

[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468



**Sveučilište: Sveučilište u Rijeci**  
**Fakultet: Tehnički fakultet**

**Akadska godina: 2010-2011**



## **ZAVRŠNO IZVJEŠĆE** **o studentskoj praksi**

**Student: Kristina Božić**

**Matični broj studenta: 0069047699**

**Studijska godina: 2010./2011.**

**Modul: strojarstvo**

**Ime akademskoga mentora: doc.dr.sc. Zoran Jurković**

**Ime industrijskoga mentora: Boris Dragičević, dipl.ing.stroj.**

*2011, Rijeka*

[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468



## 1. Opće informacije

Student			
Ime studenta: Kristina Božić		Studijska razina: Preddiplomski	
Matični broj:0069047699	Adresa e-pošte:kbozic@riteh.hr		Telefon: 099 3570999
Razdoblje prakse	Od: 11.07.2011.	Do: 29.07.2011.	Broj sati: 120
Akademska institucija			
Sveučilište: Sveučilište u Rijeci			
Fakultet: Tehnički fakultet			
Adresa: Vukovarska 58		Grad: Rijeka	
Ime akademskoga mentora: Zoran Jurković		Pozicija: docent	
Adresa e-pošte: zoran.jurkovic@riteh.hr		Broj telefona: 051/651 466	
Poduzeće/institucija u kojem se ostvaruje praksa			
Ime:Rijekaprojekt- energetika d.o.o.			
URL: www.rijekaprojekt-energetika			
Adresa:Moše Albaharija 10a		Grad:Rijeka	
Ime industrijskoga mentora:Boris Dragičević, dipl.ing.stroj.		Pozicija:direktor, projektant	
e-pošta: boris.dragicevic@rijekaprojekt-energetika.hr		Broj telefona: 091 3442620	



## 2. Uvod

Poduzeće RIJEKAPROJEKT djeluje od 1954. godine, a nastalo je transformiranjem CENTRALNOG BIROA ZA PROJEKTIRANJE (CBP), osnovanog 1947. godine.

U razdoblju od 1947. do 1954. godine izrađen je znatan broj zapaženih projektnih ostvarenja za obnovu brodogradilišta, a u istom su razdoblju projektirana i nova brodogradilišta, te izrađeni projekti obnove, rekonstrukcije i proširenja pratećih industrija uz brodogradnju.

Tijekom vremena RIJEKAPROJEKT se razvio u Zavod za projektiranje objekata visokogradnje i niskogradnje s instalacijama, projektiranje industrijskih, privrednih i stambenih objekata, mostova i saobraćajnica, luka i brodogradilišta, hidrotehničkih objekata, energetskih postrojenja, obavljanje geodetskih snimanja, geotehničkih ispitivanja i sondiranja tla.

RIJEKAPROJEKT-ENERGETIKA je registrirano kao društvo sa ograničenom odgovornošću - 01.04.1991. Poduzeće trenutno ima 7 zaposlenih i uspješno pokriva djelatnost projektiranja i nadzora u području termoenergetskih (strojarskih) instalacija, projektiranja toplinske i zvučne zaštite zgrada te energetskog certificiranja zgrada. Od opreme su 8 PC računala, s ACAD2010, Word2010, plotter A1, printer i skeneri.

## 3. Ciljevi PSP-a (Program studentske prakse) i metodologija

Prvi tjedan je protekao u upoznavanju s projektantima, opremom i programima u procesu izrade projektne dokumentacije. Od prve faze definiranja obima projektnog zadatka s investitorom, razrade projektnog rješenja istog unutar tima koji će sudjelovati u izradi tehničke dokumentacije, te specifične zadaće za svakog pojedinog člana tima u tijeku izrade projektne dokumentacije. Upoznala sam način primjene programa za specifične izračune u procesu projektiranja. U početnoj fazi svakog projekta potrebno je izraditi proračun termotereta - toplinskih dobitaka i gubitaka.

U drugom tjednu, za primjer izrade projektne dokumentacije grijanja i hlađenja poslovne građevine s uredskim i radnim prostorom, napravljen je izračun toplinskih dobitaka i gubitaka. Kada smo odredili toplinsko opterećenje poslovne građevine, prišlo se izboru pojedine opreme i uređaja. Poslovna građevina, prema zahtjevu investitora (u projektnom zadatku), treba se kompletno grijati/hladiti, osim sanitarija koje će se samo grijati. Za termo tijela u uredskom dijelu poslovne građevine odabrani su parapetni ventilkonvektori te radijatori za prostor sanitarija, a u radnom prostoru horizontalni ventilokonvektori. Kao izvor toplinskog učina grijanja i hlađenja, obzirom na lokaciju poslovne građevine u primorskom dijelu naše županije i klimatske uvjete, odabrana je dizalica topline zrak/voda za vanjsku ugradnju. Dizalica topline izabrana je prema potrebnom učinku grijanja/hlađenja iz kataloga proizvođača.

Tijekom trećeg tjedna, sve gore navedeno trebalo je nacrtati u AutoCad-u a tekstualni dio projekta napisati u wordu. Osim izračuna termo tereta, tijekom povezivanja ventilokonvektora i radijatora

cijevnom mrežom, izvršeno je i dimenzioniranje cijevnog razvoda. U dijelu ventilokonvektora dimenzije cijevi dimenzionirane su za fazu hlađenja.

## 4. Opis posla

### **PROJEKTNI ZADATAK**

Potrebno je projektirati grijanje i hlađenje poslovne građevine. Kao izvor toplinske/rashladne energije projektirati središnji izvor toplinske i rashladne energije (dizalicu topline zrak – voda) za zagrijavanje i hlađenje svih prostora.

Dizalicu topline smjestiti u okolišu građevine.

Za kupaonice predvidjeti samo grijanje.

U kupaonicama projektirati dvocijevno radijatorsko grijanje, a u svim ostalim prostorima dvocijevno grijanje i hlađenje ventilatorskim konvektorima. Cijevni razvod izvesti vidljivo ispod stropa prizemlja; u prizemlju predvidjeti ventilatorske konvektore za horizontalnu ugradnju ispod stropa prizemlja, a na katu ventilatorske konvektore parapetne izvedbe. U sanitarijama u prizemlju ugraditi radijatore koje u sezoni hlađenja treba odvojiti zapornim ventilima od instalacije. Cijevni razvod izvesti od bakrenih cijevi u izolacionom plaštu. Kompletan projekt izraditi u skladu sa važećim propisima.



Horizontalni ventilatorski konvektor

### **TEHNIČKI OPIS**

#### **1.OPĆENITO**

Potreba za toplinskom energijom za grijanje iznosi 62.862 W, a potreba za rashladnom energijom za hlađenje iznosi 73.750 W.

Kao izvor toplinske i rashladne energije predviđena je dizalica topline zrak – voda koja je smještena u okolišu zgrade.

## **2.IZVOR TOPLINSKE I RASHLADNE ENERGIJE**

Kao izvor toplinske i rashladne energije za sve prostore (prizemlje i kat) odabrana je reverzibilna dizalica topline zrak – voda za vanjsku ugradnju tip WCSE 100, proizvod STARCLIMA Italija.

Dizalica topline položena je na antivibracione temelje i preko elastičnih spojki povezani na temeljni razvod cjevovoda.

Radom dizalice topline upravlja vlastita automatika i regulira rad kompresorskih uređaja, u ovisnosti o potrebnom kapacitetu u pet stupnjeva učina. Standardna zaštita dizalice topline izvedena je s mjeračem protoka vode kroz kondenzator koja za slučaj kvara cirkulacionih pumpi u krugu dizalice topline istu odmah isključuje i prijavljuje alarm na središnjem sustavu za upravljanje. Dizalica topline ima zasebno grijanje kompresora elektro grijačima koje ulje u kompresorima uvijek održavaju na radnoj temperaturi. Za zaštitu rashladnika i cijelog sustava od niskih temperatura predviđeno je punjenje sustava s vodom i 30 % glikola koje osigurava sustav do vanjske temperature  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kompresori dizalice topline punjeni su s ekološki prihvatljivim freonom R 407C.

Izabrana dizalica topline sadrži i kompletan hidraulički modul sa slijedećim elementima: toplinski izoliran inercijalni spremnik vode, centrifugalnu pumpu, ekspanzijsku posudu, automatski odzračnik, sigurnosni ventil, otvor za punjenje s ventilom, otvor za ispušt vode s ventilom, set manometara, prekidač i zaštitu pumpe te protusmrzavajuću zaštitu hidrauličkog kruga preko elektro grijača i termostata.

Dizalica topline radi sa rashladnim medijem R 407C i ima učin hlađenja  $94,3 \times 0,97 = 91,5\text{ kW}$  ( $t_z = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  i  $t_w = 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) i učin grijanja  $82,9\text{ kW}$  ( $t_z = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$  i  $t_w = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Minimalna vanjska temperatura zraka za rad dizalice topline je  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Kako je vidljivo iz podataka, učin grijanja dizalice topline je dostatan i kod vanjskih temperatura  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Dizalica topline

Dizalica topline ugrađuje se u okolišu građevine, a u sklopu dizalice topline ugrađuje se i tvornički izolirani spremnik volumena 500 litara koji služi kao akumulator toplinske, odnosno rashladne energije u sustavu dizalice topline.

Akumulator energije osigurava konstantnu polaznu temperaturu medija i sprječava prečesto uključivanje kompresora.

Cirkulaciju vode u sustavu omogućuje nam dvostruka cirkulacijska pumpa ugrađena u hidraulički blok (jedna radna i jedna rezervna).

Dilataciju vode u sustavu omogućuje nam zatvorena ekspanzijska posuda sadržaja 18 litara ugrađena u građevini na povratnom vodu cjevovoda.

U slučaju pada pritiska u sustavu ispod dozvoljenog, zaštitni diferencijalni osjetnik tlaka (presostat) isključuje dizalicu topline.

Čitav sustav predviđen je za rad po zimi sa polaznom temperaturom vode od 45 °C, a po ljeti sa polaznom temperaturom vode od 7 °C.

### **3.OGRJEVNA I RASHLADNA TIJELA**

U sanitarijama u prizemlju ugrađeni su aluminijski radijatori tip Europa, proizvod StarClima Italija.



Aluminijski radijator

Na svaki radijator ugrađen je radijatorski ventil sa termostatskom glavom na polaznom i radijatorska prigušnica (detentor) na povratnom vodu.

Ugradnjom ventila i prigušnice postiže se zatvaranje radijatora, čime se omogućuje demontaža bilo kojeg ogrjevnog tijela bez pražnjenja sustava i prekida rada.

Svaki radijator ima ugrađen radijatorski odzračnik preko kojeg se vrši odzračivanje sustava grijanja.

U svim ostalim prostorima ugrađeni su ventilatorski konvektori sa tri broja okretaja ventilatora tip TEO, proizvod STARCLIMA Italija.

Na svaki ventilatorski konvektor ugrađen je kutni kuglasti ventil na polaznom i povratnom vodu.

Ugradnjom ventila postiže se zatvaranje ventilatorskog konvektora, čime se omogućuje demontaža bilo kojeg tijela bez pražnjenja sustava i prekida rada.

Svaki ventilatorski konvektor ima ugrađen odzračnik preko kojeg se vrši odzračivanje sustava.

### **4.CIJEVNA MREŽA**

Cjelokupna cijevna mreža od dizalice topline do svakog pojedinog radijatora i ventilatorskog konvektora izvedena je od bakrenih cijevi.



Bakrene cijevi

Sve bakrene cijevi temeljnog razvoda izolirane su izolacijom kao tip ARMAFLEX AC, proizvod ARMSTRONG Njemačka, slijedećih karakteristika: toplinska vodljivost prema DIN 52613 i DIN 52612  $\lambda$  kod  $-20\text{ }^{\circ}\text{C} = 0,034\text{ W/mK}$ ,  $\lambda$  kod  $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 0,036\text{ W/mK}$ ,  $\lambda$  kod  $+20\text{ }^{\circ}\text{C} = 0,038\text{ W/mK}$ , propusnost vodene pare  $0,07\text{ }\mu\text{gm/N.h.}$  temperaturno područje  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+116\text{ }^{\circ}\text{C}$ , faktor otpora difuziji vodenoj pari prema DIN 52615  $\mu = 10.000$ , prigušivanje zvuka prema DIN 4190 do  $32\text{ dB(A)}$ , gustoća  $65\text{ do }80\text{ kg/m}^3$ , širenje plamena: klasa 1 prema HRN U.J1.060, negoriva ili samogasiva, debljine  $19\text{ mm}$ , bakrene cijevi za spoj ventilatorskih konvektora i radijatora sa razvodom izolirane su istom izolacijom debljine  $13\text{ mm}$ , a vanjski dio cjevovoda u energetskom kanalu izoliran je istom izolacijom debljine  $32\text{ mm}$ .

Odzračivanje mreže riješeno je radijatorskim odzračnicima ugrađenim na svim radijatorima i ventilatorskim konvektorima te automatskim odzračnicima na najvišim mjestima instalacije.

Cjelokupna cijevna mreža treba se nakon ugradnje očistiti i izolirati kako je navedeno.

Sve prodore kroz zidove i podove treba riješiti sa cijevnim čahurama i metalnim ukrasnim rozetama zaštićenim antikorozivnom zaštitom (kromiranim).

Ovjes cjevovoda treba riješiti standardnim profilima koje treba očistiti i oličiti temeljnom i ukrasnom lak bojom.

Toplinska dilatacija cjevovoda riješena je samokompencijom.

Cjevovod od dizalice topline do građevine vodi se oslonjen na konzolske nosače na sjeverozapadnom pročelju.

U građevini polazna i povratna cijev ulaze postavljena je vertikala u kutu prostora koju je potrebno nakon ugradnje obložiti primjerenom estetskom oblogom.

Iz vertikale se odvajaju priključci do pod strop prizemlja gdje je razvod za prizemlje i kat.



## **5.ODVOD KONDENZATA**

Odvod kondenzata iz ventilatorskih konvektora riješen je pomoću cijevi NO 25 od tvrdog PVC-a, položenih ispod stropa prizemlja, koje povezuju sakupljače kondenzata u ventilatorskim konvektorima i odvođe kondenzat do podnih rešetki u sanitarijama.

Spojevi odvoda kondenzata sa podnim rešetkama moraju biti izvedeni preko sifona da ne ostanu nikada suhi.

## **6.MJERE ZAŠTITE NA RADU**

- 5.** Usvojen je toplovodni sustav grijanja prostorija ventilatorskim konvektorima sa maksimalnom temperaturom u polaznom vodu od 45 °C.
- 2) Na svim prolazima kroz zidove, cijevi su vođene u cijevnim tuljcima, što omogućuje dilataciju mreže bez oštećenja žbuke.
- 3) Odzračivanje instalacije vrši se preko radijatorskih odzračnika i odzračnih lončića.
- 4) Cjelokupna instalacija ispituje se vodom pod pritiskom od 1 bara većim od radnog. Nakon hladne probe vrši se topla proba gdje se mora dokazati funkcionalnost cjelokupne instalacije.
- 5) Svi metalni dijelovi instalacije zaštićeni su dvostrukim premazom temeljne boje, a zatim završnim lakom.
- 6) Cijevi u negrijanim i nehlađenim prostorima termički su izolirane.
- 7) U prigodnom prostoru će biti postavljene sheme s uputama za rukovanje i održavanje.
- 8) Svi upravljački elementi su u zoni lakog pristupa.
- 9) Svi električni uređaji koji mogu doći pod napon, a izloženi su dodiru, moraju biti uzemljeni.
- 10) Uz dizalicu topline je smješten aparat za početno gašenje požara na suhi prah tip PASTOR S-9.
- 11) Temperatura i relativna vlažnost u stambenom prostoru je u skladu sa standardom o tehničkim uvjetima za projektiranje i građenje zgrada.
- 12) Brzina kretanja zraka od prisilne ventilacije na dometu mlaza ne prelazi vrijednost od 0,5 m/s.
- 13) Ventilacija sanitarija riješena je prirodno preko prozora.
- 14) Temperatura, relativna vlažnost i brzina kretanja zraka su u skladu sa Pravilnikom o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore.
- 15) Razvod cijevne mreže u kotlovnici izveden je tako da u svakom trenutku omogućava kontrolu i eventualni popravak.



- 16) Oprema je smještena tako da zadovolji higijenske uvjete: stupanj ugodnosti, jednoliko grijanje i hlađenje prostorija.
- 17) Pričvršćenje cijevne mreže izvedeno je iz nosivih profila standardne izvedbe.
- 18) Toplinska dilatacija cjevovoda riješena je samokompencijom.
- 19) Utičnice elektroinstalacija moraju se postaviti na najmanjoj udaljenosti od 600 mm od ventilatorskih konvektora i radijatora odnosno cijevi.
- 20) Osiguran je dovoljan prostor za ugradnju opreme, servisiranje i posluživanje.
- 21) Ekvivalentne debljine izolacije su u skladu s propisima DIN 6812
- 22) U svim prostorima je predviđen sustav za grijanje, a u svim prostorijama osim kupaonica predviđen je sustav za hlađenje.
- 23) Glavnim projektom su opisana sva tehnička rješenja za smanjenje, odnosno otklanjanje opasnosti koje bi mogle proizaći.
- 24) Za svaki dio opreme postojat će tehnička uputa.
- 25) Uputa o rukovanju i održavanju instalacije postaviti će se na vidljivo mjesto.
- 26) Sva ugrađena armatura, sigurnosni i kontrolni elementi, postaviti će se tako da je omogućen lagan pristup za rukovanje, kontrolu i održavanje.
- 27) Glede sigurnijeg rada postrojenja predviđena je ugradnja mjernih instrumenta.

## 5. Rezultati

### PRORAČUNI

#### 1. KOEFICIJENTI PROLAZA TOPLINE

Koeficijenti prolaza topline određeni su iz elaborata građevinske fizike i iznose:

- vanjski zid	1,20 W/m <sup>2</sup> K
- prozori i vrata	3,50 W/m <sup>2</sup> K
- ulazna vrata	4,00 W/m <sup>2</sup> K
- pod na tlu	0,90 W/m <sup>2</sup> K
- međukatna konstrukcija između grijanih prostora	1,04 W/m <sup>2</sup> K
- međukatna konstrukcija prema tavanu	0,71 W/m <sup>2</sup> K
- unutarnji zid	1,95 W/m <sup>2</sup> K
- unutarnja vrata	3,50 W/m <sup>2</sup> K



## 2.OSTALI PROJEKTNI PARAMETRI

- vanjska projektna temperatura	- 10 / 32 °C
- normna vanjska temperatura	- 10 °C
- položaj zgrade	slobodan
- brzina vjetra	6 m/s
- tip zgrade	etažni
- konstrukcija	laka
- tip osnovne zgrade	1
- visina zgrade	8 m
- vanjska karakteristika zgrade	3,13 WhPa <sup>2/3</sup> /m <sup>3</sup> K
- propusnost fuga vrata	0,6 m <sup>3</sup> /mhPa <sup>2/3</sup>
- propusnost fuga prozora	0,6 m <sup>3</sup> /mhPa <sup>2/3</sup>

## 3.PRORAČUN DOBITAKA TOPLINE

Proračun dobitaka topline napravljen je prema VDI 2078 izvršen je na računalu, pomoću programa E20-II CARRIER, a rekapitulacija dobitaka topline prikazana je u nastavku.

### REKAPITULACIJA DOBITAKA TOPLINE

OZNAKA	PROSTORIJA	TEMPERATURA A PROSTORA (°C)	OSJETNI DOBITI TOPLINE (W)	LATENTNI DOBITI TOPLINE (W)	UKUPNI DOBITI TOPLINE (W)
1	RADNI PROSTOR	26	7.588	437	8.025
2	ARHIVA	26	2.681	29	2.710
6	RADNI PROSTOR 1	26	18.504	208	18.712
101	RADNI PROSTOR 1	26	18.678	313	18.991
102	RADNI PROSTOR 2	26	14.118	306	14.424
					<b>62.862</b>

## 4.PRORAČUN GUBITAKA TOPLINE

Proračun gubitka topline izvršen je prema DIN 4701/83 na računalu, a rekapitulacija gubitaka topline prikazana je u nastavku.

### REKAPITULACIJA GUBITAKA TOPLINE

OZNAKA	ETAŽA	NAZIV PROSTORIJE	t <sub>u</sub>	Q <sub>n</sub> (W)
1	PRIZEMLJE	RADNI PROSTOR	20	16.274
2	PRIZEMLJE	ARHIVA	20	4.254
3	PRIZEMLJE	SANITARIJE Z	20	744
4	PRIZEMLJE	SANITARIJE M	20	744

5	PRIZEMLJE	SANITARIJE OSOBLJE	26	950
6	PRIZEMLJE/KAT	RADNI PROSTOR 1	20	28.350
101	KAT	RADNI PROSTOR 1	20	13.692
102	KAT	RADNI PROSTOR 2	20	8.743
				<b>73.750</b>

## 5. IZBOR VENTILATORSKIH KONVEKTORA

U svim prostorima, osim sanitarija, ugrađeni su ventilatorski konvektori s 3 brzine vrtnje ventilatora tip TEO, proizvod STARCLIMA Italija.



Ventilatorski konvektor

Karakteristike ventilatorskih konvektora koje daje proizvođač su sljedeće:

VELIČINA		TEO 410	TEO 515	TEO 750
Učin hlađenja	kW	2,1	2,8	4,0
Učin grijanja	kW	3,2	3,85	5,1
Max. protok zraka	m <sup>3</sup>	410	515	750
Električna specifikacija	V/f/Hz	230/1/50		
Max. tlak	kPa	1600	1600	1600
Priključci	Cu	φ 3/4»	φ 3/4»	φ 3/4»
Transportna težina	kg	21	21	28
Zvučna snaga (tot)	dB	45/52	47/54	50/55
Nivo zvučne snage za 125/250 Hz	dB	20/31	23/33	23/33

Podaci za buku su dani za 70 %, odnosno 100 % protoka zraka.

Zvučni pritisak odnosi se na udaljenost 1 m od uređaja.



[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468

Učini se odnose na uvjete:

ljeti:

- ulazna temperatura vode  $7^{\circ}\text{C}$
- temperaturna razlika na vodenoj strani  $5^{\circ}\text{C}$
- temperatura zraka u prostoriji (suhi termometar)  $26^{\circ}\text{C}$
- temperatura zraka u prostoriji (vlažni termometar)  $19,5^{\circ}\text{C}$

zimi:

- ulazna temperatura vode  $45^{\circ}\text{C}$
- temperaturna razlika na vodenoj strani  $10^{\circ}\text{C}$
- temperatura zraka u prostoriji  $20^{\circ}\text{C}$

Ventilatorski konvektori su izabrani za sve prostorije prema potrebnom učinku hlađenja i grijanja.

Izbor ventilatorskih konvektora izvršen je tabelarno, a dobiveni rezultati prikazani su u nastavku:

## LEGENDA:

### HLAĐENJE

- b.p.** - broj prostorije
- $Q_{sp}$**  - osjetni dobitak topline (W)
- $t_{s1}$**  - temperatura suhog termometra ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $t_{WH1}$**  - temperatura vode na ulazu ( $^{\circ}\text{C}$ )
- tip Fc** - tip i veličina ventilatorskog konvektora
- kom.** - broj komada ventilatorskih konvektora
- $G_w$**  - protok vode (l/h)
- $Q_o$**  - osjetni učin hlađenja (W)
- $Q_u$**  - ukupni učin hlađenja (W)
- $\Delta p$**  - pad pritiska na vodenoj strani (Pa)

### GRIJANJE

- b.p.** - broj prostorije
- $Q_g$**  - gubici topline (W)
- $t_{s1}$**  - temperatura suhog termometra ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $t_{WG1}$**  - temperatura vode na ulazu ( $^{\circ}\text{C}$ )
- tip Fc** - tip i veličina ventilatorskog konvektora
- kom.** - broj komada ventilatorskih konvektora
- $G_w$**  - protok vode (l/h)
- $Q_g$**  - učin grijanja (W)
- $\Delta p$**  - pad pritiska na vodenoj strani (Pa)



### HLAĐENJE – PRIZEMLJE

b.p.	$Q_{sp}$	$t_{s1}$	$t_w$ H1	tip FC	kom.	$G_w$	$Q_o$	$Q_u$	$\Delta P$
1	8.025	26	7	TEO 410	6	369	1.338	8.028	7.000
2	2.710	26	7	TEO 515	1	493	2.800	2.800	8.000
6	18.712	26	7	TEO 750	6	493	4.000	24.000	7.000

### GRIJANJE – PRIZEMLJE

b.p.	$Q_g$	$t_{s1}$	$t_w$ G1	tip FC	kom.	$G_w$	$Q_g$	$Q_u$	$\Delta p$
1	16.274	20	45	TEO 410	6	339	2.713	16.278	4.000
2	3.571	20	45	TEO 515	1	339	3.850	3.850	3.000
6	28.350	20	45	TEO 750	6	282	5.100	30.600	3.000

### HLAĐENJE – KAT

b.p.	$Q_{sp}$	$t_{s1}$	$t_{WH1}$	tip FC	kom.	$G_w$	$Q_o$	$Q_u$	$\Delta P$
101	18.991	26	7	TEO 515	7	493	2.800	19.600	8.000
102	14.424	26	7	TEO 515	5	493	2.800	14.000	8.000

### GRIJANJE – KAT

b.p.	$Q_g$	$t_{s1}$	$t_w$ G1	tip FC	kom.	$G_w$	$Q_g$	$Q_u$	$\Delta p$
101	13.692	20	45	TEO 515	7	339	3.850	26.950	4.000
102	8.743	20	45	TEO 515	5	339	3.850	19.250	3.000

## 6. IZBOR RADIJATORA

Radijatori se ugrađuju u sanitarijama.

Ventilacijski gubitak topline za prostor sanitarija za žene i broj izmjena  $i = 6 \text{ h}^{-1}$  te volumen sanitarija potrebna količina zraka je  $v = 188 \text{ m}^3/\text{h}$ , odnosno  $v = 0,052 \text{ m}^3/\text{s}$ . Temperatura vanjskog zraka  $t_v = -10$



°C i temperatura zraka koji se uvodi u prostoriju  $t_{iz} = 20$  °C; te je  $\Delta t = 30$  °C, a potrebna količina topline

$$Q_v = v \times c_p \times \rho \times \Delta t [W]$$

$$Q_v = 0,023 \times 1,2 \times 961 \times 30 [W]$$

$$Q_v = 807 [W]$$

Toplinski i ventilacijski gubici izračunati su za sve sanitarne prostore (ženski, muški i za osoblje), a dobiveni rezultati prikazani su u nastavku.

r.b.	Oz.pr.	$Q_n$ (W)	$Q_v$ (W)	$Q_u$ (W)	$t$ (°C)	Tip rad.	br.čl.	l (mm)	w (l)	$Q_i$ (W)	n
1	3	744	807	1.551	20	Europa 800	8	640	4,20	1.600	1
2	4	744	807	1.551	20	Europa 800	8	640	4,20	1.600	1
3	5	950	899	1.849	26	Europa 800	10	800	5,50	2.000	1

Suma  $Q_n$  (W) = 4.951  
Suma  $Q_i$  (W) = 5.200  
Suma radijatora = 3

## 7. IZBOR DIZALICE TOPLINE

### 1. LJETNI REŽIM RADA

Ukupni dobitak topline: 69.862 W

Temperatura hladne vode na izlazu: 7 °C

Temperatura vanjskog zraka: 35 °C

Odabiremo reverzibilna dizalica topline zrak – voda tip WCSE 100, proizvod StarClima Italija, sljedećih karakteristika:

- učin hlađenja:	96.600 W
- apsorbirana snaga:	37.200 W
- regulacija snage	100-75-50-25-0
- razlika temperature vode na ulazu/izlazu u/iz dizalice topline	$\Delta t = 5$ °C
- protok:	16,9 m <sup>3</sup> /h
- interni pad tlaka:	30,0 kPa

Za rashladni učin dizalice topline snage  $Q_{ch} = 96.600$  (W) sustava hladne vode 7/12 °C protok je

$$v_{ch} = \frac{Q_{ch}}{c_p \times \rho \times \Delta t} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$



$$v_{ch} = \frac{96.600}{4.186 \times 978 \times 5} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

$$v_{ch} = 4,72 \times 10^{-3} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)$$

i za usvojenu brzinu strujanja hladne vode  $w = 0,7 \text{ m/s}$ , površina presjeka cijevi je

$$F = \frac{v}{w} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$F = \frac{4,72 \times 10^{-3}}{0,7} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$F = 6,741 \times 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)}$$

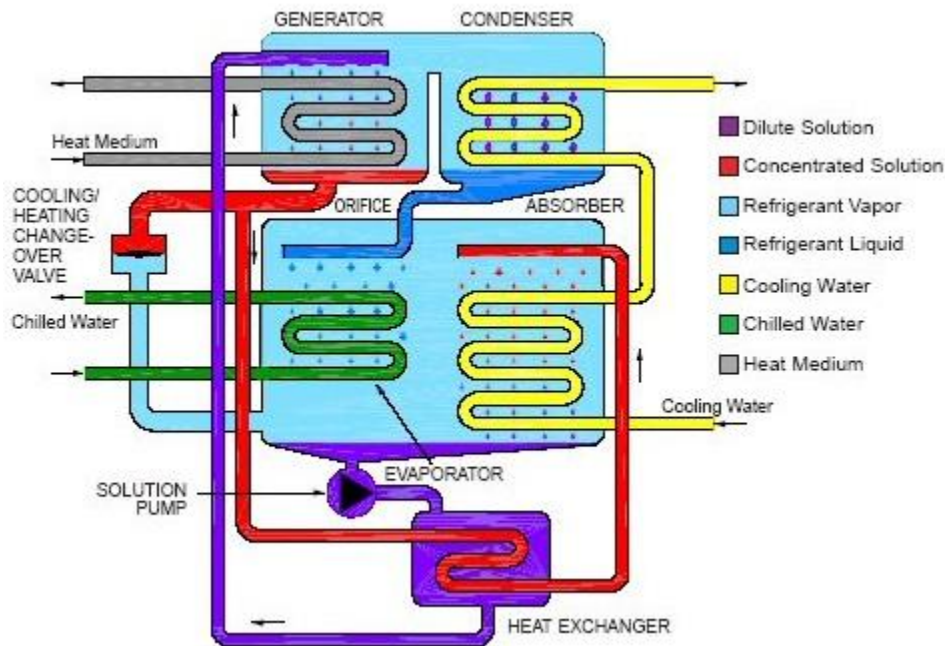
a unutarnji promjer cijevi

$$d = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}} \text{ (m)}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 6,741 \times 10^{-3}}{\pi}} \text{ (m)}$$

$$d = 0,092 \text{ (m)}$$

Usvaja se promjer cijevi Cu 88,9 x 2.



Dizalica topline zrak/voda - shema

## 2.ZIMSKI REŽIM RADA

Ukupni gubitak topline uključujući i ventilacijske gubitke sanitarija:  $73.750 \text{ W} + 2.513 = 76.263 \text{ W}$

Temperatura tople vode na izlazu:  $45 \text{ }^\circ\text{C}$

Karakteristike reverzibilne dizalice topline zrak – voda, tip WCSE 100, proizvod StarClima Italija, u zimskom režimu rada su sljedeće:

- učin (na $t_v = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ ):	82.900 W
- apsorbirana snaga:	35.800 W
- razlika temperature vode na ulazu/izlazu u/iz dizalice topline	$\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- protok:	$14,4 \text{ m}^3/\text{h} = 4,0 \text{ l/s}$
- interni pad tlaka:	25,0 kPa

## 8.IZBOR EKSPANZIJSKE POSUDE

Ekspanzijska posuda omogućava izjednačenje volumena vode u sustavu. Do promjene volumena dolazi pri zagrijavanju kada se voda širi.

Ekspanzijska posuda se proračunava za toplu vodu  $t_{\max} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$  (priručnik Recknagel – Sprenger) u odnosu na temperaturu vode pri punjenju  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$V_n = (V_e + V_v) \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} = (3,0 + 2,5) \frac{2,5 + 1}{2,5 - 1} = 12,83 \quad (I)$$



gdje je:

$$p_0 = p_{st} = 1 \text{ bar}$$

$$p_{SV} = 3 \text{ bar}$$

$$p_e = p_{SV} - d_{pA} = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ bar}$$

$$V_e = V_{uk} \cdot n = 500 \cdot 0,006 = 3,01$$

$$V_{uk} = 5001$$

$$n = 0,006$$

$$V_v = 500 \cdot 0,005 = 2,51$$

pretlak ekspanzijske posude (viši od visine stat. tlaka  $H_{st} = 2 \text{ m}$ )

tlak na kojem reagira sigurnosni ventil

krajnji tlak postrojenja

( $d_{pA}$  razlika radnih tlakova = 0,5 bar za postrojenja do 5 bara)

volumen širenja vode (l)

ukupni volumen vode (l)

koeficijent širenja vode za najvišu temperaturu postrojenja  $45 \text{ }^\circ\text{C}$

0,5 % sadržaja vode u postrojenju

Potrebni volumen ekspanzijske posude uvećavamo za 25 %, koji u tom slučaju iznosi

$$V = 16,041 \cong 161$$

Usvaja se ekspanzijska posuda volumena 18 litara (ugradit će se u građevini).

## **9. IZBOR CIRKULACIJSKE PUMPE**

- pad tlaka u ventilatorskom konvektoru	8.000 Pa
- ukupni pad tlaka	68.000 Pa
- protok vode	4,0 l/s

Ugrađena cirkulacijska pumpa u hidrauličkom bloku zadovoljava potrebe.



[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468

## 6. Reference

- [1] Zgrada HT - a, Barčićeva ulica (Rijeka)
- [2] Hala "Publicom" (Žegoti/Rijeka)
- [3] Policijska uprava (Buje)
- [4] Autosalon "Citroen" (Viškovo)
- [5] Zavod za platni promet (Rijeka)
- [6] Sportska dvorana "Gorovo" (Opatija)
- [7] Biskupski ordinarij i svećenički dom (Krk)
- [8] Hotel "Radisson" (Orašac/Dubrovnik)
- [9] "Novi List" - prostori skladišta papira, stare rotacije i foto službe (Rijeka)
- [10] Brodogradilište "Viktor Lenac" - radilište metalnih konstrukcija (Kraljevica)

## 7. Zaključci

Tijekom ove studentske prakse upoznala i naučila sam nešto novo i naučila mnogo toga. Vidjela sam kako se teorijska znanja primjenjuju u procesu izrade projektne dokumentacije; koliko su važna i to mi je dalo poticaj da budem još bolji student. Drago mi je što sam dobila ovu priliku za učenje jer znam da će mi novostečena znanja pomoći i u budućnosti.

Firma radi vrlo učinkovito i organizirano, a ljudi su vrlo pristupačni i spremni objasniti što god je potrebno. Sada znam kada i gdje se koriste različiti klimatizacijski uređaji, znam proračunati dobitke i gubitke topline, kao i dimenzioniranje cijevnih instalacija. Također sada imam više znanja o radu u AutoCadu. Imam osjećaj da sam naučila mnogo o klimatizaciji prostora, sada mi je sve to puno lakše zamisliti kako radi, ali znam da i dalje ima mnogo toga što trebam naučiti.

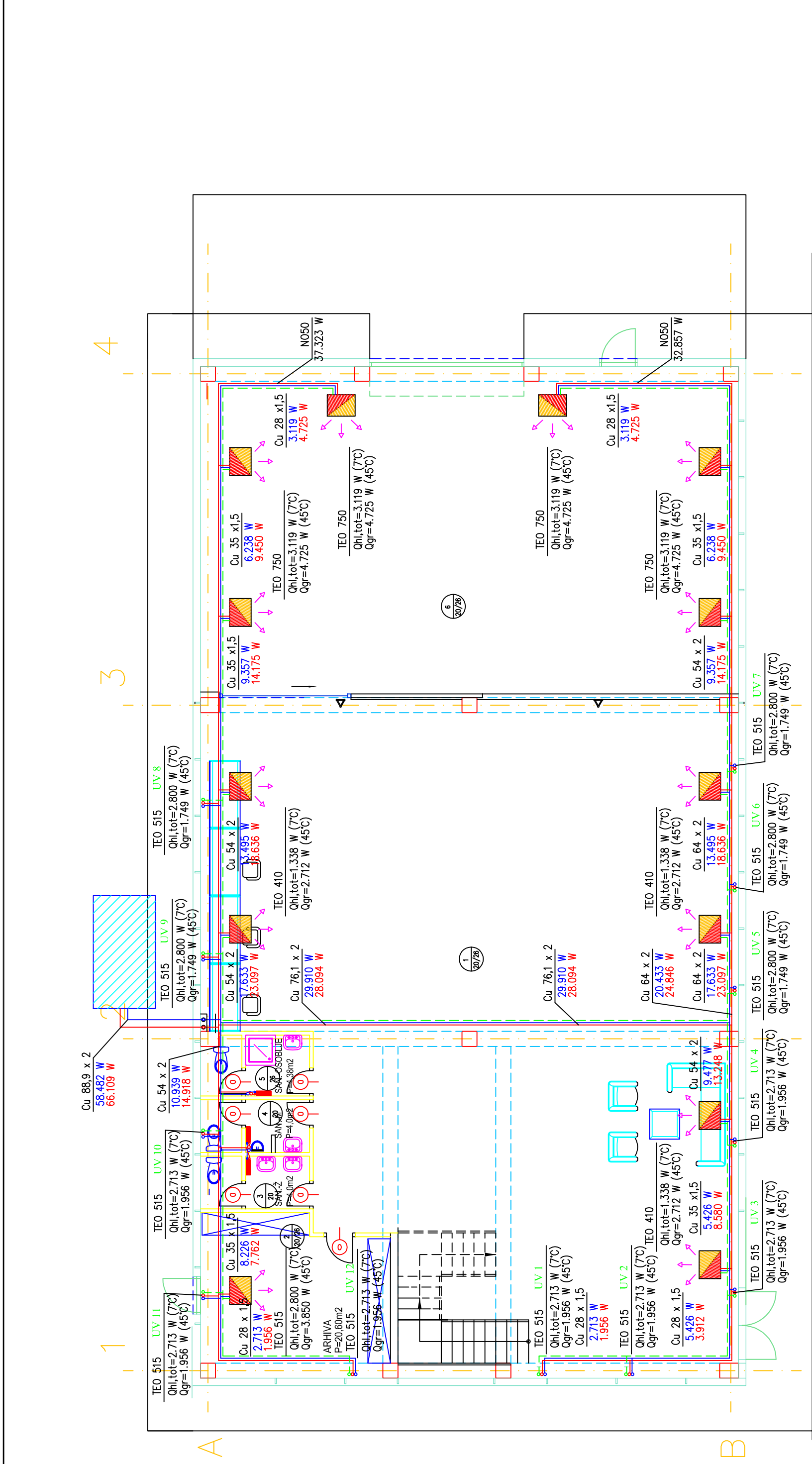
**Datum:** 29.8.2011. **Mjesto:** Rijeka

**Potpis studenta:**

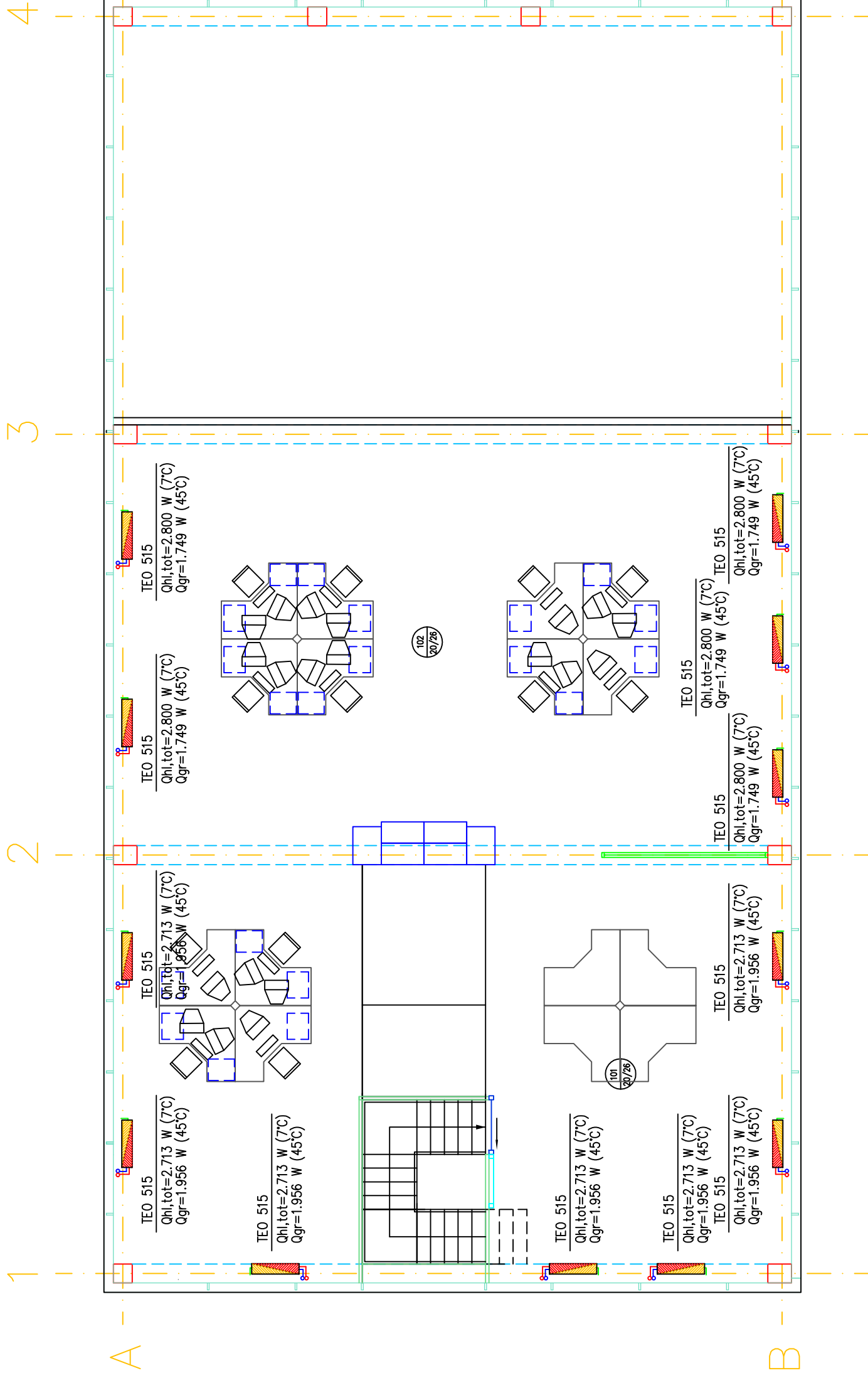
---

**Potpis industrijskoga mentora:**

---



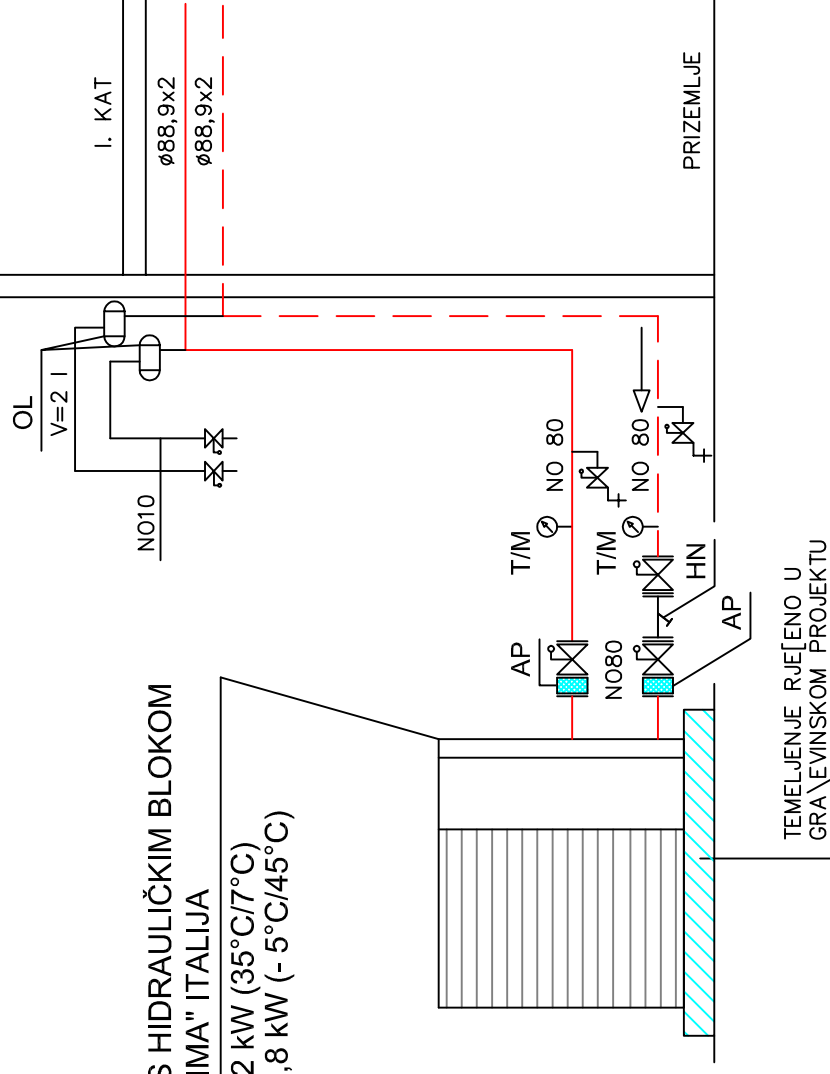
Projekt:	GRIJANJE I HLAĐENJE STROJARSKE INSTALACIJE		Datum:	Ime i matični broj:		Potpis:	Mjerilo:	
	Nacrtača:	Kristina Božić		25.07.2011.	0069047699		1	1 : 100
Sadržaj:	SMJEŠTAJ OPREME - TLOCRT PRIZEMLJA		Provjerio:	Odobrio:	Šk. god.:	List/listova:		M
						3	10/11	
Tehnički fakultet Rijeka			Građevina:			Nacrtni broj:		
Poslovna građevina						1		



Projekt: GRIJANJE I HLAĐENJE STROJARSKE INSTALACIJE	Nacrtao:	Datum:	Ime i matični broj: Kristina Božić 0069047699	Potpis:	Mjerilo: 1 : 100
	25.07.2011.	Br. crteža.: 2			
Sadržaj: SMJEŠTAJ OPREME - TLOCRT KATA	Provjerio:	Odobrio:	Šk. god.: M 10/11	Nacrtni broj: 2	Gradjevina: Poslovna građevina
Tehnički fakultet Rijeka					

**DIZALICA TOPLINE S HIDRAULIČKIM BLOKOM  
WCSE 100 "STARCLIMA" ITALIJA**

$Q_{hl}=96,6 \text{ kW}$ ,  $P_a=37,2 \text{ kW}$  ( $35^\circ\text{C}/7^\circ\text{C}$ )  
 $Q_{gr}=82,9 \text{ kW}$ ,  $P_a=35,8 \text{ kW}$  ( $-5^\circ\text{C}/45^\circ\text{C}$ )



**LEGENDA**

- POLAZNI VOD
- - - - - POVRATNI VOD
- ø88,9x2 — PROMJER CJEVOVODA
- R — RAZDJELNIK, S — SABIRNIK
- AP — ANTIVIBRACIJSKA PRIGU[N]ICA
- T/M — TERMOMANOMETAR ZA MJERNO PODRU^JE OD 0 — 120 °C | 0 — 6 bar
- X- — KUGLASTI VENTIL
- +— — HVATA^ NE^ISTOJE
- X- — KUGLASTA SLAVINA ZA PUNJENJE I PRA@NENJE
- ← — PAD CJEVOVODA

**NAPOMENA**

- SVI VENTILATORSKI KONVEKTORI TIP TEO, PROIZVOD "STARCLIMA".
- SVI VENTILATORSKI KONVEKTORI U PRIZEMLJU OVJEŠENI ISPOD STROPA
- SVI VENTILATORSKI KONVEKTORI NA KATU I RADIJATORI U PRIZEMLJU OVJEŠENI NA ZID
- CIJEVI TEMELJNOG RAZVODA ISPOD STROPA PRIZEMLJA SU IZ TVRDOG BAKRA, A OD RAZVODA DO OGRJEVNIH/RASHLADNIH TIJELA CIJEVI SU IZ MEKOG BAKRA ODGOVARAJUĆEG PROMJERA
- CIJEVI TEMELJNOG RAZVODA IZOLIRATI ARMAFLEXOM DEBLJINE 19 mm
- ODZRAČIVANJE SISTEMA VRŠI SE PREKO ODZRAČNIKA NA VENTILATORSKIM KONVEKTORIMA, RADIJATORIMA I RAZDJELNOM ORMARIĆU TE PREKO ODZRAČNIH LONČIĆA NA NAJVIŠIM MJESTIMA INSTALACIJE.
- SMJE[TAJ] DIZALICE TOPLINE I SPOJ NA OBJEKT PRIKAZAN JE NA NACRTU BR. 1.

**ELEMENTI HIDRAULI^KOG MODULA DIZALICE TOPLINE:**

- 1 AKUMULATOR TOPLINSKE/RASHLADNE ENERGIJE, V=500 litara
- 1 CENTRIFUGALNA PUMPA, 3x380 V, 50 Hz
- 1 EKSPANZIJSKA POSUDA, V=18 l
- 1 AUTOMATSKI ODZRA^NIK
- 1 SIGURNOSNI VENTIL, 4 bar
- 1 OTVOR ZA PUNJENJE S VENTILOM
- 1 OTVOR ZA ISPUST VODE S VENTILOM
- 1 SET MANOMETARA
- PREKIDA^ I ZA[TITA] PUMPE
- PROTUSMRZAVAJUJA ZA[TITA] HIDRAULI^KOG KRUGA (PREKO ELEKTROGRIJA^A N=100 W I TERMOSTATA)

Projekt:	Nacrta[la]:	Datum:	Ime i matični broj:	Potpis:	Br. crteža:	Mjerilo:
	GRIJANJE I HLAĐENJE STROJARSKE INSTALACIJE	25.07.2011.				
Sadržaj:	Provjerio:					
FUNKCIONALANA SHEMA SPAJANJA	Odobrio:					10/11
<b>Tehnički fakultet Rijeka</b>	Građevina:			Nacrtni broj:		
	Poslovna građevina			3		