

# Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt

---

**Koraca, Eta**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:507334>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij strojarstva

Diplomski rad

**PROJEKT PLINSKE INSTALACIJE NA UKAPLJENI NAFTNI  
PLIN ZA UGOSTITELJSKI OBJEKT**

Rijeka, studeni 2024.

Ēta Koraca

0069086491

SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Diplomski sveučilišni studij strojarstva

Diplomski rad

**PROJEKT PLINSKE INSTALACIJE NA UKAPLJENI NAFTNI  
PLIN ZA UGOSTITELJSKI OBJEKT**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich

Komentor: izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić

Rijeka, studeni 2024.

Eta Koraca

0069086491

Zavod: Zavod za termodinamiku i energetiku  
Predmet: Plinska tehnika

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnik: **Eta Koraca (0069086491)**  
Studij: Sveučilišni diplomski studij strojarstva (1100)  
Modul: Procesno i energetska strojarstvo (1117)  
Zadatak: **Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt /  
Gas installation project with liquefied petroleum gas for a restaurant**

### Opis zadatka:

U diplomskom radu potrebno je izraditi projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za grijanje, pripremu potrošne tople vode i kuhanje u ugostiteljskom objektu u Splitu. Potrebnu energiju za hlađenje prostora osigurati VRV klimatizacijskim sustavom. Projekt treba sadržavati: plinsku stanicu i spremnike UNP-a, razvod plinske instalacije, unutarnju plinsku instalaciju, plinsku kotlovnicu, odabir i dimenzioniranje otvora za dovod zraka i odvod produkata izgaranja, odabir plinomjera, zapornih ventila i regulatora tlaka, troškovnik sa specifikacijom opreme, materijala i potrebnih radova te nacrtu dokumentaciju. Nacrtom dokumentacijom obuhvatiti situacijski nacrt, spremnike UNP-a i zone opasnosti, točrt i izometriju plinske instalacije, hidrauličku shemu plinske kotlovnice, isparivački sklop te plinski ormarić s plinomjerom i regulatorom tlaka. Toplinski učin objekta proračunati na temelju toplinskog opterećenja za grijanje nestambenih zgrada (HRN 12831) za klimatske uvjete na području Splita. Potrebnu godišnju toplinsku energiju za grijanje i hlađenje prostora izračunati prema mjesečnoj metodi opisanoj u HRN 13790. Plinsku instalaciju izvesti u skladu sa propisima za projektiranje plinskih instalacija (HSUP-P600), pravilnikom o UNP-u (NN 117/2007) i mjerama zaštite od požara, općim uvjetima za projektiranje plinskih instalacija te posebnim uvjetima nadležnog operatera distribucijskog sustava. Opisati uvjete i postupak ispitivanja nepropusnosti i ispravnosti plinske instalacije prije puštanja u pogon (HSUP-P601.111).

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanja diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Zadatak uručen pristupniku: 20.03.2024.

Mentor:  
izv. prof. dr. sc. Paolo Blečić

Komentor:  
izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:  
izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić

## **IZJAVA**

Sukladno članku 13. Pravilnika o diplomskom radu, diplomskom ispitu i završetku diplomskih sveučilišnih studija Tehničkog fakulteta u Rijeci, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad uz pomoć mentora izv. prof. dr. sc. Paola Blecicha, dipl. ing. stroj. i komentora izv. prof. dr. sc. Igora Bonefačića.

---

Eta Koraca

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Paolu Blecichu na pomoći, pruženim smjericama za izradu ovog diplomskog rada te strpljenju.

Također se zahvaljujem obitelji na potpori tijekom cijelog školovanja, a posebne zahvale upućujem kolegama na prenesenom znanju, pomoći i savjetima.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. UKAPLJENI NAFTNI PLIN .....	2
2.1. Svojstva ukapljenog naftnog plina .....	3
2.2. Spremnici za ukapljeni naftni plin .....	4
2.3. Zone opasnosti.....	5
3. PRORAČUN TOPLINSKOG OPTEREĆENJA PREMA HRN EN 12831 .....	6
3.1. Opis građevine .....	6
Projektni toplinski gubici prostorije .....	8
3.1.1. Projektni transmisijski gubici.....	9
3.1.2. Transmisijski gubici prema vanjskom okolišu.....	9
3.1.3. Transmisijski gubici kroz negrijane prostore .....	10
3.1.4. Transmisijski gubici prema tlu.....	10
3.1.5. Gubici topline prema susjednim prostorijama grijanim na različitu temperaturu... 11	
3.1.6. Ventilacijski toplinski gubici .....	11
3.1.7. Toplinski učin za zagrijavanje nakon prekida rada sustava grijanja .....	14
3.2. Proračun toplinskih gubitaka .....	15
3.3. Proračun toplinskih dobitaka .....	25
4. PRORAČUN POTREBNE TOPLINE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE PREMA HRN 13790 . .....	33
4.1. Toplinski dobitci za proračunski period .....	35
4.2. Izračun mjesečnih i godišnjih vrijednosti toplinske energije za grijanje .....	40
4.2.1. Trajanje sezone grijanja .....	40
4.3. Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje <b>QC, nd</b> .....	43
4.4. Ukupni toplinski dobitci za promatrani proračunski period .....	44
4.5. Izmijenjena toplinska energija proračunske zone za promatrani period .....	44

4.6.	Faktor iskorištenja toplinskih gubitaka za hlađenje $\eta_{C, is}$ .....	45
4.7.	Trajanje sezone hlađenja .....	46
5.	PRORAČUN KOLIČINE TOPLINE ZA ZAGRIJAVANJE VODE.....	49
6.	PLINSKA INSTALACIJA .....	50
6.1.	Odabir kotlova .....	50
6.2.	Razvod plinskih cijevi .....	52
6.3.	Lokacija spremnika .....	54
6.4.	Pad tlaka – srednjetačna i niskotlačna instalacija.....	55
6.5.	Spremnik UNP-a .....	63
6.6.	Proračun dimnjaka .....	64
6.7.	Isparivač UNP-a .....	76
6.8.	Selekcija plinske opreme .....	77
6.9.	Ispitivanje cjevovoda .....	80
7.	PRORAČUN VENTILACIJE.....	81
7.1.	Proračun ventilacije kotlovnice .....	81
7.2.	Proračun kuhinjske nape.....	82
7.2.1.	Glavni termo blok.....	82
7.2.2.	Pizza peć.....	85
7.2.3.	Konvektomat .....	85
7.3.	Proračun ventilacije – restoran .....	86
7.4.	Selekcija opreme .....	88
8.	INSTALACIJA SUSTAVA HLAĐENJA – MULTI SPLIT I MONO SPLIT .....	97
8.1.	Izbor opreme – restoran.....	98
9.	ZAKLJUČAK .....	107
	LITERATURA.....	108
	POPIS TABLICA.....	109
	POPIS SLIKA .....	111



POPIS OZNAKA I MJERNIH JEDINICA .....	113
SAŽETAK.....	123
SUMMARY .....	124
PRILOZI.....	125

## 1. UVOD

U ovom diplomskom radu potrebno je izraditi glavni projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za grijanje, pripremu potrošne tople vode i kuhanje za ugostiteljski objekt u sklopu autokampa.

Projektom je potrebno prikazati plinsku stanicu i spremnike UNP-a, razvod plinske instalacije, unutarnju plinsku instalaciju, plinsku kotlovnice, odabir i dimenzioniranje otvora za dovod zraka i odvod produkata izgaranja, odabir plinomjera, zapornih ventila i regulatora tlaka, troškovnik sa specifikacijom opreme, materijala i potrebnih radova te nacrtu dokumentaciju.

Nacrtna dokumentacija treba sadržavati situaciju, spremnike UNP-a sa zonama opasnosti, tlocrt i izometrijski prikaz plinske instalacije, hidrauličku shemu plinske kotlovnice te plinski ormarić s plinomjerom i regulatorom tlaka.

U sklopu ovog diplomskog rada također je obrađen projekt grijanja, hlađenja i ventilacije restorana.

## 2. UKAPLJENI NAFTNI PLIN

Ukapljeni naftni plin (UNP ili LPG – Liquefied Petroleum Gas) prema Pravilniku o ukapljenom naftnom plinu čine naftni ugljikovodici i njihove smjese u tekućem ili plinovitom stanju, čiji parni tlak prelazi 1,25 bar pri 40°C, koji odgovaraju hrvatskim normama [1]. Većinski se sastoji od propana  $C_3H_8$  i butana  $C_4H_{10}$ , a u sastavu se mogu pronaći i neki drugi plinovi, ali u puno manjim koncentracijama.

UNP je plin bez mirisa i boje. Kako bi se minimizirale moguće opasnosti prilikom propuštanja, dodaju mu se određeni dodaci koji mu daju miris - odoranti, kao što su tetrahidro-tiofen ili etanetiol i tako omogućuju lakše otkrivanje propuštanja kako bi se na vrijeme mogle poduzeti potrebne mjere.

Uporaba mu je vrlo svestrana te se tako koristi u domaćinstvima, automobilske industriji, kao i u mnogim drugim industrijama. Ima mnogo prednosti te se zbog svojih povoljnih svojstava smatra jednim od glavnih alternativnih goriva u današnje vrijeme. Smatra se da u svijetu više od 9.000.000 vozila koristi LPG za pogon čime se potroši oko 16 000 000 tona goriva godišnje ili oko 8% ukupne potrošnje [2]. LPG zamjenjuje i freone u rashladnim sustavima. Transport se vrši brodovima, dok se plin do potrošača vodi plinovodima. UNP se do potrošača dovodi autocisternama ili u bocama.

## 2.1. Svojstva ukapljenog naftnog plina

Svojstva ukapljenog naftnog plina, kao što su kemijska formula, temperatura vrenja, točka smrzavanja, donja i gornja ogrjevna moć te kritični tlak prikazani su u tablici 2.1.

Tablica 2.1: Svojstva UNP-a [2]

Kemijska formula	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Molarna masa, kg/kmol	44,09	58,12
Specifična težina u plina odnosu na zrak (zrak = 1)	1,5	2,0
Specifična težina tekućine u odnosu na vodu (voda = 1)	0,510	0,575
Temperatura isparivanja pri 1 Atm, °C	-42	-0,5
Granice eksplozivnosti sa zrakom, DGE – GGE, %	2,1 – 9,5	1,9 – 8,5
Donja ogrjevna moć, kJ/kg	46 300	45 700
Gornja ogrjevna moć, kJ/kg	50 400	49 500
Donja ogrjevna moć, kJ/m <sup>3</sup> (pri 1 Atm i 15 °C)	86 400	112 400
Gornja ogrjevna moć, kJ/m <sup>3</sup> (pri 1 Atm i 15 °C)	93 900	121 800
Temperatura zapaljenja, °C	510	490
Kritični tlak, bar	42,5	37,8

## 2.2. Spremnici za ukapljeni naftni plin

Razlikujemo podzemne i nadzemne spremnike za ukapljeni naftni plin, a dijele se i prema obliku i to na valjkaste koji mogu biti ležeći ili stojeći i kuglaste. Za podzemne spremnike vrijedi da mogu biti samo valjkasti ležeći. U tablici 2.2 prikazane su sigurnosne udaljenosti spremnika.

Tablica 2.2: : Sigurnosne udaljenosti stabilnih spremnika [1]

Ukupna zapremina spremnika (m <sup>3</sup> )	Sigurnosna udaljenost do susjednih objekata ili javnog puta (m)		Sigurnosna udaljenost između spremnika (m)	
	nadzemni	podzemni	nadzemni	podzemni
<b>6,4 – 100</b>	5	5	2,0	1,0
<b>101 – 500</b>	20	15	2,0	1,0
<b>500 – 1000</b>	50	20	2,5	2,0
<b>1001 – 3000</b>	75	25	2,5	2,0

U ovom projektu predviđena je ugradnja podzemnog spremnika. Pod podzemnim spremnicima podrazumijevaju se ukopani spremnici ili spremnici postavljeni u komore, kod kojih se razina plašta nalazi najmanje 60 cm ispod razine zemljišta, kao i spremnici smješteni u prirodne podzemne šupljine u kojima geološki uvjeti to dopuštaju [1]. Bitno je naglasiti da se iznad podzemnih spremnika ne smiju graditi nikakvi putevi niti objekti. Svi priključci na podzemnom spremniku moraju se nalaziti na gornjoj strani spremnika, u pravilu, na ulaznom otvoru ili na posebnom pristupačnom mjestu, osim usisnog priključka za pumpu koji se može nalaziti i s donje strane spremnika [1].

### 2.3. Zone opasnosti

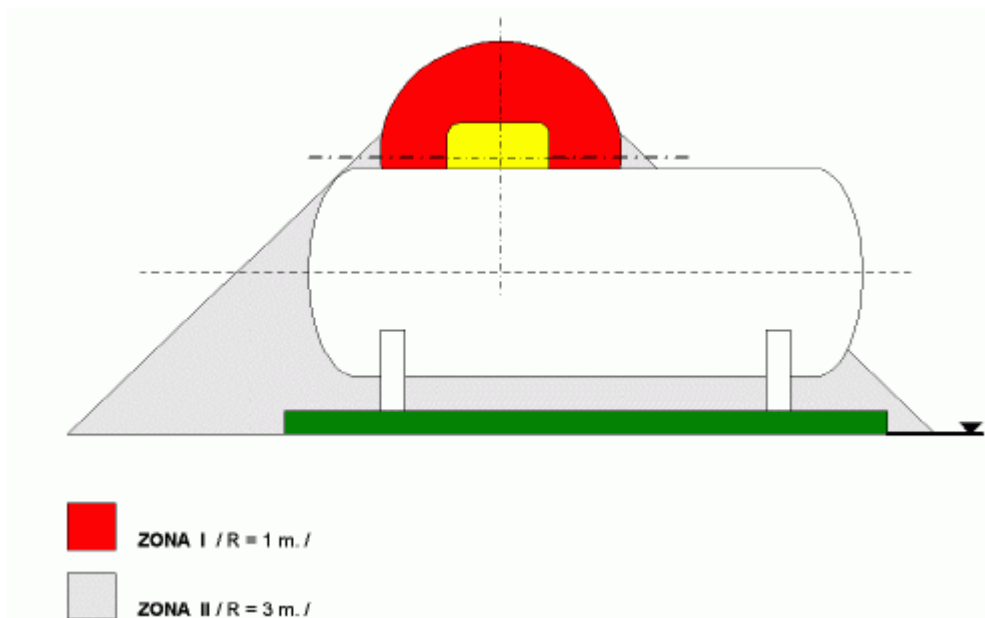
Razlikujemo 0, 1 i 2 zonu opasnosti. One su definirane Pravilnikom o ukapljenom naftnom plinu.

Zona 0 predstavlja prostor u kojem je eksplozivna smjesa prisutna trajno ili neki duži period.

Zona 1 određena je prostorom u kojemu postoji mogućnost prisustva eksplozivne smjese kod normalnog rada.

Zona 2 označava prostor u kojemu nema očekivanja prisutnosti eksplozivne smjese u normalnom radu, a moguća je njezina pojava u nekom kraćem periodu.

Zone opasnosti prikazane su na slici 2.1.



Slika 2.1: Zone opasnosti [1]

### 3. PRORAČUN TOPLINSKOG OPTEREĆENJA PREMA HRN EN 12831

#### 3.1. Opis građevine

Konstrukcija građevine restorana je jednoetažna.

Nosivu konstrukciju poslovne građevine čine armiranobetonski stupovi u kombinaciji sa zidovima od blok opeke debljine  $d=20$  cm. Temeljenje je izvedeno na a.b. temeljnim stopama ispod stupova te a.b. trakastim temeljima ispod zidova.

Pregradni zidovi izvedeni su od porolit opeke debljine  $d=7, 10$  i  $12$  cm, ožbukani produžno-cementnom žbukom  $d=2,0$  cm te dijelom obloženi keramičkim pločicama.

Krovna konstrukcija izvedena je kao višestrešna, različitih nagiba, kao drvena konstrukcija, sa drvenim glavnim i sekundarnim nosačima, pokrivena dijelom valovitim limom i crijepom.

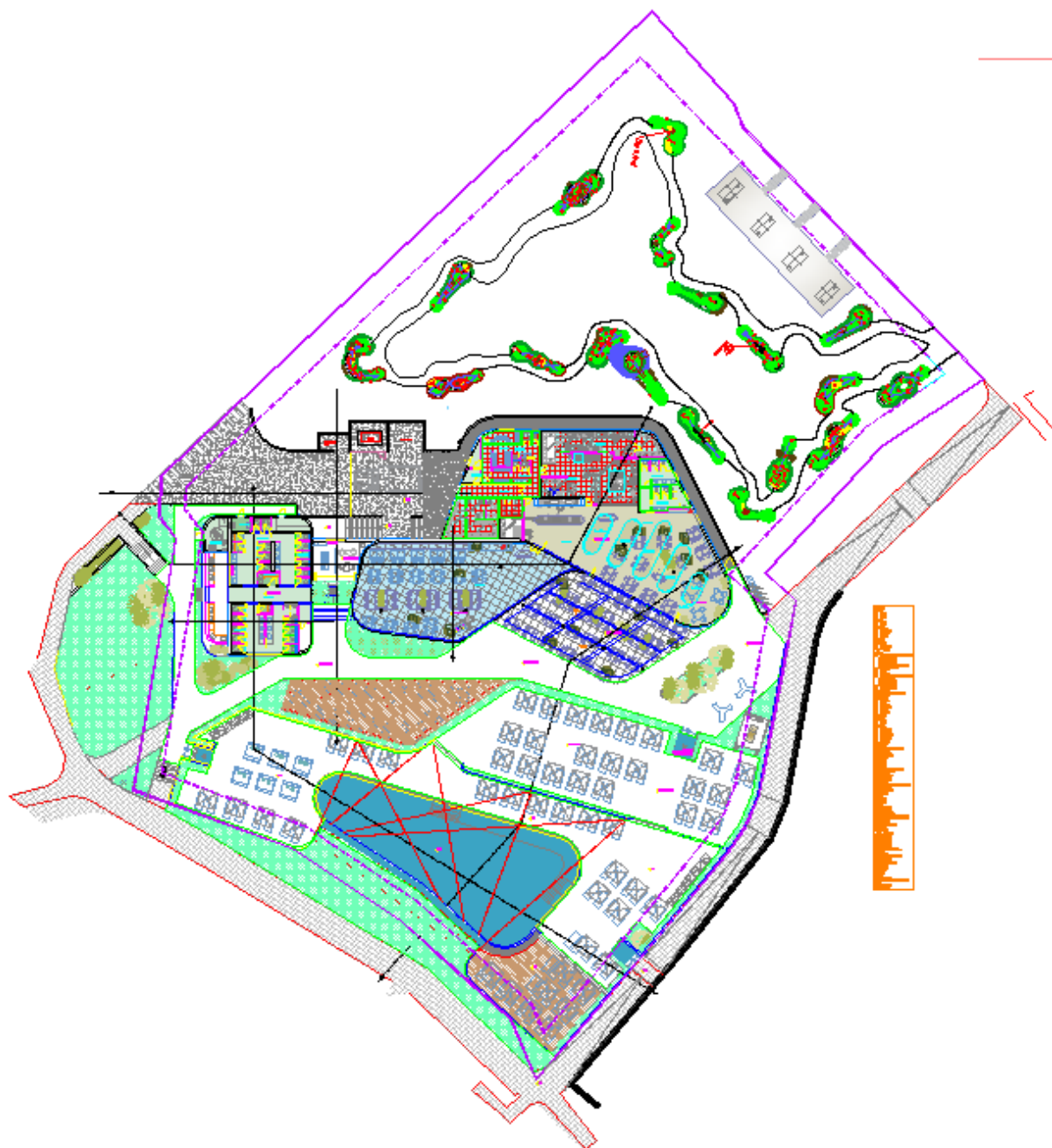
#### SANITARNI ČVOR SA STROJARNICOM

Nosivi zidovi sanitarnog čvora i strojarnice izvode se dijelom od blok opeke debljine  $d=25$  cm a dijelom kao a.b. zidovi debljine  $d=25$  cm te se oslanjaju na a.b. temeljnu ploču debljine  $d=30$  cm. Na svim sudarima i slobodnim završecima zidova izvode se vertikalni a.b. serklaži, a u visini temeljne, međukatne i krovne konstrukcije iznad i ispod svih zidova horizontalni a.b. serklaži. Međukatna konstrukcija izvodi se kao armiranobetonska debljine  $d=25$  cm sa pripadajućim gredama i nadvojima. Krovna konstrukcija izvodi se kao armiranobetonska, ravan krov, debljine  $d=20$  cm sa pripadajućim gredama, vijencima i nadvojima.

#### OBJEKT RESTORANA

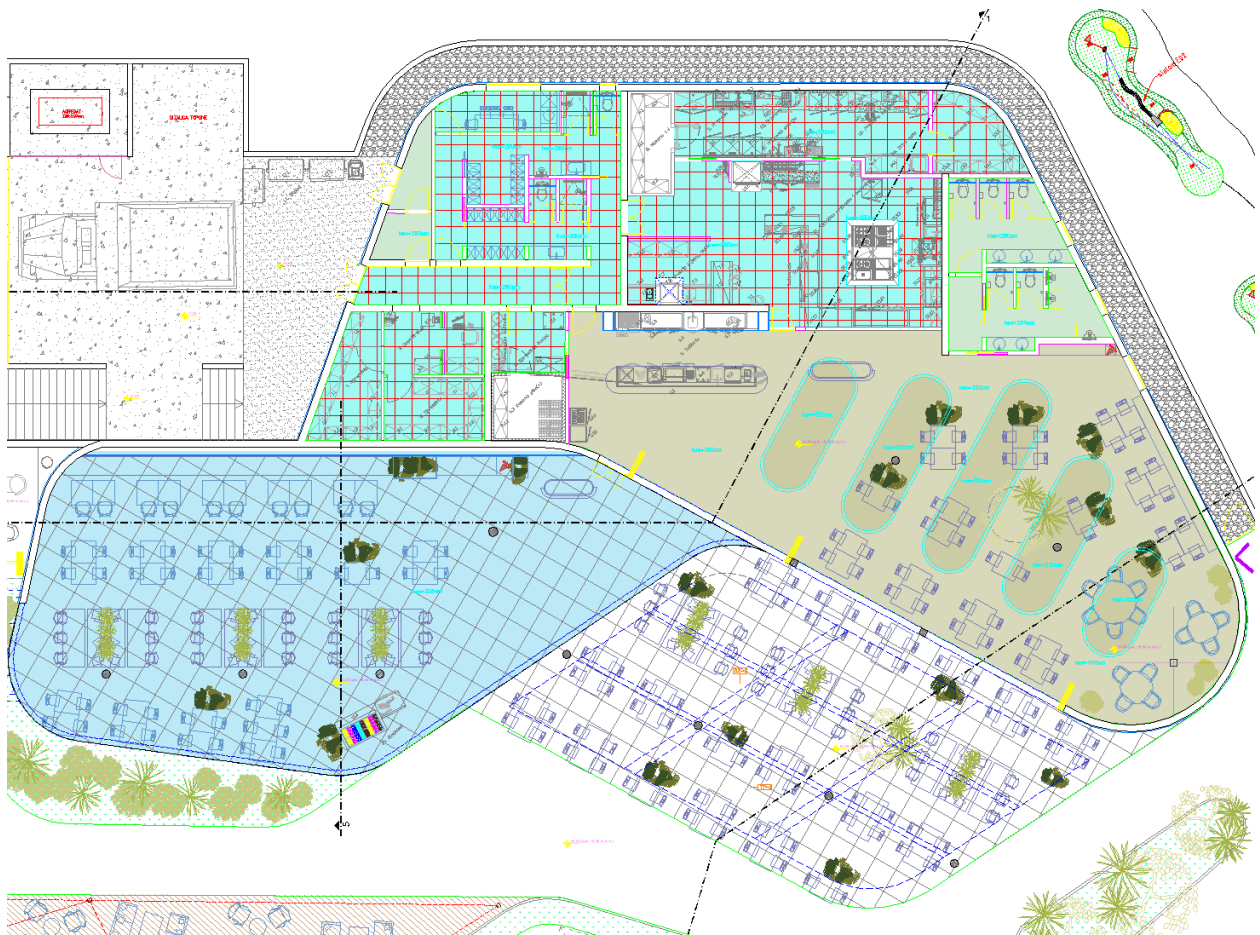
Nosivi zidovi objekta restorana izvode se kao a.b. zidovi debljine  $d=25$  cm te se oslanjaju na a.b. temeljne trake dimenzija  $60/70$  cm. Na svim sudarima i slobodnim završecima zidova izvode se vertikalni a.b. serklaži, a u visini krovne konstrukcije iznad svih zidova horizontalni a.b. serklaži. Osim a.b. zidova kao nosivi elementi izvode se i a.b. stupovi koji se oslanjaju na a.b. temeljne stope. Krovna konstrukcija izvodi se kao armiranobetonska, ravan krov, debljine  $d=25$  cm sa pripadajućim gredama, vijencima i nadvojima. Podna ploča izvodi se debljine  $d=10$  cm.

Na slici 3.1 prikazan je situacijski nacrt građevine, a na slici 3.2 situacijski nacrt restorana.



*Slika 3.1: Situacijski nacrt*





*Slika 3.2: Situacijski nacrt restorana*

U nastavku će biti opisan postupak proračuna toplinskog opterećenja restorana.

Proračun je proveden pomoću programa AX3000, prema normi HRN EN 12831. Temeljem dobivenih rezultata odabrat će se oprema potrebna za projektiranje sustava grijanja i pripreme potrošne tople vode. U nastavku je opisan postupak proračuna te su na kraju prikazani rezultati dobiveni pomoću softvera.

Za proračun je potrebno definirati projektnu vanjsku zimsku temperaturu koja za Split iznosi  $\vartheta_e = -4^\circ\text{C}$ .

### **Projektni toplinski gubici prostorije**

Ukupni gubici sastoje se od transmisijskih i ventilacijskih gubitaka te dodatnog toplinskog učina za postizanje projektne temperature nakon prekida grijanja kako je prikazano u jednadžbi (3.1):

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [\text{W}] \quad (3.1)$$

pri čemu su:

$\Phi_{T,i}$  – projektni transmisivski gubici topline prostorije [W]

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

$\Phi_{RH,i}$  – toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja [W]

### 3.1.1. Projektni transmisivski gubici

Računaju se prema izrazu (3.2):

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})(\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (3.2)$$

gdje je:

$H_{T,ie}$  – koeficijent transmisivskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu [W/K]

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

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

$H_{T,ij}$  – koeficijent transmisivskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature [W/K]

$\theta_{int,i}$  – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora [°C]

$\theta_e$  – vanjska projektna temperatura [°C]

### 3.1.2. Transmisivski gubici prema vanjskom okolišu

Računaju se prema izrazu (3.3):

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k U_k e_k + \sum_l \psi_l l_1 e_l \quad [\text{W/K}] \quad (3.3)$$

gdje je:

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

$e_k, e_l$  – korekcijski faktori izloženosti koji uzimaju u obzir klimatske utjecaje kao vlažnost, temperatura, brzina vjetra. Određuju se na nacionalnoj razini. Ako vrijednosti nisu određene računati s vrijednosti 1.

$U_k$  – koeficijent prolaza topline elementa građevine „k“ [W/m<sup>2</sup>K]

$\psi_l$  – linearni koeficijent prolaza topline linearnog toplinskog mosta „l“ [W/mK]

$l_1$  – dužina linijskog toplinskog mosta između vanjskog okoliša i prostorije [m]

### 3.1.3. Transmisijski gubici kroz negrijane prostore

Dobivaju se iz jednadžbe (3.4):

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k U_k b_u + \sum_l \psi_l l_1 b_u \quad [\text{W/K}] \quad (3.4)$$

pri čemu je:

$b_u$  – faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir temperaturu negrijanog prostora ( $\theta_u$ ) i vanjsku projektanu temperaturu, a računa se kao:

$$b_u = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_u}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad (3.5)$$

### 3.1.4. Transmisijski gubici prema tlu

Računaju se kao:

$$H_{T,ig} = f_{g1} f_{g2} (\sum_k A_k U_{\text{equiv},k}) G_W \quad [\text{W/K}] \quad (3.6)$$

gdje je:

$f_{g1}$  – korekcijski faktor za utjecaj godišnje oscilacije vanjske temperature (predložena vrijednost iznosi 1,45)

$f_{g2}$  – faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir razliku između godišnje srednje vanjske i vanjske projektne temperature, a računa se prema izrazu (3.7):

$$f_{g2} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{m,e}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad (3.7)$$

$U_{\text{equiv},k}$  – ekvivalentni koeficijent prolaza topline iz tablica i dijagrama prema tipologiji poda (dubina ispod površine tla, koeficijent Upod, karakteristika B'...) [W/m<sup>2</sup>K]

$G_W$  – korekcijski faktor za utjecaj poda do vode  $\leq 1\text{m}$  uzeti 1,15 inače 1,00

### 3.1.5. Gubici topline prema susjednim prostorijama grijanim na različitu temperaturu

Dobivaju se prema jednadžbi (3.8):

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} A_k U_k \quad [\text{W/K}] \quad (3.8)$$

gdje je:

$f_{ij}$  – faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir razliku između temperature susjednog prostora i vanjske projektne temperature, a računa se prema izrazu (3.9):

$$f_{ij} = \frac{\vartheta_{\text{int},i} - \vartheta_{\text{ads}}}{\vartheta_{\text{int},i} - \vartheta_e} \quad (3.9)$$

### 3.1.6. Ventilacijski toplinski gubici

Računaju se prema izrazu (3.10):

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \times (\vartheta_{\text{int},i} - \vartheta_e) \quad (3.10)$$

pri čemu je:

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

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

$\vartheta_e$  – vanjska projektna temperatura [°C]

Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka dobiva se iz izraza (3.11):

$$H_{V,i} = V_i \times \rho \times c_p \quad [\text{W/K}] \quad (3.11)$$

gdje je:

$V_i$  – protok zraka u grijani prostor [m<sup>3</sup>/s]

$\rho$  – gustoća zraka pri  $\vartheta_{\text{int},i}$  [kg/m<sup>3</sup>]

$c_p$  – specifični toplinski kapacitet zraka pri  $\vartheta_{\text{int},i}$  [kJ/kgK]

Protok zraka  $V_i$

Bez ventilacijskog sustava:

$$V_i = \max(V_{\text{inf},i}, V_{\text{min},i}) \quad (3.12)$$

pri čemu je:

$V_{\text{inf},i}$  – maksimalni protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zatore

$V_{\text{min},i}$  – minimalni higijenski protok zraka, koji se računa prema izrazu (3.13):

$$V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \times V_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.13)$$

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

$V_i$  – volumen prostorije [ $\text{m}^3$ ]

Minimalni broj izmjena zraka definiran je normom HRN EN 12831 i odabire se iz tablice 3.1:

Tablica 3.1: Minimalni broj izmjena  $n_{\text{min}}$

Tip prostorije	$n_{\text{min}} [\text{h}^{-1}]$
Prostor za boravak (default)	0,5
kuhinja ili kupaona sa prozorom	1,5
Uredski prostor	1,0
Soba za sastanke, učiona	2,0

Infiltracija kroz zatore  $V_{\text{inf},i}$  računa se kao:

$$V_{\text{inf},i} = 2 \times V_{\text{int}} \times n_{50} \times e_i \times \varepsilon_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.14)$$

$n_{50}$  – broj izmjena zraka u prostoriji ( $\text{h}^{-1}$ ) pri razlici tlaka 50 Pa, odabire se iz tablice 3.2:

Tablica 3.2: Broj izmjena zraka,  $n_{50}$

Gađevina	$n_{50} [\text{h}^{-1}]$		
	stupanj zabrtvljenosti		
	visok (dobro zabrtvljeni prozori i vrata)	srednji (dvostruki prozori, normalno zabrtvljeni)	nizak (jednostruki prozori bez brtvi)
Obiteljska kuća	< 4		> 10
ostali tipovi zgrada	< 2	2 - 5	> 5

$e_i$  – koeficijent zaštićenosti, uzima u obzir utjecaj vjetra odnosno zaštićenost zgrade i broj otvora prema okolici, odabire se iz tablice 3.3:

Tablica 3.3: Koeficijent zaštićenosti,  $e_i$

Klasa zaštićenosti	$e_i$		
	Grijani prostor bez vanjskih otvora	Grijani prostor s jednim vanjskim otvorom	Grijani prostor s više od jednog vanjskog otvora
Bez zaštite (Građvine na vjetrovitom području, visoke zgrade u gradovima)	0	0,03	0,05
Srednja zaštita (građevine okružene drvećem i drugim zgradama)	0	0,02	0,03
Visoka zaštita (građevine srednje visine u centru grada, građevine u šumi)	0	0,01	0,02

$\varepsilon_i$  – korekcijski faktor za visinu, uzima u obzir različit odnos tlakova sa povećanjem visine iznad zemlje, prema tablici 3.4 iznosi:

Tablica 3.4: Korekcijski faktor za visinu,  $\varepsilon_i$

Visina grijanog prostora iznad tla (sredina visine prostorije do razine tla)	$\varepsilon$
0 – 10 m	1,0
> 10 – 30 m	1,2
> 30 m	1,5

Sa ventilacijskim sustavom:

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \times f_{V,i} + V_{\text{mech,inf},i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.15)$$

gdje je:

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

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

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

$f_{V,i}$  – faktor smanjenja temperature razlike, i računa se kao:

$$f_{V,i} = \frac{\vartheta_{\text{int},i} - \vartheta_{\text{su},i}}{\vartheta_{\text{int},i} - \vartheta_e} \quad (3.16)$$

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

Višak odvedenog zraka može se odrediti prema:

$$\text{Za cijelu zgradu: } V_{\text{mech,inf}} = \max(V_{\text{ex}} - V_{\text{su}}, 0) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.17)$$

$$\text{Za prostoriju: } V_{\text{mech,inf},i} = V_{\text{mech,inf}}(V/\Sigma V) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.18)$$

### 3.1.7. Toplinski učin za zagrijavanje nakon prekida rada sustava grijanja

Kod prostora s prekidom grijanja potrebna je dodatna toplina za zagrijavanje do projektne temperature jer ona pada za vrijeme prekida rada sustava grijanja. Ta toplina potrebna za zagrijavanje najviše ovisi o padu temperature tijekom prekida, vremenu zagrijavanja te toplinskom kapacitetu elemenata građevine.

Dodatni toplinski učin za postizanje projektne temperature nakon prekida grijanja računa se prema izrazu (3.19):

$$\phi_{\text{RH},i} = A_i \times f_{\text{RH}} \quad [\text{W}] \quad (3.19)$$

Gdje su:

$A_i$  – površina poda prostorije s polovicom debljine zidova, [m<sup>2</sup>]

$f_{\text{RH}}$  – korekcijski faktor koji ovisi o trajanju prekida grijanja i padu temperature tijekom prekida grijanja (prema dodatku D.6 norme HRN EN 12831) i iznosi  $f_{\text{RH}} = 25$  [W/m<sup>2</sup>]

### 3.2. Proračun toplinskih gubitaka

Proračun toplinskih gubitaka i dobitaka topline proveden je pomoću programa AX3000. Vanjska projektna temperatura za grad Split iznosi  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  dok srednja godišnja temperatura iznosi  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Proračun se vrši tako što se podloge importiraju u program te se najprije odabere referentni grad i odredi se orijentacija građevine, a potom program sam povuče sve potrebne podatke za izabrani grad. Potom se definiraju dimenzije svih otvora – prozora i vrata, a nakon toga se definira prostorija po prostorija, određuje se grije li se i/ili hladi prostorija ili ne, te na koju temperaturu. Sve prostorije osim kupaonica i wc-a griju se na  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dok za navedene prostorije ta temperatura iznosi  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Za hlađenje se odabire temperatura od  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

U tablici 3.5 prikazani su ukupni toplinski dobitci koji su dobiveni proračunom u programu AX3000. Ukupni toplinski gubitak  $\phi_{HL}$  dobiva se kao zbroj transmisijskih  $\phi_T$  i ventilacijskih gubitaka topline  $\phi_V$ , dok je gubitak topline zbog infiltracije zraka već uračunat u ventilacijske gubitke.

Tablica 3.5: Ukupni toplinski gubici

Room		$\phi_T$	$\phi_{V,min}$	$\phi_{RH}$	$\phi_{HL}$	
No.	Name	W	W	W	W	W/m <sup>2</sup>
R.01	BLAGOVAONA	3457	5523	5641	14620	65
R.02	WC	605	799	700	2104	75
R.04	KUHINJA	1159	3201	2179	6540	75
R.06	GARDEROBA	369	1423	969	2761	71
R.07	BLAGOVAONA	293	80	163	536	82
R.12	DEPAKIRANJE	150	311	212	672	79
<b>Sums for building</b>			<b>11337</b>	<b>9863</b>	<b>27232</b>	



U tablici 3.6 nalaze se opći podaci o građevini, kao što su projektna vanjska i unutarnja temperatura, godišnja balansna vanjska temperatura, dimenzije građevine, površina, broj katova, visina građevine, dubina podne ploče, površina ploče u dodiru sa zemljom, faktor utjecaja podnih voda, faktor periodičnih fluktuacija, zrakonepropusnost oplošja zgrade, te simultani efektivni dio ventilacije.

Tablica 3.6: Opći podaci o građevini

CHARACTERISTICS	
<b>Building / Airtightness of building envelope</b> <input type="checkbox"/> Category 1a (acc. to EnEV vent. and ac. system) <input type="checkbox"/> Category 1b (EnEV without vent. and ac. system) <input type="checkbox"/> Category 2 (medium density) <input type="checkbox"/> Category 3 (low density) <input type="checkbox"/> Category 3 (high permeable)	<b>Building location</b> <input type="checkbox"/> high shielding <input checked="" type="checkbox"/> moderate shielding <input type="checkbox"/> no shielding
<b>Effective building bulk*</b> <input type="checkbox"/> light <input checked="" type="checkbox"/> medium/heavy	<b>Referred values* (acc. : )</b> $C_{work}$ 35,00 Wh/(m <sup>3</sup> .K) or $C_{work}$ Wh/(K) $H_{Abs}$ 704,33 W/K $\tau$ 0,07 H
<small>* Fill only if no exterior temp. Correction should be processed and/or reheat performances are planned.            Global acc. to 3.6.4 supplemental sheet or value from calculation course acc. To EnEV/WSchV) or detailed calculation.</small>	
TEMPERATURES	
Exterior temperature $\theta'_e$ -4 °C	Annual balance of exterior temp. $\theta_{m,e}$ 16 °C
Exterior temp. Correction $\Delta\theta_e$ 0 K	Interior temp. acc. To
Norm- exterior temp. $\theta_e$ -4 °C	<input checked="" type="checkbox"/> Norm <input type="checkbox"/> Agreement acc. to form V
DIMENSIONS	
Width $b_{Bdg}$ 24 m	No. of floors $N$ 1 -
Length $l_{Bdg}$ 34 m	Building height $H_{Bdg}$ 4 m
Ground surface $A_{Bdg}$ 470 m <sup>2</sup>	
Ground	
Depth of baseplate * $z$ 0 m	Ground water depth $T$ 2 m
Ground touching area * $P$ 470 m	Factor influence ground water $G_w$ 1,15 -
Parameters * $B'$ 0 m	Factor periodic fluctuation $f_{g1}$ 1,45 -
<small>* Values can departure roomwise</small>	
VENTILATION	
Airtightness of building envelope	$n_{50}$ 3 H <sup>-1</sup>
Simultaneous effective ventilation heat part	$\zeta_v$ 0,5 -
Heat allocation degree (WRG-system manufacturer data or limitation value)	$H_{HRG}$ 0 -
ADDITIONAL REHEAT PERFORMANCE	
<input type="checkbox"/> no calculation <input type="checkbox"/> Calculation acc. to utilisation profile (Form, 3.6.3) <input checked="" type="checkbox"/> Calculation acc. To temperature loss (Form, 3.6.4)	
Sink time $t_{Abs}$ 0 H	Interior temp. loss $\Delta\theta_{RH}$ 4 K
Reheat time $t_{RH}$ 0 H	Reheat time $t_{RH}$ 2 H
Air change (during sink time) $n_{Abs}$ H <sup>-1</sup>	Air change (in sink time) $n_{Abs}$ 0,50 H <sup>-1</sup>
	<b>Reheat factor: <math>f_{RH}</math> 25 W/m<sup>2</sup></b>

U tablici 3.7. prikazana je kompozicija građevine, a tu spada transmisivni koeficijent toplinskih gubitaka, ventilacijski koeficijent toplinskih gubitaka i koeficijent toplinskih gubitaka zgrade. Zatim su navedeni ventilacijski toplinski gubici, minimalni protok zraka, ukupni ventilacijski toplinski gubici, toplinski gubici građevine te ukupni gubici građevine. Na dnu su navedeni površina grijanog dijela zgrade i volumen grijanog dijela zgrade te oplošje zgrade.

Tablica 3.7: Kompozicija građevine

BUILDING COMPOSITION		
<b>HEAT LOSS COEFFICIENTS</b>		<b>W/K</b>
Transmission heat loss coefficient	$\Sigma H_{T,e}$	637,2
Ventilation heat loss coefficient	$\Sigma H_V$	410,7
Building heat loss coefficient	$H_{Bdg}$	1.047,9
<b>HEAT LOSSES</b>		<b>W</b>
<b>Transmission heat losses (to exterior)</b>	$\Phi_{T,Bdg}$	<b>6.032,9</b>
Ventilation heat losses		
Min. air volume flow	$\Phi_{V,min,Bdg} = 0,5 * \Sigma \Phi_{V,min}$	5.668,5
out of natural infiltration $\zeta = 0,50$	$\Phi_{V,inf,Bdg} = \zeta * \Sigma \Phi_{V,inf}$	413,0
out of mechanical additional supply volume flow	$\Phi_{V,su,Bdg}$	0,0
out of mech. Infiltrated volume flow	$\Phi_{V,mech,inf,Bdg}$	0,0
<b>Ventilation heat losses</b>	$\Phi_{V,Bdg}$	<b>5.668,5</b>
<b>NORM BUILDING HEAT LOAD</b>		<b><math>\Phi_{HL,Bdg}</math> 17369,9 W</b>
<b>ADDITIONAL HEATUP PERFORMANCE</b>		<b><math>\Phi_{RH,Bdg}</math> 9862,5 W</b>
<b>PLACEMENT HEATING PERFORMANCE</b>		<b><math>\Phi_{Placem,Bdg}</math> 27232,4 W</b>
<b>REFERRED VALUES</b>		
Heat load / heated building surface	$A_{N,Bdg}$ <u>394,5 m<sup>2</sup></u> $\Phi_{HL,Bdg} / A_{N,Bdg}$	44,0 W/m <sup>2</sup>
Heat load / heated building volume	$V_{N,Bdg}$ <u>1183,5 m<sup>3</sup></u> $\Phi_{HL,Bdg} / V_{N,Bdg}$	14,7 W/m <sup>3</sup>
heat conducting embracing surface	$A$ <u>1122,7 m<sup>2</sup></u>	
<b>spec. transmission heat loss coefficient</b>	$H_T'$ 637,20 W/K	<b>1,62 W/(m<sup>2</sup>.K)</b>

U tablicama 3.8-3.13 prikazani su toplinski gubici za svaku pojedinu prostoriju. Prikazani su građevni dijelovi svake pojedine prostorije, površine tih građevnih dijelova, U-vrijednosti, gubici po svakom građevnom dijelu, temperatura do koje se grije, podaci o infiltraciji, volumen, površina i visina prostorije, ukupni ventilacijski i transmisijski gubici te na kraju ukupni toplinski gubici za svaku prostoriju.

Koeficijenti prolaza topline građevinskih komponenti blagovaone su  $0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$  za pod (BF),  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  za krov (CE),  $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$  za vanjske zidove (EW),  $1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$  za prozore (WE). Koeficijent transmisijskog gubitka promatrane komponente ( $H_{T,i}$ , stupac 15.) dobiva se kao umnožak koeficijenta prijelaza topline ( $U$ , stupac 14), površine građevinske komponente ( $A$ , stupac 6.) i korekcijskog faktora ( $f_{g2}$ , stupac 11.) za smanjenje temperaturne razlike za gubitke prema tlu (jednadžba 3.7) ili korekcijskog faktora ( $b_u$ , stupac 11) za smanjenje temperaturne razlike za gubitke kroz negrijani prostor (jednadžba 3.5). Toplinski tok transmisijskih gubitaka topline promatrane komponente (stupac 16.) dobiva se kao umnožak koeficijenta transmisijskog gubitka (stupac 15.) i temperaturne razlike između unutarnje i vanjske projektne temperature ( $\theta_{\text{int}} - \theta_e = 20 - (-4) = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ ), prema izrazu (3.2).

Koeficijent ventilacijskih gubitaka topline ( $H_v = 230,13 \text{ W/K}$ ) dobiva se prema izrazu (3.10), kao umnožak ukupnog protoka zraka u blagovaoni ( $676,86 \text{ m}^3/\text{h}$  za 1 izmjenu zraka na sat), gustoće zraka  $1,22 \text{ kg/m}^3$  i spec. toplinskog kapaciteta zraka od  $1006 \text{ J/kgK}$ . Toplinski tok ventilacijskih gubitaka topline dobiva se množenjem koeficijenta ventilacijskih gubitaka topline i temperaturne razlike između unutarnje i vanjske projektne temperature.

Toplinski tok za ponovno zagrijavanje nakon prekida rada sustava grijanja ( $\phi_{\text{RH}} = 5640 \text{ W}$ ) dobiva se kao umnožak površine blagovaone ( $A_R = 225,62 \text{ m}^2$ ) korekcijskog faktora  $f_{\text{RH}} = 25 \text{ W/m}^2$ . Za zgradu restorana, pretpostavljen je pad temperature od  $4 \text{ K}$  za vrijeme prekida rada sustava grijanja, velika masa zgrade i vrijeme zagrijavanja od  $2 \text{ h}$  te je stoga  $f_{\text{RH}} = 25 \text{ W/m}^2$  prema tablici 13. u propisu HRN 12831.

Na isti način dobivene su sve preostale vrijednosti za ostale prostorije.

Tablica 3.8: Toplinski gubici – blagovaona

Calculation off norm heat load acc. to DIN EN 12831 (detailed method)																	
ROOM-Heat load																	
Floor No.:		R				Room-No.: R.01				Name:		BLAGOVAONA				Apartment:	
<b>Interior temperature</b>		$\theta_{int}$ 20,00 °C				<b>Infiltration</b>											
<b>Min. air change</b>		$n_{min}$ 1,00 H <sup>-1</sup>				Air change rate		$n_{50}$ 3,00 H <sup>-1</sup>									
<b>Dimensions</b>						Coefficient shielding class		$e$ 0,02 -									
Room width		$b$ 19,42 m				Height above ground		$H$ 0,00 m									
Room length		$l_R$ 11,62 m				Height correction factor		$\epsilon$ 1,00 -									
Room surface		$A_R$ 225,62 m <sup>2</sup>				<b>Mechanic ventilation</b>											
Floor height		$H_G$ 3,00 m				Supply air volume flow		$V_{su}$ m <sup>3</sup> /h									
Ceiling thickness		$d$ 0,00 m				- Temperature		$\phi_{su}$ °C									
Room height		$H_R$ 3,00 m				- Correction factor		$f_{V,su}$ -									
Room volume		$V_R$ 676,86 m <sup>3</sup>				Exhaust air volume flow		$V_{ex}$ m <sup>3</sup> /h									
<b>Ground</b>						Overtopping adjacent rooms		$V_{mech,inf,ij}$ m <sup>3</sup> /h									
Depth below ground		$z$ 0,00 m				- Temperature		$\phi_{mech,inf,ij}$ °C									
Ground touching surface		$P$ 53,28 m				- Correction factor		$f_{V,mech,inf,ij}$ -									
B'-value <input checked="" type="checkbox"/> roomwise		$B'$ 8,83 m				mech. Infiltration outside		$V_{mech,inf,e}$ m <sup>3</sup> /h									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Orientation	Component part	No	Width	Length/Height	Gross surface	Reduction surface	Net surface	adjoin to	adjacent temperature	Correction factor	U-value	Correction value Heat bridge	corrected U-value	Heat loss coefficient	Transmission heat loss		
	Typ	n	b	l/h	A <sub>Gross</sub>	A <sub>Reduc</sub>	A <sub>Net</sub>	e/g b/u	$\theta_{adj} / \theta_{ij}$ °C	$e/b_{ij}$ $f_{gl}/f_{ij}$	U	$\Delta U_{PF}$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{j,equiv}$	$H_T$ W/K	$\phi_T$ W		
			m		m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>										
BF	BF	1	19,42	12,11	235,24	0,00	235,24	G	16	0,17	0,50	0,05	0,55	21,99	518		
CE	CE	1	19,42	12,11	235,24	0,00	235,24	u	8	0,50	0,30	0,05	0,35	41,17	988		
WSW	EW	1	0,41	3,00	1,24	0,00	1,24	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,62	15		
WSW	EW	1	0,33	3,00	0,99	0,00	0,99	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,50	12		
WSW	EW	1	0,49	3,00	1,47	0,00	1,47	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,73	18		
WSW	EW	1	19,42	3,00	58,27	1,00	57,27	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	28,64	687		
	WE	1	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	e	-4	1,00	1,80	0,05	1,85	1,85	44		
WSW	EW	1	0,47	3,00	1,42	0,00	1,42	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,71	17		
WSW	EW	1	1,71	3,00	5,12	0,00	5,12	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	2,56	61		
WSW	EW	1	3,04	3,00	9,12	0,00	9,12	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	4,56	109		
SW	EW	1	0,72	3,00	2,15	0,00	2,15	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	1,08	26		
SW	EW	1	0,66	3,00	1,97	0,00	1,97	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,98	24		
SW	EW	1	0,54	3,00	1,62	0,00	1,62	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,81	19		
SSW	EW	1	0,48	3,00	1,44	0,00	1,44	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,72	17		
SSW	EW	1	0,64	3,00	1,93	0,00	1,93	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,96	23		
S	EW	1	0,62	3,00	1,86	0,00	1,86	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,93	22		
S	EW	1	0,53	3,00	1,60	0,00	1,60	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,80	19		
S	EW	1	0,46	3,00	1,38	0,00	1,38	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,69	17		
SSE	EW	1	0,60	3,00	1,80	0,00	1,80	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,90	22		
SSE	EW	1	0,47	3,00	1,42	0,00	1,42	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,71	17		
SSE	EW	1	0,57	3,00	1,72	0,00	1,72	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,86	21		
SE	EW	1	2,84	3,00	8,52	0,00	8,52	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	4,26	102		
SE	EW	1	3,57	3,00	10,72	0,00	10,72	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	5,36	129		
ESE	EW	1	4,93	3,00	14,79	0,00	14,79	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	7,40	178		
ESE	EW	1	1,02	3,00	3,11	0,00	3,11	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	1,55	37		
ESE	EW	1	8,74	3,00	26,22	0,00	26,22	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	13,11	315		
<b>TRANSMISSION HEAT LOSS</b> $H_T / \phi_T$														144,45	<b>3456,57</b>		
Min. air volume flow		$V_{min}$				676,86 m <sup>3</sup> /h				5523,00							
out of natural infiltration		$V_{inf}$				81,22 m <sup>3</sup> /h				663,00							
out of mech. Add. supply volume flow		$V_{su} * f_{V,su}$				0,00 m <sup>3</sup> /h				0,00							
out of mech. Infiltrated volume flow		$V_{mech,inf,e} + V_{mech,inf,ij} * f_{V,mech,inf,ij}$				0,00 m <sup>3</sup> /h				0,00							
<b>thermal effective air volume flow</b>		$V_{therm}$				<b>676,86 m<sup>3</sup>/h</b>											
<b>VENTILATION HEAT LOSS</b> $H_V / \phi_V$														230,13	<b>5523,00</b>		
<b>NORM HEAT LOAD</b> $\phi_{HL}$														37,64 W/m <sup>2</sup>	13,08 W/m <sup>3</sup>	<b>8979,57</b>	
<b>ADDITIONAL HEAT UP LOAD</b> $\phi_{RH}$														$f_{RH} =$	25,00 W/m <sup>2</sup>	<b>5640,50</b>	
<b>PLACEMENT-HEAT LOAD</b> $\phi_{HL,Place}$																<b>14620,07</b>	

Tablica 3.9: Toplinski gubici – kuhinja

Calculation off norm heat load acc. to DIN EN 12831 (detailed method)															
ROOM-Heat load															
Floor No.:		R		Room-No.: R.04				Name: KUHINJA				Apartment:			
<b>Interior temperature</b>		$\theta_{int}$		20,00 °C		<b>Infiltration</b>									
<b>Min. air change</b>		$n_{min}$		24,00 H <sup>-1</sup>		Air change rate		$n_{50}$		3,00 H <sup>-1</sup>					
<b>Dimensions</b>						Coefficient shielding class		$e$		0,00 -					
Room width		$b$		9,34 m		Height above ground		$H$		0,00 m					
Room length		$l_R$		9,34 m		Height correction factor		$\varepsilon$		1,00 -					
Room surface		$A_R$		87,17 m <sup>2</sup>		<b>Mechanic ventilation</b>									
Floor height		$H_G$		3,50 m		Supply air volume flow		$V_{su}$		m <sup>3</sup> /h					
Ceiling thickness		$d$		0,50 m		- Temperature		$\Phi_{su}$		°C					
Room height		$H_R$		3,00 m		- Correction factor		$f_{V,su}$		-					
Room volume		$V_R$		261,51 m <sup>3</sup>		Exhaust air volume flow		$V_{ex}$		m <sup>3</sup> /h					
<b>Gtground</b>						Overtopping adjacent rooms		$V_{mech,inf,ij}$		m <sup>3</sup> /h					
Depth below ground		$z$		0,00 m		- Temperature		$\Phi_{mech,inf,ij}$		°C					
Ground touching surface		$P$		9,42 m		- Correction factor		$f_{V,mech,inf,ij}$		-					
B'-value <input checked="" type="checkbox"/> roomwise		$B'$		19,85 m		mech. Infiltration outside		$V_{mech,inf,e}$		m <sup>3</sup> /h					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Orientation	Component part	No	Width	Length/Height	Gross surface	Reduction surface	Net surface	adjoin to	adjacent temperature	Correction factor	U-value	Correction value Heat bridge	corrected U-value	Heat loss coefficient	Transmission heat loss	
	Typ	$n$	$b$	$l/h$	$A_{Gross}$	$A_{Reduc}$	$A_{Net}$	$e/g$	$\theta_v/\theta_{ij}$	$e/b_u$	$U$	$\Delta U_{PF}$	$U_{\sigma/equiv}$	$H_T$	$\Phi_T$	
			m		m <sup>2</sup>			$b/u$	°C	$f_{g2}/f_{ij}$	W/m <sup>2</sup> K			W/K	W	
BF	BF	1	9,67	9,67	93,52	0,00	93,52	G	16	0,17	0,50	0,05	0,55	8,74	206	
CE	CE	1	9,67	9,67	93,52	0,00	93,52	u	8	0,50	0,30	0,05	0,35	16,37	393	
NE	EW	1	9,42	3,50	32,98	0,00	32,98	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	16,49	396	
NW	IW	1	4,20	3,50	14,70	0,00	14,70	b	10	0,42	0,80	0,00	0,80	4,90	118	
NE	IW	1	1,69	3,50	5,93	0,00	5,93	b	10	0,42	0,80	0,00	0,80	1,98	47	
<b>TRANSMISSION HEAT LOSS</b>														$H_T / \Phi_T$	48,48	<b>1159,34</b>

Min. air volume flow	$V_{min}$	392,26 m <sup>3</sup> /h	3201,00
out of natural infiltration	$V_{inf}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
out off mech. Add. supply volume flow	$V_{su} * f_{V,su}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
out of mech. Infiltrated volume flow	$V_{mech,inf,e} + V_{mech,inf,ij} * f_{V,mech,inf,ij}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
<b>termal effective air volume flow</b>	$V_{therm}$	<b>392,26 m<sup>3</sup>/h</b>	

<b>VENTILATION HEAT LOSS</b>	$H_V / \Phi_V$		133,37	<b>3201,00</b>
<b>NORM HEAT LOAD</b>	$\Phi_{HL}$	45,50 W/m <sup>2</sup>	16,27 W/m <sup>3</sup>	<b>4360,34</b>
<b>ADDITIONAL HEAT UP LOAD</b>	$\Phi_{RH}$	$f_{RH} =$	25,00 W/m <sup>2</sup>	<b>2179,25</b>
<b>PLACEMENT-HEAT LOAD</b>	$\Phi_{HL,Place}$			<b>6539,59</b>

Tablica 3.10: Toplinski gubici – wc

Calculation off norm heat load acc. to DIN EN 12831 (detailed method)															
ROOM-Heat load															
Floor No.:		R		Room-No.: R.02				Name: WC				Apartment:			
<b>Interior temperature</b>		$\theta_{int}$		24,00 °C		<b>Infiltration</b>									
<b>Min. air change</b>		$n_{min}$		7,00 H <sup>-1</sup>		Air change rate				$n_{50}$		3,00 H <sup>-1</sup>			
<b>Dimensions</b>						Coefficient shielding class				$e$		0,03 -			
Room width		$b$		6,54 m		Height above ground				$H$		0,00 m			
Room length		$l_R$		4,28 m		Height correction factor				$\varepsilon$		1,00 -			
Room surface		$A_R$		27,99 m <sup>2</sup>		<b>Mechanic ventilation</b>									
Floor height		$H_G$		3,00 m		Supply air volume flow				$V_{su}$		m <sup>3</sup> /h			
Ceiling thickness		$d$		0,00 m		- Temperature				$\phi_{su}$		°C			
Room height		$H_R$		3,00 m		- Correction factor				$f_{V,su}$		-			
Room volume		$V_R$		83,97 m <sup>3</sup>		Exhaust air volume flow				$V_{ex}$		m <sup>3</sup> /h			
<b>Gtground</b>						Overtopping adjacent rooms				$V_{mech,inf,ij}$		m <sup>3</sup> /h			
Depth below ground		$z$		0,00 m		- Temperature				$\phi_{mech,inf,ij}$		°C			
Ground touching surface		$P$		6,76 m		- Correction factor				$f_{V,mech,inf,ij}$		-			
B'-value <input checked="" type="checkbox"/> roomwise		$B'$		9,45 m		mech. Infiltration outside				$V_{mech,inf,e}$		m <sup>3</sup> /h			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Orientation	Component part	No	Width	Length/Height	Gross surface	Reduction surface	Net surface	adjoin to	adjacent temperature	Correction factor	U-value	Correction value	Heat bridge	corrected U-value	Heat loss coefficient	Transmission heat loss
	Typ	$n$	$b$	$l/h$	$A_{Gross}$	$A_{Reduc}$	$A_{Net}$	$e/g$	$\theta_u/\theta_{ij}$	$e/b_u$	$U$	$\Delta U_{PF}$	$U_c/equiv$	$H_T$	$\Phi_T$	
			m		m <sup>2</sup>			$b/u$	°C	$f_{g2}/f_{ij}$	W/m <sup>2</sup> K			W/K	W	
BF	BF	1	6,76	4,72	31,95	0,00	31,95	G	16	0,29	0,50	0,05	0,55	5,10	141	
CE	CE	1	6,76	4,72	31,95	0,00	31,95	u	10	0,50	0,30	0,05	0,35	5,59	157	
ESE	EW	1	6,76	3,00	20,29	2,00	18,29	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	9,15	256	
	WE	2	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00		-4	1,00	1,80	0,05	1,85	3,70	52	
<b>TRANSMISSION HEAT LOSS</b>														$H_T / \Phi_T$	23,54	<b>605,04</b>

Min. air volume flow	$V_{min}$	83,97 m <sup>3</sup> /h	799,00
out of natural infiltration	$V_{inf}$	15,11 m <sup>3</sup> /h	144,00
out off mech. Add. supply volume flow	$V_{su} * f_{V,su}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
out of mech. Infiltrated volume flow	$V_{mech,inf,e} + V_{mech,inf,ij} * f_{V,mech,inf,ij}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
<b>thermal effective air volume flow</b>	$V_{therm}$	<b>83,97 m<sup>3</sup>/h</b>	

<b>VENTILATION HEAT LOSS</b>	$H_V / \Phi_V$		28,55	<b>799,00</b>
<b>NORM HEAT LOAD</b>	$\Phi_{HL}$	44,39 W/m <sup>2</sup>	16,89 W/m <sup>3</sup>	<b>1404,04</b>
<b>ADDITIONAL HEAT UP LOAD</b>	$\Phi_{RH}$	$f_{RH} =$	25,00 W/m <sup>2</sup>	<b>699,75</b>
<b>PLACEMENT-HEAT LOAD</b>	$\Phi_{HL,Place}$			<b>2103,79</b>

Tablica 3.11: Toplinski gubici – garderoba

Calculation off norm heat load acc. to DIN EN 12831 (detailed method)																	
ROOM-Heat load																	
Floor No.:		R		Room-No.: R.06				Name: GARDEROBA				Apartment:					
<b>Interior temperature</b>		$\theta_{int}$		20,00 °C		<b>Infiltration</b>				Air change rate		$n_{50}$		3,00 H <sup>-1</sup>			
<b>Min. air change</b>		$n_{min}$		4,00 H <sup>-1</sup>		Coefficient shielding class				$e$		0,00 -					
<b>Dimensions</b>		Room width		$b$		7,84 m		Height above ground				$H$		0,00 m			
		Room length		$l_R$		4,95 m		Height correction factor				$\epsilon$		1,00 -			
		Room surface		$A_R$		38,76 m <sup>2</sup>		<b>Mechanic ventilation</b>				Supply air volume flow		$V_{su}$		m <sup>3</sup> /h	
		Floor height		$H_G$		3,50 m		- Temperature				$\phi_{su}$		°C			
		Ceiling thickness		$d$		0,50 m		- Correction factor				$f_{V,su}$		-			
		Room height		$H_R$		3,00 m		Exhaust air volume flow				$V_{ex}$		m <sup>3</sup> /h			
		Room volume		$V_R$		116,28 m <sup>3</sup>		Overtopping adjacent rooms				$V_{mech,inf,ij}$		m <sup>3</sup> /h			
<b>Gtground</b>		Depth below ground		$z$		0,00 m		- Temperature				$\phi_{mech,inf,ij}$		°C			
		Ground touching surface		$P$		2,35 m		- Correction factor				$f_{V,mech,inf,ij}$		-			
		B'-value <input checked="" type="checkbox"/> roomwise		$B'$		36,03 m		mech. Infiltration outside				$V_{mech,inf,e}$		m <sup>3</sup> /h			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Orientation	Component part	No	Width	Length/Height	Gross surface	Reduction surface	Net surface	adjoin to	adjacent temperature	Correction factor	U-value	Correction value Heat bridge	corrected U-value	Heat loss coefficient	Transmission heat loss		
	Typ	$n$	$b$	$l/h$	$A_{Gross}$	$A_{Reduc}$	$A_{Net}$	$e/g$	$\theta_{vj}/\theta_{ij}$	$e/b_u$	$U$	$\Delta U_{PF}$	$U_{c/equiv}$	$H_T$	$\Phi_T$		
			m		m <sup>2</sup>			$b/u$	°C	$f_{g2}/f_{ij}$	W/m <sup>2</sup> K			W/K	W		
BF	BF	1	8,36	5,06	42,30	0,00	42,30	G	16	0,17	0,50	0,05	0,55	3,96	93		
CE	CE	1	8,36	5,06	42,30	0,00	42,30	u	8	0,50	0,30	0,05	0,35	7,40	178		
NE	EW	1	2,35	3,50	8,22	0,00	8,22	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	4,11	99		
<b>TRANSMISSION HEAT LOSS</b>								$H_T / \Phi_T$						15,47	<b>369,33</b>		
Min. air volume flow		$V_{min}$		174,42 m <sup>3</sup> /h		1423,00											
out of natural infiltration		$V_{inf}$		0,00 m <sup>3</sup> /h		0,00											
out off mech. Add. supply volume flow		$V_{su} * f_{V,su}$		0,00 m <sup>3</sup> /h		0,00											
out of mech. Infiltrated volume flow		$V_{mech,inf,e} + V_{mech,inf,ij} * f_{V,mech,inf,ij}$		0,00 m <sup>3</sup> /h		0,00											
<b>thermal effective air volume flow</b>		$V_{therm}$		174,42 m <sup>3</sup> /h													
<b>VENTILATION HEAT LOSS</b>								$H_V / \Phi_V$						59,30	<b>1423,00</b>		
<b>NORM HEAT LOAD</b>								$\Phi_{HL}$			41,26 W/m <sup>2</sup>			15,01 W/m <sup>3</sup>			<b>1792,33</b>
<b>ADDITIONAL HEAT UP LOAD</b>								$\Phi_{RH}$			$f_{RH} =$			25,00 W/m <sup>2</sup>			<b>969,00</b>
<b>PLACEMENT-HEAT LOAD</b>								$\Phi_{HL,Place}$									<b>2761,33</b>

Tablica 3.12: Toplinski gubici – blagovaona

Calculation off norm heat load acc. to DIN EN 12831 (detailed method)																		
ROOM-Heat load																		
Floor No.:		R		Room-No.: R.07				Name: BLAGOVAONA				Apartment:						
<b>Interior temperature</b>		$\theta_{int}$		20,00 °C		<b>Infiltration</b>												
<b>Min. air change</b>		$n_{min}$		0,50 H <sup>-1</sup>		Air change rate		$n_{50}$		3,00 H <sup>-1</sup>								
<b>Dimensions</b>						Coefficient shielding class		$e$		0,02 -								
Room width		$b$		4,57 m		Height above ground		$H$		0,00 m								
Room length		$l_R$		1,42 m		Height correction factor		$\varepsilon$		1,00 -								
Room surface		$A_R$		6,50 m <sup>2</sup>		<b>Mechanic ventilation</b>												
Floor height		$H_G$		3,50 m		Supply air volume flow		$V_{su}$		m <sup>3</sup> /h								
Ceiling thickness		$d$		0,50 m		- Temperature		$\phi_{su}$		°C								
Room height		$H_R$		3,00 m		- Correction factor		$f_{V,su}$		-								
Room volume		$V_R$		19,49 m <sup>3</sup>		Exhaust air volume flow		$V_{ex}$		m <sup>3</sup> /h								
<b>Gtground</b>						Overtopping adjacent rooms		$V_{mech,inf,ij}$		m <sup>3</sup> /h								
Depth below ground		$z$		0,00 m		- Temperature		$\phi_{mech,inf,ij}$		°C								
Ground touching surface		$P$		4,98 m		- Correction factor		$f_{V,mech,inf,ij}$		-								
B'-value <input checked="" type="checkbox"/> roomwise		$B'$		3,22 m		mech. Infiltration outside		$V_{mech,inf,e}$		m <sup>3</sup> /h								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Orientation	Component part	No	Width	Length/Height	Gross surface	Reduction surface	Net surface	adjoin to	adjacent temperature	Correction factor	U-value	Correction value Heat bridge	corrected U-value	Heat loss coefficient	Transmission heat loss			
	Typ	$n$	$b$	$l/h$	$A_{Gross}$	$A_{Reduc}$	$A_{Net}$	$e/g$	$\theta_{u}/\theta_{ij}$	$e/b_u$	$U$	$\Delta U_{PF}$	$U_{c/equiv}$	$H_T$	$\Phi_T$			
			m		m <sup>2</sup>			$b/u$	°C	$f_{g2}/f_{ij}$		W/m <sup>2</sup> K		W/K	W			
BF	BF	1	4,65	1,72	8,02	0,00	8,02	G	16	0,17	0,50	0,05	0,55	0,75	18			
CE	CE	1	4,65	1,72	8,02	0,00	8,02	u	8	0,50	0,30	0,05	0,35	1,40	34			
NE	EW	1	0,52	3,50	1,81	0,00	1,81	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,91	22			
NNE	EW	1	0,52	3,50	1,82	0,00	1,82	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,91	22			
NNE	EW	1	0,36	3,50	1,26	0,00	1,26	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,63	15			
N	EW	1	0,39	3,50	1,35	0,00	1,35	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,67	16			
NE	EW	1	2,70	3,50	9,45	1,00	8,45	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	4,22	101			
	WE	1	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00		-4	1,00	1,80	0,05	1,85	1,85	44			
NE	EW	1	0,50	3,50	1,75	0,00	1,75	e	-4	1,00	0,45	0,05	0,50	0,88	21			
<b>TRANSMISSION HEAT LOSS</b>														$H_T / \Phi_T$		12,22	<b>293,03</b>	
Min. air volume flow		$V_{min}$		9,74 m <sup>3</sup> /h		80,00												
out of natural infiltration		$V_{inf}$		2,34 m <sup>3</sup> /h		19,00												
out off mech. Add. supply volume flow		$V_{su} * f_{V,su}$		0,00 m <sup>3</sup> /h		0,00												
out of mech. Infiltrated volume flow		$V_{mech,inf,e} + V_{mech,inf,ij} * f_{V,mech,inf,ij}$		0,00 m <sup>3</sup> /h		0,00												
<b>termal effective air volume flow</b>		$V_{therm}$		<b>9,74 m<sup>3</sup>/h</b>														
<b>VENTILATION HEAT LOSS</b>														$H_V / \Phi_V$		3,31	<b>80,00</b>	
<b>NORM HEAT LOAD</b>														$\Phi_{HL}$		46,45 W/m <sup>2</sup>	19,12 W/m <sup>3</sup>	<b>373,03</b>
<b>ADDITIONAL HEAT UP LOAD</b>														$\Phi_{RH}$		$f_{RH} =$	25,00 W/m <sup>2</sup>	<b>162,50</b>
<b>PLACEMENT-HEAT LOAD</b>														$\Phi_{HL,Place}$				<b>535,53</b>



Tablica 3.13: Toplinski gubici - depakiranje

Calculation off norm heat load acc. to DIN EN 12831 (detailed method)															
ROOM-Heat load															
Floor No.:		R		Room-No.: R.12				Name: DEPAKIRANJE				Apartment:			
<b>Interior temperature</b>		$\theta_{int}$		20,00 °C		<b>Infiltration</b>									
<b>Min. air change</b>		$n_{min}$		2,00 H <sup>-1</sup>		Air change rate				$n_{50}$		3,00 H <sup>-1</sup>			
<b>Dimensions</b>						Coefficient shielding class				$e$		0,00 -			
Room width		$b$		3,67 m		Height above ground				$H$		0,00 m			
Room length		$l_R$		2,30 m		Height correction factor				$\varepsilon$		1,00 -			
Room surface		$A_R$		8,46 m <sup>2</sup>		<b>Mechanic ventilation</b>									
Floor height		$H_G$		3,50 m		Supply air volume flow				$V_{su}$		m <sup>3</sup> /h			
Ceiling thickness		$d$		0,50 m		- Temperature				$\phi_{su}$		°C			
Room height		$H_R$		3,00 m		- Correction factor				$f_{V,su}$		-			
Room volume		$V_R$		25,38 m <sup>3</sup>		Exhaust air volume flow				$V_{ex}$		m <sup>3</sup> /h			
<b>Gtground</b>						Overtopping adjacent rooms				$V_{mech,inf,ij}$		m <sup>3</sup> /h			
Depth below ground		$z$		0,00 m		- Temperature				$\phi_{mech,inf,ij}$		°C			
Ground touching surface		$P$		0,00 m		- Correction factor				$f_{V,mech,inf,ij}$		-			
B'-value <input checked="" type="checkbox"/> roomwise		$B'$		0,00 m		mech. Infiltration outside				$V_{mech,inf,e}$		m <sup>3</sup> /h			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Orientation	Component part	No	Width	Length/Height	Gross surface	Reduction surface	Net surface	adjoin to	adjacent temperature	Correction factor	U-value	Correction value	Heat bridge	corrected U-value	Heat loss coefficient	Transmission heat loss
	Typ	$n$	$b$	$l/h$	$A_{Gross}$	$A_{Reduc}$	$A_{Net}$	$e/g$	$\theta_{ij}/\theta_{ij}$	$e/b_u$	$U$	$\Delta U_{PF}$	$U_{c/equiv}$	$H_T$	$\Phi_T$	
			m		m <sup>2</sup>			$b/u$	°C	$f_{g2}/f_{ij}$	W/m <sup>2</sup> K			W/K	W	
BF	BF	1	3,85	2,48	9,54	0,00	9,54	G	16	0,17	0,50	0,05	0,55	0,89	21	
CE	CE	1	3,85	2,48	9,54	0,00	9,54	u	8	0,50	0,30	0,05	0,35	1,67	40	
NW	IW	1	2,48	3,50	8,68	0,00	8,68	b	15	0,21	0,80	0,00	0,80	1,44	35	
SW	IW	1	3,85	3,50	13,46	0,00	13,46	b	15	0,21	0,80	0,00	0,80	2,24	54	
<b>TRANSMISSION HEAT LOSS</b>														$H_T / \Phi_T$	6,24	<b>149,60</b>

Min. air volume flow	$V_{min}$	38,07 m <sup>3</sup> /h	311,00
out of natural infiltration	$V_{inf}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
out off mech. Add. supply volume flow	$V_{su} * f_{V,su}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
out of mech. Infiltrated volume flow	$V_{mech,inf,e} + V_{mech,inf,ij} * f_{V,mech,inf,ij}$	0,00 m <sup>3</sup> /h	0,00
<b>thermal effective air volume flow</b>	$V_{therm}$	<b>38,07 m<sup>3</sup>/h</b>	

<b>VENTILATION HEAT LOSS</b>	$H_V / \Phi_V$		12,94	<b>311,00</b>
<b>NORM HEAT LOAD</b>	$\Phi_{HL}$	48,41 W/m <sup>2</sup>	18,19 W/m <sup>3</sup>	<b>460,60</b>
<b>ADDITIONAL HEAT UP LOAD</b>	$\Phi_{RH}$	$f_{RH} =$	25,00 W/m <sup>2</sup>	<b>211,50</b>
<b>PLACEMENT-HEAT LOAD</b>	$\Phi_{HL,Place}$			<b>672,10</b>

### 3.3. Proračun toplinskih dobitaka

U tablici 3.14 prikazani su ukupni toplinski dobitci građevine dobiveni programom AX 3000. Navedeni su volumen, površina, unutarnji dobitci, dobitci preko zidova, prozora, dobitci zbog sunčevog zračenja te period u kojemu se dobivaju najveći toplinski dobitci.

Maksimalni toplinski dobitci dobivaju se u ljetnom razdoblju, tijekom mjeseca srpnja u popodnevnim satima (15:00 ili 16:00 sati), osim u blagovaoni koja je orijentirana prema istoku i stoga su maksimalni dobitci u 9:00 sati. Ukupni dobitci latentne topline iznose 6635 W, a ukupni dobitci osjetne topline iznose 20024 W prema tablici 3.13.

Tablica 3.14: Ukupni toplinski dobitci

Building maximum											July	16.00:h	
Data at time of building maximum													
Room No.	Room name	C°	Volume m <sup>3</sup>	Surface m <sup>2</sup>	Inside [W]	Walls [W]	Windows [W]	Sum dry [W]	Sum humid [W]	[W/m <sup>2</sup> ]	month	Time [h]	
R.01	BLAGOVAONA	26	677	226	9233	966	282	10706	4500	46	July	16:00	
R.04	KUHINJA	26	262	87	7578	63	0	7641	875	88	July	15:00	
R.06	GARDEROBA	26	116	39	859	15	0	874	675	23	July	15:00	
R.07	BLAGOVAONA	26	19	6	320	26	80	426	135	66	July	9:00	
R.12	DEPAKIRANJE	26	25	10	646	0	0	646	450	68	July	15:00	
			1.100								<b>Entire sums</b>		

Building maximum			
Inside [W]	Walls [W]	Windows [W]	Sum [W]
9232,60	965,90	282,00	10480,50
7578,49	51,25	0,00	7629,74
859,14	12,11	0,00	871,25
329,90	25,87	40,63	396,40
645,68	0,00	0,00	645,68
<b>18645,81</b>	<b>1055,12</b>	<b>322,63</b>	<b>20023,57</b>
<b>Entire sums humid cooling load</b>			<b>6635</b>
<b>Entire sums humid and dry cooling load</b>			<b>26659</b>

U tablicama 3.15-3.19 nalaze se toplinski dobitci za svaku prostoriju zasebno. Navedena je temperatura, volumen, površina, vrijeme i mjesec u kojemu se postiže maksimalni toplinski dobitci, broj osoba, toplinski dobitci uslijed djelovanja svjetla, toplinski dobitci kao posljedica strojeva i uređaja u prostoru, dobitci preko građevinskih dijelova te ukupni suhi i vlažni dobitci za prostoriju i na kraju ukupni toplinski dobitci za svaku prostoriju.

Unutarnja projektna temperatura je 26 °C. Proračun prema VDI 2078 temelji se na satnom postupku, provodi se za svaki sat tijekom projektnog dana za četiri mjeseca u kojima se može pojaviti maksimalno rashladno opterećenje (21.6., 23.7., 24.8. i 22.9.). Za razliku od proračuna gubitaka topline prema HRN 12831, proračun toplinskih dobitaka prema VDI 2078 uzima u obzir unutarnje izvore topline (korisnici, uređaji, rasvjeta) i vanjske izvore topline (sunčevi dobitci kroz staklene površine, transmisijski i ventilacijski dobitci topline).

Za blagovaonu, maksimalno rashladno opterećenje dobiva se 23. srpnja u 16.00 sati. Toplina koju odaju osobe (bez tjelesne aktivnosti), u sjedećem položaju, pretpostavljena je na razini od 70 W (osjetno) i 45 W (latentno). U blagovaoni, maksimalna posjećenosti iznosi 100 osoba, a faktor toplinskog opterećenja je pretpostavljen na razini od 0,95. Ukupni dobitci topline od osoba iznose 6650 W osjetne topline i 4500 W latentne topline.

Dobici topline od rasvjete iznose 1072 W, dobiveno kao umnožak specifičnih dobitaka rasvjete od 5 W/m<sup>2</sup>, površine blagovaone od 225,62 m<sup>2</sup> i faktora opterećenja od 0,95.

Dobici topline od elektroničkih uređaja iznose 55 W. Predviđena su dva računala te se uvidom u tablicu prema normi VDI 2078 uzima da snaga svakog uređaja iznosi 55 W. Faktor opterećenja iznosi 0,1 te se tako umnoškom tih dviju vrijednosti dobivaju ukupni dobitci koji iznose 11 W.

Dobici topline od kućanskih uređaja (hladnjaci) iznose 1500 W, a ta vrijednost se očitava iz tablice prema normi VDI 2078. U prostoriji će se nalaziti pet hladnjaka, od čega tri podpultna i dva samostojeća. Rashladno opterećenje za uređaje i aparate (EDP i machines) se dobiva iz izraza (3.20):

$$Q_M = \sum_{j=1}^n \left( \frac{P_j}{\eta} \times \mu_{aj} \right) \times I \times S_i \quad (3.20)$$

gdje je:

$P_j$  – nazivna snaga j-tog uređaja, [W]

$\eta$  – srednji stupanj djelovanja motora

$\mu_{aj}$  – stupanj opterećenja j-tog uređaja u određenom vremenu

$I$  – faktor istovremenosti

$S_i$  – faktor rashladnog opterećenja od unutarnjih dobitaka topline

Za blagovaonicu, rashladno opterećenje za uređaje i aparate iznosi:

$$Q_M = \frac{1500}{0,5} \times 0,1 \times 1 = 300 \text{ [W]}$$

Kako su projektom predviđena tri podpultna hladnjaka, dobici topline od kućanskih uređaja iznose 900 W, a za dva samostojeća hladnjaka, ti dobici iznose 600 W.

Transmisijski dobici topline dobivaju se kao umnožak koeficijenta prolaza topline, površine građevinskog dijela i ekvivalentne temperaturne razlike između vanjskog i unutarnjeg prostora koja je definirana kao funkcija orijentacije površine i vremena u danu. Npr. za orijentaciju W dobiva se  $0,45 \times 65,5 \times 26,4 = 778$  W.

Transmisijski dobici topline kroz prozore blagovaone iznose 282 W, a dobici topline zbog infiltracije zraka izvana ne postoje, odnosno prema normi VDI 2078 uzimaju se u obzir samo u iznimnim slučajevima.

Sunčevi dobici topline iznose 225 W, i računaju se kao umnožak sunčevog zračenja  $528 \text{ W/m}^2$ , udjela prozora izloženog sunčevom zračenju (64%) i faktora  $b$  i  $S_a$ . Faktor  $b$  je koeficijent radijacijskog prijenosa topline prozora i drugih uređaja za zaštitu od Sunca.  $S_a$  je faktor dobitaka topline uslijed djelovanja vanjskog zračenja.

Tablica 3.15: Toplinski dobitci – blagovaona

Cooling load VDI 2078							
Project: RSTRN				created on: 18.9.2024			
Room R.01		BLAGOVAONA					
Temperature		26 C°		Cool. Load zone	0		Room type XL
Volume		676,86 m³		Maximum Month/Time	July 16.00:h		
Surface		225,62 m²					
Interior cooling load							
Persons	Number	Q <sub>opt</sub> /Pers [W]			S <sub>i</sub>	Q [W]	
	100	70			0,95	6650	
Light	P [W]	(Light Factor)	(Load Dec)		S <sub>i</sub>	Q [W]	
	1128	1.00	1.00		0.95	1072	
						1072	
EDP	P [W]	Number	Factor				Q [W]
	55	1	0.10				6
	55	1	0.10				6
						11	
Machines	P [W]	H(mi. Work Deg)	μ(Load Dec)		Sim	S <sub>i</sub>	Q [W]
3	1500	0.50	1.00		0.10	1.00	900
2	1500	0.50	1.00		0.10	1.00	600
						1500	
Mat. Throughput	Mass	θ <sub>E(Entry)</sub> C°	θ <sub>A(Exit)</sub> C°		c(Wkap) [KJ/kdK]	S <sub>i</sub>	Q [W]
Adjacent-Temp.	U [W/m²K]	Surface [m²]				Δθ	Q [W]
<b>Subtotal Q<sub>i</sub></b>						<b>9233</b>	
Exterior cooling load							
Transmission of exterior walls							
Direction	U [W/m²K]	Surface [m²]			Δθ <sub>äg</sub>	Δθ <sub>äg1</sub>	Q <sub>w</sub> [W]
E	0.45	31.18			9.50	3.90	55
W	0.45	65.50			32.00	26.40	778
SW	0.45	5.74			29.50	23.90	62
S	0.45	13.15			16.30	10.70	63
SE	0.45	4.24			9.80	4.20	8
						966	
Transmission of windows							
Direction	U [W/m²K]	Surface [m²]			Δθ	Q <sub>T</sub> [W]	
WSW	1.80	54			2.90	281,88	
						282	
Radiation heat of windows							
Direction	I <sub>max</sub>	I <sub>diff,max</sub>	A <sub>sun exposed</sub> [m²]	(A-A <sub>i</sub> ) <sub>shaded</sub> [m²]	b	S <sub>a</sub>	Q <sub>s</sub> [W]
WSW(W)	528.00	128.00	0.64	0.00	0.77	0.86	225
						225	
<b>Subtotal Q<sub>a</sub></b>						<b>1473</b>	
<b>Dry cooling load</b>		15,41 W/m <sup>3</sup>		46,22 W/m <sup>2</sup>		10706	
<b>Humid cooling load</b>		100 * 45				4500	
<b>Entire</b>						<b>15206</b>	

Tablica 3.16: Toplinski dobitci – kuhinja

Cooling load VDI 2078								
Room	R.04		KUHINJA					
Temperature	26 C°		Cool. Load zone	0		Room type XL		
Volume	261,51 m <sup>3</sup>		Maximum Month/Time	July		15.00:h		
Surface	87,17 m <sup>2</sup>							
<b>Interior cooling load</b>								
Persons	Number	Q <sub>pt</sub> /Pers [W]			S <sub>i</sub>	Q [W]		
	5	95			0,95	451,25		
Light	P [W]	f(Light Factor)	f(Load Dec)			S <sub>i</sub>	Q [W]	
	435	1.00	1.00			0,95	413	
							<b>413</b>	
Machines	P [W]	H(mi. Work Deg)	μ(Load Dec)	Sim	S <sub>i</sub>	Q [W]		
6	2500	0.80	1.00	0.10	1.00	1875		
4	10000	0.80	1.00	0.10	1.00	5000		
1	2500	0.80	1.00	0.10	1.00	312		
2	1000	0.80	1.00	0.10	1.00	250		
							<b>7438</b>	
Adjacent-Temp.	U [W/m <sup>2</sup> K]	Surface [m <sup>2</sup> ]			Δθ	Q [W]		
BF	0.50	87.17			-10.00	-436		
CE	0.30	87.17			-11.00	-288		
							<b>-724</b>	
<b>Subtotal Q<sub>i</sub></b>						<b>7578</b>		
<b>Exterior cooling load</b>								
Transmission of exterior walls								
Direction	U [W/m <sup>2</sup> K]	Surface [m <sup>2</sup> ]			Δθ <sub>ag</sub>	Δθ <sub>ag1</sub>	Q <sub>w</sub> [W]	
NE	0.45	32.54			9.90	4.30	63	
							<b>63</b>	
<b>Dry cooling load</b>	29,22 W/m <sup>3</sup>		87,66 W/m <sup>2</sup>		<b>7641</b>			
<b>Humid cooling load</b>	5 * 175							<b>875</b>
<b>Entire</b>						<b>8516</b>		

Tablica 3.17: Toplinski dobitci – garderoba

Cooling load VDI 2078						
Room	R.06	GARDEROBA				
Temperature	26 C°	Cool. Load zone	0	Room type XL		
Volume	116,28 m <sup>3</sup>	Maximum		July	15.00:h	
Surface	38,76 m <sup>2</sup>	Month/Time				
<b>Interior cooling load</b>						
Persons	Number	Q <sub>pt</sub> /Pers [W]			S <sub>i</sub>	Q [W]
	15	70			0,95	997,5
Light	P [W]	f(Light Factor)	f <sub>ent</sub> (Load Dec)			Q [W]
	193	1.00	1.00	0,95		183
						<b>183</b>
Adjacent-Temp.	U [W/m <sup>2</sup> K]	Surface [m <sup>2</sup> ]			Δθ	Q [W]
BF	0.50	38.76			-10.00	-194
CE	0.30	38.76			-11.00	-128
						<b>-322</b>
<b>Subtotal Q<sub>i</sub></b>						<b>859</b>
<b>Exterior cooling load</b>						
Transmission of exterior walls						
Direction	U [W/m <sup>2</sup> K]	Surface [m <sup>2</sup> ]			Δθ <sub>ag</sub>	Q <sub>w</sub> [W]
NE	0.45	7.69			9.90	4.30
						<b>15</b>
Dry cooling load	7,52 W/m <sup>3</sup>		22,55 W/m <sup>2</sup>		<b>874</b>	
Humid cooling load	15 * 45				<b>675</b>	
<b>Entire</b>						<b>1549</b>

Tablica 3.18: Toplinski dobitci – blagovaona

Cooling load VDI 2078							
Room	R.07		BLAGOVAONA				
Temperature	26 C°		Cool. Load zone	0		Room type XL	
Volume	19,49 m <sup>3</sup>		Maximum	July		9.00:h	
Surface	6,50 m <sup>2</sup>		Month/Time				
<b>Interior cooling load</b>							
Persons	Number	Q <sub>ptr</sub> /Pers [W]			S <sub>i</sub>	Q [W]	
	3	70			0,91	191,1	
Light	P [W]	f(Light Factor)	τ <sub>entB</sub> (Load Dec)			S <sub>i</sub>	Q [W]
	32	1.00	1.00			0.91	29
						29	
EDP	P [W]	Number	Factor			Q [W]	
	1000	1	0.10			100	
						100	
<b>Exterior cooling load</b>							
Transmission of exterior walls							
Direction	U [W/m <sup>2</sup> K]	Surface [m <sup>2</sup> ]			Δθ <sub>ag</sub>	Δθ <sub>ag1</sub>	Q <sub>w</sub> [W]
NE	0.45	11.31			12.30	6.70	34
N	0.45	4.16			1.20	-4.40	-8
						26	
Transmission of windows							
Direction	U [W/m <sup>2</sup> K]	Surface [m <sup>2</sup> ]			Δθ	Q <sub>T</sub> [W]	
NE	1.80	1.00			-1.60	-3	
						-3	
Radiation heat of windows							
Direction	I <sub>max</sub>	I <sub>diff,max</sub>	A <sub>sun exposed</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>sunshaded</sub> [m <sup>2</sup> ]	b	S <sub>a</sub>	Q <sub>s</sub> [W]
NE(NE)	357.00	100.00	0.64	0.00	0.77	0.47	83
						83	
						Subtotal Qa	
						106	
<b>Dry cooling load</b>							
		21,88 W/m <sup>3</sup>	65,65 W/m <sup>2</sup>				426
<b>Humid cooling load</b>							
3 * 45						135	
						Entire	561



Tablica 3.19: Toplinski dobitci - depakiranje

Cooling load VDI 2078						
Room	R.12	DEPAKIRANJE				
Temperature	26 C°	Cool. Load zone	0	Room type XL		
Volume	25,38 m <sup>3</sup>	Maximum		July	15.00:h	
Surface	8,46 m <sup>2</sup>	Month/Time				
<b>Interior cooling load</b>						
Persons	Number	Q <sub>pt</sub> /Pers [W]	S <sub>i</sub>		Q [W]	
	10	70	0,95		665	
Light	P [W]	(Light Factor)	ent <sub>B</sub> (Load Dea)	S <sub>i</sub>	Q [W]	
	42	1.00	1.00	0,95	40	
					40	
EDP	P [W]	Number	Factor			Q [W]
	55	1	0.10			6
	55	1	0.10			6
					11	
Adjacent-Temp.	U [W/m <sup>2</sup> K]	Surface [m <sup>2</sup> ]	Δθ		Q [W]	
BF	0.50	8.46	-10.00		-42	
CE	0.30	8.46	-11.00		-28	
					-70	
<b>Subtotal Q<sub>i</sub></b>					<b>646</b>	
Dry cooling load	25,44 W/m <sup>3</sup>		67,7 W/m <sup>2</sup>		646	
Humid cooling load	10 * 45				450	
					<b>Entire</b>	<b>1096</b>

## 4. PRORAČUN POTREBNE TOPLINE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE PREMA HRN 13790

Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje  $Q_{H,nd}$  predstavlja onu količinu topline koju je potrebno dovesti u zgradu tijekom jedne godine kako bi se održala projektna unutarnja temperatura tijekom razdoblja u kojem se zgrada grije. [13]

Potrebna toplinska energija za grijanje računa se prema izrazu (4.1):

$$Q_{H,nd,cont} = Q_{Tr} + Q_{Ve} - \eta_{H,gn}(Q_{int} + Q_{sol}) \text{ [kWh]} \quad (4.1)$$

gdje su:

$Q_{H,nd,cont}$  – potrebna toplinska energija za grijanje pri kontinuiranom radu, [kWh]

$Q_{Tr}$  – izmijenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu, [kWh]

$Q_{Ve}$  – potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju za proračunsku zonu, [kWh]

$\eta_{H,gn}$  – faktor iskorištenja toplinskih dobitaka

$Q_{int}$  – unutarnji toplinski dobitci zgrade (ljudi, uređaji, rasvjeta), [kWh]

$Q_{sol}$  – toplinski dobitci od Sunčeva zračenja, [kWh]

Izmijenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu za grijanje dobiva se iz jednadžbe (4.2):

$$Q_{Tr} = \frac{H_{Tr}}{1000} (\vartheta_{int,H} - \vartheta_e) \times t \text{ [kWh]} \quad (4.2)$$

pri čemu su:

$H_{Tr}$  – koeficijent transmisijske izmjene topline proračunske zone,  $H_{Tr} = 637,183$  [W/K]

$\vartheta_{int,H}$  – unutarnja postavna temperatura grijane zone, [°C]

$\vartheta_e$  – srednja vanjska temperatura za proračunski period (sat ili mjesec), [°C]

$t$  – trajanje proračunskog razdoblja, [h]

Vrijednost unutarnje postavne temperature za hlađenje  $\vartheta_{int,C}$  se u tom slučaju uzima za period hlađenja.

Koeficijent transmisijske izmjene topline  $H_{Tr}$  određuje se za svaki mjesec prema normi HRN

EN ISO 13789 iz sljedećeg izraza:

$$H_{Tr} = H_D + H_U + H_A + H_{g,m} \left[ \frac{W}{K} \right] \quad (4.3)$$

gdje su:

$H_D$  – koeficijent transmisije izmjene topline prema vanjskom okolišu, [W/K]

$H_U$  – koeficijent transmisije izmjene topline kroz negrijani/nehladeni prostor prema vanjskom okolišu, [W/K]

$H_A$  – koeficijent transmisije izmjene topline prema susjednoj zgradi, [W/K]

$H_{g,m}$  – koeficijent transmisije izmjene topline prema tlu za proračunski mjesec, [W/K]

Koeficijent transmisije izmjene topline od grijanog prostora prema vanjskom okolišu  $H_D$ , računa se pomoću površine građevinskih elemenata  $A_k$ , koeficijenata prolaska topline pojedinih građevinskih elemenata  $U_k$  [W/(m<sup>2</sup>K)], uzimajući u račun i dodatak za toplinske mostove:

$$H_D = \sum_k A_k U_k + \sum_l \psi_l l_l + \sum_j \chi_j \quad [W/K] \quad (4.4)$$

Ili se pojednostavljenim postupkom proračuna uzima dodatak na koeficijent prolaska topline  $\Delta U_{TM}$ , prema izrazu (4.5):

$$H_D = \sum_k A_k (U_k + \Delta U_{TM}) \quad [W/K] \quad (4.5)$$

$\Delta U_{TM} = 0,05$  [W/m<sup>2</sup>K] - toplinski most projektiran u skladu s katalogom dobrih rješenja toplinskih mostova

Koeficijent transmisije izmjene topline između negrijanog prostora i vanjskog okoliša

$H_U$  računa se prema:

$$H_U = b_u H_{iu} \quad [W/K] \quad (4.6)$$

pri čemu je:

$b_u$  – faktor smanjenja temperaturne razlike, koji se računa kao:

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = \frac{H_{Tr,ue} + H_{Ve,ue}}{H_{Tr,iu} + H_{Ve,iu} + H_{Tr,ue} + H_{Ve,ue}} \quad (4.7)$$

Izmijenjena toplinska energija ventilacijom za proračunsku zonu za promatrani period jednaka je:

$$Q_{Ve} = \frac{H_{Ve}}{1000} (\vartheta_{int,H} - \vartheta_e) \times t \quad [kWh] \quad (4.8)$$

gdje je:

$H_{Ve}$  – koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone, [W/K] i dobiva se kao:

$$H_{Ve} = H_{Ve,inf} + H_{Ve,win} = 14,273 + 396,473 = 410,746 \text{ [W/K]} \quad (4.9)$$

pri čemu je:

$H_{Ve,inf}$  – koeficijent ventilacijske topline uslijed infiltracije, [W/K], a dobiva se iz izraza (4.10):

$$H_{Ve,inf} = \frac{n_{inf} \times V \times \rho_a \times c_{p,a}}{3600} = \frac{0,036 \times 1183,5 \times 1,2 \times 1005}{3600} = 14,273 \text{ [W/K]} \quad (4.10)$$

gdje je:

$n_{inf}$  – broj izmjena zraka uslijed infiltracije, [ $h^{-1}$ ] i računa se kao:  $n_{inf} = e_{wind} \times n_{50} = 0,012 \times 3 = 0,036 \text{ [h}^{-1}\text{]}$  (4.11)

$e_{wind}$  – faktori zaštićenosti zgrade

$n_{50}$  – broj izmjena zraka pri razlici tlaka od 50 Pa

$V$  – volumen zraka u zoni, [ $m^3$ ]

$\rho_a$  – gustoća zraka,  $\rho_a \approx 1,2 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

$c_{p,a}$  – specifični toplinski kapacitet zraka ( $\approx 1005 \text{ [J/(kg K)]}$ )

Koeficijent ventilacijske izmjene topline usred otvaranja prozora  $H_{Ve,win}$  računa se kao:

$$H_{Ve,win} = \frac{n_{win} \times V \times \rho_a \times c_{p,a}}{3600} = \frac{1 \times 1183,5 \times 1,2 \times 1005}{3600} = 396,473 \text{ [W/K]} \quad (4.12)$$

gdje je:

$n_{win}$  – broj izmjena zraka uslijed otvaranja prozora, [ $h^{-1}$ ]

Proračun se provodi kvazistacionarno temeljem mjesečnih vrijednosti.

#### 4.1. Toplinski dobitci za proračunski period

Ukupni toplinski dobitci za proračunski period dobivaju se iz izraza (4.13):

$$Q_{H,gn} = Q_{int} + Q_{sol} \text{ [kWh]} \quad (4.13)$$

Unutarnji toplinski dobitci od ljudi i uređaja računaju se kao:

$$Q_{int} = \frac{q_{spec} \times A_k \times t}{1000} \text{ [kWh]} \quad (4.14)$$

gdje su:

$q_{\text{spec}}$  – specifični unutarnji dobitak po  $\text{m}^2$  korisne površine i iznosi  $q_{\text{spec}} = 6 \text{ [W/m}^2\text{]}$

$A_k$  – korisna površina,  $[\text{m}^2]$

$t$  – proračunsko vrijeme,  $[\text{h}]$

Prema tome, iz izraza (4.15) unutarnji toplinski dobitci od ljudi i uređaja iznose:

$$Q_{\text{int}} = \frac{6 \times 657,99 \times 8760}{1000} = 34583,954 \text{ [kWh]} \quad (4.15)$$

Toplinski dobitci od Sunčeva zračenja računaju se prema izrazu (4.16):

$$Q_{\text{sol}} = \sum_k Q_{\text{sol},k} + \sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \times Q_{\text{sol},u,l} \text{ [kWh]} \quad (4.16)$$

pri čemu su:

$Q_{\text{sol},k}$  – srednja dozračena energija sunčevog zračenja kroz  $k$ -ti građevni dio u grijani prostor,  $[\text{kWh}]$

$b_{\text{tr},l}$  – faktor smanjenja za susjedni negrijani prostor s unutarnjim toplinskim izvorom  $l$  prema HRN EN ISO 13789

$Q_{\text{sol},u,l}$  – srednja dozračena energija sunčevog zračenja kroz  $l$ -ti građevni dio u susjedni negrijani prostor,  $[\text{kWh}]$

Srednja dozračena energija sunčevog zračenja kroz  $k$ -ti građevni dio u grijani prostor računa se kao:

$$Q_{\text{sol},k} = \frac{F_{\text{sh},\text{ob}} \times S_{s,k} \times A_{\text{sol},k}}{3,6} - \frac{F_{r,k} \times \Phi_{r,k} \times t}{1000} \text{ [kWh]} \quad (4.17)$$

gdje su:

$F_{\text{sh},\text{ob}}$  – faktor zasjenjena od vanjskih prepreka direktnom upadu sunčevog zračenja;  $F_{\text{sh},\text{ob}} = 1$

$S_{s,k}$  – srednja dozračena energija sunčevog zračenja na površinu građevnog dijela  $k$  za promatrani period  $[\text{MJ/m}^2]$ , podaci za mjesečni proračun nalaze se u tablici 4.2

$A_{\text{sol},k}$  – efektivna površina građevnog elementa (otvora, zida)  $k$  na koju upada sunčevo zračenje  $[\text{m}^2]$

$F_{r,k}$  – faktor oblika između otvora  $k$  i neba (za nezasjenjeni vodoravni krov  $F_{r,k} = 1$ , za nezasjenjeni okomiti zid  $F_{r,k} = 0,5$ )

$\Phi_{r,k}$  – toplinski tok zračenjem od površine otvora  $k$  prema nebu [W]

Efektivna površina građevnog elementa (otvora, zida)  $k$  na koju upada sunčevo zračenje jednaka je:

$$A_{sol,k} = F_{sh,gl} \times g_{gl} \times (1 - F_F) \times A_{pr} \text{ [m}^2\text{]} \quad (4.18)$$

pri čemu je:

$F_{sh,gl}$  – faktor smanjenja zbog sjene od pomičnog zasjenjenja

$g_{gl}$  – ukupna propusnost Sunčeva zračenja kroz prozirne elemente kada pomično zasjenjenje nije uključeno:

$$g_{gl} = F_W \times g_{\perp} \quad (4.19)$$

$F_W = 0,9$  – faktor smanjenja zbog neokomitog upada sunčevog zračenja;

$g_{\perp}$  – stupanj propuštanja ukupnog zračenja okomito na ostakljenje kada pomično zasjenjenje nije uključeno; za prozore iznosi  $g_{\perp} = 0,75$ , a za vrata  $g_{\perp} = 0,8$

$F_F$  – udio ploštine prozorskog okvira u ukupnoj površini prozora; za prozore  $F_F = 0,25$ , a za vrata  $F_F = 0,3$

$A_{pr}$  – ukupna površina prozora, [m<sup>2</sup>]

U tablici 4.1 prikazani su referentni podaci o globalnom sunčevom zračenju za Split Marjan.

Tablica 4.1: Referentni podaci o globalnom sunčevom zračenju za Split Marjan

Orij	[ ° ]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.	
											<b>Globalno Sunčevo zračenje (MJ/m<sup>2</sup>)</b>				
S	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522	
	90	335	376	398	339	330	316	342	376	418	476	347	298	4351	
SE, SW	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522	

	90	263	313	378	377	406	413	444	445	422	409	276	232		4376
E, W	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161		5522
	90	153	207	304	360	440	480	504	447	358	284	165	130		3831
NE, NW	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161		5522
	90	64	81	133	202	319	374	370	265	143	104	68	57		2181
E, N	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161		5522
	90	64	81	133	168	208	211	210	186	140	104	68	57		1631

Efektivna površina neprozirnog građevnog elementa (zida) na koju upada sunčevo zračenje računa se prema izrazu (4.20):

$$A_{sol,c} = \alpha_{s,c} R_{se} U_C A_C \quad [m^2] \quad (4.20)$$

$\alpha_{s,c}$  – bezdimenzijski apsorpcijski koeficijent zida/krova;  $\alpha_{s,c} = 0,5$

$R_{se}$  – plošni toplinski otpor vanjske površine zida/krova,  $R_{se} = 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

$U_C$  – koeficijent prolaska topline zida/krova,  $[W/m^2K]$

$A_C$  – projicirana površina zida,  $[m^2]$

Toplinski tok zračenja k-tog građevnog elementa prema nebu jednak je:

$$\Phi_{r,k} = R_{sc} U_C A_C h_r \Delta\vartheta_{er} \quad [W] \quad (4.21)$$

gdje je:

$h_r$  – vanjski koeficijent prijelaza topline zračenjem,  $[W/m^2K]$ ;  $h_r = 5e$ ,  $e \approx 0,9$  prema HRN EN 13790;  $h_r = 5 \times 0,9 = 4,5$

$\Delta\vartheta_{er}$  – prosječna temperaturna razlika vanjske temperature zraka i temperature neba,  $[K]$ ;  $\Delta\vartheta_{er} \approx 10 \text{ [}^\circ\text{C]}$  prema HRN EN 13790

Faktor iskorištenja toplinskih dobitaka  $\eta_{H,gn}$  računa se prema izrazima (4.22 - 4.24):

$$\eta_{H,gn} = \frac{1 - y_H^{\alpha_h}}{1 - y_H^{\alpha_h + 1}} \quad \text{za } y_H > 0 \text{ i } y_H \neq 1 \quad (4.22)$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{\alpha_H}{\alpha_H + 1} \quad \text{za } y_H = 1 \quad (4.23)$$

$$\eta_{H,gn} = \frac{1}{y_H} \quad \text{za } y_H < 0 \quad (4.24)$$

gdje su:

$\alpha_H$  – bezdimenzijski parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade

$y_H$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupne izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja i računa se kao:

$$y_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad (4.25)$$

Bezdimenzijski parametar računa se prema izrazu (4.26):

$$\alpha_H = \alpha_0 + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (4.26)$$

gdje je:

$\tau_{H,0}$  – referentna vremenska konstanta za grijanje; za mjesečni proračun iznosi 15 h

$\alpha_0 = 1$ , za mjesečni proračun prema HRN EN 13790

$\tau$  – vremenska konstanta zgrade, računa se kao:

$$\tau = \frac{C_m}{\frac{3600}{H_{Tr} + H_{Ve}}} \text{ [h]} \quad (4.27)$$

gdje su:

$C_m$  – efektivni toplinski kapacitet grijanog dijela zgrade, [J/K]

$H_{Tr}$  – koeficijent transmisijske izmjene topline proračunske zone, [W/K]

$H_{Ve}$  – koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone, [W/K]

$C_m$  za zgrade s masivnim unutarnjim i vanjskim zidovima (plošna masa veća od 550 kg/m<sup>2</sup>) dobiva se iz izraza (4.28):

$$C_m = 370 \times A_f \text{ [J/K]} \quad (4.28)$$

pri čemu je:

$A_f$  – površina kondicionirane zone zgrade s vanjskim dimenzijama,  $A_f = 400 \text{ [m}^2\text{]}$

Iz izraza (4.28) slijedi:

$$C_m = 370 \times 400 = 148000 \text{ [kJ/K]}$$



Vremensku konstantu zgrade dobivamo iz izraza (4.27):

$$\tau = \frac{148000 \times 10^3}{\frac{3600}{637,183 + 410,746}} = 39,231 \text{ [h]}$$

Iz izraza (4.26) dobiva se bezdimenzijski parametar  $\alpha_H$ :

$$\alpha_H = 1 + \frac{39,231}{15} = 3,615$$

## 4.2. Izračun mjesečnih i godišnjih vrijednosti toplinske energije za grijanje

### 4.2.1. Trajanje sezone grijanja

Određuje se iz udjela broja dana u mjesecu koji pripada sezoni grijanja. Za proračun je potrebna granična vrijednost omjera toplinskih dobitaka i gubitaka koja se računa kao:

$$y_{H,\text{lim}} = \frac{\alpha_H + 1}{\alpha_H} = \frac{3,615 + 1}{3,615} = 1,277 \quad (4.29)$$

U slučaju da je  $y_{H,2} < y_{H,\text{lim}}$ , tada je  $f_{H,m} = 1$  i grijanje je cijeli mjesec u radu.

U slučaju da je  $y_{H,1} > y_{H,\text{lim}}$ , tada je  $f_{H,m} = 0$  i nema potrebe za grijanjem.

U ostalim slučajevima vrijedi:

$$\text{ako je } y_H > y_{H,\text{lim}}: f_H = 0,5 \frac{y_{H,\text{lim}} - y_{H,1}}{y_H - y_{H,1}} \quad (4.30)$$

$$\text{ako je } y_H \leq y_{H,\text{lim}}: f_H = 0,5 + 0,5 \frac{y_{H,\text{lim}} - y_H}{y_{H,2} - y_H} \quad (4.31)$$

Prosječni omjer toplinskih dobitaka i gubitaka za mjesec za koje se proračunava  $f_{H,m}$ :

$$\frac{y_{H,m} + y_{H,m-1}}{2} \quad (4.32)$$

$$\frac{y_{H,m} + y_{H,m+1}}{2} \quad (4.33)$$

pri čemu veća vrijednost od te dvije prosječne vrijednosti predstavlja  $y_{H,2}$ , a manja vrijednost  $y_{H,1}$ .

$y_{H,m}$  – omjer toplinskih dobitaka i gubitaka u mjesecu  $m$  za koji se proračunava  $f_{H,m}$

$y_{H,m-1}$  – omjer toplinskih dobitaka i gubitaka u mjesecu prije mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{H,m}$

$y_{H,m+1}$  – omjer toplinskih dobitaka i gubitaka u mjesecu nakon mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{H,m}$

Ukupni broj dana grijanja u mjesecu jednak je:

$$L_{H,m} = f_{H,m} \times d_{m,i} \quad (4.34)$$

gdje je:

$d_{m,i}$  – broj dana u mjesecu, [d/mj]

Proračun je izrađen pomoću programa KiExpert sukladno normi HRN 13790 te su mjesečni gubici i dobiti topline prikazani u tablicama 4.3 i 4.4.

Predviđeno je da će restoran raditi s prekidima tijekom noći, odnosno nekontinuirano te tako ukupna toplinska energija za grijanje restorana pri nekontinuiranom radu u periodu grijanja iznosi:

$$Q_{H,nd,a} = \sum_i \frac{\alpha_{H,red,i} Q_{H,nd,cont,m,i} L_{H,m,i}}{d_{m,i}} \quad (4.35)$$

gdje su:

$\alpha_{H,red,i}$  – bezdimenzijski redukcijfski faktor:

$$\alpha_{H,red,i} = 1 - 3 \left( \frac{\tau_{H,0}}{\tau} \right) y_H (1 - f_{H,hr}) \quad (4.36)$$

$\tau_{H,0}$  – vremenska konstanta za grijanje, za mjesečni proračun iznosi  $\tau_{H,0} = 15$  h

$d_{m,i}$  – broj dana u  $i$ -tom mjesecu

$f_{H,hr}$  – udio sati u tjednu tijekom kojih grijanje radi s normalnom postavnom vrijednošću unutarnje temperature, a računa se kao:

$$f_{H,hr} = \frac{d_{use,tj} \times t_d}{7 \times 24} = \frac{7 \times 12}{7 \times 24} = 0,5 \quad (4.37)$$

$d_{use,tj}$  – broj dana u tjednu korištenja sustava

$t_d$  – vrijeme rada sustava grijanja,  $t_d = 12$  h

U tablici 4.2 prikazani su rezultati potrebne energije za grijanje po mjesecima.

Tablica 4.2: Rezultati potrebne energije za grijanje po mjesecima

Mjesec	$Q_{Tr} + Q_{ve}$	$Q_{int} + Q_{sol}$	$y_H$	$\eta_H$	$y_{H1}$	$y_{H2}$
Siječanj	17671	2508	0,14	0,999	0,145	0,15
Veljača	15730	2452	0,16	0,999	0,15	0,195
Ožujak	13098	3011	0,23	0,996	0,195	0,34
Travanj	7515	3395	0,45	0,969	0,34	500,225
Svibanj	-1552	4233	1000	0,001	500,225	1000
Lipanj	-7025	4530	1000	0,001	1000	1000
Srpanj	-11258	4582	1000	0,001	1000	1000
Kolovoz	-11102	3900	1000	0,001	1000	1000
Rujan	-2979	3033	1000	0,001	500,465	1000
Listopad	3035	2837	0,93	0,811	0,585	500,465
Studeni	10268	2477	0,24	0,996	0,195	0,585
Prosinac	16434	2448	0,15	0,999	0,145	0,195

Mjesec	$f_H$	$L_H$	$Q_{H,nd,cont}$	$\alpha_{H,red}$	$Q_{H,nd}$
Siječanj	1	31	15165,508	0,9197	13947,718
Veljača	1	28	13280,452	0,908	12058,650
Ožujak	1	31	10099,044	0,868	8765,970
Travanj	0,501	15,03	4225,245	0,742	1570,701
Svibanj	0	0	0	0,5	0

<b>Lipanj</b>	0	0	0	0,5	0
<b>Srpanj</b>	0	0	0	0,5	0
<b>Kolovoz</b>	0	0	0	0,5	0
<b>Rujan</b>	0	0	0	0,5	0
<b>Listopad</b>	0,500	15,5	734,193	0,5	183,548
<b>Studeni</b>	1	30	7800,908	0,862	6724,383
<b>Prosinac</b>	1	31	13988,448	0,914	12785,441

Ukupna godišnja potrebna toplinska energija za grijanje iznosi 56037 kWh.

### 4.3. Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$

Potrebna toplinska energija za hlađenje proračunske zone računa se prema izrazu (4.38):

$$Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht} \text{ [kWh]} \quad (4.38)$$

gdje je:

$Q_{C,gn}$  – ukupni toplinski dobici zgrade u periodu hlađenja: ljudi, rasvjeta, uređaji, solarni dobici, [kWh]

$\eta_{C,ls}$  – faktor iskorištenja toplinskih gubitaka kod hlađenja

$Q_{C,ht}$  – ukupno izmijenjena toplinska energija u periodu hlađenja, [kWh]

Potrebna toplinska energija za hlađenje proračunske zone u razdoblju jedne godine jednaka je:

$$Q_{C,nd} = Q_{int} + Q_{sol} - \eta_{C,ls}(Q_{Tr} + Q_{Ve}) \text{ [kWh]} \quad (4.39)$$

pri čemu su:

$Q_{int}$  – unutarnji toplinski dobici zgrade: ljudi, rasvjeta i uređaji, [kWh]

$Q_{sol}$  – toplinski dobici od Sunčeva zračenja, [kWh]

#### 4.4. Ukupni toplinski dobici za promatrani proračunski period

Ukupni toplinski dobici za promatrani proračunski period računaju se kao:

$$Q_{C,gn} = Q_{int} + Q_{sol} \text{ [kWh]} \quad (4.40)$$

Ukupni toplinski gubici jednaki su zbroju izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom:

$$Q_{C,ht} = Q_{Tr} + Q_{Ve} \text{ [kWh]} \quad (4.41)$$

Efektivna površina otvora  $k$  (prozirnog elementa) na koju upada sunčevo zračenje  $A_{sol,k}$  računa iz sljedećeg izraza:

$$A_{sol,k} = g_{gl+sh} (1 - F_F) A_P \text{ [m}^2\text{]} \quad (4.42)$$

gdje su:

$g_{gl+sh}$  – ukupna propusnost sunčeva ozračenja kroz prozirne elemente s uključenom pomičnom zaštitom, a računa se kao:

$$g_{gl+sh} = F_C \times F_W \times g_{\perp} \quad (4.43)$$

$F_F$  – udio ploštine prozorskog okvira u ukupnoj površini prozora (0,2 - 0,3)

#### 4.5. Izmijenjena toplinska energija proračunske zone za promatrani period

Izmijenjena toplinska energija proračunske zone za promatrani period računa se kao:

$$Q_{Tr} = \frac{H_{Tr}}{1000} (\vartheta_{int,C} - \vartheta_e) \times t \text{ [kWh]} \quad (4.44)$$

pri čemu je:

$\vartheta_{int,C}$  – unutarnja proračunska temperatura hladene zone, [°C]

Ventilacijski izmijenjena toplinska energija proračunske zone računa se prema izrazu (4.45):

$$Q_{Ve} = \frac{H_{Ve}}{1000} (\vartheta_{int,C} - \vartheta_e) \times t \text{ [kWh]} \quad (4.45)$$

#### 4.6. Faktor iskorištenja toplinskih gubitaka za hlađenje $\eta_{C, is}$

Faktor iskorištenja toplinskih gubitaka za hlađenje  $\eta_{C, is}$  računa se kao:

$$\eta_{C, is} = \frac{1 - y_C^{-a_c}}{1 - y_C^{-(a_c+1)}} \text{ za } y_C > 0 \text{ i } y_C \neq 1 \quad (4.46)$$

$$\eta_{C, is} = \frac{a_c}{a_c+1} \text{ za } y_C = 1 \quad (4.47)$$

$$\eta_{C, is} = 1 \text{ za } y_C < 0 \quad (4.48)$$

gdje je:

$a_c$  – bezdimenzijski parametar koji uzima u obzir utjecaj toplinske inercije, a računa se prema izrazu (4.49):

$$a_c = a_0 + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} \quad (4.49)$$

pri čemu su:

$\tau$  – vremenska konstanta zgrade (h), koja se dobiva na isti način kao i za grijanje i iznosi  $\tau = 39,231$  [h]

$\tau_{C,0}$  – referentna vremenska konstanta za hlađenje (h),  $\tau_{C,0} = 15$  h

$$a_0 = 1$$

Prema tome,  $a_c$  prema izrazu (4.49) iznosi:

$$a_c = 1 + \frac{39,231}{15} = 3,615$$

Mjesečna vrijednost potrebne toplinske energije za hlađenje  $Q_{C, nd, m}$  proračunske zone određuje se iz sljedećeg izraza:

$$Q_{C, nd, m} = Q_{C, gn, m} - \eta_{C, is, m} \times Q_{C, ht, m} \text{ [kWh]} \quad (4.50)$$

Godišnja vrijednost potrebne toplinske energije za hlađenje proračunske zone  $Q_{C, nd, a}$  računa se kao suma pozitivnih mjesečnih vrijednosti prema izrazu (4.51):

$$Q_{C, nd, a} = \sum_i \alpha_{C, red, i} Q_{C, nd, m, i} L_{C, m, i} / d_{m, i} \text{ [kWh]} \quad (4.51)$$

gdje su:

$L_{C, m, i}$  – broj dana rada sustava hlađenja u i-tom mjesecu (d/mj)

$d_{m, i}$  – ukupni broj dana u i-tom mjesecu (d/mj)

$\alpha_{C,red,i}$  – bezdimenzijski redukcijski faktor koji uzima u obzir prekide u hlađenju računa se prema izrazu (4.52):

$$\alpha_{C,red,i} = 1 - 3 \times \left( \frac{\tau_{C,0}}{\tau} \right) \times y_C \times (1 - f_{C,day}) \quad (4.52)$$

gdje je:

$f_{C,day}$  – udio dana u tjednu tijekom kojih hlađenje radi s normalnom postavnom vrijednošću unutarnje temperature;  $f_{C,day} = 6/7$

U proračun godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje ulaze samo pozitivne mjesečne vrijednosti korisne potrebne energije za hlađenje za one mjesece u kojima nema potrebe za grijanjem. U graničnim mjesecima proračun za hlađenje provodi se samo za dane u kojima nema potrebe za grijanjem.

#### 4.7. Trajanje sezone hlađenja

Za izračun trajanja sezone hlađenja potrebna je granična vrijednost  $y_{C,lim}$ , koja se računa kao:

$$\left( \frac{1}{y_C} \right)_{lim} = \frac{a_c + 1}{a_c} = \frac{3,6154 + 1}{3,6154} = 1,277 \quad (4.53)$$

Ako je  $(1/y_C)_2 < (1/y_C)_{lim} \rightarrow f_{C,m} = 1$  (hlađenje je cijeli mjesec u radu)

Ako je  $(1/y_C)_1 > (1/y_C)_{lim} \rightarrow f_{C,m} = 0$  (nema potreba za hlađenjem)

U ostalim slučajevima:

$$- \text{ ako je } (1/y_C) > (1/y_C)_{lim} \rightarrow f_C = 0,5 \frac{(1/y_C)_{lim} - (1/y_C)_1}{(1/y_C) - (1/y_C)_1} \quad (4.54)$$

$$- \text{ ako je } (1/y_C) \leq \left( \frac{1}{y_C} \right)_{lim} \rightarrow f_C = 0,5 + 0,5 \frac{(1/y_C)_{lim} - (1/y_C)}{(1/y_C)_2 - (1/y_C)} \quad (4.55)$$

---


$$\frac{(1/y_{C,m} + 1/y_{C,m-1})}{2}$$

Manja od ove dvije vrijednosti predstavlja

---


$$\frac{(1/y_{C,m} + 1/y_{C,m+1})}{2}$$

$(1/y_C)_1$ , a veća  $(1/y_C)_2$

---

$y_{C,m}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$

$y_{C,m-1}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu prije mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$

$y_{C,m+1}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu nakon mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$

Ako je  $(1/y_C)$  negativan za pojedini mjesec, uzima se  $y_C = 1000$ .

Ukupni broj dana hlađenja u mjesecu računa se kao:

$$L_{C,m} = f_{C,m} \times d_m \quad (4.56)$$

pri čemu se ukupni broj dana sezone hlađenja zbraja za mjesece kod kojih nema potrebe za grijanjem i kod kojih je energija za hlađenje pozitivna. U graničnim mjesecima u kojima ima potrebe i za grijanjem i za hlađenjem, zbrajaju se dani u kojima grijanje ne radi.

U tablici 4.3 prikazani su rezultati potrebne energije za hlađenje po mjesecima.

*Tablica 4.3: Rezultati potrebne energije za hlađenje po mjesecima*

Mjesec	$Q_{Tr} + Q_{Ve}$	$Q_{int} + Q_{sol}$	$y_C$	$\eta_C$	$(1/y_C)_1$	$(1/y_C)_2$
<b>Siječanj</b>	23892	2508	0,10	0,1	9,545	9,545
<b>Veljača</b>	21358	2452	0,11	0,11	7,670	9,545
<b>Ožujak</b>	19334	3011	0,16	0,16	5,125	7,670
<b>Travanj</b>	13502	3395	0,25	0,249	2,694	5,125
<b>Svibanj</b>	5855	4233	0,72	0,641	0,695	2,694
<b>Lipanj</b>	-1472	4530	1000	1	0,001	0,695
<b>Srpanj</b>	-4343	4582	1000	1	0,001	0,001
<b>Kolovoz</b>	-4963	3900	1000	1	0,001	0,676



<b>Rujan</b>	4073	3033	0,74	0,654	0,676	2,342
<b>Listopad</b>	9315	2837	0,30	0,297	2,342	5
<b>Studeni</b>	16304	2477	0,15	0,15	5	7,879
<b>Prosinac</b>	22636	2448	0,11	0,11	7,879	9,545

<b>Mjesec</b>	$f_c$	$L_c$	$Q_{c,nd,m}$	$\alpha_{c,red}$	$Q_{c,nd}$
<b>Siječanj</b>	0	0	118,8	0,984	0
<b>Veljača</b>	0	0	102,62	0,982	0
<b>Ožujak</b>	0	0	0	0,974	0
<b>Travanj</b>	0	0	33,002	0,959	0
<b>Svibanj</b>	0,419	13	479,945	0,882	177,518
<b>Lipanj</b>	1	30	6002	1	6002
<b>Srpanj</b>	1	31	8925	1	8925
<b>Kolovoz</b>	1	31	8863	1	8863
<b>Rujan</b>	0,445	14	369,258	0,879	151,470
<b>Listopad</b>	0	0	70,445	0,951	0
<b>Studeni</b>	0	0	31,4	0,975	0
<b>Prosinac</b>	0	0	0	0,982	0

## 5. PRORAČUN KOLIČINE TOPLINE ZA ZAGRIJAVANJE VODE

Predviđena je maksimalna posjećenost restorana od 100 gostiju koji se u restoranu zadržavaju minimalno 2 sata. Ukupna dnevna posjećenost restorana iznosi 300 gostiju. Iz tablice 5.1 očitana je vrijednost specifične topline po osobi na dan u iznosu od 500 Wh. Vrijednost od 500 Wh topline na dan po osobi odgovara dnevnoj potrošnji PTV-a od 12 litara po osobi pri 45 °C.

Tablica 5.1: Potrošnja tople vode u restoranima i hotelima

Tabela 4.4.1-3 Potrošnja tople vode u restoranima i hotelima

Potrošno mesto	Litara na dan po osobi		Efektivna toplota na dan po osobi
	60°C	45°C	Wh
Restorani po gostu	4... 20	12... 30	500...1200
Hoteli			
sobe sa kupatilom	100...150	140...220	6000...9000
sobe sa tušem	50...100	70...120	3000...6000
sobe sa umivaonikom	10... 15	15... 20	600... 900
Odmarališta, pansioni	25... 50	35... 70	1500...3000

Ukupna potrebna dnevna toplina za zagrijavanje PTV-a za potrebe restorana iznosi:

$$Q_{\text{dan}} = 500 \times 300 = 150000 \text{ [Wh]} = 150 \text{ [kWh]} \quad (5.1)$$

Ukupna godišnja potrebna toplina za pripremu PTV-a, uz pretpostavku od 200 radnih dana godišnje iznosi:

$$Q_{\text{god}} = 150 \times 200 = 30000 \text{ [kWh]} \quad (5.2)$$

Toplinski učin kotlova za pripremu PTV-a odabire se prema maksimalnoj posjećenosti restorana, odnosno 100 gostiju u 2 sata.

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{100 \times 500}{2} = 25000 \text{ [W]} = 25 \text{ [kW]} \quad (5.3)$$

## 6. PLINSKA INSTALACIJA

### 6.1. Odabir kotlova

Ukupni toplinski učin kotlova računa se kao zbroj potrebnog toplinskog učina za pripremu PTV-a (25 kW iz izraza 5.3) i za grijanje (27,2 kW iz tablice 3.5) restorana pri vanjskim projektnim uvjetima. Ukupno potrebni toplinski učin iznosi 52,2 kW, a uz pretpostavku gubitaka u razvodu sustava grijanja i pripreme PTV-a na razini od 10%, ukupni potrebni toplinski učin iznosi 58 kW. Odabiru se 3 kotla, svaki pojedinačnog učina 20 kW, i ukupnog toplinskog učina  $3 \times 20 = 60$  kW.

U tablici 6.1 prikazane su osnovne karakteristike odabranog kotla Viessmann Vitodens 200-W (Typ B2HA074).

Tablica 6.1: Karakteristike odabranog kotla Viessmann Vitodens 200-W (Type B2HA074)

Odabrani kotao	Viessmann Vitodens 200-W (Type B2HA074) / 35 kW 50 / 30 °C	
	puno opterećenje	djelomično opterećenje
Nazivna toplinska snaga	35 kW	10 kW
Toplinska snaga loženja	35,18 kW	10,05 kW
Udio CO <sub>2</sub>	9,5 %	9,5 %
Maseni protok plinova	15,47 g/s	5,76 g/s
Temperatura dimnih plinova	45 °C	36,6 °C
Maksimalni potisni tlak	250 Pa	70,5 Pa
Promjer dimnjače	Okrugli 60 mm	

Od plinskih trošila, za pripremu potrošne tople vode za potrebe restorana odabran je plinski kondenzacijski bojler snage 25 kW na temelju proračuna u poglavlju 5. Selekciju plinskih trošila kuhinje odradila je zasebna tvrtka i obradila u svom projektu kuhinje i kafiće, a nama su dostavljeni samo podaci o trošilima kako bi mogli dimenzionirati plinski sustav.

Na navedenoj plinskoj instalaciji nalazi se ukupno pet trošila, od kojih se četiri nalaze u kuhinji, a jedno u tehničkoj prostoriji. Plinska trošila su: plinski bojleri snage 3×20 kW, plinski štednjak snage 24 kW i 12 kW te dva plinska roštilja snage 2×6 = 12 kW. Plinska trošila sa potrebnim karakteristikama navedeni su u tablici 6.2.

Tablica 6.2: Proračun potrošnje plina

PLINSKA TROŠILA							
R.br.	Opis	Kom	Faktor istovremenosti	Snaga plinskog priključka (kW) po trošilu	Ukupna snaga priključka (kW)	Ukupni protok plina (UNP) (kg/h)	Dimenzije termičkog ventila
T1	PLINSKI BOJLER Priključna snaga: 20 kW; 1,56 kg/h Plinski priključak: Ø3/4" Plinsko trošilo, H=6 cm	3	1	20,00	60,00	4,68	3/4"
T2	PLINSKI ŠTEDNJAK Priključna snaga: 24 kW; 1,85 kg/h Plinski priključak: Ø3/4" Plinsko trošilo, H=6 cm	1	1	24,00	24,00	1,85	3/4"
T3	PLINSKI ŠTEDNJAK Ukupna snaga: 12 Kw, 0,93 kg/h Plinski priključak: Ø3/4" Plinsko trošilo, H=6 cm	1	1	12,00	12,00	0,93	3/4"
T4	PLINSKI ROŠTILJ Priključna snaga: 6,0 kW; 0,46 kg/h Plinski priključak: Ø3/4" Plinsko trošilo, H=6 cm	2	1	6,00	12,00	0,93	3/4"
<b>Ukupno:</b>		<b>7</b>			<b>108,0</b>	<b>8,39</b>	
<b>Za faktor istovremenosti 1 ukupni protok UNP-a:</b>				<b>8,4</b>	<b>(kg/h)</b>		
<b>Za faktor istovremenosti 0,7 ukupni protok UNP-a:</b>				<b>5,9</b>	<b>(kg/h)</b>		
<b>UNP</b>				<b>Hd =</b>	<b>12,8</b>	<b>(kWh/kg)</b>	

## 6.2. Razvod plinskih cijevi

Spajanje spremnika s regulatorom I. stupnja izvodi se sa holenderskim spojem koji je sastavni dio regulatora, dok se spoj regulatora sa čeličnim djelom instalacije izvodi preko plinske fleksibilne cijevi 1“.

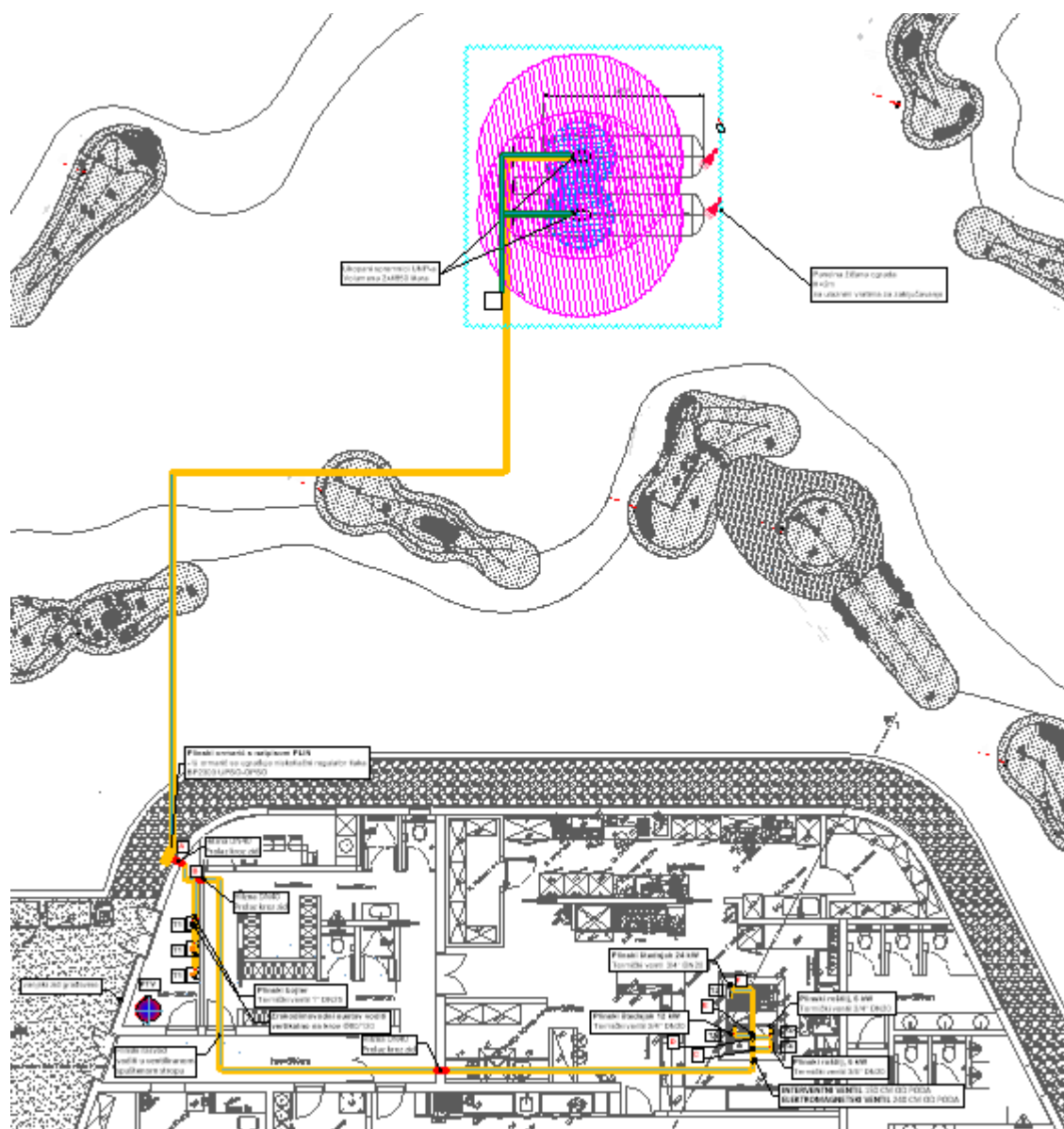
Na strani iza regulatora tlaka ugradit će se fleksibilna cijev 1”, manometar (0-2,5 bar) sa pod slavinom, kuglasti ventil 1”, dielektrična spojnica 1” pa ukopani cijevni razvod izrađen iz crnih bešavnih cijevi DN25 omotan dvostrukim slojem dekorodal trake do objekta.

U plinskom ormariću na zidu objekta ugrađuje se regulator tlaka II. stupnja s blokadnim ventilom. Prije regulatora je predviđena ugradnja manometra (0-2,5 bar) s manometarskom slavinom, nakon regulatora je također predviđen manometar (0-60 mbar) s manometarskom slavinom.

Iz spremnika se koristi plinska faza koja ispari u spremniku uzimajući toplinu okoline. Tlak se reducira pomoću dva regulatora tlaka na odgovarajući tlak instaliranih trošila od 30 – 35 mbar, ovisno o potrebi trošila.

Predviđena je ugradnja dva regulatora, dodatno zaštićena sigurnosnim ispusnim ventilom i sigurnosnim ventilom za zatvaranje.

Na slici 6.1 prikazana je plinska instalacija.



*Slika 6.1: Plinska instalacija*

Nakon blok regulatora I. stupnja plinska cijev DN32 vodi se ukopana u terenu na dubini min. 0,6 m do fasade objekta. Zatim se crna bešavna cijev diže iz zemlje po fasadi i ulazi direktno u plinski ormarić. U ormariću se tlak plina reducira na tlak trošila.

Plin se vertikalno vodi van iz ormarića te kroz hilznu vodi u objekt. U objektu se cjevovod račva, jedna grana se vodi do plinskih kotlova, dok se drugi dio vodi do trošila u kuhinji.

Grana plinovoda koja se vodi do plinskih bojlera se vodi u duljini od 2,5 m te se fleksibilnom cijevi spaja na plinski boiler.

Grana plinovoda koja se vodi do trošila u kuhinji se vodi u duljini od 22 m te se spušta vertikalno na visinu od 6 cm. Od te grane na toj visini se spajaju kuhinjska trošila i to fleksibilnim cijevima.

Instalacija u objektu vodi se u ventiliranom spušenom stropu kako je prikazano u nacrtnoj dokumentaciji. Čelične cijevi se spajaju autogenim zavarivanjem, a spojevi s armaturom cijevnim navojem. Iste treba brtviti odgovarajućim medijem za UNP. Na prolazu plinskih cijevi kroz zidove predviđene su zaštitne cijevi (hizne) većeg promjera, prostor između cijevi zapuniti elastičnim materijalom bitumenskom trakom ili sl.

Cijevni razvod potrebno je antikorozivno zaštititi i to:

Vidljivi cijevni razvod se nakon čišćenja, zaštićuje sa dva premaza temeljne boje i s dva premaza završne žute lak boje.

Ukopani cijevni razvod treba očistiti, premazati resitolom i dvostruko omotati dekorodal trakom.

### **6.3. Lokacija spremnika**

Podzemni spremnik UNP-a ugrađen je na predmetnoj lokaciji.

Spremnik je udaljen 16 m od granice parcele.

Udaljenost plašta spremnika do objekta je 3,1 m.

Pozicija spremnika sa udaljenostima od granica parcele prikazana je u situacijskom nacrtu 01 u mjerilu M1:100.

Punjenje spremnika smije obavljati ovlaštena tvrtka koja ima odobrenje za uporabu izdano prema posebnim propisima i ako je ispravan i pregledan u rokovima sukladno propisima za posude pod tlakom, o čemu korisnik mora posjedovati dokumentaciju.

Punjenje malog spremnika korisnika vrši se sa autocisternom parkiranoj do javne ceste u uvjetima normalne vidljivosti i uz obvezno pridržavanje dodatnih sigurnosnih mjera. Iza i ispred autocisterne postavlja se trokut i žuto upozoravajuće treptajuće svjetlo na krajnjoj točki vidljivosti. Za vrijeme punjenja moraju se u pripravnosti držati najmanje 2 vatrogasna aparata S-6.

Kontrolu uvjeta sigurnosti pri punjenju malih spremnika UNP-a obavljaju osposobljeni djelatnici dobavljača UNP-a koji neposredno priključuju i rastavljaju spojne uređaje i koji moraju biti stalno nazočni punjenju.

Detalj ugradnje podzemnog spremnika dan je na nacrtu.

Betonski temelj se izvodi s betonom MB 20 i dimenzija kao što je prikazano na nacrtu.

#### 6.4. Pad tlaka – srednjetačna i niskotlačna instalacija

Pad tlaka na srednjetačnoj instalaciji za dionicu A'-A izračunat je u postupku ispod.

Maseni protok računa se prema izrazu (6.1):

$$m_{\text{inst.}} = \frac{3600 \times Q}{H_d} = \frac{3600 \times 108}{46000} = 8,452 \text{ [kg/h]} \quad (6.1)$$

Ukupni toplinski učin plinske instalacije iznosi 108 kW prema tablici 6.2.

Faktor kompresibilnosti UNP-a (35% propan i 65% butan) pri 1,75 bar i 15 °C računa se prema sljedećem postupku:

Prividni reducirani tlak i temperatura (za smjesu plinova) jednaki su:

$$p_r = \frac{p}{\sum_i r_i \times p_{kr}} = \frac{1,75}{0,35 \times 42,5 + 0,65 \times 37,8} = 0,04437 \quad (6.2)$$

$$T_r = \frac{T}{\sum_i r_i \times T_{kr}} = \frac{288,15}{0,35 \times 370 + 0,65 \times 425} = 0,71017 \quad (6.3)$$

Faktor kompresibilnosti prema Papayevoj jednadžbi iznosi:

$$Z = 1 - 3,52 \times p_r \times \exp(-2,26 \times T_r) + 0,274 \times p_r^2 \times \exp(-1,878 \times T_r) \quad (6.4)$$

$$Z = 1 - 3,52 \times 0,04437 \times \exp(-2,26 \times 0,71017) + 0,274 \times 0,04437^2 \times \exp(-1,878 \times 0,71017) = 0,9688$$

Gustoća UNP-a u plinovitom agregatnom stanju pri 15 °C i 1,75 bar iznosi:

$$\rho_{\text{UNP}} = \frac{m \times p}{Z \times R \times T} = \frac{53,2 \times 1,75 \times 10^5}{0,9688 \times 8314 \times 288} = 4,013 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (6.5)$$

gdje je:

$m$  – molna masa sudionika u 1 kg smjese,  $m = (44,09 \times 0,35 + 58,12 \times 0,65) = 53,2 \text{ kg/kmol}$

$p$  – apsolutni tlak na ulazu u instalaciju, [Pa]

$R$  – opća plinska konstanta,  $R = 8314 \text{ [J/kmolK]}$

$T$  – temperatura plina na početku instalacije 15°C,  $T = 288 \text{ [K]}$

Volumni protok računa se kao:

$$V = \frac{m_{\text{inst.}}}{\rho_{\text{UNP}}} = \frac{8,452}{4,013} = 2,106 \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (6.6)$$



Unutarnji promjer instalacije jednak je:

$$d_{u,\min.} = \sqrt{\frac{\frac{4 \times m_{\text{inst.}}}{3600}}{w_{\text{max}} \times \pi \times \rho_{\text{UNP}}}} = \sqrt{\frac{\frac{4 \times 8,452}{3600}}{3 \times \pi \times 4,013}} = 0,016 \text{ [m]} \quad (6.7)$$

Prema Krautovom strojarskom priručniku, odabire se čelična bešavna cijev NO32 s vanjskim promjerom od 42,4 mm i debljinom stijenke od 2,6 mm. Unutarnji promjer iznosi  $42,4 - 2 \times 2,6 = 37,2$  mm.

Dinamički viskozitet pri  $T = 15^\circ\text{C}$  i  $p < 20$  bar iznosi:

$$\eta = \frac{\sum r_i \times \eta_i \sqrt{M_i \times T_{kr}}}{\sum r_i \sqrt{M_i \times T_{kr}}} = \frac{0,35 \times 7,3 \times 10^{-6} \times \sqrt{44 \times 370} + 0,65 \times 8 \times 10^{-6} \times \sqrt{58 \times 425}}{0,35 \times \sqrt{44 \times 370} + 0,65 \times \sqrt{58 \times 425}} = 7,5 \times 10^{-6} \text{ [Pas]} \quad (6.8)$$

Stvarna brzina dobiva se iz izraza (6.9):

$$w_{\text{stv}} = \frac{\frac{V}{d_u^2 \times \pi}}{4} = \frac{\frac{2,106}{3600}}{\frac{0,0372^2 \times \pi}{4}} = 0,538 \text{ [m/s]} \quad (6.9)$$

Reynoldsov broj računa se prema izrazu (6.10):

$$Re = \frac{w_{\text{stv}} \times d_u \times \rho}{\eta} = \frac{0,538 \times 0,0372 \times 4,013}{7,5 \times 10^{-6}} = 10709 \quad (6.10)$$

Faktor trenja za turbulentno strujanje iznosi:

$$\lambda = \left\{ -1,8 \log \left[ \left( \frac{e}{d_u} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{Re} \right] \right\}^{-2} = \left\{ -1,8 \log \left[ \left( \frac{0,1}{37,2} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{10709} \right] \right\}^{-2} = 0,034 \quad (6.11)$$

pri tome je:

$e$  – faktor hrapavosti, za čeličnu cijev  $e = 0,1$  mm

Duljina lokalnih otpora računat će se kao:

$$L_{\text{lok}} = \frac{\sum \zeta \times d_u}{\lambda} = \frac{8 \times 0,0372}{0,034} = 8,753 \text{ [m]} \quad (6.12)$$

pri čemu je:

$\sum \zeta$  – zbroj spojnih elemenata na instalaciji koji stvaraju lokalne gubitke

Na srednjetačnoj instalaciji nalazi se četiri koljena čiji koeficijent lokalnih otpora iznosi  $\zeta = 1,5$  te dvije slavine koje imaju koeficijent lokalnih otpora  $\zeta = 2$ .

$$\sum \zeta = 4 \times 1,5 + 2 = 8 \quad (6.13)$$

$$L_{\text{uk}} = L_{\text{lok}} + L_{\text{duž}} = 8,753 + 40 = 48,753 \text{ [m]} \quad (6.14)$$

Pad tlaka na instalaciji računa se prema izrazu (6.15):

$$p_2 = \sqrt{p_1^2 - \frac{\lambda \times Z \times L_{\text{uk}} \times w_{\text{st}}^2 \times \rho_1 \times p_1}{d_u}} = \sqrt{(1,75 \times 10^5)^2 - \frac{0,034 \times 0,9688 \times 48,753 \times 0,538^2 \times 4,013 \times 1,75 \times 10^5}{0,0372}} = 174974,9 \text{ [Pa]} \quad (6.15)$$

$Z$  – faktor kompresibilnosti

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 175000 - 174974,9 = 25,1 \text{ [Pa]} \quad (6.16)$$

Pad tlaka na niskotlačnoj instalaciji za dionicu A-B izračunat je u postupku ispod.

Niskotlačna instalacija proteže se od regulatora 2. stupnja koji se nalazi u plinskom ormariću na fasadi prije ulaza u objekt. Navedena instalacija se prilikom ulaska u objekt račva na dvije grane, od kojih jedna ide prema kuhinji, a druga prema kotlovnici.

Gustoća je jednaka:

$$\rho_{\text{UNP}} = \frac{m \times p}{Z \times R \times T} = \frac{53,2 \times 1,05 \times 10^5}{1 \times 8314 \times 288} = 2,333 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (6.17)$$

Volumni protok računa se kao:

$$V = \frac{m_{\text{inst.}}}{\rho_{\text{UNP}}} = \frac{8,452}{2,333} = 3,623 \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (6.18)$$

Unutarnji promjer instalacije jednak je:

$$d_{\text{u,min.}} = \sqrt{\frac{4 \times m_{\text{inst.}}}{3600 \times w_{\text{max}} \times \pi \times \rho_{\text{UNP}}}} = \sqrt{\frac{4 \times 8,452}{3600 \times 2,5 \times \pi \times 2,333}} = 0,023 \text{ [m]} \quad (6.19)$$

Prema Krautovom strojarskom priručniku, odabire se čelična bešavna cijev NO32 s vanjskim promjerom od 42,4 mm i debljinom stijenke od 2,6 mm. Unutarnji promjer iznosi  $42,4 - 2 \times 2,6 = 37,2$  mm.

Stvarna brzina dobiva se iz izraza (6.20):

$$w_{\text{stv}} = \frac{V}{\frac{d_u^2 \times \pi}{4}} = \frac{3,623}{\frac{0,0372^2 \times \pi}{4}} = 0,926 \text{ [m/s]} \quad (6.20)$$

Reynoldsov broj računa se prema izrazu (6.21):

$$Re = \frac{w_{\text{stv}} \times d_u \times \rho}{\eta} = \frac{0,926 \times 0,0372 \times 2,333}{7,5 \times 10^{-6}} = 10715 \quad (6.21)$$

Faktor trenja za turbulentno strujanje iznosi:

$$\lambda = \left\{ -1,8 \log \left[ \left( \frac{e}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{Re} \right] \right\}^{-2} = \left\{ -1,8 \log \left[ \left( \frac{0,1}{37,2} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{10715} \right] \right\}^{-2} = 0,034 \quad (6.22)$$

Duljina lokalnih otpora računat će se kao:

$$L_{\text{lok}} = \frac{\sum \zeta \times d_u}{\lambda} = \frac{2 \times 0,0372}{0,034} = 2,188 \text{ [m]} \quad (6.23)$$

Na niskotlačnoj instalaciji nalazi se jedna slavina čiji koeficijent lokalnih otpora iznosi  $\zeta = 2$ .

$$\sum \zeta = 2 \quad (6.24)$$

$$L_{\text{uk}} = L_{\text{lok}} + L_{\text{duž}} = 2,188 + 2 = 4,188 \text{ [m]} \quad (6.25)$$

Pad tlaka na instalaciji računa se prema izrazu (5.10):

$$p_3 = \sqrt{p_2^2 - \frac{\lambda \times Z \times L_{\text{uk}} \times w_{\text{stv}}^2 \times \rho_1 \times p_2}{d_u}} = \sqrt{174974,9^2 - \frac{0,034 \times 1 \times 4,188 \times 0,926^2 \times 2,333 \times 174974,9}{0,0372}} = 174971,1 \text{ [Pa]} \quad (6.26)$$

$$\Delta p = p_2 - p_3 = 174974,9 - 174971,1 = 3,8 \text{ [Pa]} \quad (6.27)$$

Sve ostale dionice računaju se prema gore navedenim formulama, dok su rezultati prikazani u tablicama 6.3-6.5.

Dionica A-B proteže se od regulatora II. stupnja u plinskom ormariću do račve od kojih jedna grana vodi prema kuhinji, a druga prema kotlovnici. Na navedenoj dionici nalazi se jedna hilzna za prolaz kroz zid te manometar s manometarskom slavinom i jedan cijevni luk. Dionica se prostire u dužini od 2 m te se izvodi iz cijevi DN32. U navedenoj cijevi protok plina iznosi 8,452 kg/h. Ukupni pad tlaka na ovoj dionici iznosi 3,83 Pa.

Dionica B-C kreće se od prije spomenute račve do prvog trošila u prostoru kuhinje – plinskog roštilja snage 6 kW. Na navedenoj dionici nalaze se dvije hilzne za prolaz kroz zid te elektromagnetski i interventni ventil na silaznoj vertikali prije kuhinjskih trošila. Dionica se

prostire u dužini od 24 m te se izvodi iz cijevi DN32. U navedenoj cijevi protok plina iznosi 3,76 kg/h. Ukupni pad tlaka na ovoj dionici iznosi 6,99 Pa.

U tablici 6.3 prikazan je izračun pada tlaka za dionice A-B i B-C.

Tablica 6.3: Izračun pada tlaka - dionice A-B i B-C

Dionica A-B			Dionica B-C		
Q =	108	kW	Q =	48	kW
H <sub>d</sub> =	46000	J/kg	H <sub>d</sub> =	46000	J/kg
m <sub>inst</sub> =	0,00235	kg/s	m <sub>inst</sub> =	0,00104	kg/s
m <sub>inst</sub> =	8,45	kg/h	m <sub>inst</sub> =	3,76	kg/h
m =	53,2	kg/kmol	m =	53,2	kg/kmol
p =	50	mbar	p =	50	mbar
p =	5000	Pa	p =	5000	Pa
R =	8314	J/kmolK	R =	8314	J/kmolK
T =	288	K	T =	288	K
ρ <sub>UNP</sub> =	2,333	kg/m <sup>3</sup>	ρ <sub>UNP</sub> =	2,33	kg/m <sup>3</sup>
V =	3,62	m <sup>3</sup> /h	V =	1,61	m <sup>3</sup> /h
d <sub>u,min</sub> =	0,02265	mm	d <sub>u,min</sub> =	0,01510	mm
d <sub>usv</sub> =	0,0372	mm	d <sub>usv</sub> =	0,0372	mm
w <sub>stv</sub> =	0,93	m/s	w <sub>stv</sub> =	0,41	m/s
Re =	10719,93	-	Re =	4764,41	-
λ =	0,03401	-	λ =	0,04080	-
Σζ =	2	m	Σζ =	9	m
L <sub>lok</sub> =	2,19	m	L <sub>lok</sub> =	8,21	m
L <sub>duž</sub> =	2	m	L <sub>duž</sub> =	24	m
L <sub>uk</sub> =	4,19	m	L <sub>uk</sub> =	32,21	m
p <sub>ulaz</sub> =	105000	Pa	p <sub>ulaz</sub> =	104996,17	Pa
p <sub>kraj</sub> =	104996,17	Pa	p <sub>kraj</sub> =	104989,18	Pa
<b>Δp =</b>	<b>3,83</b>	<b>Pa</b>	<b>Δp =</b>	<b>6,99</b>	<b>Pa</b>

Dionica C-D kreće se od prvog roštilja snage 6 kW do drugog trošila u kuhinji – plinskog roštilja snage 6 kW. Dionica se prostire u dužini od 0,4 m te se izvodi iz cijevi DN20. U navedenoj cijevi protok plina iznosi 3,29 kg/h. Ukupni pad tlaka na ovoj dionici iznosi 2,58 Pa.

Dionica D-E proteže se od drugog roštilja snage 6 kW do trećeg trošila u kuhinji – štednjaka snage 12 kW. Dionica se prostire u dužini od 0,1 m te se izvodi iz cijevi DN20. U navedenoj cijevi protok plina iznosi 2,82 kg/h. Ukupni pad tlaka na ovoj dionici iznosi 1,45 Pa.

U tablici 6.4 prikazan je izračun pada tlaka za dionice C-D i D-E.

Tablica 6.4: Izračun pada tlaka - dionice C-D i D-E

Dionica C-D			Dionica D-E		
Q =	42	kW	Q =	36	kW
H <sub>d</sub> =	46000	J/kg	H <sub>d</sub> =	46000	J/kg
m <sub>inst</sub> =	0,00091	kg/s	m <sub>inst</sub> =	0,00078	kg/s
m <sub>inst</sub> =	3,29	kg/h	m <sub>inst</sub> =	2,82	kg/h
m =	53,2	kg/kmol	m =	53,2	kg/kmol
p =	50	mbar	p =	50	mbar
p =	5000	Pa	p =	5000	Pa
R =	8314	J/kmolK	R =	8314	J/kmolK
T =	288	K	T =	288	K
ρ <sub>UNP</sub> =	2,33	kg/m <sup>3</sup>	ρ <sub>UNP</sub> =	2,33	kg/m <sup>3</sup>
V =	1,41	m <sup>3</sup> /h	V =	1,21	m <sup>3</sup> /h
d <sub>u,min</sub> =	0,01412	mm	d <sub>u,min</sub> =	0,01307	mm
d <sub>usv</sub> =	0,0223	mm	d <sub>usv</sub> =	0,0223	mm
w <sub>stv</sub> =	1,00	m/s	w <sub>stv</sub> =	0,86	m/s
Re =	6954,34	-	Re =	5960,86	-
λ =	0,03926	-	λ =	0,04051	-
Σζ =	1,5	m	Σζ =	1,5	m
L <sub>lok</sub> =	0,85	m	L <sub>lok</sub> =	0,83	m
L <sub>duž</sub> =	0,4	m	L <sub>duž</sub> =	0,1	m
L <sub>uk</sub> =	1,25	m	L <sub>uk</sub> =	0,93	m
p <sub>ulaz</sub> =	104989,18	Pa	p <sub>ulaz</sub> =	104986,6	Pa
p <sub>kraj</sub> =	104986,60	Pa	p <sub>kraj</sub> =	104985,15	Pa
<b>Δp =</b>	<b>2,58</b>	<b>Pa</b>	<b>Δp =</b>	<b>1,45</b>	<b>Pa</b>

Dionica E-F kreće se od štednjaka snage 12 kW do četvrtog trošila u kuhinji – štednjaka snage 24 kW. Dionica se prostire u dužini od 2 m te se izvodi iz cijevi DN20. U navedenoj cijevi protok plina iznosi 1,88 kg/h. Ukupni pad tlaka na ovoj dionici iznosi 1,87 Pa.

Dionica A'-A kreće se od isparivača UNP-a do regulatora II. stupnja u plinskom ormariću na zidu objekta. Na navedenoj dionici nalazi se četiri koljena, jedan manometar s manometarskom slavinom, regulator II. stupnja, dielektrična spojnica i dva ventila. Dionica se prostire u dužini od 40 m te se izvodi iz cijevi DN32. U navedenoj cijevi protok plina iznosi 11,27 kg/h. Ukupni pad tlaka na ovoj dionici iznosi 44,22 Pa.

U tablici 6.5 prikazan je izračun pada tlaka za dionice E-F i A'-A.

Tablica 6.5: Izračun pada tlaka - dionice E-F i A'-A

Dionica E-F			Dionica A'-A		
Q =	24	kW	Q =	108	kW
H <sub>d</sub> =	46000	J/kg	H <sub>d</sub> =	46000	J/kg
m <sub>inst</sub> =	0,00052	kg/s	m <sub>inst</sub> =	0,00235	kg/s
m <sub>inst</sub> =	1,88	kg/h	m <sub>inst</sub> =	8,45	kg/h
m =	53,2	kg/kmol	m =	53,2	kg/kmol
p =	50	mbar	p =	750	mbar
p =	5000	Pa	p =	75000	Pa
R =	8314	J/kmolK	R =	8314	J/kmolK
T =	288	K	T =	288	K
			Z =	0,9688	
ρ <sub>UNP</sub> =	2,33	kg/m <sup>3</sup>	ρ <sub>UNP</sub> =	4,01	kg/m <sup>3</sup>
V =	0,81	m <sup>3</sup> /h	V =	2,11	m <sup>3</sup> /h
d <sub>u,min</sub> =	0,01068	mm	d <sub>u,min</sub> =	0,01576	mm
d <sub>usv</sub> =	0,0223	mm	d <sub>usv</sub> =	0,0372	mm
w <sub>stv</sub> =	0,57	m/s	w <sub>stv</sub> =	0,54	m/s
Re =	3973,91	-	Re =	10719,93	-
λ =	0,04444	-	λ =	0,03401	-
Σζ =	0,9	m	Σζ =	8	m
L <sub>lok</sub> =	0,45	m	L <sub>lok</sub> =	8,75	m
L <sub>duž</sub> =	2	m	L <sub>duž</sub> =	40	m
L <sub>uk</sub> =	2,45	m	L <sub>uk</sub> =	48,75	m
p <sub>ulaz</sub> =	104985,15	Pa	p <sub>ulaz</sub> =	175000	Pa
p <sub>kraj</sub> =	104983,28	Pa	p <sub>kraj</sub> =	174974,06	Pa
<b>Δp =</b>	<b>1,87</b>	<b>Pa</b>	<b>Δp =</b>	<b>25,94</b>	<b>Pa</b>

Na kritičnoj dionici sveukupni pad tlaka iznosi 16,72 Pa, što zadovoljava maksimalni dozvoljeni pad tlaka koji iznosi 50 Pa prema HSUP-P600.

## 6.5. Spremnik UNP-a

Ukupna godišnja potrošnja UNP-a računa se kao:

$$G_{\text{UNP}} = \frac{Q_{\text{PTV}} + Q_{\text{grijanje}}}{\eta \times H_{\text{g,UNP}}} + \frac{Q_{\text{kuhanje}}}{H_{\text{d,UNP}}} \quad (6.28)$$

Gornja ogrjevna vrijednost UNP iznosi 50000 kJ/kg odnosno 13,9 kWh/kg

Donja ogrjevna vrijednost UNP iznosi 46000 kJ/kg odnosno 12,8 kWh/kg

Za izračunati  $G_{\text{UNP}}$ , godišnja potrošnja topline za pripremu PTV-a iznosi 30000 kWh, godišnja potrošnja topline za grijanje prostora restorana iznosi  $Q_{\text{grijanje}} = 56037$  kWh.

Kuhinja ima ukupni toplinski učin od 48 kW, pa neka je godišnja potrošnja UNP-a za kuhanje  $48 \text{ kW} \times 12 \text{ h/dan} \times 200 \text{ dana/god} \times 0,405 = 46656$  kWh/god

Pretpostavka je da restoran radi 12 sati dnevno i 200 dana u godini.

Faktor istovremenosti za 4 plinskih trošila za kuhanje iznosi  $f_{\text{GH}} = 0,405$  (pretpostavka 2-plameni) prema HSUP-P600.

$$G_{\text{UNP, god}} = \frac{30000 + 56037 \text{ kWh}}{0,9 \times 0,98 \times 13,9} + \frac{46656}{12,8} = 10663 \text{ [kg/god]}$$

U sezoni grijanja (od 15. listopada do 15. travnja, ukupno 182 dana) potrošnja UNP-a iznosi:

$$G_{\text{UNP, SG}} = \frac{30000 \times \left(\frac{182}{365}\right) + 56037 \text{ kWh}}{0,9 \times 0,98 \times 13,9} + \frac{46656 \times \left(\frac{182}{365}\right)}{12,8} = 7608 \text{ [kg u sezoni grijanja]}$$

Odabiru se dva spremnika UNP-a pojedinačnog volumena 4850 l i ukupnog volumena od  $2 \times 4850 = 9700$  l, ukupne maksimalne mase punjenja od  $2 \times 2291 = 4582$  kg.

Broj punjenja godišnje računa se iz izraza (6.31):

$$n_{\text{punjenja, god}} = \frac{G_{\text{UNP, god}}}{4582} = \frac{10663}{4582} = 2,33 \text{ punjenja/godišnje} \quad (6.31)$$

Broj punjenja tijekom sezone grijanja:

$$n_{\text{punjenja, SG}} = \frac{G_{\text{UNP, SG}}}{4582} = \frac{7608}{4582} = 1,66 \text{ punjenja/sezona grijanja} \quad (6.32)$$

Spremnik UNP-a postavljen je na lokaciji 15 m udaljenoj od granice zemljišta. i 12,5 m od objekta. Točan položaj spremnika vidljiv je u nacrtima i to na situaciji te nacrtu br.2. U situaciji je prikazana i autocisterna za punjenje spremnika. Prilikom punjenja potrebno je pridržavati se svih propisanih sigurnosnih mjera te ispred i iza cisterne treba postaviti trokut i svjetlo upozorenja.



Maksimalni kapacitet punjenja spremnika UNP iznosi 85% ukupne zapremine spremnika, tako da je zapremina punjenja:

$$V = 0,85 \times 4,85 = 4,123 \text{ [m}^3\text{]} \quad (6.33)$$

Radni pretlak iznosi:  $p_{\max} = 16,44 \text{ [bar]}$

Radna temperatura:  $t = 40^\circ\text{C}$

Najveća dozvoljena masa punjenja UNP iznosi:

$$Q_{\text{UNP}} = V \times \rho = 4123 \times 0,55556 = 2291 \text{ [kg]} \quad (6.34)$$

gdje je:

gustoća UNP-a:  $\rho = 555,56 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ , odnosno  $\rho = 0,55556 \text{ [kg/l]}$

Spremnik za UNP opremljen je sljedećom armaturom:

- ventilom za punjenje tekuće faze
- ventilom za korištenje plinske faze s ugrađenim manometrom i sondom za indicaciju maksimuma punjenja
- ventilom za korištenje tekuće faze
- sigurnosnim ventilom na oprugu s ugrađenim predventilom koji omogućuje demontažu ventila za vrijeme korištenja spremnika
- magnetskim pokazivačem razine s plovkom
- čepom za odmuljivanje

Sva armatura ima ugrađene protulomne ventile.

## 6.6. Proračun dimnjaka

Proračun se temelji na sljedećim izrazima:

Gustoća zraka računa se kao:

$$\rho_{\text{zrak}} = \frac{m \times p_{\text{ok}}}{R \times T} = \frac{28,95 \times 95000}{8314 \times (273 + 15)} = 1,15 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (6.35)$$

gdje je:

$m$  – molarna masa zraka, [kg/kmol]

$p_{ok}$  – najnepovoljniji tlak, 95 000 [Pa]

$T$  – temperatura zraka, [K]

Gustoća dimnih plinova može se dobiti iz izraza (6.36):

$$\rho_{dp} = \frac{m \times p}{R \times T} = \frac{28,44 \times 95000}{8314 \times (273 + 37)} = 1,05 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (6.36)$$

Prema tablici 6.1, temperatura dimnih plinova kod djelomičnog opterećenja iznosi 37 °C (najnepovoljnija temperatura dimnih plinova).

$m$  – molarna masa dimnih plinova, [kg/kmol], izračunata u jednadžbi (6.55)

$p$  – najnepovoljniji tlak, 95 000 [Pa]

$T$  – najnepovoljnija temperatura dimnih plinova, [K]

Uzgon se dobiva iz izraza (6.37):

$$U = H \times g \times (\rho_{zrak} - \rho_{dp}) \times f_{pog} = 2 \times 9,81 \times (1,15 - 1,05) \times 0,95 = 1,864 \text{ [Pa]} \quad (6.37)$$

pri čemu je:

$H$  – visina dimnjaka, [m]

$g$  – ubrzanje sile teže, 9,81 [m/s<sup>2</sup>]

$\rho_{zrak}$  – gustoća zraka, [kg/m<sup>3</sup>]

$\rho_{dim}$  – gustoća dimnih plinova, [kg/m<sup>3</sup>]

$f_{pog}$  – faktor pogona, 0,95 kod prekidanog pogona

Minimalna specifična količina kisika za izgaranje UNP-a iznosi:

$$o_m = \left(3 + \frac{8}{4}\right) \times 0,35 + \left(4 + \frac{10}{4}\right) \times 0,65 = 5,975 \left[ \frac{\text{m}_{n_{O_2}}^3}{\text{m}_{n_G}^3} \right] \quad (6.38)$$

Teoretska minimalna količina zraka za izgaranje UNP-a računa se kao:

$$l_m = \frac{o_m}{0,21} = \frac{5,975}{0,21} = 28,45 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3} \right] \quad (6.39)$$

dok je stvarna količina zraka za izgaranje jednaka:

$$l = l_m \times \lambda = 28,45 \times 1,15 = 32,7 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3} \right] \quad (6.40)$$

gdje je:

$\lambda$  – pretičak zraka

Sastav dimnih plinova čine ugljikov dioksid  $\text{CO}_2$ , kisik  $\text{O}_2$ , dušik  $\text{N}_2$  i vodena para  $\text{H}_2\text{O}$ .

Izrazi za izračun sastava dimnih plinova navedeni su u nastavku.

$$\text{CO}_2 = \sum x \times C_x H_y = 0,35 \times 3 + 0,65 \times 4 = 3,65 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3} \right] \quad (6.41)$$

$$\text{O}_2 = 0,21(\lambda - 1) \times l_m = 0,21 \times (1,15 - 1) \times 28,45 = 0,9 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3} \right] \quad (6.42)$$

$$\text{N}_2 = 0,79 \times \lambda \times l_m = 0,79 \times 1,15 \times 28,45 = 25,8 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3} \right] \quad (6.43)$$

$$\text{H}_2\text{O} = \sum 0,5y C_x H_y = 0,5 \times (8 \times 0,35 + 10 \times 0,65) = 4,65 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3} \right] \quad (6.44)$$

Količina vlažnih dimnih plinova tada je jednaka:

$$v_{vi} = [\text{CO}_2] + [\text{O}_2] + [\text{N}_2] + [\text{H}_2\text{O}] = 3,65 + 0,9 + 25,8 + 4,65 = 35 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3} \right] \quad (6.45)$$

Udio dimnih plinova u smjesi se računa kao omjer sastava određenog dimnog plina te ukupne količine dimnih plinova  $v_{vi}$ . Izrazi su prema tome jednaki:

$$r_{\text{CO}_2} = \frac{[\text{CO}_2]}{v_{vi}} \times 100 = \frac{3,65}{35} \times 100 = 10,4 [\%] \quad (6.46)$$

$$r_{\text{O}_2} = \frac{[\text{O}_2]}{v_{vi}} \times 100 = \frac{0,9}{35} \times 100 = 2,6 [\%] \quad (6.47)$$

$$r_{\text{N}_2} = \frac{[\text{N}_2]}{v_{vi}} \times 100 = \frac{25,8}{35} \times 100 = 73,7 [\%] \quad (6.48)$$

$$r_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{v_{vi}} \times 100 = \frac{4,65}{35} \times 100 = 13,3 [\%] \quad (6.49)$$

Predviđaju se tri kotla snage 20 kW te se prema tome volumni protok računa prema izrazu (6.50):

$$V_{dp} = v_{vi} \times \left( \frac{3600 \times Q_{k\text{kot}}}{\eta \times H_d} \right) = 35 \times \left( \frac{3600 \times 3 \times 20}{0,98 \times 118,2 \times 10^3} \right) = 65,265 \left[ \frac{\text{m}_n^3}{\text{h}} \right] \quad (6.50)$$

pri čemu je:

$Q_{k\text{kot}}$  – učin kotlovnice, [kW]

$\eta$  – faktor iskoristivosti kotlova

$H_g$  – gornja ogrjevna moć,  $\left[ \frac{\text{MJ}}{\text{m}_n^3} \right]$  i iznosi:

$$H_g = 0,35 \times 93,9 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} + 0,65 \times 121,8 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} = 112 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$$

U MJ/m<sub>n</sub><sup>3</sup> iznosi:

$$H_g = 112 \times \frac{288,15}{273,15} = 118,2 \text{ MJ/m}_n^3$$

Molarna masa pojedinih sastojaka dimnih plinova iznosi:

$$M_{\text{CO}_2} = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ [kg/kmol]} \quad (6.51)$$

$$M_{\text{O}_2} = 2 \times 16 = 32 \text{ [kg/kmol]} \quad (6.52)$$

$$M_{\text{N}_2} = 2 \times 14 = 28 \text{ [kg/kmol]} \quad (6.53)$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \times 1 + 16 = 18 \text{ [kg/kmol]} \quad (6.54)$$

Molarna masa dimnih plinova koji su nastali izgaranjem iznosi:

$$m_{\text{dp}} = \sum_i r_i \times m_i = 0,104 \times 44 + 0,026 \times 32 + 0,737 \times 28 + 0,133 \times 18 = 28,438 \text{ [kg/kmol]} \quad (6.55)$$

Brzina dimnih plinova računa se kao:

$$w_{\text{dp}} = \frac{4V_{\text{dp}}}{d_u^2 \pi} \times \frac{T_{\text{dp}}}{T_s} \times \frac{p_s}{p_{\text{dp}}} = \frac{4 \times \frac{65,265}{3600}}{0,18^2 \times \pi} \times \frac{273 + 37}{288} \times \frac{101325}{95000} = 0,818 \text{ [m/s]} \quad (6.56)$$

Reynoldsova značajka jednaka je:

$$Re = \frac{w_{\text{dp}} \times d_u \times \rho_{\text{dp}}}{\eta} = \frac{0,818 \times 0,18 \times 1,05}{20 \times 10^{-6}} = 7730,1 \quad (6.57)$$

Za turbulentno strujanje faktor trenja iznosi:













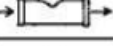

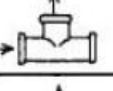

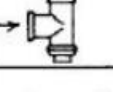

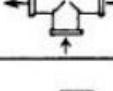

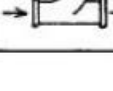

$$\lambda = \left\{ -1,8 \times \log \left[ \left( \frac{e}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{Re} \right] \right\}^{-2} = \left\{ -1,8 \times \log \left[ \left( \frac{0,01}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{7730,1} \right] \right\}^{-2} = 0,033 \quad (6.58)$$

gdje je:

$e$  – visina hrapavosti za polietilenske cijevi;  $e = 0,01 \text{ mm}$

Koeficijenti lokalnih gubitaka očitavaju se iz tablice 6.6.

Tablica 6.6: Koeficijenti lokalnih gubitaka

Red. br.	MJESNI OTPOR	$\xi$	Red. br.	MJESNI OTPOR	$\xi$
1	 Redukcija	0,5	12	 T - luk Razdvajanje protoka, odvojak	1,3
2	 Etažni luk	0,5	13	 T - luk za čišćenje	1,3
3	 Koljeno 90°	1,5	14	 T - luk Razdvajanje protoka u suprot- nim smjerovima	1,5
4	 Koljeno 45°	0,7	15	 Križni komad 90° Razdvajanje protak	0
5	 Luk 90°	0,4	16	 Križni komad 90° Razdvajanje odvojak	1,5
6	 Luk 45°	0,3	17	 Križni komad 90° za čišćenje, raz- dvajanje prolaz	0
7	 T - komad 90° Razdvajanje protoka prolaz	0	18	 Križni komad 90° za čišćenje, raz- dvajanje odvojak	1,5
8	 T - komad 90° Razdvajanje protoka odvojak	1,5	19	 Slavina DIN 3525, DIN 3526	2,0
9	 T - komad 90° za čišćenje	1,5	20	 Kutna slavina DIN 3531	5,0
10	 T - komad 90° Razdvajanje protoka u suprot- nim smjerovima	3,0	21	 Zasun DIN 3216	0,5
11	 T - luk Razdvajanje protoka, prolaz	0	22	 Odvajač kondenza- ta	2,0

Lokalni otpori strujanja u dimnjaku prema tome iznose:

$$\sum \zeta = 0 \quad (6.59)$$

Pad tlaka zbog strujanja dimnih plinova u dimnjaku dobiva se iz izraza (6.60):

$$\Delta p_d = 1,5 \left( \frac{\lambda_{dp}}{d_u} \times L + \sum \zeta_{dp} \right) \frac{\rho_{dp} \times w_{dp}^2}{2} = 1,5 \times \left( \frac{0,033}{0,18} \times 2 + 0 \right) \times \frac{1,05 \times 0,818^2}{2} = 0,193 \text{ [Pa]} \quad (6.60)$$

$$\Delta p_{ef} = \Delta p_d - U = 0,193 - 1,864 = -1,671 \text{ [Pa]} \quad (6.61)$$

Proračun dimnjaka proveden je u programu Kesa-Aladin sukladno normi EN 13384-2. Na početku se odabire geografska lokacija te se upisuju geografski i temperaturni podaci na kojima se planira pogon dimnjaka. Za navedeni slučaj, geografska lokacija je Split, geografska visina je 0 m te temperature na ušću -15 °C, na otvorenom 0 °C, u hladnom području 0 °C, na toplom području 0 °C, a temperatura okolnog zraka iznosi 15 °C.

Odabire se vrsta priključka, tip dimovodne naprave, vrsta opskrbe zrakom te tip ušća. U našem slučaju radi se o plinskom ložištu tipa C, kućnoj dimovodnoj napravi, dok opskrba zrakom je neovisna o zraku prostorije, budući da se radi o protustrujnom dimnom elementu.

Na slici 6.2 prikazani su podaci koji se upisuju u program Kesa-Aladin, a koji su potrebni za provedbu proračuna.

ložišno-tehničko mjerenje ložišta prema EN 13384-2		
datum	9.8.2024.	
koncept naprave - višestruki priključci		
količina priključaka	1	
... priključak 1	3 Ložišta	
Dimovodna naprava	kućna dimovodna naprava	
položaj/tok	U zgradi	
opskrba zrakom	Neovisno o zraku prostorije	
dovod zraka	Protustruja	
odjeljci	spojni element: 1, dimovodna naprava: 1	
ušće	Otvoreno ušće zeta = 0	
okolica		
lokacija	Split	
geodetska visina	0 m	
sigurnosni broj SE	1.5	
korekcijski faktor SH	0.5	
temperature okolnog zraka (standardne vrijednosti)		
na ušću	-15 °C	(temperaturni uvjeti)
na otvorenom	0 °C	(temperaturni uvjeti)
u hladnom području	0 °C	(temperaturni uvjeti)
u toplom području	0 °C	(temperaturni uvjeti)
okolni zrak	15 °C	(tlačni uvjet)

Slika 6.2: Ulazni podaci za proračun u programu Kesa-Aladin

Za vrstu ložišta odabrana je kategorija plin (kondenzacijska vrijednost). Odabran je kotao Viessmann Vitodens 200-W (Type B2HA074). Podaci o kotlu kao što su nazivna toplinska snaga, toplinska snaga loženja, udio CO<sub>2</sub>, masena struja dimnih plinova, temperatura dimnih plinova te maksimalni potisni tlak preuzeti su od proizvođača kotla za puno kako i za djelomično opterećenje.

Podaci o prostoriji za instalaciju imaju utjecaj na proračun samo kad se radi o plinskom ložištu čija opskrba zrakom ovisi o zraku u prostoriji, što nije naš slučaj te se ovaj odlomak zanemaruje.

Odabrana je dimovodna naprava proizvođača Schiedel ProGas PP, koncentrična. Podaci kao što su debljina, toplinska provodljivost, srednja hrapavost i slično su preuzeti od proizvođača. U našem slučaju radi se o ravnoj dionici dimnjaka ukupne visine 3 m.









Prema normi EN 13384-2 potrebno je zadovoljiti dva uvjeta kako bi dimovodna naprava zadovoljila:

1. Tlačni uvjet – kontrola je li dovoljna razlika tlakova za savladavanje gubitaka uslijed strujanja dimnih plinova
2. Temperaturni uvjet – temperatura na vrhu dimnjaka ne smije pasti ispod točke leđišta

Postrojenje zadovoljava tražene uvjete te je usvojena dimovodna cijev 180/350 mm. Raspoloživi uzgon za maksimalno nazivno opterećenje iznosi 142,5 Pa, a za djelomično opterećenje 70,5 Pa te zadovoljava izračunati pad tlaka prema EN 13384-2.

Na slikama 6.3 - 6.8 prikazan je proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin.

Na slici 6.6 u zadnjem odjeljku vidi se da su zadovoljeni tlačni i temperaturni uvjet, dok su detaljniji rezultati prikazani na slikama 6.7 i 6.8.

ložišta 1...3		  	
kategorija	Plin-kondenzacijska vrijednost		
proizvođač, tip	Viessmann Vitodens 200-W (Typ B2HA074) / 35 kW 50 / 30 °C		
gorivo	Tekući plin		
	<b>puno opterećenje</b>	<b>djelomično opterećenje</b>	
nazivna toplinska snaga	20 kW	10 kW	
toplinska snaga loženja	20.1 kW	10.05 kW	
udio CO2	9.5 %	9.5 %	
masena struja dimnih plinova	9.64 g/s	5.76 g/s	
temperatura dimnih plinova	40 °C	36.6 °C	
maksimalni potisni tlak	142.3 Pa	70.5 Pa	
nastavak za dimne plinove	Okrugli 60 mm		
vrsta prijelaza	Redukcija konusna 60°		
potreban zrak	Zrak potreban za izgaranje u grijačem aparatu je 26 ml/h za nom. izlaz i 15.6 ml/h za min. izlaz.		
faktor beta	0.9		
<b>osigurač povratne struje</b>	integriran u ložište		
prostorija za instalaciju ložišta 1...3			
kategorija	Prostorija za instalaciju		
svjež i zrak	prozori		
izlazni zrak	nema		
odjeljak spojnog elementa 6 - vrsta gradnje		   	
kategorija	Koncentrični spojni element		
proizvođač, tip	Schiedel ProGas PP		
<b>spojni element (dimni plinovi)</b>			
presjek	Okrugli 80 mm		
Pojedinačni slojevi	materijal	debljina	t. provodljivost
	PP gladak	2 mm	0.22 W/mK
srednja hrapavost	0.5 mm		
<b>zračna cijev (sagorijevajući zrak)</b>			
presjek	Okrugli 125 mm		
otpor prolaza topline	0 m <sup>2</sup> K/W		
debljina	1 mm		
materijal unutarnjeg zida	Al gladak		
srednja hrapavost	1 mm		
klasifikacija proizvoda	EN 14471 - T200 P1 O W 2 O00 E E L0		
upotrebljivo u skladu s	CE-Konformitätserklärung CE 0036 CPR 91376 001 Rev.02		

Slika 6.3: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 1



odjeljci spojnog elementa 4 i 5 - vrsta gradnje			
kategorija	Koncentrični spojni element		
proizvođač, tip	Schiedel ProGas PP		
<b>spojni element (dimni plinovi)</b>			
presjek	Okrugli 80 mm		
Pojedinačni slojevi	materijal	debljina	t. provodljivost
	PP gladak	2 mm	0.22 W/mK
srednja hrapavost	0.5 mm		
<b>zračna cijev (sagorijevajući zrak)</b>			
presjek	Okrugli 125 mm		
otpor prolaza topline	0 m <sub>2</sub> K/W		
debljina	1 mm		
materijal unutarnjeg zida	Al gladak		
srednja hrapavost	1 mm		
klasifikacija proizvoda	EN 14471 - T200 P1 O W 2 O00 E E L0		
upotrebljivo u skladu s	CE-Konformitätserklärung CE 0036 CPR 91376 001 Rev.02		

odjeljci spojnog elementa 1...3 - vrsta gradnje			
kategorija	Koncentrični spojni element		
proizvođač, tip	Schiedel ProGas PP		
<b>spojni element (dimni plinovi)</b>			
presjek	Okrugli 80 mm		
Pojedinačni slojevi	materijal	debljina	t. provodljivost
	PP gladak	2 mm	0.22 W/mK
srednja hrapavost	0.5 mm		
<b>zračna cijev (sagorijevajući zrak)</b>			
presjek	Okrugli 125 mm		
otpor prolaza topline	0 m <sub>2</sub> K/W		
debljina	1 mm		
materijal unutarnjeg zida	Al gladak		
srednja hrapavost	1 mm		
klasifikacija proizvoda	EN 14471 - T200 P1 O W 2 O00 E E L0		
upotrebljivo u skladu s	CE-Konformitätserklärung CE 0036 CPR 91376 001 Rev.02		

odjeljak spojnog elementa 6 - izmjere	
otpori	nema
učinkovita visina	0 m
razvijena dužina	1 m
udio u otvorenom prostoru	0 %
udio u hladnom području	0 %
udio u toplom području	100 %

odjeljci spojnog elementa 4 i 5 - izmjere	
otpori	nema
učinkovita visina	0 m
razvijena dužina	1 m
udio u otvorenom prostoru	0 %
udio u hladnom području	0 %
udio u toplom području	100 %

Slika 6.4: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 2

**odjeljci spojnog elementa 1...3 - izmjere**

otpori	nema
učinkovita visina	0.5 m
razvijena dužina	0.5 m
udio u otvorenom prostoru	0 %
udio u hladnom području	0 %
udio u toplom području	100 %

**Dimovodna naprava - vrsta gradnje**

kategorija	Dimovodna naprava (DS) u oknu
proizvođač, tip	Schiedel ICS 50 model 1

**dimovod**

presjek	Okrugli 180 mm
otpor prolaza topline	0.56 m <sub>2</sub> K/W
debljina	51 mm
materijal unutarnjeg zida	Nehrđajuči čelik 316L
srednja hrapavost	1 mm
prstenasti otvor	Protutok zraka (34 mm)

**izvana (zračno okno)**

presjek	Kvadratni 350 mm
otpor prolaza topline	0.12 m <sub>2</sub> K/W
debljina	115 mm
materijal unutarnjeg zida	Lagani beton / pjenasta glina
srednja hrapavost	3 mm
klasifikacija proizvoda	EN 1856-1 - T600 N1 W V2 L50050 G25
Klasifikacija dimnjaka	EN 15287 - T600 N1 W 2 G50 L90 (R0.56)
upotrebljivo u skladu s i i	Leistungserklärung AUT-DE-004-DOP-2017-12-04 CE-Konformitätserklärung CE-0036-CPR-91236-002-Rev05 DIBt-Admission Z-7.1-3436

**Dimovodna naprava - izmjere**

otpori	nema
učinkovita visina	2 m
razvijena dužina	2 m

**Dimovodna naprava - protezanje (U zgradi)**

udio u otvorenom prostoru	15 %
udio u hladnom području	0 %
udio u toplom području	85 %
visina iznad okna	0.2 m
veza zgrada	Svestrano

**dodatna izolacija**

na otvorenom	materijal	debljina	t. provodljivost
	Rockwool	50 mm	0.035 W/mK
u hladnom području	otpada		

**otpor ušća**

otpor ušća	Otvoreno ušće
zeta	0

**ulaz 4**

otpor	T-komad 90 °
-------	--------------

*Slika 6.5: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 3*

ulazi 2 i 3			
otpor	T-komad 90 °		
ulaz 1			
otpor	T-komad 90 °		
ukupan rezultat			
način rada	Planski s podtlakom, vlažno		
<b>ložište:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
sva ložišta s punim optereć. (a)	+++	+++	+++
sva ložišta s djelom.optereć. (b)	+++	+++	+++
samo ložište s pun. optereć. (c)	+++		
samo ložište s djelom. optereć. (d)	+++		
radni tlakovi kod punog opterećenja	+	+	+
povratna struja kod punog opterećenja	+	+	+
<b>Dimovodna naprava:</b>			
temperaturni uvjeti	++		
podtlak	+		
Postrojenje se slaže sa svim uvjetima standarda EN 13384-2.			

Slika 6.6: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 4

detaljni rezultat - tlačni uvjeti (masene struje)				
<b>tlačni uvjet (a)</b>	Svi grijači aparati su u pogonu istovremeno s maksimalnim toplinskim ulazom (naz. izlaz).			
masena struja dimnih plinova (g/s)	$m_{wc}$	$m_w$	$m_{wc} - m_w$	
ložište 3	9.6	9.6	0	+++
ložište 2	9.6	9.6	0	+++
ložište 1	9.6	9.6	0	+++
<b>tlačni uvjet (b)</b>	Svi grijači aparati su u pogonu istovremeno s najnižim nepomičnim toplinskim ulazom (min. izlaz).			
masena struja dimnih plinova (g/s)	$m_{wc}$	$m_w$	$m_{wc} - m_w$	
ložište 3	5.8	5.8	0	+++
ložište 2	5.8	5.8	0	+++
ložište 1	5.8	5.8	0	+++
<b>tlačni uvjet (c)</b>	Samo jedan grijači aparat je u pogonu s maksimalnim toplinskim ulazom (min. izlaz). Svi ostali su izvan pogona.			
masena struja dimnih plinova (g/s)	$m_{wc}$	$m_w$	$m_{wc} - m_w$	
ložište 3	9.6	9.6	0	+++
ložište 2	9.6	9.6	0	+++
ložište 1	9.6	9.6	0	+++
<b>tlačni uvjet (d)</b>	Samo grijači aparat s najnižim nepomičnim nazivnim izlazom (min. Izlaz) je u pogonu. Svi ostali su izvan pogona.			
masena struja dimnih plinova (g/s)	$m_{wc}$	$m_w$	$m_{wc} - m_w$	
ložište 3	5.8	5.8	0	+++
ložište 2	5.8	5.8	0	+++
ložište 1	5.8	5.8	0	+++

Slika 6.7: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 5

**detaljni rezultat - radni tlakovi kod punog opterećenja**

**radni tlakovi kod punog opterećenja** Svi grijači aparati su u pogonu s maksimalnim toplinskim ulazom (naz. izlaz). Na ulazima iza grijačkih aparata ne smije doći do pozitivnog pritiska većeg od 50 Pa. Vidi DVGW G635.

	Pz-PLA (Pa)		
lož. 3 (Ul. 4)	-12.8	nadtlak!	+
lož. 2 (Ul. 3)	-36.6	nadtlak!	+
lož. 1 (Ul. 2)	-49.4	nadtlak!	+

**detaljni rezultat - povratna struja kod punog opterećenja**

**povratna struja kod punog opterećenja** Svi grijači aparati osim jednog su u pogonu s maksimalnim toplinskim ulazom (naz. izlazom). Na ulazu iza ovog grijačkog aparata ne smije doći do pozitivnog pritiska ukoliko niti jedan nepovratni ventil nije dostupan.

	Pz-PLU (Pa)		osig. povr. struje?	ok?
lož. 3 (Ul. 4)	-5.3	(nadtlak!)	da	+
lož. 2 (Ul. 3)	-18	(nadtlak!)	da	+
lož. 1 (Ul. 2)	-22	(nadtlak!)	da	+

**detaljni rezultat - temperaturni uvjeti**

**temperaturni uvjeti** Test nakupljanja leda: Temperatura % % unutrašnjeg gornjeg zida ne smije pasti ispod točke ledišta % %.

temperatura (°C)	t <sub>iob</sub>	t <sub>g</sub>	t <sub>iob</sub> -t <sub>g</sub>	
odjeljak 1	14.3	0	14.3	++

**detaljni rezultat - podtlak kod punog opterećenja**

**podtlak** Na ulazu u dimnjak ne smije doći do pozitivnog pritiska.

podtlak (Pa)	Pz	PLU	Pz-PLU	
odjeljak 1	0.9	0	0.9	+

Slika 6.8: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 6

## 6.7. Isparivač UNP-a

Toplina isparivanja UNP-a pri  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  dobiva se iz izraza (6.61):

$$q_{\text{isp,UNP}} = \frac{\sum r_i \times \rho_{\text{kap},i} \times q_{\text{isp},i}}{\sum r_i \times \rho_{\text{kap},i}} = \frac{0,65 \times 612 \times 393,55 + 0,35 \times 542 \times 392,3}{0,65 \times 612 + 0,35 \times 542} = 393,146 \text{ [kJ/kg]} \quad (6.61)$$

gdje je:

$r_i$  – volumni udio sudionika,  $[\text{m}^3/\text{m}^3]$

$\rho_i$  – gustoća sudionika u kapljevitom stanju,  $[\text{kg}/\text{m}^3]$

Gustoća butana pri  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  iznosi  $\rho_{\text{kap,butan}} = 612 \text{ [kg}/\text{m}^3]$

Gustoća propana pri  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  iznosi  $\rho_{\text{kap,propan}} = 542 \text{ [kg}/\text{m}^3]$

Površina spremnika koju oplakuje kapljevita faza računa se kao:

$$A = \left( 2 \times \frac{D^2 \times \pi}{4} + D \times \pi \times L \right) \times 0,8 = \left( 2 \times \frac{1,25^2 \times \pi}{4} + 1,25 \times \pi \times 1,45 \right) \times 0,8 = 6,519 \text{ [m}^2\text{]} \quad (6.62)$$

Količina ispuštanja SIV-a (iskazana kao volumni protok zraka):

$$\dot{q}_{\text{i,zrak}} = 0,1775 \times A^{0,82} = 0,1775 \times 6,519^{0,82} = 0,826 \text{ [m}^3/\text{s]} \quad (6.63)$$

Količina UNP-a koja može prirodno ispariti u spremnik:

$$\dot{m}_{\text{isp}} = \frac{k \times A_{\text{kap}} \times (t_{\text{ok}} - t_{\text{vr}})}{q_{\text{isp,UNP}}} = \frac{10 \times 6,519 \times (-4 + 8,7)}{393146} = 7,793 \times 10^{-4} \text{ [kg/s]} = 2,806 \text{ [kg/h]} \quad (6.64)$$

Količina UNP-a koja može prirodno ispariti u spremnik za naše uvjete iznosi  $2,806 \text{ [kg/h]}$ , dok proračunska vršna potrošnja iznosi  $8,452 \text{ [kg/h]}$  prema jednadžbi (6.1) te je prema tome potrebno ugraditi suhi električni isparivač SPI-12, kapaciteta  $6-15 \text{ [kg/h]}$  prema [16].

## 6.8. Selekcija plinske opreme

Regulator I. stupnja ugrađuje se direktno na izlazu iz spremnika UNP-a kako bi se tlak u cijevi smanjio s visokotlačnog na srednjetačni. Srednjetačni plinovod se nalazi do plinskog ormarića. Odabran je regulator I. stupnja sljedećih tehničkih karakteristika:

### Regulator I. stupnja,

**Tip: APZ400 OPSO**

S blokadnim ventilom OPSO

Protok: 30 kg/h

Ulazni tlak: 1,25-16 bar

Izlazni tlak: 0,75 bar

Ulazni priključak: W20x1/14"

Izlazni priključak: 3/8" Ž



*Slika 6.9: Regulator I. stupnja*

Regulator II. stupnja služi kako bi se tlak u cijevi smanjio sa srednjetačnog na niskotlačni. Niskotlačni plinovod se vodi u objektu od plinskog ormarića koji se nalazi na fasadi objekta. Odabran je regulator II. stupnja sljedećih tehničkih karakteristika:

### Niskotlačni regulator tlaka s blokadnim ventilom

**Tip: BP2303 UPSO-OPSO**

Protok: 25 kg/h

Ulazni tlak: 0,5-4 bar

Izlazni tlak: 29 (27-36) mbar

Podešavanje: DA

Ulazni priključak: 1/2"

Izlazni priključak: 3/4"

PRV zaštita: 75 mbar

OPSO (engl. *over-pressure shut-off*) = 135 mbar

UPSO (engl. *under-pressure shut-off*) = 10-22 mbar



*Slika 6.10: Niskotlačni regulator tlaka s blokadnim ventilom*

Kako bi se plinska oprema zaštitila od vanjskih utjecaja i neovlaštenog pristupa, odabran je plinski ormarić u kojega će se ta oprema smjestiti. Plinski ormarić ima na sebi otvore za provjetravanje.

### **Plinski ormarić**

Tipski ormar dimenzija 500x500x260mm

**Proizvod kao: TECNOGAS**

**Tip: H50xL50xP24**

sa natpisom PLIN



*Slika 6.11: Plinski ormarić*

Temeljem proračuna iz poglavlja br. 5 te jednadžbi (5.1) i (5.2) izabran je plinski kondenzacijski kotao za pripremu potrošne tople vode za potrebe restorana, sljedećih tehničkih karakteristika:

### **Plinski bojler**

**Proizvod kao: Viessmann Vitodens 200-W**

**Tip: B2HA074**

Nazivna toplinska snaga (puno opterećenje): 35 kW

Nazivna toplinska snaga (djelomično opterećenje): 10 kW

Toplinska snaga loženja (puno opterećenje): 35,18 kW

Toplinska snaga loženja (djelomično opterećenje): 10,05 kW

Udio CO<sub>2</sub>: 9,5%

Promjer dimnjače: okrugli 60 mm

Maksimalni potisni tlak (puno opterećenje): 250 Pa

Maksimalni potisni tlak (djelomično opterećenje): 70,5 Pa



*Slika 6.12: Plinski bojler*

Kako bi se osiguralo adekvatno provjetravanje kuhinje, ugrađuje se diferencijalni presostat na kanale kuhinjske nape koji ne dozvoljava pokretanje plinskih trošila u kuhinji bez pokrenute ventilacije.

### **Diferencijalni presostat**

**Proizvod kao: HUBA control, 0-200 Pa**

**Tip kao DTV**

Ugradnja na horizontalnom dijelu ventilacijskog kanala



*Slika 6.13: Diferencijalni presostat*

Diferencijalni presostat šalje signal elektromagnetnom ventilu da se otvori kad su uvjeti provjetravanja zadovoljeni (uključena kuhinjska napa). Odabran je elektromagnetski ventil sljedećih tehničkih karakteristika:

### **Elektromagnetski ventil**

**Proizvod kao: Tecnogas**

**Tip: 50331 B**

Priključak: 1"

Napon: 12 V

Snaga: 7 VA

Radna temperatura: -15-60 °C



*Slika 6.14: Elektromagnetski ventil*



## 6.9. Ispitivanje cjevovoda

Cjevovodi moraju biti ispitani na čvrstoću i nepropusnost, ovisno o radnom tlaku prema P601.111, određenom u tablici 6.7.

*Tablica 6.7: Ispitivanje na čvrstoću i nepropusnost plinske instalacije*

Ispitivanje radni tlak	na čvrstoću (bar)	na nepropusnost (bar)
Do 100 mbar (10 kPa)	1	0,11
Iznad 100 mbar do 1 bar	3	3
Iznad 1 bar do 5 bar	1,5 x najveći radni tlak, a minimalno 6 bar	1,5 x najveći radni tlak, a minimalno 6 bar

Ispitivanje se provodi tlačnom probom na čvrstoću i nepropusnost i provodi se prije premazivanja spojeva cjevovoda i zatrpavanja. Tlačna proba provodi se zrakom ili dušikom. Spojevi se tijekom tlačne probe kontroliraju sapunicom.

Ispitivanje na čvrstoću obavlja se nakon izjednačavanja temperatura u trajanju od jednog sata, a ispitivanje na nepropusnost nakon izjednačenja temperature u trajanju od najmanje 30 minuta.

Tijekom ispitivanja ne smije biti zabilježen pad tlaka ili propuštanje.

Tijekom ispitivanja se demontira armatura s maksimalno dopuštenim radnim tlakom manjim od tlaka ispitivanja. Ukoliko je dopušteni radni tlak manji od 1 bar, ponavlja se kontrola nepropusnosti s tlakom 110 mbar nakon montaže armature.

Cjevovodi niskog tlaka do 120 mbara i promjera otvora do 150 mm ispituju se samo na nepropusnost, s tim da se prvo ispitivanje vrši s tlakom od 1 bar, u trajanju od 10 minuta nakon izjednačavanja temperature. Drugo ispitivanje vrši se pri dvostrukom radnom tlaku a najmanje pri 150 mbar. Instalacija se smatra nepropusnom ako nakon 10 minuta tlak u idućih 10 minuta ostane konstantan.

Cjevovodi se tijekom uporabe ispituju na nepropusnost u okviru ispitivanja ispravnosti plinske instalacije, prema propisanom postupku dobavljača.

## 7. PRORAČUN VENTILACIJE

### 7.1. Proračun ventilacije kotlovnice

Prema Pravilniku o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica SFRJ 10/1990, potrebno je osigurati ventilaciju kotlovnice. U tu svrhu bit će montirane dvije prestrujne rešetke na vratima, jedna u razini tla, a druga pri vrhu vrata. Prema njemačkom propisu DVGW-TRGI iz 1972. godine, zbroj površina te dvije rešetke ne smije biti manji od:

$$A = 300 + 2,5 \times (Q - 50) = 300 + 2,5 \times (60 - 50) = 325 \text{ cm}^2 \quad (7.1)$$

Minimalna efektivna površina dovodnog i odvodnog otvora za ventilaciju u slučaju kada se zrak za izgaranje uzima izravno izvana, a ne iz prostora kotlovnice (plinsko ložište tipa C) iznosi:

$$A_0 = A_1 = 2 \times Q = 2 \times 60 = 120 \text{ cm}^2 \quad (7.2)$$

gdje je:

$A_0$  – minimalna efektivna površina dovodnog otvora, u  $\text{cm}^2$

$A_1$  – minimalna efektivna površina odvodnog otvora, u  $\text{cm}^2$

$Q$  – ukupni kapacitet kotlovnice, u kW

Bez obzira na proračunanu vrijednost, efektivna površina dovodnog otvora ne smije biti manja od  $A_0 = 500 \text{ cm}^2$ , a odvodnog od  $A_1 = 250 \text{ cm}^2$  (prema članku 28. u pravilniku SFRJ 10/1990).

Brzina zraka na dovodnom otvoru ne smije biti veća od 1 m/s kada se zrak za izgaranje uzima izravno izvana.

Odvodni otvori trebaju biti izvedeni tako da se ne mogu zatvarati, a dovodni i odvodni otvori trebaju biti izvedeni tako da je u svim okolnostima osigurana njihova efektivna površina. Također, fiksni dio efektivne površine dovodnog otvora treba biti najmanje jednak efektivnoj površini odvodnog otvora.

Zrak za ventilaciju treba ulaziti nisko u kotlovnicu, ali ne niže od 30 cm iznad poda i ne više od 1/3 ukupne unutrašnje visine kotlovnice.

Ako se izvode pravokutni otvori, odnos manje i veće strane može biti maksimalno 1:1,5. Ako se iz konstrukcijskih razloga izvode otvori s odnosom strana većim od 1:1,5, do odnosa 1:5, slobodni presjek mora se povećati najmanje za 10% a do odnosa 1:10 - najmanje za 25%. Kraća strana ne smije biti manja od 10 cm.

Najmanja visina na koju se postavlja odvodni otvor iznosi 2/3 ukupne unutarnje visine kotlovnice, računajući od poda do donjeg ruba odvodnog otvora. [17]

## 7.2. Proračun kuhinjske nape

Sustav kuhinjske nape važan je zbog sprječavanja širenja neugodnih mirisa iz prostora kuhinje u ostale prostorije. Također, potrebno je spriječiti nastajanje prevelikog podtlaka između prostorija kako ne bi došlo do neugodnog propuha.

Sustav kuhinjske nape projektiran je na način da se zasebne nape iznad glavnog termo bloka, iznad peći za pizzu, iznad konvektomata te iznad pranja suđa spajaju na jedan zajednički odsisni ventilator. Glavna napa, tj. napa iznad glavnog termo bloka mora imati na sebi dovod svježeg zraka koji se djelomično upuhuje u prostoriju kuhinje preko kuhinjske nape, dok se drugi dio tog zraka upuhuje direktno u prostor kuhinje.

Potrebno je također previdjeti način zagrijavanja odnosno hlađenja svježeg zraka koji se upuhuje u prostor kuhinje kako bi se osigurali odgovarajući uvjeti u prostorima kuhinje.

Upravljanje sustavom nape predvidjeti pomoću središnjeg upravljačkog sustava.

### 7.2.1. Glavni termo blok

Potrošnja plina u kuhinji računa se prema izrazu (7.3):

$$G = \frac{3600 \times Q}{H_{d,UNP}} = \frac{3600 \times 48}{103,3 \times 10^3} = 1,67 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (7.3)$$

Potrošnja zraka za plinska trošila u kuhinji iznosi:

$$V_{\text{zraka}} = G \times l = 1,67 \times 32,7 = 54,6 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (7.4)$$

Uz izmjenu zraka u kuhinji od  $5 \text{ h}^{-1}$ , volumni protok zraka u kuhinji računa se kao:

$$V_{\text{zrak,kuh}} = V_{\text{kuh}} \times 5 = (86,65 \times 3) \times 5 = 1300 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (7.5)$$

U tablici 7.1 izračunate su potrošnje plina i volumni protoci zraka za plinska trošila u kuhinji.

Tablica 7.1: Potrošnja plina i volumni protoci zraka za plinska trošila u kuhinji

Naprava	Snaga, kW	Vrsta	Količina	$G_i$ , [m <sup>3</sup> /h]	$V_{zrak,i}$ , [m <sup>3</sup> /h]
Plinski štednjak	24	A	1	0,836	27,337
Plinski štednjak	12	A	1	0,418	13,675
Plinski roštilj	6	A	2	0,418	13,675
<b>UKUPNO</b>				1,67	54,7 [m <sup>3</sup> /h]
				[m <sup>3</sup> /h]	

Iz kataloga Provent odabire se kuhinjska napa MEDIA-D duljine 2600 mm, širine 2000 mm i visine 620 mm. Nominalna količina odsisnog zraka je 4000 [m<sup>3</sup>/h] i odabrana je na temelju smjernica proizvođača na temelju toplinske emisije elemenata za koje se ista napa ugrađuje. Proračun nape za glavni termički blok prikazan je niže. Glavni termički blok čine plinski štednjak snage 24 kW, plinski štednjak snage 12 kW, dva plinska roštilja od kojih svaki ima snagu 6 kW, dvije friteze zagrijavane strujom te vodena kupelj zagrijavana strujom. Kako se radi o velikoj količini odsisanog zraka, potrebno je osigurati dodatni dovod svježeg zraka u prostor kuhinje. Svježi zrak dovodi se pomoću klima komore s DX izmjenjivačem i upuhuje se u prostor kuhinje putem tlačnih kanala i tlačnih rešetki te na obodu same nape.

Osjetna toplina elemenata zagrijavanih strujom - dvije friteze (27 kW) i vodena kupelj (1 kW) računa se kao:

$$Q_1 = \sum_i P_i \times Q_S = 27 \times 90 + 1 \times 125 = 2555 \text{ W} \quad (7.6)$$

$P_i$  – priključna snaga pojedinog uređaja, [kW]

$Q_S$  – emisija osjetne topline pojedinog uređaja koja se očitava iz norme EN 16282-1, [W/kW]

Osjetna toplina elemenata zagrijavanih plinom – dva plinska štednjaka i dva plinska roštilja dobiva se prema izrazu (7.7):

$$Q_2 = \sum_i P_i \times Q_S = 12 \times 350 + 36 \times 250 = 13200 \text{ W} \quad (7.7)$$

Toplinska emisija elemenata dobiva se iz izraza (7.8):

$$Q_{SK} = b \times (Q_1 + Q_2) = 0,5 \times (2555 + 13200) = 7877,5 \text{ W} \quad (7.8)$$

gdje je:

$b$  – konvekcijski udio;  $b = 0,5$

Termički protok zraka za odvod energije jednak je:

$$V_{th} = k \times Q_{SK}^{1/3} \times (z + 1,7 \times d_{hydr})^{5/3} \times r \times \varphi \quad (7.9)$$

pri čemu je:

$k$  – konstanta;  $k = 18$

$z$  – visina između termičkog bloka i kuhinjske nape, [m]

$r$  – redukcijski faktor s obzirom na postavljanje termičkog bloka;  $r = 1$

$\varphi$  – faktor istovremenosti;  $\varphi = 0,7$

$d_{hydr}$  – faktor dimenzije termičkog bloka, a računa se kao:

$$d_{hydr} = \frac{(2 \times L \times B)}{(L+B)} = \frac{(2 \times 2 \times 1,53)}{(2+1,53)} = 1,734 \text{ m} \quad (7.10)$$

gdje su:

$L$  – dužina termičkog bloka, [m];  $L = 2 \text{ m}$

$B$  – širina termičkog bloka, [m];  $B = 1,53 \text{ m}$

Prema tome, termički protok zraka za odvod energije iznosi:

$$V_{th} = 18 \times 7877,5^{1/3} \times (1,2 + 1,7 \times 1,734)^{5/3} \times 1 \times 0,7 = 2684,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Količina odsisanog zraka iz nape računa se kao:

$$V_{erf} = V_{th} \times a = 2684,5 \times 1,2 = 3221,4 \text{ m}^3/\text{h} \quad (7.11)$$

gdje je:

$a$  – faktor povećanja odvedenog zraka s obzirom na smetnje kod različitih načina upuhivanja;

$a = 1,2$

Volumni protok odvedenog zraka iz nape s obzirom na količinu vodenih para dobiva se prema izrazu (7.12):

$$V_{ab} = \frac{((D_1 + D_2) \times \varphi)}{((X_{Ab} - X_{zu}) \times \rho)} \quad (7.12)$$

pri čemu je:

$\rho$  – gustoća zraka;  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

$X_{Ab} - X_{zu}$  – razlika u vlazi između odvedenog i dovedenog zraka i iznosi  $X_{Ab} - X_{zu} = 6 \text{ g/kg}$

$D_1$  – emisija vodene pare po elementu zagrijavanog strujom računa se kao:

$$D_1 = \sum_i P_i \times D_i = 27 \times 1030 + 1 \times 294 = 28104 \text{ g/h} \quad (7.13)$$

gdje je:

$D_i$  – emisija vodene pare po kW snage instaliranog uređaja, [g/h kW]

$D_2$  – emisija vodene pare po elementu zagrijavanog plinom računa se kao:

$$D_2 = \sum_i P_i \times D_i = 12 \times 588 + 36 \times 147 = 12348 \text{ g/h} \quad (7.14)$$

Volumni protok odvedenog zraka iz nape s obzirom na količinu vodenih para iznosi:

$$V_{ab} = \frac{((28104 + 12348) \times 0,7)}{(6 \times 1,2)} = 3932,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 7.2.2. Pizza peć

Iz kataloga Provent odabire se kuhinjska napa EXTRACTA-W duljine 1200 mm, širine 1100 mm i visine 450 mm. Nominalna količina odsisnog zraka je 500 [m<sup>3</sup>/h] i odabrana je na temelju smjernica proizvođača na temelju toplinske emisije elemenata za koje se ista napa ugrađuje. Pizza peć kao energent koristi struju. U tablici 7.2 prikazani su rezultati proračuna za napu za pizza peć.

### 7.2.3. Konvektomat

Iz kataloga Provent odabire se kuhinjska napa EXTRACTA-W duljine 1300 mm, širine 1200 mm i visine 450 mm. Nominalna količina odsisnog zraka je 600 [m<sup>3</sup>/h] i odabrana je na temelju smjernica proizvođača na temelju toplinske emisije elemenata za koje se ista napa ugrađuje. Konvektomat kao energent koristi struju. U tablici 7.2 prikazani su rezultati proračuna za napu za konvektomat.

Tablica 7.2: Rezultati proračuna za nape za glavni termo blok, pizza peć i konvektomat

	$Q_1$ [W]	$Q_2$ [W]	$Q_{SK}$ [W]	$d_{hydr}$ [m]	$V_{th}$ [ $\frac{m^3}{h}$ ]
<b>Glavni termo blok</b>	2555	13200	7877,5	1,734	2684,5
<b>Pizza peć</b>	1386	0	693	0,89	424
<b>Konvektomat</b>	2244	0	1122	0,85	480

	$V_{erf}$ [ $\frac{m^3}{h}$ ]	$D_1$ [ $\frac{g}{h}$ ]	$D_2$ [ $\frac{g}{h}$ ]	$V_{ab}$ [ $\frac{m^3}{h}$ ]
<b>Glavni termo blok</b>	3221,398	28104	12348	3932,833
<b>Pizza peć</b>	508,8	4356	0	490
<b>Konvektomat</b>	576	4955	0	560

### 7.3. Proračun ventilacije – restoran

Proračun ventilacije restorana proveden je prema normi DIN 18599-10 koja propisuje volumni protok zraka po kvadratu prostora te tako je izračunat protok zraka u prostorijama objekta.

U tablici 7.3. prikazan je proračun ventilacije potrebne količine zraka koji se odnosi na ventilator OVI.

*Tablica 7.3: Proračun ventilacije restorana – ventilator OV1*

Rb.br.	Naziv	Kvadratura, m <sup>2</sup>	Izmjena, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	Zraka, m <sup>3</sup> /h	Usvojeno, m <sup>3</sup> /h
1	SPREMIŠTE ŠANKA	5,94	15	89,10	100
2	URED	8,10	4	32,40	50
3	SPREMIŠTE	8,48	15	127,20	150
4	SPREMIŠTE	9,30	15	139,50	200

Prema dobivenim vrijednostima, odabran je ventilator OV1 čije su karakteristike prikazane u tablici 7.8.

U tablici 7.4. prikazan je proračun ventilacije potrebne količine zraka koji se odnosi na ventilator OV4.

*Tablica 7.4: Proračun ventilacije restorana – ventilator OV4*

Rb.br.	Naziv	Kvadratur a,	Izmjena, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	Zraka, m <sup>3</sup> /h	Usvojeno, m <sup>3</sup> /h
1	GARDEROBE M	13,80	15	207,00	100
2	GARDEROBE Ž	10,00	15	150,00	200

Prema dobivenim vrijednostima, odabran je ventilator OV4 čije su karakteristike prikazane u tablici 7.8.

U tablici 7.5. prikazan je proračun ventilacije potrebne količine zraka koji se odnosi na ventilatore OV1, OV2 i OV3.

*Tablica 7.5: Proračun ventilacije restorana – ventilator OV1, OV2, OV3*

Rb.br.	Naziv	Kvadratura, m <sup>2</sup>	Izmjena, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	Zraka, m <sup>3</sup> /h	Usvojeno, m <sup>3</sup> /h
1	SANITARIJE Ž	12,30	15	184,50	300
2	SANITARIJE M	12,30	26	319,80	300

Prema dobivenim vrijednostima, odabrani su ventilatori OV1, OV2 i OV3 čije su karakteristike prikazane u tablici 7.8.

U tablici 7.6. prikazan je proračun ventilacije potrebne količine zraka koji se odnosi na ventilator OV5.

*Tablica 7.6: Proračun ventilacije restorana – OV5*

Rb.br.	Naziv	Kvadratur a,	Izmjena, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	Zraka, m <sup>3</sup> /h	Usvojeno, m <sup>3</sup> /h
1	SPREMIŠTE	8,10	15	121,50	150



Prema dobivenim vrijednostima, odabran je ventilator OV5 čije su karakteristike prikazane u tablici 7.8.

## 7.4. Selekcija opreme

U tablici 7.7 prikazan je izračun pada tlaka na kritičnoj dionici sustava ventilacije u spremištu. U tablici su prikazani padovi tlaka na svakoj dionici te padovi tlaka lokalnih gubitaka i na kraju ukupni pad tlaka koji ventilator treba savladati.

Tablica 7.7: Izračun pada tlaka na kritičnoj dionici sustava ventilacije u spremištu

Line	Position	Name	Dimensions (mm)					Vflow m3/h	Velocity m/s	R Pa/m	Zeta	Pressl. Comp.	Pressure loss	
			L/α	a1 d1	b1 d2	a2 d3	b2 d4						a3	single Pa
Exhaust air valve KU-125														
1.0		Exhaust air valve H						75,0				20,0	20,0	20,0
1.1		Line	1597	125	125			75,0	1,7	0,4			0,7	20,7
1.2		Line	471	125	125	125		75,0	1,7	0,4	0,1		0,3	21,0
1.3		Tee (Passage)	1203	125	125	125	125	75,0	1,7	0,4	0,3		1,0	22,0
1.4		Line	1418	125	125			150,0	3,4	1,5			2,2	24,2
		dp-dyn.						150,0					6,9	
Entire:												31,1 Pa		

Na temelju izračunatih padova tlaka te volumnog protoka odsisnog zraka, odabran je odsisni ventilator sljedećih tehničkih karakteristika:

### Odsisni ventilator OV1

Proizvod kao: Systemair

Tip: prio silent XP 160EC

Napon - 230 V, 50 Hz, 1~

Snaga napajanja - 83 W

Struja napajanja - 0,72 A

Brzina - 4238 o/min

Maksimalni protok - 788 m3/h

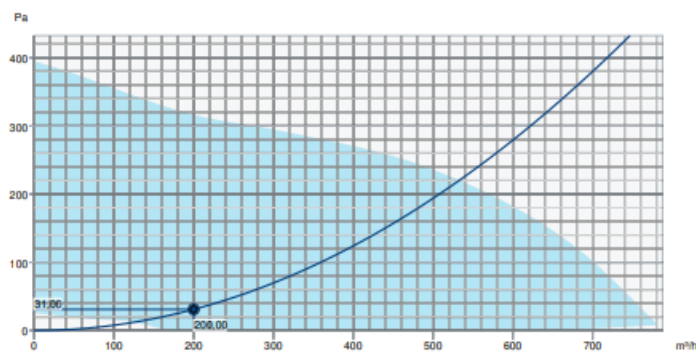
Masa - 3,17 kg



Slika 7.1: Odsisni ventilator OV1

Na slici 7.2 prikazana je krivulja karakteristike odabranog ventilatora u radnoj točki te tehnički podaci samog ventilatora.

Krivulja karakteristike



Slika 7.2: Krivulja karakteristike ventilatora

Po istom principu odabrani su svi ostali ventilatori i izračunati svi padovi tlaka. Rekapitulacija padova tlaka nalazi se u tablici 7.8.

Tablica 7.8: Odabrani odsisni ventilatori i njihove karakteristike

	<b>PAD TLAKA, Pa</b>	<b>VOLUMNI PROTOK, m³/h</b>	<b>ODABRANI VENTILATOR</b>
<b>Odsisni ventilator OV1</b>	31,1	200	prio silent XP 160EC
<b>Odsisni ventilator OV2</b>	49,3	600	prio silent XP 160EC
<b>Odsisni ventilator OV3</b>	45,8	600	prio silent XP 160EC
<b>Odsisni ventilator OV4</b>	76,8	1000	prio silent XP 200EC
<b>Odsisni ventilator OV5</b>	43,2	473	prio silent XP 160EC

### Cijevni ventilator nape

Proizvod kao: Systemair

Tip: prio 250EC-L circ. duct

230V/1~/170W



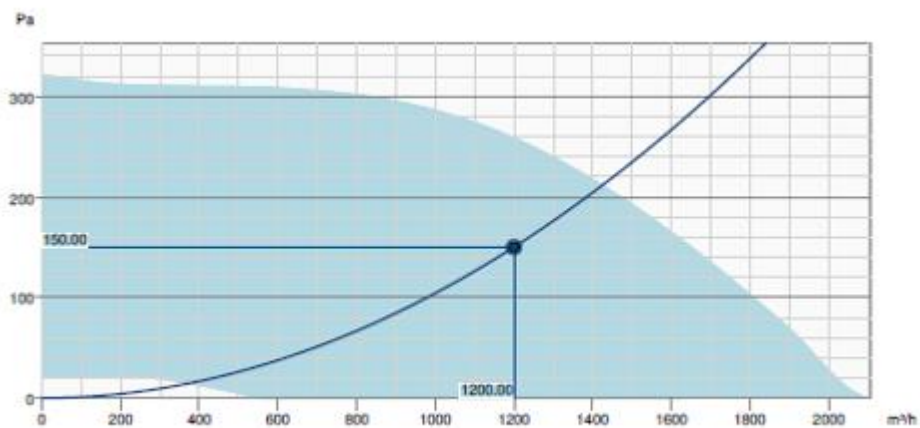
Slika 7.3: Cijevni ventilator nape

Maks. brzina 2804 o/min

Maks. protok 2106 m<sup>3</sup>/h

Masa 3,8 kg

Cijevni ventilator nape služi za upuhivanje svježeg zraka u prostor kuhinje. Preko klima komore svježi zrak dolazi na napu glavnog termičkog bloka te se pomoću ovog ventilatora kroz sustav kanala svježi zrak razvodi po kuhinji. Cijevni ventilator nape prikazan je na slici 7.3, dok je na slici 7.4 prikazana krivulja karakteristike cijevnog ventilatora nape.



Slika 7.4: Krivulja karakteristike cijevnog ventilatora nape

### Vanjska rešetka

Vanjska rešetka izrađena je od aluminija i služi za sprječavanje ulaska kiše i insekata u ventilacijski cjevovod. U sustavu se nalazi ukupno pet rešetki čije su karakteristike prikazane u tablici 7.9.

Tablica 7.9: Karakteristike odabranih rešetki

Proizvođač	Rešetka	Protok [m <sup>3</sup> /h]	Brzina [m/s]	Površina [m <sup>2</sup> ]
Systemair	VR1 PZAL-RES- 200x200-160	200	2,76	0,02
	VR2 PZAL-RES- 355x355-315	600	2,14	0,07
	VR3 PZAL- 315x315-UR	1000	2,8	0,06



Slika 7.5: Vanjska rešetka VR1

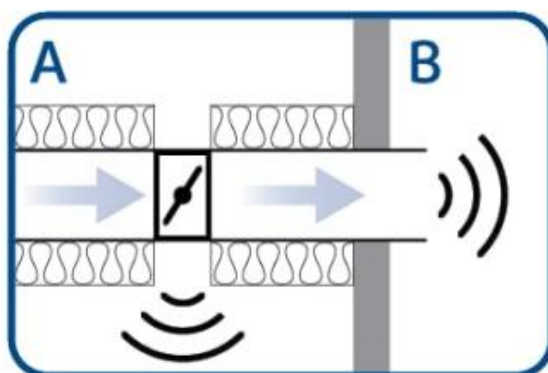
## Zaklopka

Zaklopka je izrađena od čelika i služi za održavanje konstantnog protoka u određenoj dionici cjevovoda. U sustavu se nalazi ukupno šest zaklopki čije su karakteristike prikazane u tablici 7.10.

Na slici 7.6 nalazi se shematski prikaz zaklopke.

Tablica 7.10: Karakteristike odabranih zaklopki

Proizvođač	Tip	Protok [m <sup>3</sup> /h]	Dimenzija [mm]	Pad tlaka [Pa]
Systemair	NOTUS-S- 600x400-M1	6300	600x400	250
	NOTUS-SI- 300x100-M1	500	300x100	100
	NOTUS-SI- 300x150-M1	600	300x150	200
	NOTUS-S- 600x300-M1	4000	600x300	250
	NOTUS-R-140- M0	200	Φ140	200
	NOTUS-S- 300x200-M1	600	300x200	250



Slika 7.6: Shematski prikaz zaklopke

## ZOV ventil

ZOV ventil – zračni odsisni ventil izrađen je od čeličnog lima, plastificiran u bijelu boju i služi za prozračivanje prostorija, najčešće kupaonica. U sustavu se nalazi ukupno dvadeset devet ventila, a karakteristike su prikazane u tablici 7.11.

*Tablica 7.11: Karakteristike odabranih ZOV ventila*

<b>Proizvođač</b>	<b>Tip</b>	<b>Protok [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Dimenzija [mm]</b>	<b>Pad tlaka [Pa]</b>
Systemair	EFF-100-SW	100	Φ100	50
	EFF-150-SW	200	Φ150	50

## ZOT ventil

ZOT zračni ventil izrađen je od čeličnog lima te plastificiran u bijelu boju i služi za prozračivanje prostorija, najčešće kupaonica. U sustavu se nalazi ukupno četiri ventila čije su karakteristike prikazane u tablici 7.12.

*Tablica 7.12: Karakteristike odabranog ZOT ventila*

<b>Proizvođač</b>	<b>Tip</b>	<b>Protok [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Dimenzija [mm]</b>	<b>Pad tlaka [Pa]</b>
Systemair	TFF-160-SW	200	Φ160	32

## Linijski distributer zraka

Linijski distributer zraka izrađuje se od aluminija i služi za distribuciju klimatiziranog zraka. Ugrađuje se u prostoru restorana u spušenom stropu i spaja se na unutarnje jedinice oznake u nacrtima U50. U sustavu se nalazi ukupno šesnaest linijskih distributera zraka,, a njihove su karakteristike sadržane u tablici 7.13. Na slici 7.7 prikazan je linijski distributer zraka.

*Tablica 7.13: Karakteristike linijskog distributera zraka*

<b>Proizvođač</b>	<b>Tip</b>	<b>Protok [m<sup>3</sup>/h]</b>	<b>Dužina [mm]</b>	<b>Pad tlaka [Pa]</b>
Systemair	KSV-4-1650-B- 0-AN	540	1650	14



*Slika 7.7: Linijski distributer zraka*

### **Odsisni krovni ventilator**

Proizvod kao: Systemair

Tip: DVNI 500EC

400V/3~/1975W

Maks. brzina 1502 o/min

Maks. protok 9576 m<sup>3</sup>/h

Masa 71 kg

Protok: 6300 m<sup>3</sup>/h

Pad tlaka: 400 Pa



*Slika 7.8: Odsisni krovni ventilator*

Odsisni krovni ventilator izrađuje se od aluminija i galvaniziranog čelika, otporan je na koroziju i visoke temperature. Služi za odsis sa kuhinjskih napa, a spojen je na presostat tako da ne dozvoljava pokretanje plinskih trošila bez uključene ventilacije prostora. U sustavu je potrebno ugraditi jedan odsisni krovni ventilator, a prikazan je na slici 7.8.

### **Klima komora**

Za potrebe upuhivanja svježeg zraka kako bi se nadomjestio odsisani zrak u prostoru kuhinje, odabrana je tlačna klima komora s freonskim (DX) izmjenjivačem kako bi se osigurali radna temperatura i tražena vlaga u prostoru. Odabrana je klima komora sljedećih tehničkih karakteristika:

**Proizvod kao: SystemAir**

**Tip: KA HSO-3-3-S-L-50F-TB3-L2**

400V/3~/50Hz/3,45 kW

Protok zraka: 6600 m<sup>3</sup>/h

Traženi pad tlaka: 350 Pa

Maksimalni tlak: 772 Pa

Snaga izmjenjivača: 35,40 kW

Masa: 728 kg



Klima komora sastoji se od pet osnovnih komponenti. Motorna zaklopka kontrolira količinu protoka zraka kroz komoru kako bi se postigli željeni uvjeti temperature i vlažnosti. Ventilator služi za održavanje traženog protoka zraka kroz klima komoru i kroz razvod instalacije u građevinu. Odabire se na temelju vršnog protoka i statičkog pada tlaka na kritičnoj dionici. Izmjenjivač topline služi za izmjenu topline između različitih medija, tj. zraka u komori i rashladnog fluida i tako regulira temperaturu u komori. Filter služi za pročišćavanje zraka u komori tako što uklanja čestice prašine i ostale nečistoće te na taj način štiti ostale komponente komore od zaprljanja. Prigušivač buke smanjuje razinu buke koju stvaraju ostale mehaničke komponente prilikom rada klima komore, a isto tako može smanjiti i vibracije.

## 8. INSTALACIJA SUSTAVA HLAĐENJA – MULTI SPLIT I MONO SPLIT

Za hlađenje prostora raspakiranja, prostora garderobe te prostora blagovaone zaposlenika predviđene su multi i mono split klima jedinice, proizvod kao Mitsubishi Electric, Japan. Odabrana regulacija sustava je inverterska i upravljana pomoću daljinskih komandi. Na vanjske jedinice «multi» odnosno «mono» split sustava spajaju se tri odnosno jedna unutarnja jedinica. Prije ugradnje vanjskih jedinica provjeriti zahtjeve proizvođača istih, za međusobnim udaljenostima u odnosu na unutarnje jedinice. Predviđen sustav koristi ekološki prihvatljivi freon R32 i R410A. Unutarnje jedinice rade isključivo s optičnim zrakom. Povezivanje vanjske i unutarnje jedinica izvodi se bakrenim cijevima. Dimenzije bakrenog cjevovoda radnog medija određene su tehničkim proračunom u ovisnosti o kapacitetu unutarnjih jedinica. Cijevni razvod se sastoji od plinske i tekuće faze. Za cjevovod (razvod radnog medija R32 i R410A) se koriste predizolirane deoksidirane bakrene cijevi u kolutu, s vanjskim slojem bijele polietilenske folije. Predviđeno je dodatno omatanje cijevi u aluminijsku traku. Sve prodore kroz zidove i podove treba riješiti sa cijevnim čahurama. Ovjes opreme treba riješiti standardnim profilima koje također treba očistiti i oličiti temeljnom i ukrasnom lak bojom u dva premaza. Kod montaže svih izoliranih cjevovoda i opreme potrebno je obratiti pažnju da se prekinu toplinski mostovi između nosača i opreme kako bi se spriječilo orošavanje nosača. Nakon završene ugradnje mora se izvršiti čišćenje i odmašćivanje cjevovoda, vakumiranje te tlačenje dušikom. Ukoliko se nisu pokazala nikakva propuštanja, sustav se prazni te puni plinom R32 i R410A na potrebni tlak te se nakon toga može izvršiti probni rad.

Predviđena je ugradnja dvije vanjske jedinice, jedne «multi» i jedne «mono» split. Na jednu vanjsku «multi» odnosno «mono» split jedinicu spajaju se po tri odnosno jedna unutarnja jedinica. Vanjske jedinice ugrađuju se nosačima na fasadu pročelja objekta. Pričvršćenje se vrši preko donjih nosača na zid.

## 8.1. Izbor opreme – restoran

Za hlađenje restorana odabrane su četiri unutarnje jedinice kanalne izvedbe učinka hlađenja 5 kW u prostoru blagovaonice restorana za goste, dvije unutarnje jedinice zidne izvedbe učinka hlađenja 2,5 kW u garderobi, jedna jedinica zidne izvedbe učinka hlađenja 2,5 kW u blagovaonici za osoblje te jedna jedinica zidne izvedbe učinka hlađenja 3,5 kW u prostoriji depakiranja. Vanjskih jedinica ima ukupno tri tako da se četiri unutarnje jedinice u blagovaonici spajaju na jednu vanjsku jedinicu VRV sustava nominalnog učinka hlađenja 22,4 kW, dvije unutarnje jedinice u garderobi i jedna u blagovaonici za osoblje spajaju se na drugu vanjsku jedinicu nominalnog učinka hlađenja 6,8 kW, dok je na treću vanjsku jedinicu nominalnog učinka hlađenja 3,5 kW spojena jedna unutarnja jedinica iz depakiranja. Usporedba izračunatog i odabranog rashladnog učina prikazana je u tablici 8.1.

U nastavku se nalaze karakteristike odabrane opreme.

**Proizvod kao: MITSUBISHI ELECTRIC**

**Tip: MSZ-AP25VG**

- učinak hlađenja:  $Q_h = 2,5$  (0,9 - 3,4) kW

- učinak grijanja:  $Q_g = 3,2$  (1,0 - 4,1) kW

- medij: R32

- razina zvučnog tlaka (SPL) - hlađenje: 19 - 24 - 30 - 36 - 42 dB (A)

- razina zvučne snage (PWL) - hlađenje: 57 dB (A)

- razina zvučnog tlaka (SPL) - grijanje: 19 - 24 - 34 - 39 - 45 dB (A)

- količina zraka - hlađenje:  $V = 4,9 - 5,9 - 7,1 - 8,7 - 11,4$  m<sup>3</sup>/min

- količina zraka - grijanje:  $V = 4,9 - 5,9 - 7,3 - 8,9 - 12,9$  m<sup>3</sup>/min

- dimenzije:  $V \times \check{S} \times D = 299 \times 798 \times 219$  mm

- masa: 10,5 kg

uključivo:

- infracrveni daljinski upravljač sa 7-dnevnim timerom i satom



Slika 8.1: Unutarnja jedinica MSZ-AP25VG

**Proizvod kao: MITSUBISHI ELECTRIC**

**Tip: MSZ-AP35VG**

- učinak hlađenja:  $Q_h = 3,5$  (1,1 - 3,8) kW
- učinak grijanja:  $Q_g = 4,0$  (1,3 - 4,6) kW
- medij: R32
- razina zvučnog tlaka (SPL) - hlađenje: 19 - 24 - 30 - 36 - 42 dB (A)
- razina zvučne snage (PWL) - hlađenje: 57 dB (A)
- razina zvučnog tlaka (SPL) - grijanje: 19 - 24 - 31 - 38 - 45 dB (A)
- količina zraka - hlađenje:  $V = 4,9 - 5,9 - 7,1 - 8,7 - 11,4$  m<sup>3</sup>/min
- količina zraka - grijanje:  $V = 4,9 - 5,9 - 7,3 - 8,9 - 12,9$  m<sup>3</sup>/min
- dimenzije:  $V \times \check{S} \times D = 299 \times 798 \times 219$  mm
- masa: 10,5 kg

uključivo:

- infracrveni daljinski upravljač sa 7-dnevnim timerom i satom

Vanjska jedinica split sustava (reverzibilna dizalica topline), serija M, zaštićena od vremenskih utjecaja, s ugrađenim kompresorom s inverterskom regulacijom snage i potrošnje, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i funkcionalan rad, sljedećih tehničkih značajki:

**Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC**

**Tip: MUZ-AP35VG**

- nominalni učinak hlađenja:  $Q_{hl} = 3,5$  (1,1 - 3,8) kW
- apsorbirana snaga: 0,990 kW / 230 V / 1 faza / 50 Hz
- godišnja potrošnja: 142 kWh/g
- sezonska energetska učinkovitost: SEER = A+++ (8,6)
- nominalni učinak grijanja:  $Q_{gr} = 4,0$  (1,3 - 4,6) kW
- apsorbirana snaga: 1,030 kW / 230 V / 1 faza / 50 Hz



*Slika 8.2: Vanjska jedinica MUZ-AP35VG*

- učinak grijanja: - pri referentnoj temperaturi(-10 °C): 2,9 kW
  - pri bivalentnoj temperaturi (-10 °C): 2,9 kW
  - pri min. temperaturi radnog područja (-15 °C): 2,6 kW
- snaga pomoćnog elektrogrijača: 0,0 kW
- godišnja potrošnja: 862 kWh/g
- sezonska energetska učinkovitost: SCOP = A++ (4,7)
- protok zraka - hlađenje: 32,2 m<sup>3</sup>/min
- protok zraka - grijanje: 33,8 m<sup>3</sup>/min
- područje hlađenja: -10 °C do +46°C
- područje grijanja: -15 °C do +24 °C
- nivo zvučnog tlaka - hlađenje (SPL): 49 dB (A)
- nivo zvučne snage - hlađenje(PWL): 61 dB (A)
- nivo zvučnog tlaka - grijanje(SPL): 50 dB (A)
- dimenzije: V × Š × D: 550 × 800 × 285 mm
- masa: 31 kg
- maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 20 m
- maksimalna dozvoljena visina cijevnog razvoda: 12 m
- priključak R32 - tekuća faza: 6,35 mm
- priključak R32 - plinovita faza: 9,52 mm

**Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC**

**Tip: MXZ-3F68VF**

- nominalni učinak hlađenja: Q<sub>hl</sub> = 6,8 kW
- apsorbirana snaga: 1,84 kW / 220-230-240 V / 1 faza / 50 Hz
- godišnja potrošnja: 299 kWh/g
- sezonski stupanj energetske učinkovitosti: SEER = A++ (7,96)
- nominalni učinak grijanja: Q<sub>gr</sub> = 8,6 kW



*Slika 8.3: Vanjska jedinica MXZ-3F68VF*

- apsorbirana snaga: 1,91 kW / 220-230-240 V / 1 faza / 50 Hz
- učinak grijanja: - pri referentnoj temperaturi: 5,5 kW
  - pri bivalentnoj temperaturi: 6,1 kW
  - pri min. temperaturi radnog područja: 4,6 kW
- snaga pomoćnog elektrogrijača: 1,3 kW
- godišnja potrošnja: 2312 kWh / g
- sezonski stupanj energetske učinkovitosti: SCOP = A+ (4,12)
- protok zraka - hlađenje: 42,1 m<sup>3</sup>/min
- protok zraka - grijanje: 43,0 m<sup>3</sup>/min
- područje hlađenja: -10 °C do +46°C
- područje grijanja: -15 °C do +24 °C
- nivo zvučnog tlaka - hlađenje (SPL): 48 dB (A)
- nivo zvučne snage - hlađenje (PWL): 63 dB (A)
- nivo zvučnog tlaka - grijanje (SPL): 53 dB (A)
- dimenzije: V × Š × D: 710 x 840 (+30) x 330 (+66) mm
- masa: 58 kg
- maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 60 m
- maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda za jednu jedinicu: 25 m
- maksimalna dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 15 (10) m
- priključak R32 - tekuća faza: 3 x 6,35 mm
- priključak R32 - plinovita faza: 3 x 9,52 mm

Zrakom hlađena jedinica VRF sustava za vanjsku ugradnju u izvedbi toplinske pumpe s ugrađenim hermetičkim kompresorom i izmjenjivačem topline. Jedinica je certificirana Eurovent certifikatom, te ima sljedeće tehničke značajke:

- nominalni učinak hlađenja:  $Q_{hl} = 22,4 \text{ kW}$
- apsorbirana snaga:  $7,44 \text{ kW} / 380\text{-}415 \text{ V} / 3 \text{ faze} / 50 \text{ Hz}$
- energetska učinkovitost:  $EER = 3,01$
- sezonska energetska učinkovitost:  $SEER = 6,23$
- sezonska energetska učinkovitost hlađenja prostora:  $\eta_{s,c} = 246,2\%$
- nominalni učinak grijanja:  $Q_{gr} = 25,0 \text{ kW}$
- apsorbirana snaga:  $5,97 \text{ kW} / 380\text{-}415 \text{ V} / 3 \text{ faze} / 50 \text{ Hz}$
- energetska učinkovitost:  $COP = 4,19$
- sezonska energetska učinkovitost:  $SCOP = 4,2$
- sezonska energetska učinkovitost grijanja prostora:  $\eta_{s,h} = 165,0\%$
- protok zraka:  $141 \text{ m}^3/\text{min}$
- područje hlađenja:  $-5^\circ\text{C}$  do  $+52^\circ\text{C}$
- područje grijanja:  $-20^\circ\text{C}$  do  $+15^\circ\text{C}$
- nivo zvučnog tlaka na udaljenosti 1m od jedinice (HL./Gr.):  $56 / 61 \text{ dB (A)}$
- nivo zvučne snage (HL./Gr.):  $75 / 80 \text{ dB (A)}$
- dimenzije:  $V \times \check{S} \times D : 1338 \times 1050 \times 330 \text{ mm}$
- masa:  $141 \text{ kg}$
- Y metoda spajanja:
  - max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda:  $150 \text{ [m]}$
  - max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda za jednu jedinicu:  $80 \text{ [m]}$
  - max. dozvoljena udaljenost od prve račve:  $30 \text{ [m]}$
  - max. dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice:  $50/40 \text{ [m]}$
  - max. dozvoljena visinska razlika unutarnje i unutarnje jedinice:  $15 \text{ [m]}$
- Branch box metoda spajanja:



*Slika 8.4: Vanjska jedinica VRF sustava*

- max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 150 [m]
- max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda od branch box-a do unutarnje jedinice: 25 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 50/40 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika unutarnje i unutarnje jedinice: 12 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika branch box-a i unutarnje jedinice (branch box - branch box): 15 [m]
- priključak R410A - tekuća faza: 9,52 mm
- priključak R410A - plinovita faza: 19,05 mm

**Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC**

**Tip: PUMY-P200YKM2-R2**



Unutarnja jedinica VRF sustava kanalne izvedbe, bez maske, predviđena za montažu u spuštenu strop, opremljena ventilatorom, izmjenjivačem topline s direktnom ekspanzijom freona, elektronskim ekspanzijskim ventilom, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i temperature, sljedećih tehničkih značajki:

- učinak hlađenja:  $Q_h = 5,6 \text{ kW}$

- učinak grijanja:  $Q_g = 6,3 \text{ kW}$

- napajanje: 1 Ph / 220 -240 V / 50 Hz

- apsorbirana snaga (HL/Gr.): 0,066 / 0,064 kW

- razina zvučnog tlaka na udaljenosti 1,5m od jedinice: 24 - 31 - 34 dB(A)

- količina zraka:  $V = 12,0 - 14,5 - 17,0 \text{ m}^3/\text{min}$

- dimenzije jedinice [mm],  $\text{Š} \times \text{V} \times \text{D} = 900 \times 250 \times 732$

- eksterni pad tlaka: 35 - 50 - 70 - 100 - 150 Pa

- masa jedinice: 25 kg

uključivo:

- filter zraka PP Honeycomb tkanina

**Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC**

**Tip: PEFY-M50VMA-A**



*Slika 8.5: Unutarnja jedinica VRF sustava kanalne izvedbe*

Vanjska jedinica:

Učim hlađenja (kW): 6,2 / 13,4 / 15,0

Snaga el.priključka (kW): 3,72

EER: 3,6

Učim grijanja (kW): 5,7 / 16,0 / 18,0

Snaga el.priključka (kW): 4,31

COP: 3,71

Razina buke h/g (dB(A): 50/52

Dimenzije VxŠxD (mm): 1338 x 1050 x 330

Težina uređaja (kg): 118

Težina uređaja (kg): 131

Promjer priključka cijevi:

- plinska faza - mm("):  $\varnothing$  15,88 (5/8)

- tekuća faza - mm(") :  $\varnothing$  9,52 (3/8)

Maksimalna duljina cijevi (m): 100

Maksimalna visinska razlika (m): 30

Područje rada:

- režim hlađenja (°C): -15 do +46

- režim grijanja (°C): -20 do +21

Napajanje: 230 V - 1 f - 50 Hz

Napajanje: 380 V - 3 f - 50 Hz

Medij/GWP: R32/675

Radna struja i veličina osigurača (A): 28/40

Radna struja i veličina osigurača (A): 13/16

Original ili jednakovrijedno:

**Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC**

**Tip: PUZ-ZM140VKA**



*Slika 8.6: Vanjska jedinica PUZ-ZM140VKA*

Tablica 8.1: Usporedba izračunatog rashladnog učina i učina odabrane opreme

<b>PROSTORIJA</b>	<b>IZRAČUNATI RASHLADNI UČIN [W]</b>	<b>ODABRANA OPREMA [kW]</b>	<b>KOM</b>	<b>Unutarnja jedinica</b>	<b>Vanjska jedinica</b>
<b>R.01 BLAGOVAONA</b>	10480,50	5,6	4	PEFY- M50VMA-A	PUMY- P200YKM2- R2
<b>R.06 GARDEROBA</b>	871,25	2,5	2	MSZ- AP25VG	MXZ-3F68VF
<b>R.07 BLAGOVAONA</b>	396,40	2,5	1	MSZ- AP25VG	MXZ-3F68VF
<b>R.12 DEPAKIRANJE</b>	645,68	3,5	1	MSZ- AP35VG	MUZ- AP35VG

## 9. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu izrađen je projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt u sklopu kampa u Splitu.

Proračunom toplinskih gubitaka i dobitaka prema HRN EN 12831 dobiven je potrebni toplinski učin za grijanje od 27232 W te potrebni toplinski učin za hlađenje koji iznosi 26659 W.

Prema HRN 13790 godišnja potrebna toplina za grijanje iznosi 56037 kWh, a godišnja potrebna toplina za hlađenje 24119 kWh.

Ukupna godišnja potrebna toplina za pripremu PTV-a, uz pretpostavku od 200 radnih dana godišnje iznosi 30000 kWh, dok toplinski učin kotlova za pripremu PTV-a iznosi 25 kW.

Proračunom toplinskih gubitaka i dobitaka, potrebne energije za grijanje i hlađenje i potrebne količine potrošne tople vode vrši se projektiranje same plinske instalacije te odabir opreme. Izrađen je i proračun ventilacije restorana te proračun dimnjaka.

Godišnja potrošnja UNP-a iznosi 10663 kg/god te su tako odabrana dva spremnika ukapljenog naftnog plina pojedinačnog volumena 4850 litara i ukupnog volumena od 9700 l. Plinske instalacije je potrebno ispitati na čvrstoću i nepropusnost. U radu su detaljno obrađeni tehnički, sigurnosni i zakonski zahtjevi vezani uz instalaciju ukapljenog naftnog plina (UNP).

U kuhinji se smještaju dva plinska štednjaka snage 24 kW i 12 kW te dva plinska roštilja, svaki snage 6 kW.

Odabrana su tri plinska kotla, svaki pojedinačnog učina 20 kW, i ukupnog toplinskog učina 60 kW.

Za hlađenje su predviđeni klima uređaji «multi» i «mono» split izvedbe te VRV sustav u blagovaonici restorana. Odabran je jedan «mono» split sustav nominalnog učinka hlađenja 3,5 kW za prostor depakiranja te jedan «multi» split sustav za garderobu i blagovaonicu za osoblje pri čemu se tri unutarnje jedinice zidne izvedbe, sve učinka hlađenja 2,5 kW spajaju na jednu vanjsku jedinicu nominalnog učinka hlađenja 6,8 kW. VRV sustav sastoji se od četiri unutarnje jedinice kanalne izvedbe od kojih je svaka učinka hlađenja 5,6 kW te vanjske jedinice nominalnog učinka hlađenja 22,4 kW.

Na kraju je izrađen i troškovnik sa svom potrebnom opremom i radovima te je priložena i odgovarajuća nacrtana dokumentacija.

Svi proračuni izrađeni su sukladno zakonskoj i pravilnoj funkciji restorana.

## LITERATURA

- [1] „Pravilnik o ukapljenom naftnom plinu“, Narodne novine NN 117/2007
- [2] S Interneta, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Ukapljeni\\_naftni\\_plin](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ukapljeni_naftni_plin), pristupano na dan 25.7.2024.
- [3] Recknagel H., Sprenger E., Schramek E. R., Čeperković S.: „Grejanje i klimatizacija“, 7. izdanje, Interklima, Vrnjačka Banja, 2011.
- [4] Metoda proračuna toplinskog opterećenja prema EN 12831
- [5] Strelec V., „Plinarski priručnik“, 5. izdanje, Energetika marketing, Zagreb, 1995.
- [6] S Interneta, <https://www.systemair.com/hr-hr>, pristupano na dan 7.8.2024.
- [7] S Interneta, <https://design.systemair.com/Global/en-GB/catalogue>, pristupano na dan 7.8.2024.
- [8] S Interneta, <https://www.vaillant.hr/krajnji-korisnici/>, pristupano na dan 23.5.2024.
- [9] S Interneta, <https://www.tecnogas.net/en/>, pristupano na dan 7.8.2024.
- [10] S Interneta, <https://www.hubacontrol.com/en/>, pristupano na dan 7.8.2024.
- [11] S Interneta, <https://www.ciat.com/en/eu/>, pristupano na dan 29.5.2024.
- [12] S Interneta, <https://www.klimakoncept.hr/>, pristupano na dan 20.5.2024.
- [13] Soldo V., Novak S., Horvat I.: „Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790“, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2014.
- [14] S Interneta, <https://www.schiedel.com/ie/schiedel-download/940003881-uk-plus-concentric-flue-system/>, pristupano na dan 12.10.2024.
- [15] S Interneta, [https://www.viessmann-us.com/content/dam/public-brands/ca/pdfs/doc/b2ha/Vitodens\\_200-B2HA\\_19-35\\_si.pdf/\\_jcr\\_content/renditions/original/Vitodens\\_200-B2HA\\_19-35\\_si.pdf](https://www.viessmann-us.com/content/dam/public-brands/ca/pdfs/doc/b2ha/Vitodens_200-B2HA_19-35_si.pdf/_jcr_content/renditions/original/Vitodens_200-B2HA_19-35_si.pdf), pristupano na dan 12.10.2024.
- [16] S Interneta, <https://www.plinotehnika.com/wp-content/uploads/2017/01/ISPARIVA%C4%8C-PLINA.pdf>, pristupano na dan 25.10.2024.
- [17] „Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica SFRJ 10/1990“

## POPIS TABLICA

Tablica 2.1: Svojstva UNP-a [2] .....	3
Tablica 2.2: : Sigurnosne udaljenosti stabilnih spremnika [1] .....	4
Tablica 3.1: Minimalni broj izmjena $n_{min}$ .....	12
Tablica 3.2: Broj izmjena zraka, $n_{50}$ .....	12
Tablica 3.3: Koefficient zaštíćenosti, $ei$ .....	13
Tablica 3.4: Korekcijski faktor za visinu, $\epsilon i$ .....	13
Tablica 3.5: Ukupni toplinski gubici.....	15
Tablica 3.6: Opći podaci o građevini .....	16
Tablica 3.7: Kompozicija građevine .....	17
Tablica 3.8: Toplinski gubici – blagovaona .....	19
Tablica 3.9: Toplinski gubici – kuhinja .....	20
Tablica 3.10: Toplinski gubici – wc.....	21
Tablica 3.11: Toplinski gubici – garderoba .....	22
Tablica 3.12: Toplinski gubici – blagovaona .....	23
Tablica 3.13: Toplinski gubici - depakiranje .....	24
Tablica 3.14: Ukupni toplinski dobitci.....	25
Tablica 3.15: Toplinski dobitci – blagovaona .....	28
Tablica 3.16: Toplinski dobitci – kuhinja .....	29
Tablica 3.17: Toplinski dobitci – garderoba .....	30
Tablica 3.18: Toplinski dobitci – blagovaona .....	31
Tablica 3.19: Toplinski dobitci - depakiranje .....	32
Tablica 4.1: Referentni podaci o globalnom sunčevom zračenju za Split Marjan.....	37
Tablica 4.2: Rezultati potrebne energije za grijanje po mjesecima .....	42
Tablica 4.3: Rezultati potrebne energije za hlađenje po mjesecima .....	47
Tablica 5.1: Potrošnja tople vode u restoranima i hotelima .....	49

Tablica 6.1: Karakteristike odabranog kotla Viessmann Vitodens 200-W (Type B2HA074).....	50
Tablica 6.2: Proračun potrošnje plina .....	51
Tablica 6.3: Izračun pada tlaka - dionice A-B i B-C.....	59
Tablica 6.4: Izračun pada tlaka - dionice C-D i D-E.....	60
Tablica 6.5: Izračun pada tlaka - dionice E-F i A'-A .....	62
Tablica 6.6: Koeficijenti lokalnih gubitaka .....	68
Tablica 6.7: Ispitivanje na čvrstoću i nepropusnost plinske instalacije .....	80
Tablica 7.1: Potrošnja plina i volumni protoci zraka za plinska trošila u kuhinji.....	83
Tablica 7.2: Rezultati proračuna za nape za glavni termo blok. pizza peć i konvektomat .....	86
Tablica 7.3: Proračun ventilacije restorana – ventilator OV1 .....	87
Tablica 7.4: Proračun ventilacije restorana – ventilator OV4 .....	87
Tablica 7.5: Proračun ventilacije restorana – ventilator OV1, OV2, OV3 .....	87
Tablica 7.6: Proračun ventilacije restorana – OV5 .....	87
Tablica 7.7: Izračun pada tlaka na kritičnoj dionici sustava ventilacije u spremištu.....	88
Tablica 7.8: Odabrani odsisni ventilatori i njihove karakteristike .....	89
Tablica 7.9: Karakteristike odabranih rešetki .....	91
Tablica 7.10: Karakteristike odabranih zaklopki .....	92
Tablica 7.11: Karakteristike odabranih ZOV ventila .....	93
Tablica 7.12: Karakteristike odabranog ZOT ventila.....	93
Tablica 7.13: Karakteristike linijskog distributera zraka .....	94
Tablica 8.1: Usporedba izračunatog rashladnog učina i učina odabrane opreme .....	106

## POPIS SLIKA

Slika 2.1: Zone opasnosti [1].....	5
Slika 3.1: Situacijski nacrt.....	7
Slika 3.2: Situacijski nacrt restorana .....	8
Slika 6.1: Plinska instalacija.....	53
Slika 6.2: Ulazni podaci za proračun u programu Kesa-Aladin.....	69
Slika 6.3: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 1.....	71
Slika 6.4: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 2.....	72
Slika 6.5: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 3.....	73
Slika 6.6: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 4.....	74
Slika 6.7: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 5.....	74
Slika 6.8: Proračun dimovodne naprave u programu Kesa-Aladin – dio 6.....	75
Slika 6.9: Regulator I. stupnja .....	77
Slika 6.10: Niskotlačni regulator tlaka s blokadnim ventilom.....	77
Slika 6.11: Plinski ormarić .....	78
Slika 6.12: Plinski bojler .....	78
Slika 6.13: Diferencijalni presostat .....	79
Slika 6.14: Elektromagnetski ventil .....	79
Slika 7.1: Odsisni ventilator OV1 .....	88
Slika 7.2: Krivulja karakteristike ventilatora .....	89
Slika 7.3: Cijevni ventilator nape .....	89
Slika 7.4: Krivulja karakteristike cijevnog ventilatora nape .....	90
Slika 7.5: Vanjska rešetka VR1 .....	91
Slika 7.6: Shematski prikaz zaklopke .....	92
Slika 7.7: Linijski distributer zraka .....	94
Slika 7.8: Odsisni krovni ventilator.....	95



Slika 8.1: Unutarnja jedinica MSZ-AP25VG .....	98
Slika 8.2: Vanjska jedinica MUZ-AP35VG.....	99
Slika 8.3: Vanjska jedinica MXZ-3F68VF .....	100
Slika 8.4: Vanjska jedinica VRF sustava .....	102
Slika 8.5: Unutarnja jedinica VRF sustava kanalne izvedbe .....	104
Slika 8.6: Vanjska jedinica PUZ-ZM140VKA .....	105

## POPIS OZNAKA I MJERNIH JEDINICA

$\Phi_i$  – ukupni toplinski gubici, [W]

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

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

$\Phi_{RH,i}$  – toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja, [W]

$H_{T,ie}$  – koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu, [W/K]

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

$H_{T,ig}$  – stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema tlu, [W/K]

$H_{T,ij}$  – koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature, [W/K]

$\theta_{int,i}$  – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora, [°C]

$\theta_e$  – vanjska projektna temperatura, [°C]

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

$e_k, e_l$  – korekcijski faktori izloženosti

$U_k$  – koeficijent prolaza topline elementa građevine „k“, [W/m<sup>2</sup>K]

$\psi_l$  – linearni koeficijent prolaza topline linearnog toplinskog mosta „l“, [W/mK]

$l_1$  – dužina linijskog toplinskog mosta između vanjskog okoliša i prostorije, [m]

$b_u$  – faktor smanjenja temperaturne razlike koji uzima u obzir temperaturu negrijanog prostora i vanjsku projektnu temperaturu

$f_{g1}$  – korekcijski faktor za utjecaj godišnje oscilacije vanjske temperature (predložena vrijednost iznosi 1,45)

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

$U_{equiv,k}$  – ekvivalentni koeficijent prolaza topline iz tablica i dijagrama prema tipologiji poda (dubina ispod površine tla, koeficijent Upod, karakteristika B'...), [W/m<sup>2</sup>K]

$G_W$  – korekcijski faktor za utjecaj poda do vode

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

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

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

$\vartheta_e$  – vanjska projektna temperatura, [°C]

$V_i$  – protok zraka u grijani prostor, [m<sup>3</sup>/s]

$\rho$  – gustoća zraka pri  $\vartheta_{int,i}$ , [kg/m<sup>3</sup>]

$c_p$  – specifični toplinski kapacitet zraka pri  $\vartheta_{int,i}$ , [kJ/kgK]

$V_{inf,i}$  – protok zraka u prostoriju uslijed infiltracije kroz zatore, [m<sup>3</sup>/h]

$V_{min,i}$  – minimalni higijenski protok zraka

$n_{min}$  – minimalni broj izmjena zraka, [h<sup>-1</sup>]

$V_i$  – volumen prostorije, [m<sup>3</sup>]

$n_{50}$  – broj izmjena zraka u prostoriji (h<sup>-1</sup>) pri razlici tlaka 50 Pa

$e_i$  – koeficijent zaštićenosti

$\varepsilon_i$  – korekcijski faktor za visinu

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

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

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

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

$A_i$  – površina poda prostorije s polovicom debljine zidova, [m<sup>2</sup>]

$f_{RH}$  – korekcijski faktor koji ovisi o trajanju prekida grijanja i padu temperature tijekom prekida grijanja (prema dodatku D.6 norme HRN EN 12831) i iznosi  $f_{RH} = 25$  [W/m<sup>2</sup>]

$Q_M$  – rashladno opterećenje za uređaje i aparate, [W]

$P_j$  – nazivna snaga j-tog uređaja, [W]

$\eta$  – srednji stupanj djelovanja motora

$\mu_{aj}$  – stupanj opterećenja j-tog uređaja u određenom vremenu

$I$  – faktor istovremenosti

$S_i$  – faktor rashladnog opterećenja od unutarnjih dobitaka topline

$Q_{H,nd,cont}$  – potrebna toplinska energija za grijanje pri kontinuiranom radu, [kWh]  
 $Q_{Tr}$  – izmijenjena toplinska energija transmisijom za proračunsku zonu, [kWh]  
 $Q_{Ve}$  – potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju za proračunsku zonu, [kWh]  
 $\eta_{H,gn}$  – faktor iskorištenja toplinskih dobitaka  
 $Q_{int}$  – unutarnji toplinski dobitci zgrade (ljudi, uređaji, rasvjeta), [kWh]  
 $Q_{sol}$  – toplinski dobitci od Sunčeva zračenja, [kWh]  
 $H_{Tr}$  – koeficijent transmisijske izmjene topline proračunske zone,  $H_{Tr} = 637,183$  [W/K]  
 $\vartheta_{int,H}$  – unutarnja postavna temperatura grijane zone, [°C]  
 $\vartheta_e$  – srednja vanjska temperatura za proračunski period (sat ili mjesec), [°C]  
 $t$  – trajanje proračunskog razdoblja, [h]  
 $H_D$  – koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu, [W/K]  
 $H_U$  – koeficijent transmisijske izmjene topline kroz negrijani/nehlađeni prostor prema vanjskom okolišu, [W/K]  
 $H_A$  – koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednoj zgradi, [W/K]  
 $H_{g,m}$  – koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu za proračunski mjesec, [W/K]  
 $\Delta U_{TM} = 0,05$  [W/m<sup>2</sup>K] - toplinski most projektiran u skladu s katalogom dobrih rješenja toplinskih mostova  
 $b_u$  – faktor smanjenja temperaturne razlike  
 $H_{Ve}$  – koeficijent ventilacijske izmjene topline proračunske zone, [W/K]  
 $H_{Ve,inf}$  – koeficijent ventilacijske topline uslijed infiltracije, [W/K]  
 $n_{inf}$  – broj izmjena zraka uslijed infiltracije, [h<sup>-1</sup>]  
 $e_{wind}$  – faktori zaštićenosti zgrade  
 $V$  – volumen zraka u zoni, [m<sup>3</sup>]  
 $\rho_a$  – gustoća zraka,  $\rho_a \approx 1,2$  [kg/m<sup>3</sup>]  
 $c_{p,a}$  – specifični toplinski kapacitet zraka ( $\approx 1005$  [J/(kg K)])  
 $H_{Ve,win}$  – koeficijent ventilacijske izmjene topline usred otvaranja prozora, [W/K]  
 $n_{win}$  – broj izmjena zraka uslijed otvaranja prozora, [h<sup>-1</sup>]

$Q_{H,gn}$  – ukupni toplinski dobitci za proračunski period, [kWh]

$q_{spec}$  – specifični unutarnji dobitak po  $m^2$  korisne površine i iznosi  $q_{spec} = 6 [W/m^2]$

$A_k$  – korisna površina, [ $m^2$ ]

$Q_{sol,k}$  – srednja dozračena energija sunčevog zračenja kroz k-ti građevni dio u grijani prostor, [kWh]

$b_{tr,l}$  – faktor smanjenja za susjedni negrijani prostor s unutarnjim toplinskim izvorom l prema HRN EN ISO 13789

$Q_{sol,u,l}$  – srednja dozračena energija sunčevog zračenja kroz l-ti građevni dio u susjedni negrijani prostor, [kWh]

$F_{sh,ob}$  – faktor zasjenjena od vanjskih prepreka direktnom upadu sunčevog zračenja;  $F_{sh,ob} = 1$

$S_{s,k}$  – srednja dozračena energija sunčevog zračenja na površinu građevnog dijela k za promatrani period [ $MJ/m^2$ ], podaci za mjesečni proračun nalaze se u tablici 4.2

$A_{sol,k}$  – efektivna površina građevnog elementa (otvora, zida) k na koju upada sunčevo zračenje [ $m^2$ ]

$F_{r,k}$  – faktor oblika između otvora k i neba (za nezasjenjeni vodoravni krov  $F_{r,k} = 1$ , za nezasjenjeni okomiti zid  $F_{r,k} = 0,5$ )

$\Phi_{r,k}$  – toplinski tok zračenjem od površine otvora k prema nebu [W]

$F_{sh,gl}$  – faktor smanjenja zbog sjene od pomičnog zasjenjenja

$g_{gl}$  – ukupna propusnost Sunčeva zračenja kroz prozirne elemente kada pomično zasjenjenje nije uključeno

$F_W = 0,9$  – faktor smanjenja zbog neokomitog upada sunčevog zračenja;

$g_{\perp}$  – stupanj propuštanja ukupnog zračenja okomito na ostakljenje kada pomično zasjenjenje nije uključeno; za prozore iznosi  $g_{\perp} = 0,75$ , a za vrata  $g_{\perp} = 0,8$

$F_F$  – udio ploštine prozorskog okvira u ukupnoj površini prozora; za prozore  $F_F = 0,25$ , a za vrata  $F_F = 0,3$

$A_{pr}$  – ukupna površina prozora, [ $m^2$ ]

$A_{sol,c}$  – efektivna površina neprozirnog građevnog elementa (zida) na koju upada sunčevo zračenje, [ $m^2$ ]

$\alpha_{s,c}$  – bezdimenzijski apsorpcijski koeficijent zida/krova;  $\alpha_{s,c} = 0,5$

$R_{se}$  – plošni toplinski otpor vanjske površine zida/krova,  $R_{se} = 0,04$  [ $m^2K/W$ ]

$U_C$  – koeficijent prolaska topline zida/krova, [ $W/m^2K$ ]

$A_C$  – projicirana površina zida, [ $m^2$ ]

$\Phi_{r,k}$  – toplinski tok zračenja k-tog građevnog elementa prema nebu, [W]

$h_r$  – vanjski koeficijent prijelaza topline zračenjem, [ $W/m^2K$ ];  $h_r = 5e$ ,  $e \approx 0,9$  prema HRN EN 13790;  $h_r = 5 \times 0,9 = 4,5$

$\Delta\vartheta_{er}$  – prosječna temperaturna razlika vanjske temperature zraka i temperature neba, [K];  $\Delta\vartheta_{er} \approx 10$  [ $^{\circ}C$ ] prema HRN EN 13790

$\eta_{H,gn}$  – faktor iskorištenja toplinskih dobitaka

$\alpha_H$  – bezdimenzijski parametar ovisan o vremenskoj konstanti zgrade

$y_H$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupne izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u režimu grijanja

$\tau_{H,0}$  – referentna vremenska konstanta za grijanje; za mjesečni proračun iznosi 15 h

$\alpha_0 = 1$ , za mjesečni proračun prema HRN EN 13790

$\tau$  – vremenska konstanta zgrade

$C_m$  – efektivni toplinski kapacitet grijanog dijela zgrade, [J/K]

$A_f$  – površina kondicionirane zone zgrade s vanjskim dimenzijama, [ $m^2$ ]

$y_{H,lim}$  – granična vrijednost omjera toplinskih dobitaka i gubitaka

$y_{H,m}$  – omjer toplinskih dobitaka i gubitaka u mjesecu m za koji se proračunava  $f_{H,m}$

$y_{H,m-1}$  – omjer toplinskih dobitaka i gubitaka u mjesecu prije mjeseca m za koji se proračunava  $f_{H,m}$

$y_{H,m+1}$  – omjer toplinskih dobitaka i gubitaka u mjesecu nakon mjeseca m za koji se proračunava  $f_{H,m}$

$L_{H,m}$  – ukupni broj dana grijanja u mjesecu

$d_{m,i}$  – broj dana u mjesecu, [d/mj]

$Q_{H,nd,a}$  – ukupna toplinska energija za grijanje restorana pri nekontinuiranom radu u periodu grijanja

$\alpha_{H,red,i}$  – bezdimenzijski redukcijski faktor

$f_{H,hr}$  – udio sati u tjednu tijekom kojih grijanje radi s normalnom postavnom vrijednošću unutarnje temperature

$d_{use,tj}$  – broj dana u tjednu korištenja sustava

$t_d$  – vrijeme rada sustava grijanja

$Q_{C,nd}$  – potrebna toplinska energija za hlađenje proračunske zone u razdoblju jedne godine, [kWh]

$Q_{C,gn}$  – ukupni toplinski dobitci za promatrani proračunski period, [kWh]

$g_{gl+sh}$  – ukupna propusnost sunčeva ozračenja kroz prozirne elemente s uključenom pomičnom zaštitom

$F_F$  – udio ploštine prozorskog okvira u ukupnoj površini prozora (0,2 - 0,3)

$\vartheta_{int,C}$  – unutarnja proračunska temperatura hladene zone, [°C]

$\eta_{C,is}$  – faktor iskorištenja toplinskih gubitaka za hlađenje

$a_c$  – bezdimenzijski parametar koji uzima u obzir utjecaj toplinske inercije

$Q_{C,nd,m}$  – mjesečna vrijednost potrebne toplinske energije za hlađenje proračunske zone, [kWh]

$Q_{C,nd,a}$  – godišnja vrijednost potrebne toplinske energije za hlađenje proračunske zone, [kWh]

$L_{C,m,i}$  – broj dana rada sustava hlađenja u i-tom mjesecu, [d/mj]

$\alpha_{C,red,i}$  – bezdimenzijski redukcijski faktor koji uzima u obzir prekide u hlađenju

$f_{C,day}$  – udio dana u tjednu tijekom kojih hlađenje radi s normalnom postavnom vrijednošću unutarnje temperature

$y_{C,m}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$

$y_{C,m-1}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu prije mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$

$y_{C,m+1}$  – omjer toplinskih dobitaka i ukupno izmijenjene topline transmisijom i ventilacijom u mjesecu nakon mjeseca  $m$  za koji se proračunava  $f_{C,m}$

$L_{C,m}$  – ukupni broj dana hlađenja u mjesecu

$Q_{dan}$  – ukupna potrebna dnevna toplina za zagrijavanje PTV-a za potrebe restorana, [kWh]

$Q_{god}$  – ukupna godišnja potrebna toplina za pripremu PTV-a, [kWh]

$P$  – toplinski učin kotlova za pripremu PTV-a, [kW]

$m_{\text{inst.}}$  – maseni protok, [kg/h]

$p_r$  – prividni reducirani tlak (za smjesu plinova)

$T_r$  – prividna reducirana temperatura (za smjesu plinova)

$Z$  – faktor kompresibilnosti

$\rho_{\text{UNP}}$  – gustoća UNP-a u plinovitom agregatnom stanju pri 15 °C i 1,75 bar, [kg/m<sup>3</sup>]

$m$  – molna masa sudionika u 1 kg smjese, [kg/kmol]

$p$  – apsolutni tlak na ulazu u instalaciju, [Pa]

$R$  – opća plinska konstanta,  $R = 8314$  [J/kmolK]

$T$  – temperatura plina na početku instalacije 15°C,  $T = 288$  [K]

$V$  – volumni protok, [m<sup>3</sup>/h]

$d_{\text{u,min.}}$  – unutarnji promjer instalacije, [m]

$\eta$  – dinamički viskozitet pri  $T = 15^\circ\text{C}$  i  $p < 20$  bar, [Pas]

$w_{\text{stv}}$  – stvarna brzina, [m/s]

$Re$  – Reynoldsov broj

$\lambda$  – faktor trenja za turbulentno strujanje

$e$  – faktor hrapavosti, za čeličnu cijev  $e = 0,1$  mm

$L_{\text{lok}}$  – duljina lokalnih otpora, [m]

$\sum \zeta$  – zbroj spojnih elemenata na instalaciji koji stvaraju lokalne gubitke

$p_2$  – pad tlaka na instalaciji, [Pa]

$Q_{\text{grijanje}}$  – godišnja potrošnja topline za grijanje prostora restorana, [kWh]

$f_{\text{GH}}$  – faktor istovremenosti za plinska trošila za kuhanje

$G_{\text{UNP, god}}$  – ukupna godišnja potrošnja UNP-a, [kg/god]

$G_{\text{UNP, SG}}$  – potrošnja UNP-a u sezoni grijanja, [kg u sezoni grijanja]

$n_{\text{punjenja, god}}$  – broj punjenja godišnje

$n_{\text{punjenja, SG}}$  – broj punjenja tijekom sezone grijanja

$p_{\text{max}}$  – radni pretlak, [bar]

$Q_{\text{UNP}}$  – najveća dozvoljena masa punjenja UNP-a, [kg]

$\rho_{\text{zrak}}$  – gustoća zraka, [kg/m<sup>3</sup>]

$m$  – molarna masa zraka, [kg/kmol]



$p_{ok}$  – najnepovoljniji tlak, 95 000 [Pa]

$T$  – temperatura zraka, [K]

$\rho_{dp}$  – gustoća dimnih plinova, [kg/m<sup>3</sup>]

$U$  – uzgon, [Pa]

$H$  – visina dimnjaka, [m]

$g$  – ubrzanje sile teže, 9,81 [m/s<sup>2</sup>]

$f_{pog}$  – faktor pogona, 0,95 kod prekidanog pogona

$o_m$  – minimalna specifična količina kisika za izgaranje UNP-a,  $\left[ \frac{m_{nO_2}^3}{m_{nG}^3} \right]$

$l_m$  – teoretska minimalna količina zraka za izgaranje UNP-a,  $\left[ \frac{m_n^3}{m_n^3} \right]$

$l$  – stvarna količina zraka za izgaranje,  $\left[ \frac{m_n^3}{m_n^3} \right]$

$\lambda$  – pretičak zraka

$v_{vi}$  – količina vlažnih dimnih plinova,  $\left[ \frac{m_n^3}{m_n^3} \right]$

$V_{dp}$  – volumni protok dimnih plinova,  $\left[ \frac{m_n^3}{h} \right]$

$Q_{kot}$  – učin kotlovnice, [kW]

$\eta$  – faktor iskoristivosti kotlova

$H_g$  – gornja ogrjevna moć, [MJ/m<sup>3</sup>]

$M_{CO_2}$  – molarna masa CO<sub>2</sub>, [kg/kmol]

$M_{O_2}$  – molarna masa O<sub>2</sub>, [kg/kmol]

$M_{N_2}$  – molarna masa N<sub>2</sub>, [kg/kmol]

$M_{H_2O}$  – molarna masa H<sub>2</sub>O, [kg/kmol]

$m_{dp}$  – molna masa dimnih plinova koji su nastali izgaranjem, [kg/kmol]

$w_{dp}$  – brzina dimnih plinova, [m/s]

$\Delta p_d$  – pad tlaka zbog strujanja dimnih plinova u dimnjaku, [Pa]

$q_{isp,UNP}$  – toplina isparivanja UNP-a pri -10 °C, [kJ/kg]

$r_i$  – volumni udio sudionika, [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]

$\rho_i$  – gustoća sudionika u kapljevitom stanju, [kg/m<sup>3</sup>]

$\rho_{\text{kap, butan}}$  – gustoća butana pri  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $[\text{kg}/\text{m}^3]$   
 $\rho_{\text{kap, propan}}$  – gustoća propana pri  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $[\text{kg}/\text{m}^3]$   
 $A$  – površina spremnika koju oplakuje kapljevita faza,  $[\text{m}^2]$   
 $\dot{q}_{\text{i, zrak}}$  – količina ispuštanja SIV-a,  $[\text{m}^3/\text{s}]$   
 $\dot{m}_{\text{isp}}$  – količina UNP-a koja može prirodno ispariti u spremnik,  $[\text{kg}/\text{s}]$   
 $A_0$  – minimalna efektivna površina dovodnog otvora za ventilaciju i zraka za izgaranje,  $[\text{cm}^2]$   
 $Q$  – ukupni kapacitet kotlovnice,  $[\text{kW}]$   
 $A_1$  – minimalna efektivna površina odvodnog otvora,  $[\text{cm}^2]$   
 $G$  – potrošnja plina u kuhinji,  $[\text{m}^3/\text{h}]$   
 $V_{\text{zraka}}$  – potrošnja zraka za plinska trošila u kuhinji,  $[\text{m}^3/\text{h}]$   
 $V_{\text{zrak, kuh}}$  – volumni protok zraka u kuhinji,  $[\text{m}^3/\text{h}]$   
 $Q_1$  – osjetna toplina elemenata zagrijavanih strujom,  $[\text{W}]$   
 $P_i$  – priključna snaga pojedinog uređaja,  $[\text{kW}]$   
 $Q_S$  – emisija osjetne topline pojedinog uređaja koja se očitava iz norme EN 16282-1,  $[\text{W}/\text{kW}]$   
 $Q_2$  – osjetna toplina elemenata zagrijavanih plinom,  $[\text{W}]$   
 $Q_{\text{SK}}$  – toplinska emisija elemenata,  $[\text{W}]$   
 $b$  – konvekcijski udio;  $b = 0,5$   
 $V_{\text{th}}$  – termički protok zraka za odvod energije  
 $k$  – konstanta;  $k = 18$   
 $z$  – visina između termičkog bloka i kuhinjske nape,  $[\text{m}]$   
 $r$  – redukcijski faktor s obzirom na postavljanje termičkog bloka;  $r = 1$   
 $\varphi$  – faktor istovremenosti;  $\varphi = 0,7$   
 $d_{\text{hydr}}$  – faktor dimenzije termičkog bloka,  $[\text{m}]$   
 $L$  – dužina termičkog bloka,  $[\text{m}]$   
 $B$  – širina termičkog bloka,  $[\text{m}]$   
 $V_{\text{erf}}$  – količina odsisanog zraka iz nape,  $[\text{m}^3/\text{h}]$

$a$  – faktor povećanja odvedenog zraka s obzirom na smetnje kod različitih načina upuhivanja;

$$a = 1,2$$

$V_{ab}$  – volumni protok odvedenog zraka iz nape s obzirom na količinu vodenih para, [m<sup>3</sup>/h]

$X_{Ab} - X_{zu}$  – razlika u vlazi između odvedenog i dovedenog zraka, [g/kg]

$D_1$  – emisija vodene pare po elementu zagrijavanog strujom, [g/h]

$D_i$  – emisija vodene pare po kW snage instaliranog uređaja, [g/h kW]

$D_2$  – emisija vodene pare po elementu zagrijavanog plinom, [g/hg]

## SAŽETAK

U ovom radu izrađen je projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin te cjelokupni strojarski projekt grijanja, hlađenja, ventilacije te pripreme PTV-a za ugostiteljski objekt turističke namjene u gradu Splitu.

Na početku ovog rada prikazani su općeniti podaci o ukapljenom naftnom plinu, kao što su fizikalna i kemijska svojstva, skladištenje, transport i slično. U sljedećem poglavlju proračunati su toplinski gubici i dobitci građevine prema EN 12831. Također, dan je kratki opis građevine u vidu namjene, gradivnih dijelova i svojstava. Potom su prikazani gubici i dobitci topline za građevinu na predmetnoj lokaciji podijeljenu po mjesecima. Zatim se krenulo u proračun PTV-a za potrebe restorana. Nakon toga prikazan je proračun i opis instalacije UNP-a u građevini i izvan nje. Na to se nadovezuje proračun ventilacije kuhinje gdje su smještena plinska trošila te proračun ventilacije kotlovnice gdje je smješten plinski kotao. Na kraju, prikazan je sustav i selekcija opreme za rashladu prostora restorana. Posljednje je prikazan troškovnik za sve strojarske radove na predmetnom objektu.

Ključne riječi: ukapljeni naftni plin (UNP), plinska instalacija, ugostiteljski objekt, proračun toplinskog opterećenja, proračun potrebne toplinske energije za grijanje, potrošna topla voda

## SUMMARY

This paper presents a comprehensive project for a liquefied petroleum gas (LPG) installation, as well as the overall HVAC system design, including heating, cooling, ventilation, and hot water preparation, for a catering facility intended for tourism purposes in the city of Split.

The paper begins with an overview of liquefied petroleum gas, detailing its physical and chemical properties, storage, transportation, and other relevant aspects. Following this, the heat losses and gains of the building are calculated in accordance with EN 12831. A brief description of the building is also provided, outlining its purpose, structural components, and characteristics. The paper then presents the monthly heat loss and gain calculations specific to the building's location, along with the hot water demand calculations for the restaurant.

Subsequently, the paper details the design and calculations for the LPG installation, both inside and outside the building. This is followed by ventilation calculations for various areas: the kitchen, where gas appliances are located; the boiler room, where the gas boiler is housed and the sanitary areas within the restaurant. The paper concludes with the system design and equipment selection for cooling the restaurant area, and the final chapter provides a cost estimate for all HVAC-related work for the project.

Keywords: liquefied petroleum gas (LPG), gas installation, restaurant facility, thermal load calculation, calculation of the necessary thermal energy for heating, hot water consumption

## PRILOZI

Prilog A – troškovnik

Prilog B – nacrtna dokumentacija:

List 01: Situacija – dispozicija opreme	A1 / M 1:100
List 02: Izometrijski prikaz UNP instalacije	A2 / M 1:-
List 03: Detalj ugradnje spremnika UNP-a	A3 / M 1:-
List 04: Zone opasnosti	A3 / M 1:-
List 05: Detalj ugradnje cijevi za razvod plina	A4 / M 1:-
List 06: Detalj „A“ – spajanje armature ukopanog spremnika volumena 4850 l	A4 / M 1:-
List 07: Tlocrt prizemlja – dispozicija opreme	A1 / M 1:100
List 08: Tlocrt krova – dispozicija opreme	A2 / M 1:100
List 09: Tlocrt prizemlja – podno grijanje	A3 / M 1:100
List 10: Podno grijanje – rezultati po razdjelniku	A3 / M 1:-
List 11: Funkcionalna shema spajanja – grijanje/PTV	A3/M 1:-
List 12: Funkcionalna shema kuhinjske nape	A3/M 1:-
List 13: Funkcionalna shema spajanja – VRV sustav	A3/M 1:-
List 14: Funkcionalna shema spajanja – freonski razvod	A3/M 1:-
List 15: Funkcionalna shema spajanja – freonski razvod	A3/M 1:-

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	jedinična cijena	Ukupno
<b>TROŠKOVNIK</b>					
<b>D. STROJARSTVO - RESTORAN</b>					
<b>D.1.1 NADZOR</b>					
D.1.1.1	Usluga vođenja nadzora nad strojarskim instalacijama te izrada sve potrebne dokumentacije za tehnički pregled građevine.	kpl	1,00	0,00	0,00
<b>D.1.1 NADZOR</b>					<b>0,00</b>
<b>D.1.2 INSTALACIJA UNP-A - RESTORAN GRIJANJE PTV-A</b>					
D.1.2.1	Dobava i ugradnja spremnika UNP-a zapremine <b>4850 litara</b> , sukladno nacrtima iz projektne dokumentacije. U cijenu uključiti katodnu zaštitu. Spremnik se isporučuje sa betonskim postoljem za ugradnjuna pripremljnu posteljicu. a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	2,00	0,00	0,00
		kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.2	Dobava i ugradnja regulatora tlaka za ugradnju u okno ukopanog spremnika. Regulator I. stupnja za UNP. U cijenu	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.3	Dobava i ugradnja pratećih elemenata za ugradnju regulatora I. stupnja, na srednje tlačni cijevovod plinsk instalacije.  Fleksibilna plinska cijev 1/2" Manometarska slavina 1/2" Manometar 0 - 2,5 bar Kuglasti ventil 1" Dialektrična spojnica 1" MŽ	kom kom kom kom kom	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
D.1.2.4	Dobava i ugradnja regulatora tlaka za ugradnju u plinski zidni ormarić. Regulator II. stupnja za UNP. U cijenu uključen sav brtveni, spojni i pričvrсни pribor. Niskotlačni regulator tlaka s blokadnim ventilom Tip: BP2303 UPSO-OPSO	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.5	Dobava i ugradnja manometra sa kuglastom plinskom slavinom za odvajanje, mjernog područja Manometar s manometarskom slavinom od 0 do 2,5 bar Manometar s manometarskom slavinom od 0 do 60 mbar	kpl kpl	1,00 1,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.2.6	Dobava i ugradnja crnih čeličnih bešavnih cijevi prema standardu HRN C.B5.226, DIN 2448, materijal prema DIN 1629. (Č.1212), uključujući sav spojni i pričvrсни materijal. U cijenu uključen sav ovjesni i pričvrсни pribor, lukovi, koljena, T komadi, redukcije, metalne ukrasne rozete zaštićene antikorozivnom zaštitom (kromirane) i sl. Napomena: Obračun se vrši prema stvarno ugrađenim količinama. Dobava i ugradnja čelične bešavne cijevi DN3/4 Dobava i ugradnja čelične bešavne cijevi DN25 Dobava i ugradnja čelične bešavne cijevi DN32	m m m	6,00 12,00 60,00	0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00
D.1.2.7	Omotavanje ukopanog cijevovoda dekorodal trakom.	m	8,00	0,00	0,00
D.1.2.8	Antikorozivna zaštita čeličnih cijevi s dva premaza temeljnom bojom i dva premaza žutom lak bojom za plin. Antikorozivna zaštita čelične bešavne cijevi	m	78,00	0,00	0,00
D.1.2.9	Postavljanje zaštitne žute PVC trake u zemljani rov iznad plinske cijevi s vidljivim oznakama plinske instalacije.	m	10,00	0,00	0,00

D.1.2.10	Dobava i ugradnja zaštitne cijevi za prolaz plinske instalacije kroz zid. U cijenu uključiti bušenje zida, ugradnja zaštitne cijevi te obradu oko zaštitne cijevi. DN50	kom	4,00	0,00	0,00
D.1.2.11	Dobava i ugradnja plinske flex spojne cijevi za spoj trošila fleksibilna cijev za plin - 3/4 " - MŽ	kpl	5,00	0,00	0,00
D.1.2.12	Dobava i ugradnja ventila sa termičkom zaštitom za spajanje plinskih trošila NO20 -3/4"	kom	5,00	0,00	0,00
D.1.2.13	Dobava i ugradnja Plinski kondenzacijski cirkulacijski uređaj za grijanje prostora i zagrijavanje pitke vode u spoju sa odvojenim spremnikom tople vode. Proizvod kao: Viessmann Vitodens 200-W Tip: B2HA074				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	3,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.14	Dobava i ugradnja Armatura za nadžbuknu montažu Za plinski cirkulacijski uređaj, armature, plinska slavina R 3/4 s ugrađenim sigurnosnim termičkim zaporom.				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	3,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.15	Dobava i ugradnja Komplet za nadopunu, nepovratni ventil				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.16	Dobava i ugradnja Set odvodnih lijevaka Sastoji se od odvodnih lijevaka sa sifonom, rozeta i pričvršćenje crijeva.				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.17	Dobava i ugradnja Osjetnik NTC 10k I=3750				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.18	Dobava i ugradnja VIESSMANN Vitocell 100-V Tip CVA				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00



D.1.2.19	Dobava i ugradnja Sigurnosna grupa prema DIN 1988, DN 20, sastoji se od: zapornog ventila, protustrujne zaklopke i ispitnog nastavka, priključka za manometar i membranskog sigurnosnog ventila 10 bar				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.20	Dobava i ugradnja Analogni termometar Za ugradnju u toplinsku izolaciju ili vanjski plašt spremnika tople vode.				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.21	Dobava i ugradnja Sustav za odvod dimnih plinova od plastike, odobren do 120°C (tip B). AZ krovno provođenje S obujmicom za pričvršćivanje, duljine 1,14 m (ispod krova 0,30 m), crne boje. Veličina sustava 80/125 mm, plastični materijal (PPs) / aluminijski lim premazan epoksidnom smolom, bijele boje.				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	3,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.22	Dobava i ugradnja revizionog elementa dimovodne cijevi D=80/125				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	3,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.23	Dobava i ugradnja AZ-klizni kolčak D=80/125				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	3,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.24	Dobava i ugradnja Univerzalni pokrovni zaslon D=125				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	3,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.25	Dobava i ugradnja AZ-cijev DN80/125 l=1000				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	3,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

B1.2.26	Dobava i ugradnja panelne ograde Ral dogovor sa investitorom i nadzornim inženjrom. Visina ograde 1.5 metra sa vratima sa zaključavanjem širine 1.2 m. Ukupna dužina ograde je cca 30 metara. U cijenu uključiti panele, stupove, pričvršćivače za panele.	m	30,00	0,00	0,00
D.1.2.27	Dobava i postavljanje natpisa »ZABRANJENO PUŠENJE I PRISTUP S OTVORENIM PLAMENOM«, »NEZAPOSLENIMA PRISTUP ZABRANJEN«, »OPASNOST OD POŽARA I EKSPLOZIJE«, »OBVEZATNA UPORABA ALATA KOJI NE ISKRI«	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.28	Sitni potrošni materijal nespacificiran u prethodnim stavkama, tehnički plinovi, žica za varenje, elektrode i sl. sve do potrebnih količina za opisani obim radova.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.29	Dobava i ugradnja aparata na suhi prah za gašenje požara Izvedba aparata---prijenosni sa CO2 bočicom Vrsta sredstva za gašenje---prah ABC  Proizvođač: Pastor, tip: S9+	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.2.30	Ispitivanje plinske instalacije na ispravnosti, čvrstoću i nepropusnost plinske instalacije od strane ovlaštene osobe distributera UNP-a.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.31	Tlačna proba instalacije Unp-a na čvrstoću i nepropusnost.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.32	Puštanje u pogon plinskih bojlera od strane ovlaštenih serviser.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.33	Dobava i ugradnja tipski ormar dimenzija 500x500x260mm sa natpisom PLIN	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.2.34	Dobava i ugradnja dialktrične spojnice za plin MŽ 1"	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.35	Dobava i ugradnja kuglatog ventila za plin zajedno sa spojnim i brtvenim materijalom. 1"	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.2.36	Dobava i ugradnja elektromagnetnog ventila za plin zajedno sa spojnim i brtvenim materijalom. 1" - 220V Krilna sklopka ili presostat	kom kom	1,00 1,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.2.37	Dobava i ugradnja sklopke za izjednačavanje potencijala u ex izvedbi. U cijenu uključeno ispitivanje sklopke	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.38	Dobava i ugradnja HERZ-ova plastika-aluminijum kompaktna cijev PE-HT/Al/PE-RT, Višeslojna cijev za kompleksne instalacijske zahtjeve u sustavima grijanja, hlađenja i sanitarne vode. Sistemski ispitano kao cjelina s patentiranim HERZ-PIPEFIX sustavom steznih i navojnih spojeva. Obračun se vrši po ugrađenom metru cijevi. 20 X 2 mm sa press fitinzima recirkulacija 32 X 3 mm sa press fitinzima PTV	m m	5,00 10,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.2.38	Dobava i ugradnja električnog grijača. Grijač se ugrađuje na spremnik tople vode, isporučuje se sa radno grijaničnim termostatom. Grijač se ugrađuje u donju zonu spremnika na revizioni otvor za čišćenje. Regulacija temperature od 15-75°C - priključak 6/4". Može se spojiti 3~400 , ~230 Proizvod AUSTRIA-EMAIL Tip: SH 3,0 - 3 kW	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.39	Dobava i ugradnja recirkulacione crpke sanitarne vode, sa holender mesing spojem, te sa svim spojnim i brtvenim materijalom. Pumpa recirkulacije sanitarne vode Naziv proizvođača Star-Z 25/2 EM	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.40	Dobava i ugradnja ekspanzione posude za sanitarnu vodu 24 litara sa sigurnosnim ventilom 1,5x tlak u mreži,				

	ELBI - EKSPANZIJSKA POSUDA D-24/DP-24 CE 10 BARA A202L27	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.2.41	Dobava i ugradnja bakrenog cjevovoda. U cijenu uključen sav spojni, ovijesni i brtveni materijal. Obračun se vrši po ugrađenom metru cijevi. fi 35mm	m	12,00	0,00	0,00
D.1.2.42	Dobava i ugradnja izolacije bakrenog cjevovoda. U cijenu uključen ljepilo, traka širine 5cm. Obračun se vrši po ugrađenom metru izolacije. fi 35x13mm	m	12,00	0,00	0,00
D.1.2.43	Dobava i ugradnja kuglastih ventila sa svim potrebnim spojnim i brtvenim materijalom sa holender spojem. Kuglasti ventil 1" Kuglasti ventil 3/4" PP slavina - 1/2"	kom kom kom	9,00 2,00 2,00	0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00
D.1.2.44	Dobava i ugradnja nepovratnog ventila sa svim potrebnim spotnim i brtvenim materijalom. Nepovratni ventil 1" Nepovratni ventil 1/2"	kom kom	1,00 1,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.2.45	Dobava i ugradnja TERMOMETRA FI 80 0-120C 1/2"	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.2.46	Dobava i ugradnja automatskog odzračng ventila sa pod venilom. Automatski ventil 1/2" + pod ventil 1/2"	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.2.47	Tlačne probe sa izdavanjem zapisnika o tlačnim probama.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.2.48	Dobava i ugradnja suhog isparivača plina Proizvod kao: Plinotehnika Čakovec Tip: SPI-12	kom	1,00	0,00	0,00

**D.1.2 INSTALACIJA UNP-A - RESTORAN GRIJANJE PTV-A 0,00**

**D.1.3 KUHINJSKA NAPA - GRIJANJE I HLAĐENJE KUHINJE**

- D.1.3.1 REGULACIJSKI SUSTAV VENTILACIJE KUHINJE**  
Uključuje upravljački ormar, upravljački panel sa "touch" zaslonom i sve regulacijske elemente potrebne za rad ventilacijskog sustava u skladu sa shemom sustava – temperaturni osjetnici, osjetnici tlaka, servopogoni ... Upravljački ormar nadžbukne izvedbe, izrađen je u zaštiti IP20. U ormariću su ugrađeni i PLC kontroler za upravljanje cijelim sustavom ventilacije kuhinje, elementi sklopne tehnike, zaštita, spajalice i glavni električni prekidač.
- D.1.3.1.1 Upravljački dio za štedne kuhinjske nape s povratom topline zraka
- Upravljanje različitih dovoda i odvoda zraka.
  - Upravljanje EC ventilatora s funkcijom održavanja konstantnog tlaka.
  - Upravljanje frekvencijskih pretvarača za ventilatore s funkcijom održavanja konstantnog tlaka.
  - Upravljanje ventilatora za dovod svježeg zraka iz glavne visokoučinkovite štedne nape u druge prostorije, gdje nema dovoda svježeg zraka sa visokoučinkovite štedne nape.
  - Upravljanje hidrauličnog modul u glavnoj štednoj napi za vodeno grijanje dovodnog zraka.
  - Upravljanje ventila vodenog hladnjaka sa analognim izlazom 0-10 V.
  - Preklop između načina rada grijanje/hlađenje prema temperaturi radnog medija (vode).
  - Regulacija hlađenja na direktnu ekspanziju sa analognim izlazom 0-10 V. 0 V - nema hlađenja, 10 V - maksimalna snaga hlađenja.
  - Automatsko uključivanje i isključivanje sustava prozračivanja prema namještenom tjednom rasporedu.
  - Ručno stupnjevito upravljanje protoka zraka ventilatora.
  - Automatsko upozorenje korisnika na intervencije održavanja i servisa.

- Provedba sigurnosnih i zaštitnih funkcija.
- Alarm za poremećaj u radu i zastoj.
- Povijest poremećaja u radu i zastoja.

Modul servisiranja i održavanja za omogućavanje (daljinskoga) uvida u povijest rada sustava prozračivanja kuhinje, na osnovi kojeg se stranci omogućuje lakša i brža dijagnostika i otklanjanje grešaka tijekom rada te savjetovanje u vezi mjera za postizanje maksimalne energetske učinkovitosti i dobrih uvjeta za rad u kuhinji.

Odgovara regulacijski sustav za štedne kuhinjske nape MEDIA s povratom topline zraka proizvođača Provent ili jednakovrijedno.

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

D.1.3.1.2 Upravljački dio za potpuno automatsku kontrolu ventilacije za profesionalne kuhinje za postizanje najboljih mogućih radnih uvjeta i iznimno velike uštede energije  
Odgovara regulacijski sustav KIVENTIS proizvođača Provent ili jednakovrijedno za potpuno automatsku regulaciju cjelokupne kuhinjske ventilacije.

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

D.1.3.1.2 Modul za povezivanje na SCADA  
Odgovara regulacijski sustav KIVENTIS proizvođača Provent ili jednakovrijedno za potpuno automatsku regulaciju cjelokupne kuhinjske ventilacije.

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

### D.1.3.2 KUHINJSKE NAPE I OPREMA

D.1.3.2.1 Dovodna-odvodna napa (KC1-MED)  
Visokoučinkovita štedna kuhinjska napa  
Visoko učinkovita štedna kuhinjska napa izrađena je od lima od nehrđajućeg čelika kvalitete 1.4301  
Dimenzije kuhinjske nape:  
Dužina L = 2600 mm  
Širina B = 2000 mm  
Visina H = 620 mm  
Odgovara štedna kuhinjska napa Media sa povratom topline proizvođača Provent ili jednakovrijedno:  
MEDIA-D 2600x2000

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

D.1.3.2.2 Hidraulički sustav za zagrijavanje zraka sa vodenim grijačima u štednoj napi  
Hidraulični modul sadrži: regulacijski ventil s motornim pogonom, pumpu, prigušni ventil, zaporni ventili, ventil za ispuštanje i potopne temperaturne osjetnike za mjerenje temperature dovodne i odvodne vode  
Odgovara hidraulični modul za vodeno grijanje proizvođača Provent ili jednakovrijedno.  
HIDRAULIČNI MODUL DN25-P0.75-Kvs2.5-L

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
--	-----	------	------	------

	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.2.3	Žaluzina sa župčanicima za regulaciju lamela sa nosačem za motorni pogon dimenzije 600 x 400. a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.2.4	<b>Odvodna napa (KC1-EXT1) - konvektomat</b> Odvodna napa s integriranim sustavom za preciznu regulaciju protoka odvodnog zraka Kuhinjska napa je proizvedena od plemenitog čeličnog lima kvalitete 1.4301 Dužina L = 1300 mm Širina B = 1200 mm Visina H = 450 mm Odgovara: zidna / središnja odvodna kuhinjska napa proizvođača Provent ili jednakovrijedno: EXTRACTA-W 1300 x 1200				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.2.5	Žaluzina sa župčanicima za regulaciju lamela sa nosačem za motorni pogon dimenzije 250 x 250. a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.2.6	<b>Odvodna napa (KC1-EXT2) - BIJELO SUĐE</b> Odvodna napa s integriranim sustavom za preciznu regulaciju protoka odvodnog zraka Kuhinjska napa je proizvedena od plemenitog čeličnog lima kvalitete 1.4301 Dužina L = 1500 mm Širina B = 1100 mm Visina H = 450 mm Odgovara: zidna / središnja odvodna kuhinjska napa proizvođača Provent ili jednakovrijedno: EXTRACTA-W 1500 x 1100				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.2.7	Žaluzina sa župčanicima za regulaciju lamela sa nosačem za motorni pogon dimenzije 400 x 200. a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.)Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.2.8	<b>Odvodna napa (KC1-EXT3) - PIZZA PEĆ</b> Odvodna napa s integriranim sustavom za preciznu regulaciju protoka odvodnog zraka Kuhinjska napa je proizvedena od plemenitog čeličnog lima kvalitete 1.4301				

Dužina L = 1200 mm  
 Širina B = 1100 mm  
 Visina H = 450 mm  
 Odgovara: zidna / središnja odvodna kuhinjska napa  
 proizvođača Provent ili jednakovrijedno:  
 EXTRACTA-W 1200 x 1100

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

D.1.3.2.9 Žaluzina sa župčanicima za regulaciju lamela sa nosačem za motorni pogon dimenzije 250 x 250.

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

### D.1.3.3 VENTILATORSKI UREĐAJI I OPREMA

D.1.3.3.1 Dovodni ventilacijski uređaj (KC1-MF1)

Protok zraka: 6600 m<sup>3</sup>/h  
 Vanjski pad tlaka: 350 Pa  
 Broj ventilatora: 1  
 Prigušivač zvuka na izlazu zraka, duljina kućišta, se sastoji od odgovarajućeg broja prigušivača od pocinčanog okvira od lima i punjenja od mineralne vune.  
 Fleksibilni priključak na izlaznoj strani uređaja.  
 Širina uređaja: 1055mm  
 Visina uređaja: 1080 mm  
 Dužina uređaja: 3320 mm

Odgovara dovodni ventilacijski uređaj dobavljača Systemair ili jednakovrijedno:

**Tip kao:KA HSO-3-3-S-L-50F-TB3-L2**

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00

D.1.3.3.2 Odvodni ventilator i oprema (KC1-MF2)

Odvodni ventilator, koji ima elektromotor izvan toka struje zraka, sukladno smjernicama VDI 2052.

Protok zraka: 6300 m<sup>3</sup>/h  
 Vanjski pad tlaka: 400 Pa  
 Odgovara ventilator sa EC motorom dobavljača Provent ili jednakovrijedno:

DVNI 500EC KROVNI VENTILATOR IZOLIRAN 1 kom

Prigušivač zvuka na odvodu zraka dobavljača Provent ili jednakovrijedno: 1 kom

SSD 450/500 PRIGUŠIVAČ ZVUKA 1 kom

Vezna ploča na odvodu zraka dobavljač Provent ili jednakovrijedno: 1 kom

TDA 450/500 VEZNA PLOČA 1 kom

Žaluzina sa župčanicima za regulaciju lamela sa nosačem za motorni pogon dimenzije Zaklopka motorna 1200x350

KC1-MD23 1 kom

(24VAC, 0-10V) 1 kom

a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
--	-----	------	------	------

b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
---	-----	------	------	------

D.1.3.3.3 Ventilator za dovod svježeg zraka iz nape u susjedne prostore (KC1-MF3)

	Protok: 1200 m3/h Odgovara ventilator sa EC motorom dobavljača Provent ili jednakovrijedno: PRIO 250EC L VENTILATOR CIJEVNI				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.3.4	Mehanički regulatori kontstantnog protoka Mehanički regulator kontstantnog protoka sa kućištem za održavanje regulatora, promjer priključka 160 mm, protok 200 m3/h. MR 160/200 REGULATOR PROTOKA	kom	1,00		
	MAF 160 KUČIŠTE REGULATORA PROTOKA	kom	1,00		
	Mehanički regulator kontstantnog protoka sa kućištem za održavanje regulatora, promjer priključka 200 mm, protok 400 m3/h. MR 200/400 REGULATOR PROTOKA	kom	1,00		
	MAF 200 KUČIŠTE REGULATORA PROTOKA	kom	1,00		
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kpl	1,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.4	PUŠTANJE SUSTAVA U RAD I PRATEĆI RADOVI Puštanje u rad ventilacijskog sustava i prateći radovi.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.5.	Dobava i ugradnja el. kablova za ožičenje sustava automatske regulacije sukladno dostavljenoj shemi spajanja od strane distributera opreme nakon potvrde narudžbe.  Odnosi se isključivo na kabliranje sustava automatske regulacije. Nije u cijeni ožičenje napajanja. Kablovi se vode od ormara predviđenog za upravljanje sustavom ventilacije kuhinje do elemenata u sustavu automatske regulacije.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.6.	Dobava i ugradnja Kanali za distribuciju zraka, načinjeni od pocinčanog čeličnog lima. Stavka uključuje: fittinge, spojnice, brtve, te ovjesni i pričvrtni pribor. U cijenu uključiti izolaciju kanala dobavnog zraka proizvodom kao Armaflex u pločama debljine 13mm. pocinčani kanali	kg	1.200,00	0,00	0,00
	izollacija u rolama d13mm	m2	65,00	0,00	0,00
	Izolacija u Al lim vanjski dio kanala	m2	10,00	0,00	0,00
	ovjesni pribor, navojne šipke, objumice, tiple, pocinčani profilirani nosači	kg	150,00	0,00	0,00
D.1.3.7.	Dobava i ugradnja odsisne i tlačnih ventila za ventilaciju kuhinje. Proizvod kao Klimaoprema, Samobor Tip kao: ZOV 160 - odsis	kom	1,00	0,00	0,00
	Tip kao: ZOT 160 - tlak	kom	3,00	0,00	0,00
	Tip kao: ZOT 200 - tlak	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.3.8.	Kompresorsko kondenzacijski uređaj za hlađenje i grijanje zraka Snaga hlađenja: 33 kW Rashladni medij R32 Original ili jednakovrijedno: MITSUBISHI ELECTRIC PUZ-ZM140VKA				
	a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	2,00	0,00	0,00
	b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	2,00	0,00	0,00

D.1.3.9.	Dobava i ugradnja sučelja za upravljanje radom DX izmjenjivača i vanjskih jedinica PUZ PAC -IF 033 BE - MASTER - 1 KOMAD PAC -SIF 033 BE - SLAVE - 1 KOMAD a.) Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno b.) Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kpl.	1,00	0,00	0,00
		kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.3.10.	Dobava i ugradnja bakrenih odmašćenih predizoliranih cijevi sa izolacijom debljine 6 mm otpornom na difuziju vodene pare i koeficijentom $\mu$ 10000, otporne na temperaturu - 80°C/+115°C. Izrađene prema ASTM B280/EN12735-1 Slijedećih dimezija, proizvod kao: SMISOL® Clim Platinum, UV stabilna izolacija. Cu cijevi s toplinskom izolacijom - $\varnothing$ 15,88 (5/8) Cu cijevi s toplinskom izolacijom - $\varnothing$ 9,52 (3/8)	kom	30,00	0,00	0,00
		kom	30,00	0,00	0,00
D.1.3.11.	Puštanje u rad PUZ jedinica za hlađenje kuhinje restorana. U cijenu uključiti puštanje u rad dvije jedinice.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.3.12	Dobava i ugradnja veze između vanjske jedinice i PAC. U cijenu uključiti materija rad.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.3.13	Ispitivanje sustava ventilacije kuhinjske nape i djelotvornost elektromagnetnog ventila za prekida dotoka plina.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.3.14	Obuka krajnjeg korisnika za korištenje opreme i upravljanja vezana uz sustav ventilacije kuhinjske nape.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.3.15	Korištenje usluge auto dzalice za ugradnju tlačne klima komore na ravni krov restorana.	kpl.	1,00	0,00	0,00
<b>D.1.3</b>	<b>KUHINJSKA NAPA - GRIJANJE I HLAĐENJE KUHINJE</b>				<b>0,00</b>
<b>D.1.4</b>	<b>GRIJANJE HLAĐENJE - PROSTOR RESTORANA</b>				
D1.4.1	Zrakom hlađena jedinica VRF sustava za vanjsku ugradnju u izvedbi toplinske pumpe s ugrađenim hermetičkim kompresorom i izmjenjivačem topline. Jedinica je certificirana Eurovent certifikatom, te ima slijedeće tehničke značajke:  Proizvod: <b>MITSUBISHI ELECTRIC</b> Tip: <b>PUMY-P200YKM2-R2</b> Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	1,00	0,00	0,00
		kom	1,00	0,00	0,00
D1.4.2	Unutarnja jedinica VRF sustava kanalne izvedbe, bez maske, predviđena za montažu u spuštenu strop, opremljena ventilatorom, izmjenjivačem topline s direktnom ekspanzijom freona, elektronskim ekspanzijskim ventilom, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i temperature, sljedećih tehničkih značajki:  Proizvod: <b>MITSUBISHI ELECTRIC</b> Tip: <b>PEFY-M50VMA-A</b> Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	4,00	0,00	0,00
		kom	4,00	0,00	0,00



D1.4.3	Multifunkcionalni deluxe daljinski žičani upravljač s LCD zaslonom i pozadinskim osvjetljenjem, s kontrolom uključivanja/isključivanja, režima rada, smjera istrujavanja zraka, podešavanja temperature u intervalima od 0,5°C, brzine ventilatora, mogućnosti postavki dviju temperatura u automatskom radu, prikazom greške te tjednim tajmerom. Proizvod: <b>MITSUBISHI ELECTRIC</b> Tip: <b>PAR-41MAA</b> Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	4,00	0,00	0,00
	Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	4,00	0,00	0,00
D1.4.4	Bakreni prelazni fazonski komadi za ogranke vodova rashladnog medija ( tekući + parni ), izolirani NEOPREN izolacijom otpornom na difuziju vodene pare, kao proizvod MITSUBISHI ELECTRIC, tip: CMY-Y62G-E Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	3,00	0,00	0,00
	Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	3,00	0,00	0,00
D1.4.5	Dobava i ugradnja bakrenih odmašćenih predizoliranih cijevi sa izolacijom debljine 6 mm otpornom na difuziju vodene pare i koeficijentom $\mu$ 10000, otporne na temperaturu - 80°C/+115°C. Izrađene prema ASTM B280/EN12735-1 Slijedećih dimezija, proizvod kao: SMISOL® Clim Platinum, UV stabilna izolacija.				
	1/4" (Φ6,35)	m	25,00	0,00	0,00
	3/8" (Φ9,52)	m	30,00	0,00	0,00
	1/2" (Φ12,7)	m	25,00	0,00	0,00
	5/8" (Φ15,88)	m	15,00	0,00	0,00
	3/4" (Φ19,05)	m	20,00	0,00	0,00
D1.4.6	Dobava i ugradnja komunikacijskog kabla za povezivanje vanjske jedinice i unutarnjih jedinica te termostata. Kabel se ugrađuje u zaštitni bužir f20mm LiYCY 2 x 0,75 mm <sup>2</sup> - termostati LiYCY 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> - veza	m	60,00	0,00	0,00
		m	55,00	0,00	0,00
D1.4.7	Dobava i ugradnja Kanali za distribuciju zraka, načinjeni od pocinčanog čeličnog lima. Stavka uključuje: fittinge, spojnice, brtve, te ovesni i pričvrzni pribor. Odnosi se na dio kanala priključni plenum na kanalnoj klima jedinici. U cijenu uključiti izolaciju tlačnog kanala poslije kanalne jedinice proizvodom kao Armaflex u pločama debljine 13mm. Na usisnoj strani predvidjeti filter da se može čistiti.				
	pocinčani kanali	kg	525,00	0,00	0,00
	Armaflex u pločama debljine 13mm	m2	35,00	0,00	0,00
D1.4.9	Dobava i ugradnja Spiro cijev od pocinčanog lima za ubacivanje, odnosno odsis zraka, komplet sa ovesnim, spojnim i brtvenim materijalom, slijedećih dimenzija:.				
	- φ160 mm	m	65,00	0,00	0,00
	Armaflex u pločama debljine 13mm	m2	22,00	0,00	0,00
	- φ160 FLEX u izolaciji	m	20,00	0,00	0,00
	- φ160 / 45° sa izolacijom 13mm	kom	32,00	0,00	0,00
	- φ160 / 45°	kom	32,00	0,00	0,00
	al traka	kom	4,00	0,00	0,00

D1.4.10	Dobava i ugradnja Podesivi linijski stropni distributer s estetski oblikovanim površinama, prikladan za ugradnju u spuštenu strop. Linijski tlačni distributer zraka sa izolacijom Tip: LDA-4-1785-RAL ??? Broj priključaka 2xØ160 Proizvod kao: Systemair a) Dobava i donos opreme fco gradilište	kom	8,00	0,00	0,00
	b) Montaža opreme i dobava svog ostalog potrebnog materijala za ispunjenje opisa stavke, sav potreban rad za ispunjenje opisa stavke, te istovar, skladištenje, čuvanje	kom	8,00	0,00	0,00
	Linijski odsisni distributer zraka Tip: LDA-4-1785-RAL ??? Broj priključaka 2xØ160 Proizvod kao: Systemair a) Dobava i donos opreme fco gradilište	kom	8,00	0,00	0,00
	b) Montaža opreme i dobava svog ostalog potrebnog materijala za ispunjenje opisa stavke, sav potreban rad za ispunjenje opisa stavke, te istovar, skladištenje, čuvanje	kom	8,00	0,00	0,00
D1.4.11	Dobava i ugradnja podnih nosača klima jedinice	kpl.	1,00	0,00	0,00
D1.4.12	Dobava i ugradnja PVC cijevi za odvod kondenzata iz unutarnjih jedinica do spoja na kanalizacijski odvod, uključujući fazonske komade te spojni i pričvrсни materijal. Dobavi ugradnja GVAJNA 18mm. gvajna d18mm	m	4,00	0,00	0,00
	d32mm sa nosačima i izolacijom 6 mm	m	45,00	0,00	0,00
D1.4.13	Dobava i ugradnja sifona za spoj odvoda kondenzata na kanalizacijske odvode, proizvod kao: Huterer&Lechner, tip: HL138	kpl.	1,00	0,00	0,00
D1.4.14	Prateći građevinski radovi prilikom ugradnje klima uređaja, proboji	kpl.	1,00	0,00	0,00
D1.4.15	Dobava i ugradnja radne tvari R32 za nadopunjavanje sustava. Izvodi se kod puštanja u pogon.	kg	5,00	0,00	0,00
D1.4.16	Ispuhivanje cijevnog razvoda te tlačna proba sa N2 (dušik) na 40 bara u trajanju 24 sati, vakumiranje cijevnog razvoda, sa nadopunjavanjem ekološkog plina R32 prema uputama proizvođača.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D1.4.17	Puštanje u pogon VRF sustava hlađenja/grijanja, od strane ovlaštenog servisera, sa izdavanjem potrebnih garancija i uputama za korištenje sustava hlađenja/grijanja.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D1.4.18	Sitni potrošni materijal ( čelični tipli, vijci, podloške ) potrebni za montažu cjevovoda radnog medija i cjevovoda kondenzata	kpl.	1,00	0,00	0,00
D1.4.19	Transport opreme i materijala do gradilišta, te povrat opreme i ostatka materijala sa gradilišta. Uključeno vertikalno dizanje vanjskih jedinica na predviđenu poziciju.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D1.4.20	Ispitivanje mikroklima od strane ovlaštene osobe te uzdavanje zapisnika	kpl.	1,00	0,00	0,00

**D.1.4 GRIJANJE HLAĐENJE - PROSTOR RESTORANA 0,00**

**D.1.5 GRIJANJE HLAĐENJE MONO SPLIT PROSTOR DEPAKIRANJE**

D.1.5.1	Dobava i ugradnja Vanjska jedinica mono split sustava, s radnom tvari R-32, za spajanje do 1 unutarnje jedinice, namjenjena za vanjsku montažu - zaštićena od vremenskih utjecaja, s ugrađenim inverter kompresorom, zrakom hlađenim kondenzatorom i svim potrebnim elementima za zaštitu i kontrolu. Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC Tip: MUZ-AP35VG a) Dobava i donos opreme fco gradilište	kom	1,00	0,00	0,00
---------	--	-----	------	------	------

	b) Montaža opreme i dobava svog ostalog potrebnog materijala za ispunjenje opisa stavke, sav potreban rad za ispunjenje opisa stavke, te istovar, skladištenje, čuvanje	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.5.2	Dobava i ugradnja unutarnje ZIDNE jedinice za ugradnju na zid Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC Tip: MSZ-AP35VG a) Dobava i donos opreme fco gradilište	kom	1,00	0,00	0,00
	b) Montaža opreme i dobava svog ostalog potrebnog materijala za ispunjenje opisa stavke, sav potreban rad za ispunjenje opisa stavke, te istovar, skladištenje, čuvanje	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.5.3	Dobava i ugradnja bakrenih odmašćenih predizoliranih cijevi sa izolacijom debljine 6 mm otpornom na difuziju vodene pare i koeficijentom $\mu$ 10000, otporne na temperaturu - 80°C/+115°C. Izrađene prema ASTM B280/EN12735-1 Slijedećih dimezija, proizvod kao: SMISOL® Clim Platinum, UV stabilna izolacija. Cu cijevi s toplinskom izolacijom - 9,52(3/8")	kom	10,00	0,00	0,00
	Cu cijevi s toplinskom izolacijom - 6,35(1/4")	kom	10,00	0,00	0,00
D.1.5.4	Dobava i ugradnja kabla H05VV-F sa PVC-om izoliran i oplašten finožični kabel 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> za povezivanje vanjske jedinice i unutarnjih jedinica . Kabel se ugrađuje u zaštitni bužir f20mm	m	12,00	0,00	0,00
D.1.5.5	Dobava i ugradnja INOX zidnih nosača za klima jedinice sa antivibracionim podloškama i vijcima	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.5.6	Dobava i ugradnja PVC cijevi za odvod kondenzata iz unutarnjih jedinica do spoja na kanalizacijski odvod, uključujući fazonske komade te spojni i pričvrсни materijal. Dobava i ugradnja GVAJNA 18mm. gvajna d18mm	m	1,00	0,00	0,00
	d32mm sa nosačima i izolacijom 6 mm	m	6,00	0,00	0,00
D.1.5.7	Prateći građevinski radovi prilikom ugradnje klima uređaja, proboji	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.5.8	Dobava i ugradnja radne tvari R32 za nadopunjavanje sustava. Izvodi se kod puštanja u pogon. -upisati samo jediničnu cijenu	kg	0,20		
D.1.5.9	Ispuhivanje cijevnog razvoda te tlačna proba sa N2 (dušik) na 40 bara u trajanju 24 sati, vakumiranje cijevnog razvoda, sa nadopunjavanjem ekološkog plina R32 prema uputama proizvođača.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.5.10	Puštanje u pogon mono split sustava hlađenja/grijanja, od strane ovlaštenog servisera, sa izdavanjem potrebnih garancija i uputama za korištenje sustava hlađenja/grijanja.	kpl.	1,00	0,00	0,00

<b>D.1.5</b>	<b>GRIJANJE HLAĐENJE MONO SPLIT PROSTOR DEPAKIRANJE</b>				<b>0,00</b>
--------------	---	--	--	--	-------------

<b>D.1.6</b>	<b>GRIJANJE HLAĐENJE MUTI SPLIT PROSTOR BLAGOVAONA I GARDEROBA - OSOBLJE</b>				
--------------	--	--	--	--	--

D.1.6.1	Dobava i ugradnja Vanjska jedinica inverter sustava multi split izvedbe za spajanje do 2 unutarnje jedinice, namjenjena za vanjsku montažu - zaštićena od vremenskih utjecaja, s ugrađenim inverter kompresorom, zrakom hlađenim kondenzatorom i svim potrebnim elementima za zaštitu i kontrolu Proizvod kao: MITSUBISHI ELECTRIC Tip: MXZ-3F68VF a) Dobava i donos opreme fco gradilište	kom	1,00	0,00	0,00
	b) Montaža opreme i dobava svog ostalog potrebnog materijala za ispunjenje opisa stavke, sav potreban rad za ispunjenje opisa stavke, te istovar, skladištenje, čuvanje	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.6.2	Dobava i ugradnja unutarnje zidne jedinice za ugradnju na zid				

	Proizvod kao: MITSUBISHI ELECTRIC Tip: MSZ-AP25VE				
	a) Dobava i donos opreme fco gradilište	kom	3,00	0,00	0,00
	b) Montaža opreme i dobava svog ostalog potrebnog materijala za ispunjenje opisa stavke, sav potreban rad za ispunjenje opisa stavke, te istovar, skladištenje, čuvanje	kom	3,00	0,00	0,00
D.1.6.3	Dobava i ugradnja bakrenih odmašćenih predizoliranih cijevi sa izolacijom debljine 6 mm otpornom na difuziju vodene pare i koeficijentom $\mu$ 10000, otporne na temperaturu - 80°C/+115°C. Izrađene prema ASTM B280/EN12735-1 Slijedećih dimezija, proizvod kao: SMISOL® Clim Platinum, UV stabilna izolacija. Cu cijevi s toplinskom izolacijom - 9,52(3/8") Cu cijevi s toplinskom izolacijom - 6,35(1/4")	kom kom	30,00 30,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.6.4	Dobava i ugradnja kabla H05VV-F sa PVC-om izoliran i oplasten finožični kabel 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> za povezivanje vanjske jedinice i unutarnjih jedinica . Kabel se ugrađuje u zaštitni bužir f20mm	m	33,00	0,00	0,00
D.1.6.5	Dobava i ugradnja INOX zidnih nosača za klima jedinice sa antivibracionim podloškama i vijcima	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.6.6	Dobava i ugradnja PVC cijevi za odvod kondenzata iz unutarnjih jedinica do spoja na kanalizacijski odvod, uključujući fazonske komade te spojni i pričvrсни materijal. Dobavi ugradnja GVAJNA 18mm. gvajna d18mm d32mm sa nosačima i izolacijom 6 mm	m m	3,00 25,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.6.7	Prateći građevinski radovi prilikom ugradnje klima uređaja, proboji	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.6.8	Dobava i ugradnja radne tvari R32 za nadopunjavanje sustava. Izvodi se kod puštanja u pogon.	kg	1,00	0,00	0,00
D.1.6.9	Ispuhivanje cijevnog razvoda te tlačna proba sa N2 (dušik) na 40 bara u trajanju 24 sati, vakumiranje cijevnog razvoda, sa nadopunjavanjem ekološkog plina R32 prema uputama proizvođača.	kpl.	1,00	0,00	0,00
D.1.6.10	Puštanje u pogon multi split sustava hlađenja/grijanja, od strane ovlaštenog servisera, sa izdavanjem potrebnih garancija i uputama za korištenje sustava hlađenja/grijanja.	kpl.	1,00	0,00	0,00
<b>D.1.6</b>	<b>GRIJANJE HLAĐENJE MUTI SPLIT PROSTOR BLAGOVAONA I GARDEROBA - OSOBLJE</b>				<b>0,00</b>
<b>D.1.7</b>	<b>VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA GARDEROBA OZNAKA R.06</b>				
D.1.7.1	Odsisni ventilator sanitarija. U cijenu uračunat ovjesni i pričvrсни materijal. Brza spojnica uključena u cijenu. Protok - 500 m3/h  Proizvod kao: Systemair Tip: prio silent XP 200EC Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom kom	1,00 1,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.7.2	Dobava i ugradnja potencimetra za regulaciju protoka ventilatora. Proizvod kao: Systemair Tip: MTP 10, 10K NASTAVLJANIK ZA EC 32731 MTP 10, 10K, Speed control Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	1,00	0,00	0,00

Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.

		kom	1,00	0,00	0,00
D.1.7.3	Dobava i ugradnja ventilacijskih spiro cijevi za odvod zraka iz sanitarija. U cijenu uračunat sav priključni, spojni i ovjesni materijal, koljena, t-komadi i redukcije				
	f125mm - cijevi	m	20,00	0,00	0,00
	f140mm- cijevi	m	4,00	0,00	0,00
	f160mm- cijevi	m	3,00	0,00	0,00
	f180mm- cijevi	m	5,00	0,00	0,00
	f250mm- cijevi	m	3,00	0,00	0,00
	f125mm - koljeno 90	kom	5,00	0,00	0,00
	f140mm - koljeno 90	kom	1,00	0,00	0,00
	f160mm - koljeno 90	kom	1,00	0,00	0,00
	f180mm - koljeno 90	kom	2,00	0,00	0,00
	redukcija 140-125	kom	2,00	0,00	0,00
	redukcija 160-140	kom	2,00	0,00	0,00
	redukcija 180-160	kom	2,00	0,00	0,00
	redukcija 250-180	kom	2,00	0,00	0,00
	t komad 125	kom	2,00	0,00	0,00
	t komad 250	kom	1,00	0,00	0,00
	sedlo 140-125-140	kom	2,00	0,00	0,00
	sedlo 160-125-160	kom	2,00	0,00	0,00
	sedlo 180-125-180	kom	2,00	0,00	0,00
	flex cijev d125	m	10,00	0,00	0,00
	al traka	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.7.4	Dobava i ugradnja zračnih odisinih ventila, komplet sa svim spojnim i pričvrstnim priborom Proizvod kao: Klimaoprema Tip: ZOV 125	kom	10,00	0,00	0,00
D.1.7.5	Dobava i ugradnja rešetke za ugradnju na fasadu izlaz zraka  Vanjska rešetka Proizvod kao: Systemair Tip: VK-25 Boja RAL9010	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.7.6	Balansiranje i ispitivanje sustava ventilacije od strane ovlaštene osobe uključujući izradu zapisnika o izvršenim mjeranjima i rezultatima istih.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.7.7	Prateći građevinski radovi kod ugradnje sustava ventilacije. U cijenu uključeni proboji radi ugradnje ventilacijske cijevi, proboj rupe kroz zid, odnosno krov za prolaz cijevi ventilacije.	kpl	1,00	0,00	0,00

<b>D.1.7</b>	<b>VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA GARDEROBA OZNAKA R.06</b>				<b>0,00</b>
--------------	--	--	--	--	-------------

<b>D.1.8</b>	<b>VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA GARDEROBA OZNAKA R.13, R12, R11, R10</b>				
--------------	---	--	--	--	--

D.1.8.1	Odsisni ventilator sanitarija. U cijenu uračunat ovjesni i pričvrstni materijal. Brza spojnica uključena u cijenu. Maksimalni protok - 788 m3/h  Proizvod kao: Systemair Tip: prio silent XP 160EC Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	1,00	0,00	0,00
	Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.8.2	Dobava i ugradnja potencimetra za regulaciju protoka ventilatora.				

	Proizvod kao: Systemair Tip: MTP 10, 10K NASTAVLJANIK ZA EC 32731 MTP 10, 10K, Speed control				
	Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	1,00	0,00	0,00
	Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.8.3	Dobava i ugradnja ventilacijskih spiro cijevi za odvod zraka iz sanitarija. U cijenu uračunat sav priključni, spojni i ovjesni materijal, koljena, t-komadi i redukcije				
	f125mm - cijevi	m	14,00	0,00	0,00
	f160mm- cijevi	m	2,00	0,00	0,00
	f125mm - koljeno 90	kom	3,00	0,00	0,00
	f160mm - koljeno 90	kom	1,00	0,00	0,00
	redukcija 160-125	kom	1,00	0,00	0,00
	redukcija 200-160	kom	1,00	0,00	0,00
	t komad 125	kom	2,00	0,00	0,00
	sedlo 160-125-160	kom	1,00	0,00	0,00
	flex cijev d125	m	4,00	0,00	0,00
	al traka	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.8.4	Dobava i ugradnja zračnih odvisnih ventila, komplet sa svim spojnim i pričvrstnim priborom Proizvod kao: Klimaoprema Tip: ZOV 125	kom	4,00	0,00	0,00
D.1.8.5	Dobava i ugradnja rešetke za ugradnju na fasadu izlaz zraka  Vanjska rešetka Proizvod kao: Systemair Tip: VK-20 Boja RAL9010	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.8.6	Balansiranje i ispitivanje sustava ventilacije od strane ovlaštene osobe uključujući izradu zapisnika o izvršenim mjerenjima i rezultatima istih.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.8.7	Prateći građevinski radovi kod ugradnje sustava ventilacije. U cijenu uključeni proboji radi ugradnje ventilacijske cijevi, proboj rupe kroz zid, odnosno krov za prolaz cijevi ventilacije.	kpl	1,00	0,00	0,00
<b>D.1.8</b>	<b>VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA GARDEROBA OZNAKA R.13, R12, R11, R10</b>				<b>0,00</b>
<b>D.1.9</b>	<b>VENTILACIJA SANITARIJA GOSTI OZNAKA R.02</b>				
D.1.9.1	Odsisni ventilator sanitarija. U cijenu uračunat ovjesni i pričvrstni materijal. Brza spojnica uključena u cijenu. Maksimalni protok - 788 m3/h  Proizvod kao: Systemair Tip: prio silent XP 160EC				
	Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	2,00	0,00	0,00
	Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.9.2	Dobava i ugradnja potencimetra za regulaciju protoka ventilatora. Proizvod kao: Systemair Tip: MTP 10, 10K NASTAVLJANIK ZA EC 32731 MTP 10, 10K, Speed control				
	Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	2,00	0,00	0,00

Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.

		kom	2,00	0,00	0,00
D.1.9.3	Dobava i ugradnja ventilacijskih spiro cijevi za odvod zraka iz sanitarija. U cijenu uračunat sav priključni, spojni i ovjesni materijal, koljena, t-komadi i redukcije				
	f125mm - cijevi	m	15,00	0,00	0,00
	f140mm- cijevi	m	2,00	0,00	0,00
	f180mm- cijevi	m	1,00	0,00	0,00
	f200mm- cijevi	m	3,00	0,00	0,00
	f160mm- cijevi	m	1,00	0,00	0,00
	f125mm - koljeno 90	kom	9,00	0,00	0,00
	f180mm - koljeno 90	kom	1,00	0,00	0,00
	redukcija 140-125	kom	4,00	0,00	0,00
	redukcija 180-125	kom	1,00	0,00	0,00
	redukcija 200-140	kom	2,00	0,00	0,00
	redukcija 200-180	kom	1,00	0,00	0,00
	redukcija 200-160	kom	4,00	0,00	0,00
	t komad 125	kom	6,00	0,00	0,00
	t komad 140	kom	2,00	0,00	0,00
	t komad 200	kom	1,00	0,00	0,00
	sedlo 180-125-180	kom	1,00	0,00	0,00
	flex cijev d125	m	15,00	0,00	0,00
	flex cijev d200	m	2,00	0,00	0,00
	al traka	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.9.4	Dobava i ugradnja zračnih odisinih ventila, komplet sa svim spojnim i pričvrstnim priborom Proizvod kao: Klimaoprema Tip: ZOV 125	kom	12,00	0,00	0,00
D.1.9.5	Dobava i ugradnja rešetke za ugradnju na fasadu izlaz zraka  Vanjska rešetka Proizvod kao: Systemair Tip: VK-20 Boja RAL9010	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.9.6	Balansiranje i ispitivanje sustava ventilacije od strane ovlaštene osobe uključujući izradu zapisnika o izvršenim mjerenjima i rezultatima istih.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.9.7	Prateći građevinski radovi kod ugradnje sustava ventilacije. U cijenu uključeni proboji radi ugradnje ventilacijske cijevi, proboj rupe kroz zid, odnosno krov za prolaz cijevi ventilacije.	kpl	1,00	0,00	0,00
<b>D.1.9</b>	<b>VENTILACIJA SANITARIJA GOSTI</b>				<b>0,00</b>
	<b>OZNAKA R.02</b>				
<b>D.1.10</b>	<b>VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA</b>				
	<b>SPREMIŠTE OZNAKA R.03</b>				
D.1.10.1	Odsisni ventilator sanitarija. U cijenu uračunat ovjesni i pričvrstni materijal. Brza spojnica uključena u cijenu. Maksimalni protok - 788 m3/h  Proizvod kao: Systemair Tip: prio silent XP 160EC Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	1,00	0,00	0,00
	Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.10.2	Dobava i ugradnja potencimetra za regulaciju protoka ventilatora. Proizvod kao: Systemair Tip: MTP 10, 10K NASTAVLJANIK ZA EC 32731 MTP 10, 10K, Speed control				

	Dobava fco gradilište / skladište izvođača, neistovareno	kom	1,00	0,00	0,00
	Dobava sveg ostalog materijala potrebnog za ispunjenje opisa stavke , sav potreban rad za ispunjenje stavke kao i istovar, skladištenje, čuvanje, transport do objekta i po objektu, prijenos do mjesta ugradbe, ugradba i sl. za sve navedeno.	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.10.3	Dobava i ugradnja ventilacijskih spiro cijevi za odvod zraka iz sanitarija. U cijenu uračunat sav priključni, spojni i ovjesni materijal, koljena, t-komadi i redukcije				
	f160mm- cijevi	m	2,00	0,00	0,00
	f200mm- cijevi	m	0,50	0,00	0,00
	f160mm - koljeno 45	kom	4,00	0,00	0,00
	redukcija 200-160	kom	1,00	0,00	0,00
	t komad 160	kom	2,00	0,00	0,00
	čep160	kom	1,00	0,00	0,00
	flex cijev d160	m	2,00	0,00	0,00
D.1.10.4	Dobava i ugradnja zračnih odisinih ventila, komplet sa svim spojnim i pričvrstnim priborom Proizvod kao: Klimaoprema Tip: ZOV 150	kom	2,00	0,00	0,00
D.1.10.5	Dobava i ugradnja rešetke za ugradnju na fasadu izlaz zraka  Vanjska rešetka Proizvod kao: Systemair Tip: VK-20 Boja RAL9010	kom	1,00	0,00	0,00
D.1.10.6	Balansiranje i ispitivanje sustava ventilacije od strane ovlaštene osobe uključujući izradu zapisnika o izvršenim mjerenjima i rezultatima istih.	kpl	1,00	0,00	0,00
D.1.10.7	Prateći građevinski radovi kod ugradnje sustava ventilacije. U cijenu uključeni proboji radi ugradnje ventilacijske cijevi, proboj rupe kroz zid, odnosno krov za prolaz cijevi ventilacije.	kpl	1,00	0,00	0,00
<b>D.1.10</b>	<b>VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA SPREMIŠTE OZNAKA R.03</b>				<b>0,00</b>
<b>D.1.11</b>	<b>PODNO VODENO GRIJANJE</b>				
D.1.11.1	Dobava i ugradnja Comfort Pipe PLUS. PE-Xa cijev s EVOH (etilen vinil alkohol) slojem za difuziju kisika Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: Uponor Comfort Pipe PLUS 16x2,0	m	3.000,00	0,00	0,00
D.1.11.2	Dobava i ugradnja eurokonus steznog adaptera 16x2.0x3/4 Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: Uponor Vario eurokonus stezni adapter PE-Xa 16x2.0x3/4	kom	70,00	0,00	0,00
D.1.11.3	Dobava i ugradnja systemske ploče Tecto nub 11 za prihvat cijevi 14-17 mm, služi i kao toplinska i zvučna izolacija. Ukupna visina systemske ploče: 33 mm Proizvod kao: UPONOR, Finska Uponor Tecto systemska ploča 14-17mm s toplinskom izolacijom visine 11mm	m2	400,00	0,00	0,00
D.1.11.4	Dobava i ugradnja Uponor Multi foil 0.2 mm Proizvod kao: UPONOR, Finska	m2	400,00	0,00	0,00
D.1.11.5	Dobava i ugradnja razdjelnika/sabirnika Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: UPONOR VARIO S razdjelnik FM 12X3/4 EURO Tip: UPONOR VARIO S razdjelnik FM 8X3/4 EURO Tip: UPONOR VARIO S razdjelnik FM 7X3/4 EURO	kpl. kpl. kpl.	1,00 2,00 1,00	0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00
D.1.11.6	Dobava i ugradnja rubne dilatacione trake u roli 50m, visina 150 a debljina 10mm. Proizvod kao: UPONOR, Finska				



	Tip: Uponor Multi Rubna traka s folijom PE 50m 150x10mm	m	250,00	0,00	0,00
D.1.11.7	Dobava aditiva za estrih na cementnoj osnovi, homogenizira i poboljšava kvalitetu materijala i time povećava toplinsku provodljivost poda. Potrošnja aditiva pri debljini od 70mm je otprilike 0,2 l/m <sup>2</sup> . Vrijeme sazrijevanja estriha je 21 dan.  Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: Uponor Multi dodatak estrihu VD 450	l	60,00	0,00	0,00
D.1.11.8	Dobava i ugradnja ugradbenog zidnog ormarića. Za ugradnju Uponor elemenata: razdjeljivača, automatike i pumpno-regulacionog seta. Uključene tračnice i pribor za fiksiranje elemenata. Izrađeno od pocinčanog čeličnog lima. Vidljivi dijelovi presvučeni prašnjastom bijelom bojom (RAL 9010).  Proizvod kao: UPONOR, Finska UPONOR VARIO ORMARIĆ PODŽBUKNI IW 1000x730x110mm UPONOR VARIO ORMARIĆ PODŽBUKNI IW 1150x730x110mm	kom kom	3,00 1,00	0,00 0,00	0,00 0,00
D.1.11.9	Dobava i ugradnja seta za razdjelnik. Za Uponor Vario Plus razdjelnik, uključujući nosače, plosnate vijčane spojeve sa zakretnom maticom, indikatore temperature polaza/povrata, završne elemente s odzračnim pipcima za zrak, slavinom za punjenje i pražnjenje i prenosnicom. Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: Uponor Vario PLUS Set za razdjelnik	kom	4,00	0,00	0,00
D.1.11.10	Dobava i ugradnja balansirajućeg ventila. Za hidrauličko balansiranje i zatvaranje Uponor Vario Plus razdjelnika, Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: Uponor slavine za plastični razdjeljivač 1" m.n./1" ž.n.	kpl.	4,00	0,00	0,00
D.1.11.11	Dobava pocinčanog kutnog držača. Za prihvat elastičnih cijevi u području razdjeljivača. Proizvedeno iz pocinčanog čelika.  Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: Uponor Multi pocinčani kutni držač -16	kom	70,00	0,00	0,00
D.1.11.12	Dobava termopogona. 24V, s indikatorom položaja otvoreno/zatvoreno Proizvod kao: UPONOR, Finska Tip: Uponor Vario PLUS termopogon Pro NC MT 30x1,5 24V	kom	35,00	0,00	0,00
D.1.11.13	Dobava i ugradnja Smatrix Base X-245 Bus. Žični regulator za površinsko grijanje/hlađenje. Proizvod kao: UPONOR, Finska UPONOR SMATRIX BASE CONTROLLER PULSE X-245 BUS 6X	kom	4,00	0,00	0,00
D.1.11.14	Dobava i ugradnja Žičani osjetnik sobne temperature i RH osjetnik Proizvod kao: UPONOR, Finska UPONOR SMATRIX BASE THERMOSTAT D+RH STYLE T-149 BUS	kom	9,00	0,00	0,00
D.1.11.15	Dobava i ugradnja upravljački modul sa 6 kanala Slave M-140  Proizvod kao: UPONOR, Finska UPONOR SMATRIX BASE SLAVE MODULE PULSE M-242 BUS 6X	kom	0,00	0,00	0,00

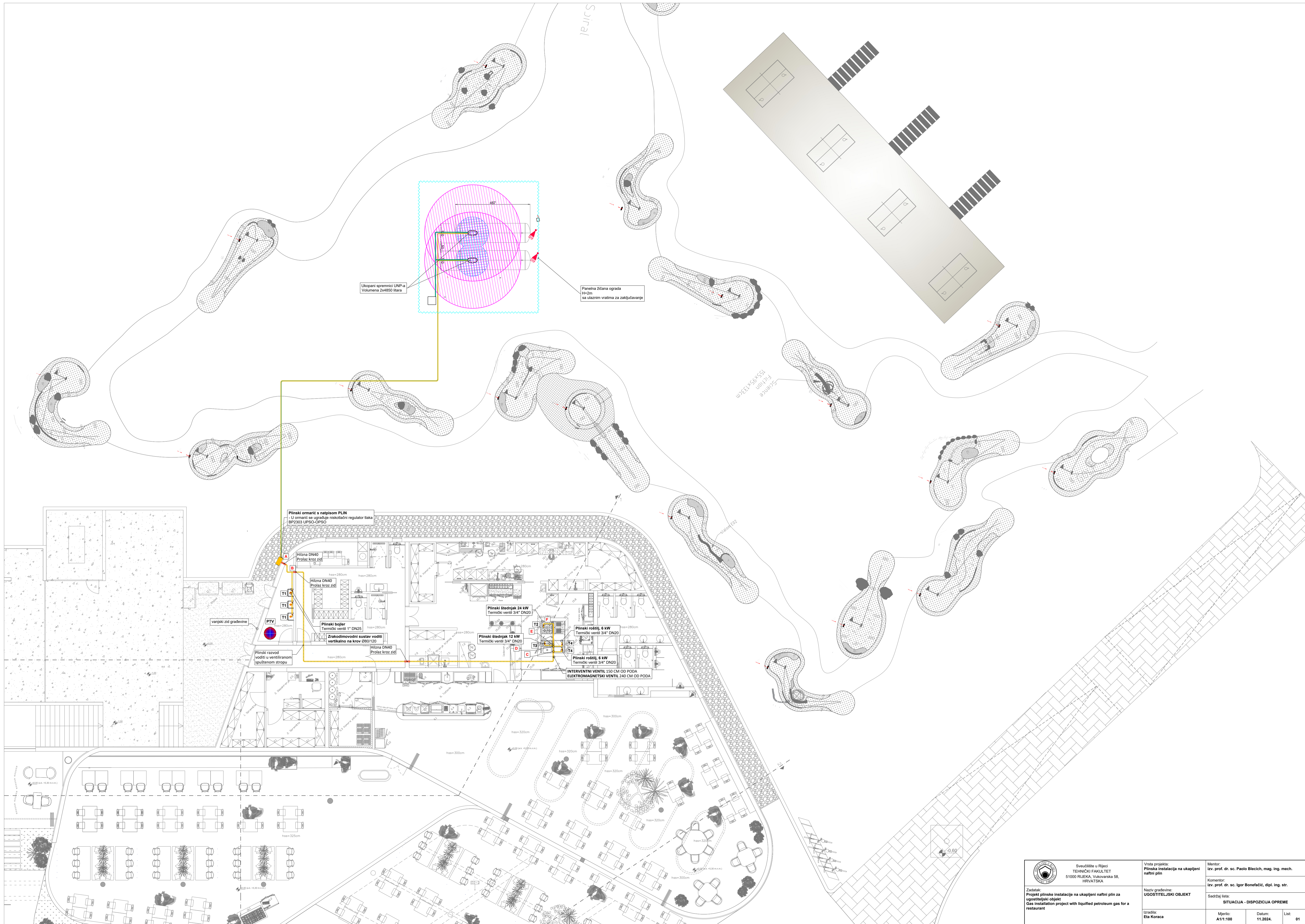
<b>D.1.11</b>	<b>PODNO VODENO GRIJANJE</b>				<b>0,00</b>
---------------	------------------------------	--	--	--	-------------


**REKAPITULACIJA RESTORAN**

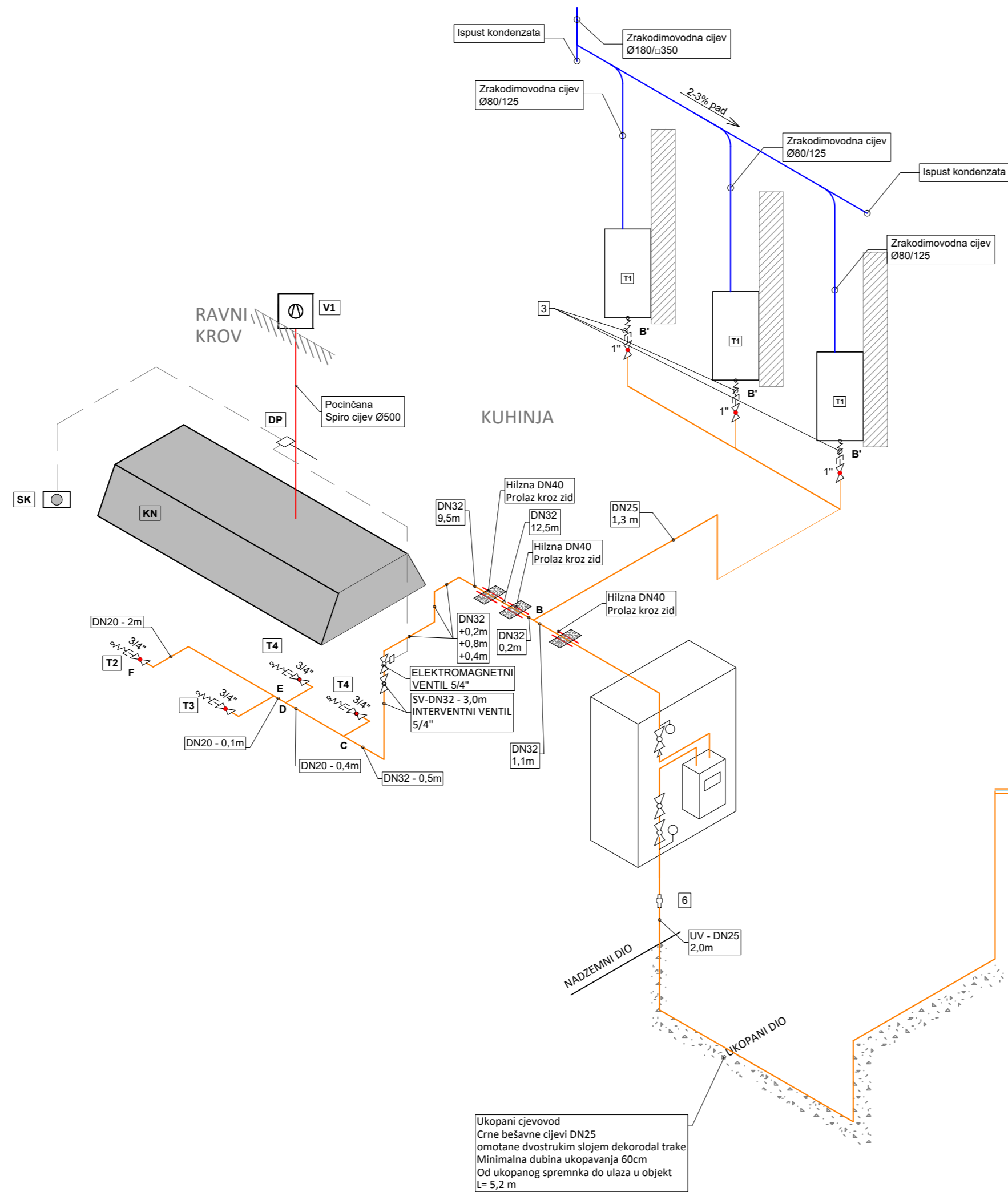
<b>B1.</b>	<b>STROJARSTVO</b>				<b>0,00</b>
<b>D1.1</b>	<b>NADZOR</b>				<b>0,00</b>
<b>D1.2</b>	<b>INSTALACIJA UNP-A - RESTORAN GRIJANJE PTV-A</b>				<b>0,00</b>
<b>D1.3</b>	<b>KUHINJSKA NAPA - GRIJANJE I HLAĐENJE KUHINJE</b>				<b>0,00</b>

D1.4	GRIJANJE HLAĐENJE - PROSTOR RESTORANA	0,00
D1.5	GRIJANJE HLAĐENJE MONO SPLIT PROSTOR DEPAKIRANJE	0,00
D1.6	GRIJANJE HLAĐENJE MUTI SPLIT PROSTOR BLAGOVAONA I GARDEROBA - OSOBLJE	0,00
D1.7	VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA GARDEROBA OZNAKA R.06	0,00
D1.8	VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA GARDEROBA OZNAKA R.13, R12, R11, R10	0,00
D1.9	VENTILACIJA SANITARIJA GOST OZNAKA R.02	0,00
D1.10	VENTILACIJA POMOĆNIH PROSTORA SPREMIŠTE OZNAKA R.03	0,00
D1.11	PODNO VODENO GRIJANJE	0,00
<b>SVEUKUPNO RESTORAN</b>		<b>0,00</b>

Navedena cijena je bez PDV-a



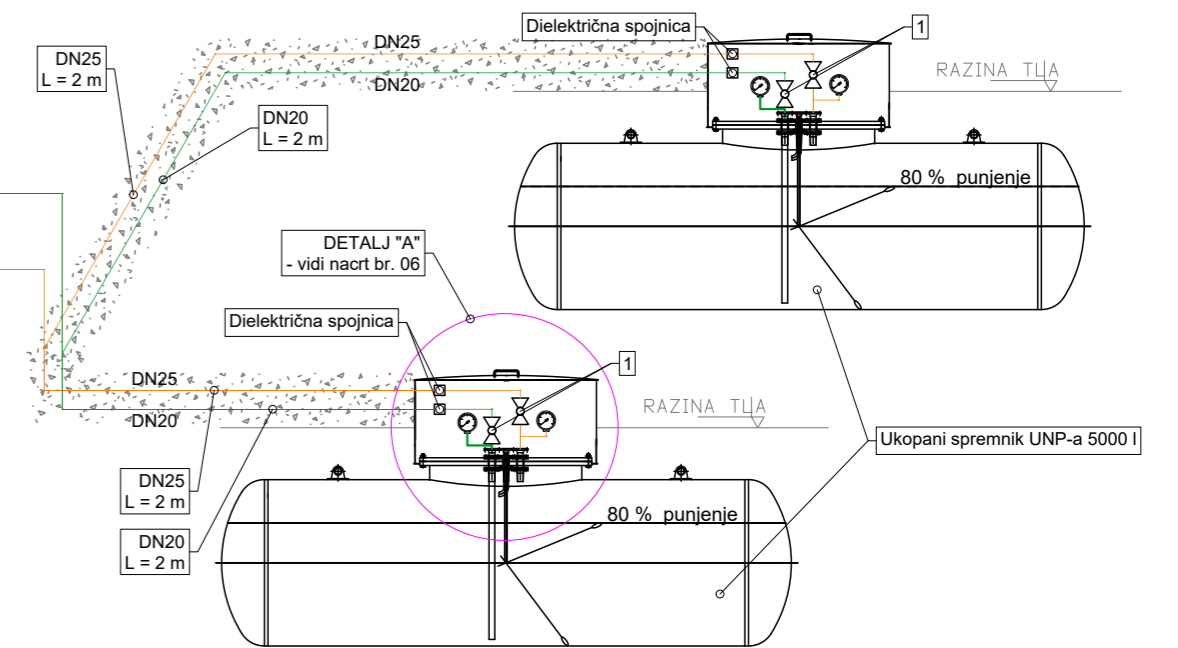
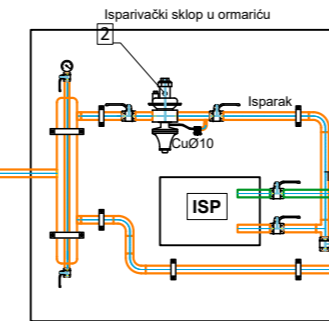
 Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA	Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b>	Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b>  Komentor: <b>izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</b>
Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> <b>Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant</b>	Izvodila: <b>Eta Koraca</b>	Mjerilo: <b>A1:1-100</b>
		Datum: <b>11.2024.</b>
		List: <b>01</b>



**LEGENDA**

- T1** PLINSKI BOJLER  
Prijljučna snaga: 20 kW; 1,56 kg/h  
Plinski priključak: Ø3/4"  
Plinsko trošilo, H=6 cm
- T2** PLINSKI ŠTEDNJAK SA 4 PLAMENIKA  
Ukupna snaga: 24 kW; 1,85 kg/h  
Plinski priključak: Ø3/4"  
Plinsko trošilo, H=6 cm
- T3** PLINSKI ŠTEDNJAK SA 2 PLAMENIKA  
Prijljučna snaga: 12,0 kW; 0,93 kg/h  
Plinski priključak: Ø3/4"  
Plinsko trošilo, H=6 cm
- T4** PLINSKI ROŠTILJ  
Prijljučna snaga: 6,0 kW; 0,46 kg/h  
Plinski priključak: Ø3/4"  
Plinsko trošilo, H=6 cm
- V1** Odsisni ventilator kuhinjske nape  
Proizvod kao: Systemair, tip: DVNI 500EC  
Protok zraka: 6300 m<sup>3</sup>/h  
Vanjski pad tlaka: 200 Pa
- DP** Diferencijelni presostat  
Ugradnja na horizontalnom dijelu ventilacionog kanala
- PO** Plinski ormarić  
Tipski ormar dimenzija 500x500x260mm  
sa natpisom PLIN  
Regulator tlaka II. stupnja DN25  
P max: 360mbar  
Izvedba: NC, U=230V
- ISP** Električni isparivač plina (SPI)  
Tip: SPI 12  
Snaga: 6 - 15 kg/h  
EI, grijač: 2 kW  
EI, priključak: 220 - 250 V 50 Hz  
Pogonska temp.: 40 - 80 °C  
Dimenzija: 600 mm x Ø325 mm  
Težina: 32 kg

- KN** Kuhinjska napa  
Dimenzije: 260 x 200 cm
- SK** Sklopka za uključivanje ventilatora nape  
sa regulatorom brzine okretaja ventilatora
- 1** Ventil plinske faze sa manometrom
- 2** REGULATOR I. STUPNJA, Tip: APZ400 OPSO  
S blokadnim ventilom OPSO  
Protok: 30 kg/h  
Ulazni tlak: 1,25-16 bar  
Izlazni tlak: 0,75 bar  
Ulazni priključak: W20x1/14"  
Izlazni priključak: 3/8" Ž
- 3** Fleksibilna plinska cijev 1/2"
- 4** Manometarska slavina 1/2"
- 5** Manometar 0 - 2,5 bar
- 6** Dialektrična spojnica 1" MŽ
- 7** Niskotlačni regulator tlaka s blokadnim ventilom  
Tip: BP2303 UPSO-OPSO  
Protok: 25 kg/h  
Ulazni tlak: 0,5-4 bar  
Izlazni tlak: 29 (27-36) mbar  
Podešavanje: DA  
Ulazni priključak: 1/2"  
Izlazni priključak: 3/4"  
PRV zaštita: 75 mbar  
OPSO = 135 mbar  
UPS0 = 10-22 mbar
- PM** Plinomijer  
Tip: BK-G4 M  
Proizvod kao: ELSTER  
Qmax: 6 m<sup>3</sup>/h  
Qmin: 0,04 m<sup>3</sup>/h  
V = 2 dm<sup>3</sup>

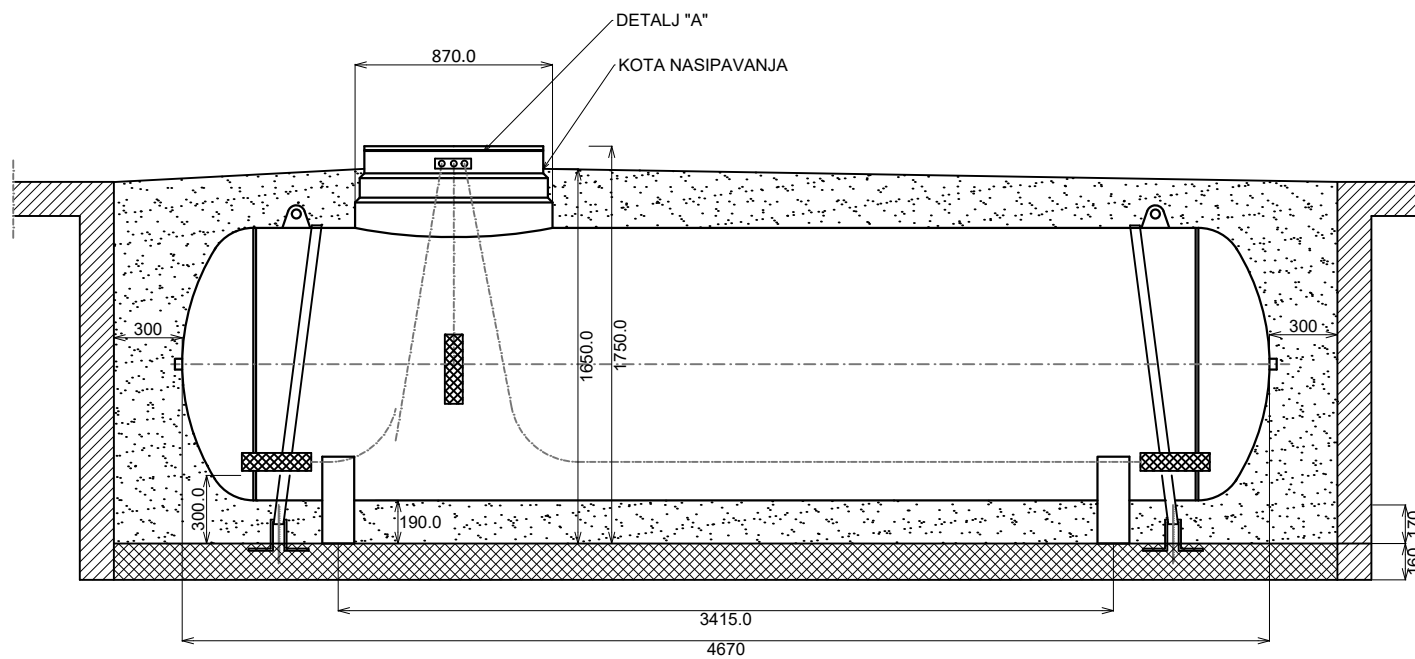
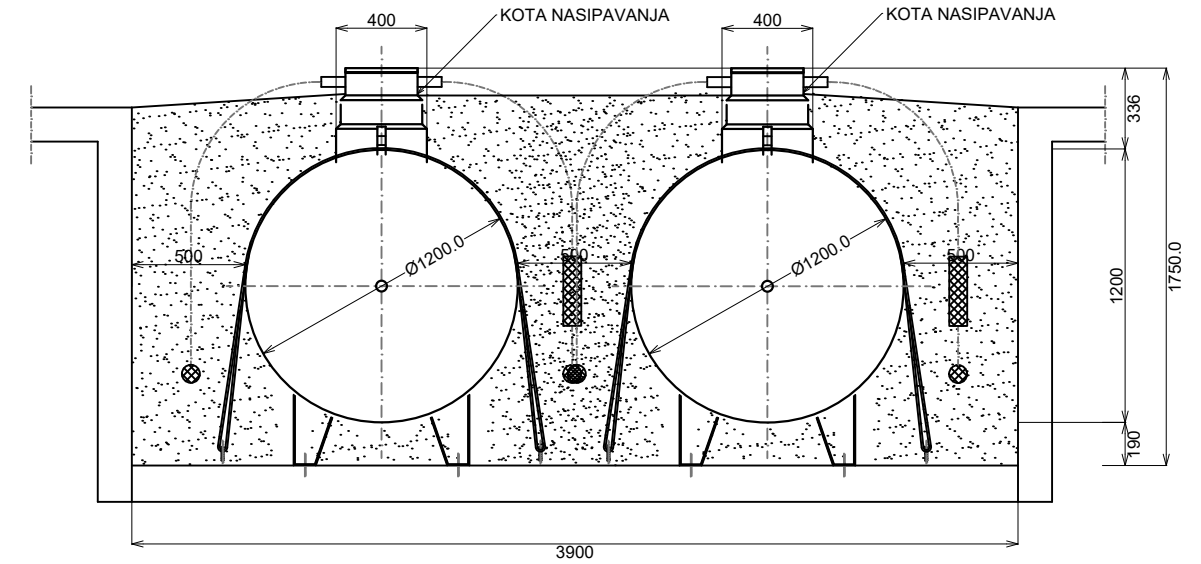
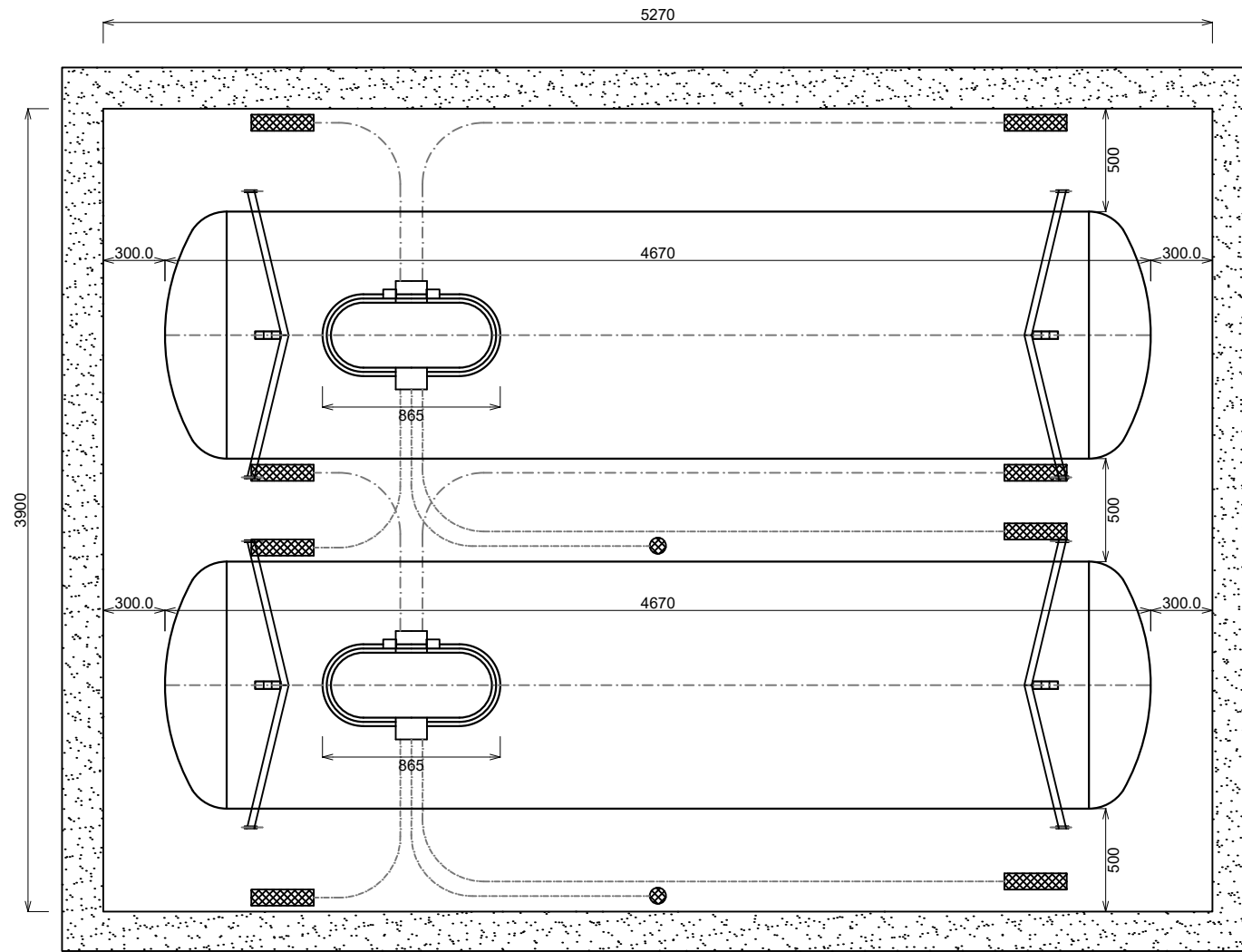



**LEGENDA SIMBOLA**

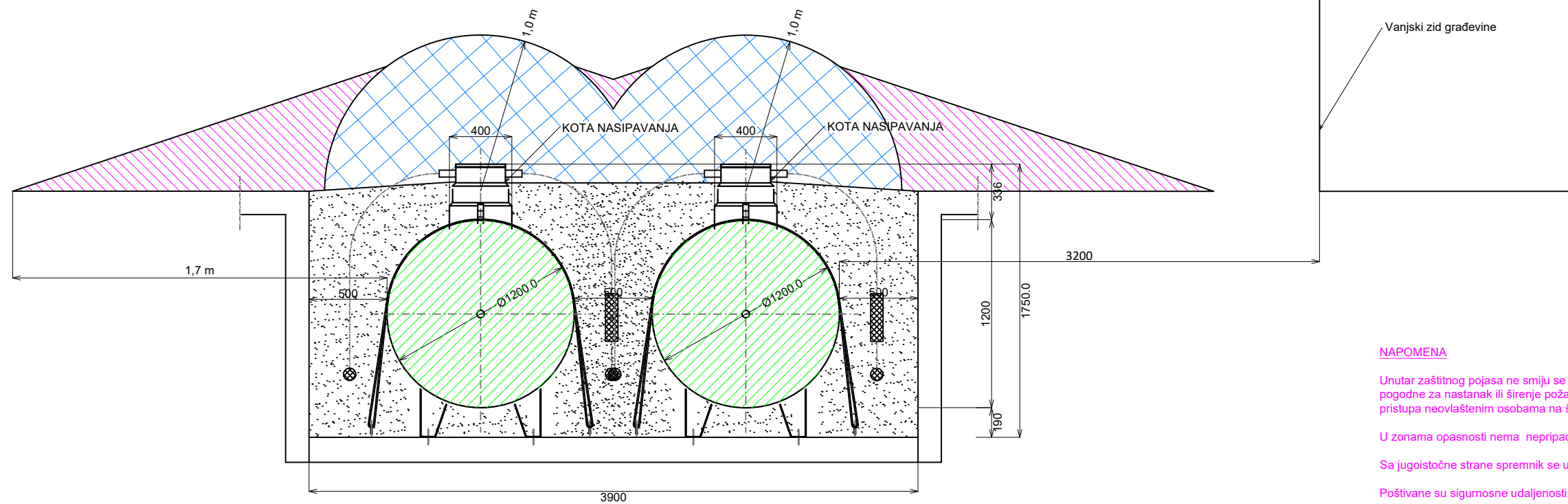
- Termički plinski ventil
- Fleksibilna cijev za plin L=0,5m
- Kuglasti ventil za plin
- Manometar za plin
- Cjevovod UNP plina
- Automatski elektromagnetski ventil za plin  
Dimenzije - 5/4" , P max: 360mbar, Izvedba: NC, U=220V

Ukopani cjevovod  
Crne bešavne cijevi DN25  
omotane dvostrukim slojem dekorodal trake  
Minimalna dubina ukopavanja 60cm  
Od ukopanog spremnika do ulaza u objekt  
L= 5,2 m

<p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	<p>Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b></p>	<p>Mentor: izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</p>		
	<p>Zadatak: Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant</p>	<p>Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b></p>	<p>Komentor: izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</p>	
<p>Izradila: <b>Eta Koraca</b></p>	<p>Sadržaj lista: <b>IZOMETRIJSKI PRIKAZ UNP INSTALACIJE</b></p>	<p>Mjerilo: A2/1:-</p>	<p>Datum: 11.2024.</p>	<p>List: 02</p>



 <p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	<p>Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b></p>	<p>Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b></p>		
	<p>Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant</p>	<p>Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b></p>	<p>Komentor: <b>izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</b></p>	
	<p>Izradila: <b>Eta Koraca</b></p>	<p>Sadržaj lista: <b>DETALJ UGRADNJE SPREMNIKA UNP-a</b></p>		
		<p>Mjerilo: <b>A3/1-</b></p>	<p>Datum: <b>11.2024.</b></p>	<p>List: <b>03</b></p>



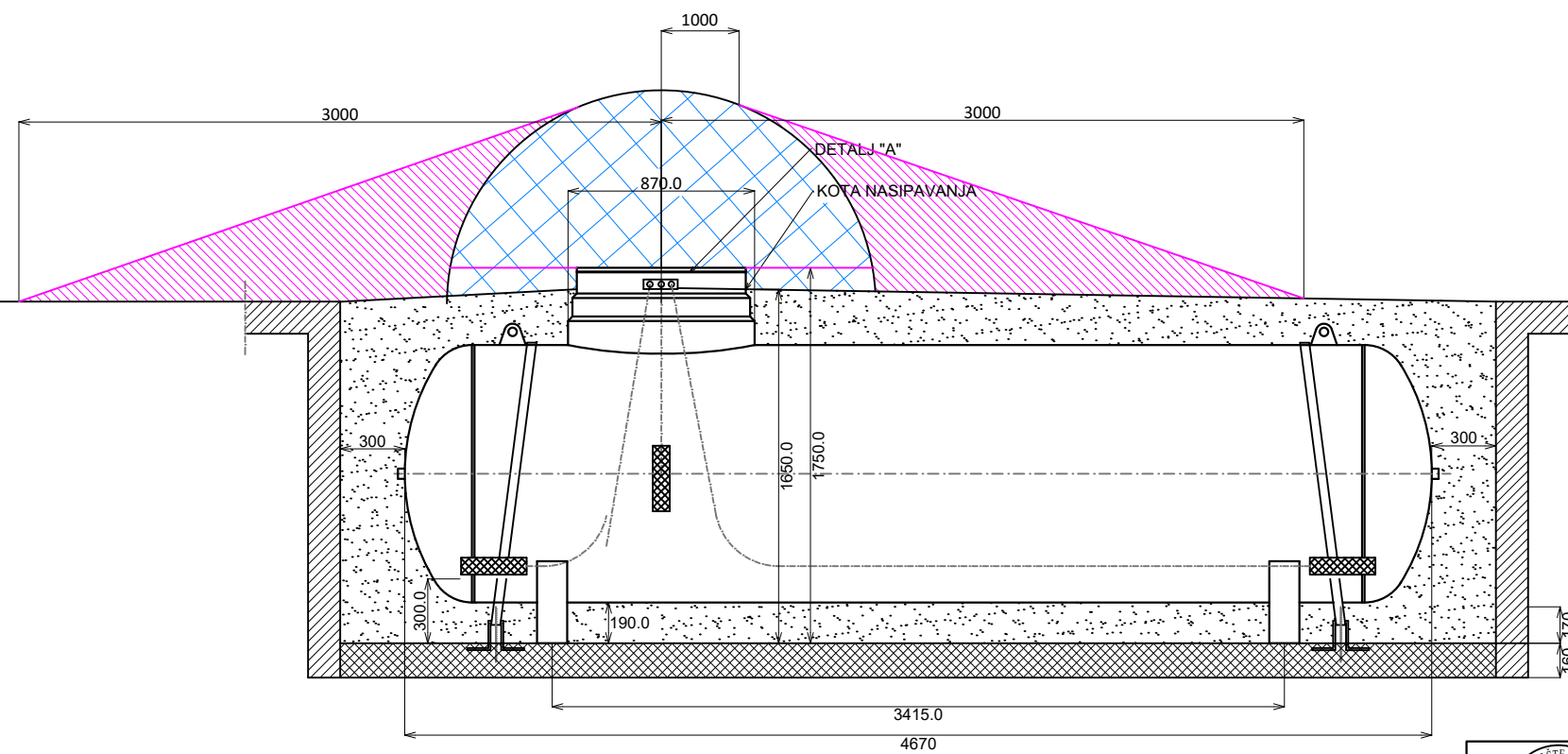
**NAPOMENA**

Unutar zaštitnog pojasa ne smiju se nalaziti stvari koje su prema svojim osobinama pogodne za nastanak ili širenje požara i izvori paljenja te se mora osigurati zabrana pristupa neovlaštenim osobama na što mora upućivati vidljiv i dobro čitljiv natpis.

U zonama opasnosti nema neprimadajućih otvora (prozori, otvori ventilacije, slivnici...)


Sa jugoistočne strane spremnik se ugrađuje na 1,7 m od granice parcele (kotirano od plašta spremnika)

Poštivane su sigurnosne udaljenosti od priključaka i sigurnosnih ventila do ulaza u objekat > 1,5m

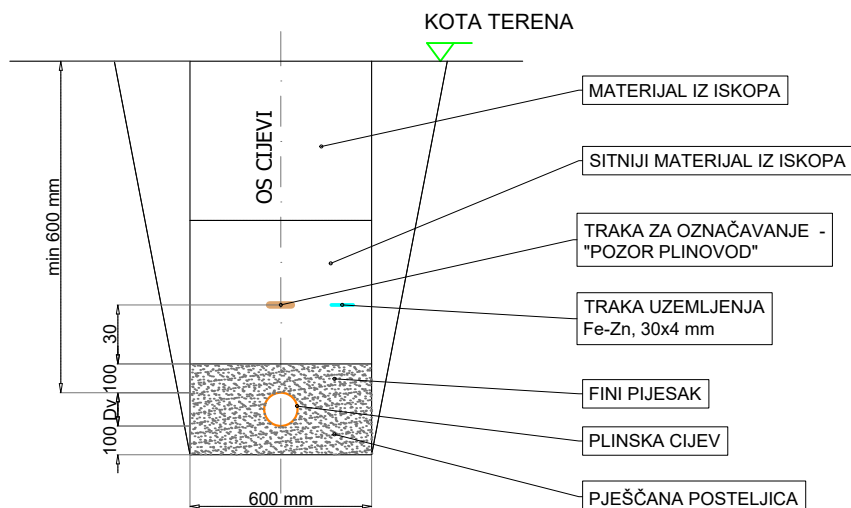


**ZONE OPASNOSTI**

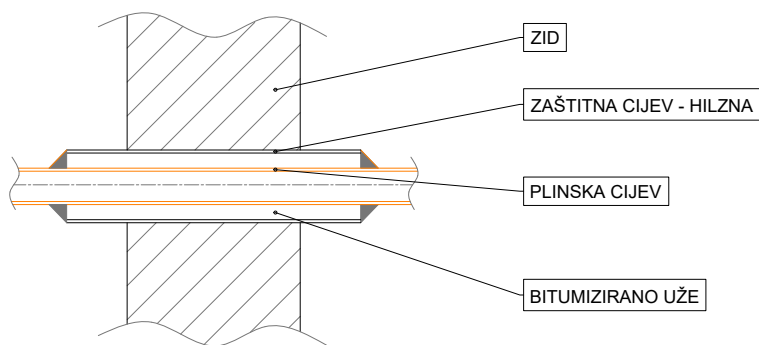
- ZONA OPASNOSTI 1 - stalno prisutna  
r=1,0m vodoravno i sferno oko i iznad ventila
- ZONA OPASNOSTI 2 - povremeno, tijekom punjenja spremnika  
r=1,0m vodoravno i sferno oko i iznad ventila te kupasto ispod do radijusa r=3,0m na terenu

 Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA	Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b>	Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b>	
	Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant	Komentor: <b>izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</b>	
Izradila: <b>Eta Koraca</b>	Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b>	Sadržaj lista: <b>ZONE OPASNOSTI</b>	
	Mjerilo: <b>A3/1-</b>	Datum: <b>11.2024.</b>	List: <b>04</b>

### DETALJ UKOPANE PLINSKE CIJEVI



### DETALJ PROLAZA PLINOVODA KROZ ZID



Sveučilište u Rijeci  
TEHNIČKI FAKULTET  
51000 RIJEKA, Vukovarska 58,  
HRVATSKA

Vrsta projekta:  
**Plinska instalacija na ukapljeni  
naftni plin**

Mentor:  
**izv. prof. dr. sc. Paolo Blečić, mag. ing. mech.**

Komentor:  
**izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.**

Zadatak:  
**Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za  
ugostiteljski objekt  
Gas installation project with liquified petroleum gas for a  
restaurant**

Naziv građevine:  
**UGOSTITELJSKI OBJEKT**

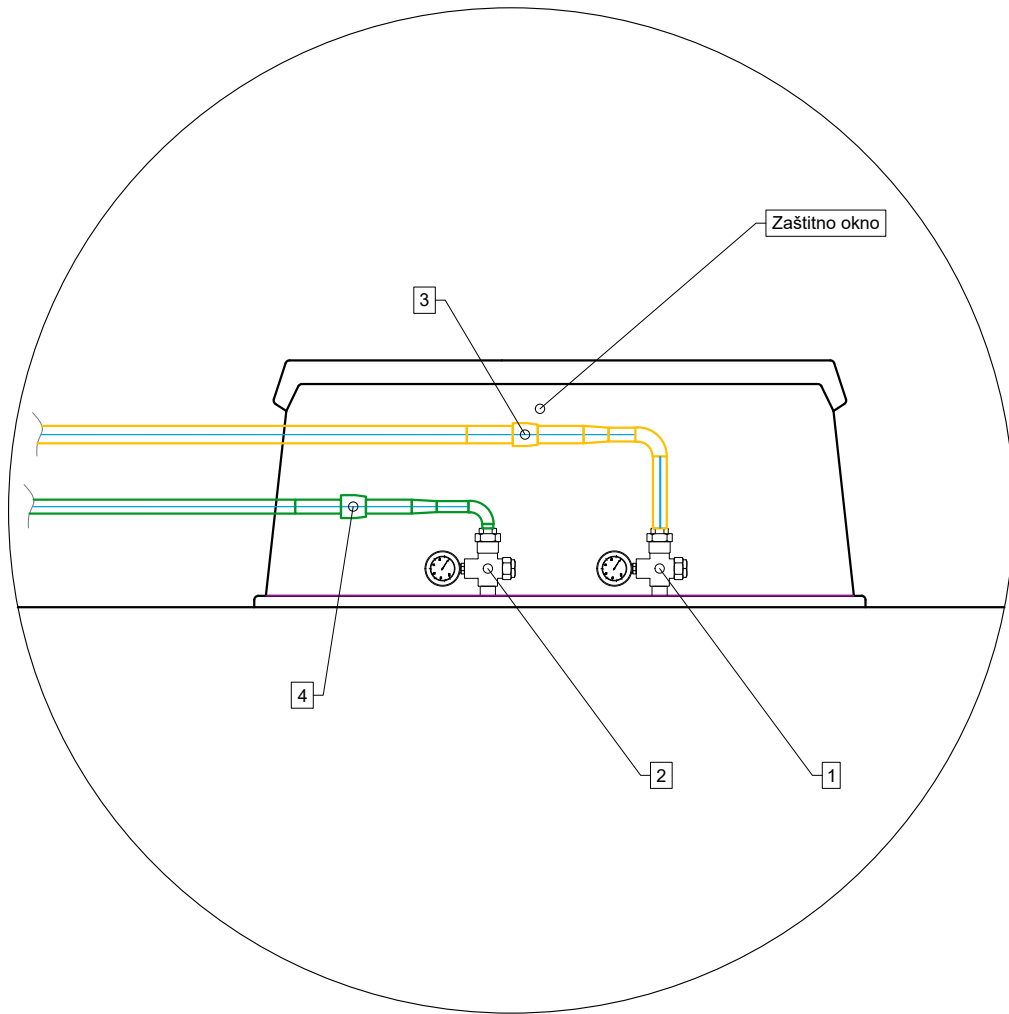
Sadržaj lista:  
**DETALJ UGRADNJE CIJEVI ZA RAZVOD PLINA**

Izradila:  
**Eta Koraca**

Mjerilo:  
**A4/1:-**


Datum:  
**11.2024.**

List:  
**05**

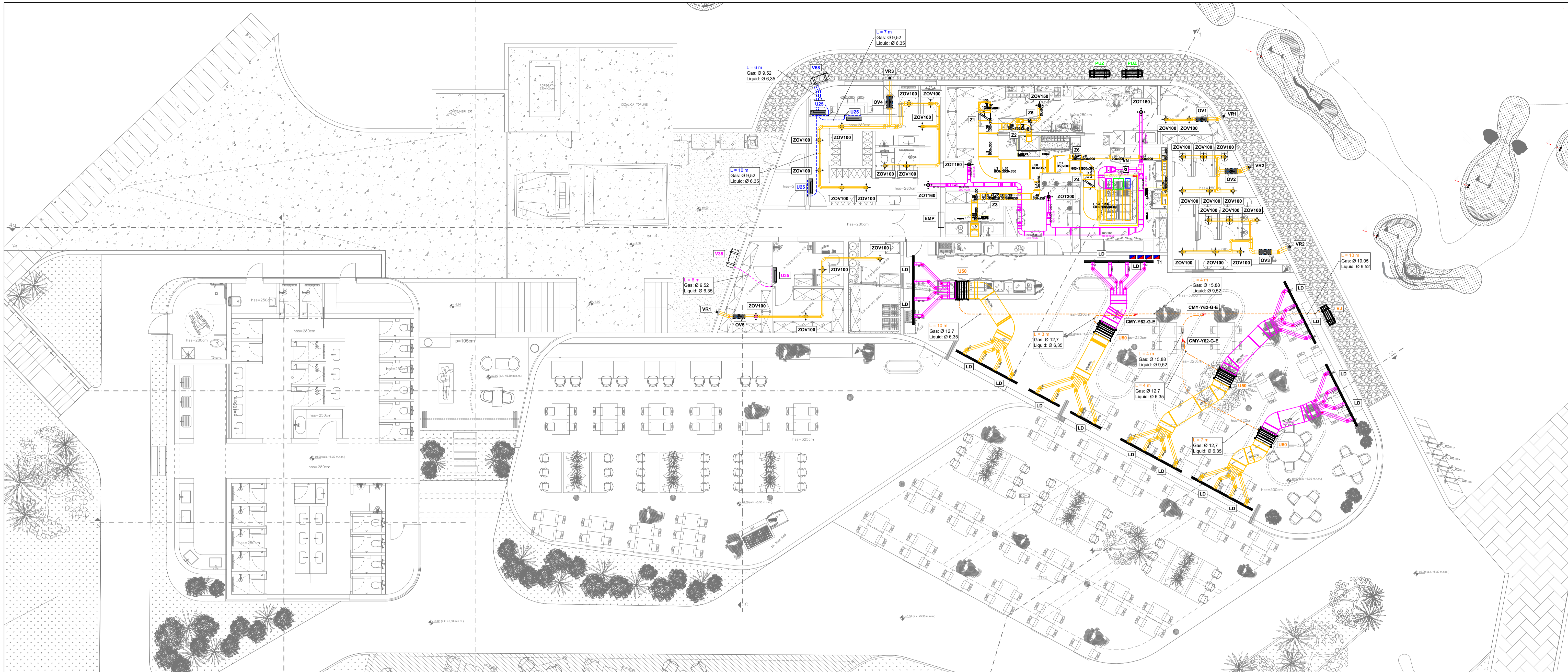


### LEGENDA

- 1 Ventil plinske faze s manometrom
- 2 Ventil tekuće faze s manometrom
- 3 Dielektrična spojnica 1" za zavarivanje PN25  
Ugradbena duljina: 25 cm
- 4 Dielektrična spojnica 3/4" za zavarivanje PN25  
Ugradbena duljina: 25 cm

 <p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	<p>Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b></p>	<p>Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b></p>		
		<p>Komentor: <b>izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</b></p>		
<p>Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant</p>	<p>Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b></p>	<p>Sadržaj lista: <b>DETALJ "A" - SPAJANJE ARMATURE UKOPANOG SPREMNIKA VOLUMENA 4850 L</b></p>		
		<p>Izradila: <b>Eta Koraca</b></p>	<p>Mjerilo: <b>A4/1:-</b></p>	<p>Datum: <b>11.2024.</b></p>





**LEGENDA OZNAKA**

**V83** Vanjska jedinica split sustava (reverzibilna dizalica topline), serija M, zaštićena od vremenskih utjecaja, s ugrađenim kompresorom s inverznom regulacijom snage i potrošnja, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i funkcionalan rad, sljedećih tehničkih značajki:  
 - nominalni učinak hlađenja: Q<sub>h</sub> = 3,5 (1,1 - 3,8) kW  
 - apsorbovana snaga: 0,990 kW / 230 V / 1 faza / 50 Hz  
 - godišnja potrošnja: 142 kWh/g  
 - sezonska energetska učinkovitost: SEER = A+++ (8,6)  
 - nominalni učinak grijanja: Q<sub>g</sub> = 4,0 (1,3 - 4,6) kW  
 - apsorbovana snaga: 1,030 kW / 230 V / 1 faza / 50 Hz  
 - učinak grijanja - pri bivalentnoj temperaturi (-10 °C): 2,9 kW  
 - učinak grijanja - pri bivalentnoj temperaturi (-15 °C): 2,9 kW  
 - pri min. temperaturi radnog područja: 4,6 kW  
 - snaga pomoćnog električnog motora: 0,0 kW  
 - godišnja potrošnja: 862 kWh/g  
 - sezonska energetska učinkovitost: SCOP = A++ (4,7)  
 - protok zraka - hlađenje: 32,2 m<sup>3</sup>/min  
 - protok zraka - grijanje: 33,8 m<sup>3</sup>/min  
 - područje hlađenja: -10 °C do +46 °C  
 - područje grijanja: -15 °C do +24 °C  
 - nivo zvučnog tlaka - hlađenje (SPL): 49 dB (A)  
 - nivo zvučne snage - hlađenje (PWL): 61 dB (A)  
 - nivo zvučnog tlaka - grijanje (SPL): 50 dB (A)  
 - dimenzije: V x S x D: 550 x 800 x 285 mm  
 - masa: 31 kg  
 - maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 20 m  
 - maksimalna dozvoljena visina cijevnog razvoda: 12 m  
 - priključak R32 - nikotina faza: 3,35 mm  
 - priključak R32 - plinovita faza: 9,52 mm  
 Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
 Tip: MUZ-AP3SVG

**V85** Vanjska jedinica  
 Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
 Tip: MXZ-F3F6VF  
 - nominalni učinak hlađenja: Q<sub>h</sub> = 6,8 kW  
 - apsorbovana snaga: 1,84 kW / 220-230-240 V / 1 faza / 50 Hz  
 - godišnja potrošnja: 299 kWh/g  
 - sezonski stupanj energetske učinkovitosti: SEER = A++ (7,96)  
 - nominalni učinak grijanja: Q<sub>g</sub> = 6,6 kW  
 - apsorbovana snaga: 1,91 kW / 220-230-240 V / 1 faza / 50 Hz  
 - učinak grijanja - pri bivalentnoj temperaturi: 6,1 kW  
 - pri min. temperaturi radnog područja: 4,6 kW  
 - snaga pomoćnog električnog motora: 1,3 kW  
 - godišnja potrošnja: 232 kWh/g  
 - protok zraka - hlađenje: 42,1 m<sup>3</sup>/min  
 - protok zraka - grijanje: 43,0 m<sup>3</sup>/min  
 - područje hlađenja: -10 °C do +46 °C  
 - područje grijanja: -15 °C do +24 °C  
 - nivo zvučnog tlaka - hlađenje (SPL): 48 dB (A)  
 - nivo zvučne snage - hlađenje (PWL): 63 dB (A)  
 - nivo zvučnog tlaka - grijanje (SPL): 53 dB (A)  
 - dimenzije: V x S x D: 710 x 840 x 330 (+66) mm  
 - masa: 59 kg  
 - maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 60 m  
 - maksimalna dozvoljena visina cijevnog razvoda za jednu jedinicu: 25 m  
 - maksimalna dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 15 (10) m  
 - priključak R32 - nikotina faza: 3 x 6,35 mm  
 - priključak R32 - plinovita faza: 3 x 9,52 mm

**U25** Unutarnja jedinica  
 Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
 Tip: MSZ-AP2VGV  
 - učinak hlađenja: Q<sub>h</sub> = 2,5 (0,9 - 3,1) kW  
 - učinak grijanja: Q<sub>g</sub> = 3,2 (1,0 - 4,1) kW  
 - medij: R32  
 - razina zvučnog tlaka (SPL) - hlađenje: 19 - 24 - 30 - 36 - 42 dB (A)  
 - razina zvučne snage (PWL) - hlađenje: 57 dB (A)  
 - razina zvučnog tlaka (SPL) - grijanje: 19 - 24 - 34 - 39 - 45 dB (A)  
 - količina zraka - hlađenje: V = 4,9 - 5,9 - 7,1 - 8,7 - 11,4 m<sup>3</sup>/min  
 - količina zraka - grijanje: V = 4,9 - 5,9 - 7,3 - 8,9 - 12,9 m<sup>3</sup>/min  
 - dimenzije: V x S x D = 299 x 798 x 219 mm  
 - masa: 10,9 kg  
 uključivo:  
 - infracrveni daljinski upravljač sa 7-dnevnim timerom i satom

**U26** Unutarnja jedinica VRF sustava kanalne izvedbe, bez maske, predviđena za montažu u spuštenu strop, opremljena ventilatorom, izmjenjivačem topline s direktnom ekspanzijom freona, električnim ekspanzijskim ventilom, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i temperature, sljedećih tehničkih značajki:  
 - učinak hlađenja: Q<sub>h</sub> = 5,6 kW  
 - učinak grijanja: Q<sub>g</sub> = 6,3 kW  
 - Y metoda spajanja:  
 - max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 150 [m]  
 - max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda za jednu jedinicu: 80 [m]  
 - max. dozvoljena udaljenost od prve račve: 30 [m]  
 - max. dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 50/40 [m]  
 - max. dozvoljena visinska razlika unutarnje i unutarnje jedinice: 12 [m]  
 - max. dozvoljena visinska razlika branch box-a i unutarnje jedinice: 15 [m]  
 - Branch box metoda spajanja:  
 - max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 150 [m]  
 - max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda od branch box-a do unutarnje jedinice: 25 [m]  
 - max. dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 50/40 [m]  
 - max. dozvoljena visinska razlika unutarnje i unutarnje jedinice: 12 [m]  
 - max. dozvoljena visinska razlika branch box-a i unutarnje jedinice: 15 [m]  
 - priključak R410A - nikotina faza: 9,52 mm  
 - priključak R410A - plinovita faza: 19,05 mm  
 Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
 Tip: PUMY-P200YK4R2

**EMP** Elektro omara  
 Povodi napajanje za komplet sustav ventilacije kuhinje:  
 - jedna konozna tlačna na krovu - oznaka KV  
 - Odsisni ventilator kuhinje na krovu - oznaka KV  
 - Duzice za hlađenje kuhinje 2kom PUZ  
 - Duzice ventilator za ubacivanje - oznaka VN  
 UTP kabel za internet

**PUZ** Vanjska jedinica:  
 - Učin hlađenja (Q<sub>h</sub>): 8,2 / 13,4 / 15,0  
 - Snaga el. priključka (kW): 3,72  
 - EER: 3,6  
 - Učin grijanja (Q<sub>g</sub>): 5,7 / 16,0 / 18,0  
 - Snaga el. priključka (kW): 4,31  
 - COP: 3,71  
 - Razina buke h<sub>g</sub> (dB(A)) 50/52  
 - Dimenzije VxSxD (mm): 1338 x 1050 x 330  
 - Tehna uređaja (kg): 118  
 - Promjer priključka (mm): 131  
 - Pinski faza - mm<sup>2</sup>: a) 15,88 (5/8)  
 - Nikotina faza - mm<sup>2</sup>: a) 9,52 (3/8)  
 - Maksimalna visinska razlika (m): 100  
 - Maksimalna visinska razlika (m): 30  
 - Područje rada:  
 - režim hlađenja (°C): -15 do +46  
 - režim grijanja (°C): -20 do +21  
 - Napajanje: 230 V - 1 f - 50 Hz  
 - Napajanje: 380 V - 3 f - 50 Hz  
 Medij:GWP R32  
 Radna struja i veličina osigurača (A): 28/40  
 Radna struja i veličina osigurača (A): 13/16  
 Original ili jednakovrijedno:  
 MITSUBISHI ELECTRIC PUZ-ZM140VKA

**OV1** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: prio silent XP 160EC  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: -83 W  
 Struja napajanja: -0,72 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 788 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 3,17 kg

**OV2** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: prio silent XP 200EC  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV3** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV4** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315-UR  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV5** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315-UR  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV6** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315-UR  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV7** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315-UR  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV8** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315-UR  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV9** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315-UR  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**OV10** Odsisni ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315-UR  
 Napon: 230 V, 50 Hz, 1-  
 Snaga napajanja: - 128 W  
 Struja napajanja: - 1,06 A  
 Brzina: -3450 o/min  
 Maksimalni protok: - 1345 m<sup>3</sup>/h  
 Masa: - 4,36 kg

**VR1** Varska rešetka  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315

**VR2** Varska rešetka  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315

**VR3** Varska rešetka  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315

**VR4** Varska rešetka  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: PZAL-RES-355x355-315

**LD** Linijski distributer zraka  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: KSV-4-1665-B-0-AN

**Z1** Zatljopka motorna  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: NOTUS-S-600x400-M1

**Z2** Zatljopka motorna  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: NOTUS-SI-300x100-M1

**Z3** Zatljopka motorna  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: NOTUS-SI-300x150-M1

**Z4** Zatljopka motorna  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: NOTUS-S-600x300-M1

**Z5** Zatljopka motorna  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: NOTUS-R-160-MD

**Z6** Zatljopka motorna  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: NOTUS-S-600x200-M1

**T1** -željni termopst



**KK** Klima komora  
 Proizvod kao: SystemAir  
 Tip: KA HSO-3-3-S-L-50F-TB3-L2  
 400V/3~/50Hz/3,45 kW  
 Airflow 6600 m<sup>3</sup>/h  
 Ext. pressure 350 Pa  
 Tot. pressure 772 Pa  
 DX-cooling 35,40 kW  
 Weight 728 kg  
 SFPv 1,147  
 SFPe 1,147

**KV** Odsisni krovi ventilator  
 Proizvod kao: Systemair  
 Tip: DVNI 500EC  
 400V/3~/1975W  
 Maks. brzina 1502 o/min  
 Maks. protok 9576 m<sup>3</sup>/h  
 Masa 71 kg



Sveučilište u Rijeci  
 TEHNIČKI FAKULTET  
 51000 RIJEKA, Vukovarska 58,  
 HRVATSKA

Vrsta projekta:  
 Plinska instalacija na ukapljeni  
 naftni plin

Mentor:  
 izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.

Komentor:  
 izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.

Zadatak:  
 Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za  
 ugostiteljski objekt  
 Gas installation project with liquified petroleum gas for a  
 restaurant

Naziv građevine:  
 UGOSTITELJSKI OBJEKT

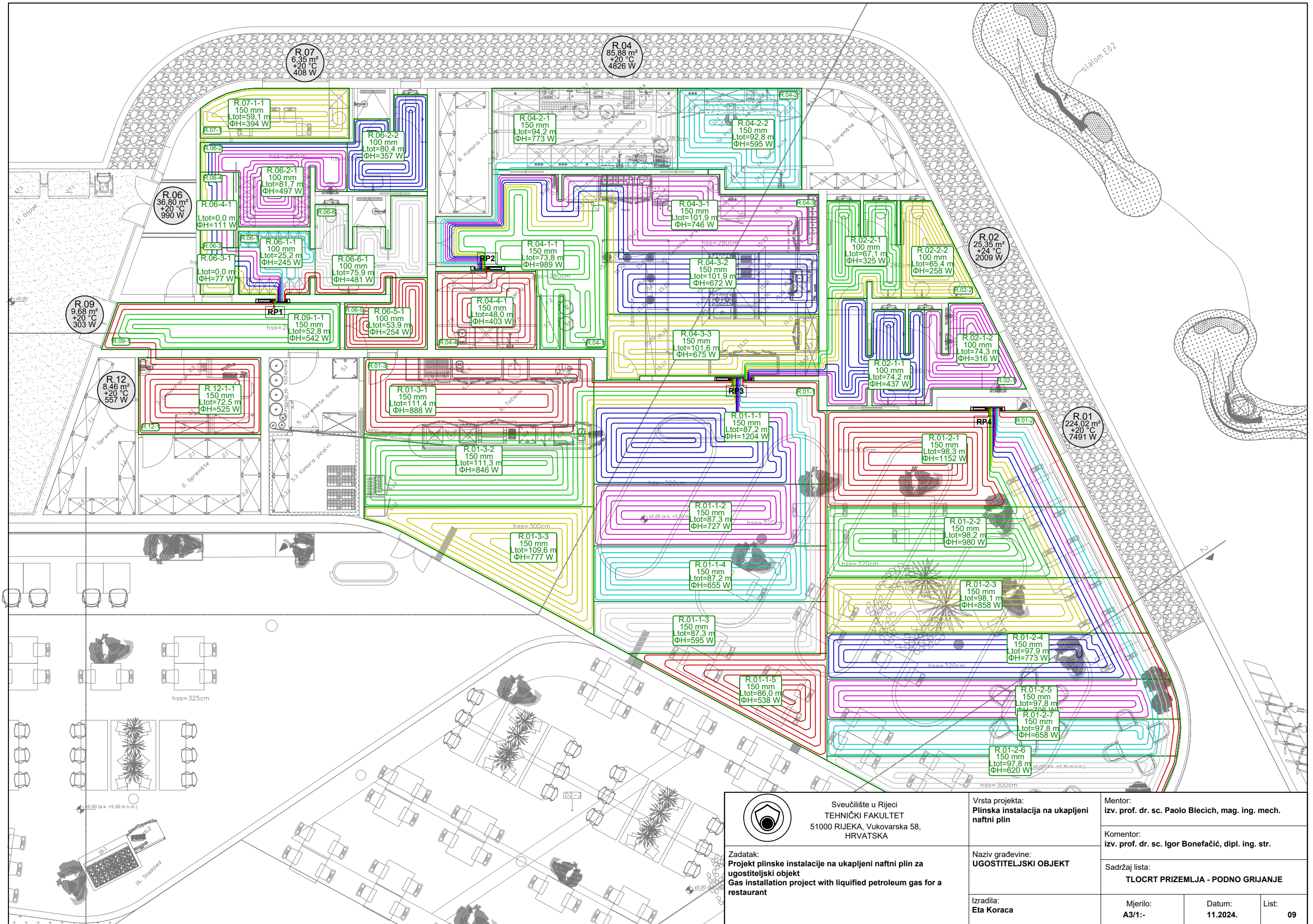
Sadržaj lista:  
 TLOCRT KROVA - DISPOZICIJA OPREME


Izradila:  
 Eta Koraca

Mjerilo:  
 A2/1:100


Datum:  
 11.2024.

List:  
 08




 Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA	Vrsta projekta: <b>Plinaska instalacija na ukapljeni          naftni plin</b>	Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b>
	Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za          ugostiteljski objekt          Gas installation project with liquified petroleum gas for a          restaurant</b>	Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b>
Izradila: <b>Eta Koraca</b>	Sadržaj lista: <b>TLOCRT PRIZEMLJA - PODNO GRIJANJE</b>	Mjerilo: <b>A3/1:-</b>
Datum: <b>11.2024.</b>	List: <b>09</b>	

Manifold: RP1  
Type: Uponor Vario S manifold FM  
Manifold set: With regulating valves and heat meter  
Horizontal G1  
Secondary side temp. (Heating): 40,4 / 33,7 °C  
Manifold cabinet: Uponor Vario cabinet IW 1000x730x110mm  
Mass flow rate: 596,3 kg/h  
Min. required differential pressure: 18,48 kPa  
Available differential pressure: 25,22 kPa




No.	Type	To T.U.	Room label	L m	Effect. area m²	Pipe spc. mm	Obtained heating output W	m' kg/h	Δp kPa	Δp S Δp R kPa	Valve preset (R) l/min
1	H/C Fl.		R.12-1-1 DEPAKIRANJE	72,5	8,5	150	525	143,8	12,8	1,7 1,9	2,16
2	H/C Fl.		R.09-1-1 HODNIK	52,8	9,7	150	542	63,0	2,2	0,3 13,9	0,90
3	H/C Fl.		R.07-1-1 BLAGOVAONICA	59,1	6,4	150	394	116,2	7,2	1,1 8,2	1,80
4	H/C Fl.		R.06-2-2 GARDEROBA	80,4	5,7	100	357	71,1	4,2	0,4 11,9	1,08
5	H/C Fl.		R.06-2-1 GARDEROBA	81,7	8,0	100	497	72,7	4,4	0,4 11,6	1,08
6	H/C Fl.		R.06-1-1 GARDEROBA	25,2	4,2	100	245	20,3	0,2	0,0 16,3	0,27
7	H/C Fl.		R.06-6-1 GARDEROBA	75,9	7,7	100	481	65,6	3,5	0,4 12,7	0,99
8	H/C Fl.		R.06-5-1 GARDEROBA	53,9	4,3	100	254	43,7	0,9	0,2 15,4	0,63

Manifold: RP2  
Type: Uponor Vario S manifold FM  
Manifold set: With regulating valves and heat meter  
Horizontal G1  
Secondary side temp. (Heating): 40,4 / 32,7 °C  
Manifold cabinet: Uponor Vario cabinet IW 1000x730x110mm  
Mass flow rate: 722,6 kg/h  
Min. required differential pressure: 17,68 kPa  
Available differential pressure: 25,95 kPa




No.	Type	To T.U.	Room label	L m	Effect. area m²	Pipe spc. mm	Obtained heating output W	m' kg/h	Δp kPa	Δp S Δp R kPa	Valve preset (R) l/min
1	H/C Fl.		R.04-4-1 KUHINJA	48,0	7,1	150	403	60,7	1,9	0,3 13,5	0,90
2	H/C Fl.		R.04-1-1 KUHINJA	73,8	16,9	150	989	89,1	5,7	0,7 9,3	1,35
3	H/C Fl.		R.04-3-3 KUHINJA	101,6	11,9	150	675	111,2	11,6	1,0 3,1	1,71
4	H/C Fl.		R.04-3-2 KUHINJA	101,9	11,8	150	672	117,8	12,8	1,2 1,7	1,80
5	H/C Fl.		R.04-3-1 KUHINJA	101,9	13,1	150	746	119,6	13,2	1,2 1,3	1,80
6	H/C Fl.		R.04-2-2 KUHINJA	92,8	10,5	150	595	110,3	10,4	1,0 4,3	1,71
7	H/C Fl.		R.04-2-1 KUHINJA	94,2	13,6	150	773	113,9	11,2	0,2 3,4	1,71

Manifold: RP4  
Type: Uponor Vario S manifold FM  
Manifold set: With regulating valves and heat meter  
Horizontal G1  
Secondary side temp. (Heating): 40,4 / 33,2 °C  
Manifold cabinet: Uponor Vario cabinet IW 1150x730x110mm  
Mass flow rate: 1229,1 kg/h  
Min. required differential pressure: 25,19 kPa  
Available differential pressure: 25,19 kPa




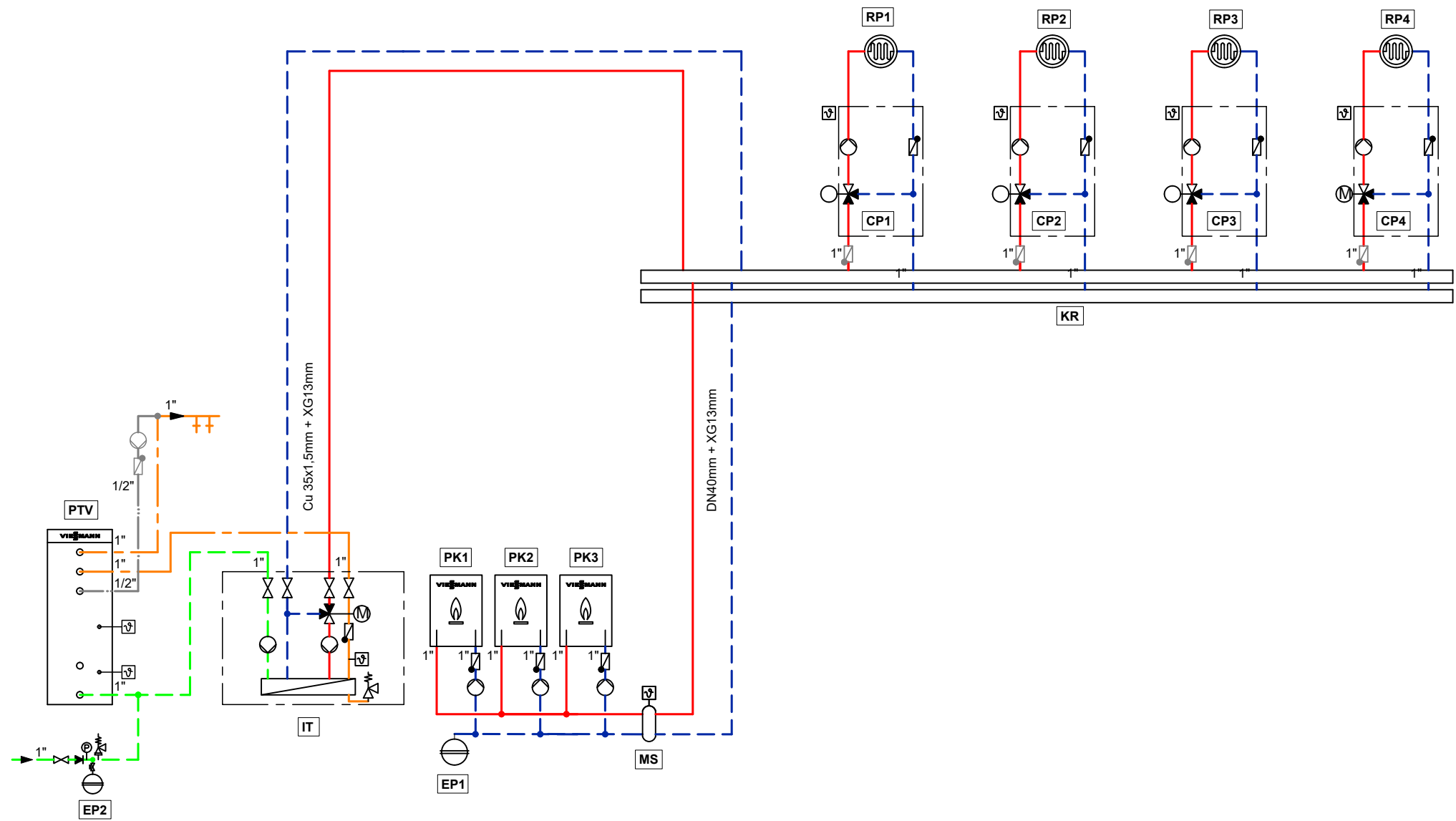
No.	Type	To T.U.	Room label	L m	Effect. area m²	Pipe spc. mm	Obtained heating output W	m' kg/h	Δp kPa	Δp S Δp R kPa	Valve preset (R) l/min
1	H/C Fl.		R.01-3-1 BLAGOVAONA	111,4	15,8	150	888	131,1	16,9	1,4 1,6	1,98
2	H/C Fl.		R.01-3-2 BLAGOVAONA	111,3	15,1	150	846	129,7	16,6	1,4 1,9	1,98
3	H/C Fl.		R.01-3-3 BLAGOVAONA	109,6	13,9	150	777	125,8	15,5	1,3 3,1	1,89
4	H/C Fl.		R.01-1-1 BLAGOVAONA	87,2	21,5	150	1204	106,7	9,2	1,0 9,7	1,62
5	H/C Fl.		R.01-1-2 BLAGOVAONA	87,3	13,0	150	727	102,5	8,6	0,9 10,4	1,53
6	H/C Fl.		R.01-1-4 BLAGOVAONA	87,2	11,7	150	655	101,6	8,5	0,9 10,6	1,53
7	H/C Fl.		R.01-1-3 BLAGOVAONA	87,3	10,6	150	595	100,7	8,4	0,9 10,7	1,53
8	H/C Fl.		R.01-1-5 BLAGOVAONA	86,0	9,6	150	538	97,6	7,8	0,8 11,3	1,44
9	H/C Fl.		R.02-2-1 WC	67,1	6,2	100	325	79,2	4,2	0,5 15,2	1,17
10	H/C Fl.		R.02-2-2 WC	65,4	4,8	100	258	75,8	3,8	0,5 15,6	1,17
11	H/C Fl.		R.02-1-1 WC	74,2	8,4	100	437	89,6	5,8	0,7 13,5	1,35
12	H/C Fl.		R.02-1-2 WC	74,3	5,9	100	316	88,8	5,7	0,7 13,6	1,35

Manifold: RP5  
Type: Uponor Vario S manifold FM  
Manifold set: With regulating valves and heat meter  
Horizontal G1  
Secondary side temp. (Heating): 40,4 / 32,4 °C  
Manifold cabinet: Uponor Vario cabinet IW 1000x730x110mm  
Mass flow rate: 911,1 kg/h  
Min. required differential pressure: 17,93 kPa  
Available differential pressure: 25,70 kPa




No.	Type	To T.U.	Room label	L m	Effect. area m²	Pipe spc. mm	Obtained heating output W	m' kg/h	Δp kPa	Δp S Δp R kPa	Valve preset (R) l/min
1	H/C Fl.		R.01-2-1 BLAGOVAONA	98,3	20,4	150	1152	118,7	12,6	1,2 1,4	1,80
2	H/C Fl.		R.01-2-2 BLAGOVAONA	98,2	17,6	150	980	116,4	12,1	1,1 1,8	1,80
3	H/C Fl.		R.01-2-3 BLAGOVAONA	98,1	15,4	150	858	115,3	11,9	1,1 2,1	1,80
4	H/C Fl.		R.01-2-4 BLAGOVAONA	97,9	13,8	150	773	114,3	11,7	1,1 2,3	1,71
5	H/C Fl.		R.01-2-5 BLAGOVAONA	97,8	12,6	150	706	113,4	11,5	1,1 2,5	1,71
6	H/C Fl.		R.01-2-7 BLAGOVAONA	97,8	11,7	150	658	112,7	11,4	1,1 2,6	1,71
7	H/C Fl.		R.01-2-6 BLAGOVAONA	97,8	11,0	150	620	111,7	11,2	1,0 2,8	1,71
8	H/C Fl.		R.01-2-8 BLAGOVAONA	96,5	10,3	150	575	108,6	10,5	1,0 3,6	1,62

 <p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	<p>Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b></p>	<p>Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b></p>	
	<p>Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant</b></p>	<p>Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b></p>	<p>Komentor: <b>izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</b></p>
<p>Izradila: <b>Eta Koraca</b></p>	<p>Mjerilo: <b>A3/1:-</b></p>	<p>Datum: <b>11.2024.</b></p>	<p>List: <b>10</b></p>
<p>Sadržaj lista: <b>PODNO GRIJANJE - REZULTATI PO RAZDJELNIKU</b></p>			



**LEGENDA OZNAKA**

- PK1** Plinski kondenzacijski cirkulacijski uređaj
- PK2** Proizvod kao: Viessmann
- PK3** Tip: Vitodens 200-W
  
- MS** Hidraulička skretnica
- Proizvod kao: Zani
- Tip: AR 0200
  
- CP1** Pumpna grupa
- CP2** Proizvod kao: ESBE
- Tip: GRA111+ARA661+VRG432-25-W
- CP3** Pumpa: Yonos PICO1.0 25/1-8
- CP4**
  
- RP1** Razdjelnik podnog grijanja - 1
- RP2** Razdjelnik podnog grijanja - 2
- RP3** Razdjelnik podnog grijanja - 3
- RP4** Razdjelnik podnog grijanja - 4
  
- KR** Kotlovski razdjelnik - 5 izlaza
  
- IT** Izmjenjivač topline za sanitarnu vodu
- Proizvod kao: Viessmann
- Tip: Vitotrans 222
  
- PTV** Spremnik potrošne tople vode
- Proizvod kao: Viessmann
- Tip: Vitocell 100-L
- Volumen: 500 L
  
- EP1** Ekspanzijska posuda za grijanje
- V=24 litra, Pmax=6bar, + sigurnosni ventil 3/4 "-3bar
  
- EP2** Ekspanziona posuda za sanitarnu vodu
- V=24 litra, Pmax=10bar, + sigurnosni ventil 3/4 "-6bar

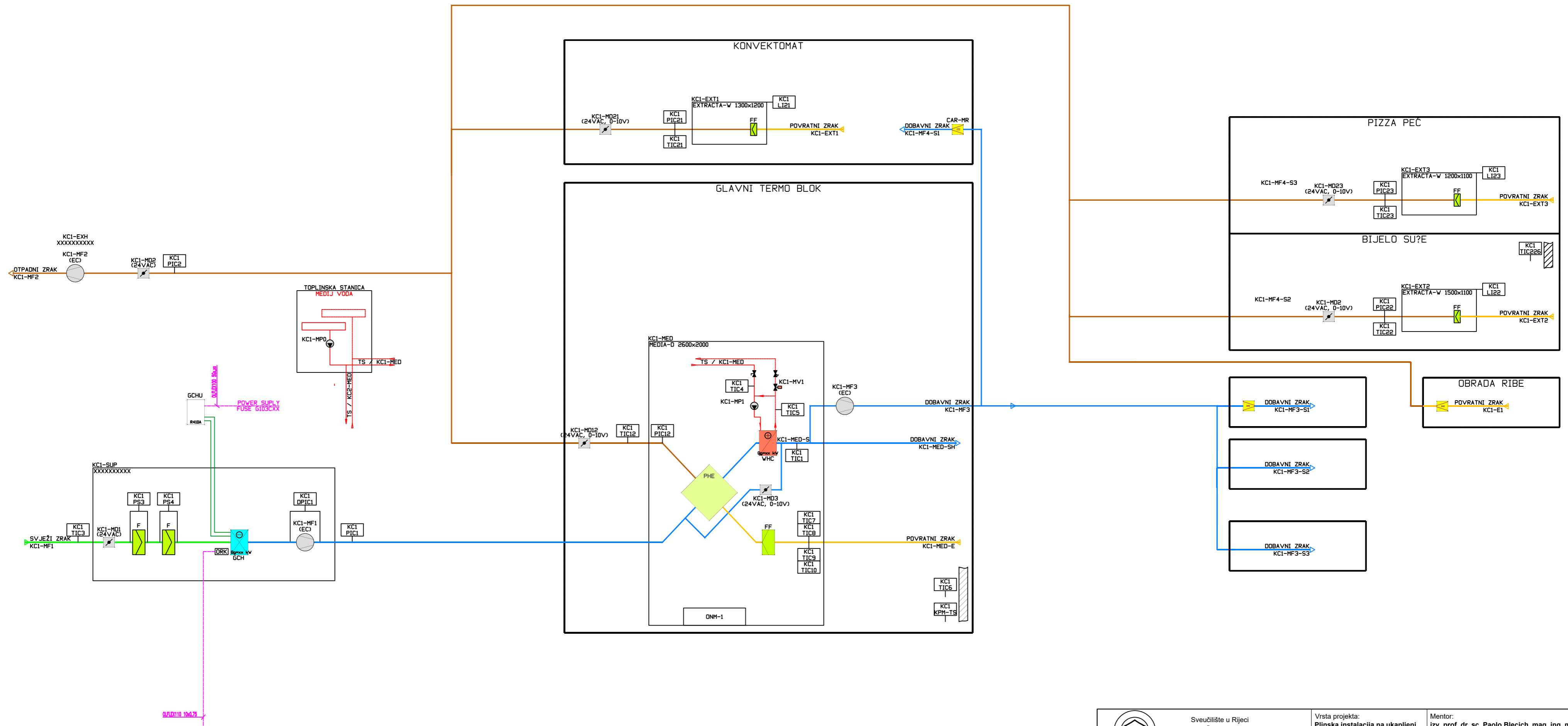
 <p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b>	Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b>	
	Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant	Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b>	Komentor: <b>izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</b>
		Sadržaj lista: <b>FUNKCIONALNA SHEMA SPAJANJA - GRIJANJE/PTV</b>	
Izradila: <b>Eta Koraca</b>	Mjerilo: <b>A3/1:-</b>	Datum: <b>11.2024.</b>	List: <b>11</b>


SVE NAPE JE POTREBNO UZEMLJITI. OSTALE ELEMENTE SPOJITI PO PROPISIMA.

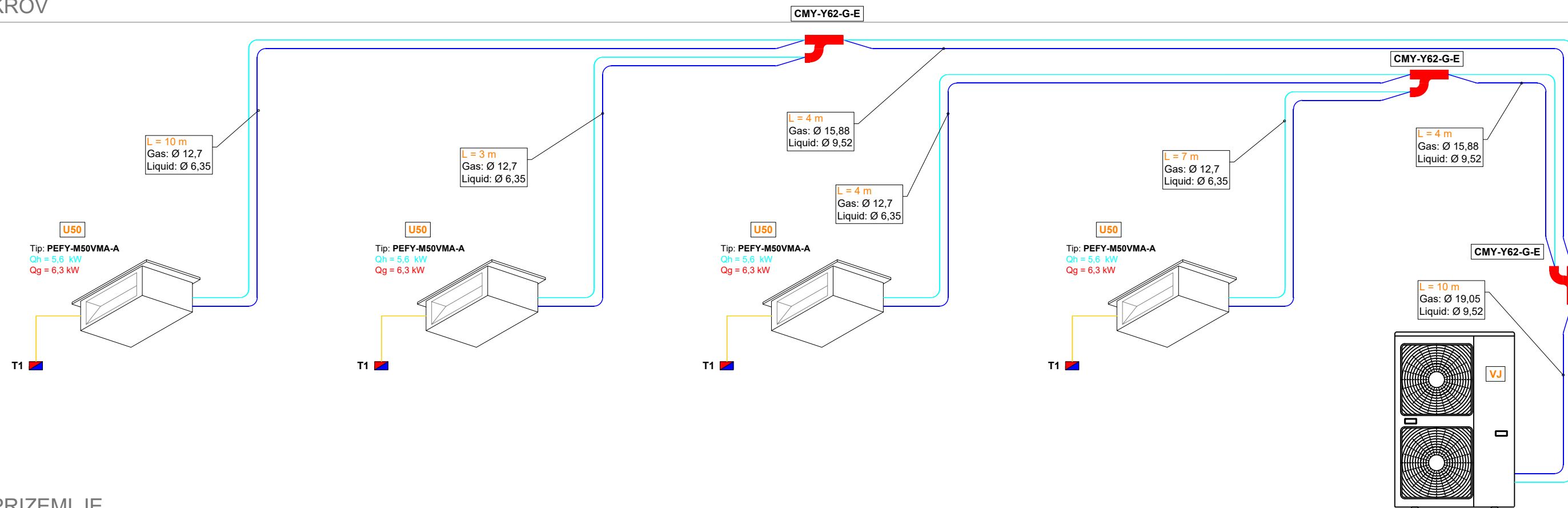
DPI - diferencijalni tlakni senzor (Differential Pressure Indicator Control)  
 FRP - regulator protoka zraka  
 GND - točka uzemljenja (ground)  
 KPM-TS - upravljačka ploča (Touch Screen)  
 Li - svijetlo u napaj  
 MAIN - električno napajanje  
 MD - motorna klapna (Motor Damper)  
 MF - ventilator (Motor Fan)  
 MIC - senzor vlažnosti (Moisture Indicator Control)  
 MP - pumpa (Motor Pump)  
 MV - motorni ventil (Motor Valve)  
 MO - mjerni otvor (Measuring Orifice)  
 OMM - upravljački armarić u napaj  
 PC - požarna centrala  
 PIC - senzor tlaka (Pressure Indicator Control)  
 PS - diferencijalni tlakni osjetnik (Pressure Switch)  
 SW - prekidač (Switch)  
 TIC - senzor temperature (Temperature Indicator Control)  
 TD - prigušna klapna (Throttle Damper)  
 Vproj - projektični protok zraka

Kabelske veze, oznake:  
 nxs: n=broj žica, s=presek pojedinačne žile. Imenska napetost 300/500V. Moćnostni kabel.  
 C, nxs: C=kabelski oplet, n=broj žica, s=presek pojedinačnih žica. Imenska napetost 300/500V. Moćnostni kabel.  
 Li nxs: Li = kabelski oplet, n=broj žila, s=presek pojedinačne žile. Imenska napetost 300V. Signalni kabel.  
 mnxns: m = broj parica, n = broj žila u parici, s = presek pojedinačnih žica. Imenska napetost 300V. Signalni kabel.

NAPOMENA: Svojstva kabela moraju biti u skladu s važećim tehničkim smjernicama.



 Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA	Vrsta projekta: Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin	Mentor: izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.
	Naziv građevine: UGOSTITELJSKI OBJEKT	Komentar: izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.
Zadatak: Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant	Sadržaj lista: FUNKCIONALNA SCHEMA KUHINJSKE NAPE	Mjerilo: A2/1:-
Izradila: Eta Koraca	Datum: 11.2024.	List: 12



**LEGENDA OZNAKA**

**VJ** Zrakom hlađena jedinica VRF sustava za vanjsku ugradnju u izvedbi toplinske pumpe s ugrađenim hermetičkim kompresorom i izmjenjivačem topline. Jedinica je certificirana Eurovent certifikatom, te ima sljedeće tehničke značajke:

- nominalni učinak hlađenja: Qh1 = 22,4 kW
- apsorbirana snaga: 7,44 kW / 380-415 V / 3 faze / 50 Hz
- energetska učinkovitost: EER = 3,01
- sezonska energetska učinkovitost: SEER = 6,23
- sezonska energetska učinkovitost hlađenja prostora: ηs,c = 246,2%
- nominalni učinak grijanja: Qgr = 25,0 kW
- apsorbirana snaga: 5,97 kW / 380-415 V / 3 faze / 50 Hz
- energetska učinkovitost: COP = 4,19
- sezonska energetska učinkovitost: SCOP = 4,2
- sezonska energetska učinkovitost grijanja prostora: ηs,h = 165,0%
- protok zraka: 141 m<sup>3</sup>/min
- područje hlađenja: -5°C do +52°C
- područje grijanja: -20°C do +15°C
- nivo zvučnog tlaka na udaljenosti 1m od jedinice (HI./Gr.): 56 / 61 dB (A)
- nivo zvučne snage (HI./Gr.): 75 / 80 dB (A)
- dimenzije: V × Š × D : 1338 x 1050 x 330 mm
- masa: 141 kg
- Y metoda spajanja:
- max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 150 [m]
- max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda za jednu jedinicu: 80 [m]
- max. dozvoljena udaljenost od prve račve: 30 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 50/40 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika unutarnje i unutarnje jedinice: 15 [m]
- Branch box metoda spajanja:
- max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 150 [m]
- max. dozvoljena duljina cijevnog razvoda od branch box-a do unutarnje jedinice: 25 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 50/40 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika unutarnje i unutarnje jedinice: 12 [m]
- max. dozvoljena visinska razlika branch box-a i unutarnje jedinice (branch box - branch box): 15 [m]
- priključak R410A - tekuća faza: 9,52 mm
- priključak R410A - plinovita faza: 19,05 mm

**Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC**  
**Tip: PUMY-P200YKM2-R2**

**U50** Unutarnja jedinica VRF sustava kanalne izvedbe, bez maske, predviđena za montažu u spuštenu strop, opremljena ventilatorom, izmjenjivačem topline s direktnom ekspanzijom freona, elektronskim ekspanzijskim ventilom, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i temperature, sljedećih tehničkih značajki:


- učinak hlađenja: Qh = 5,6 kW
- učinak grijanja: Qg = 6,3 kW
- napajanje: 1 Ph / 220-240 V / 50 Hz
- apsorbirana snaga (HI./Gr.): 0,066 / 0,064 kW
- razina zvučnog tlaka na udaljenosti 1,5m od jedinice: 24 - 31 - 34 dB(A)
- količina zraka: V = 12,0 - 14,5 - 17,0 m<sup>3</sup>/min
- dimenzije jedinice [mm], Š × V × D = 900 × 250 × 732
- eksterni pad tlaka: 35 - 50 - 70 - 100 - 150 Pa
- masa jedinice: 25 kg

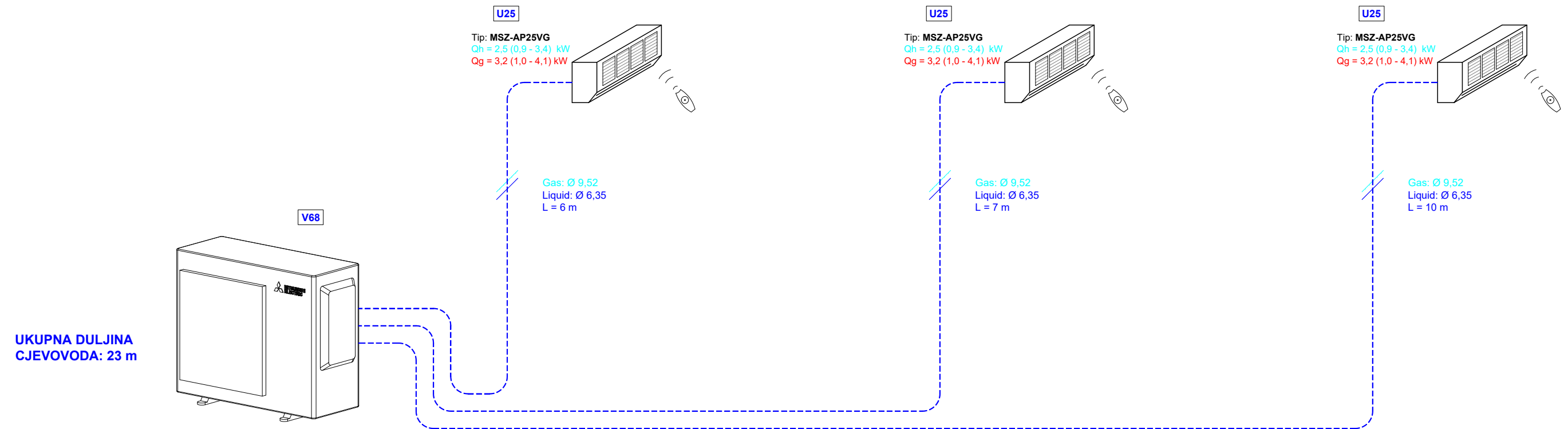
uključivo:

- filter zraka PP Honeycomb tkanina

**Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC**  
**Tip: PEFY-M50VMA-A**

- cjevovod freonskog razvoda
- veza između branch box i unutarnje jedinice - FG7OR 4x1,25m2
- veza na termostat - žičani prostorni - LiYCY 2x0,75m2
- T1** - žičani termostat

 <p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	<p>Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b></p>	<p>Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b></p>
	<p>Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> Gas installation project with liquefied petroleum gas for a restaurant</p>	<p>Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b></p>
<p>Izradila: <b>Eta Koraca</b></p>	<p>Mjerilo: <b>A3/1:-</b></p>	<p>Datum: <b>11.2024.</b></p>
		<p>List: <b>13</b></p>



## PRIZEMLJE

## LEGENDA OZNAKA

- V68** Vanjska jedinica  
Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
Tip: MXZ-3F68VF
- nominalni učinak hlađenja:  $Q_{hl} = 6,8$  kW
  - apsorbirana snaga: 1,84 kW / 220-230-240 V / 1 faza / 50 Hz
  - godišnja potrošnja: 299 kWh/g
  - sezonski stupanj energetske učinkovitosti: SEER = A++ (7,96)
  - nominalni učinak grijanja:  $Q_{gr} = 8,6$  kW
  - apsorbirana snaga: 1,91 kW / 220-230-240 V / 1 faza / 50 Hz
  - učinak grijanja: - pri referentnoj temperaturi: 5,5 kW
  - pri bivalentnoj temperaturi: 6,1 kW
  - pri min. temperaturi radnog područja: 4,6 kW
  - snaga pomoćnog elektrogrijača: 1,3 kW
  - godišnja potrošnja: 2312 kWh / g
  - sezonski stupanj energetske učinkovitosti: SCOP = A+ (4,12)
  - protok zraka - hlađenje: 42,1 m<sup>3</sup>/min
  - protok zraka - grijanje: 43,0 m<sup>3</sup>/min
  - područje hlađenja: -10 °C do +46 °C
  - područje grijanja: -15 °C do +24 °C
  - nivo zvučnog tlaka - hlađenje (SPL): 48 dB (A)
  - nivo zvučne snage - hlađenje (PWL): 63 dB (A)
  - nivo zvučnog tlaka - grijanje (SPL): 53 dB (A)
  - dimenzije: V x Š x D: 710 x 840 (+30) x 330 (+66) mm
  - masa: 58 kg
  - maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 60 m
  - maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda za jednu jedinicu: 25 m
  - maksimalna dozvoljena visinska razlika vanjske i unutarnje jedinice: 15 (10) m
  - priključak R32 - tekuća faza: 3 x 6,35 mm
  - priključak R32 - plinovita faza: 3 x 9,52 mm


- U25** Unutarnja jedinica  
Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
Tip: MSZ-AP25VG
- učinak hlađenja:  $Q_h = 2,5$  (0,9 - 3,4) kW
  - učinak grijanja:  $Q_g = 3,2$  (1,0 - 4,1) kW
  - medij: R32
  - razina zvučnog tlaka (SPL) - hlađenje: 19 - 24 - 30 - 36 - 42 dB (A)
  - razina zvučne snage (PWL) - hlađenje: 57 dB (A)
  - razina zvučnog tlaka (SPL) - grijanje: 19 - 24 - 34 - 39 - 45 dB (A)
  - količina zraka - hlađenje: V= 4,9 - 5,9 - 7,1 - 8,7 - 11,4 m<sup>3</sup>/min
  - količina zraka - grijanje: V= 4,9 - 5,9 - 7,3 - 8,9 - 12,9 m<sup>3</sup>/min
  - dimenzije: V x Š x D = 299 x 798 x 219 mm
  - masa: 10,5 kg
  - uključivo:
  - infracrveni daljinski upravljač sa 7-dnevnim timerom i satom

**NAPOMENA:**  
Prije narudžbe stolarije dogovoriti pozicije mikroprekidača na prozorima radi upravljanja radom klima jedinca.

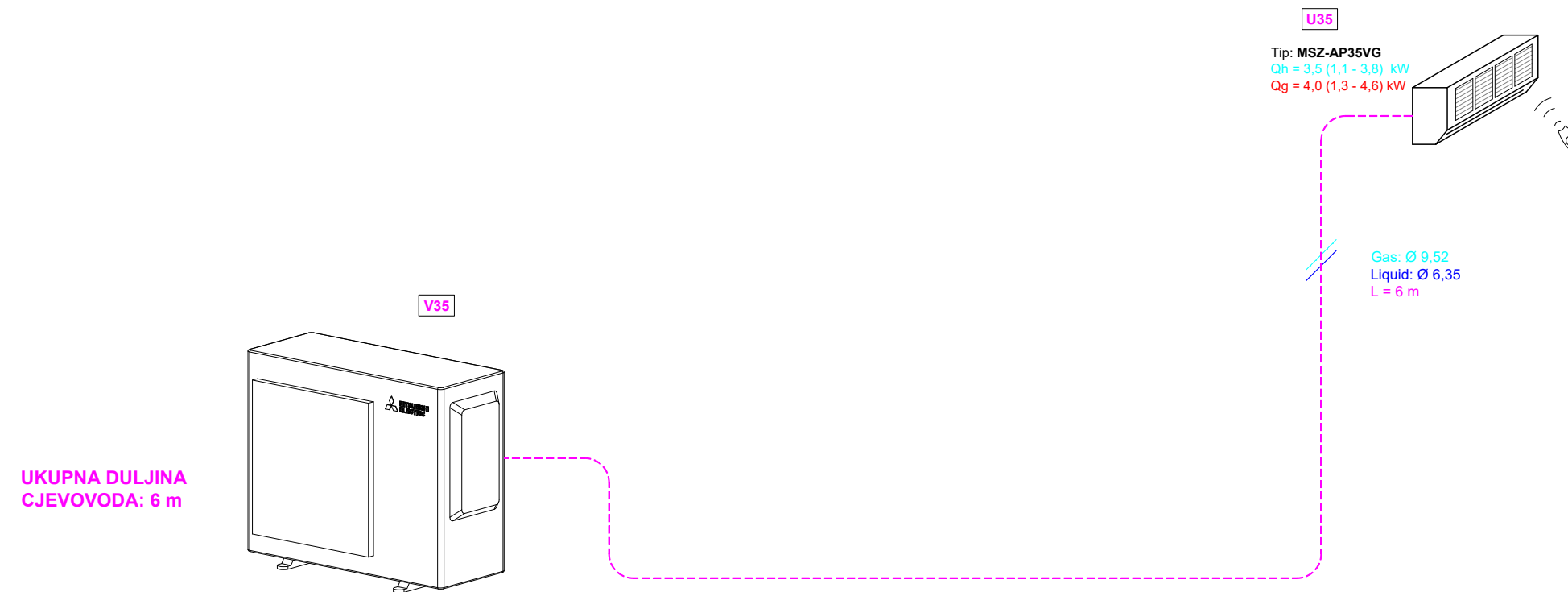
**NAPOMENA**  
Odvod kondenzata iz vanjskih i unutarnjih jedinica sprovesti izvan trotoara kuće ili u oborinske vertikale. Mjesto odvoda dogovoriti sa nadzornim inženjerom ili investitorom odnosno odgovornom osobom koja nadzire radove. U slučaju nemogućnosti spajanja gore navedenim načinom odvod kondenzata spojiti preko sifona u kanalizacijski odvod. Preporučeno je koristiti sifon tip HL 138, proizvod hutterer & lechner. Mjesto ugradnje sifona dogovoriti sa nadzornim inženjerom. ODVOD KONDENZATA IZVESTI IZ KCM KANALIZACIONIH CIJEVI Ø32 - vertikale, vodoravni cjevovod Ø50mm.

## LEGENDA SIMBOLA

- Ø 9,52 - cijev freona - plinska
- Ø 6,35 - cijev freona - tekuća
- L - duljina cjevovoda
- - oznaka cjevovoda freonske instalacije
- - cjevovod odvoda kondenzata - Ø32mm

 <p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b>	Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b>
	Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant	Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b>
Izradila: <b>Eta Koraca</b>	Sadržaj lista: <b>FUNKCIONALNA SHEMA SPAJANJA - FREONSKI RAZVOD</b>	Mjerilo: <b>A3/1:-</b>
	Datum: <b>11.2024.</b>	List: <b>14</b>





## PRIZEMLJE

## LEGENDA OZNAKA

- V35** Vanjska jedinica split sustava (reverzibilna dizalica topline), serija M, zaštićena od vremenskih utjecaja, s ugrađenim kompresorom s inverterskom regulacijom snage i potrošnje, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i funkcionalan rad, sljedećih tehničkih značajki:
- nominalni učinak hlađenja: Qh = 3,5 (1,1 - 3,8) kW
  - apsorbirana snaga: 0,990 kW / 230 V / 1 faza / 50 Hz
  - godišnja potrošnja: 142 kWh/g
  - sezonska energetska učinkovitost: SEER = A+++ (8,6)
  - nominalni učinak grijanja: Qgr = 4,0 (1,3 - 4,6) kW
  - apsorbirana snaga: 1,030 kW / 230 V / 1 faza / 50 Hz
  - učinak grijanja: - pri referentnoj temperaturi (-10 °C): 2,9 kW
  - pri bivalentnoj temperaturi (-10 °C): 2,9 kW
  - pri min. temperaturi radnog područja (-15 °C): 2,6 kW
  - snaga pomoćnog elektrogrijača: 0,0 kW
  - godišnja potrošnja: 862 kWh/g
  - sezonska energetska učinkovitost: SCOP = A++ (4,7)
  - protok zraka - hlađenje: 32,2 m<sup>3</sup>/min
  - protok zraka - grijanje: 33,8 m<sup>3</sup>/min
  - područje hlađenja: -10 °C do +46 °C
  - područje grijanja: -15 °C do +24 °C
  - nivo zvučnog tlaka - hlađenje (SPL): 49 dB (A)
  - nivo zvučne snage - hlađenje (PWL): 61 dB (A)
  - nivo zvučnog tlaka - grijanje (SPL): 50 dB (A)
  - dimenzije: V × Š × D: 550 × 800 × 285 mm
  - masa: 31 kg
  - maksimalna dozvoljena duljina cijevnog razvoda: 20 m
  - maksimalna dozvoljena visina cijevnog razvoda: 12 m
  - priključak R32 - tekuća faza: 6,35 mm
  - priključak R32 - plinovita faza: 9,52 mm
- Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
Tip: MUZ-AP35VG


- U35** Unutarnja jedinica inverter sustava s maskom, opremljena ventilatorom s 5-brzinskim elektromotorom, izmjenjivačem topline s direktnom ekspanzijom freona, te svim potrebnim elementima za zaštitu, kontrolu i regulaciju uređaja i temperature, sljedećih tehničkih značajki:
- učinak hlađenja: Qh = 3,5 (1,1 - 3,8) kW
  - učinak grijanja: Qg = 4,0 (1,3 - 4,6) kW
  - medij: R32
  - razina zvučnog tlaka (SPL) - hlađenje: 19 - 24 - 30 - 36 - 42 dB (A)
  - razina zvučne snage (PWL) - hlađenje: 57 dB (A)
  - razina zvučnog tlaka (SPL) - grijanje: 19 - 24 - 31 - 38 - 45 dB (A)
  - količina zraka - hlađenje: V= 4,9 - 5,9 - 7,1 - 8,7 - 11,4 m<sup>3</sup>/min
  - količina zraka - grijanje: V= 4,9 - 5,9 - 7,3 - 8,9 - 12,9 m<sup>3</sup>/min
  - dimenzije: V × Š × D = 299 x 798 x 219 mm
  - masa: 10,5 kg
  - uključivo: - infracrveni daljinski upravljač sa 7-dnevnim timerom i satom
- Proizvod: MITSUBISHI ELECTRIC  
Tip: MSZ-AP35VG

**NAPOMENA:**  
Prije narudžbe stolarije dogovoriti pozicije mikroprekidača na prozorima radi upravljanja radom klima jedinca.

**NAPOMENA**  
Odvod kondenzata iz vanjskih i unutarnjih jedinica sprovesti izvan trotoara kuće ili u oborinske vertikale. Mjesto odvoda dogovoriti sa nadzornim inženjerom ili investitorom odnosno odgovornom osobom koja nadzire radove. U slučaju nemogućnosti spajanja gore navedenim načinom odvod kondenzata spojiti preko sifona u kanalizacijski odvod. Preporučeno je koristiti sifon tip HL 138, proizvod hutterer & lechner. Mjesto ugradnje sifona dogovoriti sa nadzornim inženjerom. ODVOD KONDENZATA IZVESTI IZ KCM KANALIZACIONIH CIJEVI Ø32 - vertikale, vodoravni cjevovod Ø50mm.

## LEGENDA SIMBOLA

- Ø 9,52 - cijev freona - plinska
- Ø 6,35 - cijev freona - tekuća
- L - duljina cjevovoda
- - oznaka cjevovoda freonske instalacije
- - cjevovod odvoda kondenzata - Ø32mm

 <p>Sveučilište u Rijeci TEHNIČKI FAKULTET 51000 RIJEKA, Vukovarska 58, HRVATSKA</p>	<p>Vrsta projekta: <b>Plinska instalacija na ukapljeni naftni plin</b></p>	<p>Mentor: <b>izv. prof. dr. sc. Paolo Blecich, mag. ing. mech.</b></p>		
	<p>Zadatak: <b>Projekt plinske instalacije na ukapljeni naftni plin za ugostiteljski objekt</b> Gas installation project with liquified petroleum gas for a restaurant</p>	<p>Naziv građevine: <b>UGOSTITELJSKI OBJEKT</b></p>	<p>Komentor: <b>izv. prof. dr. sc. Igor Bonefačić, dipl. ing. str.</b></p>	
<p>Izradila: <b>Eta Koraca</b></p>	<p>Sadržaj lista: <b>FUNKCIONALNA SHEMA SPAJANJA - FREONSKI RAZVOD</b></p>	<p>Mjerilo: <b>A3/1:-</b></p>	<p>Datum: <b>11.2024.</b></p>	<p>List: <b>15</b></p>