

## OBRAZAC 1

|                                |                              |  |
|--------------------------------|------------------------------|--|
| Elektronski potpis projektanta | Elektronski potpis revidenta | Elektronski potpis nadležnog organa za izdavanje građevinske dozvole |
|--------------------------------|------------------------------|--|

INVESTITOR<sup>1</sup> **KLINIČKI CENTAR CRNE GORE**

OBJEKAT<sup>2</sup> **Klinički centar Crne Gore -  
Klinika za anesteziju i intenzivnu terapiju bola**

LOKACIJA<sup>3</sup> **Podgorica, Izmjene i dopune UP-a „Klinički centar  
Crne Gore” u Podgorici, UP13, KO Podgorica I, k.p.  
1284/1**

VRSTA TEHNIČKE  
DOKUMENTACIJE<sup>4</sup> **GLAVNI PROJEKAT ADAPTACIJE**

AUTOR PROJEKTA<sup>5</sup> **Božidar Milić i Milan Popović, dia**

PROJEKTANT<sup>6</sup> **"ARHITEKTONSKI ATELJE" d.o.o. Podgorica  
Ankarski bulevar 28, Ulaz B, 81000 Podgorica,  
Crna Gora**

ODGOVORNO LICE<sup>7</sup> **Dr Mladen Đurović, dipl.inž.arh.**

VODEĆI PROJEKTANT<sup>8</sup> **Dr Mladen Đurović, dipl.inž.arh.**

---

<sup>1</sup> Naziv/ime investitora

<sup>2</sup> Naziv objekta koji se gradi

<sup>3</sup> Mjesto gradnje, planski dokument, urbanistička parcela, katastarska opština, katastarska parcela

<sup>4</sup> Idejno rješenje, idejni projekat, glavni projekat, projekat izvedenog stanja, projekat održavanja

<sup>5</sup> Ime i prezime autora projekta

<sup>6</sup> Naziv privrednog društva, pravnog lica odnosno preduzetnika koji je izradio tehničku dokumentaciju, adresa

<sup>7</sup> Ime i prezime odgovornog lica u privrednom društvu ili pravnom licu ili ime i prezime preduzetnika

<sup>8</sup> Ime i prezime vodećeg projektanta

## OBRAZAC 2

|                                |                              |  |
|--------------------------------|------------------------------|--|
| Elektronski potpis projektanta | Elektronski potpis revidenta | Elektronski potpis nadležnog organa za izdavanje građevinske dozvole |
|--------------------------------|------------------------------|--|

INVESTITOR<sup>1</sup> **KLINIČKI CENTAR CRNE GORE**

OBJEKAT<sup>2</sup> **Klinički centar Crne Gore -  
Klinika za anesteziju i intenzivnu terapiju bola**

LOKACIJA<sup>3</sup> **Podgorica, Izmjene i dopune UP-a „Klinički centar  
Crne Gore” u Podgorici, UP13, KO Podgorica I, k.p.  
1284/1**

DIO TEHNIČKE  
DOKUMENTACIJE<sup>4</sup> **Dio 4.2. PROJEKAT MAŠINSKIH INSTALACIJA RAZVODA  
MEDICINSKIH GASOVA**

AUTOR PROJEKTA<sup>5</sup> **Božidar Milić i Milan Popović, dia**

PROJEKTANT<sup>6</sup> **"ARHITEKTONSKI ATELJE" d.o.o. Podgorica  
Ankarski bulevar 28, Ulaz B, 81000 Podgorica,  
Crna Gora**

ODGOVORNO LICE<sup>7</sup> **Dr Mladen Đurović, dipl.inž.arh.**

VODEĆI PROJEKTANT<sup>8</sup> **Dr Mladen Đurović, dipl.inž.arh.**

ODGOVORNI  
PROJEKTANT<sup>9</sup> **Andrija Bešić spec.sci.maš.**

SARADNICI NA  
PROJEKTU<sup>10</sup> **Marko Stojanović, dipl.inž.maš.**

<sup>1</sup> Naziv/ime investitora

<sup>2</sup> Naziv objekta koji se gradi

<sup>3</sup> Mjesto gradnje, planski dokument, urbanistička parcela, katastarska opština, katastarska parcela

<sup>4</sup> Naziv dijela tehničke dokumentacije

<sup>5</sup> Ime i prezime autora projekta

<sup>6</sup> Naziv privrednog društva, pravnog lica odnosno preduzetnika koji je izradio tehničku dokumentaciju, adresa

<sup>7</sup> Ime i prezime odgovornog lica u privrednom društvu ili pravnom licu ili ime i prezime preduzetnika

<sup>8</sup> Ime i prezime vodećeg projektanta

<sup>9</sup> Ime i prezime odgovornog projektanta

<sup>10</sup> Ime i prezime saradnika na izradi dijela tehničke dokumentacije

---

#### 4.2.2. SADRŽAJ PROJEKTA RAZVODA MEDICINSKIH GASOVA

|        |  |
|--------|--|
| 4.2.1. | Naslovna strana projekta   |
| 4.2.2. | Sadržaj projekta   |
|        |  |
|        |  |
| 4.2.3. | Tekstualna dokumentacija   |
|        | 4.2.5.1. Projektni zadatak   |
|        | 4.2.5.2. Tehnički opis projekta razvoda medicinskih gasova         |
|        | 4.2.5.3. Tehnički uslovi za instalaciju razvoda medicinskih gasova |
| 4.2.4. | Numerička dokumentacija  |
|        | 4.2.4.1. Fizičko hemiske osobine gasova                            |
|        | 4.2.4.2. Proračun kapaciteta i dimenzija cevovoda                  |
|        | 4.2.4.3. Provera vertikala i magistralnog vevovoda                 |
|        | 4.2.4.4. Pregled potrošnje medicinskih gasova i sadržaja opreme    |
|        | 4.2.4.5. Provera dozvoljenog pada pritiska                         |
|        | 4.2.4.6. Predmer i predračun                                       |
| 4.2.5. | Grafička dokumentacija   |
|        |  |

---

## TEHNIČKI OPIS PROJEKTA RAZVODA MEDICINSKIH GASOVA

za izradu **Glavnog projekta adaptacije:**

**Izmjene I dopune UP-a "Klinički centar Crne Gore" u Podgorici, UP13, koja je dio k.p. 1284/1 KO**

**Podgorica I, Podgorica**

Predmet projekta je izrada tehničke dokumentacije – Glavni projekat (GP) adaptacije postojećeg objekta.

Projekat je urađen na osnovu:

-Projektnog zadatka investitora (naručioca)

-Postojećih dopunskih informacija investitora i tehničke službe na objektu

### POSTOJEĆE STANJE

Na objektu Kliničkog centra Crne Gore – Klinika za anesteziju i intenzivnu terapiju bola na II spratu objekta nalaze se kreveti intenzivne nege, koji su podeljeni u boksovima. Kod kreveta ne postoji nadkrevetna jedinica iznad kreveta, a sve priključnice su raspoređene po zidovima sa vidljivim instalacijama. Priključnice jake i slabe struje izvedena je ispod prozora na zidu u plastičnim kanalima. Postoji razvod medicinskih gasova koji se završava na zidu, na visini od 1,2m od poda sa vidljivim spoljnjim razvodom bakarnih cevi. Kako je odeljenje u funkciji i koristi medicinske gasova iz centralnih stanica medicinskih gasova, i kako je u pitanju adaptacija i modernizacija prostora, proveru kapaciteta će se izračunavati do vertikalnog voda. Vertikalni vod koji služi za napajanje medicinskih gasova je

O2    Ø15x1,0 mm

KV5   Ø15x1,0 mm

VAK   Ø22x1,0 mm

### NOVOPROJEKTOVANO STANJE

Potrebno je snabdeti medicinskim gasovima sve potrošače u šok sobi i šok sobi – izolacija na odeljenju Klinike za anesteziju i intenzivnu terapiju bola.

Predviđeni preseci cevovoda za potrebe snabdevanja šok sobe i izolacije su:

O2    Ø15x1,0 mm

KV5   Ø15x1,0 mm

VAK   Ø22x1,0 mm

Po potrebi, ukoliko poprečni preseki ne zadovoljavaju uzeće se još jedna vertikala koja se nalazi na istom spratu.

Udaljenost potrošača prema novoprojektovanom stanju, Klinika za anesteziju i intenzivnu terapiju bola na II spratu, od najbližeg voda medicinskih gasova iznose, za kiseonik, komprimovani vazduh, i vakuum prosječno oko 20 m do postojeće vertikale na kojoj treba predvideti kuglične ventile zbog lakšeg priključenja na postojeću mrežu razvoda medicinskih gasova, bez potrebe za naknadnim isključenjem glavnog voda napajnja. Time se obezbeđuje da sva odeljenja koja se napajaju tim vodom budu nesmetano obezbeđeni medicinskim gasovima. Rezervni vertikalni vod nalazi se na 70-tak metara udaljenosti od prostorija intenzivne nege koji služi za napajanje odeljenja Neurologije.

Gasovi koji će biti isporučivani korisnicima iz stanice medicinskih gasova su:

- KISEONIK (O<sub>2</sub>) radnog pritiska 5 bar
- KOMPRIMOVANI VAZDUH (KV5) radnog pritiska 5 bar
- VAKUUM

Projektovana nova razvodna mreža medicinskih gasova je tako definisana da se obezbedi isporuka nominalnih pritisaka na mestu primene, kontrolno-mernu armature (kontrolno-ventilske kasete) kao i završne elemente instalacija u vidu plafonskih jedinica intenzivne njege i zidnih nadkrevetnih instalacionih kanala za potrebe šok sobe - izolacija, a sve prema dobroj inženjerskoj praksi i postojećoj tehnologiji.

Sistem snabdevanja medicinskim gasovima projektovan je da obezbedi potreban protok u skladu sa predviđenim potrebama korisnika.

Cevovode voditi u saglasnosti sa ostalim instalacijama u objektu, u skladu sa standardima, preporukama i pozitivnim tehničkim rešenjima.

Lokalni alarmi koji javljaju poremećaj pritiska (zvučni i svetlosni na kontrolnoj ventilskoj kaseti) mora da se postavi u koridorima ili na mestu koje je jasno vidljivo kako bi se medicinsko osoblje odmah upozorilo.

Oprema i instalacije su predviđeni na način da se omogući nesmetano održavanje i remont. Zbog specifičnosti instalacije i poznatog antibaktericidnog dejstva bakra, razvodna mreža medicinskih gasova i vakuuma izvedena je od specijalnih, atestiranih, odmašćenih i dezoksidiranih visokofosfornih bakarnih cevi EN 13348.

Spajanje se vrši bakarnim fitinzima i preklopnim spojevima tvrdim lemljenjem sa srebrom u zaštitnoj atmosferi acetilenskog plamena, bez upotrebe kiseonika. Za navojne spojeve kao zaptivni materijal korišćene su teflonske trake.

Horizontalni cevni razvod se vodi u prostoru spušenog plafona po nosačima i učvršćuje se tipskim obujmicama sa gumenom oblogom radi galvanskog odvajanja materijala obujmica i zidnih nosača. Vertikalni spustovi do zidnih utičnica i instalacionih kanala vrše se postavljanjem u zidove, pri čemu se štite odgovarajućim gibljivim crevom.

Projektovana oprema mora biti atestirana, standardizovana sa opremom i instalacijama kakve se već koriste u bolnicama u Srbiji, da poseduje CE znak kao i sve neophodne sertifikate o kvalitetu, dozvole za promet i ugradnju izdate od strane nadležnih relevantnih institucija.

Prostorije i brojevi priključnica koje treba predvideti prikazani su u sledećij tabeli:

| sprat    |               | broj<br>sobe | vrsta prostorije    | broj terminalnih<br>jedinica po<br>vrsti gasa |     |     | Šifra Seta                                    | KONTROLNE<br>KASETE |
|----------|---------------|--------------|---------------------|---|-----|-----|---|---------------------|
|          |               |              |                     | O2  | KV5 | VAC |   |                     |
| II SPRAT | Terapija bola | 13           | Šok soba            | 30  | 30  | 30  | 15 x UBS 2212<br>K1 PONT , 2O2,<br>2KV5, 2VAC | KVK-1-1/PR          |
|          |               | 14           | Šok soba, izolacija | 4   | 4   | 4   | UBS 2120 K2 INT<br>, 6O2, 3KV5,<br>3VAC       |                     |
|          |               |              | UKUPNO              | 34  | 34  | 34  |   |                     |
|          |               |              |                     | O2  | KV5 | VAC |   |                     |

---

Cevi koje će se koristiti u ovom projektu su sledećih dimenzija:

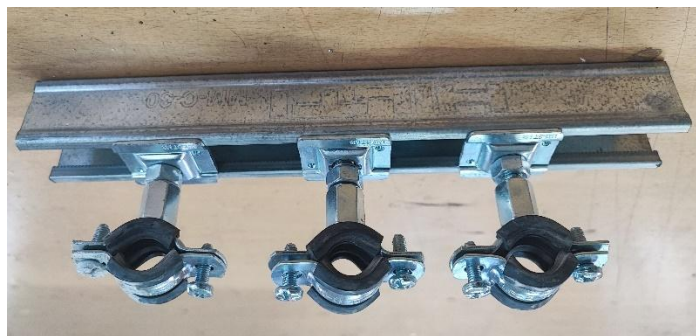
- Ø 8 x 1.0mm R290
- Ø 12 x 1.0mm R290
- Ø 15 x 1.0mm R290

Izvođač strogo mora pratiti redosled polaganja cevi za svaki gas kao što je to definisano standardima i praksom. Primer obeležavanja bakarnih cevi i rasporeda prikazano je na slici:



Slika 1. Primer rasporeda cevi i obeležavanje

Vođenje cevovoda izvesti nosačima i učvršćeno tipskim obujmicama sa gumenom oblogom radi galvanskog odvajanja materijala obujmica i zidnih nosača. Cevovodi su položeni saglasno standardu EN 7396, da ne bi došlo u toku eksploatacije do kasnije elongacije i deformacije cevovoda. Razdaljina između nosača je izvedena na rastojanjima os 1,5m do 2,4m u zavisnosti od mogućnosti (ostalih instalacija na objektu i slično.)



Slika 2. Primer tipske obujmice sa gumenom oblogom

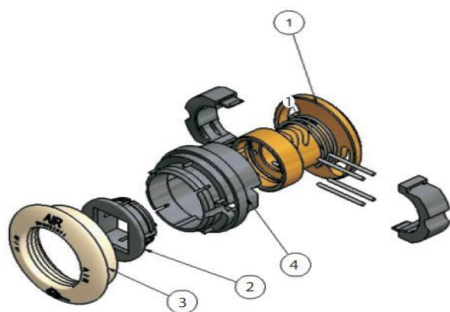
**Smer strujanja.** Smer strujanja medicinskih gasova označen je strelicom za svaku vrstu gasa, postavljenim na svakih 5 metara i na svakom granjanju ili skretanju cevovda

Tabela rastojanja solonaca:

| Spoljni prečnik cevovoda (mm) | Rastojanje oslonaca (mm) |
|-------------------------------|--------------------------|
| do 15                         | 1,5                      |
| 22 do 28                      | 2,0                      |
| 35 do 54                      | 2,5                      |

**Priključna mesta (utičnice).** Sva priključna mesta za medicinske gasove i vakuum tzv. utičnice moraju biti izrađena u potpunosti sa standardom EN7396-1-2 i posedovati CE znak. U zavisnosti od tehnologije i potrebe sva priključna mesta tj terminalne jedinice će biće montirane u izvedbi “ugradnja u nadkrevetni zidni set” ili “nazidna montaža”, a mesto, način i raspored ugradnje je definisan i predstavljen u grafičkoj dokumentaciji elaborata.





Priključno mesto za medicinski gas, izrađeno po EN standardu, proizvođač Draeger, Greggersen ili evavilentno

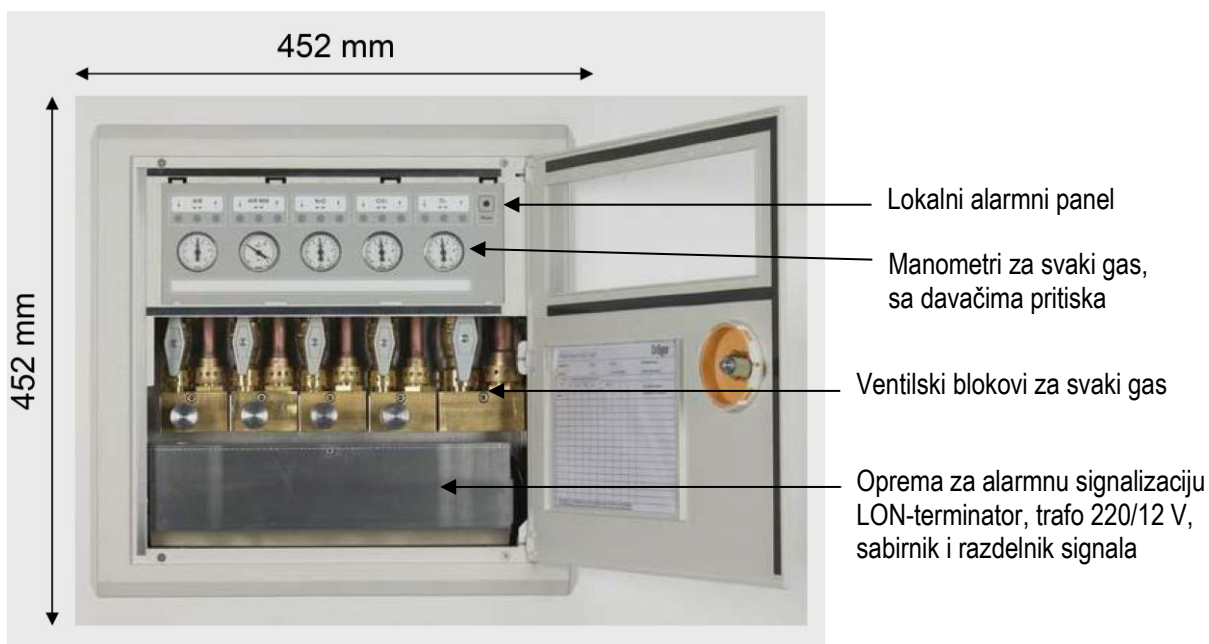
Na crtežu su naznačeni:

- 1 – Mesingani zadnji deo priključnog mesta sa nepovratnim ventilom
- 2 – Prednji deo odbravljivača
- 3 – Prednja maska sa oznakom tipa medicinskog gasa

**Spratna kontrolno-ventilska kaset.** Izrađena u skladu sa standardom SRPS EN 7396-1; DIN EN ISO 60601-1; DIN EN ISO 60601-1-8. Spratne kontrolno-ventilske kasete služe za odvajanje i kontrolu snabdevanja medicinskim gasovima delova bolnice i načelno se postavljaju u hodnicima svakog sprata. Nije predviđeno postavljanje nijednog uređaja između predmetnih kasete sa ventilima i utičnica koje se preko iste snabdevaju.

Na svim zapornim ventilima unutar kontrolno-ventilskih kasete montirani su senzori pritiska radi signaliziranja alarmnog stanja usled preniskog ili previsokog pritiska.

Svaka kasete se sastoji od ugradne kutije za 1-3 gasa odnosno 4-6 gasova, ventilskih blokova DN15 sa brzim NIST priključcima i manometrima Ø50mm za svaki gas, davačima kontakta 4-20mA i zapornim kuglastim ventilima, ulazno-izlaznom bakarnom cevi za svaki gas Ø15x1.0mm, integrisanom signalizacijom stanja pritiska gasova kao i prednjim vratancima sa specijalnom bravom i ključem za potrebu hitnog otvaranja i zatvaranja zapornog ventila usled požara i sl.



---

### Primer Kontrolno-ventilske kasete, uzidna

**NAPOMENA:** Povezivanje magistralnog cevovoda na centralnu stanicu medicinskih gasova nije deo ovog projekta Granica projekta je definisana na crtežu i završena sa kuglastim mesinganim ventilima. Dovodne cevi iz stanica je predmet projekta stanica medicinskih gasova sa magistralnim cevovodima.

#### **Paralelni signalizatori stanja pritiska medicinskih gasova (Kao sastavni deo tehničkog ormana).**

Alarmni uređaji služe za obaveštavanje osoblja bolnice ako dođe do odstupanja pritiska nekog od komprimovanih gasova i/ili vakuma prilikom snabdevanja. U slučaju pada ili porasta pritiska preko definisanih vrednosti ( $\pm 20\%$  od nominalnih vrednosti komprimovanih gasova 5bar) alarm se aktivira automatski aktivira i istovremeno zvučno i vizuelno upozoravaju osoblje. Signalizator je ugrađen kao sastavni deo Tehničkog ormana u OP salama.

---

## Nadkrevetne jedinice

Na osnovu projektnog zadatka, zahtevina investitora i višegodišnje inženjerske prakse predviđene su nadkrevetne jedinice koje imaju integrisanu direktnu i indirektnu rasvetu, potreban broj priključnica jake i slabe struje, u zavisnosti od namene prostorija, kao i optimalan broj priključnica medicinskih gasova. Predloženi tipovi nadkrevetnih jedinica predviđene su na osnovu korisničkog iskustva na ostalim odeljenjima Kliničkog centra Crne gore, gde su ovi modeli u eksploataciji više od 10 godina. Predvideti sledeće modele:

### Plafonska jedinica intenzivne nege.



Plafonska jedinica za 1 krevet, služi za napajanje uređaja električnom energijom i medicinskim gasovima za potrebe intenzivne nege pacijenata. Izveden po principu spajanja osnovnih priključnica u celinu sa centralnim mestom dovoda instalacija sa plafona (levi i desni). Komplet jedinice je opremljen sa svom pratećom instalacijom i elementima za nesmetani funkcionalni rad jedinice i instalacija. Za smeštaj opreme i pribora obezbeđeni su nosači za “suvu” stranu (aparati, monitori) i “mokru” stranu (strana infuzije i aspiracije) predvideti sledeću opremu:

---

### **Osvetljenje**

Indirektno svetlo (12000lm), direktno svetlo (3000lm), nadzorno svetlo (300lm) u svemu prema standardu EN 12464-1.

### **Napajanje**

8 kom. PIN-a za dodatno izjednačavanje potencijala (prema VDE 42801).

Četiri šuko utičnice sa zaštitnim kontaktom zelene boje (invertor) i indikacijom prisutnosti napona i šest šuko utičnice sa zaštitnim kontaktom crvene boje (agregat) sa indikacijom prisutnosti napona

### **Komunikacija**

Jedna komunikacijska priključnica RJ45 cat6.

### **Distribucija medicinskih gasova**

2 kom. Priključnica za kiseonik O2, 2 kom. Priključnica za AIR 5 i priključnica za vakum VAC,

### **Bolnička signalizacija**

Predviđa se pozivno razrešna kombinacija, namenjena odeljenjima intenzivne nege . Svaka pozivno razrešna kombinacija ima priključnicu za povezivanje ručnog seta sa paralelnim tasterima za poziv sestre i paljenje/gašenje direktne rasvete, Sastavni deo uređaja je i elektronski sklop za obezbeđivanje tih funkcija.

### **Boja**

Osnova bolesničkog seta je od eloksiranog aluminijuma u prirodnoj boji aluminijuma, a prednje maske od eloksiranog aluminijuma ili u RAL5014 i RAL7035, a druge boje na zahtev kupca.

### **Nosači opreme**

Medicinska šina je sastavni deo bolesničkog kanala celom dužinom, a na zahtev kupca može da bude kraća u delu priključaka medicinskih gasova.

### **Suva strana**

- Jedna polica bez fioke
- Jedna polica sa fiokom

### **Mokra Strana**

- jedne police bez fioke
- jedne police sa fiokom
- nosaca za infuzione pumpe
- nosaca za infuzione rastvore

---

## Nadkrevetne jedinice poluintenzivne I intenzivne nege



Integriranost potreba u pogledu rasvete, većeg broja električnih priključaka, medicinskih gasova i vakuma i nosača opreme (čista medicinska šina). Zadovoljava sve potrebe bolesničkih soba **poluintenzivne nege** i sličnog tretmana.

### Osvetljenje

Indirektno svetlo (12000lm), direktno svetlo (3000lm), nadzorno svetlo (300lm) u svemu prema standardu EN 12464-1.

### Napajanje

Dva PIN-a za dodatno izjednačavanje potencijala (prema VDE 42801).

Četiri šuko utičnice sa zaštitnim kontaktom bele boje (mreža) i dve šuko utičnice sa zaštitnim kontaktom crvene boje (agregat).

### Komunikacija

Jedna komunikacijska priključnica RJ45 cat6.

### Distribucija medicinskih gasova

Priključci za O<sub>2</sub> i KV5 i VAC

### Bolnička signalizacija

Priključni terminal bolničke signalizacije sa paralelnim tasterima za poziv sestre i paljenje/gašenje direktne rasvete, kao i elektronski sklop za obezbeđivanje tih funkcija.

### Boja

Osnova bolesničkog seta je od eloksirano aluminijuma u prirodnoj boji aluminijuma, a prednje maske

---

od eloksiranog aluminijuma ili u RAL5014 i RAL7035, a druge boje na zahtev kupca.

### **Nosači opreme**

Medicinska šina je sastavni deo bolesničkog kanala celom dužinom, a na zahtev kupca može da bude kraća u delu priključaka medicinskih gasova.

## **Tehnički uslovi za instalaciju razvoda medicinskih gasova**

Sve cevi koje se ugrađuju, kao i armatura, moraju imati pored atesta proizvođača i potvrdu o dezoksidiranju i odmašćivanju. Sastavni delovi razvodnih instalacija gasova i vakuuma koji se koriste u medicini, moraju biti kompatibilne sa kiseonikom, čisti i bez primesa ulja, masti i ostalih primesa.

Cevna mreža mora biti izrađena od specijalnih bakarnih cevi za medicinske gasove. Tehnički uslovi izrade i isporuke, mere i odstupanja propisani su standardima SRPS EN 13348.

Moraju se preduzeti sve mere za obezbeđenje čistoće tokom transporta, skladištenja i montaže. Cevi od strane proizvođača moraju biti ispitane na čvrstoću hidrauličnom probom. Nakon ove probe cevi moraju biti odmašćene i očišćene a sve prema standardu SRPS EN 13348., a krajevi zatvoreni kapama, kako se u transport cevi ne bi zaprljale.

Armatura za zatvaranje i ostala armatura mora da odgovara standardima, da je solidne konstrukcije i nazivnog pritiska kako je naznačeno u projektu. Armatura za zatvaranje mora hermetički da zatvara. Cevni vodovi se spajaju tvrdim lemljenjem sa srebrom isključivo preklopnim spojevima, samo acetilenskim plamenom (ne koristiti kiseonik-acetilen). Tvrdi lemljenje vršiti u zaštitnoj atmosferi inertnog gasa. Primeniti lem sa sadržinom srebra između 20% i 40%.

Pri spajanju cevi pomoću naglavaka sa navojem (muf-spojevi) ne sme se za zaptivanje spoja upotrebljavati kudolja ili drugi organski zaptivni materijali, umočeni u ulje (olovni minijum ili drugi masni materijali). Za zaptivanje koristiti samo zaptivače od bakra, fibera i traku od teflona. Upotreba kartona, gume ili drugog materijala organskog porekla za zaptivanje spojeva cevi zabranjena je.

Za izvođenje radova zavarivanja treba se pridržavati Uredbe o merama zaštite od požara pri izvođenju radova zavarivanja, rezanja i lemljenja. Ovaj propis utvrđuje obavezu pribavljanja odobrenja od ovlašćenog lica pre započinjanja zavarivačkih radova na privremenim mestima za zavarivanje.

Rukovodilac radova po dobijanju odobrenja za zavarivanje dužan je da proveri da li su preduzete sve mere za bezbedno izvođenje radova.

Sve zavarivačke radove mogu da izvode samo zavarivači sa proverenom stručnom osposobljenošću (važeći atest).

Alat za rad mora biti čist i namenjen za rad samo na instalacijama za 02.

---

Radius savijanja cevi je  $3,5 \div 4$  puta veći od spoljasnog prečnika cevi. Razmak od najbližeg poprečnog zavarenog šava i početka savijanja cevi ne sme biti manji od jednog spoljasnog prečnika cevi ili min 100 mm.

Cevni vod mora biti zaštićen od atmosferskog pražnjenja i statičkog elektriciteta prema propisima za elektrotehničke instalacije. Cevni vod se ne sme koristiti za uzemljenje električnih instalacija. Svi prirubnički spojevi cevi moraju biti premošćeni sa prelaznim otporom manjim od 0.03 oma. Cevni vodovi se mogu postavljati podzemno ili nadzemno. Pri izboru trase cevovoda O<sub>2</sub> mora se uzeti u obzir sastav zemljišta, uticaj podzemnih voda, raspored i smeštaj drugih instalacija (električni vodovi, vodovod i kanalizacija, zapaljivi gasovi i tečnosti i sl.), kao i svi drugi objekti i instalacije koji mogu uticati na siguran rad cevnog voda za O<sub>2</sub>.

Ukoliko podzemni cevovod preseca drum ili železničku prugu mora biti provučen kroz zaštitnu cev. Prečnik metalne cevi ne sme biti manji od 100mm, a prstenasto rastojanja između cevi najmanje 20 mm.

Ako se nadzemni cevni vod vodi paralelno ili ukršta sa drugim vodovima gasova i tečnosti, rastojanje između najbližih izvodnica cevi mora da iznosi najmanje 0,2 m, a od neizolovanih vodova vrele vode ili pare 0,4 m.

Rastojanje cevnog voda od zidova i konstrukcija mora biti takvo da omogući laku montažu, izolaciju, bojenje i održavanje. To rastojanje mora da iznosi najmanje 0,1 m od površine cevi (uključujući izolaciju, ako se cevni vod izoluje).

Cevni vod za O<sub>2</sub> ne sme biti ispod cevnog voda za agresivne gasove i tečnosti.

Za merenje i kontrolu pritiska fluida u cevnim vodovima smeju se upotrebljavati samo manometri građeni i opremljeni za tu svrhu. Dopusćeni pritisak gasa u instalaciji mora biti na skali manometra obeležen crvenom crtom.

Radovi na montaži počinju kad su svi elementi instalacije stigli na gradilište i kad su prethodno očišćeni. Ruke radnika koji vrši montažu, odeća i alat ne smeju biti zaprljani uljem ili mašću. Alat mora biti čist i namenjen samo za rad na instalacijama kiseonika. Nadzor mora biti prisutan pri izvođenju svakog spoja, kako bi utvrdili čistoću naležućih površina i da neželjeni materijal nije dospao u cevovod.

Posle završene montaže cevovoda, cevni vodovi se produvavaju komprimovanim vazduhom ili inertnim gasom pre čišćenja. Gas koji se koristi za čišćenje cevovoda mora biti čist i bez prisustva ulja, kako ne bi zaprljao cevovod.

Sistem koji je montiran i očišćen, a neće biti pušten u rad, treba staviti pod pritisak čistog i suvog vazduha ili inertnog gasa (azota) kako bi se sprečila unutrašnja korozija.

Na mestima prolaza cevi kroz zidove i međuspratne konstrukcije isti moraju biti zaštićeni čeličnim cevima najmanje 20 mm većeg unutrašnjeg prečnika od predmetnog cevovoda. Prostor između cevi i zida čaure ispuniti azbestom ili drugim nezapaljivim materijalom.

Sistem cevovoda se mora koristiti samo za negu bolesnika.

---

Cevovodi moraju biti razdvojeni od razvoda električne energije na rastojanju od min. 200 mm, osim kada se cevovodi i razvod električne energije vode razdvojeni pregeradama.

Cevovode treba postaviti tako da mogu dilatirati bez štetnih posledica po elemente koji nose cevovode. Cevovodi moraju biti zaštićeni od mehaničkih oštećenja (npr. usled pomeranja pokretnih uređaja kao što su kolica i nosila, i sl.).

Cevovodi moraju biti oslonjeni na stabilne oslonce koji onemogućavaju pomeranje, savijanje i krivljenje cevovoda. Oslonci moraju biti izrađeni od materijala otpornog na koroziju, ili sa oblogom otpornom na koroziju. Oslonci se moraju zaštititi ili izolovati prema cevovodu da bi se smanjila elektrolitička korozija.

Nezaštićeni cevovodi se ne smeju postavljati u područjima gde postoji posebna opasnost, npr. u područjima u kojima se vrši skladištenje zapaljivih materijala. Kada je to neophodno, cevovodi se moraju zaštititi oblogom koja onemogućava oslobađanje medicinskog gasa unutar prostorije u slučaju nezaptivenosti sistema cevovoda u ovom području.

Ne sme se dozvoliti da cevovodi dođu u kontakt sa uljem ili mastima.

Cevovodi se ne smeju postavljati u otvore liftova i ventilacione kanale.

Cevovodi za razvod gasa moraju biti premošćeni sa prelaznim otporom manjim od 0.03 oma.

Uzemljenje cevovoda mora se izvršiti što je moguće bliže tački ulaska u zgradu. Cevovodi se ne smeju koristiti za uzemljenje električnih uređaja.

Cevovodi moraju biti identifikovani i obeleženi imenom gasa ili hemjskim simbolom i bojom neposredno pored zapornog ventila, na mestima grananja i promena pravca strujanja, ispred i iza zidova i pregrada itd., na svakih 10 m dužine cevovoda i u blizini uređaja za priključivanje. Ovo obeležavanje mora biti trajno i uočljivo, na primer pomoću metalnih etiketa, natpisa, utiskivanjem, ili nalepnicama.

Popravke i remont opreme smeju se vršiti samo uz prisustvo ovlašćenog i odgovornog stručnjaka. Remont i popravka vodova za kiseonik sme se vršiti samo posle njihovog dovođenja na atmosferski pritisak.

Sva ispitivanja posle završetka montaže instalacije moraju se izvesti od strane ili u prisustvu ovlašćene institucije za ispitivanje ili ovlašćenog kvalifikovanog osoblja koje mora korisniku ili naručiocu ispitivanja predati izveštaj o rezultatima ispitivanja.

Postupci ispitivanja koje je potrebno sprovesti da bi se dokazalo da se instalacija razvoda cevnihi vodova može pustiti u rad su:

- da cevovod može da izdrži radni pritisak i da je dobro zaptiven,
- da se na svakom potrošnom mestu može uzimati samo predviđeni gas,
- da je očišćen od svih ispitnih gasova (probnihi) i da sadrži samo procesni gas,
- (ukoliko se ispituje i razvodna mreža medicinskihi gasova) da se na svakom potrošnom mestu može dovesti potrebna količina gasa a da se ne prekorači predviđeni pad pritiska.



---

Za ispitivanje aparata i cevovoda preporučuje se primena azota, odnosno formir gasa. Takođe, za ispitivanje cevovoda može se koristiti i gas koji za koji je cevovod predviđen. Nakon završene montaže cevovoda, izvršiti produvavanje inertnim gasom (azotom), a pre puštanja u rad, izvršiti sledeća ispitivanja i postupke:

- ispitivanje i provera zaptivenosti cevovoda i podele na zone, obeležavanje zonskih zapornih ventila, kao i provera obeležavanja uređaja za priključivanje. Zaptivenost cevovoda vršiti na pritisku od najmanje 150% radnog pritiska i 500 kPa za vakuumske cevovode. Probni pritisak treba da se održi najmanje 24 časa. U toku ovog vremena ne smeju se pokazati nikakva nezaptivena mesta.

- Provera povezivanja i ukrštanja cevovoda, protoka, pada pritiska i performanse sistema. Ne sme postojati povezivanje između cevovoda za različite gasove i vakuum. Ako se ovo ispitivanje vrši istovremeno sa ispitivanjem identifikacije gasa, mora se koristiti utvrđeni gas. Pad pritiska u cevovodu ne sme prekoračiti dozvoljene vrednosti kada se sistem ispituje pri projektovanom protoku i meri na nekom potrošnom mestu (Dozvoljeni pad pritiska između izvora napajanja i pojedinačnih priključaka iznosi 10% za medicinske gasove, a 20% za vakuum).

- Ispitivanje sigurnosnih ventila. Sigurnosne ventile Provera pravilnih podela na zone i obeležavanje zonskih zapornih ventila. Mora se proveriti pravilno obeležavanje svakog zapornog ventila.

- Ispitivanje zaptivenosti zapornih ventila: nakon završenog ispitivanja zaptivenosti cevovoda, pristupiti ispitivanju zaptivenosti zapornih ventila. U tu svrhu se zatvaraju redom jedan za drugim zaporni ventili i spušta pritisak iza ventila. Za vreme ovog ispitivanja nije dozvoljen porast pritiska u pravcu strujanja u odnosu na ventil ili propuštanje u okolinu tokom najmanje 15 minuta.

- treba priključiti i potom ispitati da li ispuštaju sigurno pri svakom podešenom nad pritisku.

### **Funkcionalno ispitivanje svih izvora napajanja.**

- Ispitivanje sistema signalizacije. Performanse sistema signalizacije moraju se ispitati za sve redovne i vanredne uslove rada.

- Ispiranje i punjenje specifičnim gasom. Svaka razvodna instalacija mora se isprati azotom ili formir gasom dovoljno puta da se odstrane sve eventualne nečistoće. Nakon ispiranja svako priključno mesto je potrebno "produvati" da bi se odstranio ispitni gas.

- Ispitivanje čistoće medicinskih gasova ograničava se na utvrđivanje prisustva nečistoća u instalaciji. Dovoljno je da se svaki medicinski gas pusti da ističe oko 10 sekundi na jedno belo parče papira, a na papiru ne sme biti vidljivih nečistoća.

- Ispitivanje vrste gasa vrši se pomoću mernog uređaja za koncentraciju kiseonika. Ispitivanje vrste gasa potrebno je izvršiti na svakom priključnom mestu i treba dobiti sledeće rezultate:

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| Medicinski gas      | Pokazivanje koncentracije kiseonika |
| Kiseonik            | > 90 %                              |
| Komprimovani vazduh | između 20 % i 22 %                  |

#### Ispitivanje instalacije na zaptivenost

#### **Vrši se prema tački 12.6.1.4 - Test for leakage from the compressed medical gas pipeline systems**

Ispitivanje se može vršiti nakon izvršenog ispitivanja na čvrstoću, a pre svih završnih građevinsko-zanatskih i instalaterskih radova kojima bi se ispitivani cevovodi učinili nedostupnim (malterisanje, postavljanje spušenog plafona, postavljanje zaštitnih maski za cevi, itd.).

Ispitivanje instalacije za medicinske gasove na zaptivenost treba vršiti ispitnim pritiskom koji je jednak vrednosti nominalnog radnog pritiska i to snižavanjem ispitnog pritiska na čvrstoću do vrednosti nominalnog radnog pritiska, pri čemu instalacija mora biti fizički odvojena od izvora gasa za ispitivanje.

Samo onaj deo instalacije koji se ispituje sme da bude pod pritiskom.

Ispitivanje se vrši u trajanju od najmanje 2 časa, a najviše 24 časa, što zavisi od mogućnosti izjednačavanja temperature ispitnog gasa i temperature okoline.

- Za deo instalacije sa nominalnim radnim pritiskom 5 bar ispitni pritisak je

$$p_{isp} = 5 \text{ bar}$$

- Za deo instalacije sa nominalnim radnim pritiskom 8 bar ispitni pritisak je

$$p_{isp} = 8 \text{ bar}$$

- Za deo instalacije pod vakuumom (VAK), ispitni pritisak iznosi

$$p_{isp} = -0,8 \text{ bar, odnosno maksimalni radni vakuum}$$

Instalacija se smatra zaptivenom:

1) ako pad pritiska u deonici pre kontrolne ventilske kasete, posle isteka predviđenog vremena ispitivanja ne prekorači vrednost od 0,025 %.

2) ako pad pritiska u deonici posle kontrolne ventilske kasete, posle isteka predviđenog vremena ispitivanja, ne prekorači vrednost od 0,4 - 0,6 % u toku jednog časa, od trenutka izjednačavanja temperatura gasa i okoline, pri čemu veća vrednost važi kada se u sklopu ispituju i montirane plafonske jedinice koje se spajaju na mrežu fleksibilnim crevima.

Ukoliko se kompletna instalacija izvodi vidno, po zidovima i plafonima, ispitivanje na zaptivenost može se vršiti i radnim gasom na nominalnom radnom pritisku i to po završetku kompletne instalacije, a pre funkcionalne probe instalacije.

Ukoliko se utvrdi nedozvoljeni pad pritiska u instalaciji, mesta propuštanja treba otkriti pomoću sredstva za ispitivanje propuštanja - detektori curenja, sapunica i sl.

- Funkcionalno ispitivanje se vrši u cilju provere postizanja i održavanja zadatih parametara instalacije (pritisak, protok, čistoća gasa). Instalacija se ispituje na osnovu podataka isporučilaca komponenti instalacije i izvođača montažnih radova.
- Pored ostalih ispitivanja, kod svakog priključnog mesta za medicinske gasove i vakuum potrebno je ispitati mehaničko funkcionisanje utičnica, kao i nezamenljivost, odnosno, nemogućnost priključenja pogrešnih utičnica.

#### Puštanje u rad

Puštanje u rad instalacije za medicinske gasove može se izvršiti tek posle završetka ispitivanja. Puštanje u rad instalacije vrši se od strane izvođača montažnih radova.

Posle puštanja u rad instalacije za medicinske gasove uklanjaju se oznake koje su označavale nedostatke spremnosti za rad postrojenja.

#### Predaja korisniku i dokumentacija

Posle puštanja u rad instalacije za medicinske gasove, izvođač predaje korisniku ispitanu instalaciju. Kod predaje instalacije vrši se obučavanje korisnika za rad sa instalacijom za medicinske gasove.

Kod predaje instalacije korisnik prima sledeću dokumentaciju od izvođača:

Revidovane projekte svih instalacija,  
Tehnološke i električne šeme instalacije,  
Uputstva za upotrebu za sve komponente instalacije,  
Liste rezervnih delova,  
Protokol o ispitivanju.

Posle predaje instalacije za medicinske gasove izvođač montažnih radova na instalaciji i korisnik instalacije zajednički sačinjavaju protokol o predaji, u kome potvrđuju da je:

izvršena obuka,  
predata potpuna dokumentacija,

#### Održavanje

Radove na održavanju instalacije za medicinske gasove mogu izvoditi samo specijalizovane organizacije i stručno obučeno osoblje korisnika instalacije.

---

Svi izvršeni radovi na održavanju moraju biti dokumentovani odgovarajućom tekstualnom i grafičkom dokumentacijom, a instalacije kod kojih su izvršene značajne izmene moraju biti ponovo ispitane.

Potrebno je posebnu pažnju usmeriti na:

- održavanje kapaciteta celokupnog sistema i pojedinih komponenti,
- moguća nezaptivena mesta,
- habanje,
- nečistoće,
- mere za održavanje zdatog stanja.

U slučaju izvođenja radova na održavanju potrebno je da korisnik instalacije za medicinske gasove vodi brigu o:

- obaveštavanju postojećeg tehničkog i medicinskog osoblja,
- označavanju postojećih delova postrojenja koja nisu u pogonu,
- osiguravanju nužnog smeštaja pacijenata.
- u datom slučaju.

Izvođač koji bude izvodio radove će formalno vršiti promet medicinskih sredstava. Time izvođač radova razvoda medicinskih gasova mora imati, saglasno Zakonu o lekovima i medicinskim sredstvima, kao i Pravilniku o prometu medicinskih sredstava, katozvano dozvolu za promet medicinskih sredstava određene klase I kategorije.

---

## **Spisak korišćenih standarda i normi sistema razvoda medicinskih gasova**

- MEST EN ISO 15223-1:2022 Medicinska sredstva – Simboli koji se koriste na oznakama medicinskih sredstava, označavanje i informacije koje treba dostaviti - Dio 1: Opšti zahtjevi
- MEST EN 1041:2014 Informacije o medicinskim sredstvima koje daje proizvođač
- MEST EN 60601-1:2012/A12:2016 Medicinska električna oprema - Dio 1: Opšti zahtjevi za osnovnu bezbjednost i osnovne performanse
- MEST EN 60601-1-2:2016 Medicinska električna oprema - Dio 1-2: Opšti zahtjevi za osnovnu bezbjednost i osnovne performanse - Prateći standard: Elektromagnetne smetnje - Zahtjevi i ispitivanja
- MEST EN ISO 9170-1:2021 – Priključne jedinice za sisteme cjevovoda medicinskog gasa - Dio 1: Priključne jedinice za upotrebu sa komprimovanim medicinskim gasom i vakuumom
- MEST EN ISO 9170-2:2011 Priključne jedinice za sisteme cjevovoda medicinskog gasa - Dio 2: Priključne jedinice sistema za odstranjivanje gasova za anesteziju
- MEST EN 13348:2018 - Bakar i legure bakra - Bešavne bakarne cijevi kružnog poprečnog presjeka za gasove za medicinske svrhe ili vakuum
- MEST ISO 7396-1:2017- Sistemi cjevovoda medicinskog gasa - Dio 1: Sistemi cjevovoda za komprimovani medicinski gas i vakuum
- ISO 7396-2:2011 Sistemi cjevovoda medicinskog gasa - Dio 2: Sistemi za odstranjivanje gasova za anesteziju

Odgovorni projektant :

Andrija Bešić, dipl.inž.maš.

---

#### **4.2.4. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA**

|          |  |
|----------|--|
| 4.2.4.1. | Fizičko-hemijske osobine gasova                        |
| 4.2.4.2. | Proračun kapaciteta i dimenzija cevovoda               |
| 4.2.4.3. | Provera vertikalna i magistralnog voda                 |
| 4.2.4.4. | Pregled potrošnje medicinskih gasova i sadržaja opreme |
| 4.2.4.5. | Provera dozvoljenog pada pritiska                      |
| 4.2.4.6. | Predmer i predračun                                    |

#### 4.2.4.1. Fizičko hemijske osobine gasova

| HEMIJSKI ZNAK                                      | O <sub>2</sub> |                      |
|--|----------------|----------------------|
| Molska masa M                                      | 32             | (kg/kmol)            |
| Gustina pri 1,033 bar                              | 1,429          | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| Gasna konstanta                                    | 259,84         | (J/kg K)             |
| Specifični toplotni kapacitet pri 15°C i 1.033 bar |                |                      |
| cp   | 0,913          | (kJ/kg K)            |
| cv   | 0,653          | (kJ/kg K)            |
| Odnos cp/cv  | 1.4            |                      |
| Dinam.viskoznost pri 0°C i 1.013 bar               | 20,3x106       | (Ns/m <sup>2</sup> ) |
| <i>Kritična tačka:</i>                             |                |                      |
| Temperatura TK                                     | 154,78         | (°C)                 |
| Pritisak pk  | 51,09          | (bar)                |
| Gustina ρk   | 380            | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| Faktor kompresibilnosti                            | 0,292          |                      |
| <i>Osobine pri 1,033 bar:</i>                      |                |                      |
| Temperatura ključanja                              | -194.35        | (°C)                 |
| Toplota isparavanja (na tački ključanja)           | 213,2          | (kJ/kg)              |

| HEMIJSKI ZNAK                                      | vazduh   |                      |
|--|----------|----------------------|
| Molska masa M                                      | 28,95    | (kg/kmol)            |
| Gustina pri 1,033 bar                              | 1,293    | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| Gasna konstanta                                    | 287      | (J/kg K)             |
| Specifični toplotni kapacitet pri 15°C i 1.033 bar |          |                      |
| cp   | 1.00     | (kJ/kg K)            |
| cv   | 0.72     | (kJ/kg K)            |
| Odnos cp/cv  | 1.4      |                      |
| Dinam.viskoznost pri 0°C i 1.013 bar               | 17,3x106 | (Ns/m <sup>2</sup> ) |
| <i>Kritična tačka:</i>                             |          |                      |
| Temperatura TK                                     | -140.7   | (°C)                 |
| Pritisak pk  | 36,6     | (bar)                |
| Gustina ρk   | 351      | (kg/m <sup>3</sup> ) |
| <i>Osobine pri 1,033 bar:</i>                      |          |                      |
| Temperatura ključanja                              | -194.35  | (°C)                 |
| Toplota isparavanja (na tački ključanja)           | 205      | (kJ/kg)              |

#### 4.2.4.2. Proračun kapaciteta i dimenzija cevovoda

Na osnovu HTM 02-01 part A (Medicinski gasovi Zdravstveni tehnički memorandum 02-01: Deo A: Projektovanje, instalacija, validacija i verifikaciju se vrši dimenzionisanjem cevovoda i kapacitetom podstanica za medicinske gasove.

Potreban kapacitet potrošnje određen je na osnovu broja potrošača, vrsti prostorija sa potrošačima, potrošnje po terminalnim jedinicama i koeficijent jednovremenosti rada potrošača, prema podacima datim u projektnom zadatku.

**Izbor dimenzija cevovoda u praksi se obavlja prema standardima proizvođača opreme na osnovu broja priključenih terminalnih jedinica na deonici cevovoda i prosečnoj potrošnji po terminalnoj jedinici, s tim da zadovoljava sledeće kriterijume:**

- srednja brzina gasa u razvodnom cevovodu ne sme preći 10 m/s (s tim, da je bolje ići sa nižim vrednostima brzina, zbog pada pritiska), a kod vakuuma 25 do 30 m/s.
- pad pritiska u cevovodu od izvora potrošnje do svakog potrošnog mesta ne sme preći maksimalnu dozvoljenu vrednost, koja iznosi 0,25 bar za gasove pod pritiskom 5 bar-a, 0,5 bar za komprimovani vazduh 10 bar-a, a za vakuum 0,05 bar.
- Kao dodatni kriterijum usvojeno je da najmanji unutrašnji prečnik cevovoda komprimovanih medicinskih gasova iznosi 6 mm, a za vakuum 10 mm.

Količina (protok gasa) kroz određenu deonicu razvodnog cevovoda određuje se na osnovu broja i strukture potrošača koji se snabdevaju iz predmetne deonice, proračunske potrošnje gasa po potrošnom mestu i koeficijenta jednovremenosti rada terminalnih jedinica.

Postupak dimenzionisanja cevovoda sastoji se u određivanju proračunskog protoka kroz svaku deonicu cevovoda, određivanja najmanjeg unutrašnjeg prečnika cevovoda koji zadovoljava uslov brzine kroz cevovode. Na osnovu toga usvoji se standardna dimenzija cevi, a zatim se, nakon što su određeni svi protoci i dimenzije cevovoda, proverava drugi uslov - pad pritiska u cevovodu do najudaljenijeg potrošača. Ukoliko pad pritiska prevazilazi dozvoljenu vrednost, usvaja se druga dimenzija cevi, dok se uslov ne ispuni.

Kapacitet potrošnje iznosi:  $Q_0 = \sum(n_i \cdot q_{pi} \cdot \phi_i) \cdot 60/1000$ , ( $m^3/h$ ), gde je  $n$  ukupan broj potrošača,  $q_{pi}$  potrošnja po potrošnom mestu, ( $l_n/min$ ), a  $\phi$  koeficijent jednovremenosti rada potrošača. Potrošnja po jednom radnom mestu daje se za stanje gasa na normalnim atmosferskim uslovima (pritisak 1,01325 bar i temperatura  $T=288$  K).

Sistem cevovoda potrebno je tako dimenzionisati da kod punog protoka srednja brzina strujanja medicinskih gasova za O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O i KV5 ne pređe vrednost od 10 m/s

o Unutrašnji prečnik cevovoda određujemo prema obrascu:

$$d_{ur} = \sqrt[5]{\frac{4 \times Q \times 10^6}{60.000 \times \pi \times W_d}} (mm)$$



Gde je

$Q$ (lit/min) -protok medicinskih gasova u datoj deonici,  
 $W_d = 10$  m/s -preporučena brzina strujanja medicinskih gasova,

o Protok u cevovodu sa jednom dimenzijom prečnika i sa najvećim protokom za medicinske gasove 5 bar (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, KV5) određujemo prema:

$$Q = Q_o \frac{P_o}{P} \times \frac{T}{T_o} = 0,181 Q_o \text{ (lit/min)}$$

Gde je

$Q_o$  (lit/min) – potrošnja po normativu,  
 $P_o = 1,0133$  bar (aps),  $p = 1,0133 + 5 = 6,0133$  bar (aps)  
 $T_o = 273,15$  K (0 oC),

Tako da je

$$D_{ur} = 0,620 \times Q_o^{1/2} \text{ (mm)}$$

o Stvarnu brzinu strujanja proračunavamo prema:

$$w = \frac{4 \times Q \times 10^6}{60.000 \times \pi \times d_{U^2}} = 21,23 \frac{Q}{d_{U^2}} \text{ (m/s)}$$

Kako je instalacija razvoda gasova i vakuuma:

- |     |                          |   |
|-----|--------------------------|---|
| 1.1 | O <sub>2</sub> (5 bar)   | Instalacija razvoda kiseonika nominalnog pritiska 5 bar                         |
| 1.2 | KV (5 bar)               | Instalacija razvoda medicinskog komprimovanog vazduha nominalnog pritiska 5 bar |
| 1.3 | N <sub>2</sub> O (5 bar) | Instalacija razvoda azotnog oksidula nominalnog pritiska 5 bar                  |
| 1.4 | V (0,5 bar)              | Instalacija razvoda vakuuma radnog pritiska na mestu potrošnje                  |
- $p = - 0,5$  bar

to je formula za računanje brzine gasova kroz bakarne cevi:

$$w = 3,843 \times \frac{Q_o}{d_{U^2}} \text{ (m/s)}$$

#### Maksimalni kapacitet cevovoda

Dobija se primenom naznačenih formula i za date brzine

- Medicinski gasovi 5 bar (O<sub>2</sub> I KV5) za maksimalnu brzinu gasova kroz bakarne cevi  $w_d = 10$  m/s

Prikazani su u tabeli:

| Dimenzija cevi (d x s) / mm/ | Maksimalni protok / l/min/ |
|------------------------------|----------------------------|
| 8 x 1                        | 166                        |
| 12 x 1                       | 260                        |
| 15 x 1                       | 440                        |
| 22 x 1                       | 1040                       |
| 28 x 1,5                     | 1626                       |
| 35 x 1,5                     | 2664                       |

- Medicinski vakuum (VAC) za maksimalnu brzinu gasova kroz bakarne cevi  $w_d = 20$  m/s

Prikazani su u tabeli:

| Dimenzija cevi (d x s) / mm/ | Maksimalni protok / l/min/ |
|------------------------------|----------------------------|
| 10 x 1                       | 20                         |
| 12 x 1                       | 44                         |
| 15 x 1                       | 75                         |
| 22 x 1                       | 178                        |
| 28 x 1,5                     | 278                        |
| 35 x 1,5                     | 455                        |

#### 4.2.4.3. Provera vertikalna i magistralnog cevovoda

Za dimenzionisanje vertikalna uvodi se stepen jednovremenosti rada pojedinih terminalnih jedinica medicinskih gasova zavisno od ukupnog broja terminalnih jedinica koje se napajaju iz vertikalne. Zavisnost stepena jednovremenosti od broja terminalnih jedinica data je u sledecoj tabeli:

| $\Sigma P$ | $\eta$ | $\Sigma P$ | $\eta$ |
|------------|--------|------------|--------|
| 1-3        | 1,0    | 90         | 0,27   |
| 5          | 0,89   | 100        | 0,26   |
| 10         | 0,73   | 120        | 0,23   |
| 14         | 0,64   | 140        | 0,21   |
| 20         | 0,57   | 160        | 0,20   |
| 25         | 0,52   | 180        | 0,19   |
| 30         | 0,48   | 200        | 0,18   |
| 35         | 0,45   | 250        | 0,15   |
| 40         | 0,42   | 300        | 0,14   |
| 45         | 0,40   | 350        | 0,13   |
| 50         | 0,38   | 400        | 0,12   |
| 60         | 0,34   | 450        | 0,11   |
| 70         | 0,31   | 500        | 0,11   |
| 80         | 0,29   | 600        | 0,10   |

Legenda:

$\Sigma P$  – ukupan broj prikljucaka vezanih za odredjenu vertikalnu

$\eta$  – stepen jednovremenosti rada terminalnih jedinica

$\Sigma Q_i$  – zbir protoka na pojedinim etazama koji su vezani za odredjenu vertikalnu

$Q_r$  – racunski protok koji uzima u obzir stepen jednovremenosti rada

$Q_r = \eta \cdot \Sigma Q_i$

$\Delta p'$  – pad pritiska po duznom metru cevi

$d_u$  – unutrašnji prečnik cevi

$L$  – ukupna dužina cevovoda

U praksi se na osnovu iskustva i tabela datih u HTM 02-01- part. A na osnovu dužine deonice i potrebnog protoka određuje dimenzija cevovoda.

Razvodna mreža u glavnoj zgradi Bolnice dimenzionisana je prema preporukama za predviđeni broj priključnih mesta:

| Gas pod pritiskom od 5 bar |                        | Vakuum         |                        |
|----------------------------|------------------------|----------------|------------------------|
| Dimenzija cevi             | Broj priključnih mesta | Dimenzija cevi | Broj priključnih mesta |
| Ø 8 x 1 mm                 | 2                      | Ø 8 x 1 mm     | 1                      |
| Ø 12 x 1 mm                | 3 - 12                 | Ø 12 x 1 mm    | 2                      |
| Ø 15 x 1 mm                | 13 - 30                | Ø 15 x 1 mm    | 3 - 4                  |
| Ø 22 x 1 mm                | 30 - 60                | Ø 22 x 1 mm    | 5 - 20                 |
| Ø 28 x 1,5 mm              | preko 60               | Ø 28 x 1,5 mm  | 20 - 30                |
|                            |                        | Ø 35 x 1,5 mm  | preko 30               |
|                            |                        | Ø 42 x 1,5 mm  | magistralni cevovodi   |

Broj potrebnih potrošačkih mesta:

Kiseonik (O<sub>2</sub>) – 34 komada

Komprimovani vazduh (KV5) – 34 komada

Vakuum (VAC) – 34 komada

#### 4.2.4.4. PREGLED POTROŠNJE MEDICINSKIH GASOVA I SADRŽAJ OPREME

##### Normativi potrošnje za instalacije razvoda gasova (prema HTM 22)

| 1.         | <b>Instalacija razvoda kiseonika</b> |  |   |
|------------|--------------------------------------|--|---|
| Red. Broj. | Odeljenje                            | Nominalni protok za 1 potrosno mesto /odeljenje/ ( l/min ) | Ukupan protok po prostorijama ( l/min ) |
| 1          | Operaciona sala/Porodjajna sala      | 100  | $100+6(n-1)$                            |
| 2          | Priprema - anestezija                | 40   | $20+6(n-1)$                             |
| 3          | Intenzivna nega- neonatologija       | 40   | $20+3/4(n-1)6$                          |
| 4          | Apartman                             | 10   | 10                                      |
| 5          | Reanimacija                          | 40   | $20+6(n-1)$                             |
| 6          | Sva ostala odeljenja                 | 6  | $6+1/4*(n-1)6$                          |

| 2.         | <b>Instalacija razvoda komprimovanog vazduha</b> |  |   |
|------------|--|--|---|
| Red. Broj. | Odeljenje  | Nominalni protok za 1 potrosno mesto /odeljenje/ ( l/min ) | Ukupan protok po prostorijama ( l/min ) |
| 1          | Operaciona sala/Porodjajna sala                  | 50   | $50+10/4(n-1)$                          |
| 2          | Priprema - anestezija                            | 50   | $50+10(n-1)$                            |
| 3          | Intenzivna nega- neonatologija                   | 50   | $50+((n-1)50/2)$                        |
| 4          | Apartman   | 40   | 40                                      |
| 5          | Reanimacija                                      | 40   | $40+40/4(n-1)$                          |
| 6          | Sva ostala odeljenja                             | 10   | $20+10/4(n-1)$                          |

| sprat    |                          | broj<br>sobe | vrsta<br>prostorije    | Broj<br>jedinica<br>potrošnje | Uobičajeni<br>protok za<br>jednu jedinicu<br>potrošnje |     |     | Stepen<br>jednovremenosti<br>potrošnje |     |     | Ukupna<br>potrošnja |     |     |
|----------|--------------------------|--------------|------------------------|-------------------------------|--|-----|-----|--|-----|-----|---------------------|-----|-----|
|          |                          |              |                        |                               | O2   | KV5 | VAC | O2                                     | KV5 | VAC | O2                  | KV5 | VAC |
| II sprat | ONKOLOGIJA (HLADNA ZONA) | 13           | Šok Soba               | 18                            | 40   | 50  | 40  | 0,4                                    | 0,4 | 0,2 | 288                 | 360 | 144 |
|          |                          | KVK 1-1/II   |                        |                               |  |     |     |  |     |     | 288                 | 360 | 144 |
|          |                          | 13           | Šok Soba               | 12                            | 40   | 50  | 40  | 0,4                                    | 0,4 | 0,2 | 192                 | 240 | 96  |
|          |                          | 14           | Šok soba,<br>izolacija | 4                             | 40   | 50  | 40  | 0,4                                    | 0,4 | 0,2 | 64                  | 80  | 32  |
|          |                          | KVK 1-2/II   |                        |                               |  |     |     |  |     |     | 256                 | 320 | 128 |
|          |                          |              |                        |                               |  |     |     |  |     |     | 544                 | 680 | 272 |
|          |                          |              |                        |                               |  |     |     |  |     |     | O2                  | KV5 | VAC |

Odgovorni projektant :  
Andrija Bešić dipl.inž.maš

---

Obzirom na to da je u pitanju intenzivna nega sa 17 kreveta, da je kapacitet kontrolne ventilske kasete ograničena dolaznim presecima Ø15 za O<sub>2</sub>, Ø15 za AIR i Ø22 za VAC, I obzirom da je poželjno da, u slučaju servisa postoji mogućnost delimičnog isključenja potrošača, predviđa se da se napajanje potrošača medicinskim gasovima vrši iz dva izvora, a da se potrošači podele na dve kontrolne ventilske kasete, čime bi se osigurao potreban protok medicinskih gasova za potrebe intenzivne nege.

Iz svega ovoga, usvojeni preseci su:

Za prvi kontrolnu ventilsku kasetu:

O<sub>2</sub> – 288 l/min – usvojena bakarna cev za vertikalnu preseka Ø15

KV-5 – 360 l/min – usvojena bakarna cev za vertikalnu preseka Ø15

VAC – 144 l/min – usvojena bakarna cev za vertikalnu preseka Ø22

Za drugu kontrolnu ventilsku kasetu:

O<sub>2</sub> – 256 l/min – usvojena bakarna cev za vertikalnu preseka Ø15

KV-5 – 320 l/min – usvojena bakarna cev za vertikalnu preseka Ø15

VAC – 128 l/min – usvojena bakarna cev za vertikalnu preseka Ø22

Prilikom usvajanja preseka cevi vođeno je računa o potrebnom protoku potrebnom za trenutnu adaptaciju, kao i mogućnost dodatnog proširenja razvoda medicinskih gasova u sličaju da se javi takva potreba.

---

#### 4.2.4.5. Provera dozvoljenog pada pritiska

Dozvoljeni pad pritiska proveravamo za najkritičniju deonicu, za cevovod sa najlošijim odnosom prečnik-protok, odnosno sa potencijalno najvećim padom pritiska. To je prema iskustvu deonica do priključenog mesta koje je najudaljenije od izvora snabdevanja. Dozvoljeni pad pritiska za medicinske gasove (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, KV5) iznosi 10 %.

Potrebna vrednost radnog pritiska na priključnom mestu, odnosno, mestu potrošnje, treba da iznosi pri punom kapacitetu:

|   |   |
|---|---|
| Medicinski gas                          | Radni pritisak, potrebna vrednost sa graničnim odstupanjima |
| O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O i KV5 | 5 ± 0,5 bar   |

Da bi se potrebna vrednost radnog pritiska mogla sigurno podesiti potrebno je da se sistem cevovoda tako dimenzioniše da pad pritiska usled otpora strujanja u cevovodima ne prekorači vrednosti date u sledećoj tabeli:

|   |   |
|---|---|
| Medicinski gas                          | Radni pritisak, potrebna vrednost sa graničnim odstupanjima |
| O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O i KV5 | 10%   |

Pad pritiska računamo prema poznatom obrascu:

---


$$\Delta p = \left( \sum \lambda \times \frac{L}{d_u} + \sum \zeta \right) \frac{\rho W^2}{2} \times 10^{-5} \text{ (bar)}$$

Ukupne otpore pri strujanju gasa čine otpori trenja pravih deonica cevovoda i lokalni otpori, kao što su ventili, skretanja i odvajanja cevovoda i sama priključna mesta. Zbog nemogućnosti tačnog određivanja lokalnih otpora usvaja se za proračun da je suma lokalnih otpora 30 % od vrednosti otpora trenja, tako da gornji izraz postaje:

$$\Delta p = 1,3 \sum \lambda \times \frac{L}{d_u} \times \frac{\rho W^2}{2} \times 10^{-2} \text{ (bar)}$$

o Za medicinske gasove 5 bar zamenom  $w = 3,843 \times \frac{Q_o}{d_u^2}$  (m/s) dobijamo:

$$\Delta p = 0,096 \sum \lambda \times L \times \frac{Q_o^2}{d_u^5} \text{ (bar)}$$

Gde je:

$\lambda$  - Koeficijent trenja

$L(m)$  - Duzina deonice

$Q_o$  (lit/min) – potrošnja po normativu,

$d_u$  (mm) – unutrašnji presek cevi

Koeficijent trenja  $\lambda$  dobijamo iz nikuradzeove formule za hrapavo područje:

$$\lambda = \frac{0,25}{[\log (3,715 \times \frac{d_u}{K})]^2}$$

$K = 0,0015$  mm – hrapavost bakarnih cevi,



---

$\lambda = 0,0135$  za  $\varnothing 8 \times 1$  mm,  $du = 6$  mm,  
 $\lambda = 0,0129$  za  $\varnothing 12 \times 1$  mm,  $du = 10$  mm,  
 $\lambda = 0,0123$  za  $\varnothing 15 \times 1$  mm,  $du = 13$  mm,  
 $\lambda = 0,0113$  za  $\varnothing 22 \times 1$  mm,  $du = 20$  mm,  
 $\lambda = 0,0108$  za  $\varnothing 28 \times 1,5$  mm,  $du = 25$  mm,  
 $\lambda = 0,0102$  za  $\varnothing 35 \times 1,5$  mm,  $du = 32$  mm,  
 $\lambda = 0,0100$  za  $\varnothing 42 \times 1,5$  mm,  $du = 39$  mm,  
 $\lambda = 0,0096$  za  $\varnothing 54 \times 2$  mm,  $du = 50$  mm,

Gustine gasova računamo na apsolutnom radnom pritisku:

$$\rho = \rho_o \frac{P}{P_o} \times \frac{T_o}{T} \left( \frac{kg}{m^3} \right)$$

$\rho_o = 1,429$  (kg/m<sup>3</sup>) – gustina kiseonika O<sub>2</sub> pri 1,0133 bar i 0 oC,  
 $\rho_o = 1,293$  (kg/m<sup>3</sup>) – gustina vazduha KV5 pri 1,0133 bar i 0 oC,  
 $\rho_o = 1,978$  (kg/m<sup>3</sup>) – gustina azot-oksida N<sub>2</sub>O pri 1,0133 bar i 0 oC,  
 $p_o = 1,0133$  bar (aps),  $T_o = 273,15$  K (0 oC)

o Za medicinske gasove 5 bar:  $p = 5 + 1,0133 = 6,0133$  bar (aps),  
 $T = 293,15$  K (20 oC),

Kiseonik:  $\rho = 7,902$  kg/m<sup>3</sup>

Za proračun je uzet potrošač u sobi 86 na prvom spratu od protivpožarne kasete do krajnjeg potrošača

$$\Delta p = 0,758 \sum \left( \lambda \times L \times \frac{Q_{O_2}}{d_{U^5}} \right) \text{ (bar)}$$

---

| Deonica | Cev (mm) | Protok Q <sub>o</sub><br>(l/min) | Dužina deonice<br>L (m) | Pad pritiska<br>Δp (bar) |
|---------|----------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1-2     | Φ 12x1   | 40                               | 3                       | 0.000619                 |
| 2-3     | Φ 12x1   | 80                               | 3                       | 0.002477                 |
| 3-4     | Φ 15x1   | 120                              | 3                       | 0.002406                 |
| 4-5     | Φ 15x1   | 160                              | 3                       | 0.004283                 |
| 5-6     | Φ 15x1   | 200                              | 3                       | 0.006742                 |
| 6-7     | Φ 15x1   | 240                              | 3                       | 0.009683                 |
| 7-8     | Φ 15x1   | 280                              | 3                       | 0.013105                 |
| 8-9     | Φ 15x1   | 320                              | 3                       | 0.016910                 |
| 9-10    | Φ 15x1   | 360                              | 3                       | 0.021096                 |
| 10-11   | Φ 15x1   | 360                              | 20                      | 0.140860                 |
| 12-13   | Φ 22x1   | 360                              | 70                      | 0.032036                 |
|         |          | <b>Ukupan pad pritiska:</b>      |                         | <b>0.25021</b>           |

Pa je ukupni pad pritiska  $\Delta p = 0.758 \times 0.250217 = 0.1898$  bar, zaokruženo  $\Delta p = 0,19$  bar

Ukupan pad pritiska je  $\Delta p = \mathbf{0,019}$  što je manje od dozvoljenog pada pritiska koji treba da je manji od 10% od vrednosti radnog pritiska (5bar) što iznosi 0.5bar, što znači da je cevovod pravilno dimenzionisan.

Komprimovani vazduh:  $\rho = 7,150 \text{ kg/m}^3$

$$\Delta p = 0,686 \sum (\lambda \times L \times \frac{Q_{02}^2}{d_{U^5}}) \text{ (bar)}$$

Za proračun je uzet potrošač u sobi 86 na drugom spratu od kontrolne ventilske kasete do krajnjeg potrošača

| Deonica                     | Cev (mm) | Protok Qo<br>(l/min) | Dužina deonice<br>L (m) | Pad pritiska<br>$\Delta p$ (bar) |
|-----------------------------|----------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1-2                         | Φ 12x1   | 50                   | 3                       | 0.000968                         |
| 2-3                         | Φ 12x1   | 100                  | 3                       | 0.003870                         |
| 3-4                         | Φ 15x1   | 150                  | 3                       | 0.002237                         |
| 4-5                         | Φ 15x1   | 200                  | 3                       | 0.003976                         |
| 5-6                         | Φ 15x1   | 250                  | 3                       | 0.006210                         |
| 6-7                         | Φ 15x1   | 300                  | 3                       | 0.008945                         |
| 7-8                         | Φ 15x1   | 350                  | 3                       | 0.012175                         |
| 8-9                         | Φ 15x1   | 400                  | 3                       | 0.015907                         |
| 9-10                        | Φ 15x1   | 450                  | 3                       | 0.020134                         |
| 10-11                       | Φ 15x1   | 450                  | 20                      | 0.134163                         |
| 12-13                       | Φ 22x1   | 450                  | 70                      | 0.050055                         |
| <b>Ukupan pad pritiska:</b> |          |                      |                         | <b>0.25864</b>                   |

Pa je ukupni pad pritiska  $\Delta p = 0.686 \times 0.258640 = 0.1774 \text{ bar}$ , zaokruženo  $\Delta p = 0,18 \text{ bar}$

Ukupan pad pritiska je  $\Delta p = 0,18$  što je manje od dozvoljenog pada pritiska koji treba da je manji od 10% od vrednosti radnog pritiska (5bar) što iznosi 0.5bar, što znači da je cevovod pravilno dimenzionisan.

Ukupan pad pritiska azot oksidula što je manje od dozvoljenog pada pritiska koji treba da je manji od 10% od vrednosti radnog pritiska (5bar) što iznosi 0.5bar, što znači da je cevovod pravilno

dimenzionisan.

#### Provera usvojenih cevi na čvrstoću

Sve cevi su fabrički ispitane na čvrstoću, ali ne i mesta spajanja. Uvođenjem u proračun koeficijent valjanosti zalemljenih spojeva ( $v$ ), proverava se čvrstoća spojeva, odnosno mesta lemljenja.

Potrebnu minimalnu debljinu zida cevi izračunavamo kao:

$$\delta = \frac{p \times d}{10 \times \frac{R_m}{s} \times v + p} + c \text{ (mm)}$$

Gde je:

$p$  (bar) – radni pritisak u cevovodu,

$d$  (mm) – spoljašnji prečnik cevi,

$\delta$  (mm) – debljina zida usvojene cevi,

$s = 5$  – stepen sigurnosti za bakarne cevi

$v = 0,8$  – koeficijent valjanosti zalemljenog spoja

$R_m = 220 \text{ N/mm}^2$

$C = 0,1 \times \delta$  (mm) – dodatak na nepreciznost izrade cevi i smanjenje debljine

| Dimenzija usvojene cevi | Radni pritisak (bar) | C (mm) | $\delta$ (mm) | Komentar    | Dozvoljeni radni pritisak cevi (bar) |
|-------------------------|----------------------|--------|---------------|-------------|--------------------------------------|
| $\Phi 8 \times 1$       | 5                    | 0,1    | 0,154         | ZADOVOLJAVA | 109                                  |
| $\Phi 12 \times 1$      | 5                    | 0,1    | 0,184         | ZADOVOLJAVA | 71                                   |
| $\Phi 15 \times 1$      | 5                    | 0,1    | 0,205         | ZADOVOLJAVA | 57                                   |
| $\Phi 22 \times 1$      | 5                    | 0,1    | 0,255         | ZADOVOLJAVA | 38                                   |
| $\Phi 28 \times 1,5$    | 5                    | 0,1    | 0,431         | ZADOVOLJAVA | 46                                   |
| $\Phi 35 \times 1,5$    | 5                    | 0,1    | 0,539         | ZADOVOLJAVA | 36                                   |

Dozvoljeni radni pritisak cevi je prikazan u sledećoj tabeli:

| D x S<br>(min)    | 6 x 1 | 8 x 1 | 10 x<br>1 | 12 x<br>1 | 15 x<br>1 | 16 x<br>1 | 18 x<br>1 | 22 x<br>1 | 28 x<br>1,5 | 35 x<br>1,5 | 42 x<br>1,5 | 54 x<br>2 | 76 x<br>2,5 |
|-------------------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| Pritisak<br>(bar) | 145   | 109   | 87        | 71        | 57        | 52        | 48        | 38        | 46          | 36          | 30          | 31        | 25          |
| Težina<br>(kg/m)  | 0,140 | 0,197 | 0,253     | 0,309     | 0,393     | 0,421     | 0,477     | 0,590     | 1,116       | 1,411       | 1,705       | 2,919     | 5,158       |

Zaključak:

1. Proverom pada pritiska i debljine zida za cevni razvod kiseonika, komprimovanog vazduha i azot-  
oksidula konstatuje se da je razvod pravilno dimenzionisan.