heat losses and heat gains was made in software „IntegraCAD“ accordingly to the architectural ground plan of the building.

As a solution for heating and cooling is provided by a two-pipe water heating and cooling system with fan coil units with underfloor heating, while radiators are provided for heating of sanitary facilities. Water – water heat pump and condensing boiler in bivalent mode will be heat generators.

Graphic representations were made in BIM software package „Revit MEP“.

Key words: heat pump, water-water, heating, cooling

Popis korištenih kratica

BIM	Building Information Modeling
GHV	Grijanje, hlađenje i ventilacija
HR	Hrvatska norma
EN	Europska norma
VV	Vanjska vrata
VP	Vanjski prozor
VZ	Vanjski zid
POD	Pod prema tlu
STR	Strop
UZ	Unutarnji zid
P	Prostor
SS	Strana svijeta
O	Oplošje

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Dizalice topline	2
2.1.	Princip rada	3
2.2.	Dizalica topline s vodom kao izvorom.....	5
2.3.	Osnovne značajke kompresijskih dizalica topline.....	8
3.	Načini rada dizalica topline	13
3.1.	Monovalentni način rada.....	13
3.2.	Bivalentni način rada.....	14
4.	Proračun toplinskog opterećenja stambene zgrade	17
4.1.	Opis objekta.....	17
4.2.	Proračun toplinskih gubitaka.....	18
4.2.1.	Transmisijski toplinski gubici.....	20
4.2.2.	Ventilacijski toplinski gubici	21
4.3.	Proračun toplinskih dobitaka.....	23
4.3.1.	Toplinsko opterećenje uslijed unutrašnjih izvora topline	24
4.3.2.	Toplinsko opterećenje uslijed vanjskih izvora topline.....	25
5.	Odabir ogrjevnih tijela	28
5.1.	Odabir ventilokonvektora.....	28
5.2.	Odabir radijatora	34
5.3.	Odabir podnog grijanja.....	35
6.	Odabir opreme sustava.....	36
6.1.	Odabir dizalice topline	36
6.2.	Odabir kondenzacijskog bojlera.....	38
6.3.	Proračun pločastog međuzmjenjivača.....	39
6.4.	Sustav razvoda.....	41
6.5.	Dimenzioniranje cjevovoda u krugu bunarske vode	41
6.6.	Dimenzioniranje cirkulacijske potopne pumpe.....	43
6.7.	Odabir ekspanzijske posude	48
7.	Regulacija i upravljanje	50
8.	Zaključak.....	51
9.	Literatura.....	52

10. Popis slika	54
11. Popis tablica	56
Prilozi	57
1. Toplinski gubici	57
2. Rekapitulacija po prostorijama	57
3. Podno grijanje	57
4. Dvocijevni sustav	57
5. Grafički prikaz – 001 – Situacija	57
6. Grafički prikaz - 002 – Tlocrt prizemlja – grijanje i hlađenje	57
7. Grafički prikaz – 003 – Tlocrt prizemlja – skladištar – grijanje i hlađenje	57
8. Grafički prikaz – 004 – Tlocrt kata – grijanje i hlađenje	57
9. Grafički prikaz – 005 - Izometrija	57
10. Grafički prikaz – 006 – Podno grijanje - prizemlje	57
11. Grafički prikaz – 007 – Podno grijanje - kat.....	57
12. Grafički prikaz – 008 – Funkcionalna shema	57

1. Uvod

GHV sistem kontrolira uvjete unutar zatvorenih prostorija (temperaturu, vlažnost zraka, protok zraka, filtriranje zraka itd.), odnosno ima zadatak na mehanički način postići željenu temperaturu i vlažnost zraka unutar prostorije. Osigurava energiju za grijanje i hlađenje, priprema dobavni zrak za grijanje ili hlađenje (ovlaživanje, odvlaživanje i pročišćavanje zraka), te prigušuje buku proizvedenu GHV sistemom. Koristeći GHV sisteme, temperaturu i vlažnost zraka se možemo podići na višu i spustiti na nižu od trenutne u prostoriji, također možemo održavati pravilnu filtraciju i pravilno kretanje zraka. Okolišni zrak se može odstraniti, ali i dodati u prostoriju. Ovakvi sistemi se primjenjuju u stambenim i poslovnim zgradama, industrijskim salama, edukacijskim ustanovama, bolnicama, uredima, trgovačkim centrima itd.

Općenito klimatizaciju možemo opisati kao složeni proces koji se sastoji od kondencioniranja, prijenosa i ubacivanja zraka u klimatizirani prostor. Regulacija procesa klimatizacije se odvija automatski, te se prilagođava promjenjivim utjecajima unutarnjeg i vanjskog okoliša. Nužan uvjet kako bi se sustav svrstao u ventilacijske i klimatizacijske sisteme obavezna je dobava vanjskog zraka.

Kako bi osigurali učinkovitost GHV sustava potrebno je regulirati parametre unutar ventiliranog i klimatiziranog prostora, kako bi se toplinska ugodnost održala unutar željenih granica. Osim toga potrebno je odabrati povoljne komponente i sustav sa što većom energetsom učinkovitošću koji može osigurati odgovarajuće količine i kvalitete vanjskog zraka za ventilaciju. Projektiranje ovakvih sustava se sastoji od određivanja unutarnjih i vanjskih parametra, proračuna za gubitke i dobitke topline, odabir procesa pripreme zraka i određivanje protoka zraka ili vode. Završni dio projektiranja se sastoji od dimenzioniranja i odabira komponenti sustava i opreme, te dimenzioniranje kanala i cjevovoda.

2. Dizalice topline

Dizalica topline ili toplinska crpka (toplinska pumpa) je uređaj koji omogućuje prijenos toplinske energije sa sustava niže temperaturne razine na sustav više temperaturne razine. Za ostvarivanje ovakvog prijenosa energije potrebno je uložiti dodatnu energiju, odnosno rad. Dizalice topline su vrlo prikladne kao izvori toplinskog i rashladnog učina u sustavima grijanja, pripreme potrošne tople vode (dalje PTV), ventilacije i klimatizacije. Vrijedi napomenuti da je svaki rashladni uređaj zapravo dizalica topline. [1]

Najjednostavniji i najpoznatiji oblici dizalica topline su tzv. inverteri, poznatiji pod kolokvijalnim nazivom klima uređaji, koji mogu raditi u reverzibilnom načinu rada (u režimu rada grijanja i hlađenja) iskorištavajući toplinsku energiju zraka.

Osnovna zamisao primjene dizalica topline kao izvora toplinskog i rashladnog učina u sustavima grijanja, pripreme PTV-a, ventilacije i klimatizacije temelji se na mogućnosti iskorištavanja dijela „besplatne“ i „neograničene“ topline iz neposredne okolice, tj. toplinskog izvora kao što su tlo, voda i zrak. [1]

Dizalice topline se najčešće koriste kao izvori topline u sustavima grijanja i/ili pripreme PTV-a obiteljskih kuća, hotela, ugostiteljskih objekata, stambenih i javnih zgrada itd.

Da bi dizalice topline mogli učinkovito primijeniti, vrlo je važno ispuniti nekoliko osnovnih uvjeta. Prvim uvjetom mora biti ispunjena dovoljna količina raspoloživog toplinskog izvora dostatne i konstantne temperature tijekom cijele sezone režima rada (primjerice grijanja). Nadalje, važna je i udaljenost između toplinskog ponora i izvora koja mora biti što manja. Isto tako je potrebna i umjerena temperaturna razina toplinskog ponora radi primjene u niskotemperaturnom sustavu grijanja.

S ekonomske strane je vrlo važno da imamo što veći broj sati uporabe tijekom godine radi što veće isplativosti sustava koju potpomažu i više cijene drugih izvora energije (primjerice fosilnih goriva).

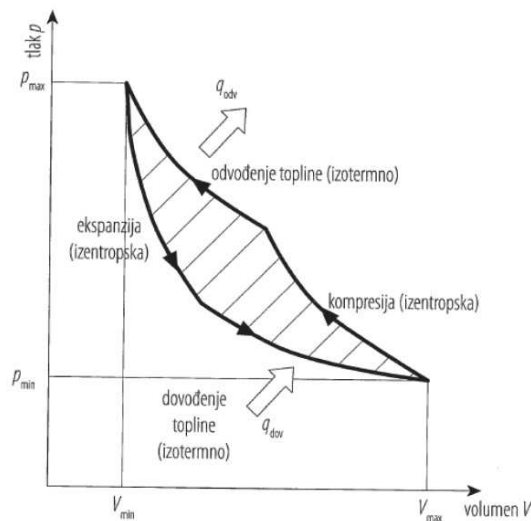
Poželjno je da je temperatura toplinskog ponora što niža kako bi se ostvario što veći faktor grijanja. Faktor grijanja se može definirati kao omjer toplinskog učina i pogonske električne snage te se iz navedene definicije može uvidjeti da će faktor grijanja biti veći u slučaju iste srednje temperature toplinskog izvora i niže temperature polaznog voda ogrjevnog medija.

Upravo radi navedenog se kod korištenja dizalica topline u sustavima grijanja koristi niskotemperaturno toplovodno grijanje za koje su najprikladniji sustavi površinskog grijanja (podno, zidno i stropno). Osim površinskih ogrjevnih tijela koriste se i radijatori koje je potrebno prilagoditi niskotemperaturnom režimu rada te toplozračni sustavi grijanja kod kojih je ogrjevni medij zrak.

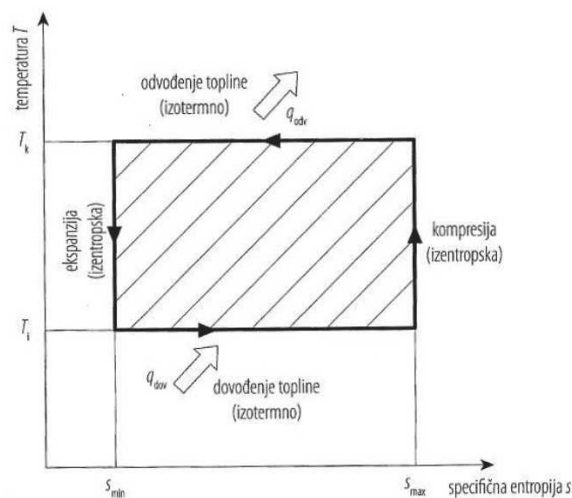
2.1. Princip rada

Princip rada dizalice topline se zasniva na lijevokretnom Carnotovom procesu. Radi se o idealnom (teorijskom) kružnom procesu koji u stvarnosti nije moguć, a sastoji se od četiri povratna procesa: izentropske kompresije, izotermne kompresije (pri temperaturi rashladnog spremnika), izentropske ekspanzije i izotermne ekspanzije (pri temperaturi ogrjevnog spremnika) prikazanih u dijagramima na slikama 2.1 i 2.2.

Kod navedenog procesa se mora radnome mediju dovesti mehanički rad izvana da bi mu se omogućilo odvođenje toplinske energije (dalje topline) iz toplinskog spremnika niže temperature razine i potom predaja te topline toplinskom spremniku više temperature razine. Kako opisani proces nije prirodan, odnosno kako u ovom slučaju toplina prelazi s područja niže temperature u područje više temperature, mora se uložiti rad jer u protivnom se proces ne bi mogao odviti.

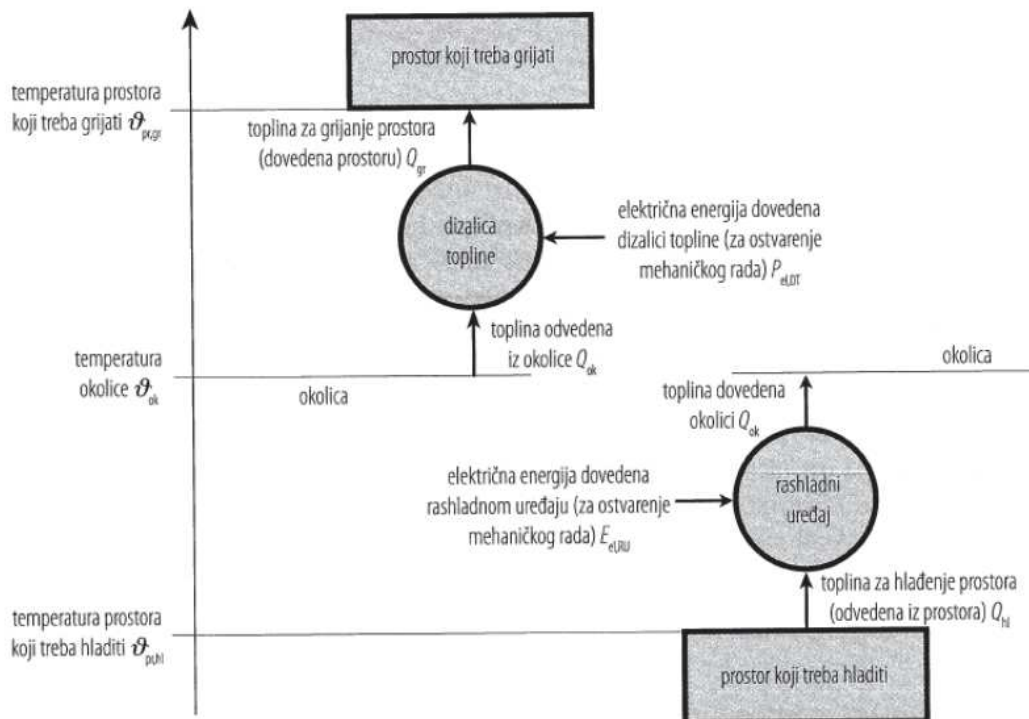


Slika 2.1 p-V dijagram idealnog lijevokretnog Carnotovog procesa [1]



Slika 2.2 T-s dijagram idealnog lijevokretnog Carnotovog procesa [1]

Ovisno o tome što se u promatranom slučaju smatra korisnim: grijanje ili hlađenje promatranog okolnog prostora ili medija, razlikuju se procesi u rashladnom uređaju i dizalicama topline prikazani slikom 2.3. To znači da je kod rashladnog uređaja toplinski spremnik na višoj temperaturnoj razini (onaj kojem se toplina dovodi) neposredna okolica uređaja, dok je spremnik na nižoj temperaturnoj razini (onaj kojim se toplina odvodi) prostor ili mediji koje se trebaju ohladiti (npr. zrak u prostoriji, unutrašnjost hladnjaka, zrak koji struji kroz klima komoru). Kod dizalice topline je toplinski spremnik na višoj temperaturnoj razini (onaj kojem se toplina dovodi) prostor ili medij koji se treba zagrijati (npr. ogrjevni medij sustava grijanja), dok je spremnik na nižoj temperaturnoj razini (onaj koje se toplina odvodi) neposredna okolica (okolni zrak, voda ili tlo). Lijevakretni kružni proces se također može voditi tako da bude rashladno-ogrjevni pa se istodobno može koristiti za grijanje i hlađenje. [1]



Slika 2.3 Usporedba procesa u rashladnom uređaju i dizalici topline [1]

Općenito za odvijanje navedenog procesa moraju postojati radni medij i toplinski spremnici niže i više temperaturne razine, pri čemu je:

- toplinski izvor – prostor ili medij niže temperaturne razine od kojeg se toplina dovodi (najčešće je to neposredna okolica: tlo, površinske ili podzemne vode, okolni zrak, otpadni, istrošeni ili onečišćeni zrak iz prostorija ili raznih procesa, odnosno prikladni posredni medij),

- toplinski ponor – prostor ili medij više temperaturne razine kojem se toplina dovodi (najčešće su to zrak u prostoriji, voda u sustavu grijanja, potrošna topla voda, odnosno prikladni ogrjevni medij).

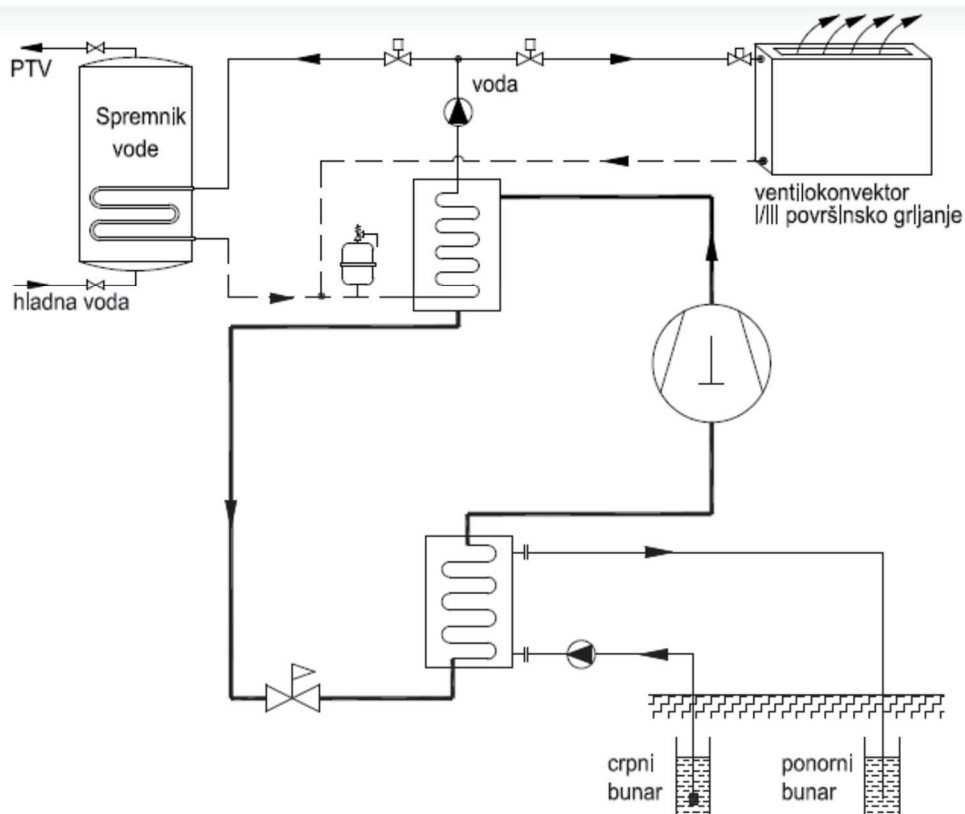
Najosnovnija podjela dizalica topline je prema toplinskom izvoru prema kojemu se razlikuju tri osnovne skupine:

- dizalice topline tlo – voda: kao toplinski izvor koriste slojeve tla,
- dizalice topline voda – voda: kao toplinski izvor koriste podzemne, površinske ili otpadne vode,
- dizalice topline zrak – voda i zrak – zrak: kao toplinski izvor koriste okolni, istrošeni, otpadni ili onečišćeni zrak.

S obzirom na izvor dodatne energije za ostvarivanje kružnog procesa, dizalice topline mogu biti kompresijske, sorpcijske i Vuilleumierove. Kod kompresijskih dizalica topline se proces radne tvari omogućava dovođenjem mehaničkog rada pomoću kompresora i takav tip dizalice je najčešći u primjeni. Sorpcijske (apsorpcijske i adsorpcijske) dizalice topline su one kod kojih se proces radne tvari omogućava dovođenjem toplinske energije, kao i kod Vuilleumierove dizalice topline.[1]

2.2. Dizalica topline s vodom kao izvorom

Kada se govori o vodi kao toplinskom izvoru za dizalice topline, misli se na toplinsku energiju površinskih (potoka, rijeka, kanala, jezera, mora), podzemnih ili otpadnih voda. Ta toplinska energija vode je zapravo akumulirana energija Sunčevog zračenja. Glavna karakteristika navedenom izvoru topline je relativno konstantna godišnja temperatura. Za iskorištavanje ovog izvora se koriste dizalice topline voda – voda, a sustav može biti izveden kao izravni i neizravni. Kod izravne izvedbe se podzemna voda uz filtriranje direktno dovodi do isparivača dizalice topline, dok se kod neizravne izvedbe ugrađuje dodatni izmjenjivač topline. Izvedba sustava s dodatnim izmjenjivačem topline je sigurnija uz lakše održavanje komponenti sustava, ponajprije isparivača. Shema neizravne izvedbe sustava s dizalicom topline prikazana je na slici 2.4.



Slika 2.4 Funkcionalna shema sustava dizalice topline voda-voda [1]

U sustavu s dizalicom topline voda-voda se voda crpi iz jedne bušotine, vodene površine ili vodotoka, a kroz drugu bušotinu se vraća u podzemne slojeve, vodenu površinu ili vodotok. Za prijenos vode od crpilišta do isparivača dizalice topline je potrebna cirkulacijska pumpa. Temperatura podzemne vode je najčešće između 8 i 12 °C. Upravo zbog razmjerno visoke i konstantne temperaturne razine vode kao toplinskog izvora, faktor grijanja dizalice topline voda – voda je vrlo velik. Temperatura morske vode varira u rasponu od 11 do 24 °C, dok je temperatura površinskih voda (jezera, rijeka) razmjerno stalna i pri dnu nikada ne pada niže od +4 °C.

Za korištenje podzemne vode kao toplinskog izvora dizalice topline potrebno je izbušiti dvije bušotine na najmanjoj udaljenosti od 15 m. Navedene bušotine su dva bunara i to crpni (iz kojega se voda crpi) i ponorni (u kojega se ona vraća). Pri tome, ponorni bunar mora biti nizvodno (u smjeru toka vode) u odnosu na crpni da bi se izbjeglo miješanje ponorne i crpne vode te promjena temperature vode u crpnom bunaru. Miješanje vode u crpnom bunaru bi dovelo do njenog hlađenja, što bi pak rezultiralo negativno na efikasnost rada dizalice topline.

Crpni bunar treba osiguravati u svakom trenutku dovoljnu količinu vode pa proizlazi da je izdašnost crpnog bunara ključna stavka kod projektiranja sustava s navedenom dizalicom topline.

Najmanji protok podzemne vode ne bi smio iznositi manje od 2 m³/h, što možemo postići već i na 5 m dubine, ovisno o hidrogeološkim značajkama. Potopljena pumpa ugrađuje se obično na dubinu do 15 m radi smanjenja pogonskih troškova, a ispod pumpe se ostavlja slobodna visina

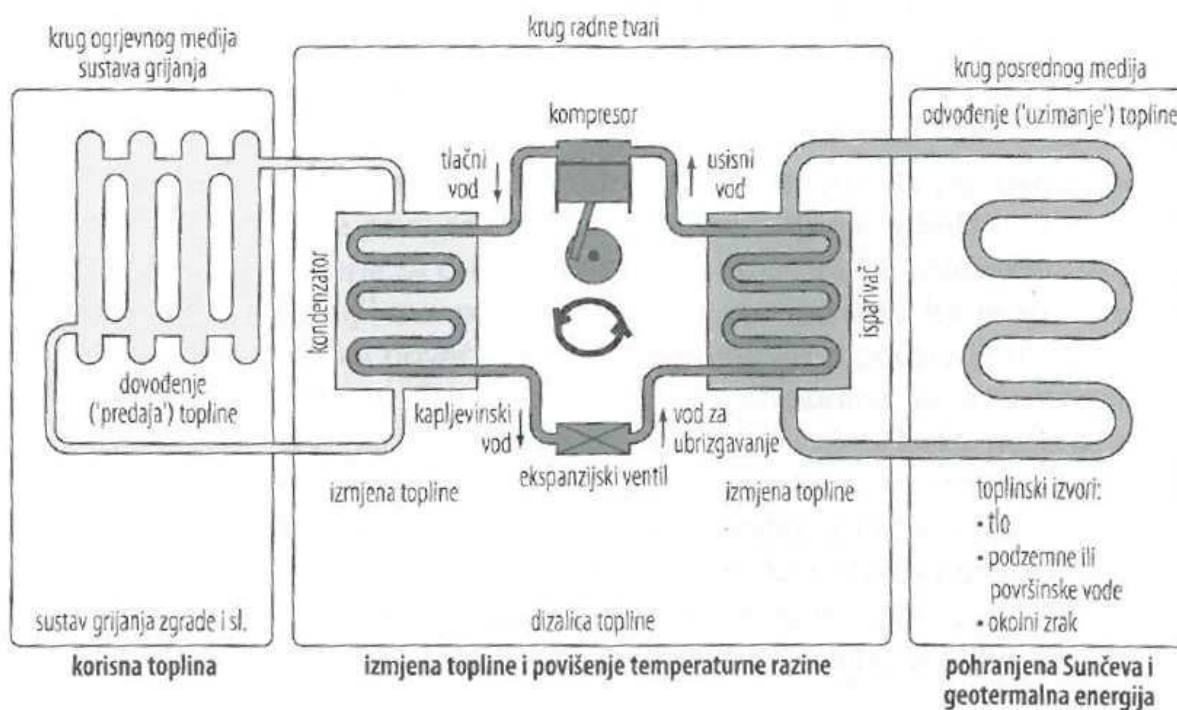
bunara koja omogućuje nakupljanje pijeska i nečistoća. Najmanji promjer bunara iznosi 220 mm. Ovakve dizalice topline koje koriste podzemne vode kao izvor topline imaju veće toplinske učine raspona od 8 do 40 kW s faktorom grijanja između 3-4.

Važno je napomenuti da za izvođenje bušotina za iskorištavanje topline podzemnih voda treba ishoditi niz dozvola jer nadležne institucije postavljaju visoke zahtjeve za izvedbu i rad dizalica topline s podzemnim vodama. Zbog toga je važno da radove izvode isključivo ovlašteni izvođači. Potrebno je iskorištene podzemne vode utisnuti natrag u podzemlje, potrebna je izrada hidrogeološke preliminarne studije, bunari se ne smiju izvoditi na cestama, ulazima ili parkirališnim prostorima, potrebno je omogućiti pristup za kontrolu bunara. Također su prisutni i visoki zahtjevi za izradu bunara i filtracijskog sloja, površinskih zaštitnih kolona i poklopca za zaštitu od površinskih voda i kiše. [4]

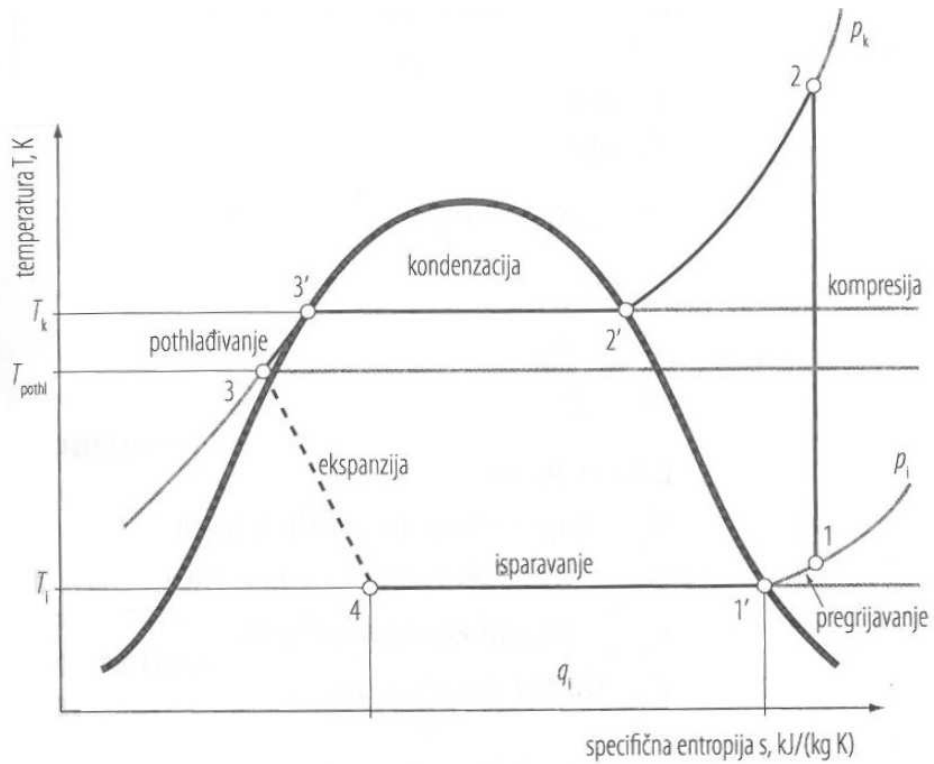
2.3. Osnovne značajke kompresijskih dizalica topline

Prema izvoru dodatne energije za ostvarivanje kružnog procesa u primjeni su najčešće kompresijske dizalice topline koje omogućuju povećanje energetske razine (temperature i tlaka) radne tvari dizalice topline na temelju mehaničkog rada kompresora koji je zaslužan za ostvarivanje kružnog procesa.

Sustav geotermalnih dizalica topline se sastoji u osnovi od sljedećih dijelova: dva izmjenjivača topline u funkciji isparivača ili kondenzatora, kompresora i ekspanzijskog ventila te radne tvari. Također je važno spomenuti i spojne vodove koji povezuju navedene komponente i unutar kojih struji radni medij (radna tvar), regulacijske i pomoćne elemente. Svi nabrojani sastavni dijelovi se najčešće nalaze u jednom kućištu i kao cjelina čine dizalicu topline kao uređaj. Kako bi dizalica topline mogla raditi u sustavu grijanja, pripreme PTV-a, ventilacije i klimatizacije potrebni su još spojevi na dovod posrednog medija, razvod ogrjevnog medija, sustav automatske regulacije i električna mreža. Slikom 2.5 je prikazan shematski sustav sa krugom ogrjevnog medija koji se često naziva i primarni radni medij (sustav grijanja), radne tvari (dizalica topline) i posrednog medija (sustav za dovođenje topline isparivaču dizalice topline). Kao radne tvari u kompresijskim dizalicama topline uglavnom se koriste halogenirani ugljikovodici i zeotropne smjese (najčešće R 410A, R 407C i R 134a).

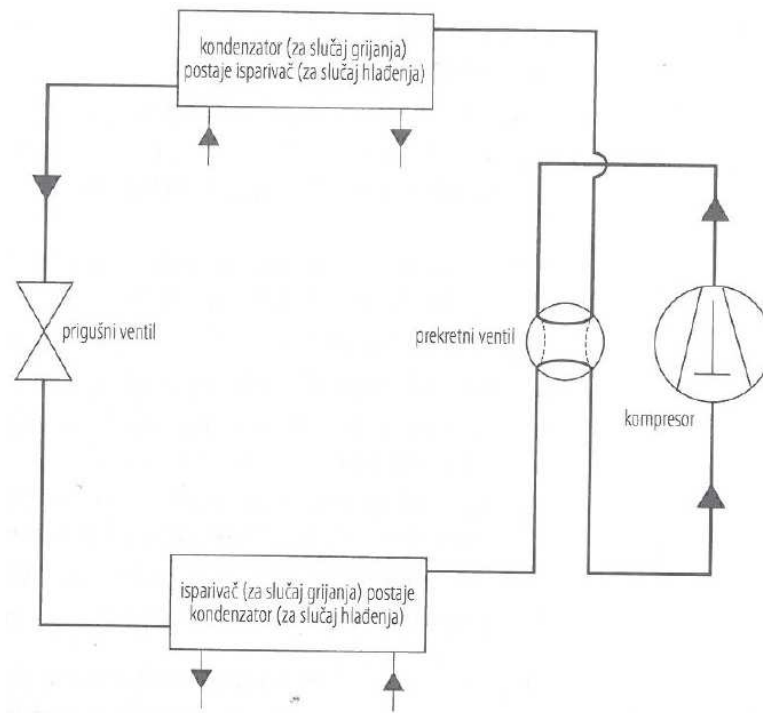


Slika 2.5 Shematski prikaz sustava s radnim medijima [1]



Slika 2.7 T-s dijagram radnog ciklusa dizalice topline [1]

Kompresijske dizalice topline mogu se opremiti i prekretnim ventilom tako da služe i kao izvor rashladnog učina (slika 2.8). U tom slučaju kondenzator postaje isparivač, a isparivač kondenzator.



Slika 2.8 Shema dizalice topline s mogućnošću preokretanja procesa [1]

Isparivač

Isparivač je izmjenjivač topline u kojemu se odvija potpuno isparavanje radnog medija dizalice topline pomoću posrednog medija. Pri tome posredni medij (vanjski zrak, voda ili rasolina) predaje toplinu radnome mediju dizalice topline uslijed čega isparava, a posredni medij se hladi. Rashladni učin isparivača ovisi o razlici temperatura posrednog medija i radne tvari koja isparava, a poželjno je da ta razlika u temperaturi bude što manja, odnosno da je tlak isparivanja što veći. Osim razlike u temperaturi, učin isparivača ovisi o ukupnoj površini za izmjenu topline i koeficijentu prolaza topline izmjenjivača. Poželjno je da isparivač bude što manjih dimenzija da bi i sam uređaj u konačnici bio što manjih dimenzija. Potrebno je ostvariti što manji pad tlaka na strani posrednog medija i radne tvari, odnosno što manji otpor njihovom strujanju kroz izmjenjivač te omogućiti što veće gustoće toplinskog toka pri izmjeni topline. Postoji više izvedbi isparivača, a oni ovise o izvedbi dizalice topline.

Proces u izmjenjivaču započinje ulaskom radne tvari u stanju mokre ili zasićene pare, odnosno smjese kapljevine i pare. Potom u isparivaču pri konstantnom tlaku i temperaturi dolazi do njezinog isparavanja do granice zasićenja zbog preuzimanja topline od posrednog medija. Za sprječavanje izlaska mokre pare radnoga medija iz isparivača se radni medij dodatno pregrijava na temperaturu višu za nekoliko stupnjeva od isparivanja čime se osigurava siguran rad kompresora i sprječava hidraulički udar i njegovo oštećenje. [1]

Kompresor

Kompresor je uređaj kojim se ostvaruje komprimiranje radnog medija dizalice topline na tlak kondenzacije. Kompresijom se osim tlaka dodatno i povišuje temperatura radne tvari. Povišenjem energetske razine radne tvari se omogućuje njeno kruženje u sustavu. Pri tome, rashladni učin kompresora mora biti jednak rashladnom učinku isparivača. Odnos rashladnog učina kompresora i isparivača mogu se prikazati u Q - ϑ dijagramu. Kompresor mora ostvariti kompresiju cjelokupnog radnog medija iz isparivača te je to u dijagramu prikazano točkom u kojoj se sijeku krivulja isparivača i kompresora. Navedeno sjecište je zapravo radna točka sustava (ili ravnotežna točka). Prema ravnotežnom učinku isparivača i kompresora se određuje temperatura isparivanja, a time i tlak. Tri su osnovne izvedbe kompresora ovisno o načinu ugradnje motora, otvoreni, poluzatvoreni i hermetički zatvoreni, a ovisno o načinu stlačivanja radnoga medija se razlikuju klipni, vijčani, spiralni i turbokompresori. Kod dizalica topline su uglavnom primjenjuju spiralni, poznatiji kao scroll kompresori, i klipni. [1]

Kondenzator

Kondenzator je drugi izmjenjivač u sustavu čija je funkcija predati toplinu s radnoga medija dizalice topline na ogrjevni medij u sustavu grijanja. U navedenom izmjenjivaču topline se odvija kondenzacija radnoga medija koji ulazi kao pregrijana para, a izlazi kao ukapljena para, pri čemu se toplina predaje krugu ogrjevnog medija uslijed čega se on zagrijava. [1]

Proces započinje tako da radna tvar u plinovitom stanju ulazi u kondenzator i hladi se na temperaturu kondenzacije i kondenzira na konstantnoj temperaturi i tlaku, pri čemu se toplina predaje neposrednoj okolini. Radna tvar se dodatno pothlađuje na temperaturu nižu od temperature kondenzacije prije ulaska u ekspanzijski ventil. Zbog toga kondenzator možemo podijeliti na tri zone, ovisno o procesu koji se u njima odvija: zonu predgrijavanja, kondenzacije i pothlađenja. Toplinski učin kondenzatora ovisi o koeficijentu prolaza topline samog izmjenjivača, površini za izmjenu topline i razlici temperatura radne tvari koja kondenzira i ogrjevnog medija.

Ekspanzijski ventil

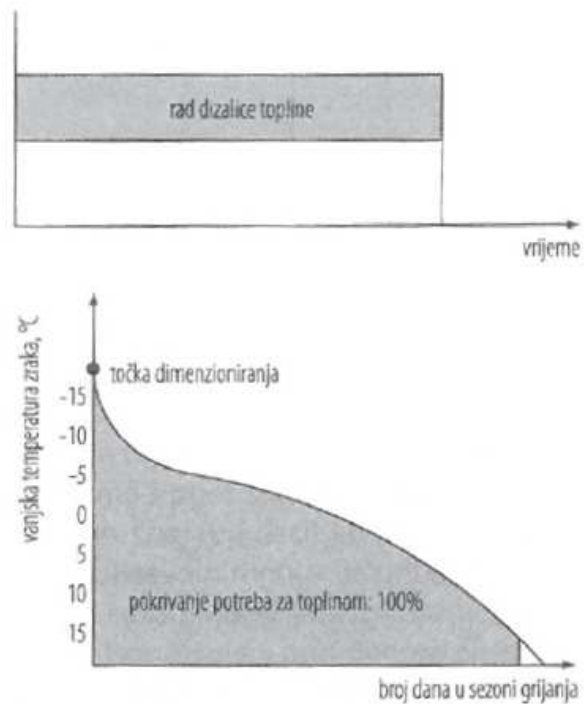
Ekspanzijski ili prigušni ventil je dio sustava koji kapljevitoj radnoj tvari snižava tlak i temperaturu, odnosno energetska razinu, na onaj tlak koji vlada u isparivaču. Dakle, funkcija prigušnog ventila je postizanje takvog stanja radne tvari koje će omogućiti preuzimanje topline od posrednog medija u isparivaču. Ulaskom radne tvari u kapljevitoj obliku u prigušni ventil započinje proces ekspanzije radne tvari kojim se snižava tlak i temperatura na one vrijednosti koje vladaju u isparivaču. Ekspanzijskim ventilom je omogućena i prilagodba volumnog protoka radne tvari čime se direktno utječe na ostvareni rashladni učin isparivača. [1]

3. Načini rada dizalica topline

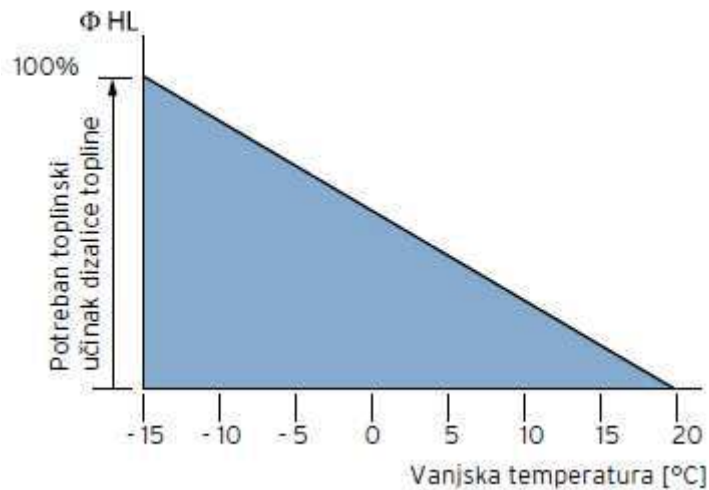
3.1. Monovalentni način rada

Monovalentni način rada dizalice topline znači da je ona jedini generator topline za grijanje i proizvodnju tople vode, odnosno da se njome pokrivaju sve potrebe za toplinom tijekom cijele sezone te se tako izvor topline mora dimenzionirati za cijelogodišnji rad sustava.

Kod monovalentnog načina rada potrebno je da je toplinski izvor raspoloživ tijekom cijele godine, kao što je to slučaj kod podzemnih i površinskih voda, te površinskih i dubokih slojeva tla.



Slika 3.1 Dijagramski prikaz monovalentnog načina rada dizalice topline [1]



Slika 3.2 Dijagram potrebnog toplinskog učinka DT kod monovalentnog načina rada [9]

3.2. Bivalentni način rada

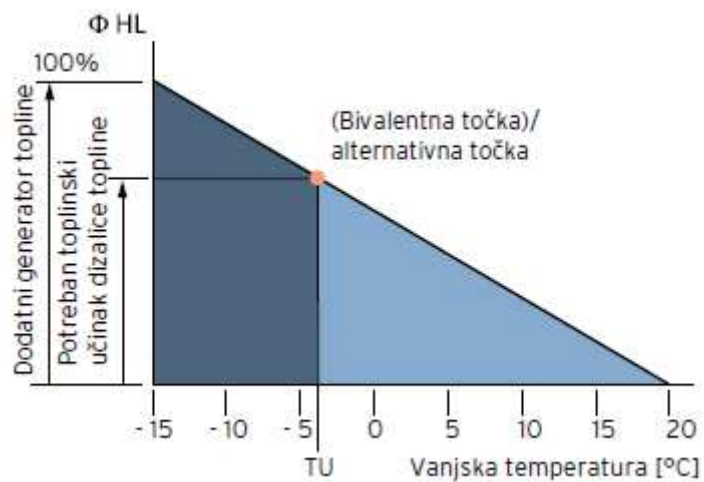
Bivalentni način rada dizalice topline predstavlja princip rada kod kojeg se tijekom pripreme PTV-a i u režimu rada grijanja koristi još jedan izvor topline za namirivanje toplinskih gubitaka zgrade. Dodatan izvor topline su najčešće plinski, električni, uljni i kotlovi na kruta goriva. Kod ovakvog načina rada se uključuje dodatan izvor topline u točno određeno vrijeme, najčešće u slučaju vrlo niskih temperatura. Razlikujemo tri podvrste bivalentnog načina rada:

- bivalentno – alternativni način rada
- djelomični bivalentno – usporedni način rada
- bivalentno – usporedni način rada

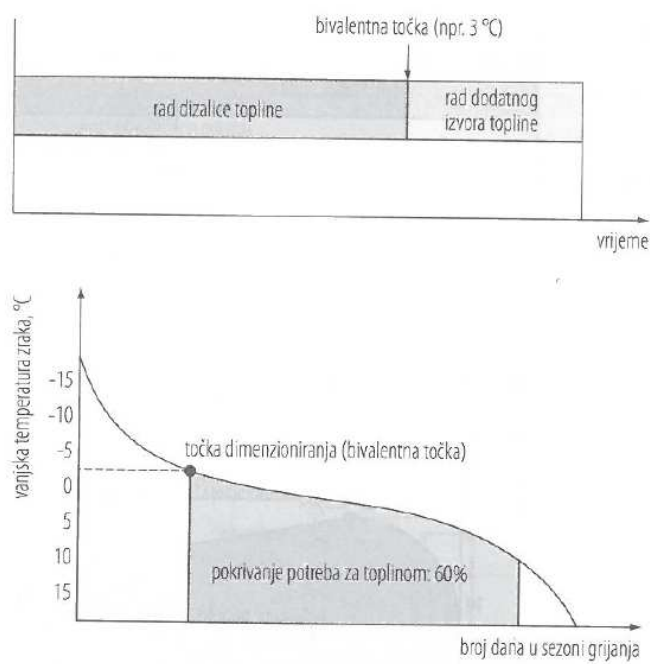
Bivalentni alternativni način

Kod bivalentnog alternativnog načina rada se ugrađuje i drugi generator topline uz dizalicu topline koji se u točno određenom trenutku opisanom kao bivalentna točka uključuje u sezoni grijanja i preuzima cjelokupne toplinske potrebe zgrade. Slikom 2.3 je prikazan dijagram toplinskog učina dizalice topline i dodatnog generatora topline.

Pri tome dizalica topline može pokriti oko 60 - 70 % godišnjeg vremena rada. Drugi generator topline koristi neki drugi izvor topline u odnosu na onaj koji koristi dizalica topline. Bivalentna točka je na nekoj nižoj vanjskoj temperaturi zraka, npr. 3°C.



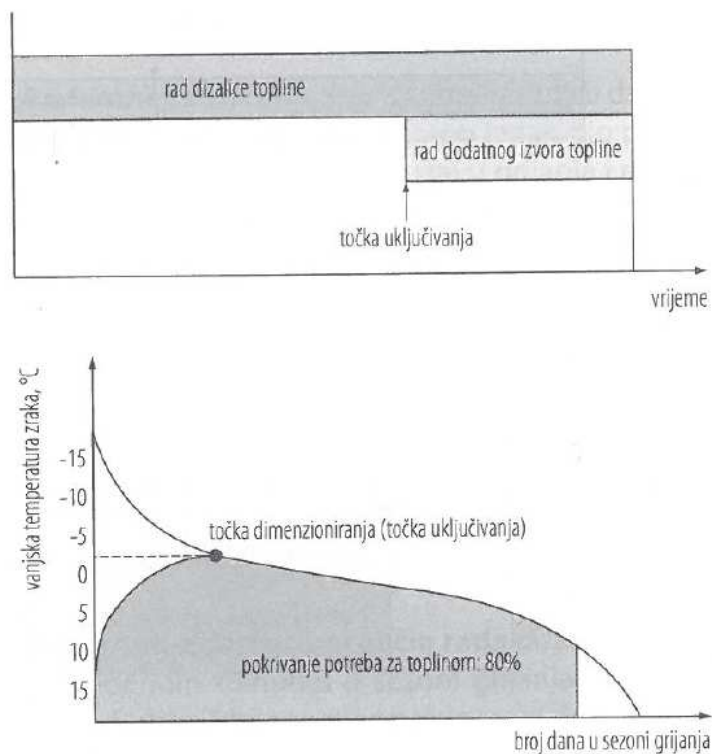
Slika 3.3 Dijagram potrebnog toplinskog učinka dizalice topline kod bivalentno alternativnog načina rada [9]



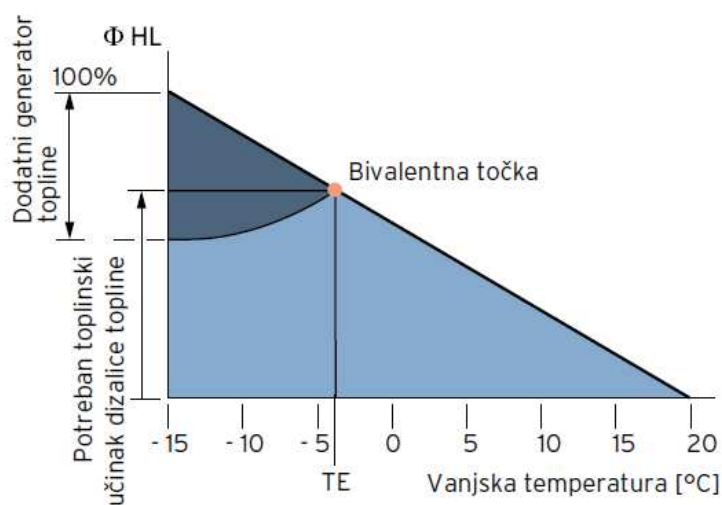
Slika 3.4 Dijagramski prikaz bivalentno alternativnog načina rada dizalice topline [1]

Bivalentni paralelni način rada

Razlika kod ovog načina rada u odnosu na prethodni je ta što kod bivalentno paralelnog načina rada se u određenom trenutku uključuje dodatni izvor topline, ali se dizalica topline ne isključuje te zajedno služe za pokrivanje potreba zgrade za toplinom. Kod ovakvog režima rada je pretpostavka da dizalica topline može ostati u pogonu i pri najnižim vanjskim temperaturama.



Slika 3.5 Dijagramski prikaz bivalentno – paralelnog načina rada dizalice topline [1]



Slika 3.6 Dijagram potrebnog toplinskog učinka DT kod bivalentno paralelnog načina rada [9]

4. Proračun toplinskog opterećenja stambene zgrade

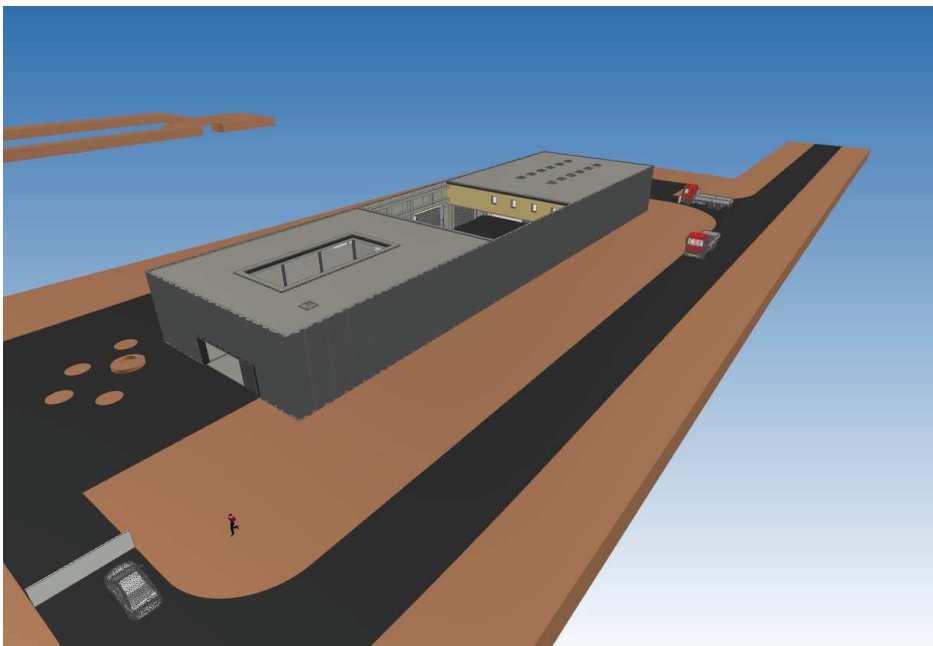
Izračun toplinskog opterećenja odnosno toplinskih gubitaka i potrošnje toplinske energije može se izračunati za svaku zgradu bez obzira radi li se o novom ili postojećem objektu. Upravo to je nužno za projektiranje i dimenzioniranje dizalice topline. Proračun se provodi prema HRN EN 12831 normi, a svi ulazni podaci za proračun su očitani iz arhitektonskih podloga poslovne zgrade i popisa slojeva građevnih dijelova zgrade. Opterećenje grijanja se izračunava primjenom odgovarajućih računalnih programa, u ovom slučaju IntegraCAD.

4.1. Opis objekta

Za potrebe ovog diplomskog rada potrebno je projektirati grijanje i hlađenje poslovne građevine na lokaciji Sveta Nedjelja prikazane na slici 4.1. Poslovna zgrada se sastoji od prostora namijenjenih za urede i skladišta, sanitarija, komunikacija, spremišta i slično. Sustav grijanja treba biti niskotemperaturni s temperaturom polazne vode 45 °C i minimalnom temperaturom polazne vode 7 °C kod hlađenja. Proizvodnja potrebne energije za grijanje i hlađenje se odvija pomoću dizalice topline voda – voda i kondenzacijskog kotla.

Za sustav predaje topline u prostorijama predviđena su sljedeća ogrjevna i rashladna tijela:

- ventilokonvektori u podu za hlađenje i grijanje,
- radijatori za pomoćne prostrije i sanitarije.



Slika 4.1 3D prikaz poslovne zgrade [19]

Strojarskim instalacijama predviđeno je održavanje sljedećih mikroklimatskih uvjeta u prostorijama zimi i ljeti:

- temperatura ureda: 20 °C / 26°C,
- sanitarnih čvorova: 20 °C/-,
- temperatura hodnika: 20°C/-.

Prema Tehničkom propisu je usvojena vanjska projektna temperatura zimi za navedenu lokaciju i iznosi -15 °C, a usvojena vanjska temperatura ljeti je 35 °C s relativnom vlažnošću 40 %.

4.2. Proračun toplinskih gubitaka

Toplinski gubici predstavljaju toplinski tok koji se izmjenjuje između prostora više temperature i prostora niže temperature, odnosno to je sva ona toplina koja izlazi iz grijanih prostorija prema vanjskome okolišu kroz zidove, pod, strop, vrata i prozore, prema tlu i susjednim prostorijama niže temperature. Shematski je navedeno prikazano na slici 4.2.



Slika 4.2 Ilustracija prijelaza topline iz prostorije

Proračun toplinskih gubitaka je vrlo važno točno proračunati kako bi se mogla ogrjevna tijela točno dimenzionirati i na taj način zadovoljiti toplinsku ugodnost ljudi unutar prostorija. Proračun je rađen sa softwareom IntegraCAD prema HRN EN 12831. Prije samog proračuna potrebno je odrediti ulazne parametre poput vanjske projektne temperature, srednje godišnje vanjske temperature, koeficijente prolaza topline, broj izmjena zraka itd. Intenzitet gubitaka topline najviše ovisi upravo o koeficijentu prolaza topline, tako da ga ih je potrebno točno odrediti za sve površine prostorije na kojima imamo gubitke topline.

Za proračun su korištene normirane vrijednosti temperatura, za koje se smatra da zadovoljavaju toplinsku ugodnost ljudi u navedenim prostorijama. U tablici 4.1 su navedene sve prostorije i za njih normirane temperature koje se nalaze u projektiranoj poslovnoj zgradi, ali i ostale, često pojavljivane prostorije u poslovnim i stambenim zgradama.

Prostorije	Normirane vrijednosti temperature [°C]
Dnevne i spavaće sobe, kuhinje	20
Sanitarne prostorije	20
Kupaonice	24
Predsoblja i hodnici	15
Podrumi	6
Uredi, čekaonice, stubišta	20
Trgovine i trgovački centri	20
Skladišta, spremište	18
Učionice, knjižnice, dječji vrtići	20
Sportske dvorane	20

*Tablica 4.1 Normirane vrijednosti temperature za različite prostorije
(DIN 4701, 1983. godina) [2]*

Oznaka	Naziv građevinskog elementa	Koef. prolaza topline [W/m²K]
VV	Vanjska vrata	1,4
VP	Vanjski prozor	1,1
VZ	Vanjski zid	0,26
POD	Pod prema tlu	0,27
K1	Ravni krov	0,19

Tablica 4.2 Koeficijenti prolaza topline

Proračun toplinskog opterećenja je rađen prema već spomenutoj normi HRN EN 12831. Toplinski gubici se dijele na transmisivske i ventilacijske toplinske gubitke prikazane izrazom (3) te će u nastavku biti prikazan algoritam proračuna prema Normi. Toplinski gubici izračunavaju se posebno za svaku pojedinu prostoriju projektirane zgrade te se nakon toga zbrajaju kako bi se dobili ukupni toplinski gubici prema kojima se odabire dizalica topline. [10]

$$\phi_{GR,i} = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} + \phi_{RH,i}, W \quad (3)$$

gdje je:

$\phi_{T,i}$ – transmisivski gubici topline i -tog grijanog prostora, W

$\phi_{V,i}$ – ventilacijski gubici topline i -tog grijanog prostora, W

$\phi_{RH,i}$ – toplinski učin koji se nadodaje radi kompenzacije učinka nekontinuiranog grijanja prostora, W.

4.2.1. Transmisivski toplinski gubici

Transmisivski toplinski gubici jednaki su zbroju toplinskih gubitaka prema vanjskom okolišu, odnosno nastaju pri prolazu topline iz područja više temperature (prostorija) u područje niže temperature (vanjski okoliš, negrijane prostorije, prostorije grijane na nižu temperaturu, tlo itd.).

Toplinski gubici nastaju preko svih građevnih dijelova zgrade poput prozora, vrata, vanjskih i unutarnjih zidova, stropa, poda i krova.

Standardni transmisivski toplinski gubici za i -tu grijanu prostoriju izračunavaju se pomoću formule prikazane izrazom (4). [10]

$$\phi_{T,i} = (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \cdot (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}), W \quad (4)$$

Gdje je:

$\vartheta_{int,i}$ – unutarnja projektana temperatura grijanog prostora, °C/K

ϑ_e – projektana temperatura vanjskog okoliša, °C/K

$H_{T,ie}$ – koeficijent transmisivskog gubitka topline od grijanog prostora prema vanjskom okolišu kroz ovojnicu zgrade, W/K

$H_{T,iue}$ – koeficijent transmisivskog gubitka topline od grijanog prostora prema vanjskom okolišu kroz negrijani prostor, W/K

$H_{T,ig}$ – koeficijent transmisivskog gubitka topline od grijanog prostora prema tlu, W/K

$H_{T,ij}$ – koeficijent transmisivskog gubitka topline od grijanog prostora prema susjednom prostoru grijanom na nižu temperaturu, W/K.

4.2.2. Ventilacijski toplinski gubici

Standardni ventilacijski toplinski gubici za i-tu grijanu prostoriju izračunavaju se prema formulama prikazanim izrazima (5) i (6).

$$\phi_{V,i} = (\vartheta_{\text{int},i} - \vartheta_e) \cdot H_{V,i}, \text{ W} \quad (5)$$

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p = 0,34 \cdot \dot{V}_i, \frac{\text{W}}{\text{K}} \quad (6)$$

Gdje je:

$\vartheta_{\text{int},i}$ – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora, °C/K

ϑ_e – projektna temperatura vanjskog okoliša, °C/K

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

\dot{V}_i – protok zraka kroz grijani i-ti prostor, m³/h

ρ – gustoća zraka, kg/m³

c_p – specifični toplinski kapacitet zraka, J/kgK.

Razlikuje se određivanje protoka zraka za slučaj prisilne izmjene zraka (ventilacijskim sustavom) i prirodne izmjene zraka infiltracijom. Broj izmjena zraka kod prirodne ventilacije zimi kada su svi spojevi dobro zabrtvljeni i bez ventilacijski otvora prema vanjskom okolišu iznosi:

$$n_z = 0,5 \text{ h}^{-1} \quad (7)$$

U tablicama 4.3 i 4.4 je prikazana toplinska bilanca prizemlja i prvog kata poslovnog prostora, odnosno dobiveni rezultati transmisivskih i ventilacijskih gubitaka. Iz dobivenih rezultata možemo očitati da ukupni toplinski gubici iznose 40 246 W te će se prema istim usvojiti dizalica topline.

K1 Prizemlje						
P	Prostorija	A (m²)	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)
P1	001 Ulaz	7	15	565	460	105
P2	002 Recepcija	51	20	2300	1067	1233
P3	003 Čistoća	6	20	295	184	111
P4	003a Muški WC	5	18	386	133	253
P5	003b Ženski WC	3	18	283	124	159
P6	004 Sastanak uprava	54	20	2155	1701	454
P8	005 Hodnik	62	20	4082	2779	1303
P9	006 Sastanak admin	18	20	839	686	153
P10	007 Administracija	51	20	2583	1501	1082
P11	008 Blagovaonica	28	20	1340	752	588
P12	009 Muški WC	4	18	312	13	299
P13	009a Ženski WC	4	18	310	13	297
P14	010 Garderoba	6	20	267	150	117
P15	011 Ulaz	4	15	241	153	88
P16	012 Stepenište	12	18	769	264	505
P7	013 Hodnik	18	20	930	540	390
P18	014 Skladištar	4	20	271	191	80
P21	015 Skladištar	4	20	311	234	77
P19	016 Sanitarije	8	18	585	166	419
	Ukupno:			18824	11111	7713

Tablica 4.3 Toplinska bilanca prizemlja

K2 Kat						
P	Prostorija	A (m²)	tu (°C)	Qn (W)	PhiT (W)	PhiV (W)
P1	100 Tehnički odjel	153	20	6908	3765	3143
P2	101 Telefonska kabina	4	20	307	215	92
P4	102 Uzorci	12	20	577	323	254
P5	103 Printaonica	11	20	450	205	245
P6	104 Sastanak teh. odje	33	20	2332	1653	679
P7	105 Foyer	53	20	2342	1252	1090
P8	106 Čajna kuhinja	6	20	252	112	140
P9	107 Muški WC	5	18	456	153	303
P10	108 Ženski WC	3	18	365	175	190
P11	109 Hodnik	44	20	1978	1057	921
P12	110 Ured	26	20	1414	869	545
P13	111 Ured direktor	33	20	1723	1035	688
P15	113 Ured	21	20	1662	1215	447
P20	115 Server i EL soba	10	20	656	212	444
	Ukupno: Kat			21422	12241	9181

Tablica 4.4 Toplinska bilanca prvog kata

4.3. Proračun toplinskih dobitaka

Proračun toplinskih dobitaka se razlikuje od proračuna toplinskih gubitaka. Za početak se toplinski dobici dijele na unutarnje i vanjske dobitke topline. Vanjski dobici topline su vezani uz Sunčevo zračenje kroz prozore i infiltraciju toplog zraka izvana, a unutarnji dobici su izvori topline koji se nalaze unutar prostorije, poput rasvjete, ljudi i strojeva. Najveći toplinski dobici se ostvaruju zračenjem kroz staklene površine te je zbog toga potrebno odabrati kvalitetne prozore i zaštititi ih od Sunčevih zraka. Prijenos topline zračenjem se odvija preko elektromagnetskih valova zbog čega dolazi do vremenskog razmaka u izmjeni topline između Sunčevih zraka i unutrašnjeg zraka u prostoriji. Proračun toplinskih dobitaka proveden je u programu IntegraCAD.

IntegraCad provodi proračun prema normi VDI 2078 i upravo zbog tog vremenskog razmaka program radi proračun toplinskog opterećenja za 24 sata i to za karakteristične dane (21. lipanj, 23. srpanj, 24. kolovoz i 21. rujana). Kako za svaki sat dobivamo različito toplinsko opterećenje, potrebno je odabrati vrijeme u danu u kojem je ono najveće i to može biti za svaku prostoriju različito, što ovisi o više faktora, poput orijentacije prostorije (strana svijeta) i slično. Kod postavljanja proračuna je za svaku prostoriju potrebno pretpostaviti broj osoba koje će boraviti u njoj i s kojom razinom fizičke aktivnosti te u kojem vremenskom razdoblju, zatim vrijeme rada rasvjete i strojeva.

Ukupni toplinski dobici dobiveni su prema formuli prikazanoj izrazom (8).

$$\phi_{UK} = \phi_{UN} + \phi_{VAN}, W \quad (8)$$

gdje je:

ϕ_{UN} – toplinsko opterećenje uslijed unutrašnjih izvora topline u prostoriji, W

ϕ_{VAN} – toplinsko opterećenje uslijed vanjskih izvora topline, W.

4.3.1. Toplinsko opterećenje uslijed unutrašnjih izvora topline

Unutrašnji izvori topline odaju osjetnu i latentnu toplinu koja čini toplinsko opterećenje prostora, a mogu nastati od osoba, rasvjete, strojeva, uređaja i ostale opreme, prolaskom materijala i sl. Toplinsko opterećenje uslijed unutrašnjih izvora topline u prostoriji izračunava se prema izrazu (9).

$$\phi_{UN} = \phi_{OS} + \phi_{RAS} + \phi_{SUO} + \phi_{PROL} + \phi_{OST}, W \quad (9)$$

gdje je:

ϕ_{OS} – toplina odana od osoba, W

ϕ_{RAS} – toplina odana od rasvjete, W

ϕ_{SUO} – toplina odana od strojeva, uređaja i ostale opreme, W

ϕ_{PROL} – toplina odana od predmeta pri njihovom prenošenju kroz prostoriju, W

ϕ_{OST} – toplina odana od raznih drugih izvora, npr. biljaka, životinja, W

Toplinsko opterećenje dobiveno od osoba određuje se prema izrazu (10), a ovisno o tipu prostorije razlikuje se i broj osoba koji u njoj boravi. [11]

$$\phi_{OS} = n \cdot \phi_0 \cdot s_{un}, W \quad (10)$$

Gdje je:

n – broj osoba

ϕ_0 – toplina koju odaje jedna osoba, odnosno zbroj osjetne i latentne topline, koja ovisi o temperaturi zraka u prostoriji i razini fizičke aktivnosti u prostoriji, W

s_{un} – faktor toplinskog opterećenja unutrašnjih izvora čija vrijednost je usvojena i jednaka 1 radi pojednostavljenja proračuna.

Toplinsko opterećenje dobiveno rasvjetnim tijelima određuje se prema izrazu (11). [11]

$$\phi_{RAS} = \dot{P}_{RAS} \cdot I_{IR} \cdot \mu_{OR} \cdot s_{un}, W \quad (11)$$

Gdje je:

\dot{P}_{RAS} – instalirana električna snaga svih rasvjetnih tijela, W

I_{IR} – faktor istovremenosti rasvjete koji uzima u obzir i mogućnost prirodnog osvjetljenja

μ_{OR} – stupanj toplinskog opterećenja prostora rasvjetom

s_{un} – faktor toplinskog opterećenja unutrašnjih izvora čija vrijednost je usvojena i jednaka 1 radi pojednostavljenja proračuna.

Toplinsko opterećenje dobiveno od strojeva, uređaja i ostale opreme definirano je izrazom (12). [11]

$$\phi_{SUO} = I_{IS} \cdot \mu_{OS} \cdot s_{un} \cdot \sum \frac{\dot{P}_{SUO}}{\eta}, W \quad (12)$$

Gdje je:

I_{IS} – stupanj istovremenosti pogona

μ_{OS} – stupanj opterećenja stroja, uređaja ili opreme

s_{un} – faktor toplinskog opterećenja unutrašnjih izvora čija vrijednost je usvojena i jednaka 1 radi pojednostavljenja proračuna

\dot{P}_{SUO} – nazivna snaga stroja, uređaja ili opreme, W

η – faktor toplinskog opterećenja za unutrašnje izvore.

4.3.2. Toplinsko opterećenje uslijed vanjskih izvora topline

Vanjski izvori topline čine većinsko toplinsko opterećenje prostora, a nastaju uslijed prolaska topline s područja više temperature (vanjski okoliš) u područje niže temperature (unutarnje prostorije) kroz vanjske zidove zgrade i unutarnje pregradbene zidove, izraz (13). [11]

$$\phi_{VAN} = \phi_{V.ZID} + \phi_{PROZ.K} + \phi_{PROZ.Z} + \phi_{VENT} + \phi_{U.ZID} \quad \phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{V,i}, W \quad (13)$$

Gdje je:

$\phi_{V.ZID}$ – toplina koja se dovodi izvana kroz vanjsku ovojnicu zgrade ili krov, W

$\phi_{PROZ.K}$ – toplina koja se dovodi izvana kroz prozore, W

$\phi_{PROZ.Z}$ – toplina koja se dovodi izvana zračenjem kroz ostakljene površine, W

ϕ_{VENT} – toplina koja se dovodi izvana prirodnom ventilacijom, W

$\phi_{U.ZID}$ – toplina koja se dovodi iz susjednih prostorija kroz unutarnje zidove, strop, pod ili vrata, W.

Toplinsko opterećenje dobiveno prolaskom topline kroz vanjsku ovojnicu zgrade ili krov određuje se prema izrazu (14). [11]

$$\phi_{V.ZID} = U_{V.ZID} \cdot A_{V.ZID} \cdot \Delta\vartheta_{ekv}, W \quad (14)$$

Gdje je:

$U_{V.ZID}$ – koeficijent prolaska topline vanjskog zida ili krova, (W/m²K)

$A_{V.ZID}$ – površina vanjskog zida ili krova, m²

$\Delta\vartheta_{ekv}$ – ekvivalentna razlika temperatura, °C/K

Toplinsko opterećenje dobiveno prolaskom iz vanjskog okoliša kroz prozore definira se izrazom (15) dok se toplinsko opterećenje dobiveno zračenjem kroz ostakljenu površinu određuje izrazom (16). [11]

$$\phi_{\text{PROZ,K}} = U_{\text{PROZ}} \cdot A_{\text{PROZ}} \cdot (\vartheta_{\text{V}} - \vartheta_{\text{P}}), \mathbf{W} \quad (15)$$

Gdje je:

U_{PROZ} – koeficijent prolaska topline prozora, (W/m² K)

A_{PROZ} – površina prozora, m²

ϑ_{V} – temperatura vanjskog zraka, °C/K

ϑ_{P} – temperatura zraka u prostoru, °C/K.

$$\phi_{\text{PROZ,Z}} = [A_{\text{STAKLO,OS}} \cdot \dot{G}_{\text{UK,MAX}} \cdot (A_{\text{STAKLO,UK}} - A_{\text{STAKLO,OS}}) \cdot \dot{G}_{\text{RASP,MAX}}] \cdot b_{\text{PR}} \cdot s_{\text{V}}, \mathbf{W} \quad (16)$$

Gdje je:

$A_{\text{STAKLO,OS}}$ – površina ostakljenog dijela površine, osunčana, m²

$\dot{G}_{\text{UK,MAX}}$ – maksimalno ukupno sunčevo zračenje, W/m²

$A_{\text{STAKLO,UK}}$ – ukupna površina ostakljenog dijela (i osunčanog i neosunčanog), m²

$\dot{G}_{\text{RASP,MAX}}$ – maksimalno difuzno ili raspršeno sunčevo zračenje, W/m²

b_{PR} – stupanj propusnosti prozora i naprave za zaštitu od zračenje Sunca

s_{V} – faktor toplinskog zračenja za vanjske izvore topline.

Toplinsko opterećenje dobiveno zbog infiltracije vanjskog zraka u prostor se zanemaruje. Toplinsko opterećenje dobiveno prolaskom topline kroz pregradbene zidove, stropove i podove između ne hlađenih i hlađenih prostorija računa se prema izrazu (17). [11]

$$\phi_{\text{U.ZID}} = U_{\text{U.ZID}} \cdot A_{\text{U.ZID}} \cdot (\vartheta_{\text{sus}} - \vartheta_{\text{P}}), \mathbf{W} \quad (17)$$

Gdje je:

$U_{\text{U.ZID}}$ – koeficijent prolaska topline unutarnjeg zida, poda, stropa ili krova, (W/m²K)

$A_{\text{U.ZID}}$ – površina navedenog građevnog dijela, m²

ϑ_{sus} – temperatura susjedne prostorije ili tla, °C/K

ϑ_{P} – temperatura prostorije, °C/K

U tablicama 4.5 i 4.6 prikazane su bilance hlađenja prizemlja i prvog kata poslovnog prostora. Iz dobivenih rezultata možemo očitati da ukupni toplinski dobici iznose 50 kW.

K1 Prizemlje		
P	Prostorija	Qn (W)
P1	001 Ulaz	0
P2	002 Recepcija	2059
P3	003 Čistoća	0
P4	003a Muški WC	0
P5	003b Ženski WC	0
P6	004 Sastanak uprava	5485
P8	005 Hodnik	3048
P9	006 Sastanak admin	2873
P10	007 Administracija	6820
P11	008 Blagovaonica	2897
P12	009 Muški WC	0
P13	009a Ženski WC	0
P14	010 Garderoba	0
P15	011 Ulaz	0
P16	012 Stepenište	314
P7	013 Hodnik	512
P18	014 Skladištar	319
P21	015 Skladištar	77
P19	016 Sanitarije	0
Ukupno: Prizemlje		24404

Tablica 4.5 Bilanca hlađenja prizemlja

K2 Kat		
P	Prostorija	Qn (W)
P1	100 Tehnički odjel	9986
P2	101 Telefonska	340
P4	102 Uzorci	272
P5	103 Printaonic	371
P6	104 Sastanak t	2844
P7	105 Foyer	2221
P8	106 Čajna kuhi	428
P9	107 Muški WC	32
P10	108 Ženski WC	20
P11	109 Hodnik	883
P12	110 Ured	2209
P13	111 Ured direk	2310
P15	113 Ured	1490
P20	115 Server i E	2201
Ukupno: Kat		25607
Ukupno:		50011

Tablica 4.6 Bilanca hlađenja prvog kata

5. Odabir ogrjevnih tijela

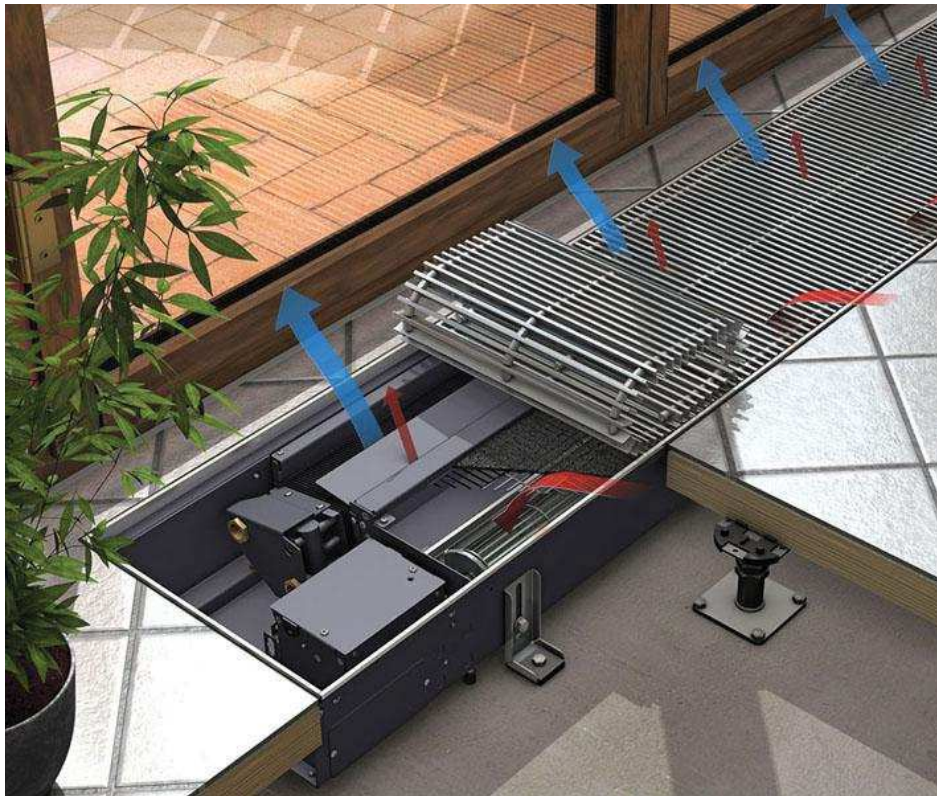
Ogrjevna tijela definiraju se kao oni dijelovi sustava grijanja koji prenose toplinu ogrjevnog medija na okolinu (zrak u prostoriji). Pri tome se toplina prenosi konvekcijom i zračenjem čiji udio ovisi o izvedbi i vrsti ogrjevnog tijela. Izvedbe ogrjevnih tijela su razne, a uglavnom se koriste pločasta, cijevna i člankasta ogrjevna tijela (radijatori) i konvektori (uglavnom ventilokonvektori). Osim navedenih se sve češće koriste panelna grijanja kod kojih se toplina prenosi preko obuhvatnih ploha prostorije (pod, zid i strop). U nastavku ovog poglavlja bit će objašnjen odabir pojedine vrste ogrjevnih tijela.

5.1. Odabir ventilokonvektora

U uredima i poslovnim prostorima projektirane poslovne zgrade odabrani su kao ogrjevna tijela dvocijevni podni ventilokonvektori. Podni ventilokonvektori su uređaji predviđeni za ugradnju u razini poda (slika 5.1). U njihovom kućištu se nalaze izmjenjivač topline, ventilator i filteri. Ventilator ostvaruje prisilno strujanje zraka čime poboljšava prijenos topline konvekcijom te ostvaruje grijanje ili hlađenje zraka u prostoriji, ovisno o tome struji li kroz izmjenjivač ventilokonvektora hlada ili topla voda kao prijenosnik energije. Podni ventilokonvektori se postavljaju uz ulaze u dvorane, vrata staklenika, uz staklene stijene, francuske prozore itd. S obzirom da se u projektiranoj poslovnoj zgradi nalazi u sredini atrij, podni ventilokonvektori predstavljaju odlično rješenje.

Predviđen je dvocijevni sustav kod kojeg se, kako i sama riječ govori, postavljaju dvije cijevi – polazni i povratni vod. Ovakav sistem služi za sezonski rad, što znači da po ljeti hladi, a zimi grije. U tom slučaju u dizalici topline kondenzator ljeti postaje isparivač, a isparivač – kondenzator. Prebacivanje s ljetni na zimski režim i obratno se regulira prekretnim ventilom u strojarnici.

Ventilokonvektori mogu biti i u izvedbi s četiri cijevi i to po dvije (polaz i povrat) za toplu i hladnu vodu pa se takav sustav naziva četverocijevni sustav. Ovakav sustav omogućuje izbor grijanja ili hlađenja, ali također i povećava cijenu ukupne investicije.



Slika 5.1 Prikaz podnog ventilokonvektora [22]

Odabir ventilokonvektora za pojedinu prostoriju prikazan je u tablici 5.1, a podni ventilokonvektori su birani iz kataloga Kampmann Katherm HK.

Performance data according to EN 16430								
Unit length	Unit width	Unit height	Heat output ¹⁾		Sensible cooling output ²⁾		Sound pressure level ^{3),4)}	Sound power level ⁴⁾
			2-pipe	4-pipe	2-pipe	4-pipe		
[mm]	[mm]	[mm]	[W]	[W]	[W]	[W]	[dB(A)]	[dB(A)]
915	320	130	690 - 2075	530 - 1206	87 - 360	87 - 355	<20 - 39	<28 - 47
1200	320	130	1176 - 3602	936 - 2180	150 - 634	149 - 624	<20 - 41	<28 - 49
1700	320	130	2135 - 6040	1720 - 3787	272 - 1064	272 - 1047	<20 - 41	<28 - 49
2000	320	130	2404 - 7512	1985 - 4755	310 - 1342	305 - 1321	<20 - 44	<28 - 52
2500	320	130	3363 - 10026	2773 - 6361	429 - 1765	428 - 1738	<20 - 44	<28 - 52
3000	320	130	4324 - 12479	3561 - 7967	552 - 2188	550 - 2155	<20 - 44	<28 - 52
950	290	160	780 - 2338	602 - 1357	82 - 415	86 - 398	<20 - 36	<28 - 44
1200	290	160	1312 - 3967	1030 - 2340	141 - 720	147 - 690	<20 - 38	<28 - 46
1700	290	160	2125 - 6487	1695 - 3888	229 - 1195	239 - 1142	<20 - 40	<28 - 48
2000	290	160	2765 - 8457	2214 - 5084	298 - 1566	313 - 1496	<20 - 41	<28 - 49
2500	290	160	3579 - 10986	2881 - 6642	388 - 2042	402 - 1918	<20 - 42	<28 - 50
3000	290	160	4646 - 14278	3749 - 8645	501 - 2665	526 - 2511	<20 - 43	<28 - 51

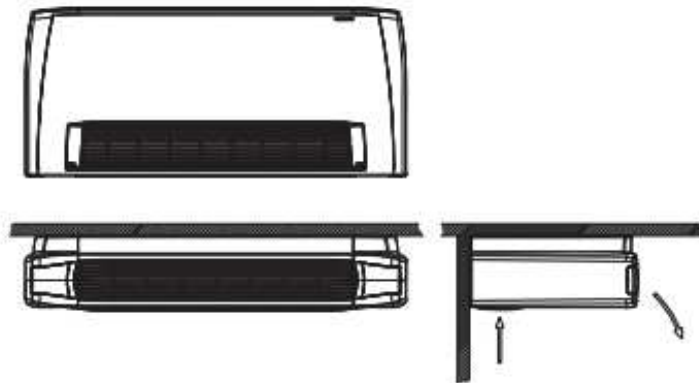
¹⁾ Heat output per Katherm HK, with an average speed setting 60 %, at LPHW 75/65 °C, room air temperature 20 °C
²⁾ Cooling output per Katherm HK, with an average speed setting 60 %, at CHW 6/12 °C, room air temperature 24 °C, 50 % relative humidity
³⁾ The sound pressure levels were calculated with an assumed room insulation of 8 dB(A). This corresponds to a distance of 2 m, a room volume of 100 m³ and a reverberation time of 0.5 s, at 60 % fan speed.
⁴⁾ Sound pressure level <20 dB (A) and sound power level <28 dB (A) outside the usual measuring and audible range.

Tablica 5.1 Odabir ventilokonvektora iz kataloga Kampmann Katherm KH [22]

Za prostorije u kojima je potrebno hlađenje, ali nisu u dodiru s atrijem ili nekim drugim velikim staklenim površinama, odabrani su podstropni ventilokonvektori „Carisma CRC“ (slika 5.2) proizvođača „Sabiana“. Navedeni ventilokonvektor predviđen je za podstropnu ili parapetnu ugradnju (slika 5.3) te ima izrazito malu potrošnju i nisku razinu buke.



Slika 5.2 Podstropni ventilokonvektor „Carisma CRC“ [27]



Slika 5.3 Shematski prikaz načina ugradnja ventilokonvektora „Sabiana Carisma CRC“ [27]

Odabrani ventilokonvektori za pojedine prostorije i njihovi parametri mogu se isčitati iz tablica 5.2 i 5.3. Važno je napomenuti da su svi ventilokonvektori (podni i podstropni) dimenzionirani za rad u dvocijevnom sustavu grijanja i hlađenja s režimom grijanja 60/50 °C i režimom hlađenja 7/12 °C. Ventilokonvektori su proračunati i odabrani na srednjoj brzini. Kako se mikroklimatski uvjeti ne podudaraju s kataloškim vrijednostima, konkretno temperature polaza i povrata vode te temperatura i vlažnost zraka, korišten je program za biranje i proračun ventilokonvektora „Ventcoils V207“ proizvođača „Sabiana“.

Prostorija	Qn (W)	HLADENJE		Odobrani tip uređaja	GRIJANJE snaga uređaja (na srednjoj brzini za FC) (W)	Sensibilno na srednjoj brzini (W)	sensibilno na 4. brzini (W)	HLADENJE snaga uređaja na srednjoj brzini (W)	broj uređaja	GRIJANJE ukupna instalirana snaga (W)	ukupno sensibilno (suho)	HLADENJE ukupna instalirana snaga (W)
		Ljetna sobna temp. (°C)	Sensibilno (suho)									
				Odobir grijanja/hlađenja								
001 Ulaz	565	/		/	/	/	/	/	/	/	/	/
002 Receptija	2300	26	2216	2219	3562	1173	1799	1799	2	7124	2346	3598
003 Čistoća	295	/			510				1	510	0	0
003a Muški WC	386	/			548				1	548	0	0
003b Ženski WC	283	/			366				1	366	0	0
004 Sastanak uprava	2155	26	5089	5650	3562	1173	1799	1799	2	17102	5658	8716
005 Hodnik	4082	26	3128	3165	6378	2122	3293	3293	2	12756	4244	6586
006 Sastanak admin	839	26	2625	2945	4989	1656	2559	2559	1	8115	2690	4129
007 Administracija	2583	26	6819	7059	3126	1034	1570	1570	1	17102	5658	8716
008 Blagovaonica	1340	26	2432	2912	3562	1173	1799	1799	2	17102	5658	8716
009 Muški WC	312	/			457				1	457	0	0
009a Ženski WC	310	/			457				1	457	0	0
010 Garderoba	267	/			340				1	340	0	0
011 Ulaz	241	/			/	/	/	/	/	/	/	/
012 Stepenište	769	/			/	/	/	/	/	/	/	/
013 Hodnik	930	26	545	583	1705	533	815	815	1	1705	533	815
014 Skladištar	271	26	440	475	2500		2000	2000	1	2500	0	2000
015 Skladištar	311	26	821	862	2500		2000	2000	1	2500	0	2000
016 Sanitarije	585	/			750				1	750	0	0

Tablica 5.2 Odabrani ventilokonvektori za prizemlje

Prostorija	Qn (W)	HLADENJE		Odobrani tip uređaja	GRIJANJE snaga uređaja (na srednjoj brzini za FC) (W)	Sensibilno na srednjoj brzini (W)	HLADENJE snaga uređaja na srednjoj brzini (W)	broj uređaja	GRIJANJE ukupna instalirana snaga (W)	HLADENJE ukupna instalirana snaga (W)
		Ljetna sobna temp. (°C)	Sensibilno (suhno)							
-100 Tehnički odjel	6908	26	9025	9986	3562	1173	1799	3	10686	15633
101 Telefonska kabina	307	26	362	400	4989	1656	2559	4	1507	701
102 Uzorci	577	26	232	272	1507	664	701	1	1507	664
103 Printaonica	450	26	330	371	1507	664	701	1	1507	664
104 Sastanak teh. odje	2332	26	2953	3330	6378	2122	3293	2	12756	4244
105 Foyer	2342	26	2290	2290	6378	2122	3293	1	6378	2122
106 Čajna kuhinja	252	26	387	428	1507	664	701	1	1507	664
107 Muški WC	456	/	/	/	548	/	/	1	548	0
108 Ženski WC	365	/	/	/	457	/	/	1	457	0
109 Hodnik	1978	26	843	883	3126	1034	1570	1	3126	1034
110 Ured	1414	26	2361	2371	3562	1173	1799	1	8551	2829
111 Ured direktor.	1723	26	2300	2310	3562	1173	1799	1	3562	2829
112 Tehnika	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
113 Ured	1662	26	1374	1490	4989	1656	2559	1	4989	1656
114 Tehnika	12	/	/	/	/	/	/	/	/	/
115 Server i EL soba	656	/	2201	2201	2500	/	2000	1	2500	0

Tablica 5.3 Odabrani ventilokonvektori za kat

5.2. Odabir radijatora

U sanitarnim prostorijama i garderobi, odnosno prostorijama u kojima nema potrebe za hlađenjem predviđeno je radijatorsko grijanje. Režim rada radijatora je 60/50 °C. Radijatori su birani u programu „IntegraCAD“ nakon izračuna toplinskih gubitaka s koeficijentom sigurnosti od 20 % za pokrivanje toplinskih gubitaka. Odabrani su pločasti radijatori sa srednjim priključkom proizvođača „Vogle&Noot“, a jedan takav primjer je prikazan slikom 5.4. Tipovi radijatora i pripadnih učina pojedinih prostorija su prikazani u tablici 5.4.



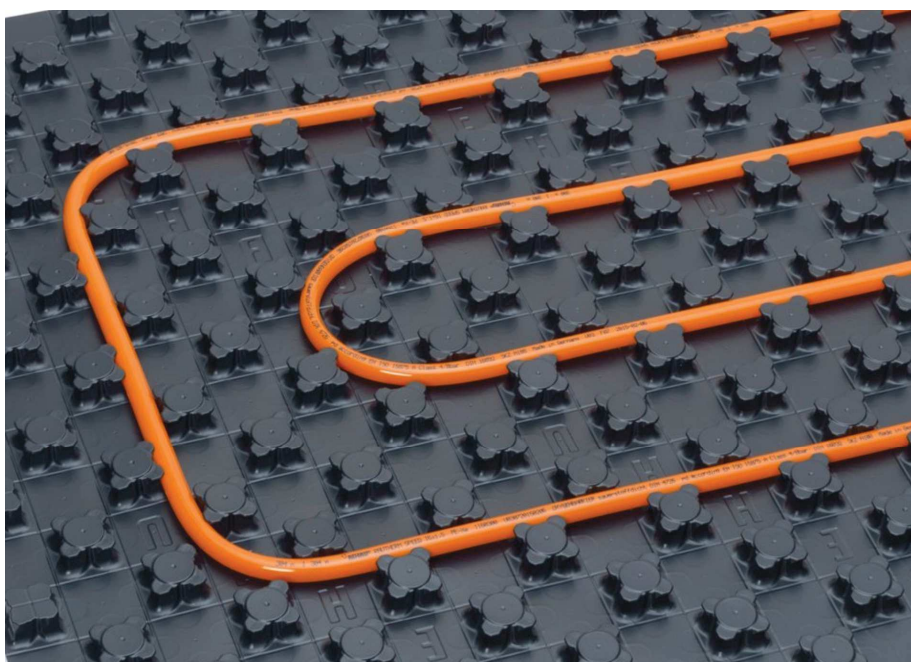
Slika 5.4 Primjer pločastog radijatora sa srednjim priključkom proizvođača „Vogle&Noot“ [21]

K1 Prizemlje					
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	Qi (W)	Radijator
P3	003 Čistoća	20	295	510	21 VM-S/600/600
P4	003a Muški WC	18	386	548	21 VM-S/600/600
P5	003b Ženski WC	18	283	366	21 VM-S/600/400
P12	009 Muški WC	18	312	457	22 VM/600/400
P13	009a Ženski WC	18	310	457	22 VM/600/400
P14	010 Garderoba	20	267	340	21 VM-S/600/400
K2 Kat					
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	Qi (W)	Radijator
P9	107 Muški WC	18	456	548	21 VM-S/600/600
P10	108 Ženski WC	18	365	457	22 VM/600/400

Tablica 5.4 Prikaz usvojenih radijatora i pripadnih učina pojedine prostorije

5.3. Odabir podnog grijanja

U prostorijama u kojima borave ljudi veći dio vremena poput ureda i ostalih poslovnih prostora je usvojeno panelno podno grijanje za grijanje prostorije. Podnim grijanjem će se namiriti toplinski gubici prostorije pretežito u zimskom periodu, dok će se ventilokonvektori koristiti u prijelaznim vremenskim uvjetima u kojima se potreba za grijanjem i hlađenjem izmjenjuje tijekom dana. Prednosti podnog grijanja su u tome da nema prisilne cirkulacije zraka, nema buke i dizanja prašine, ravnomjeran je raspored temperature te mala potrošnja energije. Generatori topline su dimenzionirani na temperaturni režim rada 60/50°C, što je previsok režim rada za podno grijanje pa se podno grijanje dimenzionira na maksimalnoj temperaturi polaznog voda od 45°C. Povratni vod je različit na razdjeljivačima ovisno o potrebi, visini temperature poda, padu tlaka itd. Ukupno su odabrana četiri razdjeljivača s mjerčem protoka od proizvođača „Rehau“. Odabrane su PEX cijevi 17 x 2,0 mm za podno grijanje, s razmakom između cijevi od 200 - 300 mm ovisno o krugu podnog grijanja te maksimalnom temperaturom poda od 29 °C. U svakoj prostoriji s podnim grijanjem nalazi se sobni regulator i osjetnik temperature poda. Kompletan proračun podnog grijanja nalazi se u Prilogu 3.



Slika 5.5 Podno grijanje [24]

6. Odabir opreme sustava

6.1. Odabir dizalice topline

Prilikom odabira dizalice topline u bivalentnom načinu rada, treba odabrati vanjsku temperaturu ispod koje će se koristiti dodatni generator topline, a iznad koje će se koristiti dizalica topline. Ta temperatura se naziva temperatura bivalentne točke te prema istraživanju se ona kreće između $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, što ovisi o meteorološkim uvjetima, vrsti potrošača itd. Možemo zaključiti da će način pogona (monovalentni, bivalentni alternativni ili bivalentno paralelni) određivati veličinu dizalice topline i potrošnje energije za proizvodnju potrebne topline. Osim načina rada pogona, ovisiti će i o cijenama grijanja i energije. Na području s projektnim temperaturama oko $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ najčešće se odabire bivalentni način rada s dizalicom topline toplinskog učina jednakim oko 40-50 % od proračunatih toplinskih gubitaka pri temperaturi bivalentne točke od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Simulacijom u programu IntegraCAD, proračunati su toplinski gubici od 23 kW pri vanjskoj temperaturi od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, što predstavlja oko 57% od proračunatih toplinskih gubitaka te je time određena bivalentna točka na $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Odabrana je dizalica topline Mega XL (slika 6.2) od proizvođača „Thermia Mega“ s faktorom grijanja od 77,71 kW i hlađenjem od 56,50 kW pri čemu COP dizalice topline iznosi 3,66 (tablica 6.1). Ostali kataloški podaci o dizalici topline mogu se pronaći na slici 6.1.

Mega			Mega ^S	Mega ^M	Mega ^L	Mega ^{XL}
Radna tvar	Tip		R410A	R410A	R410A	R410A
	Kolicina ¹	kg	3,9	4,4	5,7	8,7
	Ispitni tlak (niski/visoki tlak)	MPa	3,0/4,3	3,0/4,3	3,0/4,3	3,0/4,3
	Dizajnirani tlak	MPa	4,3	4,3	4,3	4,3
Kompresor	Tip		Scroll	Scroll	Scroll	Scroll
	Ulje		POE	POE	POE	POE
Elektro podaci 3-N	Mrežno napajanje	Volt	400	400	400	400
	Nazivna snaga, kompresor	kW	14	17,5	22,2	32,5
	Nazivna snaga, cirk. pumpe	kW	0,7	0,7	1,0	1,0
	Osigurac ¹⁹	A	32	40	50	63
Performanse	Koeficijent učinkovitosti ²		4,73	4,60	4,50	4,71
	Faktor topline ²	kW	20,18	26,71	35,60	52,00
	Ulazna snaga ²	kW	4,26	5,81	7,91	11,00
	SCOP, Podno grijanje (35°C)		5,72 ¹	5,69 ⁵	5,29 ⁷	5,30 ⁸
	SCOP, Radijator (55°C)		4,33 ⁴	4,40 ⁶	4,20 ⁸	4,32 ¹⁰
Raspon snage		10–33 ¹¹	11–44 ¹²	14–59 ¹²	21–88 ¹²	
Energetski razred – sustav ¹⁷	Podno grijanje (35°C)		A+++	A+++	A+++	A+++
	Radijator (55°C)		A+++	A+++	A+++	A+++
Energetski razred – proizvod ¹⁸	Podno grijanje (35°C)		A++	A++	A++	A++
	Radijator (55°C)		A++	A++	A++	A++
Dostupan vanjski pad tlaka ²⁰	Krug hlađenja	kPa	-	84,0	111,6	77
	Krug grijanja	kPa	-	75,7	116	93
Maksimalni tlak u sustavu	Krug hlađenja	bar	6	6	6	6
	Krug grijanja	bar	6	6	6	6
Maksimalna/minimalna temperatura ¹³	Krug hlađenja	°C	20/-10	20/-10	20/-10	20/-10
	Krug grijanja	°C	65 ¹⁴ /20	65 ¹⁴ /20	65 ¹⁴ /20	65 ¹⁴ /20
Maksimalni/minimalni krug rashladnog sredstva	Niski tlak	MPa	0,23	0,23	0,23	0,23
	Visoki tlak	MPa	4,5	4,5	4,5	4,5
Razina snage zvuka ¹⁵		dB(A)	40–55 ¹¹	40–56 ¹²	46–61 ¹²	46–63 ¹²
Antifriz	Etanol + voda mješavina -17°C					
Dimenzije (ŠxDxV) (bez cijevnih spojeva)	mm		692x796x1652 ± 10	692x796x1652 ± 10	900x849x1644 ± 10	900x849x1644 ± 10
Dimenzije (ŠxDxV) (sa cijevnim spojevima)	mm		692x796x1722 ± 10	692x796x1722 ± 10	900x849x1744 ± 10	900x849x1744 ± 10
Weight	kg		300	310	445	480

Thermia Heat Pumps - njihovi ovlaštteni proceseri zadržavaju pravo izdava pramijena. Komponenti i specifikacija bez prethodnog obavještanja. -Primer: bilo kakvih tipografskih grešaka, januar 2018

Slika 6.1 Katalog dizalice topline [25]

Cond out =>		55		
Brine In	COP	Power Input (kW)	Cooling power (kW)	Heating cap. (kW)
-10	N/A	N/A	N/A	N/A
-5	2,60	20,15	32,23	52,38
0	2,87	20,56	38,44	59,00
+5	3,26	20,71	46,82	67,53
+10	3,66	21,21	56,50	77,71
+15	4,06	21,51	65,77	87,28
+20	4,40	21,65	73,68	95,34

Tablica 6.1 Katalog dizalice topline – kapacitet hlađenja [25]



Slika 6.2 Dizalica topline Mega XL „Thermia Mega“ [25]

6.2. Odabir kondenzacijskog bojlera

Odabran je visokoučinkovit kondenzacijski bojler za grijanje s cirkulacijskom pumpom tipa ecoTEC plus VU INT 1006/5-5 proizvođača „Vaillant“. Prednosti ovakvog bojlera su ušteda na potrošnji plina primjenom kondenzacijske tehnologije i ušteda energije primjenom visokoučinkovite cirkulacijske pumpe. Energetska učinkovitost sustava grijanja s ovakvim bojlerom iznosi 92%. Odabrani bojler ima učinak od 18,7 – 93,3 kW, te ima slijedeće dimenzije:

- visina: 960 mm
- širina: 480 mm
- dubina: 603 mm



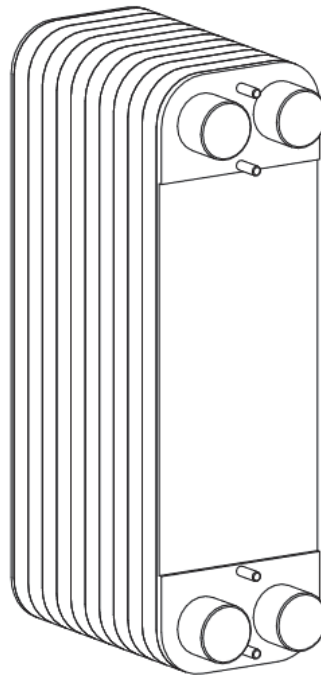
Slika 6.3 Usvojeni kondenzacijski bojler ecoTEC plus VU INT 1006/5-5 proizvođača „Vaillant“ [20]

6.3. Proračun pločastog međuzmjenjivača

Međuzmjenjivač je uređaj smješten između eksploatacijskog bunara i isparivača dizalice topline, a zadatak mu je izmijeniti toplinu između crpne podzemne vode i povratne vode iz isparivača. Radni medij u krugu bunar – međuzmjenjivač i krugu međuzmjenjivač – isparivač je voda. Međuzmjenjivač radi u režimu grijanja i hlađenja, a temperature i podaci o odabranom međuzmjenjivaču se nalaze u nastavku.

Ulazni podaci:

- temperatura na izlazu iz međuzmjenjivača (krug isparivača): 16 °C
- temperatura na ulazu u međuzmjenjivač (krug isparivača): 21 °C
- temperatura na izlazu iz međuzmjenjivača (podzemna voda): 19 °C
- temperatura na ulazu u međuzmjenjivač (podzemna voda): 15 °C
- kapacitet hlađenja: 50 kW
- radni medij: voda



Slika 6.4 Izometrični prikaz pločastog međuzmjenjivača Longtherm RMB-60-130

Odabran je međuismjernjivač Longtherm RMB-60-130 od proizvođača „Reflex“ pomoću njihovog programa za dimenzioniranje opreme, sljedećih karakteristika:

- visina međuismjernjivača: 538 mm
- širina međuismjernjivača: 480 mm
- dubina međuismjernjivača: 123 mm
- broj ploča međuismjernjivača: 130
- debljina ploče: 0,30 mm

Omjer projektiranog pločastog međuismjernjivača i teorijski potrebnog je 17,3 %, što je sigurno za korištenje u sustavu dizalice topline.

6.4. Sustav razvoda

Sustav razvoda se sastoji od dvocjevnog razvoda unutar građevine, razdjeljivača i sabirnika u strojarnici, pripadajućih cirkulacijskih crpki i zaporne te regulacijske armature. Predviđena je ugradnja bakrenih cijevi za grijanje i hlađenje vodom za promjere manje od DN 50, dok za promjere veće od DN 50 su predviđene crne čelične bešavne cijevi. Sve cjevovode je potrebno izolirati izolacijom. Cjevovod se prilikom izvođenja radova polaže u padu od najvišeg mjesta, odnosno mjesta odzračivanja do mjesta pražnjenja, odnosno najniže točke.

6.5. Dimenzioniranje cjevovoda u krugu bunarske vode

Za dimenzioniranje cjevovoda je potrebno najprije izračunati volumni protok radne tvari (izraz 18).

$$q_{v,BV} = \frac{q_{m,BV}}{\rho_{BV}}, \frac{m^3}{s} \quad (18)$$

Gdje je:

$q_{v,BV}$ – volumni protok bunarske vode, m^3/s

$q_{m,BV}$ – maseni protok bunarske vode, kg/s

ρ_{BV} – gustoća radne tvari – $999,7 \text{ kg/m}^3$

Slijedi:

$$q_{v,BV} = \frac{q_{m,BV}}{\rho_{BV}} = \frac{2,98}{999,7} = 0,00298 \frac{m^3}{s}$$

Maseni protok radne tvari proračunava se prema izrazu (19).

$$q_{m,BV} = \frac{\phi_i}{C_{BV} \cdot (\vartheta_{BV,ul} - \vartheta_{BV,iz})}, \frac{kg}{s} \quad (19)$$

Gdje je:

ϕ_i – učin isparivača, kW

C_{BV} – specifični toplinski kapacitet bunarske vode, J/kgK

$\vartheta_{BV,ul}$ – ulazna temperatura bunarske vode, °C

$\vartheta_{BV,iz}$ – izlazna temperatura bunarske vode, °C.

Slijedi:

$$q_{m,BV} = \frac{\phi_i}{C_{BV} \cdot (\vartheta_{BV,ul} - \vartheta_{BV,iz})} = \frac{50}{4,195 \cdot (12 - 8)} = 2,98 \frac{kg}{s}$$

Promjer cijevi definira se izrazom (20).

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{v,BV}}{\pi \cdot w_{BV}}}, m \quad (20)$$

Pri čemu je:

w_{BV} – brzina strujanja radnog medija – 0,8 m/s

Slijedi promjer cijevi:

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{v,BV}}{\pi \cdot w_{BV}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00298}{\pi \cdot 0,8}} = 0,068 \text{ m}$$

Dobivenim proračunom odabrana je vodovodna cijev PEHD 80 s unutarnjim promjerom od 73,6 mm. Za odabranu cijev stvarna brzina strujanja bunarske vode se dobiva prema izrazu (21).

$$w_{BV,st} = \frac{4 \cdot q_{v,BV}}{\pi \cdot d_u^2}, \frac{m}{s} \quad (21)$$

Slijedi:

$$w_{BV,st} = \frac{4 \cdot q_{v,BV}}{\pi \cdot d_u^2} = \frac{4 \cdot 0,00298}{\pi \cdot 0,0736^2} = 0,7 \frac{m}{s}$$

Analogno prethodnom proračunu za dimenzioniranje cijevi su dimenzionirane i ostale cijevi u razvodu grijanja i hlađenja.

6.6. Dimenzioniranje cirkulacijske potopne pumpe

Potopna pumpa je smještena u eksploatacijskom bunaru, a namjena joj je da doprema potrebnu količinu vode do izmjenjivača topline. Pumpa ima funkciju savladati pad tlaka ostvaren visinskom razlikom, pad tlaka uslijed trenja i lokalnih gubitaka te pad tlaka u međuizmjenjivaču. Stoga je potrebno izračunati visinu dobave pumpe da bi pumpa bila u mogućnosti dopremiti vodu do izmjenjivača, zatim kroz izmjenjivač pa sve do upojnog bunara. U eksploatacijskom bunaru je potopna pumpa smještena na dubini od 7 m mjereno od kote terena ili na 3,5 m mjereno od najviše razine vode. Strojarnica u kojoj se nalazi međuizmjenjivač je na visini 5 m u odnosu na razinu tla. Eksploatacijski bunar se nalazi u sredini dvorišta poslovne zgrade, između poslovnog prostora i skladišta, dok je upojni bunar udaljen 26 metara jugo – istočno od eksploatacijskog.

Za pravilno dimenzioniranje potopne pumpe se mora najprije odrediti ukupni pad tlaka u sustavu prema izrazu (22).

$$\Delta p_{uk} = \Delta p_{lin} + \Delta p_{lok} + \Delta p_{MI} + \Delta p_H, \text{ Pa} \quad (22)$$

Gdje je:

Δp_{uk} – pad tlaka uslijed linijskih gubitaka, Pa

Δp_{lok} – pad tlaka uslijed lokalnih gubitaka (redukcije, koljena, ventili itd.), Pa

Δp_{MI} – pad tlaka na međuizmjenjivaču, Pa

Δp_H – pad tlaka uslijed visinske razlike, Pa.

Parametar	Promjer cjevovoda	Brzina strujanja	Maseni protok	Dužina cijevi	Linijski pad tlaka	Lokalni gubici	Visina	Pad tlaka uslijed visine	Ukupni pad tlaka u cijevi
Mjerna jedinica	mm	m/s	kg/s	m	Pa	Pa	m	m	Pa
Rezultat	73,6	0,7	2,98	46,5	3900	1300	12	117720	122920

Tablica 6.2 Izračun pada tlaka

Iz tablice 6.1 mogu se očitati dobiveni rezultati proračuna pada tlaka i to: linijski pad tlaka, lokalni gubici i gubici uslijed visinske razlike. Ukupni pad tlaka cjevovoda iznosi 122 920 Pa.

Pad tlaka u međuizmjenjivaču dobiven je proračunom u programu proizvođača „Reflex“ te iznosi 25 kPa. Iz navedenoga proizlazi da ukupan pad tlaka prema kojemu se dimenzionira potopna cirkulacijska pumpa iznosi 147 920 Pa.

Prije dimenzioniranja pumpe se još određuje visina dobave pumpe koja se dobiva prema izrazu (23).

$$h_{dob} = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g}, m \quad (22)$$

Pri čemu je.

h_{dob} – visina dobave pumpe, m

ρ – gustoća vode, $\frac{kg}{m^3}$

g – akceleracija sile teže, $\frac{m}{s^2}$

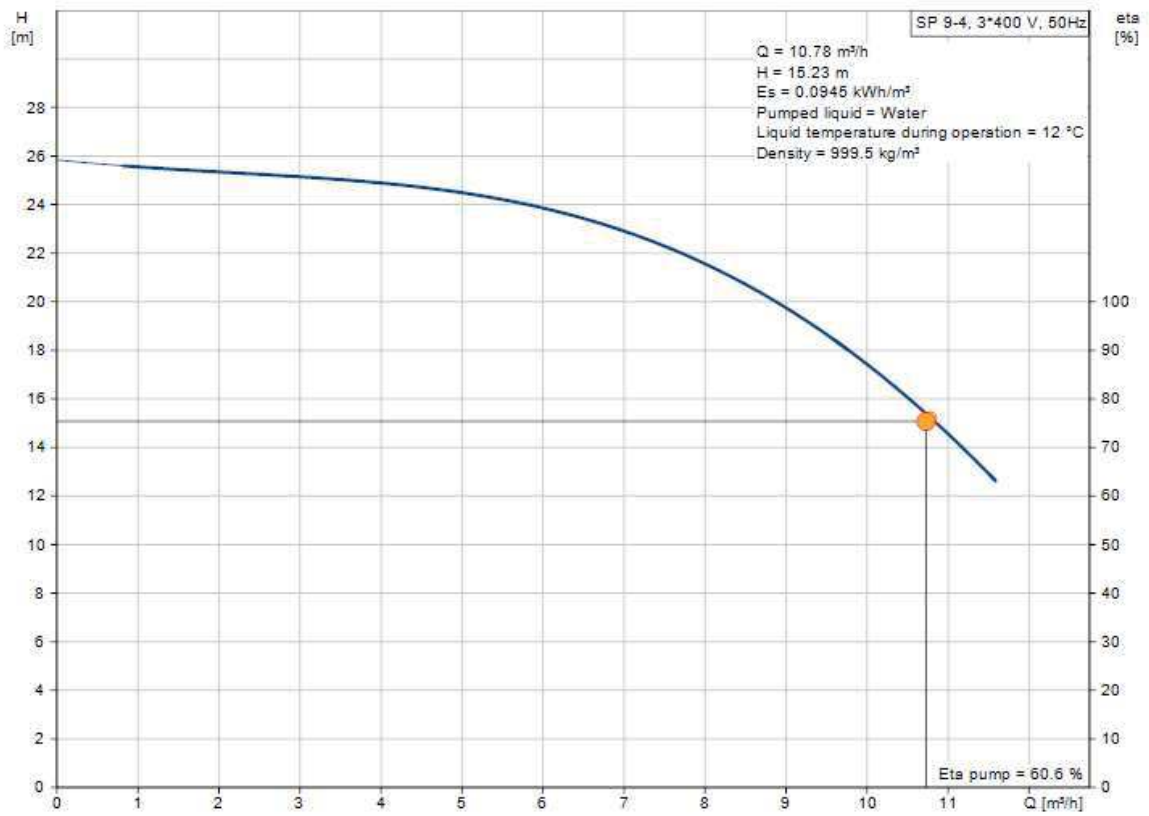
Slijedi:

$$h_{dob} = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} = \frac{147920}{999,7 \cdot 9,81} = 15,08 \text{ m}$$

Odabrana je potopna cirkulacijska pumpa SP 9-4 prikazana slikom 6.3 proizvođača „Grundfos“ s efikasnošću 60,6%. Na slici 6.4 možemo vidjeti H-Q dijagram prema kojem je odabrana potopna cirkulacijska pumpa s prikazanom radnom točkom (narančaste boje). Na slici 6.7 je prikazan eksploatacijski bunar s potopnom cirkulacijskom pumpom.

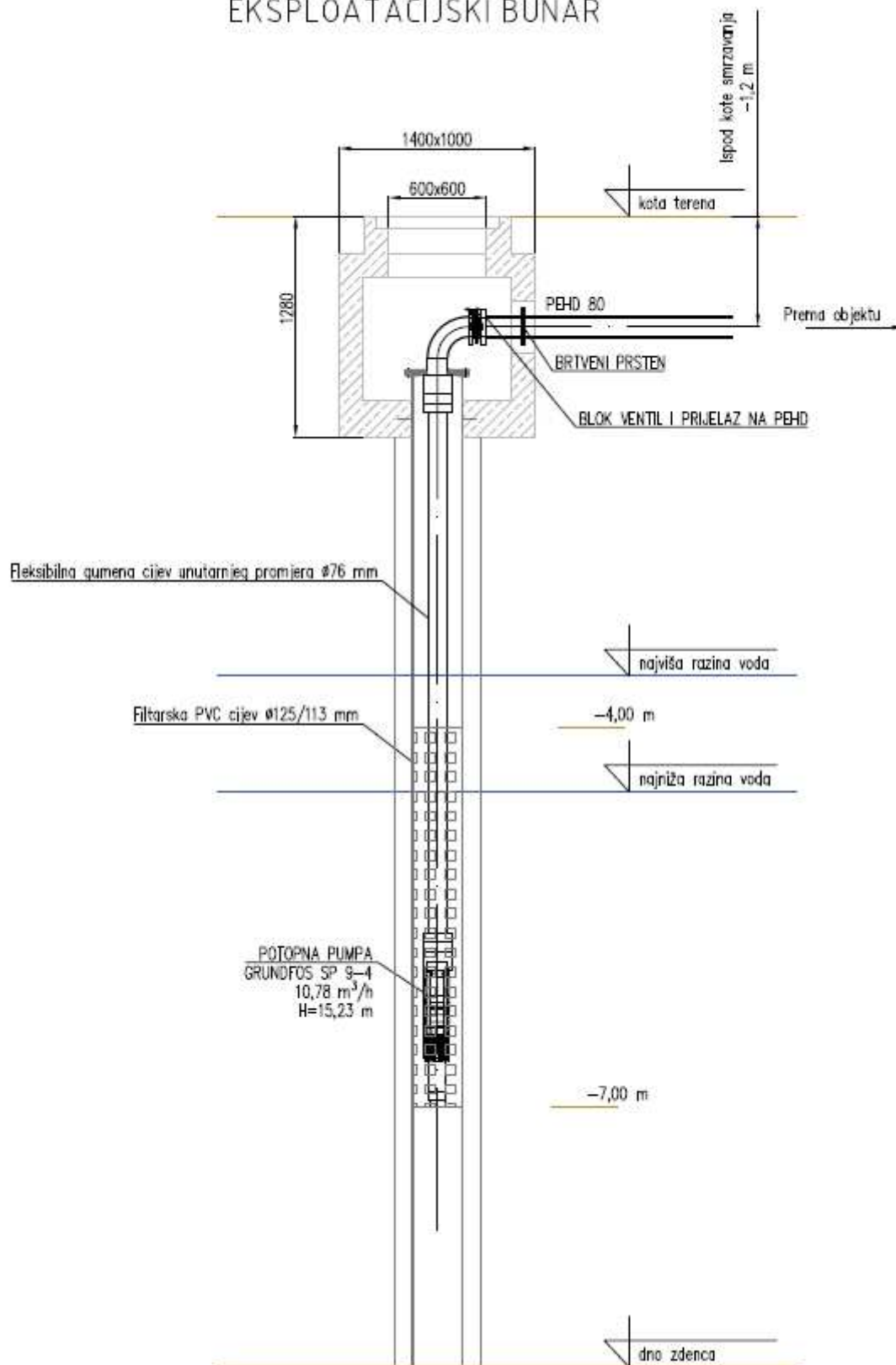


Slika 6.5 Prikaz usvojene potopne cirkulacijske pumpe SP 9-4 proizvođača „Grundfos“ [26]



Slika 6.6 H-Q dijagram usvojene potopne cirkulacijske pumpe SP 9-4 proizvođača „Grundfos“ [26]

EKSPLOATACIJSKI BUNAR



Slika 6.7 Prikaz eksploatacijskog bunara

6.7. Odabir ekspanzijske posude

Za odabir ekspanzijske posude potrebno je proračunati minimalan volumen ekspanzijske posude za što je pak potreban ukupan volumen posude u sustavu. Ukupan volumen vode u sustavu uključuje sva ogrjevna tijela (radijatore, ventilokonvektore i podno grijanje) i razvod. Funkcija ekspanzijske posude je preuzimanje i vraćanje viška tlaka u zatvorenom sustavu, odnosno održavanje ravnoteže tlaka. Do povišenja tlaka u zatvorenom sustavu dolazi zbog povećanja volumena tekućine uslijed zagrijavanja što rezultira prelijevanjem tekućine iz sustava u ekspanzijsku posudu.

Minimalni volumen ekspanzijske posude se računa prema izrazima (23) i (24).

$$V_{n,min} = (V_e + V_v) \frac{p_e + 1}{p_e - p_o}, l \quad (23)$$

$$V_e = \frac{n \cdot V_A}{100}, l \quad (24)$$

Pri čemu je:

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

V_e – volumen širenja vode uslijed povišenja temperature vode od 10°C do maksimalne temperature polaznog voda, l

V_v – dodatni volumen (iznosi 0,5% od volumena u instalaciji – minimalno 3l)

p_e – projektirani krajnji tlak – 2,5 bar (0,5 bar ispod tlaka otvaranja sigurnosnog ventila)

p_o – primarni tlak punjenja ekspanzijske posude

V_A – ukupna količina vode u sustavu l – 782 l

n – postotak širenja vode – 1,7%.

Dobivenim proračunom i kalkulatorom za odabir ekspanzijske posude proizvođača „Reflex“ odabrana je ekspanzijska posuda Reflex N80 za grijanje i hlađenje prema normi DIN EN 13831 sa volumenom od 80l. [23]

Odabir međuspremnika topline

Međuspremnik topline smanjuje učestalost uključivanja dizalice topline i opskrbljuje toplinom u slučaju nerada dizalice topline, odnosno u suštini služi poboljšavanju pogonskih uvjeta.

Volumen međuspremnika može se odrediti na dva načina:

- prema DIN 4579, koji kaže da volumen spremnika treba biti 10 do 20 puta veći od nazivnog toplinskog učina dizalice topline,

- prema uputama proizvođača - Volumen spremnika treba iznositi oko 20 – 30 l/kW toplinskog učina dizalice topline.

Međuspremnik je biran u programu za dimenzioniranje opreme proizvođača „Reflex“, a usvojen je međuspremnik Storatherm Heat HF 800 kapaciteta 800 litara (slika 6.8).



Slika 6.8 Prikaz usvojenog međuspremnika topline Storatherm Heat HF 800 proizvođača „Reflex“

[23]

7. Regulacija i upravljanje

Dizalica topline ima svoj sustav regulacije i upravljanja te isporučuje vodu temperature 7/12°C u režimu hlađenja i 60/50°C u režimu grijanja. Za kontrolu služe senzori vanjske temperature na sjevernom pročelju i senzori temperature u međuspremniku hladne/tople vode. U trenutku kada se vanjska temperatura spusti ispod bivalentne točke, odnosno 0°C, isključuje se dizalica topline i uključuje se drugi generator topline, kondenzacijski bojler, koji u potpunosti preuzima toplinske potrebe.

Kondenzacijski bojler ima multifunkcionalni nadzorni sustav koji kontinuirano nadzire učinkovitost izgaranja i protok tople vode. Sustav se automatski prilagođava promjeni kvalitete plina te održava optimalan rad sustava. Sustav sa samoupravljanjem koristi pametne osjetnike i osigurava bolju kvalitetu izgaranja i koristi manje energije pa na taj način emitira manje količine štetnih plinova u atmosferu. [20]

U svakoj prostoriji predviđena je mogućnost individualnog upravljanja ventilokonvektorima preko sobnih daljinskih upravljača. U prostorijama u kojima se nalazi više ventilokonvektora, oni se moraju povezati u cjelinu na način da je jedan uređaj tzv. master (vodeći), a ostali tzv. slave (slijedni). Osim daljinskog upravljača, uz svaki ventilokonvektor dolazi žičani elektronski prostorni regulator za upravljanje i kontrolu rada ventilokonvektora. Neke od osnovnih funkcija upravljača su on/off izbor načina rada, podešavanje temperature i protoka zraka, vremenski programator, podsjetnik na potrebu čišćenja filtera i samodijagnostika kvarova. Regulacija učina ventilokonvektora se vrši djelovanjem regulacijskog troputnog ventila i promjenom broja okretaja ventilatora na ventilokonvektoru. Nakon zatvaranja ventilokonvektora se radni medij preusmjerava u povratni vod. Temperatura u prostorijama se regulira i podešava po volji korisnika na regulacijskim ventilima s termostatskom glavom.

Regulacija podnog grijanja se ostvaruje održavanjem temperature polaznog voda pomoću regulacijskog ventila i individualnom regulacijom temperature prostora preko sobnog osjetnika temperature i termoelektričnih ventila na pojedinim krugovima podnog grijanja.

8. Zaključak

Zadatak diplomskog rada je bio projektirati grijanje i hlađenje poslovnog objekta pomoću dizalice topline voda-voda u bivalentnom načinu rada sa kondenzacijskim bojlerom. U radu su izračunati toplinski gubici i dobici, dimenzionirana su ogrjevna tijela, razvod i pripadna oprema te su sukladno tome izrađeni funkcionalna shema i grafički prikazi.

Dizalica topline ima mogućnost iskoristiti besplatnu energiju raspoloživu u okolišu i podići ju s niže energetske razine na višu i obratno što ju čini izrazito pogodnom za korištenje u sustavima grijanja i hlađenja. Smatram da dizalice topline s vodom kao toplinskim izvorom predstavljaju najbolje rješenje u usporedbi s drugim izvorima topline zbog gotovo konstante temperature podzemne vode tijekom cijele godine, s relativno velikom učinkovitosti sustava koja se kreće približno u omjeru 1:4 ovisno o proizvođaču i izvedbi, što znači da je dizalica topline u stanju energiju pohranjenu u tlu, vodi ili zraku pretvoriti u iskoristivu toplinu i da pri tome troši samo 25 % energije u obliku električne struje.

Bivalentni način rada dizalice topline omogućava zadržavanje postojećeg sustava grijanja i bojlera. Dva izvora topline povećavaju sigurnost opskrbe toplinom za projektiranu zgradu. Također znatno smanjuje emisiju CO₂ jer dizalica topline voda-voda ima dvostruko manju emisiju u usporedbi s prirodnim plinom. S obzirom da korištenje fosilnih goriva za dobivanje električne i toplinske energije ima značajne posljedice za okoliš, Europska Unija nastoji poticati primjenu dizalice topline kao zamjenu za postojeće kotlove na fosilna goriva. Tijekom proteklih 30 godina je upravo radi smanjena uporabe generatora topline na fosilna goriva značajno smanjena emisija CO₂, što je pak rezultiralo smanjenjem globalne temperature zraka i povećanjem gospodarskog rasta.

Smatram da se isplati ulagati u ovakve sustave grijanja i hlađenja, iako im je početna investicija viša u odnosu na druge, jer ipak ne troše pogonsko gorivo, ne zagađuju okolinu (nema ispušnih plinova) i imaju toplinskog izvora gotovo u neograničenoj količini. Važno je spomenuti da cijena fosilnih goriva konstantno raste, a ograničavajući faktor uporabe istih je i ograničena zaliha i prekomjerna emisija štetnih plinova u okolinu.

U Varaždinu, 15.09.2021.

Nikola Jovanović



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, NIKOLA JOVANOVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom GRIJANJE I HLADENJE POSLOVNOG OBJEKTA POMOĆU D.TOPLINE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Jovanović
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, NIKOLA JOVANOVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom GRIJANJE I HLADENJE POSLOVNOG OBJEKTA POMOĆU DRALICE TOPLINE (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Jovanović
(vlastoručni potpis)

9. Literatura

- [1] B. Labudović, dipl.ing: Osnove primjene dizalice topline, Energetika marketing d.o.o, Zagreb, 2009.
- [2] B. Labudović, dipl.ing: Priručnik za ventilaciju i klimatizaciju, 2. izdanje, Energetika marketing, 2003 Zagreb
- [3] Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja: Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/2015)
- [4] prof.dr.sc. I. Balen, doc.dr.sc. V. Soldo i dr.: Priručnik za energetske certificiranje zgrada, Tiskara Zelina, 2010
- [5] B. Klobučar: Modeliranje hibridnog sustava geotermalne dizalice topline i plinskog kotla u funkciji klimatskih parametara grada Zagreba, Rudarsko – geološko – naftni fakultet, Zavod za naftno inženjerstvo, Zagreb, 2017
- [6] D. Mađerić, dipl.ing: Tehnika hlađenja, Veleučilište u Varaždinu, 2013
- [7] J. Čižmešija, stručna publikacija “Dizalica topline”, Zagreb, 2006.
- [8] Vaillant d.o.o: Projektantske podloge – dizalice topline I. dio, Zagreb
- [9] Vaillant d.o.o: Projektantske podloge – dizalice topline II. dio, Zagreb
- [10] Proračun toplinskih gubitaka prema normi HRN EN 12831
- [11] Proračun toplinskog opterećenja prostora prema VDI 2078
- [12] prof. V.Soldo, dipl.ing.građ. S.Novak, mag.ing.mech. I.Horvat: Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790, Sveučilište u Zagrebu, FSB, 2017
- [13] I. Wolf: „Predavanja iz kolegija Obnovljivi izvor energije“, Tehnički fakultet, Rijeka, 2019/2020
- [14] I. Wolf: „Predavanja iz kolegija Tehnika klimatizacije i automatske regulacije“, Tehnički fakultet, Rijeka, 2019/2020
- [15] Daikin Hrvatska d.o.o: Daikin Altherma – hibridna dizalica topline, 2015
- [16] A. Bolarić: Dizalica topline voda – voda za grijanje i hlađenje obiteljske kuće, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2015
- [17] D. Barun: Dizalica topline voda – voda za grijanje i hlađenje obiteljske kuće, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2020
- [18] prof.dr.sc. A. Čikić: „Predavanja iz kolegija KGH sustavi“, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2018/2019
- [19] dipl.ing.arh. T. Grozdanić Begović: Arhitektonske podloge, Studio 3LHD d.o.o, 2021

- [20] <https://www.vaillant.hr/krajnji-korisnici/proizvodi/ecotec-plus-vu-int-806-5-5-1206-5-5-840.html#downloads> , dostupno 26.07.2021
- [21] https://www.vogelundnoot.com/static_files/hr/media/downloads/della-tehnicki-podaci.pdf , dostupno 15.06.2021
- [22] <https://www.kampmanngroup.com/hvac/products/trench-technology/katherm-hk>, dostupno 15.06.2021
- [23] <https://www.reflex-winkelmann.com/en/services-downloads/planning-calculations-and-software/reflex-solutions-pro/> , dostupno 26.07.2021
- [24] <https://www.rehau.com/hr-hr/sustavi-podnog-grijanja> , dostupno 22.06.2021
- [25] <https://croatia.thermia.com/proizvodi/komercijalne-dizalice-topline/thermia-mega/> , dostupno 01.07.2021
- [26] <https://product-selection.grundfos.com/products/sp-sp-g/sp/sp-9-4-98826877?pumpsystemid=1393462186&tab=variant-specifications> , dostupno 26.07.2021
- [27] <https://www.sabiana.it/en/products/carisma-crc> , dostupno 20.06.2021

10. Popis slika

Slika 2.1 p-V dijagram idealnog lijevokretnog Carnotovog procesa [1].....	3
Slika 2.2 T-s dijagram idealnog lijevokretnog Carnotovog procesa [1].....	3
Slika 2.3 Usporedba procesa u rashladnom uređaju i dizalici topline [1]	4
Slika 2.4 Funkcionalna shema sustava dizalice topline voda-voda [1]	6
Slika 2.5 Shematski prikaz sustava s radnim medijima [1]	8
Slika 2.6 log p-h dijagram radnog ciklusa dizalice topline [1].....	9
Slika 2.7 T-s dijagram radnog ciklusa dizalice topline [1].....	10
Slika 2.8 Shema dizalice topline s mogućnošću preokretanja procesa [1].....	10
Slika 3.1 Dijagramski prikaz monovalentnog načina rada dizalice topline [1].....	13
Slika 3.2 Dijagram potrebnog toplinskog učinka DT kod monovalentnog načina rada [9].....	14
Slika 3.3 Dijagram potrebnog toplinskog učinka dizalice topline kod bivalentno alternativnog načina rada [9]	15
Slika 3.4 Dijagramski prikaz bivalentno alternativnog načina rada dizalice topline [1].....	15
Slika 3.5 Dijagramski prikaz bivalentno – paralelnog načina rada dizalice topline [1].....	16
Slika 3.6 Dijagram potrebnog toplinskog učinka DT kod bivalentno paralelnog načina rada [9]	16
Slika 4.1 3D prikaz poslovne zgrade [19]	17
Slika 4.2 Ilustracija prijelaza topline iz prostorije	18
Slika 5.1 Prikaz podnog ventilokonvektora [22]	29
Slika 5.2 Podstropni ventilokonvektor „Carisma CRC“ [27].....	30
Slika 5.3 Shematski prikaz načina ugradnja ventilokonvektora „Sabiana Carisma CRC“ [27]...30	
Slika 5.4 Primjer pločastog radijatora sa srednjim priključkom proizvođača „Vogel&Noot“ [21]	34
Slika 5.5 Podno grijanje [24]	35
Slika 6.1 Katalog dizalice topline [25]	36
Slika 6.2 Dizalica topline Mega XL „Thermia Mega“ [25]	37
Slika 6.3 Usvojeni kondenzacijski bojler ecoTEC plus VU INT 1006/5-5 proizvođača „Vaillant“ [20].....	38
Slika 6.4 Izometrični prikaz pločastog međuiszmenjivača Longtherm RMB-60-130.....	39
Slika 6.5 Prikaz usvojene potopne cirkulacijske pumpe SP 9-4 proizvođača „Grundfos“ [26]...45	
Slika 6.6 H-Q dijagram usvojene potopne cirkulacijske pumpe SP 9-4 proizvođača „Grundfos“ [26].....	46
Slika 6.7 Prikaz eksploatacijskog bunara	47

Slika 6.8 Prikaz usvojenog međuspremnik topline Storatherm Heat HF 800 proizvođača „Reflex“
[23].....49

11. Popis tablica

Tablica 4.1 Normirane vrijednosti temperature za različite prostorije	19
Tablica 4.2 Koeficijenti prolaza topline	19
Tablica 4.3 Toplinska bilanca prizemlja.....	22
Tablica 4.4 Toplinska bilanca prvog kata.....	22
Tablica 4.5 Bilanca hlađenja prizemlja	27
Tablica 4.6 Bilanca hlađenja prvog kata	27
Tablica 5.1 Odabir ventilokonvektora iz kataloga Kampmann Katherm KH [22]	29
Tablica 5.2 Odabrani ventilokonvektori za prizemlje	32
Tablica 5.3 Odabrani ventilokonvektori za kat	33
Tablica 5.4 Prikaz usvojenih radijatora i pripadnih učina pojedine prostorije	34
Tablica 6.1 Katalog dizalice topline – kapacitet hlađenja [25]	37
Tablica 6.2 Izračun pada tlaka	44

Prilozi

1. Toplinski gubici
2. Rekapitulacija po prostorijama
3. Podno grijanje
4. Dvocijevni sustav
5. Grafički prikaz – 001 – Situacija
6. Grafički prikaz - 002 – Tlocrt prizemlja – grijanje i hlađenje
7. Grafički prikaz – 003 – Tlocrt prizemlja – skladištar – grijanje i hlađenje
8. Grafički prikaz – 004 – Tlocrt kata – grijanje i hlađenje
9. Grafički prikaz – 005 - Izometrija
10. Grafički prikaz – 006 – Podno grijanje - prizemlje
11. Grafički prikaz – 007 – Podno grijanje - kat
12. Grafički prikaz – 008 – Funkcionalna shema

Diplomski rad - Nikola Jovanović

TOPLINSKI GUBICI

Prizemlje				Prostorija:				P1 001 Ulaz													
Duljina (m)				7,10				T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00				Gw				1,00									
Površina (m ²)				7,10				f g1				1,45									
Visina (m)				2,80				Broj otvora				0									
Volumen (m ³)				19,88				e i				0,00									
Oplošje (m ²)				59,56				f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				0,20				V ex (m ³ /h)				0,00									
Theta int, i (°C)				15				V su (m ³ /h)				0,00									
Theta e (°C)				- 16				V su,i (m ³ /h)				0,00									
f RH				0,00				n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/S (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PRO	okolici	I	1	3,30	3,47	11,45	-	11,45	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,595	390
VZ1	okolici	I	1	3,32	3,47	11,52	+	0,07	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,018	0
VZ1	okolici	S	1	2,00	3,47	6,94	+	6,94	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,804	55
POD	zemlji (pod)	hor.	1	7,10	1,00	7,10	+	7,10	5,52	2,57	0,00	0,400	0,32	- 16	1,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,425	13
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0				Phi T,i (W)				460									
Phi V,min (W)				10				Phi V,i (W)				105									
Phi V,mech,inf				0				Phi V,mech (W)				0									
Phi V,su (W)				0				Phi (W)				565									
Phi RH (W)				0				Phi/A (W/m ²)				79									
Phi/V (W/m ³)				28																	
Prizemlje				Prostorija:				P2 002 Recepcija													
Duljina (m)				51,64				T (m)				5,00									

Širina (m)	1,00		Gw	1,00																	
Površina (m ²)	51,64		f g1	1,45																	
Visina (m)	3,90		Broj otvora	0																	
Volumen (m ³)	201,40		e i	0,00																	
Oplošje (m ²)	513,87		f vi	1,00																	
Visina iznad tla (m)	0,20		V ex (m ³ /h)	0,00																	
Theta int, i (°C)	20		V su (m ³ /h)	0,00																	
Theta e (°C)	- 16		V su,i (m ³ /h)	0,00																	
f RH	0,00		n min (1/h)	0,50																	
Korekcijski faktor - fh,i	1,00																				
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/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)
PRO	okolici	I	1	4,80	3,47	16,66	-	16,66	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,326	659
VZ1	okolici	I	1	4,85	3,47	16,83	+	0,17	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,044	1
VZ1	okolici	Z	1	6,57	3,47	22,80	+	22,80	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,928	213
UZ	grijanoj prostoriji	S	1	2,00	3,47	6,94	+	6,94	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	5	1,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,868	31
POD	zemlji (pod)	hor.	1	51,64	1,00	51,64	+	51,64	11,00	9,39	0,00	0,400	0,24	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	4,493	161
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)	0		Phi T,i (W)	1067																	
Phi V,min (W)	101		Phi V,i (W)	1233																	
Phi V,mech,inf	0		Phi V,mech (W)	0																	
Phi V,su (W)	0		Phi (W)	2300																	
Phi RH (W)	0		Phi/A (W/m ²)	44																	
Phi/V (W/m ³)	11																				

Prizemlje				Prostorija:				P3 003 Čistoća														
Duljina (m)				6,45				T (m)				5,00										
Širina (m)				1,00				Gw				1,00										
Površina (m ²)				6,45				f g1				1,45										
Visina (m)				2,80				Broj otvora				0										
Volumen (m ³)				18,06				e i				0,00										
Oplošje (m ²)				54,62				f vi				1,00										
Visina iznad tla (m)				0,20				V ex (m ³ /h)				0,00										
Theta int, i (°C)				20				V su (m ³ /h)				0,00										
Theta e (°C)				- 16				V su,i (m ³ /h)				0,00										
f RH				0,00				n min (1/h)				0,50										
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/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)	
VZ1	okolici	S	1	1,90	3,47	6,59	+	6,59	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,713	61
VZ1	okolici	I	1	3,42	3,00	10,26	+	10,26	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,668	96
POD	zemlji (pod)	hor.	1	6,45	1,00	6,45	+	6,45	5,50	2,35	0,00	0,400	0,32	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,748	26
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0				Phi T,i (W)				184										
Phi V,min (W)				9				Phi V,i (W)				111										
Phi V,mech,inf				0				Phi V,mech (W)				0										
Phi V,su (W)				0				Phi (W)				295										
Phi RH (W)				0				Phi/A (W/m ²)				45										
Phi/V (W/m ³)				16																		

Prizemlje				Prostorija:				P4 003a Muški WC														
Duljina (m)				5,21		T (m)		5,00														
Širina (m)				1,00		Gw		1,00														
Površina (m ²)				5,21		f g1		1,45														
Visina (m)				2,80		Broj otvora		0														
Volumen (m ³)				14,59		e i		0,00														
Oplošje (m ²)				45,20		f vi		1,00														
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)		0,00														
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)		0,00														
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)		0,00														
f RH				0,00		n min (1/h)		1,50														
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/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)	
VZ1	okolici	S	1	3,50	3,47	12,15	+	12,15	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,159	107
UZ	grijanoj prostoriji	I	1	3,37	3,47	11,69	+	11,69	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	15	1,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,310	10
POD	zemlji (pod)	hor.	1	5,00	1,00	5,00	+	5,00	5,58	1,79	0,00	0,400	0,30	- 16	1,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,448	15
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				133												
Phi V,min (W)				22		Phi V,i (W)				253												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				386												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				74												
Phi/V (W/m ³)				26																		

Prizemlje				Prostorija:		P5 003b Ženski WC															
Duljina (m)				3,27		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				3,27		f g1				1,45											
Visina (m)				2,80		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				9,16		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				30,45		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				1,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	S	1	2,25	3,47	7,81	+	7,81	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,030	69
VZ1	okolici	Z	1	1,57	3,47	5,45	+	5,45	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,416	48
POD	zemlji (pod)	hor.	1	3,27	1,00	3,27	+	3,27	5,21	1,26	0,00	0,400	0,21	- 16	1,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,205	7
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				124											
Phi V,min (W)				14		Phi V,i (W)				159											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				283											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				86											
Phi/V (W/m ³)				30																	

Prizemlje				Prostorija:		P6 004 Sastanak uprava															
Duljina (m)				54,23		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				54,23		f g1				1,45											
Visina (m)				3,42		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				185,47		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				486,23		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,20											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PRO	okolici	I	1	9,78	3,47	33,94	-	33,94	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,334	1344
VZ1	okolici	I	1	9,83	3,47	34,11	+	0,17	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,044	1
VZ1	okolici	J	1	5,50	3,47	19,09	+	19,09	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,963	178
POD	zemlji (pod)	hor.	1	54,23	1,00	54,23	+	54,23	13,70	7,92	0,00	0,400	0,25	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	4,915	176
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				1701											
Phi V,min (W)				37		Phi V,i (W)				454											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				2155											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				39											
Phi/V (W/m ³)				11																	

Prizemlje				Prostorija:		P8 005 Hodnik															
Duljina (m)				62,23		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				62,23		f g1				1,45											
Visina (m)				3,42		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				212,83		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				556,95		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	I	1	21,62	3,47	75,02	+	75,02	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,505	702
PRO	okolici	S	1	6,60	3,47	22,90	-	22,90	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,190	906
VZ1	okolici	S	1	6,70	3,47	23,25	+	0,35	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,091	3
PRO	okolici	J	1	6,50	3,47	22,56	-	22,56	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,816	893
VZ1	okolici	J	1	6,54	3,47	22,69	+	0,13	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,034	1
UZ	grijanoj prostoriji	J	1	1,50	3,47	5,20	+	5,20	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	15	1,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,217	7
UZ	grijanoj prostoriji	Z	1	2,60	3,47	9,02	+	9,02	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	15	1,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,376	13
POD	zemlji (pod)	hor.	1	62,23	1,00	62,23	+	62,23	35,00	3,56	0,00	0,400	0,31	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	6,993	251
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				2779											
Phi V,min (W)				106		Phi V,i (W)				1303											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				4082											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				65											
Phi/V (W/m ³)				19																	

Prizemlje				Prostorija:		P9 006 Sastanak admin																
Duljina (m)				18,25		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				18,25		f g1				1,45												
Visina (m)				3,42		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				62,42		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				168,17		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				0,20												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
VZ1	okolici	S	1	5,00	3,47	17,35	+	17,35	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,511	162
PRO	okolici	Z	1	3,30	3,47	11,45	-	11,45	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,595	453
VZ1	okolici	Z	1	3,35	3,47	11,62	+	0,17	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,044	1
POD	zemlji (pod)	hor.	1	18,25	1,00	18,25	+	18,25	8,00	4,56	0,00	0,400	0,29	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	1,919	69
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				686												
Phi V,min (W)				12		Phi V,i (W)				153												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				839												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				46												
Phi/V (W/m ³)				13																		

Prizemlje				Prostorija:				P10 007 Administraci													
Duljina (m)				51,71		T (m)		5,00													
Širina (m)				1,00		Gw		1,00													
Površina (m ²)				51,71		f g1		1,45													
Visina (m)				3,42		Broj otvora		0													
Volumen (m ³)				176,85		e i		0,00													
Oplošje (m ²)				463,96		f vi		1,00													
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)		0,00													
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)		0,00													
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)		0,00													
f RH				0,00		n min (1/h)		0,50													
Korekcijski faktor -				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PRO	okolici	Z	1	9,78	3,47	33,94	-	33,94	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,334	1344
VZ1	okolici	Z	1	9,85	3,47	34,18	+	0,24	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,062	2
POD	zemlji (pod)	hor.	1	51,71	1,00	51,71	+	51,71	9,85	10,50	0,00	0,400	0,23	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	4,311	155
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				1501											
Phi V,min (W)				88		Phi V,i (W)				1082											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				2583											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				50											
Phi/V (W/m ³)				14																	

Prizemlje				Prostorija:		P11 008 Blagovaonica																
Duljina (m)				28,08		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				28,08		f g1				1,45												
Visina (m)				3,42		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				96,03		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				255,07		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
PRO	okolici	Z	1	4,78	3,47	16,59	-	16,59	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,249	657
VZ1	okolici	Z	1	5,23	3,47	18,15	+	1,56	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,406	14
POD	zemlji (pod)	hor.	1	28,08	1,00	28,08	+	28,08	5,23	10,74	0,00	0,400	0,22	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	2,239	80
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				752												
Phi V,min (W)				48		Phi V,i (W)				588												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				1340												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				47												
Phi/V (W/m ³)				14																		

Prizemlje				Prostorija:		P12 009 Muški WC															
Duljina (m)				4,45		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				4,45		f g1				1,45											
Visina (m)				3,87		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				17,22		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				51,08		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				1,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
POD	zemlji (pod)	hor.	1	4,45	1,00	4,45	+	4,45	2,00	4,45	0,00	0,400	0,29	- 16	1,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,385	13
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				13											
Phi V,min (W)				26		Phi V,i (W)				299											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				312											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				70											
Phi/V (W/m ³)				18																	

Prizemlje				Prostorija:		P13 009a Ženski WC																
Duljina (m)				4,42		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				4,42		f g1				1,45												
Visina (m)				3,87		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				17,11		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				50,79		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				1,50												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
POD	zemlji (pod)	hor.	1	4,42	1,00	4,42	+	4,42	2,00	4,42	0,00	0,400	0,29	- 16	1,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,383	13	
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				13												
Phi V,min (W)				26		Phi V,i (W)				297												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				310												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				70												
Phi/V (W/m ³)				18																		

Prizemlje				Prostorija:		P14 010 Garderoba															
Duljina (m)				6,85		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				6,85		f g1				1,45											
Visina (m)				2,80		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				19,18		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				57,66		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	Z	1	4,45	3,47	15,44	+	15,44	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,014	144
UZ	grijanoj prostoriji	I	1	2,90	3,47	10,06	+	10,06	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	18	1,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,168	6
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				150											
Phi V,min (W)				10		Phi V,i (W)				117											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				267											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				39											
Phi/V (W/m ³)				13																	

Prizemlje				Prostorija:		P15 011 Ulaz															
Duljina (m)				4,89		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				4,89		f g1				1,45											
Visina (m)				3,42		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				16,72		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				50,07		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				15		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	J	1	2,64	3,47	9,16	+	9,16	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,382	73
VZ1	okolici	I	1	2,60	3,47	9,02	+	9,02	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,345	72
POD	zemlji (pod)	hor.	1	4,39	1,00	4,39	+	4,39	5,24	1,68	0,00	0,400	0,28	- 16	1,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,230	7
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				153											
Phi V,min (W)				8		Phi V,i (W)				88											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				241											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				49											
Phi/V (W/m ³)				14																	

Prizemlje				Prostorija:		P16 012 Stepenište																
Duljina (m)				12,47		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				12,47		f g1				1,45												
Visina (m)				3,50		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				43,65		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				119,23		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				1,00												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
VZ1	okolici	J	1	4,65	3,55	16,51	+	16,51	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,293	146
VZ1	okolici	Z	1	2,52	3,55	8,95	+	8,95	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,327	79
POD	zemlji (pod)	hor.	1	12,47	1,00	12,47	+	12,47	7,17	3,48	0,00	0,400	0,31	- 16	1,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	1,154	39
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				264												
Phi V,min (W)				44		Phi V,i (W)				505												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				769												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				61												
Phi/V (W/m ³)				17																		

Prizemlje				Prostorija:		P7 013 Hodnik															
Duljina (m)				18,65		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				18,65		f g1				1,45											
Visina (m)				3,42		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				63,78		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				171,71		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VV	okolici	J	1	0,90	2,10	1,89	-	1,89	0,00	0,00	0,00	1,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,646	95
VZ1	okolici	J	1	1,90	3,47	6,59	+	4,70	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,222	44
VZ1	okolici	Z	1	10,02	3,47	34,77	+	34,77	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,040	325
POD	zemlji (pod)	hor.	1	18,65	1,00	18,65	+	18,65	11,92	3,13	0,00	0,400	0,31	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	2,096	75
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				540											
Phi V,min (W)				32		Phi V,i (W)				390											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				930											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				49											
Phi/V (W/m ³)				14																	

Prizemlje				Prostorija:		P18 014 Skladištar																
Duljina (m)				4,65		T (m)						5,00										
Širina (m)				1,00		Gw						1,00										
Površina (m ²)				4,65		f g1						1,45										
Visina (m)				2,80		Broj otvora						0										
Volumen (m ³)				13,02		e i						0,00										
Oplošje (m ²)				40,94		f vi						1,00										
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)						0,00										
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)						0,00										
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)						0,00										
f RH				0,00		n min (1/h)						0,50										
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
VV	okolici	I	1	0,90	2,20	1,98	-	1,98	0,00	0,00	0,00	1,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,772	99
VZ1	okolici	I	1	2,46	2,80	6,89	+	4,91	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,277	46
VZ1	negrijanoj prostoriji	J	1	1,93	2,80	5,40	+	5,40	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	5	1,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,585	21
UZ	grijanoj prostoriji	Z	1	2,50	2,80	7,00	+	7,00	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	18	1,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,117	4
POD	zemlji (pod)	hor.	1	4,65	1,00	4,65	+	4,65	4,50	2,07	0,00	0,400	0,33	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,556	20
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)						191										
Phi V,min (W)				7		Phi V,i (W)						80										
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)						0										
Phi V,su (W)				0		Phi (W)						271										
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)						58										
Phi/V (W/m ³)				20																		

Prizemlje				Prostorija:		P21 015 Skladištar															
Duljina (m)				4,47		T (m)		5,00													
Širina (m)				1,00		Gw		1,00													
Površina (m ²)				4,47		f g1		1,45													
Visina (m)				2,80		Broj otvora		0													
Volumen (m ³)				12,52		e i		0,00													
Oplošje (m ²)				39,57		f vi		1,00													
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)		0,00													
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)		0,00													
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)		0,00													
f RH				0,00		n min (1/h)		0,50													
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VV	okolici	I	1	0,90	2,20	1,98	-	1,98	0,00	0,00	0,00	1,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,772	99
VZ1	okolici	I	1	2,46	2,80	6,89	+	4,91	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,277	46
PRO	negrijanoj prostoriji	S	1	1,90	2,80	5,32	-	5,32	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	5	1,00	0,42	0,00	0,00	0,00	2,438	87
POD	zemlji (pod)	hor.	1	4,47	1,00	4,47	+	- 0,85	2,46	####	0,00	0,400	####	- 16	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,031	1
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)		234													
Phi V,min (W)				6		Phi V,i (W)		77													
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)		0													
Phi V,su (W)				0		Phi (W)		311													
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)		69													
Phi/V (W/m ³)				24																	

Prizemlje				Prostorija:		P19 016 Sanitarije															
Duljina (m)				8,63		T (m)		5,00													
Širina (m)				1,00		Gw		1,00													
Površina (m ²)				8,63		f g1		1,45													
Visina (m)				2,80		Broj otvora		0													
Volumen (m ³)				24,16		e i		0,00													
Oplošje (m ²)				71,19		f vi		1,00													
Visina iznad tla (m)				0,20		V ex (m ³ /h)		0,00													
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)		0,00													
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)		0,00													
f RH				0,00		n min (1/h)		1,50													
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	negrijanoj prostoriji	J	1	1,80	2,80	5,04	+	5,04	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	5	1,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,501	17
VZ1	okolici	Z	1	4,89	2,80	13,69	+	13,69	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,559	121
POD	zemlji (pod)	hor.	1	8,63	1,00	8,63	+	8,63	6,51	2,65	0,00	0,400	0,32	- 16	1,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,824	28
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)		166													
Phi V,min (W)				36		Phi V,i (W)		419													
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)		0													
Phi V,su (W)				0		Phi (W)		585													
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)		67													
Phi/V (W/m ³)				24																	

Kat				Prostorija:		P1 100 Tehnički odjel																
Duljina (m)				153,28		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				153,28		f g1				1,45												
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				513,49		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				1340,24		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
VZ1	okolici	I	1	21,32	3,50	74,62	+	74,62	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,401	698
PRO	okolici	Z	3	4,81	3,50	16,83	-	50,49	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,539	1999
VZ1	okolici	Z	1	15,00	3,50	52,50	+	2,01	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,523	18
STR	okolici	hor.	1	153,28	1,00	153,28	+	153,28	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,123	1048
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				3765												
Phi V,min (W)				257		Phi V,i (W)				3143												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				6908												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				45												
Phi/V (W/m ³)				13																		

Kat				Prostorija:		P2 101 Telefonska kabina																	
Duljina (m)				4,48		T (m)				5,00													
Širina (m)				1,00		Gw				1,00													
Površina (m ²)				4,48		f g1				1,45													
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0													
Volumen (m ³)				15,01		e i				0,00													
Oplošje (m ²)				45,68		f vi				1,00													
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00													
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00													
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00													
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50													
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																			
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)		
PRO	okolici	J	1	1,00	1,20	1,20	-	1,20	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,320	47	
VZ1	okolici	J	1	1,52	3,50	5,32	+	4,12	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,071	38	
VZ1	okolici	I	1	3,00	3,50	10,50	+	10,50	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,730	98	
STR	okolici	hor.	1	4,56	1,00	4,56	+	4,56	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,866	31	
Rezultati proračuna																							
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				215													
Phi V,min (W)				8		Phi V,i (W)				92													
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0													
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				307													
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				68													
Phi/V (W/m ³)				20																			

Kat				Prostorija:				P4 102 Uzorci													
Duljina (m)				12,41				T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00				Gw				1,00									
Površina (m ²)				12,41				f g1				1,45									
Visina (m)				3,35				Broj otvora				0									
Volumen (m ³)				41,57				e i				0,00									
Oplošje (m ²)				114,67				f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				2,95				V ex (m ³ /h)				0,00									
Theta int, i (°C)				20				V su (m ³ /h)				0,00									
Theta e (°C)				- 16				V su,i (m ³ /h)				0,00									
f RH				0,00				n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	I	1	3,58	3,50	12,53	+	12,53	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,258	117
VZ1	okolici	S	1	3,70	3,50	12,95	+	12,95	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,367	121
STR	okolici	hor.	1	12,41	1,00	12,41	+	12,41	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,358	84
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0				Phi T,i (W)				323									
Phi V,min (W)				21				Phi V,i (W)				254									
Phi V,mech,inf				0				Phi V,mech (W)				0									
Phi V,su (W)				0				Phi (W)				577									
Phi RH (W)				0				Phi/A (W/m ²)				46									
Phi/V (W/m ³)				13																	

Kat				Prostorija:		P5 103 Printaonica															
Duljina (m)				11,93		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				11,93		f g1				1,45											
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				39,97		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				110,49		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	S	1	3,78	3,50	13,23	+	13,23	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,440	123
STR	okolici	hor.	1	11,93	1,00	11,93	+	11,93	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,267	81
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				205											
Phi V,min (W)				20		Phi V,i (W)				245											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				450											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				37											
Phi/V (W/m ³)				11																	

Kat				Prostorija:				P6 104 Sastanak teh. odjel													
Duljina (m)				33,10				T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00				Gw				1,00									
Površina (m ²)				33,10				f g1				1,45									
Visina (m)				3,35				Broj otvora				0									
Volumen (m ³)				110,88				e i				0,00									
Oplošje (m ²)				294,67				f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				2,95				V ex (m ³ /h)				0,00									
Theta int, i (°C)				20				V su (m ³ /h)				0,00									
Theta e (°C)				- 16				V su,i (m ³ /h)				0,00									
f RH				0,00				n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	S	1	6,60	3,50	23,10	+	23,10	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,006	216
PRO	okolici	J	1	6,65	3,50	23,27	-	23,27	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,597	921
VZ1	okolici	J	1	6,70	3,50	23,45	+	0,18	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,047	1
STR	okolici	hor.	1	33,10	1,00	33,10	+	33,10	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,289	226
POD	okolici	hor.	1	20,00	1,00	20,00	+	20,00	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,000	288
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0				Phi T,i (W)				1653									
Phi V,min (W)				55				Phi V,i (W)				679									
Phi V,mech,inf				0				Phi V,mech (W)				0									
Phi V,su (W)				0				Phi (W)				2332									
Phi RH (W)				0				Phi/A (W/m ²)				70									
Phi/V (W/m ³)				21																	

Kat				Prostorija:		P7 105 Foyer																
Duljina (m)				53,15		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				53,15		f g1				1,45												
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				178,05		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				469,11		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
PRO	okolici	I	1	4,80	3,50	16,80	-	16,80	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,480	665
VZ1	okolici	I	1	5,00	3,50	17,50	+	0,70	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,182	6
VZ1	okolici	Z	1	6,63	3,50	23,20	+	23,20	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,032	217
STR	okolici	hor.	1	53,15	1,00	53,15	+	53,15	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,099	363
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				1252												
Phi V,min (W)				89		Phi V,i (W)				1090												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				2342												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				44												
Phi/V (W/m ³)				13																		

Kat				Prostorija:		P8 106 Čajna kuhinja															
Duljina (m)				6,82		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				6,82		f g1				1,45											
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				22,85		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				66,03		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	S	1	1,88	3,50	6,58	+	6,58	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,711	61
STR	okolici	hor.	1	5,73	1,00	5,73	+	5,73	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,089	39
POD	grijanoj prostoriji	hor.	1	5,73	1,00	5,73	+	5,73	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	15	1,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,318	11
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				112											
Phi V,min (W)				11		Phi V,i (W)				140											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				252											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				37											
Phi/V (W/m ³)				11																	

Kat				Prostorija:		P9 107 Muški WC																
Duljina (m)				5,21		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				5,21		f g1				1,45												
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				17,45		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				52,03		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				1,50												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
VZ1	okolici	S	1	3,65	3,50	12,78	+	12,78	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,323	113
STR	okolici	hor.	1	6,23	1,00	6,23	+	6,23	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,184	40
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				153												
Phi V,min (W)				26		Phi V,i (W)				303												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				456												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				87												
Phi/V (W/m ³)				26																		

Kat				Prostorija:		P10 108 Ženski WC																
Duljina (m)				3,27		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				3,27		f g1				1,45												
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				10,95		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				35,15		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				18		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				1,50												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
VZ1	okolici	S	1	3,50	3,50	12,25	+	12,25	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,185	108
VZ1	okolici	Z	1	1,50	3,50	5,25	+	5,25	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,365	46
STR	okolici	hor.	1	3,27	1,00	3,27	+	3,27	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,621	21
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				175												
Phi V,min (W)				16		Phi V,i (W)				190												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				365												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				111												
Phi/V (W/m ³)				33																		

Kat				Prostorija:		P11 109 Hodnik															
Duljina (m)				44,90		T (m)				5,00											
Širina (m)				1,00		Gw				1,00											
Površina (m ²)				44,90		f g1				1,45											
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0											
Volumen (m ³)				150,41		e i				0,00											
Oplošje (m ²)				397,33		f vi				1,00											
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00											
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00											
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00											
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50											
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
VZ1	okolici	Z	1	15,00	3,35	50,25	+	50,25	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,065	470
UZ	grijanoj prostoriji	J	1	14,00	3,35	46,90	+	46,90	0,00	0,00	0,00	0,300	0,00	5	1,00	0,00	0,42	0,00	0,00	5,862	211
POD	okolici	hor.	1	26,12	1,00	26,12	+	26,12	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,448	376
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				1057											
Phi V,min (W)				75		Phi V,i (W)				921											
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0											
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				1978											
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				44											
Phi/V (W/m ³)				13																	

Kat				Prostorija:		P12 110 Ured																
Duljina (m)				26,56		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				26,56		f g1				1,45												
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				88,98		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				237,77		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				0,50												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
PRO	okolici	l	1	4,95	3,50	17,32	-	17,32	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,052	685	
VZ1	okolici	l	1	5,00	3,50	17,50	+	0,18	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,047	1	
STR	okolici	hor.	1	26,56	1,00	26,56	+	26,56	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,046	181	
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				869												
Phi V,min (W)				44		Phi V,i (W)				545												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				1414												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				53												
Phi/V (W/m ³)				15																		

Kat				Prostorija:				P13 111 Ured direktor													
Duljina (m)				33,55				T (m)				5,00									
Širina (m)				1,00				Gw				1,00									
Površina (m ²)				33,55				f g1				1,45									
Visina (m)				3,35				Broj otvora				0									
Volumen (m ³)				112,39				e i				0,00									
Oplošje (m ²)				298,58				f vi				1,00									
Visina iznad tla (m)				2,95				V ex (m ³ /h)				0,00									
Theta int, i (°C)				20				V su (m ³ /h)				0,00									
Theta e (°C)				- 16				V su,i (m ³ /h)				0,00									
f RH				0,00				n min (1/h)				0,50									
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																	
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)
PRO	okolici	l	1	4,78	3,50	16,73	-	16,73	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,403	662
VZ1	okolici	l	1	6,30	3,50	22,05	+	5,32	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,383	49
POD	okolici	hor.	1	6,54	1,00	6,54	+	6,54	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,616	94
STR	okolici	hor.	1	33,55	1,00	33,55	+	33,55	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,374	229
Rezultati proračuna																					
Phi V,inf (W)				0				Phi T,i (W)				1035									
Phi V,min (W)				56				Phi V,i (W)				688									
Phi V,mech,inf				0				Phi V,mech (W)				0									
Phi V,su (W)				0				Phi (W)				1723									
Phi RH (W)				0				Phi/A (W/m ²)				51									
Phi/V (W/m ³)				15																	

Kat				Prostorija:				P15 113 Ured														
Duljina (m)				21,78		T (m)		5,00														
Širina (m)				1,00		Gw		1,00														
Površina (m ²)				21,78		f g1		1,45														
Visina (m)				3,35		Broj otvora		0														
Volumen (m ³)				72,96		e i		0,00														
Oplošje (m ²)				196,19		f vi		1,00														
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)		0,00														
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)		0,00														
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)		0,00														
f RH				0,00		n min (1/h)		0,50														
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
PRO	okolici	S	1	6,40	3,50	22,40	-	22,40	0,00	0,00	0,00	1,100	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,640	887
VZ1	okolici	S	1	6,85	3,50	23,98	+	1,58	0,00	0,00	0,00	0,260	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,411	14
POD	okolici	hor.	1	21,78	1,00	21,78	+	21,78	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,712	313
STR	okolici	hor.	1	21,78	1,00	21,78		21,78	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)		1215														
Phi V,min (W)				36		Phi V,i (W)		447														
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)		0														
Phi V,su (W)				0		Phi (W)		1662														
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)		76														
Phi/V (W/m ³)				22																		

Kat				Prostorija:		P20 115 Server i EL soba																
Duljina (m)				10,83		T (m)				5,00												
Širina (m)				1,00		Gw				1,00												
Površina (m ²)				10,83		f g1				1,45												
Visina (m)				3,35		Broj otvora				0												
Volumen (m ³)				36,28		e i				0,00												
Oplošje (m ²)				100,92		f vi				1,00												
Visina iznad tla (m)				2,95		V ex (m ³ /h)				0,00												
Theta int, i (°C)				20		V su (m ³ /h)				0,00												
Theta e (°C)				- 16		V su,i (m ³ /h)				0,00												
f RH				0,00		n min (1/h)				1,00												
Korekcijski faktor - fh,i				1,00																		
OZ	Stijena prema	SS	Br	Duž. (m)	V/Š (m)	A (m ²)	O	A' (m ²)	P	B'	Z	U	Ueq	Theta u/as (°C)	ek	bu	fij	fg2	TM	H T,i (W/K)	Phi T,i (W)	
POD	okolici	hor.	1	9,99	1,00	9,99	+	9,99	0,00	0,00	0,00	0,400	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,996	143
STR	okolici	hor.	1	9,99	1,00	9,99	+	9,99	0,00	0,00	0,00	0,190	0,00	- 16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,898	68
Rezultati proračuna																						
Phi V,inf (W)				0		Phi T,i (W)				212												
Phi V,min (W)				36		Phi V,i (W)				444												
Phi V,mech,inf				0		Phi V,mech (W)				0												
Phi V,su (W)				0		Phi (W)				656												
Phi RH (W)				0		Phi/A (W/m ²)				60												
Phi/V (W/m ³)				18																		

Diplomski rad – Nikola Jovanović

Rekapitulacija po prostorijama

Prizemlje				
	Qsuho (W)	Qvlažno (W)	Qukupno (W)	Datum i vrijeme
P1 001 Ulaz	0	0	0	23. Srpanj 1h
P2 002 Recepcija	2216	3	2219	21. Lipanj 8h
P3 003 Čistoća	0	0	0	23. Srpanj 1h
P4 003a Muški WC	0	0	0	23. Srpanj 1h
P5 003b Ženski WC	0	0	0	23. Srpanj 1h
P6 004 Sastanak uprava	5098	561	5659	21. Lipanj 9h
P8 005 Hodnik	3183	37	3220	24. Kolovoz 12h
P9 006 Sastanak admin	2678	320	2998	21. Svibanj 17h
P10 007 Administracija	6843	240	7083	21. Svibanj 17h
P11 008 Blagovaonica	2440	480	2920	21. Svibanj 17h
P12 009 Muški WC	0	0	0	23. Srpanj 1h
P13 009a Ženski WC	0	0	0	23. Srpanj 1h
P14 010 Garderoba	0	0	0	23. Srpanj 1h
P15 011 Ulaz	0	0	0	23. Srpanj 1h
P16 012 Stepenište	274	40	314	23. Srpanj 17h
P7 013 Hodnik	547	38	585	22. Rujan 13h
P18 014 Skladištar	688	37	725	22. Rujan 12h
P21 015 Skladištar	0	0	0	23. Srpanj 1h
P19 016 Sanitarije	0	0	0	23. Srpanj 1h
Kat				
	Qsuho (W)	Qvlažno (W)	Qukupno (W)	Datum i vrijeme
P1 100 Tehnički odjel	9081	961	10042	23. Srpanj 17h
P2 101 Telefonska kabina	330	38	368	22. Rujan 13h
P4 102 Uzorci	232	40	272	23. Srpanj 18h
P5 103 Printaonica	338	41	379	23. Srpanj 20h
P6 104 Sastanak teh. odjel	2959	377	3336	22. Rujan 12h
P7 105 Foyer	2244	0	2244	21. Svibanj 8h
P8 106 Čajna kuhinja	375	41	416	23. Srpanj 20h
P9 107 Muški WC	0	0	0	23. Srpanj 1h
P10 108 Ženski WC	0	0	0	23. Srpanj 1h
P11 109 Hodnik	851	40	891	23. Srpanj 18h
P12 110 Ured	2363	10	2373	21. Lipanj 8h
P13 111 Ured direktor	2302	10	2312	21. Lipanj 8h
P15 113 Ured	1389	116	1505	23. Srpanj 14h
P20 115 Server i EL soba	2192	0	2192	23. Srpanj 20h

PODNO GRIJANJE

G1-Instalacija grijanja \ Ulaz na Kat (2.1)

REHAU-razdjeljivač s mjerачem protoka HKV-D 10 (2.1).1

Temperatura polazne vode	45,0	(°C)
Temperatura povratne vode	37,0	(°C)
Broj priključaka	10	
Uk. površina petlji	130,0	(m ²)
Uk. duljina cijevi	650,0	(m)
Instalirani učin	11503	(W)
Uk. instalirani učin	12017	(W)
Uk. volumen medija	86,28	(l)
Uk. protok	1296,80	(kg/h)
	21,96	(kPa)

P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
---	-----	--------	-----------	------------------------------	------------------------	-----------	------------	--------------------------	------------	----------	-----------	--------------	------------	-------------	------------	-------------	---------------

Kat \ P1 100 Tehnički odjel

90	B	Betonski blokovi	12	0,006	16,0	200	27,8	85,6	10,0	80,0	0,0	1370	1431	123,0	0,3	7,8	0,50
91	B	Betonski blokovi	12	0,006	16,0	200	27,8	85,6	10,0	80,0	0,0	1370	1431	123,0	0,3	7,8	0,50
92	B	Betonski blokovi	12	0,006	16,0	200	27,8	85,6	10,0	80,0	0,0	1370	1431	123,0	0,3	7,8	0,50
93	B	Betonski blokovi	12	0,006	16,0	200	27,8	85,6	10,0	80,0	0,0	1370	1431	123,0	0,3	7,8	0,50
94	B	Betonski blokovi	12	0,006	16,0	200	27,8	85,6	10,0	80,0	0,0	1370	1431	123,0	0,3	7,8	0,50
95	B	Betonski blokovi	12	0,006	20,0	200	27,8	85,6	10,0	100,0	0,0	1713	1790	153,8	0,3	14,3	2,50

Kat \ P6 104 Sastanak teh. odjel

96	B	Betonski blokovi	12	0,006	7,5	200	28,8	98,0	5,0	37,5	0,0	735	768	132,0	0,3	4,1	0,25
97	B	Betonski blokovi	12	0,006	7,5	200	28,8	98,0	5,0	37,5	0,0	735	768	132,0	0,3	4,1	0,25

98	B	Betonski blokovi	12	0,006	7,5	200	28,8	98,0	5,0	37,5	0,0	735	768	132,0	0,3	4,1	0,25
99	B	Betonski blokovi	12	0,006	7,5	200	28,8	98,0	5,0	37,5	0,0	735	768	132,0	0,3	4,1	0,25
REHAU-razdjeljivač s mjeracem protoka HKV-D 07 (2.1).2																	
Temperatura polazne vode			45,0	(°C)													
Temperatura povratne vode			37,5	(°C)													
Broj priključaka			7														
Uk. površina petlji			75,0	(m ²)													
Uk. duljina cijevi			321,0	(m)													
Instalirani učin			6086	(W)													
Uk. instalirani učin			6356	(W)													
Uk. volumen medija			42,61	(l)													
Uk. protok			731,40	(kg/h)													
			7,18	(kPa)													
P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Kat \ P12 110 Ured																	
74	B	Betonski blokovi	12	0,006	12,0	250	26,9	74,6	10,0	48,0	0,0	895	935	80,4	0,2	2,3	0,50
75	B	Betonski blokovi	12	0,006	12,0	250	26,9	74,6	10,0	48,0	0,0	895	935	80,4	0,2	2,3	0,50
Kat \ P13 111 Ured direktor																	
82	B	Betonski blokovi	12	0,006	15,0	250	26,9	74,6	10,0	60,0	0,0	1119	1169	100,5	0,2	4,2	2,50
83	B	Betonski blokovi	12	0,006	15,0	250	26,9	74,6	10,0	60,0	0,0	1119	1169	100,5	0,2	4,2	2,50
Kat \ P15 113 Ured																	
102	B	Betonski blokovi	12	0,006	7,0	200	28,8	98,0	5,0	35,0	0,0	686	716	123,2	0,3	3,4	2,50
103	B	Betonski blokovi	12	0,006	7,0	200	28,8	98,0	5,0	35,0	0,0	686	716	123,2	0,3	3,4	2,50

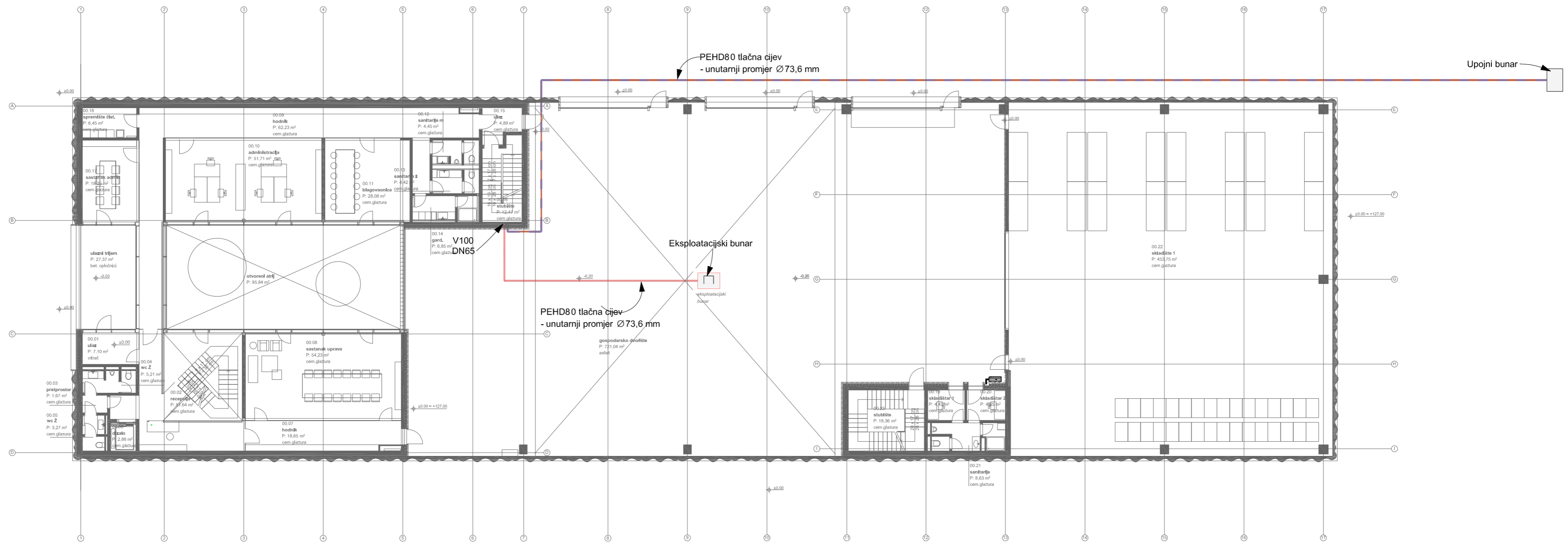
104	B	Betonski blokovi	12	0,006	7,0	200	28,8	98,0	5,0	35,0	0,0	686	716	123,2	0,3	3,4	2,50
REHAU-razdjeljivač s mjerčem protoka HKV-D 04 (1.1).1																	
Temperatura polazne vode			45,0	(°C)													
Temperatura povratne vode			35,0	(°C)													
Broj priključaka			4														
Uk. površina petlji			40,0	(m ²)													
Uk. duljina cijevi			132,0	(m)													
Instalirani učin			2612	(W)													
Uk. instalirani učin			2728	(W)													
Uk. volumen medija			17,52	(l)													
Uk. protok			234,40	(kg/h)													
			1,51	(kPa)													
P	Tip	Obloga	D (mm)	R _{laB} (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Prizemlje \ P6 004 Sastanak uprava																	
86	B	Betonski blokovi	12	0,006	10,0	300	26,1	65,3	10,0	33,0	0,0	653	682	58,6	0,1	0,9	2,50
87	B	Betonski blokovi	12	0,006	10,0	300	26,1	65,3	10,0	33,0	0,0	653	682	58,6	0,1	0,9	2,50
88	B	Betonski blokovi	12	0,006	10,0	300	26,1	65,3	10,0	33,0	0,0	653	682	58,6	0,1	0,9	2,50
89	B	Betonski blokovi	12	0,006	10,0	300	26,1	65,3	10,0	33,0	0,0	653	682	58,6	0,1	0,9	2,50
REHAU-razdjeljivač s mjerčem protoka HKV-D 08 (1.1).2																	
Temperatura polazne vode			45,0	(°C)													
Temperatura povratne vode			35,0	(°C)													
Broj priključaka			8														
Uk. površina petlji			92,0	(m ²)													
Uk. duljina cijevi			303,6	(m)													

Instalirani učin				6002	(W)												
Uk. instalirani učin				6384	(W)												
Uk. volumen medija				40,30	(l)												
Uk. protok				548,80	(kg/h)												
				3,38	(kPa)												
P	Tip	Obloga	D (mm)	RlaB (m ² K/W)	A (m ²)	T (mm)	tp (°C)	q (W/m ²)	Δt (°C)	l (m)	ld (m)	Qi(k) (W)	Quk (W)	m (kg/h)	w (m/s)	Δp (kPa)	Poz. vent.
Prizemlje \ P9 006 Sastanak admin																	
14	B	Betonski blokovi	12	0,006	9,0	300	26,1	65,3	10,0	29,7	0,0	587	613	52,7	0,1	0,4	0,25
15	B	Betonski blokovi	12	0,006	9,0	300	26,1	65,3	10,0	29,7	0,0	587	613	52,7	0,1	0,4	0,25
Prizemlje \ P10 007 Administracija																	
48	B	Betonski blokovi	12	0,006	12,0	300	26,1	65,3	10,0	39,6	0,0	783	818	70,3	0,1	1,5	2,00
49	B	Betonski blokovi	12	0,006	12,0	300	26,1	65,3	10,0	39,6	0,0	783	818	70,3	0,1	1,5	2,00
50	B	Betonski blokovi	12	0,006	13,0	300	26,1	65,3	10,0	42,9	0,0	848	886	76,2	0,2	1,9	2,50
51	B	Betonski blokovi	12	0,006	13,0	300	26,1	65,3	10,0	42,9	0,0	848	886	76,2	0,2	1,9	2,50
Prizemlje \ P11 008 Blagovaonica																	
12	B	Betonski blokovi	12	0,006	12,0	300	26,1	65,3	10,0	39,6	0,0	783	875	75,2	0,2	1,7	2,50
13	B	Betonski blokovi	12	0,006	12,0	300	26,1	65,3	10,0	39,6	0,0	783	875	75,2	0,2	1,7	2,50

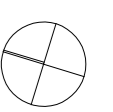
Diplomski rad - Nikola Jovanović

DVOCIJEVNI SUSTAV

K1 Prizemlje										
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	Qi (W)	R	Radijator	Br. čl.	Fa. (m)	Qi(rad) (W)	
P3	003 Čistoća	20	295	351	5	22 VM/600/600		1,00	351	EN442
P4	003a Muški WC	18	386	529	6	22 VM/900/600		1,00	529	EN442
P5	003b Ženski WC	18	283	529	7	22 VM/900/600		1,00	529	EN442
P12	009 Muški WC	18	312	394	8	22 VM/600/600		1,00	394	EN442
P13	009a Ženski WC	18	310	394	9	22 VM/600/600		1,00	394	EN442
P14	010 Garderoba	20	267	262	10	22 VM/600/400		1,00	262	EN442
K2 Kat										
P	Prostorija	tu (°C)	Qn (W)	Qi (W)	R	Radijator	Br. čl.	Fa. (m)	Qi(rad) (W)	
P8	106 Čajna kuhinja	20	252	566	3	22 VM/900/720		1,00	566	EN442
P9	107 Muški WC	18	456	635	2	22 VM/900/720		1,00	635	EN442
P10	108 Ženski WC	18	365	635	1	22 VM/900/720		1,00	635	EN442

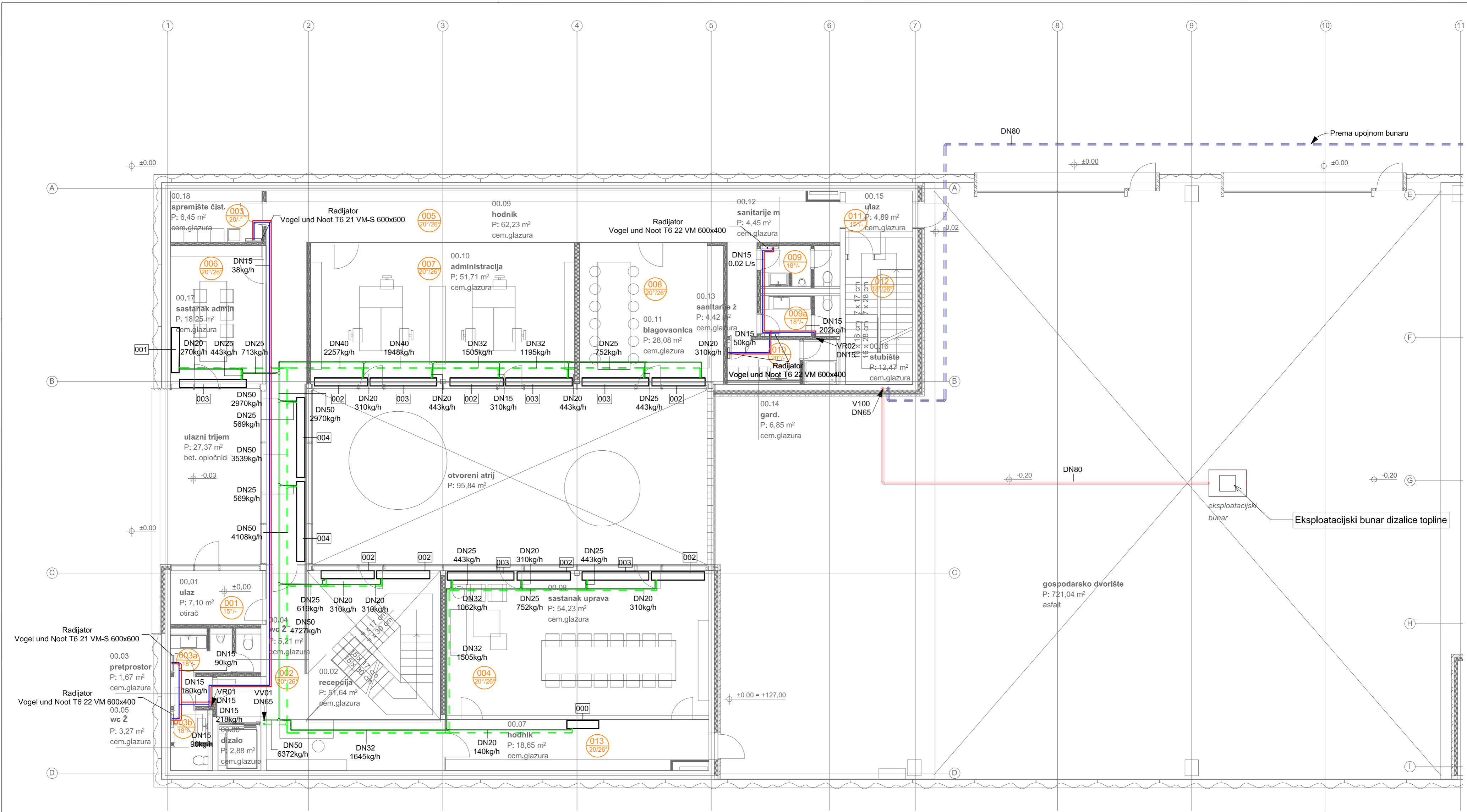


TRASA MEĐUVEZE BUNARA I DIZALICE TOPLINE



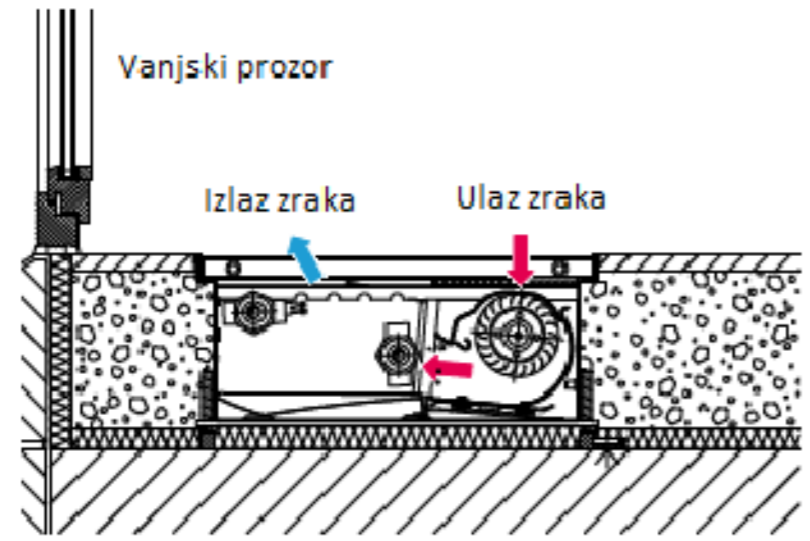
Faza:	Diplomski rad	Projektirao	26.07.2021	Ime, Prezime	Nikola Jovanović	Potpis	
Br. diplomskog rada:	043/STR/2021	Konstruirao	26.07.2021	Ime, Prezime	Nikola Jovanović	Potpis	
Građevina:	Poslovna zgrada	Crtao	26.07.2021	Ime, Prezime	Nikola Jovanović	Potpis	
Lokacija:	Sv. Nedelja, Hrvatska	Pregledao		Ime, Prezime	Ante Čikić, prof.dr.sc	Potpis	
Mjerilo:	1:200	Sadržaj:	Situacija				Br. nacrt: 001

SVEUČILIŠTE SJEVER



- Cijevi za grijanje i hlađenje
- DN 15 - Cu 18 x 1
 - DN 20 - Cu 22 x 1
 - DN 25 - Cu 28 x 1,5
 - DN 32 - Cu 35 x 1,5
 - DN 40 - Cu 42 x 1,5
 - DN 50 - ČE 60,3 x 3,65
 - DN 65 - ČE 76,1 x 3,65
 - DN 80 - ČE 88,9 x 4,05

Detalj ugradnje podnih ventilokonvektora



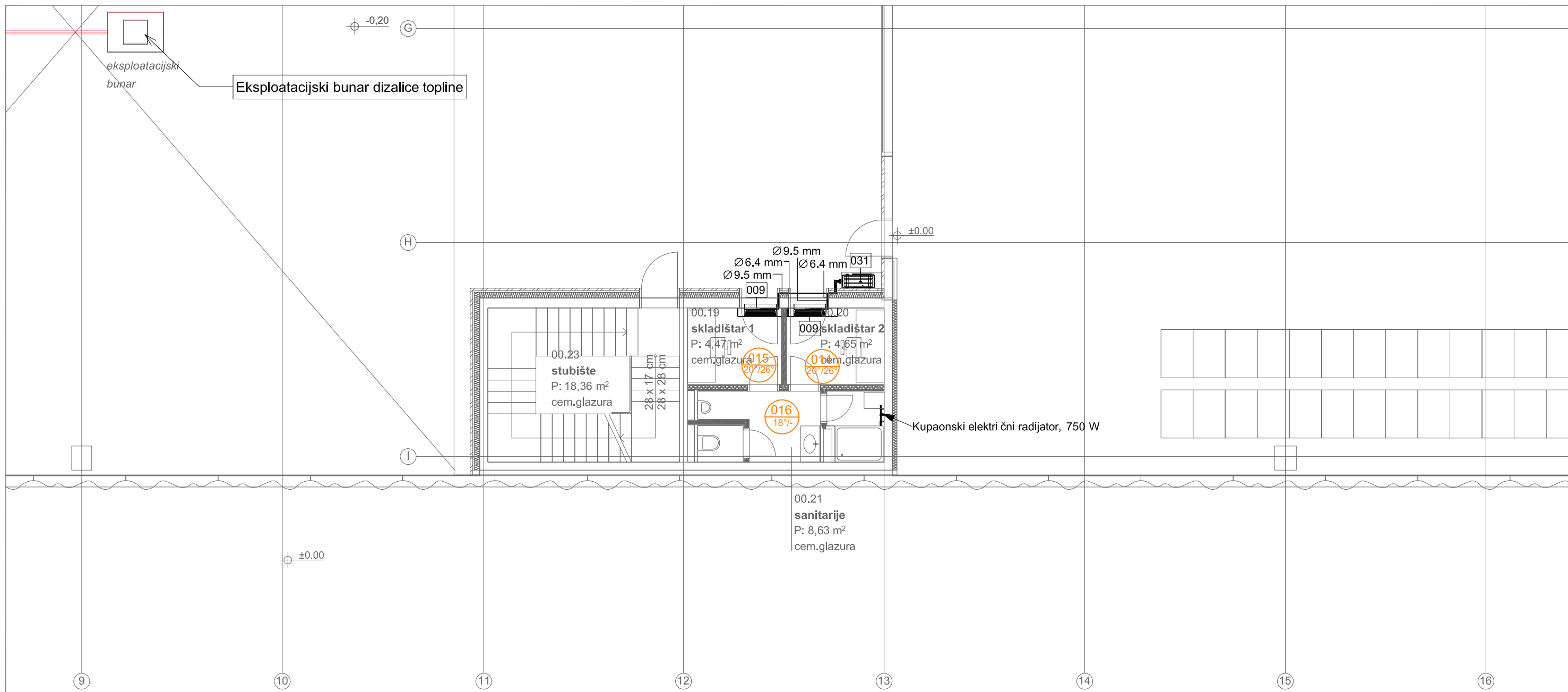
- 000 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 1200x320x130
- 001 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 1700x320x130
- 002 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 2000x320x130
- 003 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 2500x320x130
- 004 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 3000x320x130
- 005 Ventilokonvektor podstropne izvedbe
Tip: Sabiana CRC 13

- 009 Digitalni inverter - unutarnja jedinica
namijenjena za montažu na zid
Tip: TOSHIBA SEIYA RAS-B07J2KVG-E
- Učin hlađenja: 2,0 (0,76 - 2,6) kW
- Učin grijanja: 2,5 (0,9 - 3,3) kW
- Razina buke: 20/38 dB
- 031 Vanjska jedinica (Multi Inverter) za sustave
grijanja i hlađenja više odvojenih prostorija
Tip: TOSHIBA RAS-2M 18U2AVG-E
- Učin hlađenja: 5,2 (1,7 - 6,2) kW
- Učin grijanja: 5,6 (1,3 - 7,5) kW
- Razina buke (h/g): 47/50 dB

- TRASA GRIJANJE/HLAĐENJE - VENILOKONVEKTORI
- TRASA GRIJANJA - RADIJATORI
- TRASA GRIJANJA - PODNO GRIJANJE
- TRASA MEĐUVEZE BUNARA I DIZALICE TOPLINE

Faza:	Diplomski rad	Projektirao:	26.07.2021	Ime, Prezime:	Nikola Jovanović	Potpis:		
Br. diplomskog rada:	043/STR/2021	Konstruirao:	26.07.2021		Nikola Jovanović			
Građevina:	Poslovna zgrada	Crtao:	26.07.2021		Nikola Jovanović			
Lokacija:	Sv. Nedelja, Hrvatska	Pregledao:			Ante Čikić, prof.dr.sc			
Mjerilo:	1:100	Sadržaj:			Ante Čikić, prof.dr.sc			
Tlocrt prizemlja - grijanje i hlađenje							Br. nacrt:	002

SVEUČILIŠTE SJEVER

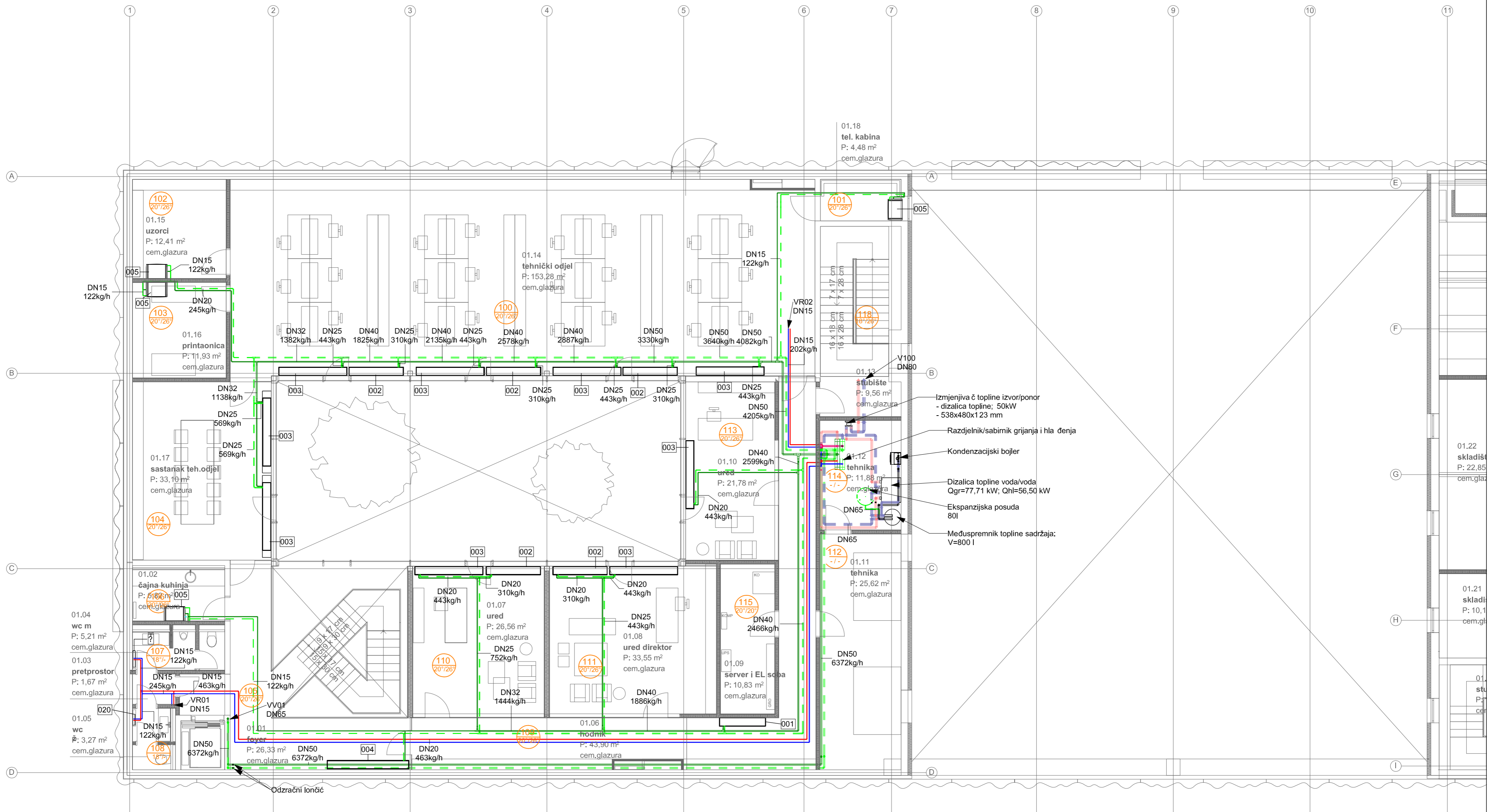


- 000 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 1200x320x130
- 001 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 1700x320x130
- 002 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 2000x320x130
- 003 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 2500x320x130
- 004 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 3000x320x130
- 005 Ventilokonvektor podstropne izvedbe
Tip: Sabiana CRC 13

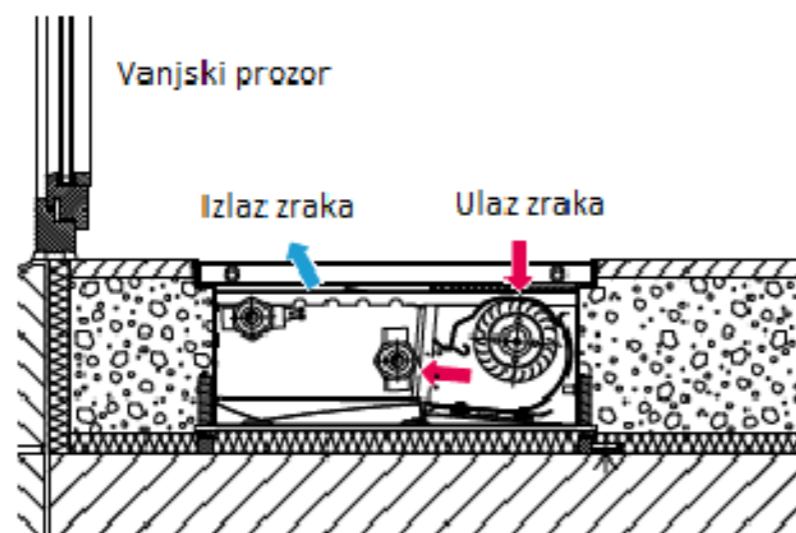
- 009 Digitalni inverter - unutarnja jedinica
namijenjena za montažu na zid
Tip: TOSHIBA SEIYA RAS-B07J2KVG-E
- Učin hlađenja: 2,0 (0,76 - 2,6) kW
- Učin grijanja: 2,5 (0,9 - 3,3) kW
- Razina buke: 20/38 dB
- 031 Vanjska jedinica (Multi Inverter) za sustave
grijanja i hlađenja više odvojenih prostorija
Tip: TOSHIBA RAS-2M 18U2AVG-E
- Učin hlađenja: 5,2 (1,7 - 6,2) kW
- Učin grijanja: 5,6 (1,3 - 7,5) kW
- Razina buke (h/g): 47/50 dB

- TRASA GRIJANJE/HLAĐENJE - VENTILOKONVEKTORI
- TRASA GRIJANJA - RADIJATORI
- TRASA GRIJANJA - PODNO GRIJANJE
- TRASA MEĐUVEZE BUNARA I DIZALICE TOPLINE

Faza: Diplomski rad		Datum	Ime, Prezime	Potpis	SVEUČILIŠTE SJEVER
Br.diplomskog rada:	043/STR/2021	Projektirao	26.07.2021	Nikola Jovanović	
		Konstruirao	26.07.2021	Nikola Jovanović	
		Crtao	26.07.2021	Nikola Jovanović	
Gradjevina:	Poslovna zgrada	Pregledao		Ante Čikić, prof.dr.sc	
Lokacija:	Sv.Nedelja, Hrvatska	Odobrio		Ante Čikić, prof.dr.sc	
Mjerilo: 1:100	Sadržaj: Tlocr prizemlja - skladištar - grijanje i hlađenje				Br. nacrt: 003



Detalj ugradnje podnih ventilokonvektora



- 000 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 1200x320x130
- 001 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 1700x320x130
- 002 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 2000x320x130
- 003 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 2500x320x130
- 004 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Katherm HK 3000x320x130
- 005 Ventilokonvektor podstropne izvedbe
Tip: Sabiana CRC 13

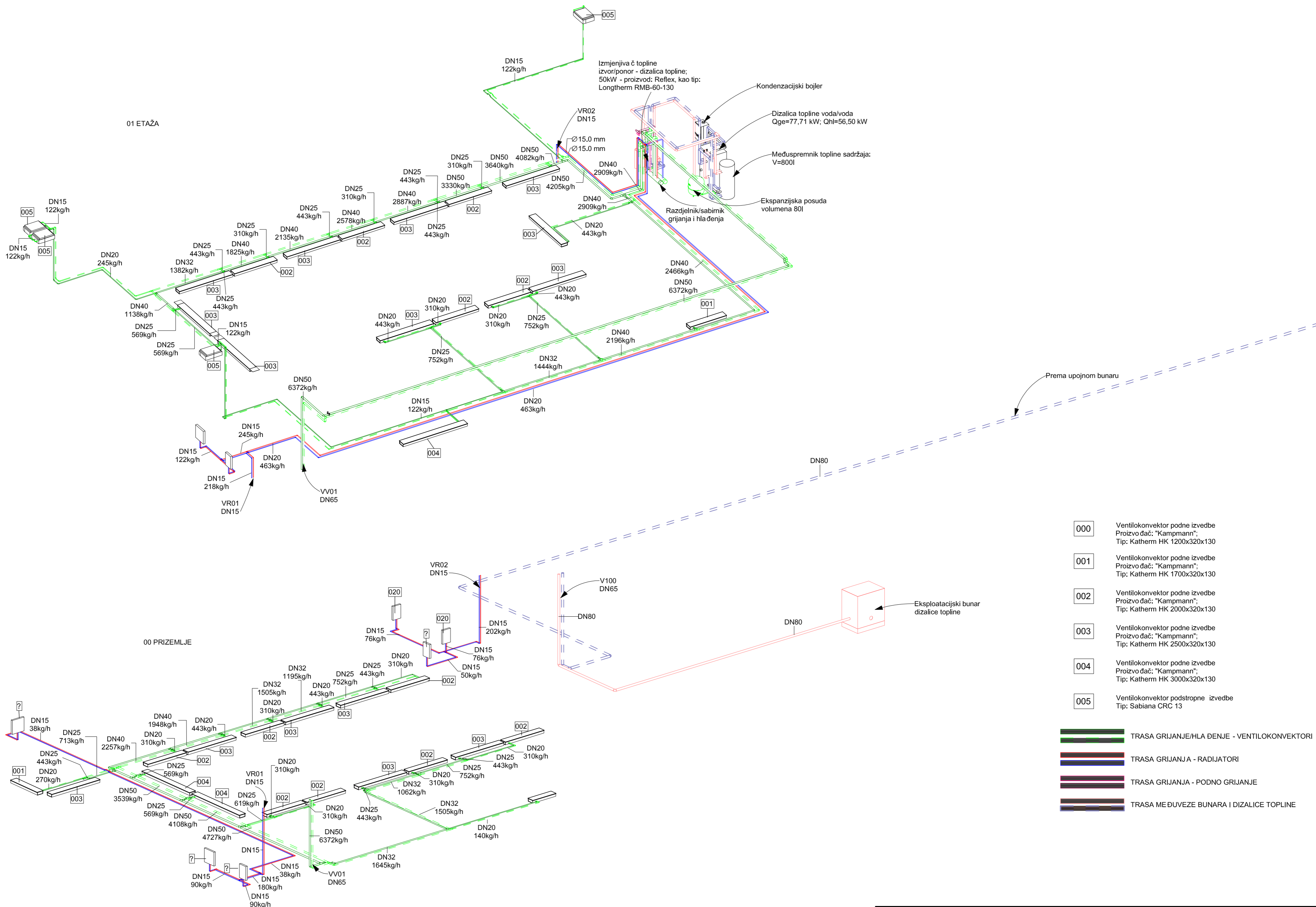
- 009 Digitalni inverter - unutarnja jedinica
namijenjena za montažu na zid
Tip: TOSHIBA SEIYA RAS-B07J2KVG-E
- Učin hlađenja: 2,0 (0,76 - 2,6) kW
- Učin grijanja: 2,5 (0,9 - 3,3) kW
- Razina buke: 20/38 dB
- 031 Vanjska jedinica (Multi Inverter) za sustave
grijanja i hlađenja više odvojenih prostorija
Tip: TOSHIBA RAS-2M 18U2AVG-E
- Učin hlađenja: 5,2 (1,7 - 6,2) kW
- Učin grijanja: 5,6 (1,3 - 7,5) kW
- Razina buke (h/g): 47/50 dB

- TRASA GRIJANJE/HLAĐENJE - VENILOKONVEKTORI
- TRASA GRIJANJA - RADIJATORI
- TRASA GRIJANJA - PODNO GRIJANJE
- TRASA MEĐUVEZE BUNARA I DIZALICE TOPLINE

- Cijevi za grijanje i hlađenje
- DN 15 - Cu 18 x 1
 - DN 20 - Cu 22 x 1
 - DN 25 - Cu 28 x 1,5
 - DN 32 - Cu 35 x 1,5
 - DN 40 - Cu 42 x 1,5
 - DN 50 - ČE 60,3 x 3,65
 - DN 65 - ČE 76,1 x 3,65
 - DN 80 - ČE 88,9 x 4,05

Faza: Diplomski rad		Projektirao: 26.07.2021	Ime, Prezime: Nikola Jovanović	Potpis:
Br. diplomskog rada: 043/STR/2021	Konstruirao: 26.07.2021	Nikola Jovanović		
Građevina: Poslovna zgrada	Crtao: 26.07.2021	Nikola Jovanović		
Lokacija: Sv.Nedelja, Hrvatska	Odobrio:	Ante Čikić, prof.dr.sc		
Mjerilo: 1:100	Sadržaj: Tlocrt kata - grijanje i hlađenje	Br. nacrt: 004		

SVEUČILIŠTE
SJEVER



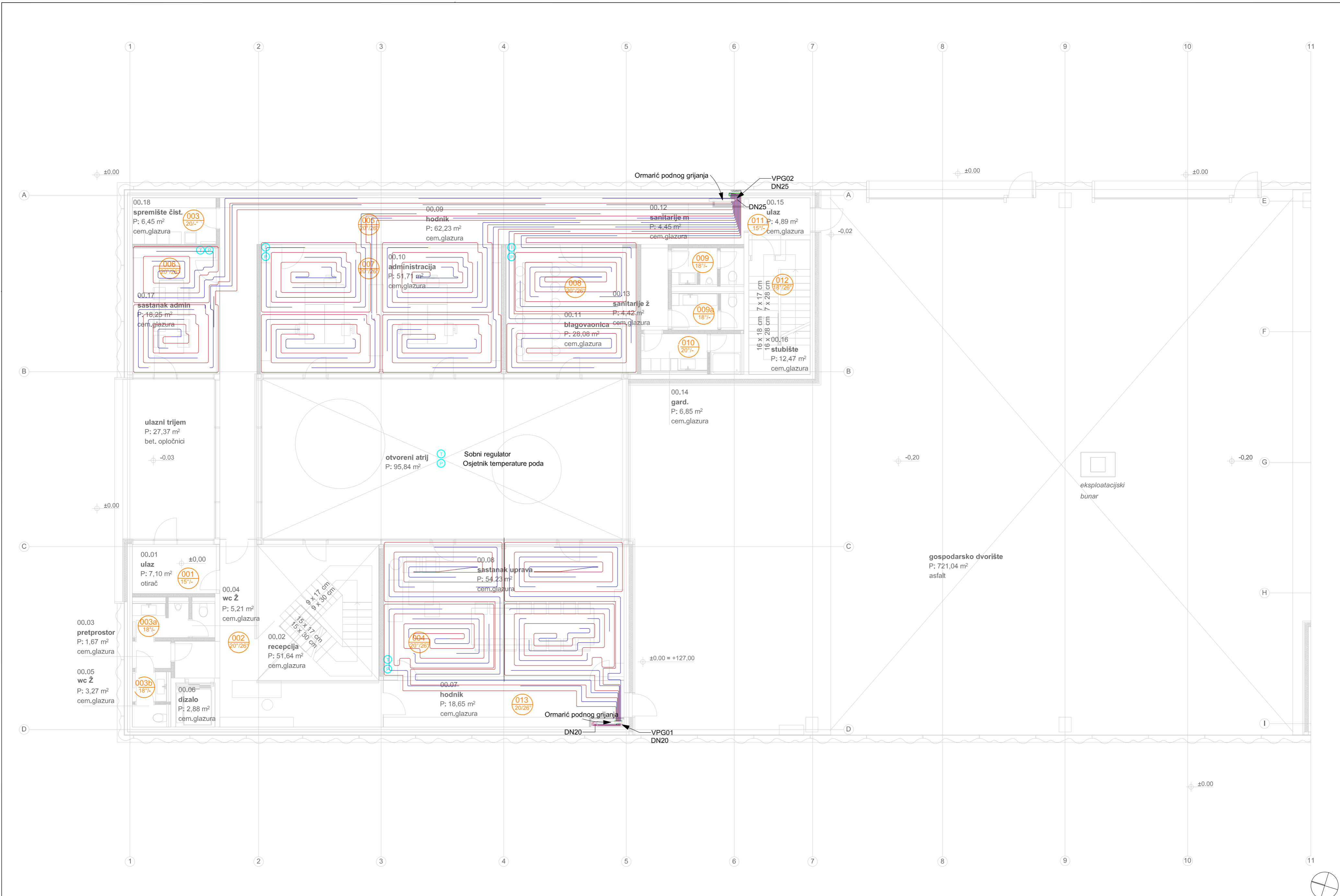
- 000 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Kathern HK 1200x320x130
- 001 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Kathern HK 1700x320x130
- 002 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Kathern HK 2000x320x130
- 003 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Kathern HK 2500x320x130
- 004 Ventilokonvektor podne izvedbe
Proizvođač: "Kampmann";
Tip: Kathern HK 3000x320x130
- 005 Ventilokonvektor podstropne izvedbe
Tip: Sabiana CRC 13

- TRASA GRIJANJE/HLAĐENJE - VENILOKONVEKTORI
- TRASA GRIJANJA - RADIJATORI
- TRASA GRIJANJA - PODNO GRIJANJE
- TRASA MEĐUVEZE BUNARA I DIZALICE TOPLINE

Faza:	Diplomski rad	Projektirao:	26.07.2021	Ime, Prezime:	Nikola Jovanović	Potpis:	
Br. diplomskog rada:	043/STR/2021	Konstruirao:	26.07.2021		Nikola Jovanović		
Gradjevina:	Poslovna zgrada	Pregledao:			Nikola Jovanović		
Lokacija:	Sv. Nedelja, Hrvatska	Odobrio:			Ante Čikić, prof.dr.sc		
Mjerilo:	Sadržaj:				Ante Čikić, prof.dr.sc		
-	Izometrija - grijanje i hlađenje						

SVEUČILIŠTE
SJEVER

Br. nacrt: 005

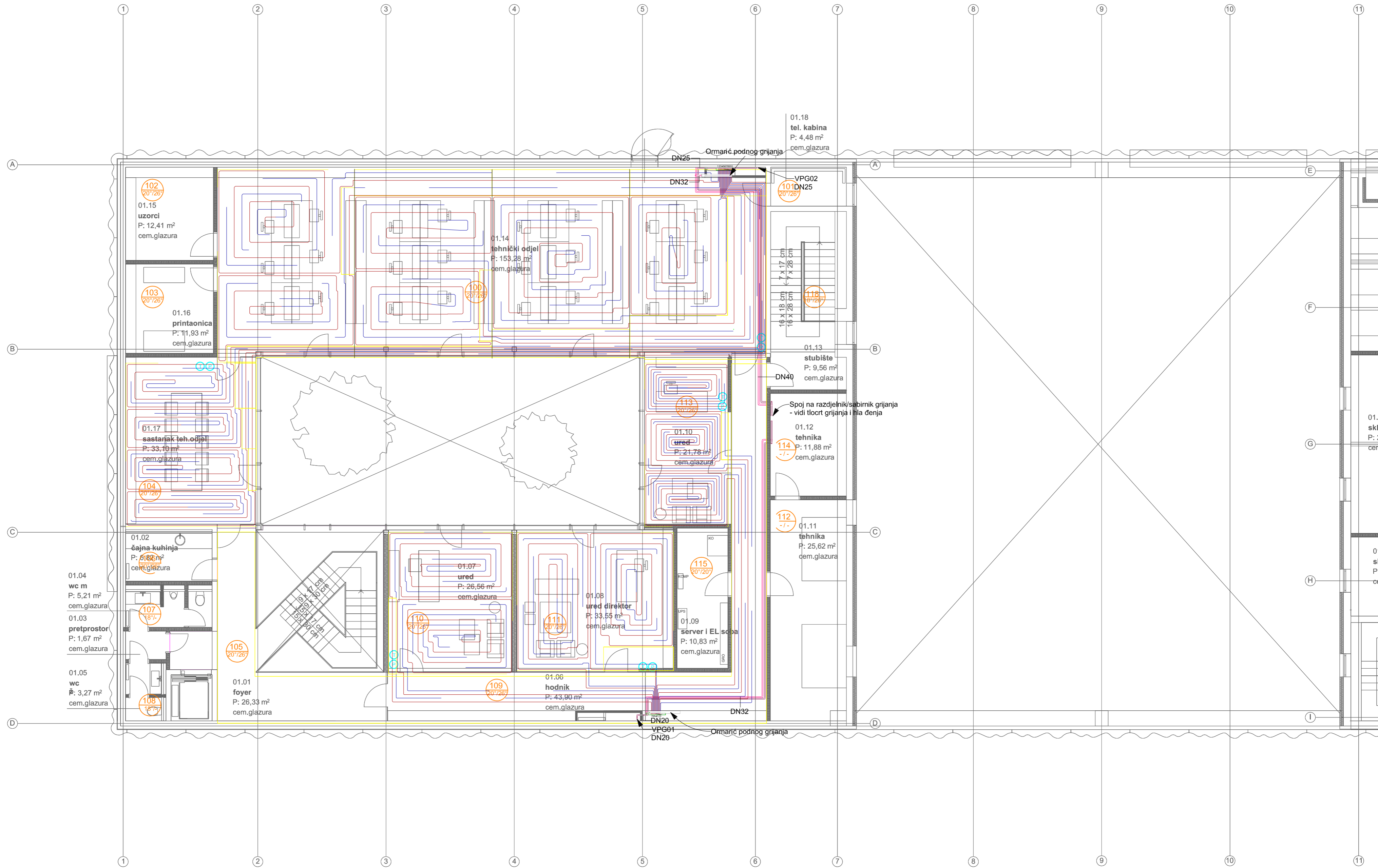


- TRASA GRIJANJE/HLAĐENJE - VENILOKONVEKTORI
- TRASA GRIJANJA - RADIJATORI
- TRASA GRIJANJA - PODNO GRIJANJE
- TRASA MEĐUVEZE BUNARA I DIZALICE TOPLINE

Faza: Diplomski rad		Projektirao	Datum	Ime, Prezime	Potpis
Br. diplomskog rada:	043/STR/2021	Konstruirao	26.07.2021	Nikola Jovanović	
Građevina:	Poslovna zgrada	Crtao	26.07.2021	Nikola Jovanović	
Lokacija:	Sv. Nedelja, Hrvatska	Pregledao		Ante Čikić, prof.dr.sc	
Mjerilo:	1:100	Sadržaj:	Tlocrt prizemlja - podno grijanje		

Br. nacrt: 006

SVEUČILIŠTE SJEVER



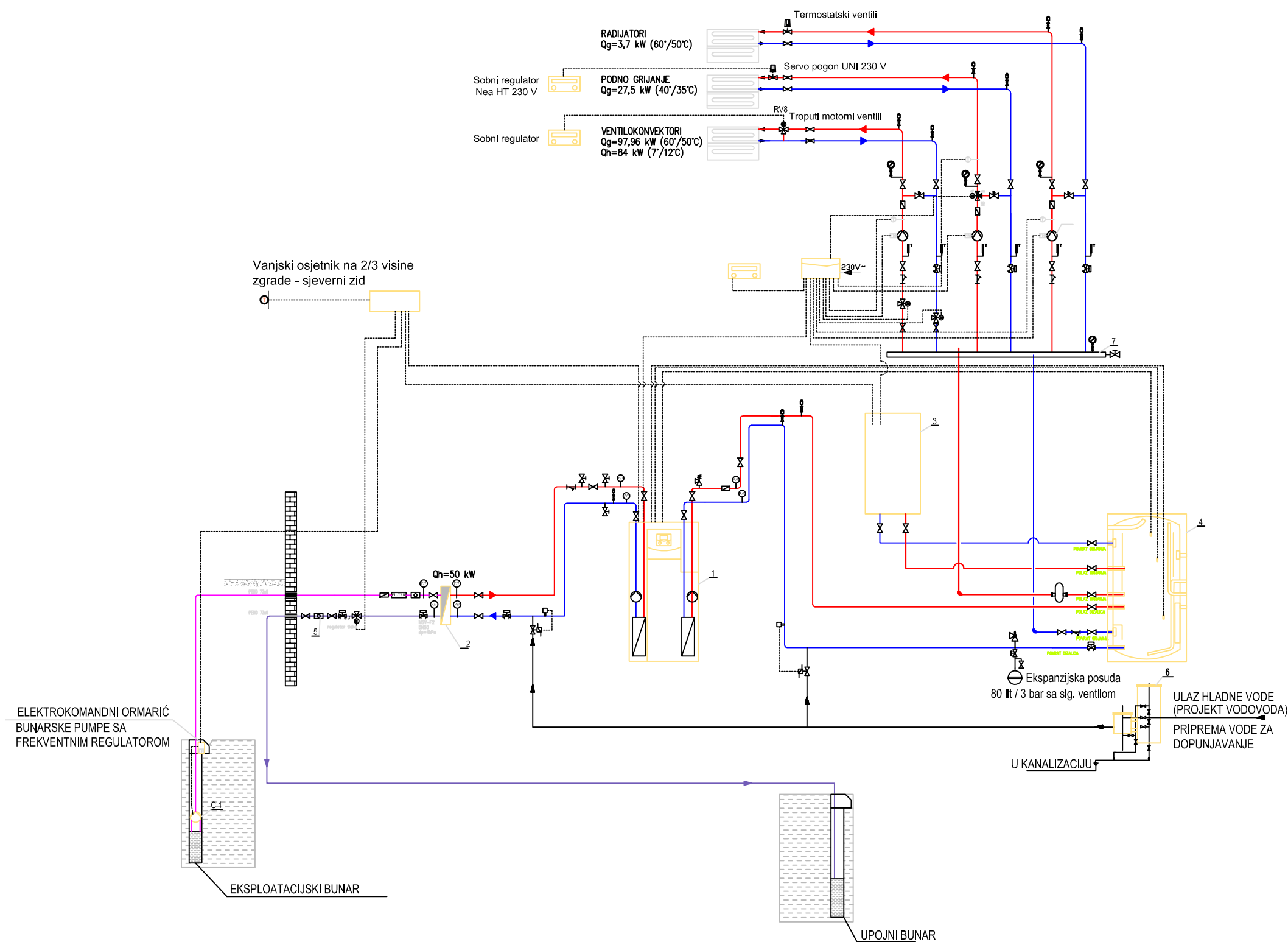
- TRASA GRIJANJE/HLA DENJE - VENILOKONVEKTORI
- TRASA GRIJANJA - RADIJATORI
- TRASA GRIJANJA - PODNO GRIJANJE
- TRASA MEĐUVEZE BUNARA I DIZALICE TOPLINE

Faza: Diplomski rad		Projektirao	Datum	Ime, Prezime	Potpis
Br. diplomskog rada:	043/STR/2021	Konstruirao	26.07.2021	Nikola Jovanović	
Građevina:	Poslovna zgrada	Crtao	26.07.2021	Nikola Jovanović	
Lokacija:	Sv. Nedelja, Hrvatska	Pregledao		Ante Čikić, prof.dr.sc	
Mjerilo:	1:100	Sadržaj:	Tlocrt kata - podno grijanje		
					Br. nacrt: 007

**SVEUČILIŠTE
SJEVER**

SIMBOLI

	Pumpa		Vodonepropusna brtva
	Pumpa-frekventno regulirana		Odražni lončić
	AB-QM ventil s elektrotermičkim pogonom		Balansirajući ventil
	Manometar / termometar		Ventil sa zaštitnom kapom
	Troputni prekretni ventil		Ispust
	Sigurnosni ventil		Redukcijski ventil
	Ventil za punjenje pražnjenje		Odvajac nečistoće
	Kuglasta slavina		Manometar
	Nepovratna klapna		Termometar
	Elektromagnetni ventil		Uranjujući osjetnik temperature
	Tlačna sklopka		Vodomjer
	Separator mikro mjehurića i nečistoća		



C.1 POTOPNA BUNARSKA CRPKA FREKVENTNO REGULIRANA
Grundfos SP 9-4
Q=10,78 m³/h ; H= 15,23 m

- Dizalica topline voda/voda
Q_{gr}=77,71 kW;
Q_{hl}=56,50 kW
- Primarni izmjenjivač:
izvor/ ponor -dizalica topline; 50kW
br. ploča: 130
Proizvod: Reflex; kao tip Longtherm
RMB-60-130
- Kondenzacijski bojler
Tip: ecoTEC plus VU INT 1006/5-5 -
"Vaillant" - 70kW
- Spremnik tople vode sadržaja:
V=800 l
- Ionski izmjenjivač hladne vode
- Kombinirani polazno - povratni
razdjelnik
max. radni tlak: 6 bara
Razmak priključaka: 200 mm
Ugradbena duljina: 1575 mm
Broj krugova grijanja: 4

Faza:	Diplomski rad	Datum:	26.07.2021	Ime, Prezime:	Nikola Jovanović	Potpis:		
Br.diplomskog rada:	043/STR/2021	Projektirao:	26.07.2021	Konstruirao:	26.07.2021	Crtao:	26.07.2021	
Građevina:	Poslovna zgrada	Pregledao:		Ante Čikić, prof.dr.sc				
Lokacija:	Sv.Nedelja, Hrvatska	Odobrio:		Ante Čikić, prof.dr.sc				
Mjerilo:	Sadržaj:	Funkcionalna shema					Br. nacrtā:	008

SVEUČILIŠTE
SJEVER