

# PRIROČNIK



**PRIROČNIK TLAČNIH PRESKUSOV  
STROJNIH INŠTALACIJ ZA SISTEME  
OGREVANJA IN HLAJENJA,  
VODOVODA IN KANALIZACIJE,  
PLINOV, PARE IN PREZRAČEVANJA**



# **PRIROČNIK TLAČNIH PRESKUSOV STROJNIH INŠTALACIJ ZA SISTEME OGREVANJA IN HLAJENJA, VODOVODA IN KANALIZACIJE, PLINOV, PARE IN PREZRAČEVANJA**

Pripravila:  
Teo Reberšek  
Zdravko Reberšek

Recenzija:  
Albin Luin  
Jernej Povšič  
Damjan Zajc

Oblikovanje:  
Mirjam Pezdirc

Izdala:  
Inženirska zbornica Slovenije  
Jarška cesta 10/b, Ljubljana

Oblika izdaje:  
Elektronska verzija, dostopno na [www.izs.si](http://www.izs.si)

Ljubljana, april 2018

---

## UVOD

Namen priročnika tlačnih preskusov strojnih inštalacij je zbirnik vseh tlačnih preskusov na področju strojnih inštalacij za sisteme:

- ogrevanja in hlajenja,
- vodovoda in kanalizacije,
- plinov  
(zemeljski plin, tehnični plini, medicinski plini, utekočinjeni naftni plin, oljna inštalacija)
- pare in
- prezračevanja.

Tlačni preskusi se v praksi velikokrat ne izvajajo oz. se izvajajo po napačnih postopkih, ob uporabi nepravilne merilne opreme, nepravilne časovne komponente trajanje preskusa, medija, preskusnega tlaka, zanemarjanja zunanjih vplivov itd. Oblika končnega zapisa tlačnega preskusa je velikokrat pomanjkljiva in neustrezna.

Priročnik podaja sistematičen pregled in opise postopkov tlačnih preskusov na področju strojnih inštalacij. Priročnik je razdeljen glede na posamezni sistem. Vsak izmed sistemov je svoja celota. V sklopu posameznega tlačnega preskusa so opredeljeni tudi potrebna merilna oprema, časovno trajanje preskusa, vplivi zunanjih dejavnikov, medij preskusa, tlak preskusa itd.

Priročnik je primeren za stavbno tehniko in inštalacije ter komunalno infrastrukturo.

V sklopu priročnika so priloženi tudi osnovni, referenčni obrazci oz. zapisniki tlačnih preskusov z vsemi potrebnimi podatki.

Namen priročnika je seznaniti projektante in izvajalce ter vzdrževalno osebje s podatki, ki zagotavljajo pravilno načrtovanje in izvedbo del ter obratovanje strojnoinštalacijskih sistemov.

Priročnik je izveden na osnovi veljavnih pravilnikov, standardov, predpisov, smernic, priporočil ter dobre inženirske prakse.

### Opombe

Pri dimenzioniranju je treba upoštevati pravila stroke za izračun trdnosti cevovodov. Cevovodi niso obremenjeni samo z notranjim tlakom, napetosti nastajajo zaradi upogiba, torzije, uklona itd. Teoretična debelina stene samo zaradi notranjega tlaka je v praksi premajhna za normalno in varno obratovanje cevovoda. Pri določanju debeline stene cevi je treba upoštevati razne dodatke zaradi korozije, zarezne učinka pri varjenju in razne druge morebitne oslavitve. Upoštevati je treba raztezke cevovodov, predvsem pri višjih obratovalnih temperaturah. Predvideti je treba ustrezno tlačno stopnjo cevovodov glede na obratovalni tlak in odvisnost dopustnega obratovalnega tlaka glede na temperature. Na cevovodih za transport vročih medijev je treba poleg tlačnega preskusa izvesti kontrolo raztezanja cevovoda s segrevanjem in pregledom pravilnega raztezanja.



# Vsebina

|                                              |            |
|----------------------------------------------|------------|
| <b>1. OGREVANJE IN HLAJENJE</b>              | <b>7</b>   |
| <b>2. VODOVOD IN KANALIZACIJA, SPRINKLER</b> | <b>18</b>  |
| <b>3. PLINI</b>                              | <b>46</b>  |
| 3.1 Zemeljski plin                           | 49         |
| 3.2 Tehnični plini                           | 102        |
| 3.3 Medicinski plini                         | 122        |
| 3.4 Utekočinjeni naftni plin                 | 132        |
| 3.5 Oljna inštalacija                        | 140        |
| <b>4. PARA</b>                               | <b>142</b> |
| <b>5. PREZRAČEVANJE</b>                      | <b>154</b> |
| <b>6. PRILOGA</b>                            | <b>174</b> |
| <b>7. UPORABLJENA LITERATURA</b>             | <b>189</b> |

## POMEN IZRAZOV IN DEFINICIJ

*Pravilnik*: predpis, ki vsebuje varnostne, zdravstvene, okoljevarstvene ali druge z zakonom določene zahteve za proizvode, storitve ali z njimi povezane procese in proizvodne postopke.

*Standard*: dokument, ki navaja splošna in večkrat uporabna pravila, navodila ali značilnosti proizvodov, storitev ali z njimi povezanih procesov in proizvodnih postopkov in katerega upoštevanje ni obvezno. Standard je dokument, ki nastane s konsenzom in ga sprejme priznani organ in ki določa pravila, smernice ali značilnosti za dejavnosti in njihove rezultate ter je namenjen za občo in večkratno uporabo in usmerjen v doseganje optimalne stopnje urejenosti na danem področju. Uporaba standardov je prostovoljna, razen kadar je obvezna uporaba določena na podlagi splošnega zakona ali izključenega sklicevanja v predpisu.

*Nacionalni standard*: standard, ki ga sprejme nacionalni organ za standarde in je dosegljiv javnosti.

*Evropski standard*: standard, ki ga sprejme evropska organizacija za standardizacijo in je dosegljiv javnosti.

*Mednarodni standard*: standard, ki ga sprejme mednarodna organizacija za standardizacijo in je dosegljiv javnosti.

*Standardizacija*: dejavnost vzpostavljanja določil glede na dejanske ali možne težave za skupno in ponavljajočo se uporabo z namenom, da se doseže optimalna stopnja urejenosti na danem področju.

*Nacionalna standardizacija*: standardizacija, ki se izvaja na ravni posamezne države.

*Mednarodna standardizacija*: standardizacija, v katero se vključujejo ustrezni organi iz vseh držav.

*Evropska standardizacija*: standardizacija, v katero se vključujejo ustrezni organi evropskih držav.

*Tehnični predpis*: predpis, ki določa tehnične zahteve pravilnikov.

*Tehnična specifikacija*: dokument, s katerim se predpisujejo tehnične zahteve, ki jih mora izpolnjevati proizvod; postopek, s katerim je mogoče ugotoviti, ali so dane zahteve izpolnjene.

*SIST*: Slovenski inštitut za standardizacijo.

*CEN*: *European Committee for Standardization* – Evropski komite za standardizacijo.

*ISO*: *International Organization for Standardization* – Mednarodna organizacija za standardizacijo.

*DIN*: *Deutsches Institut für Normung* – Nemški inštitut za standardizacijo.

*ASME*: *The American Society of Mechanical Engineers* – Ameriško združenje strojnih inženirjev.

*HVAC*: *Heating, ventilation, and air conditioning* – ogrevanje, prezračevanje, klimatizacija.

*CEA: The European Insurance and Reinsurance Federation* – Evropsko združenje zavarovalnic in pozavarovalnic.

*NFPA: National Fire Protection Association* – Nacionalno ameriško združenje za požarno varnost.

*SVGW: Der Schweizerische Verein des Gas und Wasserfaches* – Švicarsko združenje za plin in vodo.

*DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches* – Nemško združenje za plin in vodo.

*TRÖ: Technische Regeln Ölanlagen* – tehnični predpisi za oljne inštalacije in naprave.

*TRD: Technische regeln für dampfkessel* – tehnični predpisi za tlačne posode.

*TRF: Technische regeln für flüssiggasanlagen* – tehnični predpisi za utekočinjeni naftni plin.

*EIGA: The European Industrial Gases Association* – Evropsko združenje tehničnih plinov.

*CSA: Canadian Standarda Association* – Kanadsko združenje za standardizacijo.

*IFGC: International Fuel Gas Code* – Mednarodni standard za plinasta goriva.

## 1. OGREVANJE IN HLAJENJE

1.1 DIN 18380: september 2016

Predpisi za gradbena dela – del C: Splošni tehnični pogoji za gradbena dela – Ogrevalne naprave in centralne naprave za pripravo sanitarne tople vode

1.2 DIN 18381: september 2016

Predpisi za gradbena dela – del C: Splošni tehnični pogoji za gradbena dela – Plin, voda in priprava sanitarne tople vode v stavbah

1.3 DIN EN 14336: januar 2005

Ogrevalne naprave v stavbah – Inštalacija in prevzem naprav za ogrevanje; nemška verzija EN 14336:2004

1.4 SIST EN 1264-4:2009

Ploskovni sistemi za ogrevanje in hlajenje z vodo – 4. del: Vgradnja

1.5 SIST EN 14276-2:2007+A1:2011

Tlačna oprema za hladilne sisteme in toplotne črpalke – 2. del: Cevovodi – Splošne zahteve

1.6 Priročnik ASME, Fitness for Service and Integrity of Piping, Vessels and Tanks: 2005

Priročnik za ustrezno vzdrževanje in vgradnjo cevovodov, tlačnih posod in rezervoarjev

## **IZRAZI IN DEFINICIJE**

*PPNEUMATIC*: tlačni preskus z zrakom.

*PHYDRO*: tlačni preskus z vodo.

*PS*: najvišji dovoljeni tlak.

*MAOP*: najvišji dovoljeni delovni tlak vgrajenega cevovoda.



## **1.1 DIN 18380: september 2016**

### **Predpisi za gradbena dela – del C: Splošni tehnični pogoji za gradbena dela – Ogrevalne naprave in centralne naprave za pripravo sanitarne tople vode**

#### *1.1.1 Tlačni preskus*

Izvajalec mora pred zaprtjem inštalacij, pred vgradnjo estriha, pred zazidanjem sten izvesti tlačni preskus inštalacij.

Preskus inštalacije ogrevne vode, ogrevalne naprave in centralne naprave za pripravo sanitarne tople vode se izvaja skladno z DIN EN 14336, kjer so navedeni pogoji za izvedbo vodnega tlačnega in zračnega tlačnega preskusa.

Tlačni preskus parnih sistemov se izvaja skladno s tehničnimi predpisi za tlačne sisteme, poglavje št. 4.4.

Zapisnik mora vsebovati naslednje podatke:

- datum preskusa,
- podatke o cevovodu,
- najvišji dovoljeni tlak cevovoda,
- preskusni tlak,
- trajanje preskusa in
- potrditev, da je sistem tesen.

## **1.2 DIN 18381: september 2016**

### **Predpisi za gradbena dela – del C: Splošni tehnični pogoji za gradbena dela – Plin, voda in priprava sanitarne tople vode v stavbah**

#### *1.2.1 Tlačni preskus*

Izvajalec mora pred zaprtjem inštalacij, pred vgradnjo estriha, pred zazidanjem sten izvesti tlačni preskus inštalacij.

Preskus se izvaja skladno z veljavnimi predpisi v odvisnosti od materiala cevovoda.

Zapisnik mora vsebovati naslednje podatke:

- datum preskusa,
- podatke o cevovodu,
- delovni medij,
- preskusni tlak,
- preskusni medij,
- trajanje preskusa in
- potrditev, da je sistem tesen.

### 1.3 DIN EN 14336: januar 2005

#### Ogrevalne naprave v stavbah – Inštalacija in prevzem naprav za ogrevanje; nemška verzija EN 14336:2004

##### 1.3.1 Vsebina

Standard opredeljuje ogrevne inštalacije v stavbah z najvišjo delovno temperaturo do 110 °C in najvišjim delovnim tlakom do 6 bar.

##### 1.3.2 Preskus tesnosti

Izvajalec mora pred zaprtjem inštalacij, pred vgradnjo estriha, pred zazidanjem sten izvesti tesnosti preskus z vodo.

Sistem se napolni s čisto vodo, in sicer od najnižje točke sistema do najvišje točke. V najvišji točki sistema je treba sistem odzračiti. Ko se sistem napolni in odzrača, se celoten sistem vizualno pregleda.

Če se izvaja preskus z inertnim plinom, se sistem na spojnih mestih pregleda z milnico.

Sistem je tesen, če ni vidnih mest puščanj vode oz. se ne tvorijo milni mehurčki.

Po izvedbi preskusa se izvede zapisnik z naslednjimi podatki:

- datum preskusa,
- podatki o sistemu (najvišji delovni tlak, lokacija sistema itd.),
- tlak preskusa,
- trajanje preskusa in
- potrditev, da je sistem tesen.

##### 1.3.3 Tlačni preskus

Preskusni tlak znaša 1,3-kratnik predvidenega delovnega tlaka sistema.

Tlačni preskus se izvaja z vodo ali inertnim plinom.

Nevarnost izvedbe tlačnega preskusa z zrakom oz. inertnim plinom se ne sme podcenjevati. Energija, ki se sprošča, je lahko 200-krat večja kakor energija vode pri istem tlaku. Omenjena energija lahko vodi do eksplozije, če spoj, del cevovoda ali druga komponenta sistema odpove. Upoštevati se morajo varnostni ukrepi.

Posledično ima tlačni preskus z vodo prednost. Če ni možnosti izvedbe tlačnega preskusa z vodo oz. so določene omejitve, naj se pred izvajanjem preskusa upoštevajo ustrezni varnostni ukrepi. Ustrezni varnostni ukrepi se morajo izvajati tudi v primeru izvedbe tlačnega preskusa z vodo.

Pred izvedbo preskusa je treba:

- splakniti sistem;
- preveriti, ali je preskus primeren za obravnavani objekt;
- preveriti, ali lahko vpliv vode na sistem povzroči korozijo;
- preveriti, ali je predvideni preskusni tlak primeren za višje stavbe, na vertikalah mora biti sistem razdeljen na način, da v nobenem primeru ne pride do višjega tlaka kakor 1,3-kratnika predvidenega delovnega tlaka; in
- preveriti, ali je celoten sistem prosto dosegljiv.

Priporočljivo je, da se izvede predhodni preskus s komprimiranim zrakom z omejenim tlakom.

Pri izvedbi tlačnega preskusa z vodo je treba:

- zapreti vse odprtine sistema;
- zapreti vse ventile na koncu sistema;
- preveriti, ali je odzračen sistem na najvišji točki; in
- preveriti, če merilni inštrument dela, če je kalibriran ter če ima ustrezno merilno območje.

Po izvedbi preskusa sledijo:

- znižanje tlaka,
- izpust vode in
- osušitev sistema s toplim zrakom (čas predvidenega sušenja znaša 1 h).

Pri izvedbi predhodnega preskusa s komprimiranim zrakom pred izvedbo tlačnega preskusa z vodo je treba imenovati osebo, ki bo odgovorna za izvedbo preskusa. Imenovana odgovorna oseba mora biti ves čas preskusa prisotna. Odgovorna je za pripravo na tlačni preskus, potek tlačnega preskusa in znižanje tlaka na okoliški tlak.

Vse fleksibilne povezave morajo biti ustrezno pritrjene.

V nobenem primeru se ne sme preverjati sistem s kladivom.

Preskusni tlak predhodnega preskusa znaša največ 0,5 bar. Po 10 min se preveri, ali prihaja do puščanja zraka (hrup piskajočega zraka) oz. se to preveri z milnico.

Po izvedbi predhodnega preskusa sledi izvedba tlačnega preskusa z vodo, skladno z zgornjim opisom.

Po izvedbi preskusa se izvede zapisnik z naslednjimi podatki:

- datumom preskusa,
- podatki o sistemu (najvišji delovni tlak, lokacija sistema itd.),
- tlakom preskusa,
- trajanjem preskusa in
- imenom in priimkom osebe, ki je izvedla preskus.

## **1.4 SIST EN 1264-4:2009**

### **Ploskovni sistemi za ogrevanje in hlajenje z vodo – 4. del: Vgradnja**

#### *1.4.1 Vsebina*

Standard opredeljuje ploskovne ogrevalne in hladilne sisteme. Standard navaja zahteve za načrtovanje in izgradnjo ploskovnih ogrevalnih in hladilnih sistemov.

#### *1.4.2 Preskus tesnosti*

Preskus tesnosti se izvaja z vodo ali komprimiranim zrakom.

Pred vgradnjo estriha se morajo ogrevalni krogotoki preskusiti na tesnost. Tlačni preskus ne sme biti manj kot 4 bar in ne več kot 6 bar.

V primeru vgradnje litega asfalta mora biti ogrevalni krogotok izpraznjen oz. ne sme biti pod tlakom.

Tesnostni in tlačni preskus morata biti zabeležena v zapisniku.

## 1.5 SIST EN 14276-2:2007+A1:2011

### Tlačna oprema za hladilne sisteme in toplotne črpalke – 2. del: Cevovodi – Splošne zahteve

#### 1.5.1 Vsebina

Standard navaja zahteve za uporabo/vgradnjo materiala, načrtovanje, izdelavo, preskušanje, dokumentacijo za cevovode, ki se uporabljajo v ogrevalnih in hladilniških sistemih ter toplotnih črpalkah.

Standard velja za sisteme z obratovalno temperaturo do 200 °C in za tlake do 64 bar. Za sisteme z višjo temperaturo in tlaki se uporabi SIST EN 13480.

Tabela št. 1.5.1 prikazuje kategorije cevovodnih sistemov.

Tabela št. 1.5.1: Kategorije cevovodnih sistemov

| Kategorija | Tekočina skladno z EN 14276-1:2006+A1:2011, 5.2 | Kriterij                                                                                                                                      |
|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| X          | Skupina 1                                       | PS < 0,5 bar, brez omejitve DN ali<br>0,5 bar < PS ≤ 10 bar, DN ≤ 100 ali<br>10 bar < PS ≤ 40 bar: PS × DN ≤ 1000 ali<br>PS > 40 bar, DN ≤ 25 |
|            | Skupina 2                                       | PS < 0,5 bar, brez omejitve DN ali<br>0,5 bar < PS ≤ 35 bar: PS × DN ≤ 3500 ali<br>PS > 35 bar, DN ≤ 100                                      |
| Y          | Skupina 1                                       | Vse drugo, kar ni zajeto v kategoriji X, skupini 1                                                                                            |
|            | Skupina 2                                       | Vse drugo, kar ni zajeto v kategoriji X, skupini 2                                                                                            |

Opomba:

Stanje tekočine:

Skupina 1: Plini, utekočinjeni plini, plini pod pritiskom 0,5 bar in tekočine, katerih parni tlak je nižji od 0,5 bar pri najvišjih dovoljenih temperaturah oz. pri vrelišču.

Skupina 2: Tekočine, ki imajo parni tlak pri najvišji dovoljeni temperaturi oz. vrelišču več kot 0,5 bar.

PS – najvišji dovoljeni tlak.

#### 1.5.2 Tlačni preskus

##### 1.5.2.1 Tlačni preskus za kategorijo X, skladno s Tabelo št. 1.5.1

Obstajajo tri metode izvedbe tlačnega preskusa cevovoda, in sicer:

- tlačni preskus skladno s poglavjem št. 1.4.2.2.,
- preskus počenja in
- preskus utrujenosti.

##### 1.5.2.1.1 Preskus počenja

Preskus se izvaja s 3-kratnikom PS-ja, brez počenja oz. pretrganja.

Temperatura preskusa ne sme biti manj kot 20 °C. Kadar načrtovana temperatura preseže 125 °C za cevovode iz bakra ali aluminija, znaša temperatura preskusa najmanj 150 °C. Za druge materiale (kakor jeklo, baker, aluminij) se mora vpliv temperature na material predhodno oceniti.

#### *1.5.2.1.2 Preskus utrujenosti*

Preskus se izvaja na način:

- a) preskušajo se trije primeri z 2-kratnikom PS-ja;
- b) drugi trije primeri so predmet naslednjega zaporedja:  
korak 1: preskus pri PS-ju brez trajnih deformacij ali puščanj,  
korak 2: 250.000 ciklov med 0,2 PS-ja ali manj in 0,7 PS-ja ali več in  
korak 3: preskus z 1,43-kratnikom PS-ja.

V času preskušanja ne sme priti do pretrganja ali počenja (pri vseh zgoraj opisanih primerih).

Temperatura preskušanja naj bo skladna s poglavjem št. 1.4.2.1.1.

#### *1.5.2.2 Tlačni preskus za kategorijo Y, skladno s Tabelo št. 1.5.1*

Preskus se izvaja z 1,1-kratnikom najvišjega dovoljenega tlaka cevovoda. Pred začetkom preskusa se izvede nedestruktivni preskus.

## 1.6 Priročnik ASME, Fitness for Service and Integrity of Piping, Vessels and Tanks: 2005

### Priročnik za ustrezno vzdrževanje in vgradnjo cevodov, tlačnih posod in rezervoarjev

#### 1.6.1 Tlačni ali tesnostni preskus

Tlačni preskus se izvaja z vodo ali komprimiranim zrakom pri 1,5-kratniku načrtovanega tlaka.

Tesnostni preskus vključuje vizualni pregled spojev in cevodov. Če prihaja do puščanja, je treba cevovod popraviti.

Zelo natančen tesnostni preskus, torej preskus, ki zazna najmanj  $10^{-3}$  cm<sup>3</sup>/s puščanja, se izvaja z mehurčkastim preskusom ali z izvedbo preskusa vakuumu v škatli ter preskusom s helijem.

Preskus z vodo:

- naj se izvaja s pitno ali tekočo vodo, ki ima manj kot 0,2 ppm vsebnosti klora;
- vsebnost klora mora biti pod 50 ppm;
- voda mora biti brez vonja;
- pH mora biti med 6 in 8,3;
- trajanje preskusa s pitno vodo naj ne traja več kot 21 dni;
- trajanja preskusa s tekočo vodo naj ne traja več kot 7 dni;
- izpustiti je treba vodo iz cevodov in ga očistiti s pitno vodo ter
- ga po koncu preskusa osušiti.

V času tlačnega preskusa z vodo naj se vsi spoji vizualno pregledajo. Puščanje se zaznava s padcem tlaka na manometru, z dodajanjem plina v vodo, s čimer lahko zaznamo manjša puščanja plina na površini, in z dodajanjem barvila v vodo, s čimer vidimo obarvano površino oz. mesto puščanja.

#### 1.6.2 Tlačni preskus napajalnih cevodov

Tlačni preskus z vodo ( $P_{\text{HYDRO}}$ ) znaša minimalno 1,5-kratnik načrtovanega tlaka ( $P_{\text{DESIGN}}$ ) in najvišji dovoljeni tlak ( $P_{\text{COMP}}$ ) neizoliranih komponent cevodov, kot npr.: tlačnih posod, črpalk, ventilov itd.

$$P_{\text{HYDRO}} = \min. (1,5 P_{\text{DESIGN}}; P_{\text{COMP}})$$

v nadaljevanju

$$(P_{\text{HYDRO}} \times D) / (2 \times t) \leq 0,9 \times S_y$$

$$(P_{\text{HYDRO}} \times D) / (4 \times t) + 0,75i (M_{\text{DL+LL}}) / Z \leq 0,9 \times S_y$$

D – premer cevodov (mm),

t – debelina stene (mm),

$S_y$  – meja elastičnosti (N/mm<sup>2</sup>),

$M_{\text{DL+LL}}$  – moment zaradi statičnih in dinamičnih obremenitev (Nm),

Z – sekција (mm<sup>3</sup>).

Tlačni preskus z zrakom ( $P_{\text{PNEUMATIC}}$ ) znaša

$$1,2 P_{\text{DESIGN}} \leq P_{\text{PNEUMATIC}} \leq \min. (1,5 P_{\text{DESIGN}}; P_{\text{COMP}}).$$



### 1.6.3 Tlačni preskus tehnoloških/procesnih cevovodov

Tlačni preskus z vodo ( $P_{\text{HYDRO}}$ )

$$P_{\text{HYDRO}} = 1,5 \times P_{\text{DESIGN}} \times S_{\text{TEST}} / S_{\text{DESIGN}},$$

pri čemer

$$(P_{\text{HYDRO}} \times D) / (2 \times t) \leq S_y,$$

$$(P_{\text{HYDRO}} \times D) / (4 \times t) + 0,75i (M_{\text{DL+LL}}) / Z \leq 0,9 \times S_y.$$

D – premer cevovoda (mm),

t – debelina stene (mm),

$S_y$  – meja elastičnosti (N/mm<sup>2</sup>),

$M_{\text{DL+LL}}$  – moment zaradi statičnih in dinamičnih obremenitev (Nm),

Z – sekcija (mm<sup>3</sup>).

Če se preskus izvaja s tlačno posodo:

$$77 \% P_{\text{HYDRO}} \leq P_{\text{HYDRO S POSODO}} \leq P_{\text{POSODA}}.$$

$P_{\text{HYDRO S POSODO}}$  – tlačni preskus z vodo s posodo (N/mm<sup>2</sup>),

$P_{\text{HYDRO}}$  – tlačni preskus z vodo (N/mm<sup>2</sup>),

$P_{\text{POSODA}}$  – tlak posode (N/mm<sup>2</sup>).

Tlačni preskus z zrakom ( $P_{\text{PNEUMATIC}}$ ) znaša

$$1,1 P_{\text{DESIGN}} \leq P_{\text{PNEUMATIC}} \leq \min. (1,1 P_{\text{DESIGN}} + 3,45 \text{ bar}; 1,21 P_{\text{DESIGN}}).$$

### 1.6.4 Tlačni preskus cevovodov za tekočine

Cevovodi, ki obratujejo z vrednostjo 20 % SMYS (minimalne specificirane meje elastičnosti cevovoda), so preskušeni

$$P_{\text{HYDRO}} = 1,25 \times P_{\text{DESIGN}}.$$

Tlačni preskus z zrakom ( $P_{\text{PNEUMATIC}}$ ) se izvaja zgolj pri tistih cevovodih, ki obratujejo z manj kot 20 % meje elastičnosti cevovoda.

### 1.6.5 Tlačni preskus cevovodov za pline

Najvišji dovoljeni delovni tlak vgrajenega cevovoda (MAOP) se lahko preskuša z vodo

$$\text{MAOP}_1 = P_{\text{HYDRO}} / 1,25,$$

$$\text{MAOP}_4 = P_{\text{HYDRO}} / 2,5,$$

$\text{MAOP}_1$  – najvišji dovoljeni delovni tlak v razredu 1 (nekritični),

$\text{MAOP}_4$  – najvišji dovoljeni delovni tlak v razredu 4 (kritični).

## 2. VODOVOD IN KANALIZACIJA

### 2.1 Tehnična navodila za vodovod in kanalizacijo – VOKA

Tehnična navodila za vodovod, JAVNO PODJETJE VODOVOD-KANALIZACIJA d.o.o

### 2.2 SIST EN 805:2000

Oskrba z vodo – Zahteve za zunanje vodovode in dele

### 2.3 SIST EN 806-2:2005

Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 2. del: Načrtovanje

### 2.4 SIST EN 806-4:2011

Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 4. del: Inštalacija

### 2.5 DIN 1988-100:2011-08

Tehnične smernice za inštalacije pitne vode

### 2.6 SIST EN 1610:2015

Gradnja in preskušanje cevovodov za odvod odpadne vode in kanalizacije

### 2.7 SIST EN 12056-1:2001

Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 1. del – Splošne zahteve in zahteve za delovanje

### 2.8 SIST EN 12056-5:2001

Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 5. del – Vgradnja, preskušanje, navodila za delovanje, vzdrževanje in uporabo

### 2.9 DIN 1986-100

Drenažni sistem za stavbe in zemljišča

### 2.10 Tehnična smernica SVGW, W3 d - Richtlinie für Trinkwasserinstallationen, Ausgabe 2013

Smernice za vodovodno inštalacijo

### 2.11 SIST EN 12845:2015

Vgrajene naprave za gašenje – Avtomatski sprinkler sistemi – Projektiranje, vgradnja in vzdrževanje

### 2.12 Tehnični predpis VdS CEA 4001:2009

Avtomatski sprinkler sistem – Projektiranje in vgradnja

### 2.13 Standard NFPA 13:2016

Avtomatski sprinkler sistem – Projektiranje in vgradnja

## **IZRAZI IN DEFINICIJE**

*DP*: načrtovani tlak.

*MDP*: sistemski obratovalni tlak lahko opredelimo kot najvišji možni obratovalni tlak v sistemu.

*MDPa*: sistemski obratovalni tlak, ko je definirana meja za vodni udar.

*MDCc*: sistemski obratovalni tlak, kadar se izračuna vodni udar.

*STP*: sistemski preskusni tlak za vse cevovode.

*PFA*: dovoljeni delovni tlak.

*PMA*: najvišji dovoljeni delovni tlak.

*PEA*: dovoljena lokacija tlačnega preskusa.

*OP*: delovni tlak.

*SP*: obratovalni tlak.

## 2.1 Tehnična navodila za vodovod in kanalizacijo – VOKA

### Tehnična navodila za vodovod, JAVNO PODJETJE VODOVOD-KANALIZACIJA d.o.o.

#### 2.1.1 Vsebina

S tehničnimi navodili se določajo usmeritve pri načrtovanju, tehnični izvedbi, nadzoru in uporabi javnega vodovodnega in kanalizacijskega omrežja ter vodovodnih in kanalizacijskih objektov v upravljanju JP VODOVOD-KANALIZACIJA.

Poleg tehničnih navodil je treba obvezno upoštevati tudi veljavna določila slovenskih standardov SIST EN 805, SIST EN 752 in SIST EN 1610.

JP VODOVOD-KANALIZACIJA je glede na število uporabnikov pri javni preskrbi s pitno vodo ter odvajanju in čiščenju odpadne vode v Sloveniji največje.

#### 2.1.2 Tlačni preskus

##### 2.1.2.1 Tlačni preskus vodovodov

Tlačni preskus se opravi na vsakem novozgrajenem ali obnovljenem vodovodu.

Tlačna preskusa za sekundarni (razvodni) cevovod in priključke se izvedeta ločeno.

Po opravljenem tlačnem preskusu se sestavi zapisnik, ki ga podpišejo nadzorni organ upravljavca, izvajalec tlačnega preskusa in predstavnik izvajalca gradnje vodovoda.

Zapisnik o uspešno opravljenih tlačnih preskusih je sestavni del investicijsko-tehnične dokumentacije.

Tlačni preskus se mora izvajati po določilih SIST EN 805.

Kadar je vodni udar izračunan, znaša preskusni tlak

$$STP = MDPC + 100 \text{ kPa.}$$

Kadar vodni udar ni izračunan, znaša preskusni tlak

$$STP = MDPa \times 1,5 \text{ oz. } STP = MDPa + 500 \text{ kPa.}$$

Vsakokrat velja nižja vrednost.

MDPC = obratovalni sistemski tlak + izračunana vrednost tlaka pri vodnem udaru.

MDPa = obratovalni sistemski tlak + določena vrednost tlaka pri vodnem udaru, ki pa ne sme biti manjša od 200 kPa.

Do izvajanja predpreskusa mora biti cevovod napolnjen z vodo in pod tlakom  $MDP = 7 \text{ bar}$  neprekinjeno 24 h.

Predpreskus se izvaja tako, da se tlak dvigne na STP in se pri ceveh DN400 v 30-minutnih razmakih merita padec tlaka in količina dodane vode za ponovno vzpostavitev STP-ja.

Pri ceveh DN400 znaša interval meritev 60 min.

Čas glavnega preskušanja naj bo 1 h. Preskus je uspešen, če v tem času tlak STP-ja ne pade za več kot 0,2 bar.

Zapisnik o tlačnem preskusu naj bo napisan na obrazec, prirejen po DIN 4279, del 9. 3. 10. 3  
Tlačni preskus vodovodnih priključkov

Tlačni preskus se mora izvajati po določilih SIST EN 805.

Predpreskus se izvede tako, da se v vodovodu za 2 h vzpostavi tlak STP-ja.

Pred glavnim preskusom se tlak ponovno dvigne na STP.

Glavni preskus traja 1 h in je uspešen, če v tem času tlak v cevovodu ne pade za več kot 0,2 bar.

### *2.1.3 Preskušanje kanalov*

Zmogljivost sistemov za odvod vode je treba preskušati in presojeti med gradnjo, pri rekonstrukciji in obnovi, po zaključku posamezne gradbene faze pa tudi med celotnim obdobjem uporabe.

Preskusi in presoje obsegajo:

- preskus tesnosti z vodo po standardu SIST EN 1610 in
- preskus tesnosti z zrakom po standardu SIST EN 1610.

Izbira vrste preskusa in presoj je odvisna od tega, ali gre za nov ali že obstoječ sistem za odvod vode.

Preskus tesnosti se opravi na vsakem novozgrajenem, rekonstruiranem ali obnovljenem kanalu.

Preskus tesnosti je treba opraviti po točno določenem postopku. Po opravljenem preskusu tesnosti se sestavi zapisnik, ki ga podpišeta nadzorni organ in vodja gradbišča.

Zapisnik o uspešno opravljenem preskusu tesnosti je sestavni del investicijsko-tehnične dokumentacije.

Preskus tesnosti se mora izvajati po določilih standarda SIST EN 1610.

## 2.2 SIST EN 805:2000

### Oskrba z vodo – Zahteve za zunanje vodovode in dele

#### 2.2.1 Vsebina

Standard navaja zahteve za zunanje vodovodne sisteme, in sicer zajema glavno in sekundarno vodovodno omrežje, vodohrame in druge objekte, splošne zahteve za komponente, zahteve za vgradnjo, preskušanje in obratovanje.

Standard velja za nove in obstoječe sisteme.

#### 2.2.2 Tlačni preskus

Pred izvedbo tlačnega preskusa se mora izvesti sidranje cevovoda. Prekritje spojev je dovoljerno. Dovoljeno je tudi trajno sidrišče, ki bo zdržalo silo tlačnega preskusa, lahko se uporabijo betonski bloki/sidra. Vse začasne podpore in sidrišča se ne odstranijo, dokler ni zaključen preskus na posameznem cevovodu oz. sekciji.

Tlačni preskus se izvaja na celotnem sistemu oz. je lahko razdeljen na posamezne manjše sisteme.

Preskusni odsek je določen na osnovi:

- preskusni tlak je možno doseči na najnižji točki vsakega odseka;
- najmanj tlak MDP je možno doseči v najvišji točki vsakega odseka, razen kadar je drugače navedeno; in
- brez večjih težav se zagotovi potrebna voda za izvedbo preskusa, prav tako izpust iz posameznega odseka.

Odsek se napolni s pitno vodo.

Zrak, ujet v sistemu, se mora izpustiti. Polnjenje se izvaja počasi, če je mogoče z najnižje točke sistema, tako da se zrak sočasno dviguje proti višji točki sistema, kjer se nato izpusti.

Za vse cevovode se lahko izračuna sistemski preskusni tlak (STP), in sicer na osnovi najvišjega dovoljenega obratovalnega tlaka.

- Vodni udar je upoštevan:

$$STP = MDP_c + 100 \text{ kPa.}$$

- Vodni udar ni upoštevan:

$$STP = MDP_a \times 1,5$$

ali

$$STP = MDP_a + 500 \text{ kPa.}$$

Opomba: Uporabi se tisti, ki je manjši oz. nižji.

Dovoljena meja za vključeni vodni udar znaša v primeru MDP<sub>a</sub>-ja ne manj kot 200 kPa.

Če je možno, se merilna oprema vgrajuje na najnižji točki sistema. Preskusni tlak na najnižji točki sistema je preskusni tlak sistema izračunan na najnižjo točko sistema minus razlika v višini.

### 2.2.2.1 Postopek tlačnega preskusa

Postopek tlačnega preskusa definira projektant v fazi načrtovanja, in sicer je razdeljen na:

- predhodni preskus,
- preskus padca tlaka in
- glavni tlačni preskus.

#### 2.2.2.1.1 Predhodni preskus

Namen predhodnega preskusa:

- uravnati/stabilizirati posamezne sestavne dele sistema s posameznimi premiki za čas izvajanja preskusa;
- doseči ustrezno nasičenost, v primeru materialov, ki vpijajo vodo; in
- dovoljen porast tlaka v odvisnosti od prostornine v primeru fleksibilnih cevnih povezav.

Cevovod naj se razdeli na posamezne preskusne odseke, ki naj se napolnijo z vodo in odzračijo. Preskusni tlak narašča na vrednost najmanj delovnega tlaka sistema, ne da bi prekoračili sistemski preskusni tlak.

V primeru morebitnih puščanj cevovoda se cevovod izprazni in vsaka napaka se odpravi oz. popravi.

Trajanje predhodnega preskusa je odvisno od materiala cevovoda in ga določi projektant.

#### 2.2.2.1.2 Preskus padca tlaka

Preskus padca tlaka omogoča ocenitev količine zraka, ujetega v cevovodu.

Zrak, ujet v cevovodu, se prikazuje kot visoka vrednost, ki se lahko odraža kot navidezno puščanje cevovoda. Prisotnost zraka zmanjša natančnost preskusa padca tlaka in preskusa izgube vode.

Projektant mora določiti, ali se preskus padca tlaka izračuna ali ne.

Tlak se zviša na vrednost preskusnega tlaka. Sistem je treba odzračiti. Odstraniti je treba enoto za merjenje izgube vode ( $\Delta V$ ) in začeti merjenje padca tlaka ( $\Delta p$ ). Sledi primerjanje izgube vode ( $\Delta V$ ) z dovoljeno izgubo vode ( $\Delta V_{\max}$ ) v primerjavi s padcem tlaka ( $\Delta p$ ).

Enačba za izračun dovoljene izgube vode:

$$\Delta V_{\max} = 1,5 \times V \times \Delta p (1/E_w + D/(e \times E_R)).$$

$\Delta V_{\max}$  – dovoljena vrednost izgube vode (l),

$V$  – prostornina preskusnega cevovoda (l),

$\Delta p$  – dovoljena vrednost padca tlaka (kPa),

$E_w$  – masa modela vode (kPa),

$D$  – premer cevovoda (m),

$e$  – debelina stene cevovoda (m),

$E_R$  – modul elastičnosti cevovoda (kPa),

1,5 – dovoljeni faktor za čas trajanja glavnega preskusa.

#### 2.2.2.1.3 Glavni tlačni preskus

Glavni tlačni preskus se izvede po uspešno izvedenem predhodnem preskusu in preskusu padca tlaka, če sta bila predvidena.

Upoštevati se mora vpliv temperaturnih razlik.

Izvajata se dve preskusni metodi:

- metoda izgube vode in
- metoda padca tlaka.

Projektant definira preskusno metodo. Za PE-cevovode je treba narediti naslednje:

*Predhodni preskus:*

- Po splakovanju in odzračanju cevovoda se izvede znižanje tlaka na vrednost atmosferskega tlaka, nato sledi metoda sprostitve (pribl. 60 min), preprečiti je treba, da zrak vstopi v cevovod.
- Po metodi sprostitve sledi konstantno zvišanje tlaka (v manj kot 10 min) do predvidenega systemskega tlaka (STP). Vzdrževanje STP-ja v času 30 min se izvaja s črpalko. V tem času se izvede pregled za morebitne netesnosti.
- Predvidena je dodatna 1 h brez delovanja črpalke, da se cevovod zaradi elastične komponente po potrebi raztegne.
- Sledi meritev tlaka, ki je ostal v sistemu po izvedeni preskusni metodi.

Če je bil predhodni preskus uspešen, lahko nadaljujemo na glavni preskus. Če je tlak padel na 30 % STP-ja, je treba prekiniti predhodni preskus in izpustiti tlak iz sistema ter preveriti in nastaviti pogoje (vpliv temperature, indikacija puščanja itd.). S preskusom lahko nadaljujemo po zaključeni metodi sprostitve (najmanj 60 min).

*Integriran preskus padca tlaka*

Rezultat glavnega preskusa se lahko ovrednoti, če je preostali volumen zraka v preskusnem odseku primerno majhen. Potrebni so naslednji koraki:

- preostali dejanski tlak je treba hitro znižati, z izpustom vode moramo doseči  $\Delta p$  10 %–15 % STP-ja;
- natančno je treba izmeriti odstranjen  $\Delta V$  in
- izračunati dovoljeno izgubo vode  $\Delta V_{\max}$  z naslednjo enačbo:

$$\Delta V_{\max} = 1,2V \times \Delta p (1/E_w + D/(e \times E_R)).$$

$\Delta V_{\max}$  – dovoljena vrednost izgube vode (l),

V – prostornina preskusnega cevovoda (l),

$\Delta p$  – dovoljena vrednost padca tlaka (kPa),

$E_w$  – masa modela vode (kPa),

D – premer cevovoda (m),

e – debelina stene cevovoda (m),

$E_R$  – modul elastičnosti cevovoda (kPa),

1,2 – dovoljeni faktor za čas trajanja glavnega preskusa.

*Glavna faza preskusa*

Vpliv elastičnosti zaradi STP-ja je prekinjen zaradi integriranega padca tlaka. Hiter padec tlaka vodi do skrčenja cevovoda. Treba je spremljati in zapisovati porast tlaka zaradi vpliva krčenja cevovoda za čas pribl. 30 min. Glavna faza preskusa je uspešna, če diagram tlaka prikazuje naraščajočo tendenco in ne pada v času 30 min. Če v roku 30 min pride do padca tlaka, pomeni, da je sistem zagotovo netesen.

Če dvomimo, lahko podaljšamo čas na 90 min. V tem primeru je padec tlaka omejen na 25 kPa od najvišje vrednosti, ki se je pojavila v fazi krčenja.



Če pa je padec tlaka večji kot 25 kPa, je preskus neuspešen.

Svetovano je, da se preverijo vsi fitingi in vizualno pregledajo spoji.

Popraviti je treba netesnosti in ponovno izvesti preskus. Ponovitev preskusa je možna na enak način, zgolj da je čas sprostitve 60 min.

#### 2.2.2.1.3.1 Metoda izgube vode

##### *Meritev izgube prostornine*

Tlak je treba konstantno zvišati do vrednosti sistemskega preskusnega tlaka (STP) in ga nato vzdrževati s črpalko, če je to potrebno, vendar ne manj kot 1 h.

Odstraniti oz. izločiti je treba črpalko ter preprečiti vstop vode v cevovod za čas trajanja preskusa (1 h oz. skladno z določili projektanta).

Ob koncu preskusa sledi izmeritev padca tlaka. Vzpostaviti je treba vrednost STP-ja s pomočjo črpalke in izmeriti izgubo vode z izpustom vode do vrednosti predhodno izmerjenega padca tlaka.

##### *Meritev vrednosti načrpane prostornine*

Tlak je treba konstantno zvišati do vrednosti sistemskega preskusnega tlaka (STP) in ga nato vzdrževati s črpalko, če je to potrebno, vendar ne manj kot 1 h (oz. skladno z določili projektanta).

Za čas trajanja preskusa je treba izmeriti in zapisati z ustrežno napravo vrednost oz. količino vode, ki jo je bilo treba načrpati, da se je vzdrževala vrednost STP-ja.

Izračun izgube vode na koncu prve ure preskusa ne sme biti višji od vrednosti izračuna naslednje enačbe:

$$\Delta V_{\max} = 1,2V \times \Delta p (1/E_w + D/(e \times E_R)).$$

$\Delta V_{\max}$  – dovoljena vrednost izgube vode (l),

V – prostornina preskusnega cevovoda (l),

$\Delta p$  – dovoljena vrednost padca tlaka (kPa),

$E_w$  – masa modela vode (kPa),

D – premer cevovoda (m),

e – debelina stene cevovoda (m),

$E_R$  – modul elastičnosti cevovoda (kPa),

1,2 – dovoljeni faktor za čas trajanja glavnega preskusa.

#### 2.2.2.1.3.2 Metoda padca tlaka

Tlak je treba konstantno zvišati do vrednosti sistemskega preskusnega tlaka (STP). Trajanje metode padca tlaka znaša 1 h ali dlje (oz. skladno z določili projektanta).

V času izvajanja glavnega tlačnega preskusa mora razlika tlaka pokazati padajočo tendenco in naj ne bi preseгла naslednjih vrednosti ob zaključku prve ure:

- 20 kPa za cevovode iz duktilnih cevi z ali brez cementne obloge, jeklene cevovode z ali brez cementne obloge in PE-cevovode ter
- 40 kPa za cevovode s cementno oblogo, v določenih primerih tudi do 60 kPa.

Za PE-cevovode se izvede preskus skladno s poglavjem št. 2.2.2.1.3.

#### 2.2.2.1.3.3 *Ovrednotenje preskusa*

Če izgube presegajo navedene/specificirane izgube oz. če so napake prepoznane, se cevovod ali sistem preveri in popravi, kjer je to potrebno. Preskus se ponavlja, dokler niso izgube skladne s predvidenimi oz. navedenimi.

#### 2.2.2.2 *Končni preskus*

Kadar je cevovod razdeljen na dva ali več odsekov za samo izvedbo tlačnega preskusa, in če so bili vsi odseki uspešno preskušeni, naj se izvede končni preskus kot celota z zaplinjanjem na vrednosti delovnega tlaka za čas najmanj 2 h. Vsak dodatni element, ki je naknadno vgrajen, se ločeno vizualno pregleda za morebitne netesnosti oz. puščanja.

Izvede se končni zapisnik z vsemi podatki preskusa.

## 2.3 SIST EN 806-2:2005

### Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 2. del: Načrtovanje

#### 2.3.1 Vsebina

Standard navaja priporočila in zahteve za načrtovanje vodovodnih inštalacij (pitna voda) v stavbi in zunaj stavbe, vendar znotraj obravnavanega kompleksa oz. območja.

Standard je razdeljen na pet delov, in sicer:

- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 1. del – Splošno;
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 2. del: Načrtovanje
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 3. del – Izračunavanje premera cevi– Poenostavljena metoda;
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 4. del – Inštalacije in
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 5. del – Delovanje in vzdrževanje.

#### 2.3.2 Tlačni preskus

Preskusni tlak znaša najmanj 1,5-kratnik najvišjega dovoljenega delovnega tlaka (PMA).

Tabela št. 2.3.2 prikazuje najvišje dovoljene delovne tlake oz. razrede.

*Tabela št. 2.3.2: Najvišji dovoljeni delovni tlaki oz. razredi*

| PMA razred | Tlak (kPa) |
|------------|------------|
| PMA 1,0    | 1000       |
| PMA 0,6    | 600        |
| PMA 0,25   | 250        |

Vsi cevovodi in spoji inštalacije morajo biti načrtovani za življenjsko dobo 50 let. Posledično je treba izvajati ustrezno vzdrževanje in delovne pogoje.

## 2.4 SIST EN 806-4:2011

### Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 4. del: Inštalacija

#### 2.4.1 Vsebina

Standard navaja zahteve in podaja priporočila za vgradnjo napeljave pitne vode v stavbah in za zunanji razvod v sklopu obravnavane stavbe, skladno s SIST EN 806-1.

Standard velja za nove in adaptirane ter popravljene sisteme.

Standard je razdeljen na pet delov, in sicer:

- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 1. del – Splošno;
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 2. del – Načrtovanje;
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 3. del – Izračunavanje premera cevi – Poenostavljena metoda
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 4. del – Inštalacije in
- Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 5. del – Delovanje in vzdrževanje.

#### 2.4.2 Tlačni preskus

##### 2.4.2.1 Splošno

Napeljave znotraj stavbe morajo biti preskušene. Preskus se izvaja z vodo ali z zrakom (brez olja in brez nečistoč) pri nizkem tlaku.

Napeljave tople in hladne vode se lahko preskušajo s pitno vodo brez prisotnosti delcev  $\geq 150 \mu\text{m}$  (z uporabo mehanskega filtra).

Manometri za izvedbo tlačnega preskusa z vodo naj imajo natančnost 0,02 MPa (0,2 bar), vgrajeni naj bodo na najnižji točki sistema. Manometer naj ima merilno območje od 0 do 16 bar.

Enačba za izračun največje dovoljene hitrosti tlačnega preskoka:

$$V = (4 \times PN) / 60 \text{ (bar s}^{-1}\text{)}.$$

##### *Jekleni, nerjavni in bakreni cevovod*

Za izvedbo preskusa tesnosti se mora končno izvedena napeljava odzračiti in počasi napolniti s pitno vodo brez vsebnosti delcev  $\geq 150 \mu\text{m}$  (z uporabo mehanskega filtra). Preskusni tlak je 1,1-kratnik najvišjega načrtovanega tlaka (MDP).

V primerih, kjer je razlika  $>10 \text{ K}$  med temperaturo okolice in temperaturo vode sistema, je potrebnih 30 min za uravnoteženje sistema. Tlak se vzdržuje minimalno 10 min. Padca tlaka ne sme biti, prav tako ne sme biti vidnega puščanja.

##### *Cevovod iz umetnih mas*

Pri cevovodu iz umetnih mas (PVC-U, PVC-C, PE, PP, PEX, PB itd.) sprememba temperature cevovoda lahko privede do spremembe tlaka.

Če razlika temperature znaša več kot  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , je treba upoštevati temperaturni faktor cevovoda ( $f_T$ ). Proizvajalci morajo definirati temperaturni faktor cevovoda.

Enačba za izračun preskusnega tlaka:

$$TP = 1,1 \times MDP; T \leq 25 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$TP = 1,1 \times f_T \times MDP; T > 25 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

T – temperature,

TP – preskusni tlak,

MDP – najvišji načrtovani tlak,

$f_T$  – temperaturni faktor cevododa.

Temperatura vode naj bo ves čas preskusa konstantna. Za izvedbo preskusa tesnosti se mora končno izvedena inštalacija odzračiti in počasi napolniti s pitno vodo brez vsebnosti delcev  $\geq 150 \mu\text{m}$  (z uporabo mehanskega filtra). Tlačni preskus cevododov iz umetnih mas naj se izvaja skladno s Tabelo št. 2.4.2.1.

Tabela št. 2.4.2.1: Vrsta tlačnega preskusa z vodo v odvisnosti od materiala cevododa

| Vrsta materiala                                             | Postopek tlačnega preskusa z vodo |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Dolžinsko prožen material (kovine)                          | Postopek A tlačnega preskusa      |
| Prožen material (PVC-U, PVC-C)                              |                                   |
| Zelo prožen material (PP, PE, PEX, PA, PB)                  |                                   |
| Zelo prožen material (PP, PE, PEX, PA, PB), za DN $\leq$ 63 | Postopek B tlačnega preskusa      |
| Kombiniran material (kovine, umetne mase), za DN $\leq$ 63  | Postopek A tlačnega preskusa      |
| Kombiniran material (kovine, umetne mase), za DN $>$ 63     | Postopek C tlačnega preskusa      |

Opomba:

Če ni navedeno, kateri postopek uporabiti, se lahko uporabi postopek B ali C.

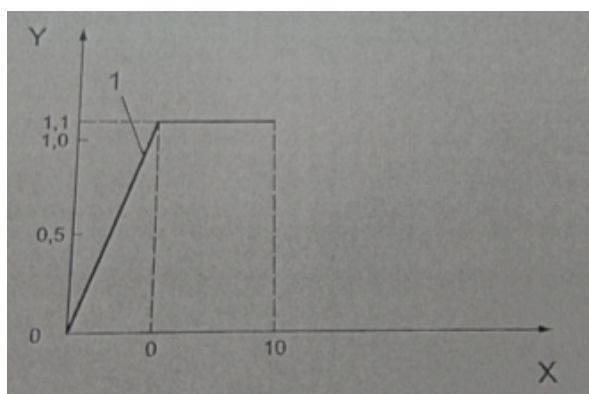
#### 2.4.2.2 Tlačni postopek A

Cevodod se odzračiti in napolni z vodo.

Preskusni tlak (TP) znaša 1,1-kratnik najvišjega načrtovanega tlaka (MDP). Čas trajanja preskusa znaša 10 min.

Preskusni tlak mora ostati konstanten 10 min. Če pride do padca tlaka, se preskusni tlak vzdržuje toliko časa, da se odkrije mesto puščanja.

Slika 2.4.2.2: Tlačni postopek A



1 – polnjenje,

X – čas (minute),

Y – preskusni tlak (vrednost MDP).

### 2.4.2.3 Tlačni postopek B

Cevovod se odzrača in napolni z vodo.

Preskusni tlak (TP) znaša 1,1-kratnik najvišjega načrtovanega tlaka (MDP). Čas trajanja preskusa znaša 30 min. Izvede se pregled sistema za morebitna mesta puščanja sistema.

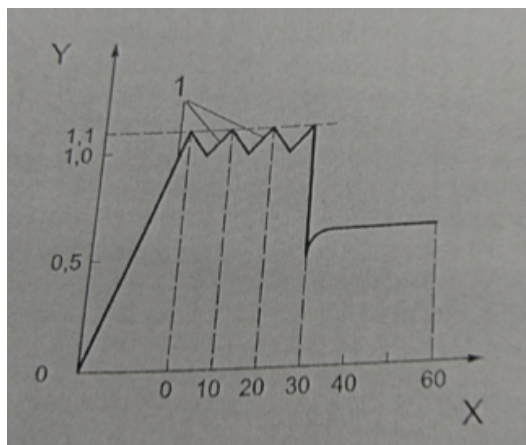
Nato sledi znižanje tlaka z izpustom vode na vrednost 0,5-kratnika preskusnega tlaka.

Sistem je tesen, če v času 30 min po izvedenem znižanju tlaka ne pride do dodatnega padca tlaka oz. če je vrednost enaka ali višja od 0,5-kratnika preskusnega tlaka. Izvede se vizualni pregled. Če je v omenjenem času prišlo do padca tlaka, je sistem netesen. Preskusni tlak se v tem primeru vzdržuje toliko časa, da se odkrije netesno mesto.

Če razlika temperature znaša več kot 25 °C, je treba upoštevati temperaturni faktor cevovoda ( $f_T$ ).

Preskusni tlak mora ostati konstanten 10 min. Če pride do padca tlaka, se preskusni tlak vzdržuje toliko časa, da se odkrije mesto puščanja.

Slika 2.4.2.3: Tlačni postopek B



1 – polnjenje,  
X – čas (minute),  
Y – preskusni tlak (vrednost MDP).

### 2.4.2.4 Tlačni postopek C

Cevovod se odzrača in napolni z vodo.

Preskusni tlak (TP) znaša 1,1-kratnik najvišjega načrtovanega tlaka (MDP). Čas trajanja preskusa znaša 30 min.

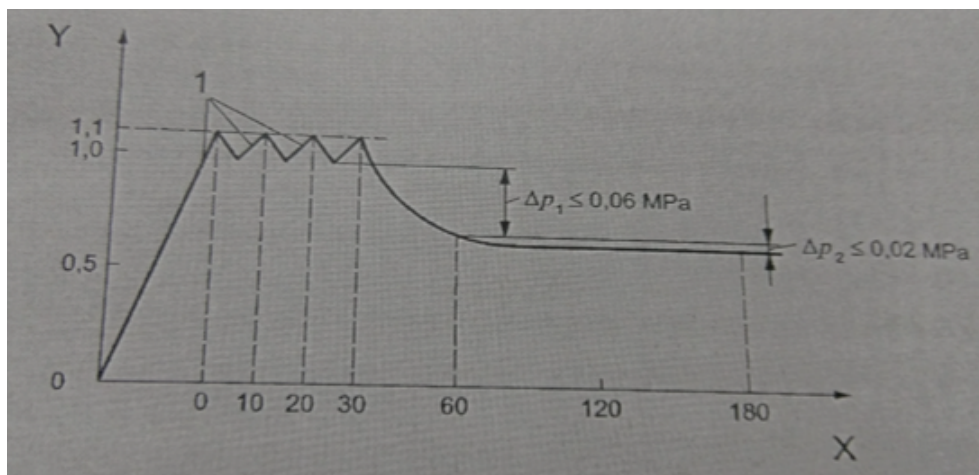
Po 30 min sledi zapis tlaka, izvede se tudi pregled sistema, če bi bila morebitna vidna mesta puščanja.

Po nadaljnjih 30 min sledi ponoven zapis tlaka. Če znaša padec tlaka manj kot 0,6 bar, se šteje, da je sistem tesen. Sledi nadaljevanje preskusa.

Vsaki 2 h se izvede pregled sistema. Če znaša padec tlaka več kot 0,2 bar, se šteje, da sistem ni tesen in da imamo puščanje. Preskusni tlak se vzdržuje toliko časa, da se odkrije netesno mesto.

Za posamezne odseke sistema se mora uporabiti tlačni postopek C.

Če razlika temperature znaša več kot 25 °C je, treba upoštevati temperaturni faktor cevovoda ( $f_T$ ).



Slika 2.4.2.4: Tlačni postopek C

1 – polnjenje,

X – čas (minute),

Y – preskusni tlak (vrednost MDP),

$\Delta p_1$  – najvišji padec tlaka med 30 in 60 min preskusnega časa,

$\Delta p_2$  – najvišji padec tlaka med 60 in 180 min preskusnega časa.

## **2.5 DIN 1988-100:2011-08**

### **Tehnične smernice za inštalacije pitne vode**

Preskus tesnosti se izvaja po zaključeni vgradnji, vendar pred zazidanjem. Preskus se izvaja z vodo, preskusni tlak znaša 1,5-kratnik najvišjega delovnega tlaka, vendar najmanj 12 bar. Preskus traja 10 min.

Preskus inštalacije iz umetnih mas se izvaja skladno z DVGW, delovni zvezek W 322.



## 2.6 SIST EN 1610:2015

### Gradnja in preskušanje cevodov za odvod odpadne vode in kanalizacije

#### 2.6.1 Vsebina

Standard je primeren za gradnjo in preskušanje zunanje odpadne vode ter zunanje kanalizacije, ki deluje na principu gravitacije.

#### 2.6.2 Preskus v fazi izgradnje

Preskus se lahko izvaja v fazi izgradnje, skladno s poglavjem št. 2.6.4.

Za izvedbo začetnega tesnostnega preskusa je potrebno, da so vsa spojna mesta prosta, torej predhodno se spoji zasujejo z izkopnim materialom.

#### 2.6.3 Končni pregled in preskus cevodov in jaškov po zasutju

Po izvedeni vgradnji sledita pregled in preskus, skladno s poglavjema 2.6.3.1 in 2.6.3.2. V primeru morebitnih poškodb in napak sistema je treba te popraviti in popravljene dele ponovno pregledati in preskusiti.

##### 2.6.3.1 Vizualni pregled

Vizualni pregled vključuje pregled:

- smeri/linije in višine cevodov, jaškov;
- spojev cevodov;
- poškodb cevodov, jaškov;
- povezav cevodov in jaškov in
- podlog in premazov cevodov.

##### 2.6.3.2 Preskus tesnosti

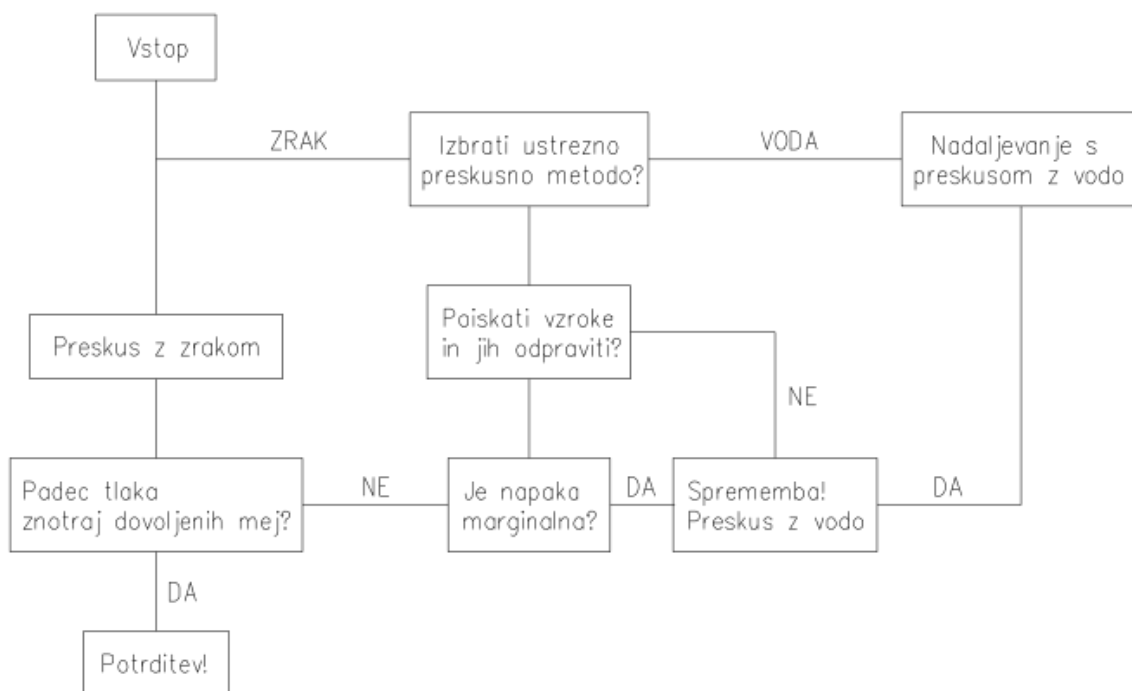
Preskus tesnosti nove inštalacije, ki vključuje cevodove, povezave, jaške, spoje itd., se izvaja skladno s poglavjem 2.6.4.

#### 2.6.4 Postopek in zahteve za izvedbo preskusa gravitacijskega cevodov

Začetni preskus se lahko izvede pred končnim zasutjem materiala, končni preskus se izvede po zasutju in odstranitvi začasnih podpor sistema. Preskus se izvaja skladno z navodili lastnika kanalizacijskega omrežja.

Preskus tesnosti cevodov se lahko izvaja z zrakom (metoda L) ali z vodo (metoda W) oz. skladno s Sliko št. 2.6.4.

Slika 2.6.4: Preskus tesnosti, metoda z zrakom (metoda L)



Če je na območju preskušanja prisotna podtalnica na višini temena cevovoda v času preskušanja, je treba upoštevati posebne postopke (preskus izvajati z višjim preskusnim tlakom).

Jaški so preskušani z vodo (metoda W). Izvedba preskusa z zrakom je lahko nevarna.

#### 2.6.4.1 Preskus z zrakom: metoda L

Preskusni čas za cevovode, izključujoč jaške in prekate, je podan v Tabeli št. 2.6.4.1, kjer je naveden čas preskušanja v odvisnosti od premera cevovoda in metode preskusa (LA, LB, LC, LD). Preskus se sicer izvaja skladno z navodili oz. zahtevami lastnika kanalizacijskega omrežja ali projektanta.

Preskus z zrakom je lahko nevaren. Upoštevati je treba vrednost preskusnega tlaka in sprejeti ustrezne varnostne ukrepe.

Začetni tlak, približno 10 % presežka predvidenega preskusnega tlaka  $p_0$ , se najprej vzdržuje 5 min. Preskusni tlak se nato uskladi s tlakom, navedenim v Tabeli št. 2.6.4.1, v odvisnosti od predvidene metode preskusa LA, LB, LC, LD. Če znaša padeč tlaka po preskusnem času manj kot znaša razlika tlaka v Tabeli št. 2.6.4.1, sledi, da je cevovod ustrezen.

Merilna oprema za merjenje padca tlaka ima natančnost merjenja 10 % razlike tlaka. Natančnost preskusnega časa znaša  $\pm 2,5$  s.

Tabela št. 2.6.4.1: Preskusni tlak, padec tlaka, preskusni čas za metodo z zrakom

| Material                                                             | Preskusna metoda | P <sub>0</sub> <sup>a</sup><br>mbar/kPa | Δp       | Preskusni čas |        |        |        |        |        |         |
|----------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|----------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                                                                      |                  |                                         |          | DN 100        | DN 200 | DN 300 | DN 400 | DN 600 | DN 800 | DN 1000 |
| Betonske cevi                                                        | LA               | 10/1                                    | 2,5/0,25 | 5             | 5      | 5      | 7      | 11     | 14     | 18      |
|                                                                      | LB               | 50/5                                    | 10/1     | 4             | 4      | 4      | 6      | 8      | 11     | 14      |
|                                                                      | LC               | 100/10                                  | 10/1     | 3             | 3      | 3      | 4      | 6      | 8      | 10      |
|                                                                      | LD               | 200/20                                  | 15/1,5   | 1,5           | 1,5    | 1,5    | 2      | 3      | 4      | 5       |
| Kp – vrednosti <sup>b</sup>                                          |                  |                                         |          | 0,058         | 0,058  | 0,053  | 0,040  | 0,0267 | 0,020  | 0,016   |
| Betonske cevi<br>(možnost<br>vpijanja vode)<br>in drugi<br>materiali | LA               | 10/1                                    | 2,5/0,25 | 5             | 5      | 7      | 10     | 14     | 19     | 24      |
|                                                                      | LB               | 50/5                                    | 10/1     | 4             | 4      | 6      | 7      | 11     | 15     | 19      |
|                                                                      | LC               | 100/10                                  | 10/1     | 3             | 3      | 4      | 5      | 8      | 11     | 14      |
|                                                                      | LD               | 200/20                                  | 15/1,5   | 1,5           | 1,5    | 2      | 2,5    | 4      | 5      | 7       |
| Kp – vrednosti <sup>b</sup>                                          |                  |                                         |          | 0,058         | 0,058  | 0,040  | 0,030  | 0,020  | 0,015  | 0,012   |

<sup>a</sup> – tlak nad atmosferskim tlakom,

<sup>b</sup> –  $t = 1 / (Kp) \times \ln p_0 / (p_0 - \Delta p)$ .

Betonske cevi:  $Kp = 16/DN$ , maksimalno 0,058.

Betonske cevi (možnost vpijanja vode) in drugi materiali:  $Kp = 12/DN$ , maksimalno 0,058.

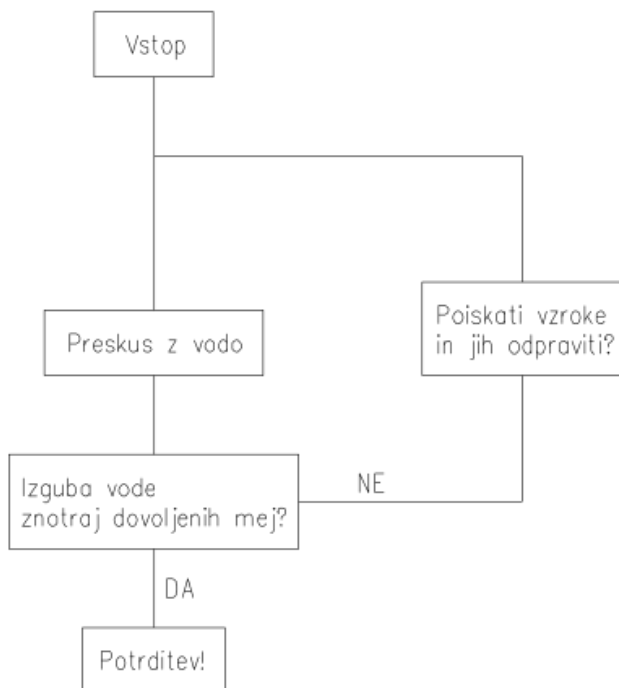
Zaokrožiti t na vrednost 0,5 min, če znaša  $t \leq 5$  min, oz. 1 min, če znaša  $t > 5$  min.

Za cevi, ki nimajo okroglega preseka, je treba narediti izračun nadomestnega/približnega imenskega premera.

### 2.6.4.2 Preskus z vodo: metoda W

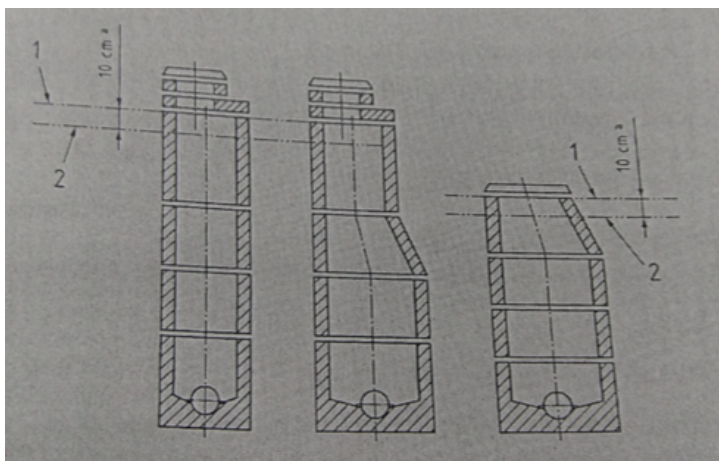
Vrednost preskusnega tlaka za cevovod, izključujoč jaške in prekate, naj bi bila enaka vrednosti polnjenja odseka nad višino zemlje proti jašku oz. nasproti jašku. Najvišji tlak znaša 50 kPa in najnižji tlak 10 kPa.

Slika št. 2.6.4.2.1: Flow diagram preskusa tesnosti z vodo



Če ni drugače zahtevano s strani projektanta, je referenčna višina za izvedbo preskusa jaškov zgornji rob zoženja prekata. Preskusni tlak je odvisen od višine polnjenja, ki je približno 10 cm manj od referenčne višine.

Slika št. 2.6.4.2.2: Referenčna višina za metodo W (jašek in prekat)



- 1 – referenčna višina W-metoda,
- 2 – višina polnjenja W-metoda.

Ko sta cevovod in jašek napolnjena z vodo, se začne uravnoteženje. Ponavadi je dovolj 1 h za uravnoteženje sistema. Če so zunanji pogoji oz. so klimatski pogoji/podnebje suho, je potrebnega več časa za uravnoteženje sistema.

Preskusni tlak se vzdržuje v razponu 1 kPa vrednosti preskusnega tlaka. Razlika volumna vode v času preskušanja se meri z natančnostjo 0,1 l.

Preskus je sprejemljiv, če razlika volumna vode ni višja kot:

- 0,15 l/m<sup>2</sup> v času 30 min za cevovode;
- 0,20 l/m<sup>2</sup> v času 30 min za cevovode, vključno z jaški; in
- 0,40 l/m<sup>2</sup> v času 30 min za jaške in prekate.

Preskusni čas znaša  $30 \pm 1$  min. Preskus se lahko prekine, če je količina vode, ki se je dodala v času 30 min, presežena.

Če ni definirano drugače, je možno izvajati individualni preskus za spoje namesto celotnega preskusa sistema. Omenjeno se lahko izvaja za cevovode premera več kot DN 1000.

Za individualni preskus spojev s preskusno metodo W predstavlja preskusna površina 1 m dolžine cevovoda, če ni definirano drugače. Preskus se izvaja skladno s poglavjem št. 2.6.4.2. Preskusni tlak je 50 kPa.

Tlačni cevovodi se preskušajo skladno s SIST EN 805 oz. skladno z zahtevo projektanta.

Preskus lahko izvajajo strokovno usposobljene osebe, ki so odgovorne za nadzor in izvedbo. Morebitni podizvajalci morajo dokazati referenčno listo izvedenih del.

## **2.7 SIST EN 12056-1:2001**

### **Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 1. del – Splošne zahteve in zahteve za delovanje**

#### *2.7.1 Splošno*

Sistem odvodnjavanja mora biti vodno in plinsko tesen za predvidene delovne tlake. Cevovod v stavbi ne sme izpuščati hlapov in smrdljivega/onesnaženega zraka v stavbo.

Preskušanje se izvaja skladno z veljavnimi nacionalnimi pravilniki, predpisi in priporočili.

Standard je razdeljen na pet delov, in sicer:

- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 1. del – Splošne zahteve in zahteve za delovanje;
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 2. del – Sanitarni sistemi, načrtovanje in izračun;
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 3. del – Odvod vode s streh, načrtovanje in izračun
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 4. del – Črpališča, načrtovanje in izračun in
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 5. del – Vgradnja, preskušanje, navodila za delovanje, vzdrževanje in uporabo.

## **2.8 SIST EN 12056-5:2001**

### **Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 5. del – Vgradnja, preskušanje, navodila za delovanje, vzdrževanje in uporabo**

#### *2.8.1 Splošno*

Standard je predviden za odvodnjavanje kanalizacije, ki deluje na principu težnosti. Primeren je za kanalizacijske sisteme znotraj stavb (stanovanje), v industrijskih in komercialnih stavbah.

Preskušanje se izvaja skladno z lokalnimi zahtevami.

Standard je razdeljen na pet delov, in sicer:

- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 1. del – Splošne zahteve in zahteve za delovanje;
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 2. del – Sanitarni sistemi, načrtovanje in izračun;
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 3. del – Odvod vode s streh, načrtovanje in izračun
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 4. del – Črpališča, načrtovanje in izračun in
- Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 5. del – Vgradnja, preskušanje, navodila za delovanje, vzdrževanje in uporabo.

## 2.9 DIN 1986-100

### Drenažni sistem za stavbe in zemljišča

Preskus tesnosti kanalizacijskega sistema je treba izvajati skladno s standardom SIST EN 1610.

#### 2.9.1 Preskus tesnosti

Preskus tesnosti se prednostno izvaja z vodo. Če ni možnosti izvedbe z vodo, se lahko izvaja z zrakom, vendar je treba upoštevati varnostne ukrepe.

Cevovod se napolni z vodo, ki sega pribl. 0,5 m čez vrh cevi. Če to ni mogoče, se talna kanalizacija znotraj stavbe napolni do zgornjega roba najnižjega dela kanalizacije ali spodnjega roba odprtine za čiščenje na odduhu. Preskusni čas znaša 15 min. Preskus je uspešen, če je vrednost izgube vode manj kot 0,2 l/m<sup>2</sup>.

Inštalacija se predhodno vizualno pregleda.

Preskus tesnosti drenažnega sistema se lahko izvaja tudi z zrakom, skladno z naslednjimi pogoji:

- preskusni tlak  $p = 10 \text{ kPa}$  (100 mbar),
- dovoljeni padec tlaka  $\Delta p = 1,5 \text{ kPa}$  (15 mbar),
- umirjevalni čas  $t_b = 10 \times d_i$  (min.) in
- preskusni čas, skladno s Tabelo št. 2.9.1.

$d_i$  – notranji premer cevovoda (m),

$t$  – preskusni čas.

Tabela št. 2.9.1: Preskusni čas za preskus tesnosti z zrakom v odvisnosti od premera cevovoda

|                   |     |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| DN                | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 |
| Preskusni čas (s) | 60  | 75  | 90  | 120 | 150 |



## **2.10 Tehnična smernica, SVGW, W3 d, Richtlinie für Trinkwasserinstallationen, Ausgabe 2013 Smernice za vodovodno inštalacijo**

### *2.10.1 Vsebina*

Tehnične smernice so narejene na osnovi standarda EN 806.

### *2.10.2 Tlačni preskus*

Vodovodne inštalacije je treba preskusiti s tlakom, ki je 1,5-kratnik delovnega tlaka, vendar najmanj 1500 kPa oz. 15 bar. Cevovod se počasi polni z vodo, pri čemer se ves čas odzračuje.

Padec tlaka v 1 h lahko znaša 10 kPa oz. 0,1 bar.

Merilni inštrument mora imeti območje merjenja od 0 do 16 bar, vgradi se na najnižjo točko sistema.

Preskus z zrakom ni dovoljen.

Če ni možno izvesti preskusa z vodo, se lahko tesnostni preskus izvede z inertnim plinom skladno z navodili proizvajalca. Preskusni tlak znaša največ 100 kPa oz. 1 bar.

Tlačni preskus za vodovodne inštalacije iz umetnih materialov se izvaja skladno s specifikacijami proizvajalcev.

Po uspešno izvedenem preskusu se tlak počasi zniža. Iz cevovoda se izpusti medij preskusa.

Za izvedbo preskusa z vodo se lahko uporabi zgolj pitna voda.

## 2.11 SIST EN 12845:2015

### Vgrajene naprave za gašenje – Avtomatski sprinkler sistemi – Projektiranje, vgradnja in vzdrževanje

#### 2.11.1 Vsebina

Standard navaja zahteve in priporočila za načrtovanje, vgradnjo in vzdrževanje nepremičnih sprinkler sistemov v zgradbah in industriji. Vključuje tudi zahteve in ukrepe, ki so namenjeni za zaščito življenja.

Standard je primeren tudi za popravila, razširitve in druge morebitne predelave obstoječega sprinkler sistema. Standard sicer ni uporaben za področje gašenja z razpršeno vodo.

Standard pokriva področje tveganj oz. nevarnosti za požar, oskrbe z vodo, uporabljenih komponent, inštalacij, preskusov, vzdrževanja, razširitev obstoječega sistema in opredeljuje detajle, ki so potrebni za zagotovitev ustrezne zmogljivosti delovanja sprinkler sistema.

Oskrba z vodo za potrebe sprinkler sistema se lahko aplicira zgolj na sprinkler sisteme in ni primerna za druge sisteme. Priporočila se sicer lahko uporabijo kot smernice za druge požarno varovalne sisteme.

Uporaba standarda je zgolj za nepremične sprinkler sisteme v objektih in drugih zunanjih objektih.

Standard prav tako ni primeren za avtomatske sprinkler sisteme na ladjah, letalih in vozilih ali za podzemne sisteme v rudarski industriji.

Avtomatski sprinkler sistem je sicer namenjen zgodnjemu odkrivanju požara in gašenju z vodo v začetni fazi razvijanja požara.

#### 2.10.2 Najvišji tlak vode

Zgolj v primeru preskusov lahko tlak vode naraste čez 12 bar.

V primerih, kjer je sprinkler sistem vgrajen v visokih zgradbah in je razlika med spodnjo in zgornjo sprinkler šobo več kot 45 m, lahko tlak naraste čez 12 bar, in sicer na naslednjih lokacijah oz. elementih:

- izhod vode iz črpalke in
- cevovod.

V teh primerih mora biti vgrajena oprema primerna za tlake nad 13 bar.

## **2.12 Tehnični predpis VdS CEA 4001:2009**

### **Avtomatski sprinkler sistem – Projektiranje in vgradnja**

#### *2.12.1 Vsebina*

Standard navaja zahteve in priporočila za načrtovanje, vgradnjo in vzdrževanje nepremičnih sprinkler sistemov v zgradbah in industriji. Vključuje tudi zahteve in ukrepe, ki so namenjeni za zaščito življenja.

Tehnični predpis je v povezavi oz. se opredeljuje na zahteve in priporočila standarda SIST EN 12845:2015.

#### *2.12.2 Tlačni preskus*

Preskus cevovoda se izvaja s tlakom, ki ni višji od 15 bar.

Preskus se sicer izvaja ločeno za posamezni odsek.

Sprinkler sistem je sicer načrtovan na tlak 12 bar, ki se lahko zviša v primeru tlačnih preskusov.

## 2.13 Standard NFPA 13:2016

### Avtomatski sprinkler sistem – Projektiranje in vgradnja

#### 2.13.1 Vsebina

Standard zagotavlja minimalne zahteve za načrtovanje in vgradnjo avtomatskega sprinkler sistema. Standard ne pokriva področja sistema za gašenje z razpršeno vodo.

#### 2.13.1 Tlačni preskus z vodo

Celoten cevovod oz. sprinkler mreža naj se tlačno preskusi z vodo tlaka 13,8 bar oz. 3,4 bar več kot znaša delovni tlak oz. kar je več.

Preskus z vodo traja 2 h, pri čemer padec tlaka ne sme biti več kot 0,34 bar.

V sklopu preskusa se izvede tudi vizualni pregled puščanja.

Meritev tlaka se izvaja z manometri. Lokacije manometrov so na najnižji točki sistema.

V primeru predelav ali popravil na obstoječem sistemu je potreben ponoven tlačni preskus sistema.

Če je v času preskusa za vzdrževanje zahtevanega tlaka treba dodati vodo, se mora ta količina vode izmeriti. Dopustni padec tlaka je lahko sicer 0,34 bar.

Dopustno odstopanje glede na premer cevovoda prikazuje Tabela št. 2.12.1.

Enačba za izračun puščanja vode:

$$L = (S \cdot D \cdot L^{1/2}) / 794,797.$$

L – dopustno odstopanje (puščanja vode) (l/h),

S – dolžina cevovoda (m),

D – premer cevovoda (mm),

P – povprečni tlak med preskusom (kPa).

*Tabela št. 2.12.1: Dopustno odstopanje pri preskusu z vodo pri tlaku 13,8 bar (l/h na pribl. 30 m dolžine cevovoda)*

| Premer cevovoda (mm) | Dopustno odstopanje (l/h) |
|----------------------|---------------------------|
| DN50                 | 0,236                     |
| DN100                | 0,472                     |
| DN150                | 0,708                     |
| DN200                | 0,944                     |
| DN250                | 1,19                      |

#### 2.13.2 Tesnostni preskus

Na območjih, kjer zaradi vremena ali zaradi drugih razlogov ni možno izvesti tlačnega preskusa z vodo, se ta izvede z zrakom.

Preskus tesnosti z zrakom se izvaja pri tlaku 2,7 bar. Preskus z zrakom traja 24 h, pri čemer padec tlaka ne sme biti več kot 0,1 bar.

V primeru predelav ali popravil se izvede preskus tesnosti z zrakom pri tlaku 2,7 bar. Preskus je uspešen, če v času 2 h padec tlaka ni več kot 0,2 bar.

Na območjih, kjer je delovna temperatura pod 0 °C, se mora preskus tesnosti izvesti z zrakom ali dušikom pri najnižji delovni temperaturi prostorov.

## 3. PLINI

### 3.1 Zemeljski plin

3.1.1 Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z največjim delovnim tlakom do vključno 16 barov (Uradni list RS, št. 26/02, 54/02 in 17/14-EZ-1)

3.1.2 Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z delovnim tlakom nad 16 barov ter o pogojih za posege v območjih njihovih varovalnih pasov (Uradni list RS, št. 12/10, 45/11 in 17/14 – EZ-1)

#### 3.1.3 SIST EN 12007-1:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 1. del: Splošne funkcionalne zahteve

#### 3.1.4 SIST EN 12007-2:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 2. del: Posebne funkcionalne zahteve za polietilen (najvišji delovni tlak do vključno 10 bar)

#### 3.1.5 SIST EN 12007-3:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 3. del: Posebne funkcionalne zahteve za jekla

#### 3.1.6 SIST EN 12007-4:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 4. del: Posebne funkcionalne zahteve za obnovo

#### 3.1.7 SIST EN 12007-5:2014

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 5. del: Priključni plinovodi – Posebne funkcionalne zahteve za obnovo

#### 3.1.8 SIST EN 1775:2008

Oskrba s plinom – Plinovod za stavbe – Najvišji delovni tlak do vključno 5 bar – Funkcionalna priporočila

#### 3.1.9 SIST EN 12327:2001

Sistem oskrbe s plinom – Tlačni preskus, postopki za začetek in prenehanje obratovanja – Funkcionalne zahteve

#### 3.1.10 SIST EN 1594:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak nad 16 bar – Funkcionalne zahteve

#### 3.1.11 SIST EN 12186:2015

Infrastruktura za plin – Plinske postaje za regulacijo tlaka za prenos in distribucijo – Funkcionalne zahteve

#### 3.1.12 SIST EN 15001:2009

Infrastruktura za plin – Plinske napeljave z delovnim tlakom nad 0,5 bar za industrijsko uporabo in delovnim tlakom nad 5 bar za industrijsko in neindustrijsko uporabo – 1. del: Podrobne funkcionalne zahteve za načrtovanje, materiale, gradnjo, nadzor in preskušanje

#### 3.1.13 SIST EN 12279:2000

Sistemi oskrbe s plinom – Naprave za regulacijo tlaka na priključnih vodih – Funkcionalne zahteve

#### 3.1.14 Tehnični predpisi, delovni zvezek G 469

Postopki tlačnih preskusov za plinovode in plinske napeljave v sistemih oskrbe s plinom, DVGW

#### 3.1.15 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 491

Sistemi za regulacijo tlaka plina za delovne tlake do 100 barov; načrtovanje, izdelava, gradnja, preskus, priključitev in obratovanje, januar 2004

#### 3.1.16 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 459/I.

Priključni plinovodi za stavbe – Priključni plinovodi za delovne tlake do 4 bar; načrtovanje in izgradnja, julij 1998

### 3.1.17 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 465-2

Tehnični predpisi – Plinovodi z delovnim tlakom do 5 barov – Popravila, april 2002

### 3.1.18 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 472

Plinovodi iz polietilena (PE80, PE100 in PE-Xa) za delovni tlak do 10 barov – Gradnja, avgust 2000

### 3.1.18 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 495

Tehnični predpisi za plinske napeljave – Vzdrževanje, julij 2006

### 3.1.21 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 600

Tehnični predpisi za plinske napeljave – DVGW-TRGI 2008, april 2008

### 3.1.22 Tehnična smernica, SVGW G1 d - Richtlinie für die Erdgasinstallation in Gebäude (Gasleitsätze), Ausgabe April 2012

Smernice za plinsko inštalacijo v stavbah

## 3.2 Tehnični plini

3.2.1 Pravilnik o tehničnih normativih za cevovode za plinasti kisik (Uradni list SFRJ, št. 52/90 in Uradni list RS, št. 45/04)

### 3.2.2 Tehnični priročnik, TERMOTEHNIČAR, 2004

Priročnik za termotehniko, termoenergetiko in procesno tehniko

### 3.2.3 Tehnični priročnik, KOMPRESORSKA POSTROJENJA, 2008

Priročnik z izračuni, predpisi, opremo in praktičnimi primeri

### 3.2.4 IGC Doc 13/12/E:2012

Cevovodi in cevni sistemi za kisik

### 3.2.5 IGC Doc 121/14:2014

Cevovodi za vodik

### 3.2.6 IGC Doc 123/13/E:2013

Pravila za uporabo acetilena

### 3.2.7 IGC Doc 120/14/E:2014

Cevovod za ogljikov monoksid in sintetični plin

### 3.2.8 Standard ASME B31.3-2016, Process Piping

Cevovod za procesne tehnološke inštalacije

### 3.2.9 Standard NFPA 55:2016, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Komprimirani plini in kriogene tekočine

## 3.3 Medicinski plini

### 3.3.1 SIST EN ISO 7396-1:2016/oprA1:2017

Sistem napeljav za medicinske pline – 1. del: Sistemi napeljav za stisnjene medicinske pline in podtlak (ISO 7396-1:2016/DAM 1:2017)

### 3.3.2 Tehnični priročnik NFPA, Medical gases and vacuum system, 2015

Vgradnja medicinskih plinov in vakuum sistema

### 3.3.3 Standard CSA Group, Medical gases, 2012, 2015

Del 1: Cevovodi za medicinske pline, vakuum, anestetični plin in sistemi za čiščenje

## 3.4 Utekočinjeni naftni plin

3.4.1 Pravilnik o utekočinjenem naftnem plinu (Uradni list RS, št. 22/91, 114/04 in 17/14 – EZ-1)

### 3.4.2 SIST EN 1775:2008

Oskrba s plinom – Plinovod za stavbe – Najvišji delovni tlak do vključno 5 bar – Funkcionalna priporočila

3.4.3 Tehnična smernica SVGW – L1d, Leitsätze für die Lagerung von Flüssiggas und Flüssiggasinstallationen in Haushalt, Gewerbe und Industrie, januar 2015.

Tehnične smernice za skladiščenje in inštalacije utekočinjenega naftnega plina (gospodinjstva, obrt in industrija)

### 3.4.4 Tehnične smernice DVFG – TRF – 2012

Tehnične smernice za utekočinjeni naftni plin

3.5 Oljna inštalacija

3.5.1 Tehnična smernica za oljne naprave – TRÖI 2.0, 2016



## 3.1 ZEMELJSKI PLIN

### Izrazi in definicije

*Plin:* plinasto gorivo, ki je pri temperaturi 15 °C in pri atmosferskem tlaku (absolutna vrednost 1,01325 bar) v plinastem stanju.

*Plinovod:* sistem cevodovodov z vso pripadajočo opremo in postajami do izstopnega mesta. Cevovodi so v glavnem pod zemljo, vendar pa vključujejo tudi nadzemne dele.

*Plinovodno omrežje:* sistem plinovodov, ki ga sestavljajo cevododi ter pripadajoče postaje in naprave.

*Deli plinovoda:* elementi, iz katerih je zgrajen plinovod. Različni deli vključujejo: cevi, vključno s hladno oblikovanimi loki in fittingi, armature in naprave ter tlačne posode.

*Cevovod:* sklop cevi in fittingov.

*Glavni plinovod:* cevovod v plinovodnem omrežju, na katerega so vezani priključni plinovodi.

*Priključni plinovod:* cevovod od glavnega plinovoda do izstopnega mesta za notranjo plinsko napeljavo.

*Notranja plinska napeljava:* cevna napeljava od izstopnega mesta do priključka za plinsko trošilo.

*Izstopno/predajno mesto:* mesto prenosa lastništva plina od dobavitelja (distributerja) plina do odjemalca.

*Upravlavec plinovodnega omrežja:* pravna ali fizična oseba, ki je pooblaščen za načrtovanje, gradnjo in/ali upravljanje in vzdrževanje sistema za oskrbo s plinom.

*Strokovno usposobljena oseba:* oseba, ki je usposobljena, izkušena in potrjena za izvajanje dejavnosti, ki se nanašajo na sisteme za oskrbo s plinom.

*Pooblaščen oseba:* strokovno usposobljena oseba, ki je zadolžena za izpolnjevanje določenih nalog na plinovodnih omrežjih.

*Tlak:* nadtlak zemeljskega plina v omrežju pri statičnih pogojih.

*Trdnostni preskus:* postopek, ki dokaže, da cevovod, oprema, postrojenje ali postaja izpolnjuje zahtevano mehansko trdnost.

*Tesnostni preskus:* postopek preverjanja zahtevane tesnosti cevododa, postaje, opreme ali postroja.

*Kombinirani preskus:* specifični postopek, ki dokaže, da cevovod in/ali postaja izpolnjuje zahtevano mehansko trdnost in tesnost.

*Delovni tlak (OP):* tlak, ki nastopa v sistemu pri normalnih obratovalnih razmerah.

*Načrtovani tlak (DP):* načrtovani tlak je izhodiščni tlak za projektne izračune.

*Najvišji delovni tlak (MOP):* najvišji tlak, pri katerem lahko plinovod pri normalnih razmerah trajno obratuje. Najvišji delovni tlak ne sme biti višji od načrtovanega tlaka.

*Najvišji tlak ob motnji (MIP):* najvišji tlak, ki se pojavi le kratek čas in je omejen z varnostnimi napravami.

*Tlak preskusa trdnosti (STP):* tlak, ki se uporabi za preskus trdnosti plinovoda.

*Tlak kombiniranega preskusa:* tlak, ki se uporabi za kombinirani preskus plinovoda.

*Tlak preskusa tesnosti:* tlak, ki se uporabi za preskus tesnosti plinovoda.

*Kritični tlak hitrega širjenja razpok (pRCP):* tlak, pri katerem lahko pride do hitrega širjenja razpok (RCP) v polietilenski cevi, definiran pri referenčni temperaturi.

*Preskusni sistem:* kompleten postroj, sestavljen iz merilnih naprav in druge potrebne opreme z eno ali več dodatnimi napravami.

*Merilni inštrument:* inštrument za samostojno rabo pri meritvah ali za rabo v povezavi z eno ali več dodatnimi napravami.

*Postaja za regulacijo tlaka:* postroj z vso opremo, vključno z vstopnim in izstopnim cevovodom vse do zapornih ventilov, in vsa struktura, v kateri je tovrstna oprema shranjena, ki se uporablja za regulacijo tlaka in zaščito pred previsokim tlakom.

### **3.1.1 Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z največjim delovnim tlakom do vključno 16 barov (Uradni list RS, št. 26/02, 54/02 in 17/14-EZ-1)**

#### *3.1.1.1 Vsebina*

Pravilnik predpisuje tehnične zahteve in pogoje za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z najvišjim delovnim tlakom do vključno 16 bar za varno oskrbo z zemeljskim plinom.

Za izpolnjevanje predpisanih tehničnih pogojev je treba pri načrtovanju, graditvi, preskušanju, obratovanju, začetku in prenehanju obratovanja, vzdrževanju, obnavljanju ter drugih delih v celoti upoštevati zahteve in pogoje tega pravilnika in standarda SIST EN 12007 ter v njem navedene standarde.

Pri načrtovanju, graditvi, preskušanju, začetku obratovanja, obratovanju in vzdrževanju plinovodov z najvišjim delovnim tlakom do 5 bar v zgradbah se obvezno upoštevajo tehnične zahteve iz standarda SIST EN 1775.

Za plinovode znotraj regulacijskih in merilnih postaj je obvezna uporaba zahtev standardov SIST EN 12186 in SIST EN 1776.

#### *3.1.1.2 Tlačni preskus*

Vsi elementi postaje pod tlakom morajo biti preskušeni. Preskusni postopki morajo biti izbrani skladno s SIST EN 12327. Preskušanje mora biti v skladu z zahtevami za preskušanje v SIST EN 12186.

Upravljaec plinovodnega omrežja je odgovoren za zagotovitev ustreznih tlačnih preskusov na omrežju pred začetkom obratovanja, skladno s standardom SIST EN 12327.

Metode tlačnega preskusa določi projektant z obvezno uporabo standarda SIST EN 12327 z nivoji preskusnega tlaka glede na dimenzije plinovodov, materiala, preskusnega volumna in najvišji delovni tlak omrežja.

Tlačni preskus izvaja usposobljeno strokovno osebje, ki pri tem uporablja ustrezno opremo za izvedbo tlačnega preskusa po izbrani metodi. Po izvedenem tlačnem preskusu mora biti narejen zapisnik o tlačnem preskusu.

Kadar opravlja tlačni preskus tretja oseba ali pa ga nadzira, je treba upravljavcu omrežja izdati zapisnik o tlačnem preskusu in potrdilo, da so bili deli omrežja preskušeni po predpisih in standardih ter v skladu s prakso.

Upravljaec omrežja mora hraniti dokumentacijo o preskusih na plinovodnem omrežju skupaj s podatki o datumih in rezultatih preskušanja ves čas uporabe omrežja do njegove fizične odstranitve.

### **3.1.2 Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z delovnim tlakom nad 16 barov ter o pogojih za posege v območjih njihovih varovalnih pasov (Uradni list RS, št. 12/10, 45/11 in 17/14 – EZ-1)**

#### *3.1.2.1 Vsebina*

Pravilnik predpisuje tehnične pogoje za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodnega omrežja z delovnim tlakom nad 16 bar, pogoje za načrtovane posege v območjih njihovih varovalnih pasov, območja varnostnih pasov ter posebne varnostne ukrepe zaradi zagotavljanja varnosti in zanesljivosti oskrbe z zemeljskim plinom.

Za izpolnjevanje predpisanih tehničnih pogojev je treba pri načrtovanju, graditvi, obratovanju, opustitvi in prevzemu upoštevati zahteve in pogoje standarda SIST EN 1594 kot temeljnega standarda ter v njem navedene standarde, razen če ni s tem pravilnikom drugače določeno.

#### *3.1.2.2 Tlačni preskus*

Plinovod in njegovi sestavni deli morajo biti pred začetkom obratovanja tesnostno in trdnostno preskušeni skladno s standardom SIST EN 1594.

Pri tesnostnem preskusu plinovoda mora biti najnižji preskusni tlak enak najvišjemu delovnemu tlaku (MOP).

Kot preskusni medij se praviloma uporablja voda. Če se pri trdnostnem preskusu plinovoda in njegovih sestavnih delih uporablja zrak, inertni plin ali zemeljski plin, je največja dopustna napetost v materialu cevi glede na najnižjo mejo elastičnosti:

1. za zrak in inertni plin 50 % ter
2. za zemeljski plin 30 %.

Preskusni medij, ki je bil uporabljen za preizkušanje, se mora odstraniti tako, da nima škodljivih vplivov na okolje.

Po uspešno opravljenem trdnostnem in tesnostnem preskusu plinovoda je treba plinovod osušiti.

Načini sušenja plinovoda so določeni s standardom SIST EN 1594.

Sistemske operater mora hraniti dokumentacijo o preskusih na plinovodnem omrežju skupaj s podatki o datumih in rezultatih preskušanja ves čas uporabe omrežja do njegove fizične odstranitve.

### **3.1.3 SIST EN 12007-1:2013**

#### Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 1. del: Splošne funkcionalne zahteve

##### *3.1.3.1 Vsebina*

Standard opisuje splošna funkcionalna priporočila za plinovode do primopredajnega mesta, prav tako pa tudi za podzemne plinovode za primopredajnim mestom, za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar za plinasta goriva v skladu s Tabelo 1 standarda EN 437:2005+A1:2009. Nanaša se na njihovo načrtovanje, gradnjo, začetek in prenehanje obratovanja, obratovanje, vzdrževanje, obnovo, širjenje in druga povezana dela.

Specifična funkcionalna priporočila za polietilenske plinovode so navedena v SIST EN 12007-2, za jeklene plinovode v SIST EN 12007-3 in za obnove plinovodov v SIST EN 12007-4. Funkcionalna priporočila za plinovode v stavbah opisuje SIST EN 1775, funkcionalna priporočila za priključne plinovode pa SIST EN 12007-5.

Funkcionalna priporočila za tlačne preskuse, začetek in prenehanje obratovanja so navedena v SIST EN 12327.

Funkcionalna priporočila za postajo za regulacijo tlaka plina so navedena v SIST EN 12186.

##### *3.1.3.2 Tlačni preskus*

Upravljevec plinovodnega omrežja je odgovoren za zagotovitev izvajanja ustreznih tlačnih preskusov na omrežju pred začetkom obratovanja.

Postopke za tlačne preskuse, s katerimi se dokaže neoporečnost glavnih in priključnih plinovodov, izbere upravljevec plinovodnega omrežja na podlagi SIST EN 12327, pri čemer morajo biti preskusni tlaki primerni glede na dimenzije cevi, material, prostornino cevovodov in MOP.

Trdnostni preskus in tesnostni preskus je mogoče opraviti kot skupen preskus, pri čemer je CTP enak STP-ju. Tlačni preskus izvaja strokovno usposobljeno osebje, ki ga lahko posebej pooblasti upravljevec plinovodnega omrežja in/ali pristojni organ.

Preveriti je treba potrebo za izvedbo kakršnih koli posebnih varnostnih ukrepov za zaščito ljudi in premoženja, če se kot preskusni medij uporablja zrak ali inertni plin.

Če tlačni preskus izvaja ali nadzoruje tretja oseba, je treba zagotoviti potrdilo, da je bil obravnavani odsek plinovodnega omrežja položen in preskušán v skladu z ustreznimi standardi in/ali tehničnimi smernicami.

Dokumentacijo o tlačnih preskusih, ki vsebuje datum in rezultate, je treba hraniti.

**3.1.4 SIST EN 12007-2:2013**

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 2. del: Posebne funkcionalne zahteve za polietilen (najvišji delovni tlak do vključno 10 bar)

**3.1.4.1 Vsebina**

Standard opisuje posebna funkcionalna priporočila za polietilenske plinovode (PE) kot dodatek splošnim funkcionalnim priporočilom v SIST EN 12007-1 za:

- a) najvišji delovni tlak (MOP) do vključno 10 bar in
- b) obratovalno temperaturo med  $-20\text{ °C}$  in  $+40\text{ °C}$ .

**3.1.4.2 Tlačni preskus**

Preskusni tlaki za plinovode morajo ustrezati MOP-u plinovodov.

Postopki preskušanja morajo biti v skladu s SIST EN 12327.

Preveriti je treba potrebo za izvedbo kakršnih koli posebnih varnostnih ukrepov za zaščito ljudi in premoženja, če se kot preskusni medij uporablja zrak ali inertni plin.

Pri temperaturah preskušanja pod  $0\text{ °C}$  je treba pri pripravi plinovoda in izbiri postopka preskušanja upoštevati možnost znižanja kritičnega RCP-tlaka.

PE-plinovodi pod tlakom so zaradi temperaturnih razlik v okolici lahko podvrženi raztezanju, kar lahko vpliva na rezultate tlačnega preskusa. Pri višjih preskusnih tlakih je ta vpliv lahko znaten.

### **3.1.5 SIST EN 12007-3:2013**

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 3. del: Posebne funkcionalne zahteve za jekla

#### *3.1.5.1 Vsebina*

Standard opisuje posebna funkcionalna priporočila za jeklene plinovode, kot dodatek splošnim funkcionalnim priporočilom, vsebovanim v SIST EN 12007-1, za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar.

#### *3.1.5.2 Tlačni preskus*

Metode in postopki tlačnih preskusov so navedeni v SIST EN 12327.

### **3.1.6 SIST EN 12007-4:2013**

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 4. del: Posebne funkcionalne zahteve za obnovo

#### *3.1.6.1 Vsebina*

Standard opisuje posebna funkcionalna priporočila za obnovo cevovodov obstoječega plinovodnega omrežja. Standard se uporablja v povezavi s SIST EN 12007-1.

Standard opredeljuje različne postopke oz. različne tehnologije obnove plinovodov in priključnih plinovodov. Splošne smernice za izvedbo so sicer navedene v SIST EN 12007-2 za plinovode iz polietilena in v SIST EN 12007-3 za jeklene plinovode.

Dela lahko izvaja zgolj pooblaščen oseba ob ustreznih pogojih dela, ki jih zagotovi upravljavec plinovodnega omrežja.

#### *3.1.6.2 Tlačni preskus*

Metode in postopki tlačnih preskusov za preskus obnovljenega plinovoda oz. priključnega plinovoda se definirajo iz standarda SIST EN 12327.

Tlačni preskus naj se izvede skladno z minimalno tlačno stopnjo, navedeno v SIST EN 12007-1.

Splošna navodila so podana v standardu SIST EN 12007-1, nadaljnja navodila za plinovode iz polietilena pa v SIST EN 12007-2.

Kadar tesnostnega preskusa ne moremo izvesti, kot npr. v primeru stalno delujočega plinovodnega omrežja, mora merilno metodo definirati upravljavec plinovodnega omrežja.



### **3.1.7 SIST EN 12007-5:2014**

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 5. del: Priključni plinovodi – Posebne funkcionalne zahteve za obnovo

#### *3.1.7.1 Vsebina*

Standard opisuje splošna funkcionalna priporočila za priključne plinovode za najvišji delovni tlak (MOP) do vključno 16 bar. Standard navaja priporočila za načrtovanje, gradnjo in obratovanje ter varno uporabo.

Standard se uporablja v povezavi s standardi iz serije SIST EN 12007.

#### *3.1.7.2 Tlačni preskus*

Metode in postopki tlačnih preskusov za priključni plinovod se definirajo iz standarda SIST EN 12327.

Upravljaec plinovodnega omrežja je odgovoren, da se priključni plinovod pred uporabo tlačno preskusi.

Tlačni preskus ne sme imeti negativnih posledic na delovanje preostalega dela plinovodnega omrežja. Kadar je zahtevani preskusni tlak višji od delovnega tlaka plinovodnega omrežja, se mora priključni plinovod fizično ločiti.

Za priključni plinovod se morata izvesti trdnostni in tesnostni preskus.

Tesnostni preskus je treba izvesti za priključni plinovod, ki se je fizično spremenil oz. za katerega bo ponovno vzpostavljeno obratovanje.

Priključni plinovod se lahko preskusi skupaj s plinovodnim omrežjem oz. odsekom/vejo ali preskusi ločeno.

Preskus je uspešen, če ni puščanj.

Preskus se ne sme izvajati z zaprtimi preskusnimi ventili oz. se mora ob teh pogojih upravljaec plinovodnega omrežja prepričati, da so sposobni prenesti takšen tlak.

#### *3.1.7.3 Varnostna navodila*

Varnostna navodila naj se izvajajo skladno s SIST EN 12327.

Tlačni preskus lahko izvede pooblaščen oseb. V času preskusa je treba zaščititi območja, ki bi lahko bila potencialno nevarna.

Preskusni tlak v priključnem plinovodu naj narašča postopoma.

#### *3.1.7.3 Navodila pred preskusom*

Pooblaščen oseb mora biti seznanjena z vsemi podatki o priključnem plinovodu. Pooblaščen oseb zagotavlja, da je priključni plinovod narejen v skladu z načrtom.

Vse zaključne odprtine priključnega plinovoda se morajo zapreti oz. zatesniti.

Treba je paziti, da pretok zraka ali inertnega plina ne pride v plinovodno omrežje.

### 3.1.7.3 Preskusni medij

Preskusni medij je lahko:

- zrak,
- inertni plin (dušik),
- delovni plin ali
- voda.

Ob dovajanju preskusnega medija v priključni plinovod je treba zagotoviti, da je tlak medija nižji od predvidenega preskusnega tlaka, glej Tabelo št. 3.1.7.5.

Če uporaba zraka, inertnega plina ali vode kot preskusnega medija ni mogoča, se lahko uporabi delovni plin kot medij za preskus tesnosti. Tesnostni preskus se lahko izvede ob pogoju, da so vsi spoji prosto dosegljivi.

### 3.1.7.4 Merilna oprema

Merilna oprema mora imeti ustrezno merilno natančnost in območje merjenja.

### 3.1.7.5 Preskus trdnosti

Preskus trdnosti se izvede za novi priključni plinovod.

Preskus trdnosti se lahko izvede skupaj s preskusom tesnosti. V tem primeru je skupni preskusni tlak (CTP) enak trdnostnemu preskusnemu tlaku (STP).

Tabela št. 3.1.7.5: Tlačna razmerja

| MOP<br>(bar)                 | STP/CTP              |
|------------------------------|----------------------|
| $5,0 < \text{MOP} \leq 16,0$ | $>1,3 \text{ MOP}$   |
| $2,0 < \text{MOP} \leq 5,0$  | $>1,40 \text{ MOP}$  |
| $0,1 < \text{MOP} \leq 2,0$  | $>1,75 \text{ MOP}$  |
| $\text{MOP} \leq 0,1$        | $>2,5 \text{ MOP}^1$ |

Opomba:

<sup>1</sup> Če je MOP nižji kakor načrtovani tlak, se lahko uporabi vrednost načrtovanega tlaka (DP).

Če se preskus trdnosti ne izvaja skupaj s preskusom tesnosti, se mora najprej izvesti trdnostni preskus.

Preskus trdnosti traja tako dolgo, da se potrdi, da ni prišlo do zlomov cevovoda. Če se trdnostni preskus izvaja skupaj s preskusom tesnosti, je čas preskusa trdnosti enak času preskusa tesnosti.

Vse komponente priključnega plinovoda, ki niso sposobne prenesti preskusnega tlaka, se pred preskusom odstranijo iz sistema (regulatorji, plinomeri, varnostne naprave). V teh primerih se prazni deli cevovoda zatesnijo.

Fizično je treba ločiti plinovod, ki ne bo podvržen trdnostnemu preskusu.

### 3.1.7.6 Preskus tesnosti

Preskus tesnosti se izvaja za vse priključne plinovode. V določenih primerih se izvede skupaj s trdnostnim preskusom.

Tlak preskusa tesnosti ne sme biti višji od tlaka preskusa trdnosti (STP).

Tlak preskusa tesnosti znaša najmanj delovni tlak sistema.

Tesnostni preskus traja tako dolgo, da se potrdi, da ni puščanj na priključnem plinovodu.

#### *3.1.7.7 Neuspešen tlačni preskus*

Če je tlačni preskus neuspešen, se morebitna puščanja ugotavljajo s sredstvom za ugotavljanje puščanj skladno s SIST EN 14291.

Za jeklene plinovode se uporablja sredstvo, ki vsebuje manj kot 30 mg/l klora.

Poškodovani oz. uničeni deli priključnega plinovoda se zamenjajo in ponovno se izvede tlačni preskus.

### **3.1.8 SIST EN 1775:2008**

#### Oskrba s plinom – Plinovod za stavbe – Najvišji delovni tlak do vključno 5 bar – Funkcionalna priporočila

##### *3.1.8.1 Vsebina*

Standard opisuje splošna funkcionalna priporočila za načrtovanje, gradnjo, preskušanje, začetek obratovanja, obratovanje in vzdrževanje plinovodov, in sicer za plinovode od primopredajnega mesta do plinskih naprav.

Standard se uporablja za:

- plinovode v stanovanjskih, trgovskih in javnih objektih z najvišjim delovnim tlakom (MOP) do vključno 5 bar in
- plinovode v industriji z najvišjim delovnim tlakom (MOP) do vključno 0,5 bar.

Opomba: Za plinovode v industriji z MOP-om nad 0,5 bar ali za plinovode z MOP-om nad 5 bar se uporablja standard SIST EN 15001-1.

Standard se uporablja za novo grajene plinovode in tudi za obstoječe plinovode, razširitve plinovodnega omrežja in popravila/vzdrževanje.

Standard se uporablja za zemeljski plin, dobavljen s strani distributerjev plina, in za utekočinjeni naftni plin (UNP), oskrbovan neposredno iz rezervoarjev UNP-ja.

##### *3.1.8.2 Preskušanje*

###### *3.1.8.2.1 Splošna priporočila*

Novi ali obstoječi plinovod, ki se je predeloval oz. popravil, se lahko spusti v obratovanje samo, če so bili preskusi, ki so bili predvideni za ta namen, uspešni.

Preskus se lahko naredi na celotnem plinovodu ali samo na posameznem delu.

Pred preskusom se morajo zaključne cevi plinovodov oz. konci plinovoda zatesniti. Tesnjenje mora biti sposobno prenesti preskusni tlak.

Preskus lahko izvaja samo pooblaščen strokovno usposobljena oseba, ki je odgovorna za samo izvedbo preskusa.

Za samo izvedbo preskusa se naredi poročilo/zapisnik s strani pooblaščen strokovno usposobljene osebe. Poročilo mora jasno identificirati obravnavani plinovod ali del plinovoda, ki je podvržen preskusu. Poročilo mora vsebovati podatke o datumu preskusa, o metodi izvedenega preskusa, merjenja (čas merjenja, tlak merjenja, temperature merjenja) in rezultate preskusa.

V primeru neuspešnih preskusov morajo biti vsa mesta puščanja identificirana z ustreznim načinom oz. sredstvom, kot npr. z uporabo ustrezne tekočine, ki se uporablja v primerih puščanja za lažjo lociranje mesta puščanja oz. netesnjenja. Neustrezni deli oz. cevovodi, ki ne tesnijo, se zamenjajo oz. se ustrezno popravijo. Po izvedbi popravil oz. zamenjavi dela cevovoda se izvede ponoven preskus. Omenjeno se izvaja, vse dokler ni poročilo preskusa uspešno.

###### *3.1.8.2.2 Varnostna priporočila*

Izvedba preskusa ne sme v nobenem primeru ogroziti varnosti ljudi in premoženja.

Preveriti je treba potrebo po izvedbi kakršnih koli posebnih varnostnih ukrepov za zaščito ljudi in premoženja, če se kot preskusni medij uporablja zrak ali inertni plin.

Pooblaščen strokovno usposobljena oseba se mora pred izvedbo poučiti o plinovodu oz. dobiti vse potrebne informacije o plinovodu, ki bo podvržen preskusu. Predati se morajo dokumentacija in certifikati, da je plinovod grajen skladno z veljavno zakonodajo, pravilniki, priporočili ter skladno s projektom za izvedbo.

V odvisnosti od preskusnega tlaka, tipa spojev ter lokacije plinovoda se pooblaščen strokovna oseba odloči, ali bo preskus izvedla s tekočino pod tlakom oz. se bo predhodno odločila za izvedbo neporušitvenega preskusa. Vsa nevarna območja preskusa morajo biti ustrezno zaščitena in onemogočen mora biti dostop do mesta preskusa.

Preskusni tlak ne sme preseči dopustnega tlaka plinovoda.

### 3.1.8.2.3 Preskusni medij

Preskusni medij je lahko:

- zrak,
- inertni plin (npr. dušik) ali
- plin, ki se bo distribuiral.

Pri uporabi inertnega plina, neposredno iz rezervoarjev pod visokim pritiskom, je treba biti pazljiv, v smislu, da preprečimo, da tlak v plinovodu ne preseže predvidenega tlaka preskusa.

Če preskus z zrakom ali inertnim plinom ni izvedljiv, lahko uporabimo plin, ki se bo uporabljal v obravnavanem plinovodu, kot preskus tesnjenja ob delovnih pogojih obratovanja plinovoda. Pogoj je, da so vsa mesta oz. spoji preprosto dosegljivi. Če plinovod po zaključku preskusa ne gre takoj v obratovanje, je treba iz plinovoda spustiti plin in ga ponovno zatesniti.

### 3.1.8.2.4 Pogoji preskusa

Medij preskusa in zunanji tlak imata lahko določen vpliv na trdnostni preskus in na preskus tesnjenja. Odstopanja teh parametrov je treba upoštevati pri rezultatih preskusa.

### 3.1.8.2.5 Trdnostni preskus

Trdnostni preskus se mora izvajati v skladu s Tabelo št. 3.1.8.2.5.

Trdnostni preskus je odvisen od najvišjega delovnega tlaka (MOP) plinovoda.

Tabela št. 3.1.8.2.5: Trdnostni preskus

| MOP<br>(bar)              | Trdnostni preskus<br>(bar) |
|---------------------------|----------------------------|
| $2 < \text{MOP} \leq 5$   | $>1,4 \text{ MOP}$         |
| $0,1 < \text{MOP} \leq 2$ | $>1,75 \text{ MOP}$        |
| $\text{MOP} \leq 0,1$     | $>2,5 \text{ MOP}$         |

Trdnostni preskus se lahko izvaja istočasno s preskusom tesnjenja, z uporabo istega medija in tlaka. Če se trdnostni preskus ne izvaja istočasno, se mora pred preskusom tesnjenja.

Če se preskus tesnjenja ne izvaja istočasno s trdnostnim preskusom, mora trdnostni preskus trajati tako dolgo, da se z ustreznimi načini potrdi, da ni prišlo do zloma/poka plinovoda. Vsa

inštalacija (fitingi), regulatorji, plinomeri, varnostne naprave itd., ki niso sposobni prenesti predvidenega preskusnega tlaka, se mora predhodno odstraniti za čas izvedbe preskusa. Odstranjene dele je treba nadomestiti z ustrezno inštalacijo (fitingi). Kjer to ni mogoče, se morajo prazna mesta zatesniti in ločeno preskusiti. Inštrumenti morajo biti odstranjeni pred izvedbo trdnostnega preskusa.

#### *3.1.8.2.6 Preskus tesnosti*

Vse nove ali obstoječe plinovode, ki so se na kakršni koli način predelovali oz. popravljali ali je bilo posegano vanje, je treba preskusiti na tesnost. Predvideni tlak preskusa tesnosti je lahko enak kakor delovni tlak oz. ne višji kakor 150 % MOP-a, kadar je MOP višji od 0,1 bar. Za plinovode, ki imajo MOP pod ali enak 0,1 bar, se preskus tesnosti izvaja s tlakom manj kot 150 mbar.

Preskus tesnjenja se izvaja na mestu oz. sami lokaciji preskusa, ob osnovnem pogoju, da so vsa mesta spojev preprosto dosegljiva in brez prekritja. Preskus tesnjenja se ne sme začeti, dokler se temperatura preskusnega medija ne stabilizira.

Nepuščanje se potrjuje z ničto razliko med merjenim tlakom na začetku in na koncu preskusa, ki ne more biti zaradi razlik temperature medija, tlaka ali prostorske temperature med preskusom.

Merilnik tlaka mora biti primeren za območja predvidenih tlakov preskusa.

Za izvedbo preskusov na krajših delih plinovoda (do tri spoje) je, ob pogoju, da so ti dosegljivi, dovoljeno potrditi nepuščanje plinovoda na drugačen način kakor z merilnikom tlaka.

Čas preskusa mora biti določen s strani pooblaščenega strokovnega osebe, ki je odgovorna za izvedbo preskusa. Čas preskusa mora biti daljši od minimalno zahtevanega, v odvisnosti od merilne natančnosti merilnika tlaka ter prostornine plinovoda.

Čas mora sicer biti omejen zaradi vpliva temperature medija, atmosferskega tlaka in prostorske temperature merjenega tlaka.

#### *3.1.8.2.7 Dodatni preskus*

Pred začetkom obratovanja plinovoda naj pooblaščen oseba izvede preskus sposobnosti oz. potrdi nepuščanje plinovoda med spoji novega plinovoda in med spoji novega plinovoda ter obstoječega plinovoda.

### **3.1.9 SIST EN 12327:2001**

#### Sistem oskrbe s plinom – Tlačni preskus, postopki za začetek in prenehanje obratovanja – Funkcionalne zahteve

##### *3.1.9.1 Področje uporabe*

Evropski standard opisuje splošna načela tlačnega preskusa, postopke za začetek in prenehanje obratovanja sistemov za oskrbo s plinom oz. plinovodnih omrežij, razen za plinovode za stavbe v skladu s standardom SIST EN 1775.

Opisani postopki veljajo za trdnostne preskuse, tesnostne preskuse in kombinirane preskuse.

Standard ne navaja stopenj preskusnega tlaka, trajanja preskusnega tlaka in kriterijev sprejemljivosti.

Dodatni ukrepi ali drugačne metode preskušanja ter postopki za začetek in prenehanje obratovanja so lahko potrebni na osnovi veljavne zakonodaje v posameznih državah ali pa preudarka upravljavca plinovoda.

##### *3.1.9.2 Tlačni preskus*

###### *3.1.9.2.1 Splošno*

Izvedba zahtev tlačnega preskusa mora biti v rokah pooblaščenih oseb.

Tlak trdnostnega preskusa ali kombiniranega preskusa je višji od najvišjega tlaka v primeru motnje sistema (MIP). Tlak tesnostnega preskusa, ki običajno sledi trdnostnemu preskusu, je lahko nižji od MIP-a. Če ni bilo predhodnega trdnostnega preskusa, kot npr. v primeru krajših razširitev/podaljškov obstoječih plinovodov in povezave novih in obstoječih odsekov, kjer je treba spoje preskusiti, mora biti tlak tesnostnega preskusa najmanj enak delovnemu tlaku sistema.

Pri vseh navedenih tlakih gre za nadtlake (relativne tlake), ki se merijo pri določenem atmosferskem tlaku.

Upravljalavec plinovoda ali pristojni urad/slужba pripravi pisni postopek/navodila, ki upoštevajo lokalne razmere, nacionalno zakonodajo, standarde, priporočila in/ali tehnične predpise ter določajo naslednje:

- metodo preskusa,
- preskusni tlak,
- preskusni čas,
- preskusni medij,
- kriterije sprejemljivosti,
- dovoljena nihanja tlaka in volumna,
- najnižji tlak v obstoječem sistemu za oskrbo s plinom,
- metode za odkrivanje netesnosti,
- izpust preskusnega medija in
- odstranjevanje vode.

Preskusne metode in preskusni tlak so odvisni od uporabljenih materialov, tipov spojev, namere in ustreznih funkcionalnih standardov sistema za oskrbo s plinom.

Nihanje najvišjega dovoljenega tlaka volumna je odvisno od materiala, tlaka, premera ter lokacije preskušane odseka.

Treba je upoštevati učinke nihanja atmosferskega tlaka in/ali nihanja temperature, še posebej tam, kjer del preskušane odseka ni povsem pod zemljo.

V primeru preskušanja plastičnih materialov je treba upoštevati učinek lezenja med višanjem tlaka in preskušanjem.

Primer: polietilen.

Tlak v preskušanjem odseku je v nadzorovanih okoliščinah treba dvigniti na zahtevano raven. Za preverjanje tlaka moramo uporabiti manometer najmanj razreda 0,6 in z maksimalnim merilnim območjem, ki je 1,5-kratnik preskusnega tlaka. Če je treba, lahko uporabimo tlačne registrirne naprave razreda 1. Treba je zagotoviti, da je celoten preizkušani odsek pod tlakom. Za to, da bi lahko upoštevali spremembe temperature, ki vplivajo na preskusni tlak, lahko temperaturo merimo z inštrumentom, ki ima najmanjšo točnost 1 K.

Merilni inštrumenti morajo biti usklajeni z ustreznimi standardi ali specifikacijami in morajo imeti veljavne kalibracijske certifikate. Manometri morajo ustrezati standardom SIST EN 837-1, SIST EN 837-2 in SIST EN 837-3.

Preskusna oprema mora biti odporna proti predhodno določenim preskusnim tlakom.

Paziti je treba, da se preskušani odsek ne preobremeni s tlakom višjim od predhodno določenega preskusnega tlaka.

Treba je sprejeti ustrezne ukrepe, da ne pride do ogrožanja ljudi in okolja.

Plinovod naj v največji možni meri poteka pod zemljo, če pa je cevna napeljava prosto ležeča, jo je treba primerno zaščititi.

Med dvigovanjem tlaka ne sme na območju prosto ležečih delov preizkušane odseka sodelovati nihče, razen avtoriziranih oseb. Če je treba, se postavijo opozorilne table.

Na preskušanjem odseku se sme izvajati samo delo, ki je povezano s preskusom.

Tlačno preskušanje ne sme potekati ob zaprtih zapornih elementih/ventilih.

Cevovode, ki niso odporni proti vzdolžni sili, je treba s konstruktivnimi ali zunanjimi ukrepi zavarovati proti gibanju med preskusom.

Po zadovoljivem zaključku tlačnega preskusa je treba v najkrajšem možnem času začeti obratovanje plinovoda. Če pride do zakasnitve med preskusom in začetkom obratovanja, naj ostane odsek plinovoda pod tlakom. Pred začetkom obratovanja je treba preveriti tlak, da plinovodni odsek ni poškodovan.

#### *3.1.9.2.2 Klasifikacija preskusnih metod*

Tabela št. 3.1.9.2.2 navaja razmerja med preskusnimi metodami, preskusnimi mediji in relevantne podtočke tega standarda.



Tabela št. 3.1.9.2.2: Klasifikacije preskusnih metod

|                                      | Voda          | Zrak ali inertni plin | Plin pri delovnem tlaku |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| Metoda meritev volumna               | 3.1.9.2.3.1.1 |                       |                         |
| Metoda tlačnih meritev               | 3.1.9.2.3.1.2 | 3.1.9.2.4.1.1         |                         |
| Metoda vizualnega preskusa           | 3.1.9.2.3.1.3 | 3.1.9.2.4.1.2         | 3.1.9.2.4.1.2           |
| Metoda meritev diferencialnega tlaka |               | 3.1.9.2.4.1.3         |                         |

### 3.1.9.2.3 Tlačni preskus z vodo

Tlačne preskuse z vodo je treba izvajati z vodo. Voda, ki se uporablja za preskušanje, ne sme delovati agresivno na komponente cevovoda. Preskušani odsek in voda ne smeta vsebovati nečistoč, saj bi to lahko oviralo preskus in posledično obratovanje preskušane odseka. Po izvedbi preskusa je treba zagotoviti ustrezno odstranjevanje vode.

Predhodni preskus z zrakom ali inertnim plinom pri nizkem tlaku (največ 0,5 bar) se lahko izvede pred tlačnim preskusom z vodo. Ta predhodni preskus pa ne sme nadomestiti tesnostnega preskusa.

Dolžina preskušane odseka je odvisna od geografskih višinskih razlik in potrebe po izogibanju previsokim tlakom na najnižjih točkah zaradi dodatnega statičnega tlaka, pri čemer je treba upoštevati materiale, ki so bili uporabljeni pri izgradnji preskušane odseka.

Preskusni tlak je treba vzdrževati na najvišji točki preskušane odseka in ga v danem primeru preveriti z manometrom.

Med dviganjem tlaka je treba slediti tlaku, da bi zagotovili, da se ne prekorači kritična obremenitev materialov.

Primer: predhodno določena najnižja meja elastičnosti za jeklo ali hitro širjenje razpoke pri polietilenu.

V primeru nevarnosti zmrzali je treba preprečiti zmrzovanje vode.

Ob polnjenju preskušane odseka z vodo na najvišjih točkah ne sme ostajati zrak.

Sistem, ki ga uporabljamo za polnjenje preskušane odseka, mora imeti dovoljšnjo vodno kapaciteto za vzdrževanje stalnega in enakomernega toka, da bi najprej v največji možni meri zmanjšali zaprti zrak in kot drugo zagotovili, da lahko premaga hidravlične obremenitve zaradi geografskih višinskih razlik.

Po možnosti se voda dovaja v preskušani odsek na najnižji točki.

V primeru težav pri dovajanju in morebitnem odstranjevanju vode iz plinovoda je treba namestiti primerne lovilne kose na obeh koncih plinovoda.

Če so količine vode pri preskusu nenormalno velike ali da je padec tlaka prevelik, je treba preveriti preskusne naprave in preskušani odsek pregledati glede znakov netesnosti.

Kjer pregled ne razkrije znakov netesnosti, je treba uporabiti metodo, navedeno v poglavju št. 3.1.9.2.5.

### 3.1.9.2.3.1 Metode tlačnih preskusov z vodo

#### 3.1.9.2.3.1.1 Metoda meritev volumna

Ko dosežemo predhodno določen preskusni tlak, ki omogoča stabilizacijo tlaka in temperature, naredimo prvi odčitek tlaka.

Na preskušanem odseku se vzdržuje stalen tlak in vsakršno izgubo tlaka kompenziramo z dovajanjem vode. Volumen dovedene vode beležimo.

#### 3.1.9.2.3.1.2 Metoda tlačnih meritev

Ko dosežemo predhodno določen preskusni tlak, ločimo preskusni odsek od izvora tlaka. Po preteku časa, potrebnega za stabilizacijo tlaka in temperature, naredimo prvi odčitek tlaka.

Tlak beležimo med preskusom in/ali po začetku in koncu trajanja preskusa.

#### 3.1.9.2.3.1.3 Metoda vizualnega pregleda

Vse komponente plinovoda morajo biti vidne in proste. Na spojih ne sme biti maziva, barve, premazov, zaščitnih oblog ali podobnih elementov.

Ko dosežemo predhodno določen preskusni tlak, preskušani odsek vizualno pregledamo glede znakov možnega izstopanja plina. Preskusni tlak vzdržujemo skozi celotno trajanje pregleda.

#### 3.1.9.2.3.2 Odstranjevanje vode

Metoda za odstranjevanje vode mora biti navedena v pisnem postopku.

Iz preskušanega odseka s primernimi metodami odstranimo vodo.

Primer: z lovilnimi kosi t. i. vpojne gaze.

Upoštevati je treba, da se preskušani odsek posuši pred začetkom obratovanja.

#### 3.1.9.2.4 Zračni preskus

Pred zakopavanjem cevovoda lahko izvedemo predhodni preskus s preskusnim zrakom ali inertnim plinom pri nizkem tlaku (največ 0,5 bar). Ta predhodni preskus pa ne sme nadomestiti tesnostnega preskusa.

Metoda za odstranjevanje zraka ali inertnega plina se predhodno določi v pisnem postopku.

Ko dosežemo določen preskusni tlak, ločimo preskušani odsek od tlačnega vira. Po preteku časa, potrebnega za stabilizacijo tlaka in temperature, naredimo prvi odčitek tlaka.

#### 3.1.9.2.4.1 Metode zračnih preskusov

##### 3.1.9.2.4.1.1 Metoda tlačnih meritev

Preskušanje poteka s pomočjo zraka ali inertnega plina, kot to določa pisni postopek.

Ko dosežemo predhodno določen preskusni tlak, ločimo preskušani odsek od tlačnega vira. Po preteku časa, potrebnega za stabilizacijo tlaka in temperature, naredimo prvi odčitek tlaka.

Tlak beležimo med preskusom in/ali po začetku in koncu trajanja preskusa.

#### 3.1.9.2.4.1.2 Metoda vizualnega preskusa

Regulatorske, merilne in kompresorske postaje ter nadzemne cevovode plinohramov običajno preskušamo pnevmatsko z zrakom, inertnim plinom ali plinom pri delovnem tlaku. Preskušanje kratkih podaljškov in spojev (glej 5.1.7.2.1 Splošno) lahko izvajamo s plinom pri delovnem tlaku.

Vse komponente cevovoda morajo biti prosto ležeče in prosto dostopne. Na spojih ne sme biti maziva, barve, premazov, zaščitnih oblog ali podobnih elementov.

Kadar za preverjanje tesnosti uporabljamo tekočino za odkrivanje netesnosti ali ustrezen inštrument, mora to biti predhodno določeno v pisnem postopku. Tekočina za odkrivanje netesnosti ne sme agresivno delovati na cevovod.

Primer: korozija, pokanje zaradi napetosti.

Ko dosežemo predhodno določen preskusni tlak, preskušani odsek vizualno pregledamo glede znakov možnega izstopanja plina. Preskusni tlak vzdržujemo skozi celotno trajanje pregleda.

#### 3.1.9.2.4.1.3 Metoda meritev diferencialnega tlaka

Preskušanje poteka s pomočjo zraka ali inertnega plina, kot to določa pisni postopek.

Ko dosežemo predhodno določen preskusni tlak, ločimo preskušani odsek od tlačnega vira. Po preteku časa, potrebnega za stabilizacijo tlaka in temperature, naredimo prvi odčitek tlaka.

Če ne moremo zakopati celotnega preskusnega odseka, moramo upoštevati učinek temperaturnih nihanj.

Referenčno posodo moramo vzdrževati pod podobnimi pogoji kot preskusni odsek.

Pred preskušanjem je treba izvesti tesnostni preskus s tekočino za odkrivanje netesnosti na referenčni posodi, vključno z diferencialnim manometrom, cevmi in spoji.

Referenčno posodo je treba ločiti od preskušane odseka z najmanj dvema zaporedno vezanima varnostnima zapornima elementoma/ventiloma, da bi zagotovili, da med ločenima sistemoma ne prihaja do izstopanja plina.

Referenčno posodo priključimo na preskušani odsek s pomočjo ustreznega merilnega sistema diferencialnega tlaka.

Tlake in temperature beležimo.

#### 3.1.9.2.5 Odkrivanje netesnosti

Če tlačni preskus ni uspešen, je treba nadaljevati iskanje netesnosti, kot to določa pisni postopek.

Na razpolago imamo več metod:

Primer 1: razdelitev merilnega odseka in ponoven preskus krajših odsekov.

Primer 2: vbrizg barvila v vodo, da bi tako izboljšali vidnost netesnosti.

Primer 3: vbrizg žveplovega heksafluorida ( $\text{SF}_6$ ) in sledenje z ustreznim detektorjem.

Primer 4: vbrizg helija in sledenje z ustreznim detektorjem.

Primer 5: vbrizg metana ( $\text{CH}_4$ ) v koncentraciji pod mejo eksplozivnosti in sledenje z ustreznim detektorjem.

Primer 6: nizekotlačni zrak ali inertni plin skupaj s tekočino za odkrivanje netesnosti.

Primer 7: ultrazvočne meritve.

#### 3.1.9.2.6 Poročilo o preskusu

Poročilo o preskusu sestavi pooblaščen oseb, odgovorna za preskus, po uspešnem zaključku preskusa in vsebuje najmanj naslednje:

- upravljavca plinovoda/plinovodnega omrežja;
- ime in priimek osebe, ki je izvedla preskus;
- kraj in opis preskusnega odseka;
- datum preskusa;
- najvišji delovni tlak (MOP) sistema;
- metodo preskusa;
- raven preskusnega tlaka;
- preskusni medij;
- trajanje preskusa;
- rezultat preskusa in
- če je treba, preskusne certifikate za vse dele cevovoda.

### **3.1.10 SIST EN 1594:2013**

#### Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak nad 16 bar – Funkcionalne zahteve

##### *3.1.10.1 Vsebina*

Standard je primeren za plinovode z najvišjim delovnim tlakom (MOP) nad 16 bar za prenos zemeljskega plina skladno s SIST EN ISO 13686.

Standard je primeren tudi za plinovode z najvišjim delovnim tlakom (MOP) nad 16 bar za prenos plinov, kot npr. biometana, skladno s SIST EN ISO 13686 ob pogoju, da je bila narejena detajlna analiza/ovrednotenje goriva, da ne vsebuje komponent, ki bi lahko imele vpliv na celovitost plinovoda.

Kopenska/celinska plinska infrastruktura:

- plinovodni elementi, narejeni iz legiranega in nizko legiranega ogljikovega jekla;
- plinovodni elementi, spojeni z zvarom, prirobnicami ali mehaničnimi spoji;
- plinovod ni lociran znotraj trgovskih in industrijskih območij kot sestavni del industrijskih procesov na teh območjih, razen za plinovode za oskrbo teh objektov;
- projektna temperatura sistema je med  $-40\text{ °C}$  do največ  $120\text{ °C}$ .

Standard je primeren za kopenske/celinske plinovodne sisteme.

Standard se ne uporablja za obstoječe plinovode ali za predelave na obstoječih plinovodih.

##### *3.1.10.2 Preskušanje*

Tlačni preskus dokaže trdnost in tesnjenje plinovoda. Preskušanje se izvaja skladno s standardom SIST EN 12327.

###### *3.1.10.2.1 Priprava na preskus*

Medij preskusa je običajno voda.

Voda mora biti čista in v nobenem primeru agresivna do materiala. Lahko se ji doda inhibitor proti koroziji.

Za izvedbo preskusa z vodo mora biti plinovod brez zračnih žepov.

Preskus se ponavadi izvaja tako, da jarek ni zasut z zemljinjo zaradi morebitnega vpliva razlike temperature. Če je temperatura zemlje v neposredni bližini plinovoda manj kot  $2\text{ °C}$ , je treba dodati protizmrzovalno sredstvo.

Ob zaključku polnjenja je treba pustiti čas, da se voda stabilizira. Tlak vode se vzdržuje. Sama lokacija in preskusna oprema se določita pred začetkom preskusa.

Preskusna oprema mora izvajati periodično kalibracijo. Inštrumenti za zapisovanje tlaka morajo biti ustrezno zaščiteni pred zunanjimi vremenskimi pogoji oz. ustrezno zaščiteni.

###### *3.1.10.2.2 Preskus trdnosti*

Minimalni čas trajanja preskusa znaša 15 min.

Trdnostni preskus se začne izvajati pri dejanskem tlaku, ki je najmanj 0,15-kratnik načrtovanega tlaka (DP), nad najvišjim dopustnim tlakom (MIP) na najnižji točki plinovoda.

Na nobenem mestu preskušane plinovoda naj ne bi bil načrtovani tlak za trdnostni preskus manj kot 0,05-kratnik DP-ja nad MIP-om na začetku preskusa.

Trdnostni preskus naj ne bi presegal tlaka, ki povzroča nekontrolirano porušitev/popustljivost materiala.

Merjeni tlak v času preskusa naj ne bi prikazoval precejšnjih znižanj vrednosti tlaka.

Preskus se lahko izvaja med časom stabilizacije, vendar pred preskusom tesnjenja.

Preskus z vodo je priporočljiv. Zrak ali inertni plin je sprejemljiv kot preskusni medij, če so sprejeti ustrezni varnostni ukrepi in je tlak v povezavi z volumnom omejen.

Primer: dejanski tlak za preskus trdnosti ob začetku preskusa.

a) Če  $MIP = 1,15 MOP$ -a in  $MOP = DP$ , potem

- 1.) je na ravnih površinah dejanski tlak višji ali enak 1,30 DP-ja in
- 2.) je na neravninah dejanski tlak v eni točki višji ali enak 1,30 DP-ja in v drugi točki nižji ali enak 1,20 DP-ja.

b) Če  $MIP = 1,10 MOP$ -a in  $MOP = DP$ , potem

- 1.) je na neravninah dejanski tlak v eni točki višji ali enak 1,25 DP-ja in v drugi točki nižji ali enak 1,15 DP-ja.

#### 3.1.10.2.3 Tesnostni preskus

Tesnostni preskus se lahko izvaja v kombinaciji s preskusom trdnosti.

Tesnostni preskus ne sme biti višji, kakor je tlak preskusa trdnosti. Tlak sicer ne sme biti nižji od DP-ja na začetku preskusa tesnosti.

Trajanje preskusa se definira na podlagi karakteristik strukture in natančnosti preskusne opreme in naj ne traja več kot 24 h. Za prostornine manjše od 20 m<sup>3</sup> ali za odkrite odseka plinovoda, ki se lahko povsem vizualno pregledajo, je lahko trajanje preskusa še krajše.

Preskus z vodo je zelo priporočljiv. Zrak ali inertni plin je sprejemljiv kot preskusni medij, če so sprejeti ustrezni varnostni ukrepi in je tlak v povezavi z volumnom omejen.

Pred izvedbo preskusa tesnosti naj se preveri, če je količina zraka, ujeta v plinovodu, ustrezno majhna, da to ne vpliva na rezultate meritve.

#### 3.1.10.2.4 Predpreskus

Predpreskus plinovoda in fittingov se lahko izvede:

- a) kadar se preskus ne more izvesti zaradi inštalacije sklopov, ki so bili vgrajeni v obstoječo inštalacijo;
- b) v primeru bližine delujoče tovarne, ki je ne moremo zaščititi pred neuspešnim preskusom; in
- c) kadar posledice neuspešnega preskusa opravičujejo izvedbo predpreskusa.

#### 3.1.10.2.5 Odstranjevanje vode

Če so rezultati uspešni, se lahko iz plinovoda odstrani voda.

Sistem oz. elementi za odstranjevanje vode iz plinovoda morajo biti vgrajeni na krajih/mestih, kjer je to potrebno.

### **3.1.11 SIST EN 12186:2015**

#### Infrastruktura za plin – Plinske postaje za regulacijo tlaka za prenos in distribucijo – Funkcionalne zahteve

##### *3.1.11.1 Vsebina*

Standard vsebuje funkcionalne zahteve za plinske postaje za regulacijo tlaka, ki so sestavni del sistemov za transport in distribucijo plina. Uporablja se za načrtovanje, material, izgradnjo, preskušanje, obratovanje in vzdrževanje plinskih postaj za regulacijo tlaka.

Postaje, ki jih ta standard pokriva, imajo najvišji delovni tlak na vstopnem delu 100 bar. Pri višjih delovnih tlakih se ta standard uporablja kot smernica.

Če je vstopna cevna napeljava postaje priključni plinovod in če najvišji delovni tlak na vstopnem delu ne presega 16 bar in če je načrtovani pretok manjši kot 200 m<sup>3</sup>/h pod običajnimi pogoji, se uporablja standard SIST EN 12279.

Standard opredeljuje osnovne sistemske zahteve za plinske postaje za regulacijo tlaka.

Standard se ne uporablja za načrtovanje in izgradnjo pomožnih naprav, ki se uporabljajo na primer za vzorčenje, merjenje kalorične vrednosti, odoriranje in merjenje gostote.

Standard vsebuje funkcionalne zahteve za varno obratovanje plinskih postaj za regulacijo tlaka.

##### *3.1.11.2 Preskušanje*

Vsi deli omrežja, vključno s cevovodom, ki so pri postaji za regulacijo tlaka plina pod tlakom, morajo biti preskušeni na trdnost. Preskus je lahko narejen pred montažo postroja.

Postopki preskušanja se izberejo iz SIST EN 12327.

Trdnostnega preskusa na določenem postroju ni treba ponoviti, če je mogoče z obstoječim certifikatom dokazati, da so bili njegovi deli preskušeni vsaj do zahtevanega preskusnega tlaka.

Ko je trdnostni preskus opravljen, je treba znova montirati tiste dele, ki so bili s postroja odstranjeni pred preskušanjem. Na celotnem postroju se nato opravi pnevmatski tesnostni preskus.

Upoštevati je treba mejo med vstopnim in izstopnim delom omrežja. Meja je za izhodnim priključkom ali na izhodnem priključku:

- aktivnega regulatorja;
- varnostne naprave, če je ta nameščena za aktivnim regulatorjem, ali
- izstopne zaporne naprave oz. izstopne naprave posamezne proge, če je merilni vod varnostne naprave z najvišjo nastavitvijo priključen na cevno napeljavo za to zaporno napravo.

##### *3.1.11.3 Trdnostni preskus*

###### *3.1.11.3.1 Splošno*

Tlak preskusa trdnosti (STP) ali kombiniran tlak pri preskušanju (CTP) mora biti višji od MIP-a.

###### *3.1.11.3.2 Postroji, kjer je MOP višji od 16 bar*

Za najvišje delovne tlake nad 16 bar se trdnostni preskus opravi v skladu s preskusi za plinovode, opisanimi v SIST EN 1594.

#### 3.1.11.3.3 Postroji, kjer je MOP enak ali nižji od 16 bar

Za najvišje delovne tlake, ki so enaki ali nižji od 16 bar, se trdnostni preskus opravi v skladu s preskusi za plinovode, opisanimi v SIST EN 12007-1.

#### 3.1.11.4 Tesnostni preskus

Po preskusu trdnosti se znova montira vsak del, ki je bil med preskušanjem odstranjen.

Na celotnem postroju se nato opravi tesnostni preskus pri primernem tlaku, ki je lahko nižji od MIP-a, če ni bil opravljen kombinirani preskus. Tlačna meja za tesnostni preskus je tista, ki velja za običajne obratovalne pogoje v vsakem posameznem odseku postroja.

Zrak, inertni plin in plin se uporabljajo kot sredstva za preskušanje.

Preskušanje s tekočino za zaznavanje puščanja ne sme pokazati nobenega vidnega puščanja.

#### 3.1.11.5 Poročanje

Sestaviti je treba poročilo o preskušanju, ki mora vsebovati vsaj naslednje podatke:

- ime in priimek pooblaščenega osebe, pristojne za preskus;
- datum preskusa;
- prosilca ali zainteresirano stran;
- proizvajalca postaje;
- ime odseka, na katerem je bil preskus opravljen;
- načrtovani tlak;
- tlak, dosežen med preskušanjem, in kako dolgo je bil ta tlak vzdrževan;
- sredstvo za preskušanje;
- metodo pregleda;
- rezultate preskusa in
- sklic na postopek preskušanja.

Dokumentacijo o preskusu je treba hraniti, dokler ni postaja umaknjena iz obratovanja oz. je bila znova preskušena in je bila zato izdelana nova dokumentacija.



### **3.1.12 SIST EN 15001:2009**

Infrastruktura za plin – Plinske napeljave z delovnim tlakom nad 0,5 bar za industrijsko uporabo in delovnim tlakom nad 5 bar za industrijsko in neindustrijsko uporabo – 1. del: Podrobne funkcionalne zahteve za načrtovanje, materiale, gradnjo, nadzor in preskušanje

#### **3.1.12.1 Vsebina**

Standard opisuje funkcionalne zahteve za načrtovanje, izbor materialov, gradnjo, preverbo in preskušanja za:

- plinske napeljave z delovnim tlakom nad 0,5 bar za industrijsko uporabo in
- plinske napeljave z delovnim tlakom nad 5 bar za industrijsko in neindustrijsko uporabo.

Standard se uporablja za plinsko napeljavo, pri kateri prostorska temperatura znaša med  $-20$  °C in  $+40$  °C in znaša delovni tlak vse do 60 bar, vključno s 60 bar. Za uporabo plinskih napeljav izven teh pogojev naj se uporabi standard SIST EN 13480 za jekleni plinovod.

Za industrijske plinske napeljave z delovnim tlakom do vključno 0,5 bar in za neindustrijske plinske napeljave z delovnim tlakom do vključno 5 bar se uporablja standard SIST EN 1775.

Standard je primeren za plinske napeljave, ki ne spadajo pod zgoraj opisano razdelitev po SIST EN 1775.

#### **3.1.12.2 Preskusni medij**

Pnevmatski preskus naj se izvaja z zrakom ali inertnim plinom (brez vlage in olja). Vodni preskus naj se izvaja z vodo, ki ni agresivna, temperatura vode naj znaša minimalno 4 °C. Če se uporablja nerjaveče jeklo, mora biti vsebnost halogenov v vodi manj kot 30 ppm.

Delovni plin se ne uporabi za izvedbo preskusa trdnosti na novih inštalacijah.

#### **3.1.12.3 Preskus trdnosti**

Pnevmatski ali vodni preskus se izvede pred tesnostnim preskusom. Pnevmatski trdnostni preskus se lahko sicer izvede istočasno s tesnostnim preskusom.

Tabela št. 3.1.12.3 prikazuje priporočene varnostne razdalje od preskušane plinovoda za kovinske cevi oz. znaša 5 m za cevi iz polietilena. V primeru manjših varnostnih razdalj je treba upoštevati določene varnostne ukrepe. Samo pooblaščenemu in izkušenemu osebju je dovoljeno vstopiti v t. i. varnostno cono v času trajanja preskusa za tlake nad 5 bar.

Izbira vodnega preskusa ni vedno praktična, predvsem s stališča komponent, ki so vgrajene v sistem (plinske zaporne pipe, plinomeri itd.). V obravnavanih primerih je namreč zelo težko izpihati zrak iz plinovoda na najvišje ležečih točkah, prav tako je nemogoče izpustiti vso vodo in osušiti sistem.

Tabela št. 3.1.12.3: Varnostne razdalje preskusov

| Preskusni tlak STP/CTP<br>(bar) | Imenski premer<br>cevovoda DN | Pnevmatski preskus                       | Vodni preskus                    |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
|                                 |                               | (m)                                      |                                  |
|                                 |                               | Minimalna varnostna<br>razdalja $L_{VG}$ | Predlagana varnostna<br>razdalja |
| ≤5                              | ≤50                           | 0                                        | 0                                |
| ≤5                              | >50 ≤600                      | 5                                        | 5                                |
| ≤20                             | ≤300                          | 5                                        | 5                                |
| ≤20                             | >300 ≤600                     | 15                                       | 5                                |
| >20                             | ≤400                          | glej enačbo                              | 5                                |

Enačba za izračun minimalne varnostne razdalje:

$$L_{VG} \geq 3 \cdot 10^{-4} \cdot D \cdot (D(p_t - p_t^{0,714}))^{1/2}$$

$L_{VG}$  – minimalna varnostna razdalja za pnevmatski preskus (m),

$P_t$  – STP (STP > 1 bar) (bar),

D – imenski premer cevovoda (mm).

Certificirane komponente plinovoda oz. sistema so lahko za trajanje trdnostnega preskusa odstranjene.

Minimalni čas za stabilizacijo temperature znaša pri vodnem preskusu za kovinski plinovod več kot 15 min za STP do 5 bar, za STP nad 5 bar znaša čas preskusa 30 min.

Plinovod s STP-jem nad 5 bar mora biti vodno preskušen.

#### 3.1.12.4 Preskus tesnosti

Pred zaplinjanjem inštalacije se mora izvesti tesnostni preskus. Trajanje preskusa je tako dolgo, da se morebitna netesna mesta prikažejo oz. da se verodostojno potrdi tesnostni preskus.

Tlak preskusa tesnosti mora znašati najmanj delovni tlak plinovoda.

V primeru puščanja se morajo identificirati mesta puščanja in popraviti plinovod po znižanju tlaka preskusa.

Za komponente plinovoda, ki ne morejo biti vključene v preskus tesnosti, se naredi izjema, in sicer se preskusijo pri obratovanju na osnovi delovnega tlaka plina.

#### 3.1.12.5 Postopek preskusa trdnosti in tesnosti

Če preskusni tlak presega 5 bar, se mora predhodno narediti postopek preskusa. Postopek naj zajema minimalno naslednje:

- končni preskusni tlak in način, s katerim dosežemo omenjeni tlak;
- preskusni medij;
- fizične priprave;
- delovanje in uporabo preskusne opreme in
- morebitna dodatna merjenja na kritičnih točkah plinovoda.

Nenadna sprememba tlaka v plinovodu se ne sme dovoliti oz. dopustiti. Pri izvedbi pnevmatskega preskusa je dopuščen odklon preskusnega tlaka vrednosti nad 5 bar 10 % STP-ja.

Takoj po zaključku vodnega preskusa se mora voda izpustiti iz cevovoda, plinovod se mora osušiti.

### 3.1.12.6 Varnost v času izvajanja preskusa

V času trajanja trdnostnega in tesnostnega preskusa se morajo vzdrževati varnostne razdalje, skladno s Tabelo št. 3.1.12.3. Prav tako se ne sme izvajati nobeno drugo delo na omenjenem območju.

Naslednji varnostni ukrepi se izvajajo pred in med preskusom:

- Med dvigovanjem tlaka za izvedbo preskusa je dovoljeno samo posameznikom, ki sodelujejo pri preskusu, do območja preskušanja. Dostop do območja preskušanja je sicer omejen.
- Potrebna navodila so podana posameznikom, ki delajo v neposredni bližini preskušanja, ki pa sicer niso vključena v preskušanje. Območje preskušanja mora biti ustrezno označeno.

### 3.1.12.7 Primeri preskusnih metod

#### 3.1.12.7.1 Trdnostni preskus kovinskega plinovoda

Čas trajanja preskusa je opredeljen v poglavju 3.1.12.3 *Preskus trdnosti*. V primeru tlakov pod 2 bar so dovoljeni krajši časi.

Občutljivi inštrumenti se morajo za čas trajanja preskusa izključiti oz. demontirati, če ohišje teh inštrumentov ni sposobno prenesti predvidenega MIP-a.

Če je plinovod zgrajen iz različnih materialov, se mora vsaka sekcija plinovoda ločeno preskusiti.

#### 3.1.12.7.1.1 Pnevmatški preskus

Nikomur ni dovoljeno vstopati v območje varne cone med naraščanjem tlaka, razen osebj, ki izvaja preskus.

Nikomur ni dovoljeno v varno cono v času  $t_i$  mirovanja, ki se začne, ko je tlak zvišan na višjo stopnjo. Čas mirovanja je čas, ki je namenjen naraščanju tlaka na novo višjo stopnjo. Čas mirovanja se izračuna po naslednji enačbi:

Čas mirovanja (s) =  $10 \times$  varnostna razdalja  $L_{vg}$  (minimalno 300 s).

Tlak se vzdržuje v času mirovanja. Spoji se preverijo z milnico.

Morebitna puščanja se popravijo po znižanju tlaka. Preskus se ponovi.

Preskus se začne z naraščanjem tlaka na vrednost 0,5-kratnika STP-ja. Postopek se nato ponovi z 0,1-kratnikom STP-ja, dokler ni tlak  $p_t$  dosežen, vendar brez preverbe puščanja.

Preskus trdnosti se vzdržuje za čas 0,5 h in je potem znižan na DP.

Potrditev preskusa tesnosti se potrdi, če plinovod ne pušča. Sprejeti je treba, da so možna manjša puščanja na določenih komponentah, kot recimo, da tesnilo zapornega ventila malenkost pušča.

#### 3.1.12.7.1.2 *Vodni preskus*

V primerih, kjer znaša razlika med spodnjo in zgornjo točko plinovoda več kot 20 m, je treba preveriti, da je DP najnižjega odseka oz. točke ustrezen, da lahko prevzame maso teže vode. Če je treba, se plinovod razdeli na odseke.

Merilni manometer se vgradi na najvišje ležeči točki.

V času polnjenja se mora plinovod odzračiti.

Pozorno se mora spremljati dvigovanje preskusnega tlaka zaradi vpliva temperature, da se prepreči čezmeren dvig tlaka.

Preskus tlaka se zapiše vsake 0,5 h z natančnostjo 0,5 bar.

Spoji se preverijo ob, med in po zaključku minimalnega preskusnega časa.

V sistem se v času trajanja preskusa ne sme dovesti dodatna voda.

Puščanja ne sme biti na nobeni komponenti plinovoda. Sistem se mora izprazniti v primeru morebitnih popravil.

Po zaključku preskusa se mora izpustiti voda iz sistema, prav tako je treba sistem osušiti.

#### 3.1.12.7.1.3 *Tlačno ovrednotenje*

Tlak se zapisuje pred začetkom in po zaključku preskusa.

Padec tlaka med preskusom ne sme presežati 5 % preskusnega tlaka.

#### 3.1.12.7.2 *Tesnostni preskus kovinskega plinovoda*

Preskus tesnosti se izvaja po izvedenem preskusu trdnosti ali skupaj s pnevmatskim trdnostnim preskusom.

Če razlike tlaka med preskusom ni zaradi vpliva temperature ali zaradi vpliva atmosferskega tlaka, tudi če podaljšamo čas preskusa, je treba sprejeti določene ukrepe.

Čas trajanja preskusa tesnosti je odvisen od preskusnega postopka.

Preskusni postopek je odvisen od tega, ali se vsi ali noben del plinovoda ne more vizualno pregledati med preskusom.

#### 3.1.12.7.2.1 *Plinovod, ki se lahko pregleda vizualno*

Vsa občutljiva oprema, ki je bila predhodno odstranjena zaradi preskusa trdnosti, se lahko ponovno vgradi.

Plinovod v zemlji ne sme biti pokrit.

Spoji ne smejo biti premazani.

Dostop do plinovoda mora biti takšen, da omogoča varen pregled.

Delovni oder in podporni zidovi morajo biti vgrajeni toliko časa, da se pregled zaključi.

Spoji naj se zaščitijo pred dežjem, če je to potrebno.

#### *3.1.12.7.2.1.2 Tesnostni preskus z uporabo manometra*

Če se uporabi omenjena preskusna metoda, je treba biti pazljiv z občutljivimi merilnimi inštrumenti.

Razred natančnosti manometra je 0,6.

Spoji se preverijo ob, med in po zaključku minimalnega preskusnega časa.

Čas trajanja preskusa znaša od 2 h do 6 h.

#### *3.1.12.7.2.2 Plinovod, ki se ne more pregledati vizualno*

Vsa občutljiva oprema, ki je bila predhodno odstranjena zaradi preskusa trdnosti, se lahko ponovno vgradi.

Kakovost premaza naj se preveri, preden se jarek zasuje.

Pri preskusu plinovoda ali dela plinovoda, ki ga je treba še zakriti z zemljo, naj se to naredi čim prej zaradi zmanjšanja vpliva temperature na rezultat meritev.

Čas trajanja preskusa se ne začne, dokler se tlak v plinovodu ne stabilizira.

#### *3.1.12.7.2.2.1 Razlika vrednosti tlaka in volumna (z uporabo zraka ali inertnega plina kot medija preskusa)*

Preskus se izvede pri velikem volumnu zakopanega visokotlačnega plinovoda.

##### *3.1.12.7.2.2.1.1 Postopek preskusa*

Plinovod mora biti priključen na referenčni rezervoar. Tlak v plinovodu se mora zvišati na vrednost preskusnega tlaka. Čas trajanja stabilizacije sistema znaša najmanj 1 h/bar. Z omenjenim se dovoljuje, da se temperatura plinovoda in rezervoarja izravna. Po izvedeni uravnavi se povezava plinovoda in rezervoarja prekine in razlika tlakov se izmeri.

Referenčni rezervoar se postavi v zemljo na globino, ki je enaka globini plinovoda. Z omenjenim se zmanjša vpliv temperature na vrednost rezultatov.

Volumen rezervoarja znaša najmanj 1500-kratnik volumna povezovalne cevi med referenčnim rezervoarjem in diferencialnim manometrom, vključno z volumnom cevne povezave manometra, na katerega je pritrjen.

Preskus se lahko začne po stabilizaciji in naj bi trajal 24 h.

Natančnost merjenja razlike tlakov znaša 0,1 mbar.

Preskusni tlak je enak DP-ju.

Po zaključku preskusnega časa je razlika med tlakom v plinovodu in tlakom referenčnega rezervoarja ugotovljena/določena.

#### *3.1.12.7.2.3 Preskus izenačenja tlaka*

Medij preskusa je voda.

Metoda zahteva točne meritve tlaka, temperature in volumna potrebne vode za polnjenje in naraščanje tlaka.

Za izvedbo trdnostnega preskusa se določi tlak na osnovi tabele.

Preskus tesnosti se lahko izvede pri nižjem tlaku.

Preskus se lahko začne po času stabilizacije in traja 24 h.

V odvisnosti od rezultatov se preskus podaljša oz. se v celoti ponovi.

#### *3.1.12.7.3 Preskus trdnosti in tesnosti polietilenskega plinovoda*

Plinovod iz polietilena mora biti plinotesen po izvedbi trdnostnega preskusa. Plinovod ali odseki plinovoda morajo biti preskušeni z zrakom, inertnim plinom ali vodo, skladno s Tabelo št. 3.1.12.7.3-2 in skladno s Tabelo št. 3.1.12.7.3-3.

Preskus tesnosti se izvede po vodnem trdnostnem preskusu.

Vodni trdnostni preskus se izvaja s stalnim zapisovanjem tlaka, natančnost odčitavanja je 0,1 bar.

Toleranca +0 oz. -1 bar je dovoljena pri statičnem tlaku vodnega trdnostnega preskusa.

Pnevmatski trdnostni in tesnostni preskus se na gosto poseljenem območju ne izvajata, razen če je potreba po tem. V teh primerih se morajo upoštevati določeni varnostni ukrepi pri varjenju plinovoda.

Pnevmatski trdnostni in tesnostni preskus se izvajata s stalnim zapisovanjem razlike tlaka, natančnost odčitavanja je 1 mbar.

Toleranca +0 oz. -0,5 bar je dovoljena pri statičnem tlaku za trdnostni in tesnostni preskus z zrakom ali inertnim plinom.

Plinovod in referenčni rezervoar sta pod preskusnim tlakom vsaj 24 h, preden se začnejo meritve tesnosti.

Pri izvedbi pnevmatskega preskusa so potrebni ukrepi, da se prepreči, da olje iz kompresorja pride v plinovod. Temperatura zraka, kjer vstopa v plinovod, ne sme preseči +40 °C.

Plinovod je odobren, če lahko dvig ali padec tlaka med preskusom opravičujemo zaradi vpliva temperaturne razlike. Trajanje preskusa znaša 24 h, pri čemer konstanten padec nakazuje puščanje.

Vsako puščanje ali s tem povezana napaka mora biti odpravljena in zahtevan ponoven preskus.

Tabela št. 3.1.12.7.3-2: Preskus PE-plinovoda skladno s SIST EN 12007-2

| Material                       | PE 80              | PE 100                   | PE 80                        | PE 100                   |
|--------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| DP                             | 100 mbar           | 1 bar                    | 6 bar                        | 10 bar                   |
| Trdnostni preskus <sup>1</sup> |                    |                          |                              |                          |
| OP, odvisen od medija          | Zrak, inertni plin | Zrak, inertni plin, voda | Glej Tabela št. 3.1.12.7.3-3 | Zrak, inertni plin, voda |
| Preskusni tlak                 | 1 bar              | 2 bar                    |                              | 1,43 × DP                |
| Minimalni čas trajanja         | ½ h                | 8 h                      |                              | 24 h                     |
| Tesnostni preskus <sup>2</sup> |                    |                          |                              |                          |
| Medij                          | Zrak, inertni plin | Zrak, inertni plin       | Glej Tabela št. 3.1.12.7.3-3 | Zrak, inertni plin       |
| Preskusni tlak                 | 200 mbar           | 1,1 × DP                 |                              | 1,1 × DP                 |
| Minimalni čas trajanja         | 1 h                | 1 h                      |                              | 6 h                      |

Opomba:

<sup>1</sup> Pri izvedbi preskusa se pokažejo šibke točke spojev.

<sup>2</sup> Sredstvo za iskanje puščanj na PE-plinovodih mora biti priporočeno s strani proizvajalca za plinovode iz polietilena. Po uporabi sredstva se plinovod očisti.

Tabela št. 3.1.12.7.3-3: Preskus PE-plinovoda za DP 6 bar

| Preskusni razred | Opis preskusne metode                                                  | Vrsta preskusa    | Diametri preskusne metode                             |             |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------|
|                  |                                                                        |                   | ≤160 mm                                               | >160 mm     |
| SDR 17,6         | Vodni trdnostni preskus, ki mu sledi pnevmatski preskus tesnosti       | Trdnostni preskus | 6 bar v trajanju 24 h                                 |             |
|                  |                                                                        | Preskus tesnosti  | 6 bar v času 24 h, meritev pri 6 bar v trajanju 6 h   |             |
|                  | Pnevmatski trdnostni preskus, ki mu sledi pnevmatski tesnostni preskus | Trdnostni preskus | 6 bar v trajanju 24 h                                 | Ni določeno |
|                  |                                                                        | Preskus tesnosti  | 6 bar v trajanju 6 h                                  |             |
| SDR 11           | Vodni trdnostni preskus, ki mu sledi pnevmatski preskus tesnosti       | Trdnostni preskus | 10 bar v trajanju 24 h                                |             |
|                  |                                                                        | Preskus tesnosti  | 10 bar v času 24 h, meritev pri 10 bar v trajanju 6 h |             |
|                  | Pnevmatski trdnostni preskus, ki mu sledi pnevmatski tesnostni preskus | Trdnostni preskus | 10 bar v trajanju 24 h                                | Ni določeno |
|                  |                                                                        | Preskus tesnosti  | 10 bar v trajanju 6 h                                 |             |

Opomba:

<sup>1</sup> Pri izvedbi preskusa se pokažejo šibke točke spojev.

<sup>2</sup> Sredstvo za iskanje puščanj na plinovodih iz polietilena mora biti priporočeno s strani proizvajalca za plinovode iz polietilena. Po uporabi sredstva se plinovod očisti.

### **3.1.13 SIST EN 12279:2000**

#### Sistemi oskrbe s plinom – Naprave za regulacijo tlaka na priključnih vodih – Funkcionalne zahteve

##### *3.1.13.1 Vsebina*

Standard vsebuje funkcionalne zahteve za plinske postaje za regulacijo tlaka, ki so del priključnih plinovodov. Uporablja se pri načrtovanju, izgradnji, konstrukciji, preskušanju, obratovanju in vzdrževanju.

Namenjen je za plinske postaje za regulacijo tlaka na priključnih plinovodih, in sicer z najvišjim delovnim tlakom, ki je nižji ali enak 16 bar, in pretokom, ki je manjši ali enak 200 m<sup>3</sup>/h.

Za plinske postaje za regulacijo tlaka na priključnih plinovodih s pretokom več kot 200 m<sup>3</sup>/h in najvišjim delovnim tlakom več kot 16 bar je treba upoštevati standard SIST EN 12186.

##### *3.1.13.2 Preskušanje*

###### *3.1.13.2.1 Splošno*

Vse komponente plinske postaje za regulacijo tlaka, vključno s cevovodom, se morajo preveriti na trdnost in opraviti kombinirani preskus. Trdnosti preskus se lahko izvede pred montažo inštalacij. Kombinirani preskus je veljaven zgolj, če nobena komponenta plinske postaje za regulacijo ni odstranjena.

Navzdol in navzgor sistema cevovoda se izvede preskus, upoštevati je treba zgolj tlačne meje, skladno s SIST EN 1775 in SIST EN 12007-1, v odvisnosti od tega, ali je plin voden v zemlji oz. poteka vidno.

Merilni postopki se izberejo skladno s SIST EN 12327.

###### *3.1.13.2.2 Trdnostni ali kombinirani preskus*

Če vizualni pregled ni mogoč, se preskusni tlak vzdržuje minimalno 1 h, potem ko se temperatura in tlak stabilizirata. Med preskusom naj sicer ne bi prišlo do padca tlaka, upoštevati je treba zgolj vpliv temperature za morebitno korekcijo.

Če je vizualni pregled mogoč, se lahko ugotovijo morebitna mesta puščanj. Preskusni tlak se vzdržuje minimalno 30 min.

###### *3.1.13.2.3 Tesnostni preskus*

Po izvedbi trdnostnega preskusa se vse komponente, ki so bile za čas izvedbe trdnostnega preskusa odstranjene, ponovno vgradijo oz. inštalirajo.

Celotna inštalacija je potem podvržena tesnostnemu preskusu. Preskusni tlak je lahko nižji kot MIP, če ni bil predmet kombiniranega preskusa.

Kot medija za izvedbo preskusa se uporabljata zrak in inertni plin.



### 3.1.13.3 Poročilo

O preskusu se zapiše poročilo, ki vsebuje naslednje podatke:

- odgovorno osebo za izvedbo preskusa,
- datum preskusa,
- podatke o lastniku plinovodnega omrežja,
- lokacijo inštalacije,
- datum začetka obratovanja in
- rezultate preskusov.

Načrti, rezultati preskusov, postopki in druga dokumentacija morajo biti na razpolago pri predaji sistema.

### **3.1.14 Tehnični predpisi, delovni zvezek G 469**

#### Postopki tlačnih preskusov za plinovode in plinske napeljave v sistemih oskrbe s plinom, DVGW

##### 3.1.14.1 Vsebina

Tehnični predpis velja za tlačne preskuse na plinovodih ali napeljavah, namenjenih javni oskrbi s plinom. Mednje spadajo plinovodi za prenos in distribucijo plina, sistemi za regulacijo tlaka in merilne naprave.

Izbira postopka preskusa je odvisna od obstoječih materialov, izvedbe spojev med posameznimi deli cevovoda ali napeljave ter od predvidenega področja uporabe.

Velikosti in vrednosti tlaka, ki so navedene v teh tehničnih predpisih, pomenijo vrednost nadtlaka nad obstoječim atmosferskim tlakom.

##### 3.1.14.2 Delitev postopkov tlačnih preskusov

Postopki tlačnih preskusov se delijo na:

- vizualni postopek, s katerim med časom preskušanja pri obremenitvi s preskusnim tlakom pregledamo plinovod ali napeljavo od zunaj;
- postopek z merjenjem tlaka, s katerim med časom preskušanja izmerimo preskusni tlak v plinovodu ali napeljavi;
- postopek z merjenjem tlačne razlike, s katerim med časom preskušanja primerjamo preskusni tlak v plinovodu ali napeljavi z referenčno napravo; in
- postopek z merjenjem tlaka/volumna, s katerim poleg preskusnega tlaka v plinovodu izmerimo še volumen vode, ki je potreben za povečanje vode.

Navedeni tlačni preskusi se lahko uporabijo posamezno ali v kombinaciji.

##### 3.1.14.3 Preskusni medij

Preskusni medij je lahko tekočina (voda) ali plin (delovni plin).

Kdaj se katero sredstvo uporabi, je odvisno od velikosti plinovoda, delovnega tlaka in uporabljenega materiala.

##### 3.1.14.3.1 Tlačni preskus z vodo

Pri tlačnih preskusih z vodo razlikujemo med enkratno in dvakratno obremenitvijo s preskusnim tlakom. Temperatura vode in okolice mora biti višja od 4 °C. Pri nižjih temperaturah so potrebni posebni ukrepi. Predvideti je treba dovolj časa za izravnavo temperature vode in okolice. Voda, ki jo uporabimo za preskus, ne sme učinkovati agresivno na material, plinovod in voda morata biti čista vseh nečistoč, ki bi lahko vplivale na potek preskusa in obratovanja. Pri polnjenju plinovoda ali delov napeljave z vodo moramo paziti, da so vsi deli odzračeni v zadostni meri.

##### 3.1.14.3.2 Tlačni preskus z zrakom

Pri tlačnem preskusu z zrakom moramo, če je preskusni tlak višji od 6 bar in preskušani plinovod ali napeljava kot celota ali v posameznih delih ni bila že prej preskušena z enakim ali višjim preskusnim tlakom, predvideti posebne varnostne ukrepe (npr.: preskus krožnih zvarov brez poškodb, povečan nadzor, poostren nadzor preskusa).

##### 3.1.14.3.3 Tlačni preskus z delovnim plinom

Preskus poteka z delovnim plinom, pri čemer preskusni tlak ustreza delovnemu tlaku v preskušanjem plinovodu ali napeljavi. Pri tlačnih preskusih z delovnim plinom lahko z dodajanjem dušika pod višjim tlakom vzpostavimo v plinovodu ali napeljavi preskusni tlak, ki je višji od delovnega tlaka v obratujočem plinovodu ali napeljavi.

#### 3.1.14.4 Pregled postopkov

Postopke tlačnih preskusov delimo glede na metode preskusa, Tabela št. 3.1.14.4:

- A – vizualni postopek,
- B – postopek z merjenjem tlaka,
- C – postopek z merjenjem tlačne razlike in
- D – postopek z merjenjem tlaka/volumna.

Preskusni medij je lahko:

1. voda,
2. voda,
3. zrak ali
4. delovni plin.

Tabela št. 3.1.14.4: Postopki tlačnih preskusov glede na metode preskusa

| Preskusni medij                         | Voda   |         | Zrak               | Delovni plin |
|-----------------------------------------|--------|---------|--------------------|--------------|
|                                         | enkrat | dvakrat |                    |              |
| Metoda preskusa                         | 1      | 2       | 3                  | 4            |
| Vizualni preskus – A                    | A1     | A2      | A3                 | A4           |
| Postopek z merjenjem tlaka – B          | B1     | B2      | B3<br>B3.1<br>B3.2 |              |
| Postopek z merjenjem tlačne razlike – C |        |         | C3<br>C3.1<br>C3.2 |              |
| Postopek z merjenjem tlaka/volumna – D  |        | D2      |                    |              |

#### 3.1.14.5 Merilne naprave

Za izvedbo preskusa je treba uporabiti funkcionalno brezhibne naprave. Za nastavitve in meritve preskusnih tlakov so predpisani kontrolni manometri razreda najmanj 0,6.

#### 3.1.14.6 Opis postopka tlačnega preskusa

##### 3.1.14.6.1 Vizualni postopek – A

Pri vizualnem postopku s pregledovanjem preverimo tesnost in kadar je preskusni tlak znatno višji od dovoljenega delovnega tlaka, preverimo tudi trdnost plinovoda in napeljave. Med časom preskušanja mora biti omogočeno opazovanje preskušane plinovoda ali napeljave. To velja zlasti za spoje na ceveh, fazonske kose, armature itd.

Bistvo tega postopka je opazovanje tako zvarnih kakor tudi vijačnih spojev in površine, ki je bila pri vgradnji poškodovana. Kot preskusno sredstvo se uporablja voda ali zrak oz. delovni plin. Če se pri tlačnem preskusu uporablja kot preskusno sredstvo voda, mora biti površina preskušane dela suha, da se lahko opazi rosenje oz. puščanje.

Če se kot preskusno sredstvo uporablja zrak ali delovni plin, se opazovana površina in stiki premažejo s penečim sredstvom. V času trajanja tlačnega preskusa se vizualno opazuje, ali se na opazovalnih stikih in površinah pojavljajo mehurčki, kar je znak za puščanje preskusnega medija na tem mestu.

#### 3.1.14.6.1.1 Vizualni postopek z vodo (enkratna tlačna obremenitev) – A1

Vrednost preskusnega tlaka določimo pred preskusom, pri čemer moramo paziti, da ta ne prekorači 95 % karakterističnih vrednosti trdnosti cevi oz. sestavnih delov napeljave. Preskusni tlak mora sicer na najvišji točki plinovoda ustrezati najmanj 1,3-kratniku dopustnega delovnega tlaka. Po napolnitvi in odzračanju vzpostavimo preskusni tlak, ki ga povečujemo za največ 3 bar/min. Tlak v plinovodih in napeljavah pravilno zadržimo 3 h. Med tem časom preverimo tesnost plinovoda, sestavne dele napeljave, pri čemer moramo biti posebej pozorni na spoje in vgradne dele (prirobnice, zaporni ventil).

#### 3.1.14.6.1.2 Vizualni postopek z vodo (dvakratna tlačna obremenitev) – A2

Vrednost preskusnega tlaka določimo pred preskusom, pri čemer moramo paziti, da ta ne prekorači 95 % karakterističnih vrednosti trdnosti cevi oz. sestavnih delov napeljave. Po napolnitvi in odzračanju vzpostavimo preskusni tlak, ki ga povečujemo za največ 3 bar/min. Tlak v plinovodih in napeljavah pravilno zadržimo 90 min. Po znižanju tlaka na čim nižjo vrednost (zadrževalni čas 30 min), ki mora na najvišji točki še vedno znašati najmanj 2 bar, in ponovni obremenitvi s preskusnim tlakom tlak v napeljavi ponovno zadržimo za najmanj 90 min. Med tem časom preverimo tesnost plinovoda, sestavnega dela napeljave, pri čemer moramo biti posebej pozorni na spoje in vgradne dele (prirobnice, zaporni ventil).

#### 3.1.14.6.1.3 Vizualni postopek z zrakom – A3

Vrednost preskusnega tlaka je določena v tehničnih predpisih DVGW, ki veljajo za posamezno vrsto plinovoda ali napeljave. Ko vzpostavimo tlak z ustreznim povečanjem tlaka (največ 3 bar/min), zadržimo plinovod ali napravo pod tlakom, vse dokler s penečim sredstvom ne preverimo tesnosti vseh cevni spojev, armature, prirobnic itd. S preskušanjem cevni spojev je treba odstraniti mast in premaze. Priporočljivo je znižati preskusni tlak na približno 2 bar in preskus ponoviti z uporabo penečega sredstva pri znižanem tlaku. Postopek se uporablja za krajše odseke plinovodov.

#### 3.1.14.6.1.4 Vizualni postopek z delovnim plinom – A4

Preskusni postopek A4 je preskus s pregledovanjem z delovnim plinom in se uporablja, kadar je preskusni tlak enak delovnemu tlaku v cevovodu. Dopustni delovni tlak pa se lahko preseže z dodajanjem dušika za 1,0-kratnik najvišjega dopustnega delovnega tlaka. Po pravilni napolnitvi vzpostavimo preskusni tlak z ustreznim povečanjem tlaka (največ 3 bar/min). Med vzpostavljanjem preskusnega tlaka in po preteku ustreznega zadrževalnega časa preverimo tesnost vseh cevni spojev, armature, prirobnic itd. s penečim sredstvom. S preskušanjem spojev je treba odstraniti mast in premaze.

#### 3.1.14.6.2 Postopek z merjenjem tlaka – B

Pri postopku z merjenjem tlaka ocenimo trdnost in tesnost plinovoda na podlagi poteka tlaka, ugotovljenega z natančnim merjenjem med tlačnim preskusom. Postopek je posebej primeren za podzemne plinovode, ki ne omogočajo dostopa za izvedbo preskusa s pregledovanjem. Pri ocenjevanju poteka tlaka je treba upoštevati temperaturna nihanja preskusnega medija, stene cevi, obdajajoče zemlje in/ali okolice. S tlačnim preskusom je možno začeti šele, ko je dosežena izravnava temperature med preskusnim medijem in zemljo oz. ozračjem.

Kot preskusno sredstvo se uporabi voda ali zrak. Bistvo tega postopka je, da se merjeni tlak preskušanja lahko opazuje neposredno na kontrolnem manometru. Postopek naraščanja oz. dvigovanja tlaka se izvaja s pomočjo črpalke (voda) oz. kompresorja (zrak) in mora potekati postopoma. Hitrost naraščanja ne sme presežati 2 bar/min, pri čemer je treba paziti na izenačevanje temperature preskusnega sredstva s temperaturo okolice (zemlja, če je plinovod vkopan, ali zrak, če je nadzemni plinovod).

Tlačni preskus z vodo se lahko opravlja le pri zunanjih temperaturah nad +4 °C. Voda mora biti čista in ne sme delovati agresivno na material plinovoda. Priključki za polnjenje plinovoda z vodo morajo biti na takšnih mestih, da ga je možno v celoti odzračiti.

Če se pri tlačnem postopku z merjenjem tlaka uporablja kot preskusno sredstvo zrak, se preskus sme opraviti največ s tlakom 6 bar.

#### 3.1.14.6.2.1 Postopek z merjenjem tlaka vode (enkratna tlačna obremenitev) – B1

Preskusni tlak znaša najmanj 1,3-kratnik dopustnega delovnega tlaka na najvišji točki, pri čemer ni dovoljeno prekoračiti karakteristične vrednosti trdnosti cevi. Vrednost preskusnega tlaka se določi pred začetkom preskusa. Če preskus izvajamo v zimskem času, moramo izpostavljene nadzemne odseke plinovoda ustrezno zaščititi pred zmrzovanjem. Da preprečimo prevelika temperaturna nihanja med časom preskušanja, je treba jarek s položeno cevjo zakriti na čim večji dolžini. Nezakrita dolžina plinovoda mora znašati manj kot 3 %. Poskrbeti je treba za prost dostop do armature in ločljivih spojev. Odsek preskušane odseka plinovoda naj ne bi bil daljši od 15 km ali večji od 3000 m<sup>3</sup>. Za volumne nad 3000 m<sup>3</sup> se zahteva višja merilna natančnost. Za izvedbo preskusa je potrebna posebna preskusna miza (npr. tovorna prikolica) z naslednjimi merilnimi napravami:

Za merjenje tlaka:

- kontrolni manometer razreda 0,6,
- manometer z merilno natančnostjo najmanj 0,1 % (batni manometer, merilnik tlačne razlike),
- zapisovalnik tlaka in
- polnilni manometer (merilno območje: 1,5-kratnik preskusnega tlaka).

Celoten potek tlaka med preskusom je treba beležiti z zapisovalnikom izmerjenega tlaka.

Za meritve temperature:

- termometer za zunanji zrak (delitev 0,5 °C);
- termometer za steno cevi pokritega plinovoda, ki ga je mogoče vstaviti najmanj do temena cevi (delitev 0,05 °C, priporočeno merilno območje –5 °C do +30 °C in dolžina skale 12 mm/°C);
- termometer za steno cevi odkritih delov plinovoda z delitvijo 0,1 °C (priporočena dolžina skale 12 mm/°C) in
- termometer za polnilno vodo.

Za merjenje temperature na steni cevi praviloma zadošča en termometer na 2,5 km preskušane odseka plinovoda; neodvisno od dolžine preskušane odseka plinovoda pa je treba uporabiti najmanj tri termometre.

- Kontrola odzračenosti (test izpusta) in
- merilna naprava, primerna za ugotavljanje količine vode, ki je bila izpuščena iz plinovoda (npr. decimalna tehtnica in sod ali zadosti velika merilna posoda).

Po napolnitvi in odzračitvi vzpostavimo preskusni tlak, ki ga povečujemo za največ 3 bar/min. Ko je dosežena izravnava temperature, zadržimo tlak v plinovodu praviloma 24 h. Vse vrednosti, ki so bile izmerjene v tem času, je treba vpisati v zapisnik. Pred preskusom je priporočljivo preveriti odzračenost plinovoda. Kontrolo tesnosti je treba med preskusom večkrat preveriti, saj se netesnost lahko pojavi tudi po več urah. Za temperature sten cevi v zakritem odseku plinovoda praviloma zadošča, da odčitamo vrednost termometrov vsakih 6 h. Druge merilne vrednosti je treba odčitati vsako uro.

Meritve se vnašajo v diagram, in če se ugotovi, da potek tlaka nedvoumno sledi spremembi temperature in volumna, se lahko preskusni čas skrajša, vendar ne manj kot na 8 h.

Po izteku zadrževalnega časa je treba izvesti kontrolo odzračnosti plinovoda (test izpusta). Pri tem je treba izvesti najmanj 2 postopka z znižanjem tlaka.

Pri podajanju ocene se upoštevata samo zadnja izpuščena količina vode in pripadajoče znižanje tlaka.

Vrednotenje meritve je treba izvesti po enačbah, pri čemer velja za cevi enake debeline in premera:

$$V = (0,89 r_i / s + A) V_{AB} / V_A (p_1 - p_2) - B (t_1 - t_2) V_{ri} / 1000.$$

Odnosno poenostavljena enačba za premere do 500 mm:

$$V_h = \pm 4 V_{ri} / 3000.$$

$V$  (l) – sprememba volumna,

$V_h$  (l/h) – sprememba volumna vode na uro,

$V_A$  (l) – računski količina izpusta,

$V_{AB}$  (l) – dejanska količina izpusta,

$V_{ri}$  (m<sup>3</sup>) – volumen preskušane odseka plinovoda s polmerom cevi  $r_i$ ,

$r_i$  (mm) – notranji polmer cevi,

$s$  (mm) – debelina stene cevi,

$A$  (10<sup>-6</sup> bar<sup>-1</sup>) – korekcijski faktor po diagramu 1,

$B$  (10<sup>-6</sup> bar<sup>-1</sup>) – korekcijski faktor po diagramu 2,

$P$  (bar) – nadtlak v cevovodu,

$t$  (°C) – srednja temperatura stene cevi,

$l$  (m) – dolžina cevovoda,

1 – začetek preskusa,

2 – konec preskusa.

#### 3.1.14.6.2.2 Postopek z merjenjem tlaka vode (dvakratna tlačna obremenitev) – B2

Po obremenitvi s preskusnim tlakom v skladu s postopkom B1 in zadrževalnim časom pribl. 60 min po možnosti znižamo preskusni tlak do te mere, da je na najvišji točki plinovoda prisoten tlak najmanj 2 bar. Nato plinovod še enkrat obremenimo s preskusnim tlakom. Ta tlak praviloma zadržimo v plinovodu 24 h. Čas merjenja je dovoljeno skrajšati, če merilni tehnični pogoji in potek tlaka ustrezajo temperaturnim spremembam.

Vse vrednosti, ki so bile izmerjene v tem času, je treba vpisati v zapisnik. Za zajem temperatur sten cevi zakritega dela preskušane odseka plinovoda praviloma zadošča, da odčitamo vrednost termometrov vsakih 6 h. Druge merilne vrednosti je treba odčitati vsako uro.

Po izteku zadrževalnega časa je treba izvesti kontrolo odzračnosti plinovoda (test izpusta). Pri tem je treba izvesti najmanj 2 postopka z znižanjem tlaka.

Merilne naprave, ocena preskusa in kontrolni pregled odzračnosti (glej 3.1.14.6.2.1 postopek z merjenjem tlaka B1).

### 3.1.14.6.2.3 Postopek z merjenjem tlaka zraka – B3

Preskusni tlak je enak 1,1-kratniku dopustnega delovnega tlaka, pri čemer mora preskusni tlak presegati delovni tlak za najmanj 2 bar. Ta postopek preskusa je predviden za plinovode, ki so po možnosti v celoti položeni v zemlji. Poskrbeti je treba za prost dostop do armatur in ločljivih spojev.

Med potekom merjenja je treba tlak v plinovodu beležiti z merilno napravo, ki omogoča zapisovanje tlaka. Za merjenje potrebujemo zapisovalnik izmerjenega tlaka razreda 1 ter manometer razreda 0,6. Oba morata imeti merilno območje, ki ustreza 1,5-kratniku preskusnega tlaka.

Po obremenitvi s preskusnim tlakom (povečanje tlaka maks. 3 bar/min) in dosegu stabilnega stanja se začne merjenje. Če časa temperaturne izravnave ni mogoče skrajšati na primeren način, lahko kot orientacijo za izravnavo temperature po napolnitvi uporabimo predpostavko »1 h na 1 bar preskusnega tlaka«. Vpliv merilnega voda na rezultate merjenja je treba zmanjšati v največji možni meri.

Preskus je uspešen, če je v času preskusa padec tlaka manjši od 0,1 bar.

#### 3.1.14.6.2.3.1 Poenostavljen postopek z merjenjem tlaka – B3.1

Pri podzemnih plinovodih je treba zadrževalni čas določiti po veljavnih zahtevah tehničnih predpisov DVGW, pri nadzemnih plinovodih znaša zadrževalni čas najmanj 2 h. Na zapisovalniku izmerjenega tlaka je med zadrževalnim časom z upoštevanjem temperaturnih razmer dovoljen padec tlaka v skladu z veljavnimi zahtevami tehničnih predpisov DVGW.

#### 3.1.14.6.2.3.2 Postopek z merjenjem tlaka s preciznimi manometri (npr. batni manometer) – B3

Preskus tesnosti opravimo z ocenjevanjem tlaka v plinovodu med časom preskušanja.

Povezava med tlačnim oljem merilne naprave in zrakom mora biti pod ustreznim vizualnim nadzorom (npr. prikazovalnik nivoja tekočine).

Dejanski padec lahko izračunamo:

$$P = (p_1^x + p_{amb1}) - (p_2^x + p_{amb2}) - ((p_1^x + p_{amb1}) / T_{L1}) \times (t_{L1} \times t_{L2}) \text{ (bar)}.$$

$\Delta p$  – sprememba tlaka,

$t$  – temperature na plinovodu oz. jeklenki, srednja vrednost vseh istočasno merjenih temperatur (°C) z upoštevanjem pripadajočih odsekov napeljav,

$p$  – absolutni tlak (mbar),

$p_{amb}$  – atmosferski tlak (mbar),

$p_x$  – preskusni tlak,

$T$  – absolutna temperatura (K),

$T - 273,15 + t$  stopinj kelvina,

indeks 1 – začetek,

indeks 2 – konec,

indeks 3 – na plinovodu.

#### 3.1.14.6.3 Postopek z merjenjem tlačne razlike zraka – C3

Preskus tesnosti izvajamo z upoštevanjem temperaturnih sprememb med tlakom plinovoda in tlakom referenčne naprave (npr. preskusna jeklenka ali batni manometer). V drugem velja poglavje št. 3.1.14.6.2.3 Postopek z merjenjem tlaka zraka – B3.

Meritev se opravlja z diferenčnim manometrom in se začne, ko je doseženo ustaljeno stanje (izenačevanje) v kontrolni posodi in cevovodu oz. plinovodu. Tako kot pri postopku B je čas umirjanja po polnjenju plinovoda in posode 1 h za vsak bar preskusnega tlaka. Pri tem postopku se tlačni preskus opravlja s komprimiranim zrakom. Potrebno polnjenje z zrakom in dvig tlaka se opravljata z batnim kompresorjem.

#### 3.1.14.6.3.1 Merjenje tlačne razlike s preskusno jeklenko – C3.1

Meritve ocenimo v temperaturnem območju, pri katerem kaže temperatura zunanjega zraka na začetku in na koncu enako tendenco.

Če temperaturi zunanjega zraka na začetku in na koncu tlačnega preskusa nista enaki, je treba vpliv te temperaturne razlike računsko upoštevati za nadzemne odseke plinovoda.

Najmanjša sprememba tlaka, ki jo mora razločno zaznavati uporabljeni merilnik tlačne razlike, je 1 mbar.

$$\Delta p = U_1 + U_2 - p \times ((t_{L1} - t_{L2}) / T_{L1}) + p \times ((t_{F1} - t_{F2}) / T_{F1}) \text{ (mbar)}.$$

U – razlika med tlakom v plinovodu in tlakom v jeklenki, izmerjena z merilnikom tlačne razlike (mbar),

P – ( $p^x + p_{amb}$ ) (mbar),

indeks F – na jeklenki.

#### 3.1.14.6.3.2 Merjenje tlačne razlike z napravo za zadrževanje tlaka – C3.2

Kot merilnik tlačne razlike se lahko uporabi enostransko obremenljiva naprava ali električni merilni pretvornik.

Protitlak naprave za zadrževanje tlaka nastavimo na začetku meritve na tlak plinovoda in ga med časom merjenja ne spreminjamo, po potrebi upoštevamo temperaturno odvisnost.

#### 3.1.14.6.4 Postopek z merjenjem tlaka/volumna – D

Postopek se uporablja za magistralne plinovode in le izjemoma za tiste priključne plinovode, pri katerih je pri drugih tlačnih postopkih material cevi obremenjen z več kot 95 % dopustne minimalne meje plastičnosti. Preskusni medij je voda.

##### 3.1.14.6.4.1 Postopek z merjenjem tlaka/volumna (dvakratna tlačna obremenitev) – D2

Postopek z merjenjem tlaka/volumna je preskus tlaka vode z obremenitvijo cevi in cevnih kolen do območja meje plastičnosti cevi, z upoštevanjem dopustne integralne plastične deformacije cevovoda.

Postopek mora biti izveden v skladu z VdTÜV-cevovodi 1060.



### **3.1.15 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 491**

Sistemi za regulacijo tlaka plina za delovne tlake do 100 barov; načrtovanje, izdelava, gradnja, preskus, priključitev in obratovanje, januar 2004

#### **3.1.15.1 Vsebina**

Predpisi veljajo za načrtovanje, izdelavo, gradnjo, preskuse, priključitve in obratovanje sistemov za regulacijo tlaka plina z delovnimi tlaki do vključno 100 bar v sistemih za prenos in distribucijo plina ter drugih sistemih oskrbe s plinom na področju obrti in industrije. V teh sistemih se uporabljajo plini v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 260, z izjemo utekočinjenega naftnega plina (plini 3. skupine).

Sisteme za utekočinjeni naftni plin urejajo tehnični predpisi TRF 2012, poglavje št. 3.4.4.

Gre za podrobne tehnične predpise v smislu uporabe standarda SIST EN 12186.

Pričujoči tehnični predpisi prav tako veljajo za nadaljnje sisteme za regulacijo tlaka plina v napravah za mešanje utekočinjenega naftnega plina in zraka, ki uravnavajo potek plinaste faze.

Pri sistemih za regulacijo tlaka plina z delovnimi tlaki višjimi od 100 bar je treba smiselno uporabiti določila teh tehničnih predpisov.

Če je vstopni del sistema priključni plinovod in delovni tlak ne presega 5 bar in načrtovani pretok plina v normalnem stanju ni višji od 200 m<sup>3</sup>/h, velja delovni zvezek DVGW G 459/II. Za delovne tlake do 5 bar in načrtovane pretoke plina do 600 m<sup>3</sup>/h v normalnem stanju je treba upoštevati zahteve omenjenega delovnega zvezka.

#### **3.1.15.2 Preskus na lokaciji namestitve**

Preskuse v skladu z razdelki od 3.1.15.1.1 do 3.1.15.1.2 morajo opraviti izvedenci DVGW-ja, TÜV-a ali MPA. Pri MOP-u < 5 bar ali pri standardnem sistemu lahko preskuse izvaja strokovnjak.

Standardni sistem je celoten sistem za regulacijo tlaka plina, ki je po tem delovnem zvezku DVGW predviden za serijsko izdelavo. Delovni zvezek DVGW G 491 je v celoti veljaven tudi za standardne sisteme; delna odstopanja so dovoljena samo pri preskusih na lokaciji namestitve.

Pri standardnih sistemih, ki jih je odobril izvedenec in za katere obstaja potrdilo proizvajalca, lahko preskuse na lokaciji namestitve izvaja strokovnjak.

Preskuse priključnih povezav standardnega sistema morajo izvesti osebe, pristojne za podzemno vodeno napeljavo (npr. napeljava po DVGW G 462 – izvedenec DVGW).

Za standardne sisteme veljajo naslednje mejne vrednosti:

- MOP < 16 bar,
- $DN_{VHOD} < DN80$  in
- $DN_{IZHOD} < DN150$ .

Izvedenci v smislu teh tehničnih predpisov so:

- izvedenci DVGW-ja (Nemško tehnično in znanstveno združenje za plin in vodo),
- izvedenci organizacij tehničnega nadzora (TÜV) in
- izvedenci strokovnih institucij za preskušanje materialov.

Strokovnjaki so osebe, ki so neodvisne od proizvajalcev in jih pisno imenuje podjetje za distribucijo plina ter imajo na podlagi izobrazbe in izkušenj ustrezno strokovno znanje in so z

veljavnimi predpisi, smernicami in tehničnimi predpisi (delovni zvezki DVGW, standardi) seznanjeni v takšni meri, da so sposobni oceniti obratovalno varnost plinskih napeljav.

#### *3.1.15.1.1 Priključitev s sistemom*

Na priključnih povezavah sistema za regulacijo tlaka plina je treba izvesti trdnostni preskus z vodo (glej delovni zvezek DVGW G 469, A2) in tesnostni preskus z zrakom ali inertnim plinom (glej delovni zvezek DVGW G 469, A3).

Če se na priključnih povezavah izvede preskus tesnosti brez predhodnega preskusa trdnosti (kombinirani preskus), je treba poskrbeti za posebne ukrepe. Ti ukrepi obsegajo preskus vseh krožnih zvarov brez porušitve in poostren gradbeni nadzor. Pri tem je treba izvesti preskus z uporabo zraka ali inertnega plina (po delovnem zvezku DVGW G 469, A3).

Sosednje spoje, pri katerih trdnostni in tesnostni preskus ni izvedljiv, je treba vizualno pregledati z delovnim plinom pod delovnim tlakom (OP) (glej delovni zvezek DVGW G 469, A4).

Glej Tabelo št. 3.1.15.1.1: Shema preskusov.

#### *3.1.15.1.2 Tesnost*

Končno montiran sistem za regulacijo tlaka plina je treba na lokaciji namestitve tesnostno preskusiti z zrakom ali inertnim plinom pri 1,1-kratni vrednosti MOP-a (glej delovni zvezek DVGW G 469, vizualni postopek z zrakom A3).

Glej Tabelo št. 3.1.15.1.1: Shema preskusov.

Tabela št. 3.1.15.1.1: Shema preskusov

| Razdelek                | Predmet preskusa                           | Cilj preskusa                                                         | Vrsta preskusa                                                                                                                                                                                         | Kraj preskusa       | Izvajalec preskusa                                                                                                                                                                                                                                                | Certifikat                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 3.1.15.1.1              | Povezava s sistemom                        | Trdnost                                                               | Pri jeklenih cevovodnih sistemih preskus trdnosti z vodo 1,3-kratnika vrednosti MOP-a; min. MOP + 2 bar                                                                                                | Lokacija namestitve | Pooblaščen nadzornik proizvajalca ali izvedenci strokovnih institucij DVGW, TÜV ali MPA;                                                                                                                                                                          | Certifikat o tehničnem pregledu po DIN EN 10204   |
| 3.1.15.1.2              |                                            | Tesnost                                                               | oz. 1,18 MIP; <sup>1</sup> po delovnem zvezku DVGW G 469. Preskus tesnosti z zrakom ali inertnim plinom z 1,1-kratno vrednostjo MOP-a; min. MOP + 2 bar                                                | Večerja             | pooblaščen nadzornik proizvajalca ali izvedenci strokovnih institucij DVGW, TÜV ali MPA;                                                                                                                                                                          |                                                   |
| 3.1.15.1.1 / 3.1.15.1.2 |                                            | Kombinirani trdnostni in tesnostni preskus                            | oz. 1,0 MIP; <sup>1</sup> po delovnem zvezku DVGW G 469. Preskus z zrakom ali inertnim plinom, po delovnem zvezku DVGW G 469, postopek A3. CTP = 1,1 × MOP; min. MOP + 2 bar oz. 1,0 MIP. <sup>1</sup> |                     | pooblaščen nadzornik proizvajalca ali izvedenci strokovnih institucij DVGW, TÜV ali MPA; pri tlakih do 5 bar strokovnjaki. Če je kombinirani preskus izveden s strani izvedencev strokovnih institucij DVGW, TÜV ali MPA, preskus izpolnjuje zahtevo iz razdelka. | Certifikat o tehničnem pregledu po DIN EN 10204   |
| 3.1.15.2<br>3.1.15.1.1  | Končno montiran sistem za regulacijo tlaka | Upoštevanje gradbenih zahtev in popolnost certifikatov<br><br>Tesnost | Vizualni preskus.<br><br>Tlačni preskus z zrakom ali inertnim plinom. Preskusni tlak 1,1-kratnik MOP-a; min. 1,0 MIP. <sup>1</sup>                                                                     | Lokacija namestitve | Vodni preskus.<br><br>Izvedenci strokovnih institucij DVGW, TÜV ali MPA; pri tlakih do 5 bar strokovnjaki.                                                                                                                                                        | Certifikat o preskusu, izvedenci ali strokovnjaki |

Opomba:

<sup>1</sup> Za razliko od tega znaša mejna vrednost za nastavitev varnostnih naprav pri načrtovanem tlaku DP 0,1 veljavna vrednost tlaka 150 mbar, če je celoten sistem napeljave na izhodni strani – vključno s priključenimi plinskimi napeljavami in trošili – tesnostno preskušen s tlakom 150 mbar.

### **3.1.16 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 459/I.**

*Priključni plinovodi za stavbe – Priključni plinovodi za delovne tlake do 4 bar; načrtovanje in izgradnja, julij 1998*

#### *3.1.16.1 Vsebina*

Tehnični predpisi veljajo za načrtovanje in izgradnjo priključnih plinovodov z delovnim tlakom do 4 bar za sisteme oskrbe s plinom, v katere se dobavljajo plini v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 260, z izjemo utekočinjenega naftnega plina (plini 3. skupine).

Sisteme za utekočinjeni naftni plin urejajo tehnični predpisi TRF 2012.

Priključni plinovod poteka od odcepa, in sicer od glavnega plinovoda do glavne plinske zaporne pipe, in vključuje tudi regulacijo tlaka plina (če obstaja) v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 459/II.

#### *3.1.16.2 Postopki tlačnega preskusa*

Pred zaplinjanjem je treba priključni plinovod z upoštevanjem načrtovanega tlaka (DP) preskusiti s tlačnim preskusom v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 469, v preskus pa mora biti vključena tudi odprta glavna plinska zaporna pipa. Preskusni tlak mora biti višji od DP-ja za najmanj 2 bar. Navedeno velja tudi za del plinske napeljave med glavno plinsko zaporno pipo in regulatorjem tlaka.

Preveriti je treba funkcijo zapornih elementov.

##### *3.1.16.2.1 Tlačni preskus priključnega plinovoda skupaj z glavnim plinovodom*

Če se priključni plinovod preskuša skupaj z glavnim plinovodom, mora biti tlačni preskus izveden po postopku, ki je določen v veljavni smernici za polaganje glavnih plinovodov.

##### *3.1.16.2.2 Posamičen tlačni preskus*

Tlačni preskus se praviloma izvede po vizualnem postopku z zrakom (A3) v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 469.

Če se uporabi tlačni preskus z zrakom (B3) po delovnem zvezku DVGW G 469, npr. pri polaganju v zaščitnih ceveh ali pri polaganju brez izkopa jarka, je treba za meritev uporabiti precizni manometer razreda 0,6 in po potrebi zapisovalnik merjenega tlaka razreda 1, katerih merilni območji ustrezata 1,5-kratniku preskusnega tlaka. Po vzpostavitvi preskusnega tlaka (povečevanje tlaka maks. 3 bar/min) je dovoljeno, za razliko od delovnega zvezka DVGW G 469, skrajšati čas umiritve in tlačni preskus na 15 min. Razen tega je treba notranje dele priključnega plinovoda preskusiti po vizualnem postopku z zrakom (A3).

Če iz obratovalnih razlogov, npr. zaradi plina v napeljavi, ni mogoče opraviti vizualnega postopka z zrakom (A3) oz. tlačnega preskusa z zrakom (B3), je dovoljen tudi tlačni preskus po vizualnem postopku z delovnim plinom (A4) v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 469. V tem primeru je treba preveriti tesnost spojev s penečimi sredstvi ali s primernimi plinskimi detektorji.

Pri tem je treba paziti, da na preskušani plinski napeljavi ni masti ali premazov.

##### *3.1.16.3 Beleženje/dokumentiranje rezultatov preskusa*

O pozitivnem rezultatu tlačnega preskusa mora strokovnjak izdelati poročilo o preskusu, glej Prilogo št. 3.1.16.3.

Strokovnjak mora biti imenovan.

### **3.1.17 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 465-2**

*Tehnični predpisi – Plinovodi z delovnim tlakom do 5 barov – popravila, april 2002*

#### *3.1.17.1 Vsebina*

Tehnični predpisi veljajo za popravila in dela v zvezi z ustavitvijo obratovanja na plinovodih javne oskrbe s plinom kot tudi na pripadajočih lastnih napravah uporabnikov, ki služijo za nadaljnjo distribucijo plinov v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 260 (z izjemo utekočinjenega naftnega plina v tekoči fazi) in obratujejo z delovnim tlakom do 5 bar.

Plinovodi so namenjeni distribuciji do glavnih zapornih pip pri odjemalcih. Zajemajo vso napeljavo in opremo od naprav za regulacijo tlaka plina v distribucijskem sistemu do predajnih mest, glavnih zapornih pip pri odjemalcih.

Popravilo obsega vse potrebne ukrepe za ponovno vzpostavitev obratovalnega stanja.

Popravilo v smislu tega delovnega zvezka vključuje:

- vsa popravila (zatesnitve mest uhajanja oz. popravilo prelomov cevi),
- dela pri izvajanju povezav plinovodov in
- dela pri ločevanju plinovodov.

#### *3.1.17.2 Preskus tesnosti*

Preveriti je treba tesnost na spojnih mestih. Preskus tesnosti se lahko izvede bodisi z ustreznimi merilniki koncentracije plina (delovni zvezek G 465-4) ali v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 469, A4.

Izvedbo in poročilo preskusa tesnosti je treba dokumentirati.

**3.1.18 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 472***Plinovodi iz polietilena (PE80, PE100 in PE-Xa) za delovni tlak do 10 barov – gradnja, avgust 2000***3.1.18.1 Vsebina**

Tehnični predpisi veljajo za gradnjo plinovodov iz polietilena za dovoljeni delovni tlak v skladu s Tabelo št. 3.1.18.1, in sicer za transportiranje plinov v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 260 (razen za utekočinjeni naftni plin v tekoči fazi).

Tabela št. 3.1.18.1: Dovoljeni delovni tlak za nove plinovode iz polietilena

| Dimenzijski razred | Oznaka materiala |        |          |
|--------------------|------------------|--------|----------|
|                    | PE80             | PE100  | PE-Xa    |
| SDR 17,6*          | 1 bar            |        |          |
| SDR 17,0*          | 1 bar            | 4 bar  |          |
| SDR 11,0           | 4 bar            | 10 bar | 8 bar ** |

Opomba:

\* SDR 17,0 in 17,6 pri zunanjem premeru cevi <75 mm nista dovoljena.

\*\* Vrednost, zmanjšana za normirano število.

**3.1.18.2 Tlačni preskus položenih plinovodov****3.1.18.2.1 Splošno**

Po zasutju cevnege jarka je treba plinovod pred zagonom v celoti ali na posameznih odsekih preskusiti s tlačnim preskusom v skladu z razdelkom 3.1.18.2.2 *Postopek tlačnega preskusa*.

Tlačni preskus izvedemo skladno z določili delovnega zvezka DVGW G 469. Izvajalec tlačnega preskusa mora razpolagati s strokovno usposobljenim, zanesljivim in poučenim osebjem. Praviloma se za tlačni preskus uporabi postopek z zrakom ali inertnim plinom.

Preskusni tlak mora biti najmanj 2 bar višji od dovoljenega delovnega tlaka.

Pri tlačnem preskusu po možnosti upoštevamo lastnosti lezenja PE-ja, npr. z upoštevanjem časa umiritve.

**3.1.18.2.2 Postopek tlačnega preskusa**

Priporoča se postopek z merjenjem tlačne razlike zraka C3 ali postopek z merjenjem tlaka zraka B3 v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 469.

Če uporabimo postopek z merjenjem tlaka zraka B3.1 za plinovode z delovnim tlakom do 4 bar, traja preskus najmanj 4 h (če gre za plinovod z delovnim tlakom do 1 bar in geometrijskim volumnom do 4 m<sup>3</sup> ali za plinovod z delovnim tlakom do 4 bar in geometrijskim volumnom do 8 m<sup>3</sup>). Če je geometrijski volumen plinovoda večji ali manjši do navedenega, se v enakem razmerju podaljša ali skrajša minimalno trajanje preskusa. To ne sme biti krajše od 30 min. Preskus se šteje kot uspešen, če padec tlaka na merilni napravi med trajanjem preskusa ni bil večji od 0,1 bar.

Za preskušanje plinovoda z delovnim tlakom višjim od 4 bar izberemo postopek z merjenjem tlaka B3.2 ali postopek z merjenjem tlačne razlike C3.1 ali C3.2.

Na plinovodih, ki so krajši od 500 m, ni dovoljeno izvajati tlačnega preskusa po vizualnem postopku z zrakom A3.

Če tlačnega preskusa ni mogoče opraviti po zgoraj omenjenih postopkih, npr. pri povezovanju plinovodov, se lahko plinovod preskusi tudi z delovnim plinom pod obratovalnim tlakom po postopku A4.

**3.1.20 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 495***Tehnični predpisi za plinske napeljave – vzdrževanje, julij 2006***3.1.20.1 Vsebina**

Tehnični predpis velja za vzdrževanje plinske napeljave in njene opreme, zgrajene v skladu z določili spodaj navedenih delovnih zvezkov DVGW:

- DVGW G 459-2, Sistemi za regulacijo tlaka plina v priključnih plinovodih z delovnimi tlaki do 5 bar;
- DVGW G 491, Sistemi za regulacijo tlaka plina za delovne tlake do vključno 100 bar; načrtovanje, izdelava, gradnja, preskus, priključitev in obratovanje; in
- DVGW G 600, Tehnični predpisi za plinske napeljave – DVGW-TRGI.

**3.1.20.2 Preskus pred ponovnim obratovanjem**

Pred ponovnim začetkom obratovanja je treba na vzdrževani ali popravljene plinske napeljave ali njenih sestavnih elementih in sklopih izvesti preskus tesnosti, funkcionalni preskus in po potrebi preskus trdnosti z upoštevanjem ustreznih delovnih zvezkov in dopolnil DVGW.

Preskus tesnosti lahko izvedemo tudi z delovnim plinom pod tlakom. V vseh primerih je treba upoštevati navodila proizvajalca.

Predpisani preskusi morajo biti izvedeni s strani strokovnjaka in ustrezno dokumentirani. Pri sistemih za regulacijo tlaka plina morajo biti izvedeni v skladu z delovnim zvezkom DVGW G 459-2 in delovnim zvezkom DVGW G 600.



### **3.1.21 Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 600**

*Tehnični predpisi za plinske napeljave – DVGW-TRGI 2008, april 2008*

#### **3.1.21.1 Vsebina**

Tehnični predpis velja za projektiranje, gradnjo, predelave, vzdrževanje in obratovanje plinskih inštalacij, ki obratujejo po delovnem zvezku DVGW G 260, z izjemo utekočinjenega naftnega plina, v stavbah in na zemljiščih z delovnim tlakom do 1 bar. Področje veljavnosti vključuje tlačna območja z delovnimi tlaki do 100 mbar (nizki tlak) in od 100 mbar do 1 bar (srednji tlak).

Pri delovnem tlaku od 1 do 5 bar morajo zunanji plinovodi in morebitni odseki napeljave med glavno plinsko zaporno pipo in regulatorjem tlaka plina ustrezati zahtevam delovnih zvezkov DVGW G 462 in G 459-1. Pri preskusu teh inštalacij oz. njihovih odsekov je treba odvisno od najvišjega delovnega tlaka ravnati v skladu z opisanim razdelkom (preskusni tlak je enak najvišjemu delovnemu tlaku + 2 bar).

Novo ali obstoječo plinsko napeljavo, na kateri so potekala dela, je dovoljeno zapliniti šele po tem, ko so bili uspešno izvedeni predpisani preskusi.

Preskusi se lahko izvedejo na celotni plinski napeljavi ali po delih.

Pri novi plinski napeljavi je treba izvesti preskus trdnosti in preskus tesnosti, še preden se plinska napeljava ali njeni deli zakrijejo z ometom ali oblogami, pred barvanjem in preden se zaščitijo njeni spoji. Preskušani odseki plinske napeljave morajo biti ločeni od plinske napeljave pod plinom. Vsi odprti deli plinske napeljave morajo biti tesno zaprti s kovinskimi čepi, kapami, pokrovi in slepimi prirobnicami.

Na izmerjene vrednosti tlakov in s tem na rezultat preskusov lahko vplivata temperatura preskusnega medija in atmosferski tlak. Omenjena parametra je treba pri ocenjevanju rezultatov upoštevati.

Preskusi morajo biti dokumentirani. Iz zapisnika o preskusu trdnosti in tesnosti morajo biti razvidni:

- vrsta izvedenega preskusa,
- tlak preskusa,
- trajanje preskusa,
- preskusni medij,
- preskušani deli napeljave,
- datum,
- potrditev tesnosti in
- izvajalec preskusa.

#### **3.1.21.2 Preskusni mediji**

Preskusni medij za preskus trdnosti, preskus tesnosti in kombinirani preskus je zrak ali inertni plin (npr. dušik). Preskuse za priključke in spoje z delovnim tlakom do 1 bar izvajamo z distribuiranim plinom.

#### **3.1.21.3 Plinske inštalacije z delovnimi tlaki do vključno 100 mbar**

Za plinske inštalacije z delovnimi tlaki do vključno 100 mbar sta predpisana naslednja preskusa:

- a) preskus trdnosti in
- b) preskus tesnosti.

### 3.1.21.3.1 Preskus trdnosti

Preskus trdnosti je treba izvesti pred preskusom tesnosti in zajema samo inštalacijo ali napeljavo, to pomeni brez armature, regulatorjev tlaka plina, plinomerov ter plinskih trošil in pripadajočih varnostnih naprav. Armature so sicer lahko vključene v preskus, če je njihov maksimalni dovoljeni delovni tlak (MOP) najmanj enak preskusnemu tlaku.

Preskusni tlak znaša 1 bar in se med časom preskušanja 10 min ne sme znižati.

Ločljivost uporabljene merilne naprave mora biti najmanj 0,1 bar.

Po izvedenem preskusu trdnosti je treba preskusni tlak sprostiti iz plinske napeljave na varen način. Pri tem je treba iz vseh delov napeljave izpihati morebitno neizogibno umazanijo, ki je ostala v ceveh po montažnih delih.

### 3.1.21.3.2 Preskus tesnosti

Preskus tesnosti je treba izvesti po preskusu trdnosti in obsega plinsko napeljavo, vključno z armaturami, vendar brez plinskih trošil ter pripadajočih regulacijskih in varnostnih armatur.

Preskus tesnosti lahko zajema tudi regulatorje tlaka plina in/ali plinomere, če so ti dimenzionirani za preskusni tlak.

Preskusni tlak mora biti najmanj 150 mbar in se med časom preskušanja ne sme znižati.

Upoštevati je treba čas prilagoditve za izravnavo temperature v odvisnosti od volumna plinske napeljave.

Tabela št. 3.1.21.3.2: Dovoljeni delovni tlak za nove plinovode iz polietilena

| Volumen plinske napeljave | Čas prilaganja | Min. trajanje preskusa |
|---------------------------|----------------|------------------------|
| <100 l                    | 10 min         | 10 min                 |
| ≥100 l <200 l             | 30 min         | 20 min                 |
| ≥200 l                    | 60 min         | 30 min                 |

Ločljivost uporabljene merilne naprave mora biti najmanj 0,1 bar.

Po izvedenem preskusu tesnosti je treba preskusni tlak sprostiti iz plinske napeljave na varen način.

### 3.1.21.4 Plinske inštalacije z delovnimi tlaki od 100 mbar do 1 bar

Za nove plinske inštalacije z delovnimi tlaki od 100 mbar do 1 bar je predpisan kombinirani preskus.

#### 3.1.21.4.1 Kombinirani preskus

Če plinska napeljava ni dimenzionirana za preskusni tlak, zajema preskus plinsko napeljavo, vključno z armaturami, vendar brez regulatorjev tlaka plina, plinomerov ter plinskih trošil in pripadajočih varnostnih naprav.

Po obremenitvi s preskusnim tlakom 3 bar (hitrost zvišanja tlaka največ 2 bar/min) in izravnavi temperature (približno 3 h) se preskusni tlak z upoštevanjem možnih temperaturnih sprememb preskusnega medija med preskušanjem ne sme znižati 2 h. Če je volumen cevi večji kot 2000 l, se trajanje preskusa podaljša za 15 min na vsakih 100 l volumna cevi.

Za merjenje potrebujemo zapisovalnik izmerjenega tlaka razreda 1 ter manometer razreda 0,6. Oba morata imeti merilno območje, ki ustreza 1,5-kratniku preskusnega tlaka. Merilne naprave je treba aktivirati takoj po vzpostavitvi preskusnega tlaka.

Po izvedenem preskusu je treba preskusni tlak sprostiti iz plinske napeljave na varen način.

### 3.1.21.5 Priključki in spoji z delovnimi tlaki do 1 bar

Preskusov ni treba izvajati za naslednje dele napeljave:

- spojna mesta z glavnim zapornim elementom (glavna plinska zaporna pipa), z regulatorji tlaka plina, s plinomeri, s plinskimi trošili, s priključnimi armaturami trošil in napeljavo pod plinom;
- priključne vode trošil in
- čepe kontrolnih odprtín.

To je sicer dovoljeno pod pogojem, da so vsi spoji lahko dostopni in da so preverjeni s plinom pod delovnim tlakom z napravo za zaznavanje plina po navodilih DVGW G 465-4 ali s penečimi sredstvi po SIST EN 14291.

Tabela št. 3.1.21.1: Tabela preskusov

| Delovni tlak v inštalaciji                | Do 100 mbar                                                                            | Do 100 mbar                                                                                         | 100 mbar–1 bar                                                                                                          |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preskus                                   | Trdnostni                                                                              | Tesnostni                                                                                           | Kombinirani                                                                                                             |
| Namen                                     | Preskus trdnosti za novo izvedene cevovode.                                            | Preskus tesnosti za novo izvedene cevovode, opuščene inštalacije, ki niso bile v obratovanju.       | Kombinirani preskus trdnosti in tesnosti za novo izvedene cevovode, opuščene inštalacije, ki niso bile v obratovanje.   |
| Armature                                  | Brez armature ali z armaturo, če je njihov MOP najmanj enak preskusnemu tlaku.         | Z armature, vendar brez trošila, regulacijskih in varnostnih elementov, plinomer je lahko vključen. | Z armaturo, vendar brez trošila in varnostnih elementov, če je njihov MOP najmanj enak preskusnemu tlaku.               |
| Obseg preskušanja                         | Inštalacija tesno zaprtih merilnih elementov. Spoj s cevovodom pod tlakom ni dovoljen. |                                                                                                     |                                                                                                                         |
| Medij                                     | Zrak ali inertni plin (npr. dušik, nikakor ne kisik)                                   |                                                                                                     |                                                                                                                         |
| Preskusni tlak                            | 1 bar                                                                                  | 110 mbar                                                                                            | 3 bar                                                                                                                   |
| Izenačenje temperature                    | Ni potrebno                                                                            | Potrebno                                                                                            | Približno 3 h                                                                                                           |
| Preskusni čas                             | 10 min                                                                                 | 10 min                                                                                              | 2 h za volumen inštalacije do 2000 l.<br>2 h za volumen inštalacije večji od 200 l + 15 min za vsakih 100 l nad 2000 l. |
| Merilni instrument in točnost odčitavanja | Manometer 0,1 bar                                                                      | Analogni ali digitalni manometer, U-cev (0,1 bar = 1 mm VS-ja)                                      | Registrirni manometer razreda 1.<br>Manometer razreda 0,6 s področjem 1,5-kratnika večjega od preskusnega tlaka.        |
| Pogoj ustreznosti                         | Ni padca tlaka.                                                                        | Ni padca tlaka.                                                                                     | Ni padca tlaka (upošteva se lahko sprememba temperature).                                                               |

### **3.1.22 SVGW, G1 d – Richtlinie für die Erdgasinstallation in Gebäude (Gasleitsätze), Ausgabe April 2012**

#### Smernice za plinsko inštalacijo v stavbah

##### 3.1.22.1 Vsebina

Tehnične smernice veljajo za projektiranje, gradnjo, predelave, vzdrževanje in obratovanje plinskih inštalacij v stavbah in v zemlji, in sicer od glavne plinske zaporne armature do vstopa cevi v objekt.

Področje uporabe smernice je primerno za področje delovnih tlakov, glej Tabelo št. 3.1.22.

Tabela št. 3.1.22: Področja delovnih tlakov

| <b>Nizek tlak</b> | <b>0–100 mbar</b>      |
|-------------------|------------------------|
| Srednji tlak      | >100 mbar–1 bar        |
| Visok tlak        | >1 bar–5 bar<br>>5 bar |

##### 3.1.22.2 Tlačni preskus

Tlačni preskus se izvede za vsako inštalacijo. Vrednost tlačnega preskusa je odvisna od najvišjega delovnega tlaka inštalacije.

Preskusni medij je lahko zrak, inertni plin (npr. dušik) ali delovni plin.

V času preskusa se ne smejo ogrožati osebe in nepremičnine.

Preskusni tlak lahko narašča maksimalno 2 bar/min.

Inštalacija, ki je podvržena preskusu, mora biti ločena od inštalacije, ki je pod obratovanjem. Zaprta armatura ne velja kot varna ločitev inštalacije.

Pri izvedbi preskusa oz. pri ocenjevanju je treba upoštevati vpliv temperature in atmosferskega tlaka.

Sestavni deli inštalacije, ki niso primerni za preskusni tlak, se morajo predhodno demontirati.

Maksimalni volumen preskusnega odseka naj ne bi presegel 400 l. Pri večjih volumnih naj se cevovod razbije na več delov.

Priporoča se, da se tlačni preskus izvede na maksimalni vrednosti delovnega tlaka (100 mbar, 1 bar, 5 bar).

##### 3.1.22.3 Maksimalni dopustni delovni tlak do 100 mbar

Tlačni preskus naj se izvede na 3-kratnik najvišjega delovnega tlaka, vendar najmanj na 100 mbar.

Inštalacija je tesna, ko pri uravnani temperaturi v predvidenem roku ni padca tlaka.

Čas trajanja preskusa je za volumen do 50 l 10 min. Pri večjih prostorninah inštalacije je za vsakih 50 l 10 min. Pri volumnu 400 l je treba upoštevati, da je preskusni odsek razdeljen na več delov.

Merilna oprema mora biti primerna za merjeni tlak in volumen, kot recimo U-manometer, manometer z natančnostjo boljšo kot 1 %.

*3.1.22.4 Maksimalni dopustni delovni tlak od 100 mbar do 5 bar*

Tlačni preskus naj se izvede na tlak, ki je najmanj 2 bar višji kot najvišji delovni tlak.

Inštalacija je tesna, če po uravnani temperaturi v roku 2 h ni padca tlaka.

Paziti je treba na skupen volumen 400 l.

Merilna oprema mora biti primerna za merjeni tlak in volumen. Manometer mora imeti 1,5-kratnik predvidenega preskusnega tlaka in velikost NG160.

## 3.2 TEHNIČNI PLINI

Najpogosteje uporabljeni tehnični plini so:

- kisik (O<sub>2</sub>),
- dušik (N<sub>2</sub>),
- argon (Ar),
- helij (He),
- kripton (Kr),
- ksenon (Xe),
- neon (Ne),
- vodik (H<sub>2</sub>),
- ogljikov monoksid (CO),
- ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>),
- dušikov oksid (NO<sub>2</sub>),
- klor (Cl<sub>2</sub>),
- vodikov klorid (HCl),
- žveplov dioksid (SO<sub>2</sub>),
- acetilen (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>),
- metan (CH<sub>4</sub>) in
- propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>).

**3.2.1 Pravilnik o tehničnih normativih za cevovode za plinasti kisik (Uradni list SFRJ, št. 52/90 in Uradni list RS, št. 45/04)**

Glej poglavji št. 4.1 in 4.2: Para.

### **3.2.2 Tehnični priročnik, Termotehničar, 2004**

#### Priročnik za termotehniko, termoenergetiko in procesno tehniko

##### 3.2.2.1 Kisik

Kisik obratuje pri naslednjih delovnih tlakih:

- nizki tlak do 6 bar,
- srednji tlak do 64 bar in
- visoki tlak do 220 bar.

Tesnostni preskus se izvede po zaključeni vgradnji. Preskusni tlak je 1,2-kratnik predvidenega delovnega tlaka.

Medij preskusa je kisik.

Čas trajanja preskusa znaša 30 min. Preskus je uspešen, če v tem času ni padca tlaka. Začetek preskusa je po izenačitvi temperature.

##### 3.2.2.2 Vodik

Tesnostni preskus se izvede po zaključeni vgradnji. Preskusni tlak je 1,2-kratnik predvidenega delovnega tlaka.

Medij preskusa je vodik.

V času preskusa se vsa spojna mesta preverijo z medijem za ugotavljanje netesnosti.

Za delovne tlake nad 150 bar se najprej izvede trdnostni preskus pri 1,5-kratniku predvidenega delovnega tlaka. Po izvedenem trdnostnem preskusu se izvede tesnostni preskus.

##### 3.2.2.3 Dušik

Trdnostni preskus se izvede po zaključeni vgradnji. Preskusni tlak je 1,5-kratnik predvidenega delovnega tlaka.

Čas trajanja preskusa znaša 10 min. Preskus je uspešen, če v tem času ni padca tlaka. Začetek preskusa je po izenačitvi temperature.

Po uspešno izvedenem trdnostnem preskusu se izvede še tesnostni preskus. Preskusni tlak je 1,2-kratnik predvidenega delovnega tlaka.

Medij preskusa je dušik ali zrak.

V času preskusa se vsa spojna mesta preverijo z medijem za ugotavljanje netesnosti.

##### 3.2.2.4 Ogljikov dioksid

Trdnostni in tesnostni preskus se izvede po zaključeni vgradnji.

Preskus tesnosti se izvede z zrakom ali kisikom.

##### 3.2.2.5 Dušikov oksidul

Tesnostni preskus se izvede po zaključeni vgradnji. Preskusni tlak je 1,5-kratnik predvidenega delovnega tlaka, vendar ne manj kot 6 bar.

Medij preskusa je kisik ali zrak brez olja.



Čas trajanja preskusa znaša 2 h. Preskus je uspešen, če v tem času ni padca tlaka. Začetek preskusa je po izenačitvi temperature.

#### *3.2.2.6 Acetilen*

Trdnostni preskus se izvede po zaključeni vgradnji. Preskusni tlak je 1,5-kratnik predvidenega delovnega tlaka.

Preskus tesnosti se izvede s pritiskom 4 bar.

Čas trajanja preskusa znaša 1 h. Preskus je uspešen, če v tem času ni padca tlaka.

Cevne povezave do jeklenk z reducirnimi ventili, vključno z armaturo, se pri delovnem tlaku od 300 bar preskušajo na trdnost in tesnost.

Čas preskusa trajanja tesnosti znaša 2 h.

#### *3.2.2.7 Klor*

Trdnostni in tesnostni preskus se izvede po zaključeni vgradnji. Trdnostni preskusni tlak je 1,5-kratnik najvišjega delovnega tlaka.

Medij preskusa je voda.

### **3.2.3 Tehnični priročnik, Kompresorska postrojenja, 2008**

#### Priročnik z izračuni, predpisi, opremo in praktičnimi primeri

##### 3.2.3.1 Komprimiran zrak

###### 3.2.3.1.1 Preskus tesnosti

Preskus tesnosti se izvaja z zrakom ali inertnim plinom.

Preskusni tlak ne sme biti višji od 10 % vrednosti delovnega tlaka.

###### 3.2.3.1.1 Preskus trdnosti

Trdnostni preskus se izvaja kot preskus z vodo ali kot preskus z zrakom.

Preskus z zrakom se uporablja, kadar ni mogoče celotnega sistema celovito odzračiti oz. kadar prisotnost vlage, torej vode, v cevovodu ni dovoljena.

Preskus z zrakom se izvede po zunanjem pregledu cevovoda, pred zakritjem cevovoda, ki je položen v zemljo, in pred izvedbo antikorozivne zaščite.

Preskusni tlak trdnostnega preskusa z vodo znaša 1,5-kratnik najvišjega delovnega tlaka (minimalna razlika med delovnim in preskusnim tlakom znaša 5 bar).

Preskusni tlak trdnostnega preskusa z zrakom znaša 1,1-kratnik najvišjega delovnega tlaka.

Po uspešno izvedenem trdnostnem preskusu sledi tesnostni preskus.

V času trajanja preskusa je treba upoštevati varnostne vidike preskusa. Območje preskusa je treba ustrezno označiti z opozorilom: Izvedba preskusa, cevovod pod tlakom, dostop prepovedan.

Preskusni tlak pri preskusu z vodo zvišamo z motorno ali ročno črpalko oz. neposredno z dovodom vode iz cevovoda (če so tlaki ustrezni).

Preskusni tlak pri preskusu z zrakom zvišamo s kompresorjem, z jeklenkami z zrakom ali z rezervoarjem za utekočinjeni zrak.

Treba je paziti, da preskusni tlak iz jeklenk ne preseže vrednosti predvidenega preskusnega tlaka.

Uporabiti je treba čisto, neagresivno vodo. Temperatura vode ne sme biti višja od +50 °C in ne manjša od +5 °C. Meritve tlaka se izvajajo z dvema manometroma, eden je delovni in drugi kontrolni. Kontrolni manometer je razreda 1,6 za delovni tlak do vključno 40 bar.

###### *Preskus z vodo*

V fazi polnjenja cevovoda z vodo se mora ves zrak izpustiti iz cevovoda. To dosežemo z odpiranjem odzračevalnih ventilov na najvišjih točkah cevovoda.

Tlak pri preskusu narašča postopoma vse do 60 % preskusnega tlaka. Pri tej vrednosti se celoten cevovod pregleda. Po pregledu se tlak zviša do vrednosti preskusnega tlaka.

Čas trajanja preskusa znaša 30 min. V tem času ne sme priti do padca tlaka oz. se ne smejo pojaviti morebitne vidne deformacije ali poškodbe cevovoda.

Po preteku 30 min se tlak zniža na delovnega in se cevovod ponovno pregleda. Če se pojavijo napake ali poškodbe cevovoda, se tlak zniža na atmosferskega in se popravi. Sledi ponoven preskus.

Po zaključku preskusa se odstrani voda iz sistema, cevovod je treba osušiti.

Pred izvedbo preskusa z vodo se opravi preskus tesnosti.

Vrednost preskusnega tlaka za tesnostni preskus ne sme biti višja od 10 % vrednosti delovnega tlaka.

#### *Preskus z zrakom*

Medij preskusa je suh zrak brez olja. Preskus se lahko izvede tudi z delovnim medijem.

Zaščitna cona pri izvedbi preskusa znaša 15 m pri tlakih do vključno 20 bar in 20–25 m pri tlakih več kot 20 bar.

Prepovedana so kakršna koli druga dela na cevovodu med samo izvedbo preskusa.

Tlačne vrednosti se merijo z dvema manometroma. En manometer je delovni, drugi pa kontrolni. Kontrolni manometer je razreda 1,6 za delovne tlake do vključno 40 bar.

V fazi preskusa se tlak zvišuje za 20 % do končne vrednosti preskusnega tlaka.

Med vsakim zvišanjem tlaka se cevovod pregleda. V času preskusa ne sme priti do puščanja.

Če pride do puščanja, se netesna mesta diagnosticirajo in odpravi napaka. Sledi izvedba ponovnega preskusa. Tlak se sicer zniža na vrednost atmosferskega tlaka.

Če cevovod ne bo šel takoj v obratovanje, je treba tlak v cevovodu znižati na 0,7 bar.

Po zaključku preskusa se zapiše poročilo o preskusu.

### **3.2.4 IGC Doc 13/12/E:2012**

#### Cevovodi in cevni sistemi za kisik

##### *3.2.4.1 Vsebina*

Priročnik se nanaša na kovinske cevovode, distribucijske cevovode za kisik ter za plinasti kisik, ki se pridobiva v t. i. separacijski koloni. Predviden je za plinasti kisik, temperature od  $-30\text{ °C}$  do  $200\text{ °C}$  in s tlakom vse do 210 bar.

Priročnik se ne uporablja za:

- cevovode kisika za medicino,
- naprave za kisik in
- uparjalnike tekočega kisika.

##### *3.2.4.2 Tlačni preskus*

Tlačni preskus se izvede z vodo ali zrakom. Prednost ima tlačni preskus z zrakom. Tlačni preskus z vodo se ne priporoča zaradi možnosti korozije cevovoda. Če ni možnosti izvedbe z zrakom, se izvede tlačni preskus z vodo.

Tlačni preskus z zrakom se izvaja skladno z veljavnimi standardi za cevovod, na osnovi katerih je bil načrtovan in zgrajen. Upoštevati je treba varnostne ukrepe v primeru nenadnega izpusta oz. poškodbe cevovoda v času izvajanja preskusa. Preskus se izvaja z zrakom ali dušikom brez olja.

Tlačni preskus z vodo se izvaja skladno z veljavnimi standardi za cevovod, na osnovi katerih je bil načrtovan in zgrajen. Preskus se izvaja s čisto vodo brez vsebnosti olja. Po zaključenem preskusu se takoj izpusti voda iz cevovoda. Cevovod se nato osuši z zrakom ali z dušikom brez olja.

##### *3.2.4.3 Preskus tesnosti*

Po izvedenih delih brez vgrajene opreme se izvede preskus tesnosti z zrakom ali z dušikom brez vsebnosti olja. Preskusni tlak je predvideni delovni tlak sistema, zaželeno je sicer največja možna hitrost cevovoda (do 25 m/s). Zaporni ventili, filtri itd. v času preskusa niso vgrajeni in se odstranijo. Z omenjenim prepihom dosežemo tudi ustrezno čiščenje/čistost cevovoda.

### **3.2.5 IGC Doc 121/14:2014**

#### Cevovodi za vodik

##### *3.2.5.1 Vsebina*

Priročnik se nanaša na kovinske cevovode in distribucijske cevovode za vodik in vodikove mešanice. Predviden je za plinaste proizvode, temperature od  $-40\text{ °C}$  do  $175\text{ °C}$  in s tlakom od 10 do 210 bar.

Priročnik se ne uporablja za:

- polnilnice,
- kompresorske naprave in
- uparjalnike tekočega kisika.

##### *3.2.5.2 Tlačni preskus*

Tlačni preskus z vodo se izvaja med 75 % in 100 % specificirane minimalne meje elastičnosti s časom zadrževanja najmanj 5–10 sekund (odvisno od premera cevovoda).

Tlačni preskus se lahko izvaja z vodo ali zrakom. Prednost ima tlačni preskus z vodo.

Tlačni preskus z vodo se izvaja skladno z veljavnimi standardi za cevovod, na osnovi katerih je bil načrtovan in zgrajen. Preskus se izvaja s čisto vodo brez vsebnosti olja. Po zaključenem preskusu se voda takoj izpusti iz cevovoda. Cevovod se nato osuši z zrakom ali z dušikom brez olja. Za cevovode iz ogljikovega jekla se uporablja voda z vsebnostjo pH med 5 in 8 in vsebnostjo klora ne več kot 1000 mg/l.

Upoštevati je treba varnostne ukrepe v primeru nenadnega izpusta oz. poškodbe cevovoda v času izvajanja preskusa.

Tlačni preskus z zrakom se izvaja skladno z veljavnimi standardi za cevovod, na osnovi katerih je bil načrtovan in zgrajen. Preskus se izvaja z zrakom ali dušikom brez olja.

##### *3.2.4.3 Preskus tesnosti*

Vodik je zelo nagnjen k puščanju, posledično je pomembno, da se cevovod pregleduje z detektorjem vodika periodično, in sicer 1–4-krat na leto.

**3.2.6 IGC Doc 123/13/E:2013**Pravila za uporabo acetilena

## 3.2.6.1 Vsebina

Priročnik navaja zahteve za varno načrtovanje in uporabo ter vzdrževanje inštalacij acetilena. Priročnik vsebuje tudi priporočila za varno dobavo, skladiščenje, transport in uporabo acetilena.

## 3.2.6.2 Tlačni preskus

Preskus se lahko izvaja ločeno, po posameznih odsekih oz. skupaj kot celota. Komponente, ki ne zdržijo predvidenega preskusnega tlaka (zaporni ventili, manometri itd.), se predhodno demontirajo.

Trdnostni preskus se izvaja z vodo. Če se izvaja preskus z zrakom, so potrebni varnostni ukrepi in ukrepi zaščite.

Tabela št. 3.2.6.2: Preskusni tlak

| Delovno območje | Preskusni tlak                                   |
|-----------------|--------------------------------------------------|
| I               | $P_{TEST} = 1,5 P_W$ ; min. 3,75 bar             |
| II              | $P_{TEST} = 10 P_W$ ; min. 20 bar                |
| III             | $P_{TEST} = 20 P_W$ ; min. 30 bar, maks. 300 bar |

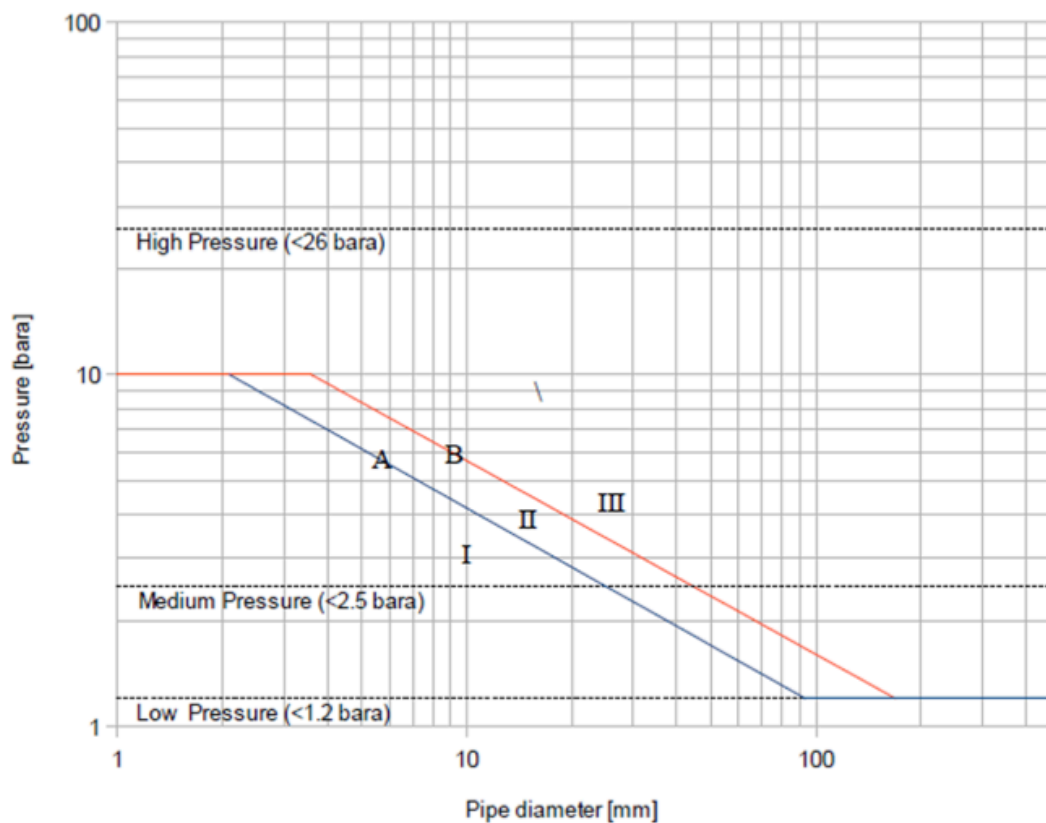
Opomba:

$P_{TEST}$  – preskusni tlak,

$P_W$  – najvišji delovni tlak.

Za dimenzijo cevi DN50 znaša preskusni tlak 24 bar, če je pod 1,5 bar (srednji tlak).

Graf št. 3.2.6.2: Delovno območje



### 3.2.6.3 Preskus tesnosti

Preskus tesnosti se izvaja z inertnim plinom ali zrakom s tlakom, ki ni nižji od najvišjega delovnega tlaka. Tesnost se ugotavlja z nanosom milnice (milnica naj ne vsebuje amonijaka oz. drugih sestavin, ki lahko povzročijo korozivno pokanje).

### **3.2.7 IGC Doc 120/14/E:2014**

#### Cevovod za ogljikov monoksid in sintetični plin

##### 3.2.7.1 Vsebina

Priročnik je namenjen prenosu in distribuciji ogljikovega monoksida in sintetičnega plina.

Sintetični plin: Plinska mešanica, ki primarno vsebuje vodik, ogljikov monoksid in pogosto tudi nekaj ogljikovega dioksida.

Predviden je za plinaste proizvode, temperature med  $-40\text{ °C}$  in  $150\text{ °C}$  in s tlakom 1 bar–150 bar.

Priročnik se ne uporablja za:

- polnilnice,
- kompresorske naprave in
- cevovode v primeru specifične opreme in naprav.

##### 3.2.7.2 Tlačni preskus

Tlačni preskus z vodo se izvaja med 75 % in 100 % specificirane minimalne meje elastičnosti s časom zadrževanja najmanj 5–10 sekund (odvisno od premera cevovoda).

Tlačni preskus se lahko izvaja z vodo ali zrakom. Prednost ima tlačni preskus z vodo.

Tlačni preskus z vodo se izvaja skladno z veljavnimi standardi za cevovod, na osnovi katerih je bil načrtovan in zgrajen. Preskus se izvaja s čisto vodo brez vsebnosti olja. Po zaključenem preskusu se voda takoj izpusti iz cevovoda. Cevovod se nato osuši z zrakom ali z dušikom brez olja. Za cevovode iz ogljikovega jekla se uporablja voda z vsebnostjo pH-ja med 5 in 8 in vsebnostjo klora ne več kot 1000 mg/l.

Upoštevati je treba varnostne ukrepe v primeru nenadnega izpusta oz. poškodbe cevovoda v času izvajanja preskusa.

Tlačni preskus z zrakom se izvaja skladno z veljavnimi standardi za cevovod, na osnovi katerih je bil načrtovan in zgrajen. Preskus se izvaja z zrakom ali dušikom brez olja.

##### 3.2.7.3 Preskus tesnosti

Cevovodi za ogljikov monoksid in sintetični plin predstavljajo veliko grožnjo oz. nevarnost okolju. Posledično je zelo pomembno, da cevovode redno pregledujemo za tesnost.

Tesnost se preverja z napravo za zaznavanje puščanja. Priporoča se pregled cevovoda minimalno vsake tri mesece z dodatnimi pogostejšimi pregledi zapornih ventilov, prirobnic, fittingov itd.

Preskus se izvaja z dušikom, preskusni tlak znaša 0,6 bar. Vrednost preskusnega tlaka se meri redno, in sicer vse do trenutka, ko se cevovod zaplani s predvidenim delovnim plinom. Pri uporabi dušika je zaradi možnosti zastrupitve treba upoštevati varnostne ukrepe in priporočila.



### **3.2.8 Standard ASME B31.3-2016, Process Piping**

#### Cevovodi za procesne tehnološke inštalacije

##### 3.2.8.1 Vsebina

Standard je namenjen za inštalacije v naftni, kemični, farmacevtski, tekstilni, papirni in kriogeni industriji.

Standard se uporablja za vse vrste tekočin, in sicer:

- neobdelane, vmesne in končne kemikalije;
- naftne proizvode;
- pline, paro, zrak in vodo;
- fluidizirane trdne snovi;
- hladilne medije in
- kriogene tekočine.

##### 3.2.8.2 Kategorije tekočin

Standard razdeljuje tekočine na naslednje kategorije, ki so:

Kategorija D:

- nevnetljive in nestrupene tekočine,
- načrtovani tlak ne presega 10,35 bar,
- načrtovana temperatura ni višja kot 186 °C in
- temperatura medija ni manj kot –29 °C.

Kategorija M:

- tekočina je zelo strupena, že manjša izpostavljenost, zaradi morebitnega puščanja, povzroči hude nepopravljive poškodbe človeškega telesa in vpliva na dihanje.

Kategorija, pri kateri je visok delovni tlak tekočine.

Kategorija, pri kateri je zahteva po čistosti medija.

Kategorija normalnih medijev oz. tekočine, ki niso predmet zgoraj opisanih kategorij.

##### 3.2.8.3 Preskus tesnosti

Vsak cevovod mora zagotavljati tesnost sistema. Večinoma se izvede vodni tlačni preskus tesnosti. Če se vodni tlačni preskus ne more izvajati, se izvede zračni tlačni preskus tesnosti cevovoda.

Če bi pri izvajanju vodnega in zračnega preskusa prišlo do poškodbe cevovoda, izolacije, kontaminacije preostalega procesa, korozije ali vlage v sistemu, morebitnih poškodb pri izvajanju preskusa in potencialni sprostitev vse energije ali poškodb materiala zaradi krhkosti pri nizkih temperaturah medija, se omenjeni preskus ne izvede. V tem primeru se izvede alternativni preskus tesnosti, in sicer s pregledom zvarov, vključno z zvari, ki so narejeni v tovarni (zvari na zapornih elementih, fittingih) in za katere ni bil narejen vodni ali tlačni preskus tesnosti. Zvari morajo biti vzdolžno, spiralno in obodno radiografsko in ultrasonično pregledani. Vsi zvari morajo biti pregledani z metodo penetriranja tekočine in z metodo magnetnih delcev pri magnetnih materialih. Izvedeta se lahko tudi poenostavljena oz. približna analiza elastičnosti in zelo natančen preskus tesnosti, skladno s poglavjem št. 3.2.8.10.

##### 3.2.8.4 Splošne zahteve za preskus tesnosti

#### 3.2.8.4.1 Omejitve preskusnega tlaka

Znižanje preskusnega tlaka: Če bi preskusni tlak povzročil obodne in vzdolžne poškodbe cevododa (povzeto iz podatka o debelini stene cevododa) ali zaradi presežene vrednosti dovoljene trdnosti, zaradi same vrednosti preskusne temperature, se lahko vrednost preskusnega tlaka ustrezno zniža, tako da je v okviru dovoljenih vrednosti trdnosti materiala.

Raztezanje medija: Če se preskusni tlak vzdržuje dlje časa in če pride v vmesnem času do toplotnega raztezanja medija, je potrebna previdnost zaradi zvišanega tlaka.

Preliminarni tlačni preskus: Preliminarni tlačni preskus se lahko izvede pred izvedbo vodnega tlačnega preskusa. Preskusni tlak je manj kot 1,7 bar. Z omenjenim preskusnim tlakom se locirajo večja mesta puščanja.

#### 3.2.8.4.2 Druge preskusne zahteve

Pregled puščanj: Preskus tesnosti se mora izvajati najmanj 10 min, pri čemer se vsi spoji in povezave pregledajo za morebitna mesta puščanja. Preskusni tlak se sicer lahko zniža na vrednost predvidenega delovnega tlaka.

Toplotni udar: Preskus puščanja se izvede po izvedenem morebitnem toplotnem udaru.

Nizka preskusna temperatura: Upoštevati je treba možnost krhkosti pri nizkih preskusnih temperaturah.

#### 3.2.8.4.3 Posebne določbe preskusa

Komponente cevododa in podsklopov: Komponente cevododa in podsklopi se lahko preskušajo skupaj kot celota ali ločeno.

Prirobnični spoji: Prirobničnih spojev, ki se uporabljajo za povezave cevododov in podsklopov in ki so bili predhodno preskušeni, in prirobničnih spojev, ki se uporabljajo za odcepitev od cevododa ali opreme, ki je podvržena preskusu, ni treba preskušati na tesnost, skladno s poglavjem št. 3.2.8.3.

Zaključni zvari: Zaključni zvari povezav cevododov ali komponent, ki so bile uspešno preskušane, skladno s poglavjem št. 3.2.8.3, ni treba preskušati na tesnost. Zvari se preverijo s 100-% radiografijo oz. s 100-% ultrasoničnim pregledom.

#### 3.2.8.4.4 Tlačni preskus

Tlačni preskus cevododa se izvede z 1,5-kratnikom tlačne razlike zunanjega in notranjega tlaka cevododa, vendar ne manj kot 1,05 bar.

#### 3.2.8.4.5 Popravila

V primeru morebitnih popravil ali predelav na sistemu, ki se izvedejo po izvedenem preskusu tesnosti, se izvede ponoven preskus tesnosti.

#### 3.2.8.4.6 Zapisnik

Zapisnik se izvede za vsak cevodod, kateri se preskuša. Zapisnik vsebuje naslednje podatke:

- datum preskusa,
- identifikacijo preskusnega cevododa,
- preskusni medij,
- preskusni tlak in
- certifikat preskuševalca.

### 3.2.8.5 Priprava na preskus tesnosti

#### 3.2.8.5.1 Spoji

V času izvajanja preskusa morajo biti vsi spoji prosti in dosegljivi ter neizolirani.

Spoji kategorije D tekočin, ki so predvideni za vodni preskus tesnosti, so lahko, skladno s poglavjem št. 3.2.8.6, ali za katere je predviden začetni preskusni tlak tesnosti, skladno s poglavjem št. 3.2.8.9, so lahko izolirani in imajo lahko zaščitno oblogo. Upoštevati je treba določen čas, da v primeru puščanja pride do zaznave na izoliranem cevovodu.

Vsi spoji imajo lahko zaščitno oblogo in so lahko pobarvani, če se ne zahteva natančen preskus tesnosti.

#### 3.2.8.5.2 Začasne podpore

Cevovode, predvidene za pline in paro, se mora v času izvedbe preskusa začasno podpreti (po potrebi) zaradi obtežbe preskusnega medija.

#### 3.2.8.5.3 Kompenzatorji

Če je v cevovodu vgrajen kompenzator in je preskusni tlak višji od dovoljenega tlaka, ki ga deklarira proizvajalec kompenzatorja, se mora preskusni tlak ustrezno znižati.

#### 3.2.8.5.4 Splošne omejitve

Oprema, ki se ne preskuša, naj se demontira ali loči od preostalega cevovoda, ki je predmet preskusa. Ločitev se lahko izvede z zapornimi elementi, ki ustrezajo preskusnemu tlaku.

### 3.2.8.6 Vodni preskus tesnosti

#### 3.2.8.6.1 Preskusni medij

Preskusni medij je načeloma voda, razen če zaradi možnosti poškodb notranjosti cevovoda ali v primeru zamrznitve ni predvideno drugače oz. se to odsvetuje. V tem primeru se uporabi druga nestrupena tekočina oz. medij. Če je medij vnetljiv, mora biti vnetišče pri temperaturi najmanj 49 °C in izvajati se morajo določeni ukrepi in omejitve pri izvedbi preskusa.

#### 3.2.8.6.2 Preskusni tlak

Če ni določeno drugače, se kovinski cevovodi preskušajo z vodnim preskusnim tlakom, in sicer najmanj z 1,5-kratnikom predvidenega načrtovanega tlaka. Če je predvidena načrtovana temperatura višja kakor preskusna temperatura, se minimalni preskusni tlak izračuna skladno z enačbo:

$$P_T = 1,5 P S_T / S.$$

P – načrtovani tlak,

$P_T$  – minimalni preskusni tlak,

S – dovoljena elastičnost materiala pri načrtovani temperaturi,

$S_T$  – dovoljena elastičnost komponente materiala pri preskusni temperaturi.

#### 3.2.8.6.3 Preskus z rezervoarjem

Če je preskusni cevovod povezan z rezervoarjem in je vrednost preskusnega tlaka enaka ali manjša kakor vrednost preskusnega tlaka za rezervoar, se preskus lahko izvaja skupaj. Če je preskusni tlak cevovoda višji, kakor je preskusni tlak rezervoarja, naj se izloči. Rezervoar se preskuša ločeno na vrednost preskusnega tlaka, ki je predvidena za preskus rezervoarja. Preskusni tlak rezervoarja naj se izvaja pri vrednosti, ki ni manj kot 77 % vrednosti izračunanega preskusnega tlaka cevovoda.

### 3.2.8.7 Zračni preskus tesnosti

#### 3.2.8.7.1 Varnostni ukrepi

Upoštevati se morajo varnostni ukrepi, še posebej je treba biti pozoren na krhkost materiala v fazi preskušanja. V fazi načrtovanja je treba upoštevati predvideno preskusno temperaturo.

#### 3.2.8.7.2 Varnostni izpustni ventil

Predvideti se mora vgradnja varnostnega izpustnega ventila z nastavitvenim tlakom, ki ni višji kakor preskusni tlak in nižji kot 3,45 bar oz. 10 % vrednosti preskusnega tlaka.

#### 3.2.8.7.3 Preskusni medij

Preskusni medij je zrak.

#### 3.2.8.7.4 Preskusni tlak

Preskusni tlak mora biti najmanj 1,1-kratnik načrtovanega tlaka in ne sme preseči 1,33-kratnika načrtovanega tlaka oz. preskusnega tlaka, ki preseže 90 % tlaka, predvidenega v poglavju št. 3.2.8.4.1.

#### 3.2.8.7.5 Preskusni postopek

Preskusni tlak narašča postopoma vse do vrednosti, ki je nižja od polovice vrednosti preskusnega tlaka oz. 1,7 bar, pri čemer se izvede preliminarni pregled, ki vključuje vizualni pregled vseh spojev in zvarov. Nato sledi postopno zvišanje tlaka vse do vrednosti predvidenega preskusnega tlaka. Preskusni tlak se vzdržuje tako dolgo, da se sistem umiri in stabilizira. Preskusni tlak se nato zniža na vrednost predvidenega načrtovanega tlaka, pri čemer se izvede pregled tesnosti skladno s poglavjem št. 3.2.8.4.2.

#### 3.2.8.8 Vodno-zračni preskus tesnosti

Kombinacija vodno-zračnega preskusa tesnosti se izvaja skladno s poglavjem št. 3.2.8.7, pri čemer tlak tekočine ne sme preseči vrednosti, navedenih v poglavju št. 3.2.8.6.2.

#### 3.2.8.9 Začetni preskus tesnosti

Preskus se izvaja zgolj za cevovode, navedene v kategoriji D.

##### 3.2.8.9.1 Preskusni medij

Preskusni medij je delovni medij.

##### 3.2.8.9.2 Postopek preskusa

Tlak se zvišuje postopoma vse do vrednosti delovnega tlaka, pri čemer se zadrži tako dolgo, da se sistem umiri in stabilizira. Preliminarni pregled se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.7.5, če je delovni medij para ali plin.

##### 3.2.8.9.3 Pregled puščanj

Pregled morebitnih puščanj se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.4.2 pri vrednosti delovnega tlaka.

#### 3.2.8.10 Natančen preskus tesnosti

Izvede se t. i. mehurčkasti preskus. Preskusni tlak znaša najmanj 1,05 bar oz. 25 % vrednosti načrtovanega tlaka. Preskusni tlak se zvišuje postopoma vse do vrednosti, ki je nižja od polovice vrednosti preskusnega tlaka oz. 1,7 bar, pri čemer se izvede preliminarni pregled, ki vključuje vizualni pregled vseh spojev in zvarov. Nato sledi postopno zvišanje tlaka vse do vrednosti predvidenega preskusnega tlaka. Preskusni tlak se vzdržuje tako dolgo, da se sistem umiri in stabilizira.

### 3.2.8.11 Nekovinski cevovodi

Vsak cevovod mora zagotavljati tesnost sistema. Večinoma se izvede vodni tlačni preskus tesnosti, skladno s poglavjem št. 3.2.8.6. Če se vodni tlačni preskus ne more izvajati, se izvede zračni tlačni preskus tesnosti cevovoda.

#### 3.2.8.11.1 Splošne zahteve za preskus tesnosti

##### 3.2.8.11.1.1 Omejitve preskusnega tlaka

Raztezanje medija: Če se preskusni tlak vzdržuje dlje časa in če pride v vmesnem času do toplotnega raztezanja medija, je potrebna previdnost zaradi zvišanega tlaka.

Preliminarni tlačni preskus: Preliminarni tlačni preskus se lahko izvede pred izvedbo vodnega tlačnega preskusa. Preskusni tlak je manj kot 1,7 bar. Z omenjenim preskusnim tlakom se locirajo večja mesta puščanja.

##### 3.2.8.11.1.2 Druge preskusne zahteve

Pregled puščanj: Preskus tesnosti se mora izvajati najmanj 10 min, pri čemer se vsi spoji in povezave pregledajo za morebitna mesta puščanja. Preskusni tlak se sicer lahko zniža na vrednost predvidenega delovnega tlaka.

Upoštevati je treba krhkost materiala pri izvajanju preskusa tesnosti pri nizkih temperaturah medija.

Upoštevati je treba poglavja št. 3.2.8.4.3, 3.2.8.4.4, 3.2.8.4.5 in 3.2.8.4.6.

#### 3.2.8.11.2 Splošne zahteve za preskus tesnosti

Preskus tesnosti se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.5.

#### 3.2.8.11.3 Vodni preskus tesnosti

##### 3.2.8.11.3.1 Preskusni medij

Preskusni medij mora biti skladen s poglavjem št. 3.2.8.6.1.

##### 3.2.8.11.3.2 Preskusni tlak

Nekovinski cevovod: Če ni določeno drugače, se nekovinski cevovodi preskušajo z vodnim preskusnim tlakom, in sicer najmanj 1,5-kratnikom predvidenega načrtovanega tlaka, vendar ne sme preseči 1,5-kratnika maksimalnega dopustnega tlaka najšibkejšega elementa oz. komponente sistema.

Termoplast cevovodi: Za cevovode, pri katerih je načrtovana temperatura nad preskusno temperaturo, je preskusni tlak skladno z enačbo:

$$P_T = 1,5 P S_T / S.$$

P – načrtovani tlak,

$P_T$  – minimalni preskusni tlak,

S – dovoljena elastičnost materiala pri načrtovani temperaturi,

$S_T$  – dovoljena elastičnost komponente materiala pri preskusni temperaturi.

Kovinski cevovodi z nekovinsko oblogo: Preskusni tlak mora biti skladen s poglavjem št. 3.2.8.6.2.

### 3.2.8.11.3.3 Preskus z rezervoarjem

Preskus z rezervoarjem se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.6.3.

### 3.2.8.11.4 Zračni preskus tesnosti

#### 3.2.8.11.4.1 Varnostni ukrepi

Varnostni ukrepi morajo biti skladni s poglavjem št. 3.2.8.7.1.

#### 3.2.8.11.4.2 Dodatne zahteve/ukrepi

Dodatne zahteve/ukrepe je treba upoštevati skladno s poglavji št. 3.2.8.7.2, 3.2.8.7.3, 3.2.8.7.4 in 3.2.8.7.5.

PVC- in CPVC-cevovodi se ne preskušajo z zračnim preskusom tesnosti.

#### 3.2.8.11.5 Vodno-zračni preskus tesnosti

Vodno-zračni preskus tesnosti se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.8.

#### 3.2.8.11.6 Začetni preskus tesnosti

Začetni preskus tesnosti se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.9.

#### 3.2.8.11.7 Natančen preskus tesnosti

Natančen preskus tesnosti mora biti izveden skladno s poglavjem št. 3.2.8.10.

### 3.2.8.12 Kategorija M tekočin

Skladno s poglavjem št. 3.2.8.2 velja za kategorijo M tekočin naslednje:

- tekočina je zelo strupena in že manjša izpostavljenost, zaradi morebitnega puščanja, povzroči hude nepopravljive poškodbe človeškega telesa in vpliva na dihanje.

#### 3.2.8.12.1 Preskušanje

Preskušanje mora biti izvedeno skladno s poglavji št. 3.2.8.3, 3.2.8.4, 3.2.8.5, 3.2.8.6, 3.2.8.7, 3.2.8.8, 3.2.8.9 in 3.2.8.10, z izjemo, da mora biti natančen preskus tesnosti (poglavje št. 3.2.8.10) vključen že v preskusu tesnosti (poglavje št. 3.2.8.3) ter da se začetni preskus tesnosti (poglavje št. 3.2.8.9) ne izvaja.

#### 3.2.8.13 Kategorija, pri kateri je visok delovni tlak tekočine

a.) Vsak cevovod mora zagotavljati tesnost sistema. Za vsak zvar in vsako komponento cevovoda se mora izvesti vodni ali zračni preskus tesnosti. V času trajanja preskusa se morajo upoštevati varnostni ukrepi za preprečevanje poškodb ljudi in opreme zaradi morebitnih letečih delcev, pokov cevovodov, tlačnih udarov ali drugih posledic, do katerih lahko pride v fazi izvajanja preskusa.

b.) Skladno z zgoraj opisanimi zahtevami se preskus tesnosti cevovoda, izvzeti so varnostni izpustni ventili, izvaja pri tlaku najmanj 110 % predvidenega načrtovanega tlaka, razen kadar se preskus izvaja skladno z oznako c.) in oznako d.).

c.) Če se preskus tesnosti izvaja skladno z oznako a.), dodaten preskus skladno z oznako b.) ni potreben.

d.) Varnostni izpustni ventili so lahko vključeni v preskus, skladno z oznako b.). Preskusni tlak se lahko zniža zaradi morebitnih poškodb varnostnih izpustnih ventilov, vendar ne sme biti manj kot 90 % vrednosti varnostnega izpustnega ventila.

e.) Zaključne zware se pregleduje skladno z oznako a.).

f.) Noben izmed zgoraj opisanih preskusov tesnosti se ne uporabi za sledeče preskuse:

- začetni preskus tesnosti, skladno s poglavjem št. 3.2.8.9;
- natančen preskus tesnosti, skladno s poglavjem št. 3.2.8.10; in
- alternativne metode tesnosti, skladno s poglavjem št. 3.2.8.3.

#### 3.2.8.13.1 Splošne zahteve za preskus tesnosti

Splošne zahteve za preskus tesnosti se morajo upoštevati skladno s poglavji št. 3.2.8.4, 3.2.8.4.3, 3.2.8.4.4, 3.2.8.4.5 in 3.2.8.4.6.

##### 3.2.8.13.1.1 Omejitve preskusnega tlaka

Raztezanje medija: Če se preskusni tlak vzdržuje dlje časa in če pride v vmesnem času do toplotnega raztezanja medija, je potrebna previdnost zaradi zvišanega tlaka.

Preliminarni tlačni preskus: Preliminarni tlačni preskus se lahko izvede pred izvedbo vodnega tlačnega preskusa. Preskusni tlak je manj kot 1,7 bar. Z omenjenim preskusnim tlakom se locirajo večja mesta puščanja.

##### 3.2.8.13.1.2 Druge preskusne zahteve

Druge preskusne zahteve se upoštevajo skladno s poglavjem št. 3.2.8.4.2, pri čemer mora biti minimalna preskusna temperatura kovinskega cevovoda najmanj enaka vplivni temperaturi preskusa.

##### 3.2.8.13.1.3 Posebne določbe preskusa

Posebne določbe preskusa se upoštevajo skladno s poglavjem št. 3.2.8.13, oznaka a.), za spodaj opisane oznake a.), b.) in c.), vendar to ni primerno za tesnostne preskuse, opisane v poglavju št. 3.2.8.13, oznaka b.).

a.) Komponente cevovoda in podsklopov: Komponente cevovoda in podsklopi se lahko preskušajo skupaj kot celota ali ločeno.

b.) Prirobnični spoji: Prirobničnih spojev, ki se uporabljajo za povezave cevovodov in podsklopov in so bili predhodno preskušeni, in prirobničnih spojev, ki se uporabljajo za odcepitev od cevovoda ali opreme, ki je podvržena preskusu, ni treba preskušati na tesnost.

c.) Zaključni zvari: Zaključnih zvarov povezav cevovodov ali komponent, ki so bile uspešno preskušane, ni treba preskušati na tesnost. Zvari se preverijo s 100-% radiografijo.

#### 3.2.8.13.2 Priprava na preskus tesnosti

Priprava na preskus tesnosti mora biti skladna s poglavjem št. 3.2.8.5.

#### 3.2.8.13.3 Vodni preskus tesnosti

Vodni preskus tesnosti se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.6.1.

##### 3.2.8.13.3.1 Preskusni tlak

Preskusni tlak v vsaki točki kovinskega cevovoda znaša:

- najmanj 1,25-kratnik predvidenega načrtovanega tlaka in
- če je predvidena načrtovana temperatura višja kakor preskusna temperatura, se minimalni preskusni tlak izračuna skladno z enačbo:

$$P_T = 1,25 P_{S_T} / S.$$

P – načrtovani tlak,  
 $P_T$  – minimalni preskusni tlak,  
S – dovoljena elastičnost materiala pri načrtovani temperaturi,  
 $S_T$  – dovoljena elastičnost komponente materiala pri preskusni temperaturi.

#### 3.2.8.13.3.2 Preskus z rezervoarjem

Preskus z rezervoarjem se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.6.3.

#### 3.2.8.13.4 Zračni preskus tesnosti

Zračni preskus tesnosti se izvede skladno s poglavjem št. 3.2.8.7, vendar brez poglavja št. 3.2.8.7.4.

##### 3.2.8.13.4.1 Preskusni tlak

Zračni preskusni tlak tesnosti je identičen vodnemu tlačnemu preskusu, skladno s poglavjem št. 3.2.8.13.3.1.

#### 3.2.8.13.5 Vodno-zračni preskus tesnosti

Kombinacija vodno-zračnega preskusa tesnosti se izvaja skladno s poglavjem št. 3.2.8.13.4, pri čemer tlak tekočine ne sme preseči vrednosti, navedenih v poglavju št. 3.2.8.13.3.1.

#### 3.2.8.14 Kategorija, pri kateri je zahteva po čistosti medija

Biti mora skladno s poglavji št. 3.2.8.4, 3.2.8.5, 3.2.8.6, 3.2.8.7, 3.2.8.8 in 3.2.8.9.

##### 3.2.8.14.1 Zahteve za preskus tesnosti

Izvedba mora biti skladna s poglavjem št. 3.2.8.3, vendar se preskus z masnim spektrometrom izvaja skladno s poglavjem št. 3.2.8.14.2.1.

##### 3.2.8.14.2 Natančen preskus tesnosti

Natančen preskus tesnosti mora biti izveden skladno s poglavjem št. 3.2.8.10, prav tako pravilna metoda z masnim spektrometrom skladno s poglavjem št. 3.2.8.14.2.1.

##### 3.2.8.14.2.1 Preskus z masnim spektrometrom

Preskus se lahko izvede z naslednjimi metodami:

###### a.) Nadtlačni cevovodi:

- preskusni tlak je nižji kot 1,05 bar oz. 25 % vrednosti predvidenega načrtovanega tlaka in
- preskusni tlak se vzdržuje 30 min.

###### b.) Podtlačni cevovodi:

- cevovod se vakuumira do vrednosti absolutnega tlaka zaradi povezave masnega spektrometra s cevovodom.



**3.2.9 Standard NFPA 55:2016,  
Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code**  
Komprimirani plini in kriogenske tekočine

*3.2.9.1 Vsebina*

Standard navaja zahteve in priporočila za načrtovanje, vgradnjo, skladiščenje, vzdrževanje in uporabo komprimiranih plinov in kriogenih tekočin.

*3.2.9.2 Kriogene tekočine, tlačni preskus*

Preskus cevovoda se izvaja s tlakom, ki ni nižji kot 150 % maksimalnega dovoljenega načrtovanega tlaka pri vodnem tlačnem preskusu in 110 % pri izvedbi z zračnim tlačnim preskusom.

*3.2.9.3 Kisik, preskus tesnosti*

Preskus tesnosti se izvaja skladno s poglavjem ASME B31.3 Process Piping (poglavje št. 3.2.8).

*3.2.9.4 Etilenoksid, preskus tesnosti*

Preskus tesnosti se izvaja skladno s poglavjem ASME B31.3 Process Piping (poglavje št. 3.2.8).

*3.2.9.5 Acetilen, preskus tesnosti*

Preskus tesnosti se izvaja skladno s poglavjem ASME B31.3 Process Piping (poglavje št. 3.2.8).

*3.2.9.5.1 Cevovodi za tlake do 1,03 bar*

Preskus cevovoda se izvaja s tlakom 110 % maksimalnega dovoljenega načrtovanega tlaka.

Preskusni medij je inertni plin ali zrak.

Namesto zračnega tlačnega preskusa se lahko izvede vodni tlačni preskus, pri čemer znaša tlak 150 % predvidenega načrtovanega tlaka.

*3.2.9.5.2 Cevovodi za tlake več kot 1,03 bar*

Preskus cevovoda se izvaja z vodnim tlačnim preskusom tlaka najmanj 310,26 bar.

### 3.3 MEDICINSKI PLINI

#### Izrazi in definicije

*Medicinski plini:* kisik, dušikov oksidul, komprimiran zrak, vakuum.

*Komprimiran zrak za medicinsko uporabo:* zrak ali mešanica plinov, ki imajo lastnost zdravljenja ali preprečitve človeških bolezni, ki se lahko uporabljajo za obnavljanje in spreminjanje fizioloških funkcij ali za izvedbo diagnoze.

*Zrak:* naravna ali umetna mešanica plinov, glavni komponenti sta kisik in dušik v določenem razmerju, z določenimi omejitvami pri koncentraciji okužb na strani cevovoda, in je namenjen uporabi na pacientih.

*Distribucijski sistem:* cevovodi, vtičnice, zaporni ventili, etažne razdelilne omarice itd.

*Alarmni sistem:* nadzor nad delovanjem sistemov za dovajanje medicinskih plinov izvaja alarmni sistem, ki z vidnimi in slušnimi signali obvešča uporabnika o delovnih pogojih oz. napakah na sistemu.

*Vtičnice:* zagotavljajo neprekinjen dovod medicinskih plinov in vakuuma za nemoteno napajanje medicinske opreme s potrebnimi plinskimi mediji. Vtičnica je sestavni del osrednjega napajalnega sistema z določeno vrsto plina in je namenjena vgradnji v ali na steno, stenske luči, v inštalacijske kanale itd. Vtičnice imajo odprtine različnih oblik.

*Integriteta sistema:* skladnost, celovitost sistema in njegovega delovanja.

### **3.3.1 SIST EN ISO 7396-1:2016/oprA1:2017**

*Sistem napeljav za medicinske pline – 1. del: Sistemi napeljav za stisnjene medicinske pline in podtlak (ISO 7396-1:2016/DAM 1:2017)*

#### **3.3.1.1 Vsebina**

Zdravstvene ustanove (bolnice, zdravstveni domovi) uporabljajo pri svojem delu medicinske pline in vakuum za potrebe pacientov in opreme. Nanaša se na vse zdravstvene objekte ne glede na tip, velikost, lokacijo ali obseg storitev.

Standard navaja zahteve medicinskih plinov, inštalacij, opreme, naprav itd. Namenjen je za projektiranje, gradnjo, pregled in obratovanje.

Cilj standarda je zagotoviti naslednje:

- nezamenljivost med različnimi cevovodi sistema pri projektiranju, gradnji in preskusu;
- kontinuirano dobavo plinov in vakuumu z navedeno kakovostjo, tlakom in pretokom s strani ustreznih izvorov;
- uporabo ustreznih materialov;
- čistost komponent;
- pravilno vgradnjo;
- zagotovitev monitoringa in alarmiranja;
- pravilno označbo cevovoda in inštalacij;
- preskus in začetek obratovanja;
- kakovost medicinskih plinov;
- pravilen sistem vzdrževanja in
- varnostne funkcije izvorov posameznega medicinskega plina.

Standard je predviden za naslednje medicinske pline:

- kisik (>99-% vsebnost kisika),
- dušikov oksidul,
- komprimiran zrak (5 bar),
- ogljikov dioksid,
- mešanico kisika/dušikovega oksidula,
- mešanico helija/kisika,
- kisik (>90-%–≤96-% vsebnost kisika),
- pline in plinske mešanice (klasificirane kot plin za potrebe medicinskih naprav),
- komprimiran zrak (t. i. zrak za medicinska orodja (10 bar)) in
- vakuum.

Standard navaja priporočila za dobavo, cevovodne sisteme, nadzorne sisteme, monitoring in alarmne sisteme ter nezamenljivost med različnimi komponentami medicinskih plinov in vakuumu.

Standard velja tudi v primeru:

- razširitve obstoječega sistema,
- predelave obstoječega sistema in
- predelave ali zamenjave naprav dovodnega sistema.

Standard ne velja za vakuumske sisteme, ki so namenjeni za potrebe zobozdravstva.

#### **3.3.1.2 Distribucijski sistem**

### 3.3.1.2.1 Mehanska odpornost

Celoten distribucijski sistem komprimiranih medicinskih plinov mora prenesti tlak 1,2-kratnika najvišjega delovnega tlaka posameznega medicinskega plina.

### 3.3.1.2.2 Tlak distribucijskega omrežja/cevovoda

Glej Tabelo št. 3.3.1.2.2.

Tabela št. 3.3.1.2.2: Tlak v distribucijskem cevovodu

| Vrsta medicinskega plina                                                  | Tlak (bar)    |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Komprimirani medicinski plini, izjema zrak ali dušik za medicinsko orodje | 4 (+1 oz. 0)  |
| Zrak ali dušik za medicinsko orodje                                       | 8 (+2 oz. -1) |
| Vakuum                                                                    | <0,6          |

Opomba:

<sup>1</sup> Zakonodaja posameznih držav ali standardi posameznih držav imajo lahko drugačne vrednosti tlakov.

<sup>2</sup> Absolutni tlak.

### 3.3.1.3 Izvedba preskusov in začetek obratovanja

#### 3.3.1.3.1 Pogoji za izvedbo preskusov

Izvedba preskusov se lahko izvaja z zrakom (polnjenje in preskušanje), razen v primerih, kjer je točno naveden tip medicinskega plina za preskus.

Zrak se lahko uporabi za preskuse kisika, dušikovega oksidula, mešanice kisika/dušikovega oksidula in zraka.

Pred izvedbo preskusa mora biti predmet preskusa oz. sistem preskusa ustrezno označen z napisom, kot npr. Izvedba preskusa. Sistem prav tako ne sme biti v uporabi in je zaščiten pred uporabo.

Natančnost merilnih inštrumentov za izvedbo preskusa mora biti primerno merilno območje merjenja.

Vse merilne naprave oz. inštrumenti morajo biti kalibrirani.

V primeru razširitev obstoječih sistemov oz. v primeru predelav ni potrebe po izvedbi vseh preskusov in preverjanj. Proizvajalec naj navede, kateri preskusi se morajo izvesti.

Kadar rezultati preskusov niso uspešni, je treba ponoviti preskus in preveriti predhodni preskus.

#### 3.3.1.3.2 Pogoji za izvedbo preskusov, pregledov in postopkov za začetek uporabe sistemov

##### 3.3.1.3.2.1 Splošno

Izvesti se mora ena izmed naslednjih možnosti za preskus tesnosti in strojne integritete/celovitosti sistema:

- preskus strojne integritete vakuumskega sistema in preskus tesnosti vakuumskega sistema ter skupen preskus tesnosti in strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov cevovoda (po zazidavi),
- preskus strojne integritete vakuumskega sistema in preskus tesnosti vakuumskega sistema in preskus strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov ter preskus tesnosti komprimiranih medicinskih plinov,
- preskus strojne integritete vakuumskega sistema in preskus tesnosti vakuumskega sistema in skupen preskus tesnosti in strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov (pred zazidavo) ter preskus tesnosti za komprimirane medicinske pline in
- skupen preskus tesnosti in strojne integritete vakuumskega sistema.

#### 3.3.1.3.2.1.1 Preskus strojne integritete

Preskus se lahko izvaja pred ali po zazidavi in pred uporabo sistema. Zaželeno je, da se razdeli na posamezne sekcije/odseke, ki se lahko ločeno preskušajo, s tem da je treba poskrbeti, da ni noben odsek izključen oz. izpuščen.

#### 3.3.1.3.2.1.2 Preskus tesnosti vakuumskega sistema

Preskus se izvaja pred zazidavo in pred uporabo sistema. Celoten sistem mora biti na delovnem tlaku, z izoliranim virom napajanja in z odprtjem vseh ventilov. Tlak v sistemu naj ne bi narastel za več kot 20 kPa v 1 h.

#### 3.3.1.3.2.1.3 Preskus strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov

Preskus se izvede pred zazidavo.

Najmanj 1,2-kratnik najvišjega tlaka v času trajanja 5 min bi moral pokazati morebitne pomanjkljivosti oz. okvare posameznega odseka cevovoda.

#### 3.3.1.3.2.1.4 Preskus tesnosti komprimiranih medicinskih plinov

Preskus se izvede po zazidavi in pred uporabo sistema.

Preskus tesnosti naj se izvaja za vsak del sistema, in sicer navzgor in navzdol po vsakem zapornem ventilu.

Odsek sistema proti toku posameznega zapornega ventila:

- v roku 2 h–24 h pri delovnem tlaku padec tlaka ne sme preseči 0,4 %/h preskusnega tlaka (v sklopu preskusa niso zajete gibljive cevne povezave) in
- v roku 2 h–24 h pri delovnem tlaku padec tlaka ne sme preseči 0,6 %/h preskusnega tlaka (v sklopu preskusa so zajete gibljive cevne povezave).

Odsek sistema s tokom posameznega zapornega ventila:

v roku 2 h–24 h pri delovnem tlaku padec tlaka ne sme preseči 0,025 %/h preskusnega tlaka na uro.

#### 3.3.1.3.2.1.5 Skupen preskus tesnosti in strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov pred zazidavo

Pred zazidavo sistema se izvedejo naslednji preskusi:

- 1,2-kratnik najvišjega tlaka v času trajanja 5 min pokaže pomanjkljivosti oz. okvare posameznega odseka cevovoda,
- pregled strojne integritete cevovoda in njegovih sestavnih delov,
- pri istem tlaku v roku 2 h–24 h padec tlaka ne sme preseči 0,025 %/h preskusnega tlaka.

#### 3.3.1.3.2.1.6 Skupen preskus tesnosti in strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov po zazidavi

Po zazidavi sistema se izvedejo naslednji preskusi:

- strojna integriteta, ki prikaže območja napak, okvar oz. pomanjkljivosti na posameznem odseku, naj se izvede v času trajanja 5 min pri tlaku 1,2-kratniku najvišjega tlaka;
- pregled strojne integritete sistema in njegovih sestavnih delov in
- preskus tesnosti, ki se izvaja skladno s poglavjem Preskus tesnosti komprimiranih medicinskih plinov (glej št. 3.3.1.3.2.1.4.).

#### 3.3.1.3.2.1.7 Skupen preskus tesnosti in strojne integritete vakuumskega sistema

Pred zazidavo se izvedejo naslednji preskusi:

- zaželeno je, da se izvaja preskus ločeno na posameznih odsekih, in sicer na način, da noben odsek ni izpuščen;

- preskus se izvede pri tlaku 500 kPa v času trajanja 5 min, dovod preskusnega plina se odstrani po vzpostavitvi predvidenega tlaka;
- pregled integritete cevovoda in njegovih sestavnih delov;
- pri istem tlaku v roku 2 h–24 h padec tlaka ne sme preseči 0,025 %/h preskusnega tlaka.

#### 3.3.1.3.2.1.8 Korekcija zaradi vpliva temperature

Če je treba, se padec tlaka zaradi različnih pogojev temperature cevovoda korigira skladno z zakoni idealnega plina.

#### 3.3.1.3.2.2 Preskusi in postopki pred uporabo sistema

##### 3.3.1.3.2.2.1 Preskus tesnosti in strojne integritete vakuumskega sistema

Upoštevati se morajo ukrepi, ki preprečujejo nevarnosti za osebe zaradi možnosti počenja ali odtrganja dela cevovoda.

###### 3.3.1.3.2.2.1.1 Splošno

Preskus se izvaja na posameznih odsekih cevovoda. Preprečiti se mora, da se kateri izmed odsekov cevovoda izpusti. Odsek, ki se preskuša, mora biti zaključen in fiksno/trdno vgrajen v zato predvideni prostor. Osnovne priključne enote so lahko nameščene, vendar so izključene oz. izklopljene iz sistema. Prav tako zaporni ventili, merilniki tlaka itd. Posamezni odsek cevovoda mora biti ločen od sistema.

Primer postopka:

Priključiti je treba primerno merilno napravo za tlak na odsek, ki se preskuša. Odsek cevovoda se napolni s plinom pri tlaku 500 kPa. Po preteku 5 min se preveri, ali je sistem poškodovan, oz. se potrdi, da je sistem brez poškodb.

Poročilo:

Rezultati se morajo vpisati v obliki poročila.

##### 3.3.1.3.2.2.2 Preskus tesnosti vakuumskega sistema

###### 3.3.1.3.2.2.2.1 Splošno

Priključne enote, naprave, merilniki, zaporni ventili so lahko vgrajeni. Sistem za ustvarjanje vakuumu je vključen v preskus.

Primer postopka:

Priključiti je treba merilnik vakuumu na sistem. Sistem deluje, vse dokler zahtevani tlak ni dosežen. Ko je dosežen delovni tlak, je treba ločiti sistem za ustvarjanje vakuumu in preveriti, da tlak v roku 1 h ni presegel 20 kPa.

Poročilo:

Rezultati se morajo vpisati v obliki poročila.

##### 3.3.1.3.2.2.3 Preskus strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov

Upoštevati se morajo ukrepi, ki preprečujejo nevarnosti za osebe zaradi možnosti počenja ali odtrganja dela cevovoda.

###### 3.3.1.3.2.2.3.1 Splošno

Preskus se izvaja na posameznih odsekih cevovoda. Preprečiti se mora, da se kateri izmed odsekov cevovoda izpusti. Odsek, ki se preskuša, mora biti zaključen in fiksno/trdno vgrajen v zato predvideni prostor. Osnovne priključne enote so lahko nameščene, vendar izključene oz.

izklopljene iz sistema. Prav tako zaporni ventili, merilniki tlaka ... Posamezni odsek cevovoda mora biti ločen od sistema.

Primer postopka:

Priključiti je treba primerno merilno napravo za tlak na odsek, ki se preskuša. Odsek cevovoda se napolni s plinom 1,2-kratnika najvišjega delovnega tlaka, po preteku 5 min se preveri, ali je sistem poškodovan, oz. se potrdi, da je sistem brez poškodb.

Poročilo:

Rezultati se morajo vpisati v obliki poročila.

#### *3.3.1.3.2.2.4 Preskus tesnosti komprimiranih medicinskih plinov*

##### *3.3.1.3.2.2.4.1 Splošno*

Preskus se izvaja na posameznih odsekih cevovoda. Preprečiti se mora, da se kateri izmed odsekov cevovoda ne izpusti in da je odsek cevovoda ustrezno vzdrževan. Priključne enote, regulatorji tlaka in merilniki tlaka so nameščeni. Posamezni odsek cevovoda mora biti ločen od sistema.

Primer postopka:

Priključiti je treba primerno merilno napravo za tlak na vsak sistem, ki je predviden za preskus.

V cevovodu mora biti vzpostavljen delovni tlak v vsakem odseku cevovoda navzgor in navzdol po vsakem zapornem ventilu. Kot fizična ločitev sistema se uporabi zaporni ventil.

Izključiti in odstraniti je treba dovodni plin. Zapisati je treba tlak in temperaturo ob začetku in koncu preskusa (v času trajanja 2 h–24 h). Preveriti je treba vsak odsek cevovoda navzgor in navzdol po posameznem zapornem ventilu (iste tlačne skupine), da padec tlaka ne preseže 0,025 %/h začetnega preskusnega tlaka.

Preveriti je treba v vsakem odseku cevovoda navzgor in navzdol po posameznem zapornem ventilu (ali regulatorju tlaka), da padec tlaka ne preseže 0,4 %/h začetnega preskusnega tlaka na odsekih, ki ne vključujejo fleksibilnih cevni povezav na napravah za dovod, oz. 0,6 %/h začetnega preskusnega tlaka na odsekih, ki vključujejo fleksibilne cevne povezave naprav za dovod.

Poročilo:

Rezultati se morajo vpisati v obliki poročila.

#### *3.3.1.3.2.2.5 Skupen preskus tesnosti in strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov pred zazidavo*

Upoštevati se morajo ukrepi, ki preprečujejo nevarnosti za osebje zaradi možnosti počenja ali odtrganja dela cevovoda.

##### *3.3.1.3.2.2.5.1 Splošno*

Preskus se izvaja na posameznih odsekih. Preprečiti se mora, da se kateri izmed odsekov cevovoda izpusti. Dovodni sistem mora biti ločen od cevovoda. Odsek, ki se preskuša, mora biti zaključen in fiksno/trdno vgrajen v zato predvideni prostor. Osnovne priključne enote so nameščene, vendar izključene oz. izklopljene iz sistema. Prav tako zaporni ventili, merilniki tlaka itd. Posamezni odsek cevovoda mora biti ločen od sistema.

Primer postopka:

Priključiti je treba primerno merilno napravo na preskušani odsek. Preskusni odsek naj se preskuša s tlakom 1,2-kratnika najvišjega tlaka, po preteku 5 min se preveri, da sistem ni poškodovan oz. uničen.

Na istem tlačnem preskusu se preveri, da padec tlaka v roku 2 h–24 h ne preseže 0,025 %/h začetnega tlaka, razen v primeru razlike tlaka zaradi različnih temperatur.

Razlika tlaka zaradi različnih temperatur znaša približno 0,35 %/°C.

Poročilo:

Rezultati se morajo vpisati v obliki poročila.

#### *3.3.1.3.2.2.6 Skupen preskus tesnosti in strojne integritete komprimiranih medicinskih plinov cevovoda po zazidavi*

Upoštevati se morajo ukrepi, ki preprečujejo nevarnosti za osebe zaradi možnosti počenja ali odtrganja dela cevovoda.

##### *3.3.1.3.2.2.6.1 Splošno*

Preskus se izvaja na posameznih odsekih cevovoda. Preprečiti se mora, da se kateri izmed odsekov cevovoda izpusti. Priključne enote, regulatorji tlaka, merilniki tlaka itd. so nameščeni. Dovodni sistem mora biti ločen od preostalega cevovoda.

Primer postopka:

Priključiti je treba primerno merilno napravo na preskušani odsek. Preskušani odsek naj se preskuša s tlakom 1,2-kratnika najvišjega tlaka za predvideni odsek, po preteku 5 min se mora preveriti, da ni poškodb sistema.

Poročilo:

Rezultati se morajo vpisati v obliki poročila.



### **3.3.2 NFPA, Medicinski plini in vakuum sistem, 2015**

#### Vgradnja medicinskih plinov in vakuum sistema

##### 3.3.2.1 Vsebina

Priročnik je povzetek standarda NFPA 99, Pravilnikov za zdravstvene objekte. Poleg medicinskih plinov in vakuumskega sistema vključuje standard NFPA 99 še področje elektrosistemov in elektroinštalacij, področje strojnih inštalacij, varnostnih sistemov itd.

Priročnik vsebuje smernice za načrtovanje, vgradnjo, vzdrževanje in preskus sistemov. Priročnik opredeljuje naslednje pline:

- medicinske pline (kisik, dušikov oksidul, komprimiran zrak, ogljikov dioksid, helij, dušik, komprimiran zrak za medicinska orodja in mešanice plinov),
- vakuumski sistem in
- odvod viška anestezijskega plina.

##### 3.3.2.2 Začetni tlačni preskus

Vsak odsek cevovoda medicinskih plinov in vakuumskega sistema mora biti tlačno preskušen.

Začetni tlačni preskus se izvede:

- po prepihu/razpihu celotne distribucijske mreže medicinskih plinov in vakuumskega sistema,
- po vgradnji vtičnic medicinskih plinov in
- pred vgradnjo občutljive merilne opreme in inštrumentov, ki se lahko v času preskusa poškodujejo.

Dovodni ventil plina je v fazi tlačnega preskusa zaprt oz. ločen od sistema.

Tlačni preskus se izvaja pri tlaku 1,5-kratnika delovnega tlaka posameznega medicinskega plina oz. vakuumskega sistema, vendar ne manj kot 1035 kPa (10,35 bar).

Preskusni medij za izvedbo tlačnega preskusa je dušik brez olja in vlage.

Preskusni tlak se vzdržuje tako dolgo, da se vsak spoj preveri s sredstvom za ugotavljanje tesnosti. Sredstvo mora biti primerno za uporabo s kisikom in ne sme povzročati oz. vsebovati amonijaka. Vsebnost amonijaka je prepovedana zaradi možnosti poškodovanja bakrenega cevovoda v smislu manjše trdnosti materiala. Sredstvo za ugotavljanje netesnosti mora biti ustrezno deklarirano.

Netesnosti v inštalaciji je treba popraviti, dele zamenjati in jih ponovno preskusiti.

##### 3.3.2.3 Končni tlačni preskus medicinskih plinov

Pogoj za izvedbo končnega tlačnega preskusa je uspešno izveden začetni tlačni preskus.

Preskus se izvede po zaključeni vgradnji oz. inštalaciji vseh komponent, vključno z merilnimi inštrumenti in merilno opremo, alarmnimi sistemi, kontrolnimi sistemi itd.

Dovodni ventil plina je v fazi tlačnega preskusa zaprt.

Čas trajanja tlačnega preskusa znaša 24 h.

Preskusni medij za izvedbo tlačnega preskusa je dušik brez olja in vlage.

Preskusni tlak je 1,2-kratnik predvidenega delovnega tlaka posameznega medicinskega plina.

Preskus je uspešen, če ni padca tlaka, razen za vrednosti razlike prostorskih temperatur.

Netesnosti v inštalaciji je treba popraviti, dele zamenjati in ponovno preskusiti.

Končni tlačni preskus se izvaja pod nadzorom pooblaščen strokovno odgovorne osebe. Po zaključku preskusa se napiše zapisnik z navedbo osnovnih karakteristik preskusa.

#### *3.3.2.4 Končni tlačni preskus vakuumskega sistema*

Pogoj za izvedbo končnega vakuumskega sistema je uspešno izveden začetni tlačni preskus.

Preskus se izvede po zaključeni vgradnji oz. inštalaciji vseh komponent vakuumskega sistema.

Čas trajanja preskusa vakuumskega sistema znaša 24 h.

Preskusni medij za izvedbo preskusa je dušik brez olja in vlage.

Preskusni tlak je med 0,4 in 0,6 bar vakuuma.

V času preskusa se iz vakuumskega sistema odstrani naprava za ustvarjanje vakuuma.

Preskus je uspešen, če ni padca tlaka, razen za vrednosti razlike prostorskih temperatur.

Netesnosti v inštalaciji je treba popraviti, dele zamenjati in ponovno preskusiti.

Končni tlačni preskus se izvaja pod nadzorom pooblaščen strokovno odgovorne osebe. Po zaključku preskusa se napiše zapisnik z navedbo osnovnih karakteristik preskusa.

### **3.3.3 Standard CSA Group, Medicinski plini, 2012**

#### Del 1: Cevovodi za medicinske pline, vakuum, anestetični plin in sistemi za čiščenje

##### *3.3.3.1 Vsebina*

Standard je primerljiv z vsebino standardov ISO 7396-1 in ISO 7396-2. Standard je v osnovi namenjen novim inštalacijam, prav tako pa vključuje popravila, predelave, modifikacije obstoječih inštalacij oz. cevovodov. V primeru izvajanja del na obstoječih inštalacijah oz. cevovodih združenje priporoča, da javni zavod oz. bolnica vodi tehnično dokumentacijo njihovih inštalacij z namenom identifikacije inštalacij, sestavnih delov in potreb vzdrževanja.

##### *3.3.3.2 Preverba inštalacije na strani izvajalca del*

V fazi izvajanja del mora izvajalec vgradnje nove inštalacije ali posegov na obstoječi inštalaciji vsakodnevno preveriti vgrajene komponente in jih pravilno sproti označevati.

Po vgradnji odvzemnih sklopov medicinskih plinov izvede izvajalec del 24-urni tlačni preskus in preskus tesnosti.

##### *3.3.3.3 Tlačni preskus*

Vsi spoji inštalacije oz. cevovoda so podvrženi 24-urnemu preskusnemu tlaku za preverbo tesnosti inštalacije. Preskus se izvede na naslednji način:

- preskusni plin mora biti zrak brez olja oz. dušik brez olja;
- preskusni tlak naj bo med 1–½-kratnikom najvišjega delovnega tlaka ali 1035 kPa oz. tisto, kar je večje, razen vakuum in odses, ki sta preskušena pri najmanj 415 kPa;
- dovoljena sprememba razlike tlakov v roku 24 h je lahko zgolj razlika zaradi prostorske temperature v okolici inštalacije in
- če so odkrita mesta puščanja, se popravijo in se ponovno preverijo, lahko se uporabijo naprave za merjenje netesnosti.

Po zaključeni vgradnji vseh komponent se izvede končni preskus tesnosti. Preskus se izvede pri delovnem tlaku.

Po izvedenih preskusih se izvedejo preskusi pravilnosti vgradnje in inštalacije posameznih plinov.

### 3.4 UTEKOČINJENI NAFTNI PLIN

#### *Izrazi in definicije*

*UNP:* utekočinjeni naftni plin so nasičeni in nenasičeni ogljikovodiki (propan, propen, butan, buten in njihovi izomeri) ter njihove mešanice v tekočem ali plinastem stanju, katerega parni tlak pri temperaturi 40 °C ne presega 1,25 bar.

*Najvišji dovoljeni delovni tlak:* najvišji dovoljeni notranji tlak plina, za katerega je naprava konstruirana.

*Preskusni tlak:* notranji tlak preskusnega medija, s katerim se preskušajo naprave za plin.

*Pretakališče:* pretakališče (prečrpavališče) je poseben kraj, opremljen s trajno postavljenimi napravami za pretakanje plina, na katere se priključijo transportne cisterne.

*Prvostopenjska regulacija:* naprave in oprema za redukcijo in regulacijo tlaka plina, ki lahko regulirajo tlak v tekoči ali parni fazi plina.

*Drugostopenjska regulacija:* naprave in oprema za redukcijo in regulacijo tlaka plina na delovni tlak trošila.

*Cevovod:* cevovod plinske in tekoče faze za transport plina. Sestavljen je iz fazonskih kosov, zapornih elementov in protilomnih ventilov.

### 3.4.1 Pravilnik o utekočinjenem naftnem plinu (Uradni list RS, št. 22/91, 114/04 in 17/14 – EZ-1)

#### 3.4.1 Vsebina

S tem pravilnikom in tehničnimi predpisi, ki so sestavni del tega pravilnika, se predpisujejo uporaba utekočinjenega naftnega plina, njegovo skladiščenje in pretakanje ter način vgradnje naprav in strojev za utekočinjeni naftni plin in varnosti ukrepi s tem v zvezi.

#### 3.4.1.1 Tehnični predpisi o utekočinjenem naftnem plinu

##### 3.4.1.1.1 Kontrola inštalacij

Plinske inštalacije se preskušajo vedno pred vzdavanjem ali zasutjem in morajo biti v celoti vidne. Zvarni in drugi spoji morajo biti v času preskusa neizolirani in brez antikorozijske zaščite.

Preskus se izvaja ob prisotnosti distributerja in o tem se izdela zapisnik.

Pri preskusu inštalacij in naprav pred prvim obratovanjem mora biti navzoč izvajalec del.

Pred pregledom celotne inštalacije je treba preveriti, da so vsi izpusti na inštalaciji tesno zaprti s čepi ali slepimi prirobnicami iz kovinskih materialov. Zaprti zaporni organi ne zadoščajo in jih je treba tesno zapreti s čepi ali slepimi prirobnicami.

##### 3.4.1.1.2 Kontrola in preskušanje cevovodov

Cevovodi morajo biti trdnostno in tesnostno preskušeni odvisno od delovnega tlaka, določenega v Tabeli št. 3.4.1.1.2.

Tabela št. 3.4.1.1.2: Preskusni tlaki

| Delovni tlak                                                      | Preskušanje                 |                     |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                                                                   | Na trdnost (bar)            | Tesnost (bar)       |
| Nizki tlak do 120 mbar za cevovode s premerom odprtine nad 150 mm | 3                           | 1                   |
| Srednji tlak nad 120 mbar                                         | 4                           | 1                   |
| Visoki tlak nad 3 bar                                             | 1,2 × najvišji delovni tlak | 1,25 × delovni tlak |

Na trdnost se cevovodi preskušajo po izenačenju temperature več kot 1 h, na tesnost pa po izenačenju temperature najmanj 30 min.

Nizkotlačni cevovodi do 120 mbar s premerom odprtine do 150 mm se preskušajo le na tesnost, tako da se prvič preskusijo s tlakom 1 bar 10 min po izenačenju temperature, toda pred zaščitnim mazanjem oz. prekrivanjem cevovoda. Drugi preskus se opravi pri dvojnem tlaku ali pri nadtlaku vsaj 150 mbar. Šteje se, da je inštalacija tesna, če ostane tlak po 10 min konstanten naslednjih 10 min.

Tesnost cevovoda stabilnih inštalacij se preskuša z zrakom ali inertnim plinom.

Tlak na inštalaciji v času preskusa ne sme pasti. Če je dosežen ta pogoj, potem je preskus uspešen.

V času preskusa kontroliramo vse spoje s penečim sredstvom.

Oprema in cevovodi pretakališča morajo biti preskušeni na tlak 25 bar s hladnim vodnim tlakom.

Zvijave cevi se morajo preskušati vsake tri mesece s hladnim vodnim tlakom 25 bar. Cev se označi z rumeno nalepkico z datumom preskusa, o čemer se vodi posebna evidenca.

O opravljenih preskusih je izvajalec preskusa dolžan voditi zapisnik, ki vsebuje:

- postopek preskusa;
- rezultate opravljenih preskusov;
- preskusno opremo;
- osebe, ki so izvajale preskuse;
- natančne čase, v katerih so preskusi potekali, in
- vrisano shemo inštalacije z armaturami.

Opredeliti je treba tudi segmente plinske inštalacije, ki se preskušajo z različnimi tlaki (različne tlačne stopnje).

### **3.4.2 SIST EN 1775:2008**

Oskrba s plinom – Plinovod za stavbe – Najvišji delovni tlak do vključno 5 bar – Funkcionalna priporočila

#### *3.4.2.1 Vsebina*

Standard se uporablja za zemeljski plin, dobavljen s strani distributerjev plina, in za utekočinjeni naftni plin (UNP), oskrbovan neposredno iz rezervoarjev UNP-ja.

Glej poglavje št. 3.1 Zemeljski plin, podpoglavje 3.1.6 SIST EN 1775:2008.

### 3.4.3 SVGW, L1d, – Leitsätze für die Lagerung von Flüssiggas und Flüssiggasinstallationen in Haushalt, Gewerbe und Industrie, Januar 2015

Tehnične smernice za skladiščenje in inštalacije utekočinjenega naftnega plina (gospodinjstva, obrt in industrija)

#### 3.4.3.1 Vsebina

Tehnične smernice so primerne za načrtovanje, gradnjo, obratovanje, vzdrževanje, spreminjanje in razširitve sistema. Obravnavajo področja vse od skladiščenja utekočinjenega naftnega plina do porabe za potrebe kuhanja, ogrevanja in različnih procesov v industriji.

Smernice so primerne za nove in obstoječe objekte, za objekte, ki se bodo rekonstruirali, in za obstoječe objekte, ki s stališča varnosti za ljudi, nepremičnine in okolje niso ustrezni.

#### 3.4.3.2 Tesnostni preskus

##### 3.4.3.2.1 Splošne zahteve

Inštalacija se mora pred obratovanjem preskusiti, in sicer je treba izvesti trdnostni in tesnostni preskus inštalacije.

Medij preskusa je:

- zrak ali
- inertni plin (npr. dušik).

Kot medij preskusa se lahko uporabi tudi voda, vendar se ne priporoča zaradi težav z izpustom vode in sušenjem cevovoda po zaključku preskusa. Posledično lahko pride do korozije cevovoda.

Preskus s kisikom ni dovoljen.

Izvedba preskusa ne sme v nobenem primeru ogrožati ljudi in nepremičnin, morajo se izvajati ustrezni varnostni ukrepi. Vrednost predvidenega preskusnega tlaka ne sme biti presežena.

Preskusni odsek cevovoda mora biti fizično ločen od preostalega sistema. Zaporni organ kot ločitev sistema ni ustrezen.

Zaradi pravilne izvedbe preskusa tesnosti se mora opustiti delo, ki lahko vpliva na spremembo temperature oz. na tesnost cevovodne inštalacije.

Priporoča se naslednje:

- pri končnem poročilu upoštevati spremembo tlaka zaradi vpliva temperature in
- nastaviti preskusni tlak na najvišji delovni tlak (npr. 50 mbar, 100 mbar, 1,5 bar, 5 bar).

##### 3.4.3.2.2 Preskusni tlak

Prikaz priporočljivih vrednosti preskusnih tlakov je podan v naslednji tabeli.

Tabela št. 3.4.3.2.2: Vrednosti preskusnih tlakov

| Najvišji delovni tlak (MOP)<br>(bar) | Preskusni tlak (STP)<br>(bar) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| ≤0,1                                 | 3 × MOP <sup>1</sup>          |
| >0,1 do ≤5                           | >MOP + 2 bar                  |



Opomba:

<sup>1</sup> Najmanj 100 mbar.

Oprema, ki ne vzdrži preskusnega tlaka oz. se lahko poškoduje, se za čas izvedbe preskusa odstrani oz. demontira.

#### 3.4.3.2.3 Čas preskusa in merilna naprava za delovni tlak (MOP) do 100 mbar

Za inštalacijo volumna 50 l znaša preskusni čas 10 min.

Za inštalacijo z večjim volumnom se preskusni čas podaljša za 10 min, in sicer za vsakih 50 l.

Za inštalacije z volumnom več kot 400 l glej poglavje št. 3.4.3.2.5.

Manometer mora biti skladen s SIST EN 837. Razred natančnosti je 1 %.

Preskus je uspešen, če po stabilizaciji temperature preskusni tlak ne pade.

Stabilizacija temperature je sicer odvisna od materiala, medija in temperaturne razlike med inštalacijo in okoljem oz. prostorom, kjer se izvaja preskus.

Stabilizacija temperature traja pribl. 10 min za preskusni medij zrak ali dušik.

Če cevovod poteka v zemlji, znaša čas za stabilizacijo temperature 30 min.

#### 3.4.3.2.3 Čas preskusa in merilna naprava za delovni tlak (MOP) od 100 mbar do 5 bar

Preskus je uspešen, če po stabilizaciji temperature preskusni tlak v času 2 h ne pade.

Manometer mora biti skladen s SIST EN 837. Območje merjenja znaša 1,5-kratnik najvišjega preskusnega tlaka. Nazivni premer manometra je 160 mm.

Stabilizacija temperature je sicer odvisna od materiala, medija in temperaturne razlike med inštalacijo in okoljem oz. prostorom, kjer se izvaja preskus.

Stabilizacija temperature traja pribl. 10 min za preskusni medij zrak ali dušik.

Če cevovod poteka v zemlji, znaša čas za stabilizacijo temperature 30 min.

#### 3.4.3.2.5 Preskusne metode za inštalacije z volumnom več kot 400 l

Tabela prikazuje metode za preskus inštalacije z volumnom več kot 400 l.

Tabela št. 3.4.3.2.5: Preskusne metode za inštalacije z volumnom več kot 400 l

| MOP                | Metoda            | Preskusni medij | Min. preskusni tlak | Min. čas preskusa |
|--------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| ≤100 mbar          | Merjenje preskusa | Zrak ali dušik  | 1 bar               | 3 h               |
| >100 mbar do 1 bar |                   |                 | MOP + 2 bar         | 6 h               |
| >1 bar do 5 bar    |                   |                 | MOP × 1,5           | 24 h              |

Opomba:

Priporočljivo je, da se sprememba temperature upošteva pri končnem rezultatu.

Vpliv temperature:

- izračun spremembe vrednosti tlaka zaradi razlike temperature preskusnega medija v času trajanja preskusa:

$$(A \times B) / (237 \text{ K} + C) = D.$$

A – razlika temperature (K),

B – začetni tlak (bar),

C – začetna temperatura (°C),

D – vrednost tlaka, korigiranega zaradi vpliva temperature.

#### 3.4.3.2.6 Zapisnik preskusa

Zapisnik tesnostnega preskusa vsebuje naslednje podatke:

- ime in priimek osebe, ki je izvajala preskus;
- preskusni medij;
- preskusni čas;
- preskusni tlak;
- rezultate preskusa in
- datum preskusa.

**3.4.4 DVFG – TRF - 2012***Tehnične smernice za utekočinjeni naftni plin***3.4.4.1 Tlačni preskus**

Tlačni preskus se izvaja z vodo pri tlaku, ki je 1,43-kratnik najvišjega dovoljenega tlaka. Če je tlačni preskus z vodo neprimeren oz. škodljiv, se lahko izvede z dušikom, ampak zgolj v povezavi z dodatnimi ustreznimi ukrepi (kot npr. neporušitveni preskus).

## 3.5 OLJNA INŠTALACIJA

### 3.5.1 TRÖI 2.0, 2016

#### *Tehnične smernice za oljne naprave*

##### 3.5.1 Vsebina

Tehnične smernice navajajo zahteve glede kurilnih naprav na olje, zalogovnikov kurilnega olja, inštalacij oz. cevovodov, namestitvenega prostora in drugih zahtev.

##### 3.5.2 Preskus cevovodov

Vizualni pregled cevovodov izvede strokovna oseba.

Cevovodi, ki so vodeni vidno nad zemljo, se morajo vizualno pregledati zaradi morebitnih poškodb.

Cevovodi v zemlji se preverijo skozi revizijske jaške.

V času pregleda morajo biti cevovodi pod pritiskom.

Cevovodi so predvideni za 1,43-kratnik delovnega tlaka.

Kovinski cevovodi in zvižave cevi so predvideni za tlak najmanj 10 bar, vgradni elementi in nekovinske cevi za tlak najmanj 6 bar. Kovinski in nekovinski cevovodi ter vgradni elementi, ki se uporabijo pri sesalnem vodu, pa za najmanj 0,6 bar.

##### 3.5.3 Preskus tesnosti

Preskus tesnosti se opravi:

- pred prvim zagonom oz. obratovanjem;
- pri podzemeljskih cevovodih, preden se ti prekrijejo; in
- po vseh eventualnih delih na cevovodih (izjema je menjava oljnega filtra).

Za izvedbo preskusa se uporabi manometer razreda min. 1,0. Merilno območje manometra mora ustrezati predvidenemu preskusnemu tlaku ( $\pm 5\%$  vrednosti preskusnega tlaka).

Primer: Manometer z merilno letvijo 0–6 bar za tlake 1,2 bar.

##### 3.5.3.1 Preskus tesnosti sesalnega voda

Preskus tesnosti sesalnega voda se izvaja z zrakom s tlakom  $-0,3$  bar za čas 10 min.

Porast tlaka ne sme biti več kot 30 mbar.

##### 3.5.3.2 Preskus tesnosti tlačnega voda

Preskus tesnosti tlačnega voda se opravi s kurilnim oljem pod izhodnim tlakom agregata ob zaprtem ventilu za porabnika.

Preskus traja 10 min.

##### 3.5.4 Opcijski tlačni preskus, tudi obremenitveni preskus

Tlačni in tesnostni preskus se lahko izvede tudi s standardom DIN 4755, pri čemer znaša preskusni tlak več kot dopustni delovni tlak.

Preskusi se zgolj cevovod brez vgrajenih elementov, če pa so vključeni tudi vgrajeni elementi, morajo ti ustrezati najmanj preskusnemu tlaku.

Preskus se lahko izvede z zrakom, inertnim plinom ali kurilnim oljem.

Tlačni preskus tlačnega voda z zrakom ali z inertnim plinom znaša 1,1-kratnik najvišjega delovnega tlaka.

Tlačni preskus tlačnega voda s kurilnim oljem znaša 1,3-kratnik najvišjega delovnega tlaka, vendar najmanj 5 bar.

Tlačni preskus sesalnega voda z zrakom ali z inertnim plinom oz. s kurilnim oljem znaša 2 bar.

V času preskusa se odstranijo elementi (filter), ki ne prenesejo takšnega tlaka. Ob ponovni montaži se izvede tesnostni preskus z zrakom ali inertnim plinom. Preskusi se celotna inštalacija, vključno z vsemi odstranjenimi elementi.

Preskusni tlak znaša 100 mbar. Inštalacija je tesna, če v času 10 min po stabilizaciji temperature, ki znaša 10 min, ni padca tlaka.

## 4. PARA

4.1 Pravilnik o tlačni opremi (Uradni list RS, 66/16)

4.2 Pravilnik o pregledovanju in preskušanju opreme pod tlakom (Uradni list RS, št. 92/08 in 17/11 – ZTZPUS-1)

4.3 SIST EN 13480-1:2012

*Kovinski industrijski cevovodi – 1. del: Splošno*

4.4 SIST EN 13480-5:2012

*Kovinski industrijski cevovodi – 5. del: Pregled in preskušanje*

4.4 Tehnični predpisi tlačne posode – TRD:2010

*Tehnični predpisi za tlačne posode – TRD*

4.5 Priročnik HVAC, 2004

*Priročnik za ogrevanje, prezračevanje, klimatizacijo – HVAC*

### Izrazi in definicije

*Para:* tekočina v plinasti obliki, ki običajno nastane z izparevanjem. Najpogosteje imamo v mislih vodno paro; ta pri normalnem tlaku izpari pri 100 °C, vendar ima para lahko tudi precej višjo temperaturo.

*Tlačna oprema:* posode, cevovodi, varnostne armature in tlačne armature, sestavni deli pritrjeni na dele pod tlakom, kot so prirobnice, šobe, spojnice, podpore, dvizžne zanke.

*Posoda:* ohišje, oblikovano in izdelano za zadrževanje fluidov pod tlakom, vključno z neposredno nanj pritrjenimi deli do spojnega mesta, kjer se povezuje z drugo opremo.

*Cevovodi:* sestavni deli tlačne opreme, namenjeni transportu fluidov, kadar so sestavljeni skupaj zaradi povezave v tlačni sistem, cevovod vključuje zlasti cev ali sistem cevi, cevni material, pribor, raztezne spoje, gibke cevi ali ustrezne druge tlačno obremenjene komponente ter toplotne izmenjevalnike, sestavljene iz cevi in namenjene hlajenju ali ogrevanju zraka.

*Sklop:* več enot tlačne opreme, ki jih proizvajalec sestavi tako, da tvorijo povezano in funkcionalno enoto.

*Fluidi:* plini, tekočine in pare v čisti enoviti fazi in tudi njihove mešanice.

*Tlak:* relativen tlak proti atmosferskemu tlaku, to je nadtlak.

*Najvišji dovoljeni tlak (PS):* najvišji tlak, za katerega je tlačna oprema načrtovana.

## 4.1 Pravilnik o tlačni opremi (Uradni list RS, 66/16)

### 4.1.1 Vsebina

Pravilnik se uporablja za načrtovanje, proizvodnjo in ugotavljanje skladnosti tlačne opreme in sklopov, za katere je najvišji dovoljeni tlak višji od 0,5 bar.

### 4.1.2 Tehnične zahteve

Bistvene varnostne zahteve, ki so sestavni del tega pravilnika, mora izpolnjevati naslednja tlačna oprema:

1. posode, razen navedenih v 2. točki tega odstavka, za:
  - a) pline, utekočinjene pline, pod tlakom raztopljenih plinov, pare in tudi tiste tekočine, pri katerih je parni tlak pri najvišji dovoljeni temperaturi več kakor za 0,5 bar višji od normalnega atmosferskega tlaka (1013 mbar), v okviru naslednjih omejitev:
    - za fluide iz skupine 1 s prostornino večjo od 1 l in produktom PS V večjim od 25 bar·l ali s tlakom PS višjim od 200 bar v skladu s tabelo 1 Priloge 2, ki je sestavni del tega pravilnika; in
    - za fluide iz skupine 2 s prostornino večjo od 1 l in produktom PS V večjim od 50 bar ali s tlakom PS višjim od 1000 bar ter vse prenosne gasilne aparate in jeklenke za dihalne aparate v skladu s tabelo 2 Priloge 2 tega pravilnika;
  - b) tekočine, pri katerih je parni tlak pri najvišji dovoljeni temperaturi največ 0,5 bar nad normalnim atmosferskim tlakom (1013 mbar) v okviru naslednjih omejitev:
    - za fluide iz skupine 1 s prostornino večjo od 1 l in produktom PS V večjim od 200 bar ali s tlakom PS višjim od 500 bar v skladu s tabelo 3 Priloge 2 tega pravilnika; in
    - za fluide iz skupine 2 s tlakom PS višjim od 10 bar in produktom PS V večjim od 10.000 bar ali s tlakom PS višjim od 1000 bar v skladu s tabelo 4 Priloge 2 tega pravilnika;
2. s plamenom ali drugače ogrevana tlačna oprema, pri kateri lahko pride do pregretja, namenjena pridobivanju pare ali vroče vode pri temperaturah višjih od 110 °C s prostornino večjo od 2 l, ter vsa tlačna kuhalna posoda v skladu s tabelo 5 Priloge 2 tega pravilnika;
3. cevovodi, namenjeni za:
  - a) pline, utekočinjene pline, pline, raztopljenih plinov, pare in tiste tekočine, pri katerih je parni tlak pri najvišji dovoljeni temperaturi več kakor za 0,5 bar višji od normalnega atmosferskega tlaka (1013 mbar), v okviru naslednjih omejitev:
    - za fluide iz skupine 1 z DN-jem večjim od 25 v skladu s tabelo 6 Priloge 2 tega pravilnika in
    - za fluide iz skupine 2 z DN-jem večjim od 32 in produktom PS DN večjim od 1000 bar v skladu s tabelo 7 Priloge 2 tega pravilnika;
  - b) tekočine, pri katerih je parni tlak pri najvišji dovoljeni temperaturi največ 0,5 bar nad normalnim atmosferskim tlakom (1013 mbar) v okviru naslednjih omejitev:
    - za fluide iz skupine 1 z DN-jem večjim od 25 in produktom PS DN večjim od 2000 bar v skladu s tabelo 8 Priloge 2 tega pravilnika in
    - za fluide iz skupine 2 s PS-jem večjim od 10 bar in DN-jem večjim od 200 in produktom PS DN večjim od 5000 bar v skladu s tabelo 9 Priloge 2 tega pravilnika;
4. varnostne in tlačne armature, namenjene tlačni opremi, vsebovani v točkah 1, 2 in 3 tega odstavka, vključno s primeri, ko je takšna oprema sestavni del sklopa.
  - (2) Bistvene varnostne zahteve iz Priloge 1 tega pravilnika morajo izpolnjevati naslednji sklopi, ki vključujejo vsaj eno enoto tlačne opreme, zajete v prejšnjem odstavku:
    1. sklopi, namenjeni pridobivanju pare ali vroče vode pri temperaturi višji od 110 °C, ki vsebujejo vsaj eno enoto s plamenom ali drugače ogrevane tlačne opreme, ki predstavljajo tveganje za pregretje; in
    2. sklopi, ki niso navedeni v 1. točki, če proizvajalec predvideva njihovo dostopnost na trgu, in so v uporabi.



Sklopi, namenjeni pridobivanju tople vode pri temperaturah, ki niso višje od 110 °C, ki se ročno polnijo s trdnim gorivom in imajo PS·V večji kot 50 bar, morajo izpolnjevati varnostne zahteve, navedene v točkah 2.10, 2.11, 3.4, 5(a) in 5(d) Priloge 1 tega pravilnika.

Tlačna oprema in sklopi s parametri, ki so nižji ali enaki omejitvam, navedenim v 1. do 3. točki prvega odstavka tega člena in v prejšnjem odstavku, morajo biti za zagotovitev varne uporabe izdelani skladno z dobro inženirsko prakso in opremljeni z ustreznimi navodili za uporabo. Taka oprema ali sklop ni označen z oznako CE iz 18. člena tega pravilnika.

## **4.2 Pravilnik o pregledovanju in preskušanju opreme pod tlakom (Uradni list RS, št. 92/08 in 17/11 – ZTZPUS-1)**

### *4.2.1 Vsebina*

S tem pravilnikom se določajo vrste, postopki in roki pregledov in preskusov tlačne opreme, sklopov in enostavnih tlačnih posod pri dajanju v uporabo. Pravilnik določa tudi dolžnosti uporabnika in organa za periodične preglede v okviru zagotavljanja varne uporabe opreme pod tlakom.

### *4.2.2 Periodični pregled*

Periodični pregled izvaja organ za periodične preglede v določenih časovnih presledkih, ki jih, s posebnim programom pregledov, določi proizvajalec opreme pod tlakom. Če tega proizvajalec ne stori, velja za opremo pod tlakom predpisan program pregledov, določen v Prilogi III tega pravilnika.

Periodični pregled obsega naslednje vrste pregledov in preskusov:

- zunanji pregled;
- notranji pregled;
- trdnostni preskus ali drug enakovreden, ustrezno validiran preskus; in
- druge potrebne preskuse.

Pred izvedbo periodičnega pregleda mora uporabnik obvestiti organ za periodične preglede o vseh pomanjkljivostih ali morebitnih poškodbah opreme pod tlakom, do katerih je prišlo med njeno uporabo.

V času izvajanja periodičnega pregleda je treba upoštevati vse varnostne zahteve, ki jih je predpisal proizvajalec oziroma jih določajo predpisi za to področje.

Periodični pregled je opravljen v roku, če je opravljen v skladu s programom periodičnih pregledov do konca leta, v katerem je periodični pregled treba opraviti.

Rok do naslednjega periodičnega pregleda začne teči z letom proizvodnje opreme pod tlakom oziroma z letom, v katerem je bil opravljen izredni pregled opreme pod tlakom.

### *4.2.3 Zunanji pregled*

Z zunanjim pregledom se ugotavlja stanje opreme pod tlakom, pregledujejo se ustreznost in funkcionalnost varnostne in druge opreme ter stanje prostora oziroma mesta postavitve opreme pod tlakom.

Zunanji pregled se izvaja kot vizualni pregled. Če rezultat vizualnega pregleda ne zadošča za varnostno-tehnično oceno opreme pod tlakom, je treba opraviti še druge preglede in preskuse.

Uporabnik in organ za periodične preglede se lahko dogovorita, da se zunanji pregled izvede po delih, če tak pristop zahtevajo pogoji uporabe in za to ni varnostno-tehničnih zadržkov.

Sestavni del zunanjega pregleda je lahko tudi preskus tesnosti. Preskus tesnosti se opravi na opremi pod tlakom, kadar se preverja njena sposobnost zadrževanja fluida. Preskus tesnosti se izvede po enakem postopku kot pri preskusu tesnosti nove opreme pod tlakom. Uporabi se lahko tudi standardiziran ali drug enakovreden preskus tesnosti.

Zunanji pregled cevovodov služi za varnostno-tehnično oceno zunanjega stanja cevovoda ob upoštevanju posledic uporabe in pogojev postavitve in obsega preveritev:

- namenske uporabe,
- obstoječega stanja v primerjavi s stanjem v trenutku prvega obratovalnega preskusa,
- vzdrževanja cevovoda in
- stanja varnostne opreme in drugih varovalnih delov opreme.

Delni zunanji pregledi cevovodov zadoščajo, če je mogoče iz njihovih rezultatov po analogiji sklepati na celotno varnostno stanje cevovoda. Zajeti morajo reprezentativne dele cevovodov. Izolirane cevovode, ki so na podlagi njihove uporabe in dosedanjih izkušenj pri uporabi znani kot neodporni za zunanjo korozijo, je treba na reprezentativnih mestih naključno preveriti glede zunanje korozije. Kadar se izolacija odstrani zaradi razlogov, ki niso predvideni v tem pravilniku, mora uporabnik to sporočiti organu za periodične preglede, da se lahko opravijo zunanje preiskave na izolacije prostih delih cevovoda.

#### *4.2.4 Trdnostni preskus*

Trdnostni preskus, kot je opredeljen v Pravilniku o tlačni opremi, se izvede na enak način kot pri preskusu nove opreme pod tlakom. Lahko se uporabi tudi druga enakovredna, ustrezno validirana preskusna metoda.

Trdnostni preskus je treba opraviti tudi, kadar rezultati zunanjega ali notranjega pregleda opreme pod tlakom ne omogočajo zadostne varnostno-tehnične ocene ali če notranjega pregleda ni mogoče opraviti.

### **4.3 SIST EN 13480-1:2012**

#### Kovinski industrijski cevovodi – 1. del: Splošno

##### 4.3.1 Vsebina

Standard navaja zahteve za kovinske industrijske cevovode. Primeren je za cevovode, ki potekajo nad površjem zemlje in pod zemljo.

Standard ni primeren za plinovode in njihove komponente ter za inštalacije medicinskih plinov.

Standard je sestavljen iz 8 delov, ki so:

- splošni del (z oznako 1),
- materiali (z oznako 2),
- načrtovanje in izračun (z oznako 3),
- izdelava in vgradnja (z oznako 4),
- pregledovanje in preskušanje (z oznako 5),
- dodatne zahteve za vkopane cevovode (z oznako 6),
- smernice za uporabo usklajenih postopkov (z oznako CEN/TR 13482-7) in
- dodatne zahteve za cevovode iz aluminija in aluminijeve zlitine (z oznako 8).

## 4.3.2 Kategorije cevovodnih sistemov

| Tekočina              | Skupina | Kriterij                                                                                                                                 | Kategorija      |
|-----------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Plini <sup>a</sup>    | 1       | PS > 0,5 bar in DN > 350 ali<br>PS > 0,5 bar in DN > 100 in<br>PS × DN > 3500                                                            | III             |
|                       |         | PS > 0,5 bar in 100 < DN ≤ 350 in<br>PS × DN ≤ 3500 ali<br>25 < DN ≤ 100 in PS × DN > 1000 ali<br>25 < DN ≤ 350 in 1000 < PS × DN < 3500 | II <sup>b</sup> |
|                       |         | PS > 0,5 bar in 25 < DN ≤ 100 in<br>PS × DN ≤ 1000                                                                                       | I <sup>b</sup>  |
|                       |         | PS > 0,5 bar in DN ≤ 25                                                                                                                  | 0               |
|                       | 2       | PS > 0,5 bar in DN > 250 in<br>PS × DN > 5000                                                                                            | III             |
|                       |         | PS > 0,5 bar in DN > 250 in<br>3500 < PS × DN ≤ 5000 in<br>100 < DN ≤ 250 in PS × DN > 3500                                              | II <sup>c</sup> |
|                       |         | PS > 0,5 bar in DN > 32 in<br>1000 < PS × DN ≤ 3500 ali<br>32 < DN ≤ 100 in PS × DN > 1000                                               | I               |
|                       |         | PS > 0,5 bar in DN > 32 ali<br>PS > 0,5 bar in PS × DN ≤ 1000                                                                            | 0               |
| Tekočine <sup>d</sup> | Vse     | PS ≤ 0,5 bar                                                                                                                             |                 |
|                       | 1       | PS > 500 bar in DN > 25                                                                                                                  | III             |
|                       |         | 10 bar < PS ≤ 500 bar in DN > 25 in<br>PS × DN > 2000                                                                                    | II              |
|                       |         | 0,5 bar < PS ≤ 10 bar in<br>PS × DN > 2000                                                                                               | I               |
|                       |         | PS > 0,5 bar in DN ≤ 25 ali<br>PS > 500 bar in P × S ≤ 2000                                                                              | 0               |
|                       | 2       | PS > 500 bar in DN > 200                                                                                                                 | II              |
|                       |         | 10 < PS ≤ 500 bar in DN > 200 in<br>PS × DN > 5000                                                                                       | I               |
|                       |         | 0,5 bar < PS ≤ 10 bar ali<br>PS > 0,5 bar in DN ≤ 200 ali<br>PS > 0,5 bar in PS × S ≤ 5000                                               | 0               |
|                       | Vse     | PS > 0,5 bar                                                                                                                             |                 |

Opomba:

<sup>a</sup> Plini: plini, tekoči plini, para in tiste tekočine, pri katerih je parni tlak pri najvišji dovoljeni temperaturi višji od 0,5 bar atmosferskega tlaka (1,01325 bar).

<sup>b</sup> Cevovodi za nestabilne pline, ki spadajo v I. ali II. kategorijo.

<sup>c</sup> Vsi cevovodi, ki vsebujejo pline s temperaturo več kot 350 °C.

<sup>d</sup> Tekočine: tekočine, ki imajo tlak uparjanja pri najvišji dovoljeni temperaturi, ki ni več kot 0,5 bar nad atmosferskim tlakom (1,0325 bar).

**4.4 SIST EN 13480-5:2012**Kovinski industrijski cevovodi – 5. del: Pregled in preskušanje**4.4.1 Vsebina**

Standard navaja zahteve za pregledovanje in preskušanje kovinskih industrijskih cevovodov kot navedeno v SIST EN 13480-1:2012.

**4.4.2 Tlačni preskus z vodo****4.4.2.1 Zahteve za izvedbo preskusa**

Tlačni preskus se izvede, ko je celoten sistem zaključen in vgrajen. V odvisnosti od velikosti sistema in same lokacije, kjer se izvaja preskus, se izvede preskus kot celota oz. se razdeli na posamezne odseke, pod pogojem, da se noben odsek ne izpusti.

V času trajanja preskusa morajo biti vsi spoji neizolirani in prosto dosegljivi. Predhodno barvanje cevovoda je sicer dovoljeno.

Cevovodi pare ali plinov morajo biti dodatno podprti, če je to potrebno, zaradi same teže medija preskusa.

Oprema, ki ne bo podvržena preskusu, se predhodno odstrani, odstranjeni deli se nadomestijo z ravnim odsekom cevovoda.

Cevovod v času preskusa ne sme biti podvržen morebitnemu preskusu s kladivom.

Merilno območje manometra mora biti 1,5-kratnik predvidenega tlaka.

V primeru večjih industrijskih cevovodov je treba vgraditi večje število manometrov za izvedbo preskusa oz. se priporoča vgradnja manometrov z zapisovanjem vrednosti tlaka v določenem času oz. obdobju.

Vsa merilna oprema mora biti kalibrirana.

Preskusni tlak ne sme biti nižji od višje vrednosti spodnje enačbe, in sicer:

$$P_{\text{test}} = 1,25 \text{ PS } (f_{\text{test}} / f)$$

ali

$$p_{\text{test}} = 1,43 \text{ PS.}$$

$f$  – načrtovani tlak za predvidene delovne pogoje pri načrtovani temperaturi (N/mm<sup>2</sup>),

$f_{\text{test}}$  – načrtovani tlak za predvidene pogoje pri preskusni temperaturi (N/mm<sup>2</sup>),

PS – načrtovani tlak (bar),

$P_{\text{test}}$  – preskusni tlak (bar).

Razmerje  $f_{\text{test}} / f$  je odvisno od vgrajenih materialov in spreminjanja vrednosti temperature skozi cevovod.

Pred preskusom naj se preveri trdnost začasnih podpor cevovoda.

Zračni mehurčki v cevovodu se morajo odstraniti oz. se mora cevovod odzračiti na najvišjih mestih.

Voda mora biti čista, brez primesi (morebitne umazanije) in ne sme povzročati korozije. V večini primerov se sicer preskus izvaja s sanitarno vodo iz omrežja.

Kakovost vode za preskus cevovoda iz avstenitnega nerjavnega jekla se mora posebej predhodno preveriti.

Če se izvaja preskus z drugim medijem kakor z vodo, je treba preveriti oz. oceniti morebitna tveganja za delovanje sistema.

Preskusni tlak se zvišuje do 50 % vrednosti predvidenega preskusnega tlaka. Tlak se nato zvišuje postopoma, in sicer po korakih za 10 % vrednosti predvidenega tlaka do vrednosti končnega tlaka predvidenega preskusa. Preskusni tlak se vzdržuje 30 min. Tlak se potem zniža na delovni tlak, ob tem se vse komponente cevovoda natančno pregledajo. Preskus je uspešen, če ni vidnih znakov puščanja.

Naredi se zapisnik o preskusu z vsemi podatki.

Preden se spusti voda iz sistema, se preskusni tlak zniža.

#### 4.4.3 Tlačni preskus z zrakom

Preskusni tlak z zrakom se izvede zgolj v primeru, kjer se ne more izvesti preskus z vodo, zaradi škodljivosti delovanja na druge spremljajoče sisteme oz. same lokacije preskusa.

Zaradi spremljajoče nevarnosti delovanja preskusnega medija je treba upoštevati naslednje:

- lokacijo cevovoda v odvisnosti od drugih objektov, naprav, cest, okolice itd.;
- visoke varnostne ukrepe pri izvedbi preskusa, sodeluje lahko zgolj osebje, ki je odgovorno za izvedbo preskusa; vgraditi je treba opozorilne table, prav tako je treba območje ustrezno označiti in zavarovati;
- odpornost materiala na hitre zlome in
- možnost oddaljenega spremljanja preskusa.

Preskusni tlak ne sme biti nižji od višje vrednosti spodnje enačbe, in sicer:

$$P_{\text{test}} = 1,25 \text{ PS } (f_{\text{test}} / f)$$

ali

$$p_{\text{test}} = 1,43 \text{ PS.}$$

$f$  – načrtovani tlak za predvidene delovne pogoje pri načrtovani temperaturi (N/mm<sup>2</sup>),

$f_{\text{test}}$  – načrtovani tlak za predvidene pogoje pri preskusni temperaturi (N/mm<sup>2</sup>),

PS – načrtovani tlak (bar),

$P_{\text{test}}$  – preskusni tlak (bar).

Preskusni tlak se zvišuje do 50 % vrednosti predvidenega preskusnega tlaka. Tlak se nato zvišuje postopoma, in sicer po korakih za 10 % vrednosti predvidenega tlaka do vrednosti končnega tlaka predvidenega preskusa. Preskusni tlak se vzdržuje 10 min. Tlak se potem zniža na t. i. pregledni tlak  $p_i$ .

$$P_i = \text{PS } (f_{\text{test}} / f).$$

Pregledni tlak se vzdržuje toliko časa, da se pregleda celoten cevovod.

#### **4.4 Tehnični predpisi za tlačne posode – TRD:2010**

##### Tehnični predpisi za tlačne posode – TRD 2010

###### 4.4.1 Tlačni preskus z vodo

Opisuje poglavje z oznako 507.

Predpis velja za vodni tlačni preskus parnih kotlov.

Obdobje ponavljajočega se tlačnega preskusa z vodo je na devet let.

Tlačni preskus z vodo je mogoče opraviti tudi pri delnih preskusih, če obstajajo operativni razlogi za takšno izvedbo.

###### 4.4.2 Preskusni tlak

Preskusni tlak ne sme biti višji kot pri začetnem tlačnem preskusu z vodo.

Preskusni tlak znaša:

$p = 1,3 \times p_1$  za celinske parne kotle ter njihove sestavne dele;

$p = 1,2 \times p_1$  za celinske parne kotle, ki so sestavljeni izključno iz brezšivnih ali varjenih bobnov, zbiralcev in cevi ter njihovih komponent.

$p$  – preskusni tlak (bar),

$p_1$  – dovoljeni delovni tlak (bar).

Poskrbeti je treba, da ne pride do nedovoljenih uhajanj pri povišanju preskusnega tlaka.

Voda, ki se uporablja za polnjenje, ne sme vsebovati nečistoč in biti agresivna na sistem. Temperatura vode pri polnjenju med postopkom ne sme presegati 50 °C.

Po zaključku preskusa se izdela poročilo o preskusu.



**4.5 Priročnik HVAC, 2004**Priročnik za ogrevanje, prezračevanje, klimatizacijo – HVAC**4.5.1 Tlačni preskus**

Cevni sistemi so ponavadi preskušeni pri tlaku 1,5-kratnika delovnega tlaka sistema. Cevni sistem naj ne bi bil pokrit ali izoliran, dokler ni bil pregledan, preskušen in odobren. Vsi okvarjeni deli morajo biti popravljani in zamenjani.

**4.5.2 Sistemi vode in pare****4.5.2.1. Postopek preskusa**

Za preskus uporabimo vodo sobne temperature, razen v primerih, kjer je možnost zmrzali. Dovoljuje se uporaba tekočin, če so varne za delavce in opremo. Če se bo za izvedbo preskusa uporabila druga tekočina, mora biti o tem seznanjen inženir, zgolj zato, da se zagotovi primernost z drugo opremo.

Pri polnjenju sistema se mora cevovod odzračiti na najvišjih točkah.

## 5. PREZRAČEVANJE

5.1 *Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1)*

5.2 *SIST EN 12599:2013*

*Prezračevanje stavb – Preskusni postopki in merilne metode za predajo klimatskih in prezračevalnih sistemov*

5.3 *SIST EN 1507:2006*

*Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Pravokotni pločevinasti zračni kanali – Zahteve za odpornost in tesnost*

5.4 *SIST EN 12237:2004*

*Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Okrogli pločevinasti zračni kanali – Odpornost in tesnost – Zahteve in preskušanje*

5.5 *SIST EN 13779:2007*

*Prezračevanje nestanovanjskih stavb – Zahtevane lastnosti za prezračevalne naprave in klimatizirane sisteme*

5.6 *SIST EN 13180:2002*

*Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Mere in mehanske zahteve za gibke kanale*

5.7 *AIR DIFFUSION COUNCIL, 2003*

*Standard vgradnje gibkih kanalov in karakteristik*

5.8 *SMACNA, HVAC AIR DUCT LEACKAGE TEST MANUAL, 1985*

*Standard vgradnje gibkih kanalov in karakteristik*

5.9 *ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2013*

*Energijski standard za stavbe razen za nižje stanovanjske, poglavje 6. Sistemi ogrevanja, prezračevanja in klimatizacije*

5.6 *SIST EN 1751:2014*

*Prezračevanje stavb – Naprave za dovod in odvod zraka – Aerodinamično preskušanje dušilnikov in loput*

### Izrazi in definicije

*Prezračevanje:* izmenjava odtočnega zraka z zunanjim zrakom v prostorih in doseganje njegove čistosti ter s tem povezanega ugodja oseb v prostorih.

*Klimatizacija:* način priprave zraka, s katerim se uravnavajo temperature, vlažnost, prezračevanje in čistost zraka; če se katera od teh značilnosti (razen prezračevanja) ne uravnava, se sistem imenuje nepopolni klimatski sistem.

*Klimatski sistem:* kombinacija vseh sestavnih delov, potrebnih za klimatizacijo.

*Razvod zraka:* prenos želenega toka zraka v prezračevalni prostor ali iz njega, najpogosteje s kanali. vzdolž kanalov se lahko vgradijo naprave za pripravo zraka (npr. čiščenje, ogrevanje, vlaženje ali razvlaževanje itn.), imenovane naprave za pripravo zraka.

*Zračni kanal:* na splošno ovoj prostora, znotraj katerega teče zrak. Sestav kanalov napeljave in drugih elementov za razvod zraka, vključenih v zračne kanale, se imenuje kanalsko razvodno omrežje (sistem kanalov).

*Klimatska naprava:* tovarniško izdelan sestav elementov, ki vsebujejo ventilator in drugo potrebno opremo za opravljanje ene ali več naslednjih funkcij: kroženje, filtriranje, gretje, hlajenje, vračanje toplote, vlaženje, razvlaževanje in mešanje zraka.

*Netesnost zraka:* nezaželene poti toka zraka v kanalskem razvodu.

*Faktor netesnosti zraka:* tesnost, izražena kot stopnja netesnosti zraka na enoto površine ovoja.

*Stopnja netesnosti zraka:* netesnost zraka enega ali več sestavnih delov v odvisnosti od tlaka zraka.

*Razredi zrakotesnosti A, B, C in D (kanala):* merilo zrakotesnosti kanalskega razvoda, izraženo kot zgornja meja faktorja netesnosti zraka  $f$ .

*Tesnjenje kanala:* ukrepi za zagotavljanje tesnosti sistema razvoda zraka ali za zmanjšanje netesnosti iz njega.

## **5.1 Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1)**

### *5.1.1 Vsebina*

Pravilnik določa tehnične zahteve za prezračevanje in klimatizacijo stavb ter tehnične zahteve za mehanske prezračevalne sisteme, če se ti vgradijo v stavbo.

Pravilnik ne velja za nestanovanjske kmetijske stavbe, stavbe, ki spadajo v skupino industrijskih objektov, ter stavbe, namenjene za uporabo manj kot štiri mesece v letu (npr. počitniške hiše in gorske kočje).

Pravilnik velja za novogradnje in spremembe namembnosti posameznih prostorov v že zgrajenih stavbah. Velja tudi za rekonstrukcije že zgrajenih stavb, če so dane tehnične možnosti za njihovo izvedbo in upoštevani pogoji varstva kulturne dediščine.

Če so za nekatere vrste stavb zahteve za prezračevanje določene s posebnim predpisom, veljajo zanje tiste zahteve tega pravilnika, ki niso urejene s takim predpisom.

### *5.1.2 Preskus prezračevalnega sistema*

Preskusni postopek in merilne metode, skupna celotna kontrola, preskus delovanja ter preskusne in specialne meritve prezračevalnega sistema se izvajajo skladno s standardom SIST EN 12599.

Po končanem pregledu, preskusu oz. meritvah se izdela poročilo, ki mora vsebovati:

- podatke o izvajalcu preskusa;
- podatke o naročniku;
- definicijo zahtevka za opravljanje preskusa;
- podatke o lokaciji stavbe in/ali sistema, ki se preskuša;
- podatke o metodologiji preskusa in uporabljenih inštrumentih;
- podatke o meteoroloških pogojih v času preskusa;
- rezultate preskusa;
- analizo merilnih rezultatov in ugotovitve;
- oceno merilnih pogrškov in
- sklepane ugotovitve z odločitvijo glede na veljavne predpise.

## **5.2 SIST EN 12599:2013**

### Prezračevanje stavb – Preskusni postopki in merilne metode za predajo klimatskih in prezračevalnih sistemov

#### *5.2.1 Vsebina*

Standard opisuje preglede, preskusne metode in merilne inštrumente, da se preveri in potrdi primernost vgrajenih sistemov. Primernost vgradnje in delovanje sistema se delno pregledujeta pred, med in po predaji objekta.

Standard omogoča možnost izbire med preprostimi preskusnimi metodami, ko je to zadovoljivo, ter med obsežnimi meritvami, ko je to potrebno.

Standard je primeren za prezračevalne in klimatske sisteme, skladno s SIST EN 12792, in obsega naslednje:

- prezračevalne naprave,
- razvod zraka (dovod, odvod, izpuh, zajem),
- naprave za protipožarno zaščito in
- avtomatske kontrolne enote in naprave.

Ko je sistem zaključen oz. pripravljen na projektne vrednosti in uravnotežen, se lahko začnejo preskusne merilne metode.

Standard je primeren za prezračevalne in klimatske sisteme, ki so projektirani za potrebe vzdrževanja komfortnih pogojev v zgradbah. Ni primeren za sisteme v industriji ali druge specifične procese. Kadar je tehnologija podobna zgoraj opisani, se lahko uporabijo tudi skladno s tem standardom.

#### *5.2.2 Funkcionalne meritve*

##### *5.2.2.1 Merilne metode in merilni inštrumenti*

###### *5.2.2.1.1 Meritve zrakotesnosti razvoda prezračevanja*

Zrakotesnost razvoda prezračevanja je pomembna zaradi energetske učinkovitosti celotnega sistema prezračevanja. Preskus zrakotesnosti se izvede skladno s SIST EN 1507 in SIST EN 12237.

V obsežnih in kompleksnih prezračevalnih sistemih se lahko izvede preskus zrakotesnosti sistema samo na posameznem odseku ali delu celotnega prezračevalnega sistema. Meritve zrakotesnosti se izvajajo v času gradnje, ko je vse prosto dosegljivo.

Po začetku delovanja se po potrebi izvede drugi preskus zrakotesnosti, vendar samo v primeru neenakosti oz. nepravilnosti delovanja (npr. okvara požarne lopute, previsok tlak delovanja lahko poškoduje razvod prezračevanja itd.).

###### *5.2.2.1.2 Merilna metoda zrakotesnosti*

Preskusi zrakotesnosti se lahko izvajajo med gradnjo. Ko je posamezni odsek oz. del sistema zaključen, se lahko izvede preskus zrakotesnosti na obravnavanem odseku. Vse odprtine prezračevalnega sistema se zatesnijo. Ventilator se priključi na obravnavani del sistema. Za samo delovanje ventilatorja je vgrajen tudi merilni inštrument, ki nadzira preskusni tlak (nad in pod atmosferskim tlakom). Vrednost tlačnega preskusa je izbrana glede na predvideni delovni tlak, po možnosti:

- 200 Pa, 400 Pa, 1000 Pa nad atmosferskim tlakom v primeru dovodnega zraka oz. 200 Pa, 400 Pa ali 750 Pa pod atmosferskim tlakom v primeru odvodnega zraka.

Če so merilni inštrumenti uporabljeni za potrditev zrakotesnosti razreda A ali B, se lahko zgodi, da zgoraj opisane vrednosti niso dosegljive.

V tem primeru se razred zrakotesnosti določi z nižjim preskusnim tlakom z uporabo naslednje enačbe za izračun zrakotesnosti:

$$q_{v1} / q_{v2} = (\Delta p_1 / \Delta p_2)^{0,65}.$$

$q_{v1}$  – zrakotesnost pri preskusnem tlaku  $\Delta p_1$ ,

$q_{v2}$  – zrakotesnost pri preskusnem tlaku  $\Delta p_2$ ,

$\Delta p$  – tlačna razlika v primerjavi z atmosferskim tlakom.

#### 5.2.2.1.3 Merilni inštrumenti

Male tlačne razlike se lahko merijo s tekočinskim ali elektronskim tlačnim manometrom. Za višje tlake in večje tlačne razlike se uporabi manometer za merjenje razlike tlaka ali elektronski tlačni manometer.

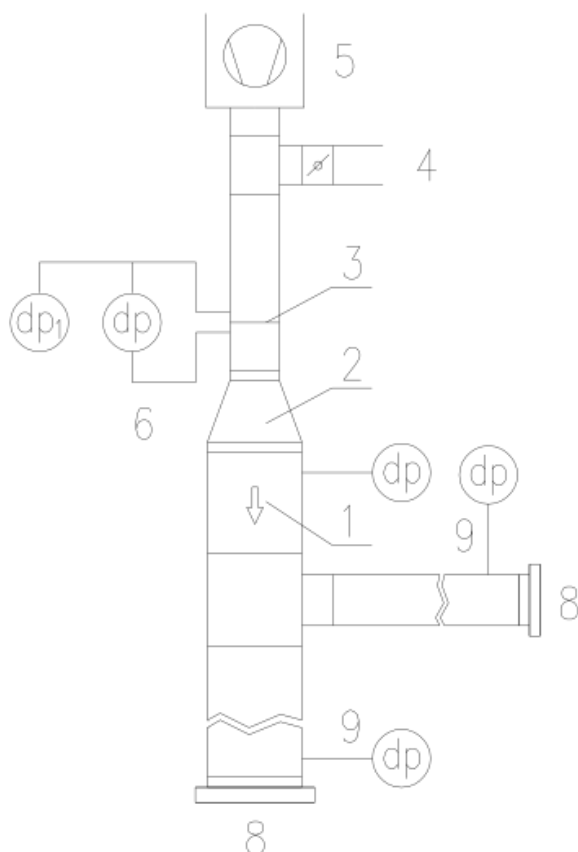
Merilna negotovost naj bo deklarirana s strani proizvajalca posameznega merilnega inštrumenta.

#### 5.2.2.1.4 Območje merjenja zrakotesnosti

Slika prikazuje osnovno razporeditev opreme za izvedbo preskusa zrakotesnosti. Ventilator s kontroliranim pretokom zraka piha oz. sesa zrak skozi kalibriran merilni inštrument. Merita se statični tlak v zračnem kanalu in pretok zraka.

Cevna povezava do merilnih inštrumentov naj bo tesna in očiščena.

Slika št. 5.2.2.1.4: Osnovna razporeditev opreme za izvedbo preskusa zrakotesnosti



#### Legenda:

- 1 – kanalski odsek, podvržen preskusu;
- 2 – spojni kos;
- 3 – meritev pretoka zraka;
- 4 – by-pass;
- 5 – ventilator;
- 6 – merilnik tlačne razlike;
- 8 – zatesnjene odprtine;
- 9 – delovni tlak.

### 5.3 SIST EN 1507:2006

#### Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Pravokotni pločevinasti zračni kanali – Zahteve za odpornost in tesnost

##### 5.3.1 Vsebina

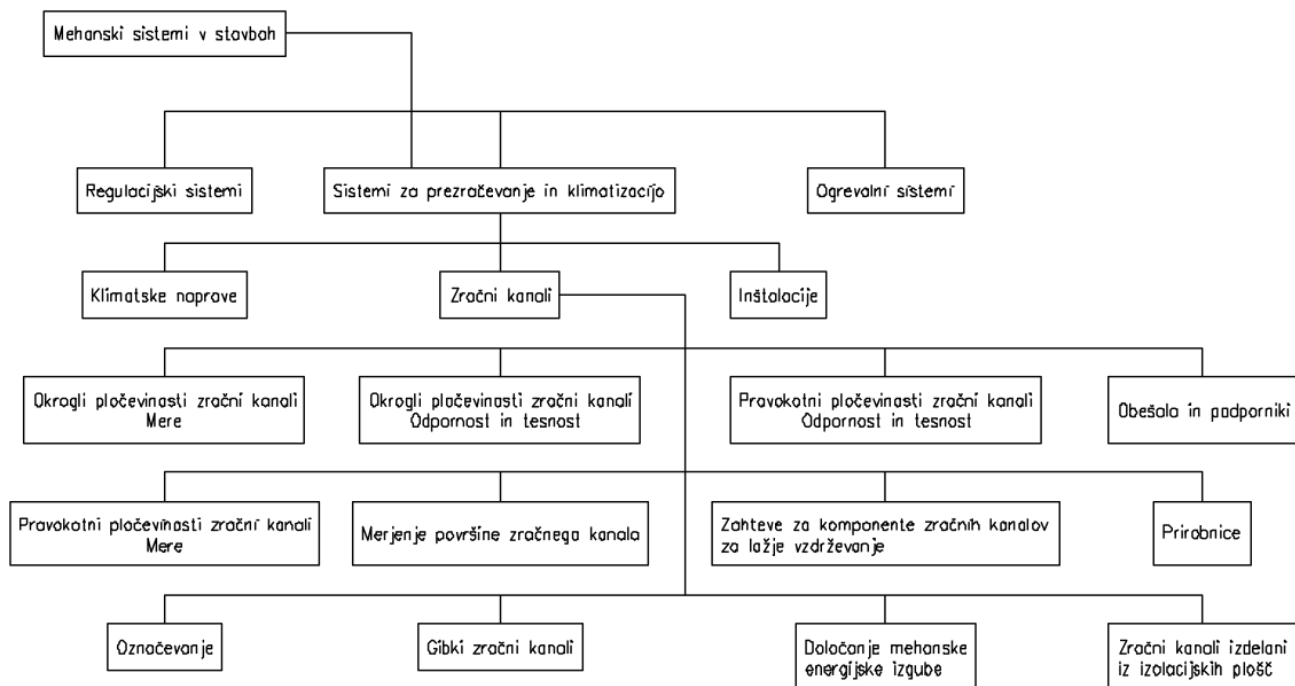
Standard določa zahteve in metode preskušanja odpornosti in netesnosti zraka pravokotnih zračnih kanalov. Njegov cilj je določiti mehansko odpornost in tesnost, ki sta potrebni za potrditev primernosti za predvideno delovanje.

Preskušanje tesnosti je mogoče izvesti na kraju samem, preskušanje odpornosti (upogib, izbokline in vdolbine) pa se izvede v laboratoriju.

Standard se uporablja za pravokotne pločevinaste zračne kanale, ki se uporabljajo v klimatizacijskih in prezračevalnih sistemih.

Umestitev posameznega standarda na področju mehanskih sistemov v stavbah je prikazana na Sliki 5.3.1.

Slika 5.3.1: Umestitev standarda na področju mehanskih sistemov v stavbah



##### 5.3.2 Zahteve

###### 5.3.2.1 Tesnost

Faktor netesnosti  $f$  mora biti nižji od mejne vrednosti netesnosti zraka  $f_{\max}$  v skladu s Tabelo št. 5.3.2.1 za kateri koli preskusni tlak  $p_{\text{test}}$ , nižji ali enak projektному delovnemu tlaku  $p_{\text{design}}$ . Zahteva mora biti izpolnjena za pozitivni in negativen tlak.

Tabela št. 5.3.2.1: Klasifikacija zračnih kanalov

| Razred zrakotesnosti | Mejna vrednost netesnosti zraka<br>$f_{\max}$        | Meje statičnega manometriškega tlaka $p_s$ (Pa) |     |      |      |
|----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----|------|------|
|                      |                                                      | Negativne pri vseh tlačnih razredih             | 1   | 2    | 3    |
| A                    | $0,027 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$ | 200                                             | 400 |      |      |
| B                    | $0,009 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$ | 500                                             | 400 | 1000 | 2000 |
| C                    | $0,003 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$ | 750                                             | 400 | 1000 | 2000 |
| D <sup>a</sup>       | $0,001 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$ | 750                                             | 400 | 1000 | 2000 |

Opomba:

<sup>a</sup> Zračni kanal za posebno uporabo.

### 5.3.2 Preskušanje

#### 5.3.2.1 Specifikacija preskusne opreme

Pri tej preskusni metodi je potrebno periodično umerjanje uporabljenega sistema v skladu s specifikacijami proizvajalca ali standardiziranega sistema zagotavljanja kakovosti.

V vsakem primeru mora biti preskusna oprema sestavljena iz tlačnega manometra in naprave za vzpostavitev spremenljivega toka.

#### 5.3.2.2 Preskušanje tesnosti

##### 5.3.2.2.1 Preskušane

Pred izvedbo preskusa je treba območje za preskušanje zapečatiti in ga tako ločiti od drugih delov sistema. V vsakem primeru mora odsek za preskušanje obsegati najmanj 10 m<sup>2</sup>.

##### 5.3.2.2.2 Postopek preskušanja

Območje preskušanja mora biti izpostavljeno preskusnim tlakom, pozitivnim in negativnim, ki niso nižji od projektnega delovnega tlaka  $p_{\text{design}}$ . Preskusni tlak je treba vzdrževati v meji  $\pm 5$  % določene vrednosti v času 5 min.

##### 5.3.2.2.3 Korekcija rezultatov preskusa tesnosti

Izmerjene stopnje netesnosti zraka se korigirajo, če se temperatura (t) in/ali barometriški tlak (p) razlikujeta od standardnih pogojev (+20 °C in 101325 Pa), kot sledi:

$$q_v = q_{\text{izmerjeno}} \times 293 / (273 + t) \times p / 101325.$$

### 5.3.3 Točnost merjenja in poročilo o preskusu

#### 5.3.3.1 Zahteve točnosti merjenja

##### 5.3.3.1.1 Splošne zahteve

Uporabnik mora preveriti preskusno opremo pred uporabo na kraju izvajanja preskusa. Pri tej preskusni metodi je potrebno periodično umerjanje uporabljenega merilnega sistema v skladu s specifikacijami ali standardiziranim sistemom zagotavljanja kakovosti.

##### 5.3.3.1.2 Merjenje zračnega tlaka

Stopnjo netesnosti je treba meriti z inštrumenti v skladu z ISO 5221. Meriti jo je treba z največjo negotovostjo 2,5 % odčitka ali 0,000012 m<sup>3</sup>/s<sup>-1</sup> (glede na to, katera vrednosti je manjša).



### 5.3.3.1.3 Merjenje razlike tlakov

Razlika tlakov se izmeri z inštrumenti z največjo merilno negotovostjo 2,5 % odčitka ali 3,0 Pa (glede na to, katera vrednost je nižja).

### 5.3.3.1.4 Barometrski tlak

Barometrski tlak je treba izmeriti z največjo merilno negotovostjo 200 Pa.

### 5.3.3.1.5 Merjenje temperature

Temperaturo je treba izmeriti z inštrumenti z največjo merilno negotovostjo 0,5 K.

## 5.3.3.2 Poročilo o preskusu tesnosti

### 5.3.3.2.1 Splošni podatki

Poročilo o preskusu mora podati splošne informacije o izvedenem preskusu, ki so:

- datum in kraj preskusa;
- osebje, ki je izvedlo preskus;
- preskusna oprema, vključno z načini proizvodnje tlaka in merilnimi napravami;
- temperature zraka in barometrski tlak med preskušanjem;
- sklic na stavbo ali projekt;
- konstrukcijska razporeditev zračnih kanalov, vključno z vsemi merami, debelino materialov, vrsto utrjevanja, dolžino in vrsto zračnih kanalov/cevi in fazonskih kosov, metodo priključitve ter vrsto in razdaljo obešal/podpornikov;
- zahtevani razred zrakotesnosti in projektni delovni tlak za nameščene zračne kanale;
- izvajalec namestitve zračnih kanalov in
- proizvajalec zračnih kanalov.

### 5.3.3.2.2 Rezultati preskusa

Poročilo mora vsebovati:

- izmerjene vrednosti:
  - a) površine zračnih kanalov ( $A$ ),
  - b) celotne dolžine spojev ( $L$ ),
  - c) preskusnega tlaka ( $p_{\text{test}}$ ) in
  - d) stopnje netesnosti zraka ( $q_v$ ), korigirane za temperature in barometrski tlak;
- izračunane vrednosti:
  - a) faktorja netesnosti ( $f$ ),
  - b) mejne vrednosti netesnosti zraka ( $f_{\text{max}}$ ) po formulah iz Tabele št. 5.3.2.1 pri izmerjenem preskusnem tlaku ( $p_{\text{test}}$ ) in
  - d) doseženega razreda zrakotesnosti.

Za preskuse z več preskusnimi tlaki je priporočljivo naštetih faktorje netesnosti kot funkcijo preskusnega tlaka v diagram skupaj s krivuljo mejnih vrednosti netesnosti zraka.

**5.4 SIST EN 12237:2004****Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Okrogli pločevinasti zračni kanali – Odpornost in tesnost – Zahteve in preskušanje****5.4.1 Vsebina**

Standard določa zahteve in metode preskušanja odpornosti in tesnosti okroglih zračnih kanalov, ki se uporabljajo v klimatizacijskih in prezračevalnih sistemih v stavbah.

Standard je namenjen določitvi mehanske odpornosti in tesnosti, ki sta potrebni za potrditev primernosti za predvideno delovanje.

Tesnostne zahteve in metode veljajo tudi za pravokotne zračne kanale.

Umestitev standarda na področju mehanskih sistemov v stavbah je prikazana na Sliki št. 5.3.1 (glej standard SIST EN 1507:2006).

Tabela št. 5.4.1: Klasifikacija zračnih kanalov

| Razred<br>zrakotesnosti | Mejna vrednost statičnega tlaka<br>$p_s$ (Pa) |           | Mejna vrednost netesnosti zraka<br>$f_{max}$ ( $m^3 s^{-1} m^{-2}$ ) |
|-------------------------|-----------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|
|                         | Pozitivna                                     | Negativna |                                                                      |
| A                       | 500                                           | 500       | $0,027 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$                             |
| B                       | 1000                                          | 750       | $0,009 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$                             |
| C                       | 2000                                          | 750       | $0,003 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$                             |
| D <sup>a</sup>          | 2000                                          | 750       | $0,001 \times p_t^{0,65} \times 10^{-3}$                             |

Opomba:

<sup>a</sup> Zračni kanal za posebno uporabo.

**5.4.2 Zahteve****5.4.2.1 Tesnost**

Faktor netesnosti  $f$  mora biti nižji od mejne vrednosti netesnosti zraka  $f_{max}$  v skladu s Tabelo št. 5.4.1 za kateri koli preskusni tlak  $p_{test}$ , nižji ali enak projektnemu delovnemu tlaku  $p_{design}$ . Zahteva mora biti izpolnjena za pozitivni in negativni tlak.

**5.4.2 Specifikacija preskusne opreme**

Uporabnik mora pred uporabo na kraju izvajanja preskusa preveriti preskusno opremo, ki mora imeti certifikat o umerjanju, lestvico ali graf, ki prikazuje zadovoljivo umeritev, ki je bila opravljena največ eno leto pred izvedbo preskusa.

**5.4.3 Postopek preskušanja tesnosti****5.4.3.1 Preskušane****5.4.3.1.1 Vzorec za preskušanje posamezne inštalacije na kraju postavitve**

Pred izvedbo preskusa je treba območje za preskušanje zapečatiti in ga tako ločiti od drugih delov sistema. Preskušane mora vsebovati reprezentativno raznolikost dimenzij zračnega kanala in fazonskih kosov. Površina zračnih kanalov območja mora znašati najmanj 10 % celotne površine zračnih kanalov, najmanj 10 m<sup>2</sup>.

Normalno razmerje med celotno dolžino spojev ( $L$ ) in površino zračnih kanalov ( $A_j$ ) mora znašati

$$1 \leq L/A_j \leq 1,5 \text{ v m}^{-1}.$$

#### 5.4.3.1.2 Vzorec za preskušanje serije proizvodov

Preskušanec mora vsebovati reprezentativno raznolikost dimenzij zračnega kanala in fazonskih kosov. V območje za preskušanje morajo biti vključeni ravni zračni kanali z dolžino najmanj 2,5 m. Površina preskušanih zračnih kanalov mora znašati vsaj 10 m<sup>2</sup>. Razmerje med celotno dolžino spojev ( $L$ ) in površino zračnih kanalov ( $A_j$ ) mora znašati

$$L/A_j \geq \text{v m}^{-1}.$$

#### 5.4.3.2 Metode preskušanja

##### 5.4.3.2.1 Metoda za preskušanje posamezne inštalacije

Območje za preskušanje mora biti izpostavljeno preskusnim tlakom, pozitivnim in negativnim, ki niso nižji od projektnega delovnega tlaka ( $p_{\text{design}}$ ). Odčitke stopnje netesnosti je treba zabeležiti ob stabilnih pogojih, ko so bili vsi preskusni tlaki 5 min, vzdrževani znotraj okvira  $\pm$  % določene vrednosti.

##### 5.4.3.2.2 Metoda za preskušanje serije proizvodov

Preskušanec mora biti izpostavljen različnim preskusnim tlakom, vsaj 5 pozitivnim in 5 negativnim, znotraj območja preskusnih tlakov do in vključno z mejno vrednostjo statičnega tlaka ( $p_s$ ). Odčitke stopnje netesnosti je treba zabeležiti ob stabilnih pogojih, ko so bili vsi preskusni tlaki 5 min vzdrževani znotraj okvira  $\pm 5$  % določene vrednosti.

##### 5.4.3.2.3 Korekcija rezultatov preskusa tesnosti

Izmerjena stopnja netesnosti mora biti korigirana, če se temperatura ( $t$ ) in/ali atmosferski tlak ( $p_a$ ) razlikujeta od standardnih pogojev (+20 °C in 101325 Pa), kot sledi

$$q_v = q_{\text{izmerjeno}} \times 293/(273 + t) \times p/101325.$$

#### 5.4.4 Poročilo o preskusu

Poročilo o preskusu mora zajemati v nadaljevanju navedene informacije o preskusih:

- datum in kraj preskusa;
- osebje, ki je izvedlo preskus, in priče;
- zapis preskusne opreme, vključno z načini proizvodnje tlaka, ki je deloval na vzorec, in merilnimi napravami z ustreznim sklicem na opravljeno umerjanje;
- temperature zraka in atmosferskega tlaka med preskušanjem;
- sklic na stavbo ali projekt;
- konstrukcijske razporeditve nameščenih zračnih kanalov, vključno z merami, dolžino, vrsto zračnih kanalov in fazonskih kosov, metodo priključitve ter vrsto in razdaljo obešal/podpornikov;
- zahtevani razred zrakotesnosti in projektni delovni tlak za nameščene zračne kanale;
- identiteto izvajalca namestitve zračnih kanalov in
- identiteto proizvajalca zračnih kanalov.

Poročilo preskusa mora vključevati tudi:

- izmerjene vrednosti:
  - 1) površine zračnih kanalov ( $A_j$ ),
  - 2) celotne dolžine spojev ( $L$ ),
  - 3) preskusnega tlaka ( $p_{\text{design}}$ ),
  - 4) stopnje netesnosti zraka ( $q_{\text{vl}}$ ), korigirane za temperature in barometriški tlak,
  - 5) časa delovanja tlaka in
  - 6) opažene deformacije zračnih kanalov med preskušanjem;
- izračunane vrednosti:
  - 1) faktorja netesnosti ( $f$ ) in
  - 2) mejne vrednosti netesnosti zraka ( $f_{\text{max}}$ ) pri izmerjenem preskusnem tlaku ( $p_{\text{test}}$ );
- dosežen razred zrakotesnosti.

Za preskuse z več preskusnimi tlaki je priporočljivo naštetih faktorje netesnosti kot funkcijo preskusnega tlaka v diagram skupaj s krivuljo mejnih vrednosti netesnosti zraka.

Če stopnja netesnosti zraka presega dopustno stopnjo, naj se preskus razširi tako, da vključuje dodaten enak odstotek celotne površine zračnih kanalov. Če netesnost zraka še vedno presega dopustno stopnjo, naj se preskusijo celotni zračni kanali.

## **5.5 SIST EN 13779:2007**

### Prezračevanje nestanovanjskih stavb – Zahtevane lastnosti za prezračevalne naprave in klimatizirane sisteme

#### *5.5.1 Vsebina*

Standard določa zahteve za načrtovanje in vgradnjo prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov za nestanovanjske stavbe, v katerih se zadržujejo ljudje. Standard ni primeren za uporabo v industrijskih objektih. Standard opredeljuje različne parametre, ki so pomembni za delovanje prezračevalnih in klimatskih sistemov.

#### *5.5.2 Zrakotesnost sistema*

##### *5.5.2.1 Splošno*

Razred zrakotesnosti in postopek preskusa tesnosti okroglih prezračevalnih kanalov opisuje standard SIST EN 12237, za pravokotne prezračevalne kanale pa standard SIST EN 1507.

Osnovni razred zrakotesnosti je primeren tudi za druge sestavne komponente oz. za celoten sistem. Preskus zrakotesnosti prezračevalne in klimatske naprave in njegove zahteve navaja standard SIST EN 1886.

**5.6 SIST EN 13180:2002*****Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Mere in mehanske zahteve za gibke kanale*****5.6.1 Vsebina**

Standard določa zahteve in metode za preskušanje tehničnih karakteristik gibkih kanalov, uporabljenih pri prezračevanju v stavbah, v katerih se zadržujejo ljudje.

Standard opredeljuje naslednje parametre, ki so podvrženi preskusu:

- dimenzije in tolerance kanalov in
- mehansko odpornost.

Standard ne opredeljuje akustike in toplotne odpornosti, požarne odpornosti ter tlačnih izgub gibkih kanalov.

**5.6.2 Tlak**

Gibki kanali oz. cevi morajo zdržati 2,5-kratnik najvišjega predvidenega nazivnega pozitivnega tlaka ( $p_{r+}$ ), navedenega s strani proizvajalca, in najvišjega negativnega nazivnega tlaka ( $p_{r-}$ ), če se preskus izvaja skladno s poglavjem 5.6.5.

V času izvajanja preskusa naj se višina kanala ne bi skrčila oz. zmanjšala ali razširila oz. povečala za več kot 20 % osnovne višine kanala. V času 5 min po zaključku preskusa deformacije naj ne bi presegle 5 % prvotne višine kanala.

**5.6.3 Tesnost**

Preskus se izvaja skladno s poglavjem št. 5.6.6, najvišji faktor tesnosti ( $f_{max}$ ) za predvideni razred zračne tesnosti kanala je prikazan v Tabeli št. 5.6.3.

Tabela št. 5.6.3: Razred zrakotesnosti

| Razred zrakotesnosti | Mejna vrednost netesnosti zraka $f_{max}$ ( $t s^{-1} m^{-2}$ ) |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| A                    | $0,027 \times p_s^{0,65}$                                       |
| B                    | $0,009 \times p_s^{0,65}$                                       |
| C                    | $0,003 \times p_s^{0,65}$                                       |

**5.6.4 Preskusne metode**

Zahtevana sta dva vzorca kanala, preskus se sicer izvaja na treh elementih:

- element št. 1: stisnjen kanal dolžine 100 mm, odrezan od enega konca stisnjenega kanala;
- element št. 2: prvotni vzorec kanala in
- element št. 3: nestisnjen kanal maksimalne dolžine 1,1 m, vključno s kanalom dolžine 0,1 m, odrezan iz sredine elementa št. 2.

**5.6.5 Tlak****5.6.5.1 Pozitivni tlak**

Referenčni preskusni element naj se namesti horizontalno, pri čemer se vsak konec cevi zrakotesno zatesni. Zaključna kapa naj se priključi na vir pozitivnega tlaka.

Element naj se preskuša skladno s preskusnim postopkom, navedenim v Tabeli št. 5.6.5.1, pri čemer je  $p_s$  enako  $p_{r+}$ .

Tabela št. 5.6.5.1: Preskusni postopek

| Tlaki         | Čas naraščanja tlaka (s) | Čas (min) |
|---------------|--------------------------|-----------|
| $0-p_s$       | 45–60                    |           |
| $p_s$         |                          | 5         |
| $p_s-2,5 p_s$ | 45–60                    |           |
| $2,5 p_s$     |                          | 60        |

## 5.6.5.2 Negativni tlak

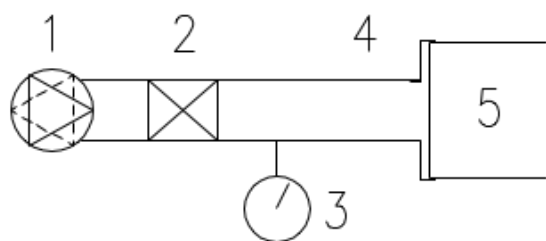
Uporabi se identičen referenčni preskusni element, kot je opisan v poglavju št. 5.6.5.1, zgolj da se konec cevi oz. zaključna kapa stacionarno vpne na način, da se vzdržuje osnovna dolžina kanala. Vir negativnega tlaka se priključi na zaključno kapo.

Element naj se preskuša skladno s preskusnim postopkom, navedenim v Tabeli št. 5.6.5.1, z negativnim preskusnim tlakom.

## 5.6.6 Tesnost

Referenčni preskusni element naj se namesti horizontalno z zrakotesnima koncema cevi. Preskusna naprava obsega dovod zraka s sprejemljivim pretokom zraka, merilni element pretoka zraka in manometer (skladno s Sliko št. 5.6.6). Sposobnost pretoka zraka mora biti zadostna za vzdrževanja predvidene tlačne stopnje, kot je navedeno v Tabeli št. 5.6.6.

Slika št. 5.6.6: Preskusna naprava za merjenje zrakotesnosti



## Legenda:

- 1 – sprejemljivi pretok zraka,
- 2 – meritev pretoka zraka,
- 3 - manometer,
- 4 – zaključna kapa,
- 5 – ventilator,
- 6 – kanal/cev.

Tabela št. 5.6.6: Preskusni tlak manometra  $p_s$  za razred zrakotesnosti

| Razred zrakotesnosti | Preskusni tlak manometra $p_s$ |   |         |   |        |   |        |   |
|----------------------|--------------------------------|---|---------|---|--------|---|--------|---|
|                      | >1000 Pa                       |   | 1000 Pa |   | 400 Pa |   | 400 Pa |   |
|                      | +                              | - | +       | - | +      | - | +      | - |
| A                    |                                |   |         | X | X      | X |        |   |
| B                    | a                              |   | X       |   |        |   |        |   |
| C                    | a                              |   | X       |   |        |   |        |   |

<sup>a</sup> Preskus se izvaja, če je najvišji nazivni tlak višji kot 100 Pa.

Preskus se izvaja 5 min, pri čemer se ob koncu preskusa izvede zapis ocene zrakotesnosti.

Faktor zrakotesnosti je odvisen od ocene tesnosti deljeno s površino ( $\pi d_n L$ ), pri čemer je L dolžina referenčnega preskusnega elementa in  $d_n$  imenski premer.

### *5.6.7 Poročilo preskusa*

Poročilo preskusa vključuje opis konstrukcije in materiala proizvoda kakor tudi poročilo preskusa za vsak premer cevi.



## **5.7 AIR DIFFUSION COUNCIL, 2003**

### Standard vgradnje gibkih kanalov in karakteristik

#### 5.7.1 Vsebina

Standard določa metode, preskušanja in označevanje gibkih kanalov za notranje prezračevanje, ogrevanje in hlajenje. Standard navaja smernice za vgradnjo gibkih kanalov, velja za izolirane in neizolirane kanale.

Standard ne velja za primere v industriji (kot npr.: korozivna atmosfera, visoke temperature itd.) in v zunanjih primerih (kot npr.: izpostavljenost zunanjim vremenskim pogojem (sonce, dež, mraz, sneg itd.)).

Gibke kanale razvrščamo v naslednje kategorije:

- kovinski: neizolirani,
- kovinski: izolirani,
- nekovinski: neizolirani,
- nekovinski: izolirana perforirana notranja cev in
- nekovinski: izolirana notranja cev.

#### 5.7.2 Tlačni preskus

Tlačni preskus se izvaja pri tlaku 2,5-kratnika najvišjega nazivnega tlaka, ki ga navaja proizvajalec.

#### 5.7.3 Preskus tesnosti

##### 5.7.3.1 Preskus tesnosti – gibki kanali

Preskus se izvaja v skladu z ADC Test Code FD 72-R1. Preskus tesnosti se navaja kot povprečna ocena tesnosti izgube prostornine zraka na enoto imenskega premera na dolžino (L/s/mm (premer) m (dolžina)).

Priporočena vrednost  $1,7 \times 10^{-4}$ .

Gibki kanali imajo sami po sebi visoko stopnjo tesnosti zaradi same neprepustnosti uporabljenih/vgrajenih materialov. Izgube so manj kot ½ % prostornine zraka, če so izvedene pravilne vgradnje cevni povezav.

V primeru neprimerne vgradnje oz. cevni povezav se izgube lahko bistveno povečajo. Za zagotavljanje visoke stopnje tesnosti gibkih kanalov je treba upoštevati naslednje:

- uporaba referenčnih materialov za izvedbo ustreznih tesnosti cevni povezav na fitinge in toge cevi;
- izvedba povezav gibkih kanalov skladno s priporočili in navodili proizvajalca;
- tesnjenje cevni povezav z materiali, navedenimi po standardu UL 181B, mehanska zaščita povezav z odobrenimi spojnimi elementi in materiali; in
- popravilo raztrganin, lukenj na gibkih kanalih z uporabo materiala skladno s standardom UL 181B in metodami, priporočenimi s strani proizvajalcev.

##### 5.7.3.2 Preskus tesnosti – cevne povezave

Preskus se izvaja skladno z zahtevami UL 181 (L/s).

Priporočena vrednost  $(1,1 \times 10^{-5})D^2$ , pri čemer je D imenski premer (mm).

**5.8 SMACNA, HVAC AIR DUCT LEACKAGE TEST MANUAL, 1985***Standard vgradnje gibkih kanalov in karakteristik***5.8.1 Vsebina**

Spremenljivke, od katerih je odvisna količina netesnosti kanalov, so:

- statični tlak (višji kot je tlak, večje so lahko izgube),
- količina razvoda prezračevanja (večji kot je razvod, večja je možnost puščanja),
- odprtine v sklopu razvoda prezračevanja (večje kot je število odprtin v prezračevalnem razvodu, večja je možnost puščanja) in
- strokovna izdelava izvedbe del.

Prezračevalni kanali morajo biti tesni.

**5.9 ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2013**

*Energijski standard za stavbe, razen za nižje stanovanjske, poglavje 6. Sistemi ogrevanja, prezračevanja in klimatizacije*

**5.9.1 Vsebina**

Standard podaja minimalne zahteve za energijsko učinkovito projektiranje stavb in stavbnih sistemov, kjer se uporabljajo fosilna goriva in električna energija. Velja za vse vrste stavb, razen za nižje stanovanjske stavbe, ki jih standard opredeljuje kot eno- in večdružinske stavbe z največ tremi nivoji nad okolico, montažne in mobilne hiše.

**5.9.2 Netesnost loput**

Za zahtevane lopute za dovod zunanjega zraka in za izpih/izpust zavrženega zraka sme biti pri preskušanju v skladu s standardom AMCA Standard 500 največja količina puščanja skladna s Tabelo št. 5.9.2.

Tabela št. 5.9.2: Največje puščanje loput in žaluzij, l/s pri 250 Pa

| Podnebna cona                                         | Zajem zraka                        |                    | Izpih/izpust                       |                    |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
|                                                       | Brez motornega pogona <sup>a</sup> | Z motornim pogonom | Brez motornega pogona <sup>a</sup> | Z motornim pogonom |
| 1, 2<br>Katera koli višina                            | -<br>100                           | -<br>20            | -<br>100                           | -<br>20            |
| 3<br>Katera koli višina                               | -<br>100                           | -<br>50            | -<br>100                           | -<br>50            |
| 4, 5b, 5c<br>Manj kot tri etaže<br>Tri ali več etaž   | -<br>ND<br>ND                      | -<br>50<br>50      | -<br>100<br>ND                     | -<br>50<br>50      |
| 5a, 6, 7, 8<br>Manj kot tri etaže<br>Tri ali več etaž | -<br>ND<br>ND                      | -<br>20<br>20      | -<br>100<br>ND                     | -<br>20<br>20      |

<sup>a</sup> Lopute in žaluzije manjše od ali enako imajo lahko puščanje.  
ND = ni dovoljeno.

**5.9.3 Netesnosti zračnih kanalov iz komor****5.9.3.1 Tesnjenje zračnih kanalov**

Sistem zračnih kanalov in vse zračne komore z nazivnimi tlačnimi stopnjami morajo biti izvedeni tako, da zagotavljajo tesnjenje razreda A. Odprtine za vrtljive gredi morajo biti zatesnjene s pušami ali z drugimi pripravami, ki preprečujejo puščanje zraka. Za primarno tesnilno sredstvo se ne sme uporabljati tlačno občutljiv tlak, razen če je trak certificiran v skladu z UL-181A ali UL-181B s strani neodvisnega preskusnega laboratorija in se uporablja v skladu s tem certifikatom. Vsi priključki morajo biti zatesnjeni, vključno, a ne omejeno na, kanalski navrtni odcepi, cevni odcepi, drugi odcepni priključki, vrata za dostopanje, dostopni pokrovi in priključki kanalov na opremo. Spiralnih zapornih šivov ni treba zatesniti. Vse nazivne tlačne stopnje kanalov morajo biti navedene v projektni dokumentaciji.

**5.9.3.2 Preskusi netesnosti zračnih kanalov**

Sistem zračnih kanalov, predviden za obratovanje pri statičnem tlaku nad 750 Pa, in vsi zunanji zračni kanali morajo biti preskušeni na netesnost v skladu z industrijskimi postopki preskušanja.

Reprezentativni odseki, ki obsegajo najmanj 25 % celotne površine vgrajenih zračnih kanalov določene tlačne stopnje, morajo biti preskušeni. Vse odseke mora izbrati lastnik objekta ali njegov zastopnik. Preskus netesnosti z nadtlakom je sprejemljiv za sistem zračnih kanalov s podtlakom. Maksimalna dopustna netesnost zračnih kanalov mora biti

$$L_{\max} = C_L (P^{0,65} / 1000).$$

$L_{\max}$  – maksimalna dopustna netesnost, l/s na m<sup>2</sup> površine zračnega kanala;  
 $C_L$  – 5,08; stopnja puščanja zračnega kanala, l/s na m<sup>2</sup> površine kanala pri 250 Pa;  
P – preskusni tlak, ki mora biti enak projektirani nazivni tlačni stopnji kanala.

## **5.10 SIST EN 1751:2014**

### Prezračevanje stavb – Naprave za dovod in odvod zraka – Aerodinamično preskušanje dušilnikov in loput

#### *5.6.1 Vsebina*

Standard določa metode za preskušanje in ocenjevanje dušilnikov in loput v prezračevalnem sistemu s tlačno razliko vse do 2000 Pa.

Preskusne metode so:

- a) preskus tesnosti pri zaprti loputi ali dušilniku,
- b) preskus tesnosti ohišja,
- c) zahteve glede pretoka/tlaka,
- d) moment in
- e) prevod toplote.

Preskus zvočne izolativnosti dušilnikov in loput ni vključen v obravnavanem standardu.

#### *5.6.2 Preskus tesnosti*

V odvisnosti od delovanja nadtlaka ali podtlaka so odvisne karakteristike tesnosti dušilnikov. Proizvajalec mora specificirati tlačne pogoje za izvedbo preskusa.

##### *5.6.2.1 Tesnost dušilnikov in loput*

Meritve tesnosti dušilnikov in loput v položaju zaprto naj se izvajajo v dejanskih pogojih, pri maksimalnem statičnem tlaku. Pri zmanjšanem pretoku ob zaprti dušilki ali loputi pri izvajanju meritev se prikazuje kot večja tlačna izguba, kakor v primeru, ko je dušilka ali loputa odprta. Omenjeno se izključuje kot večja tlačna razlika v notranjosti cevi do trenutka, dokler dušilka ali ventil ne doseže položaja zaprto. Vse dokler je dušilka ali ventil v stanju zaprto, se pretok zvišuje, notranja statična razlika bo naraščala vse do predvidenega notranjega tlaka.

Položaj dušilke ali ventila v stanju odprto ali zaprto se mora izmenjati 10-krat pred izvedbo meritev (pred začetkom delovanja ventilatorja), pri čemer se zaključí s položajem dušilke ali ventila v stanju zaprto.

## 6. PRILOGA

### 1. OGREVANJE IN HLAJENJE

Zapisnik preskusa ogrevanje in hlajenje

### 2. VODOVOD IN KANALIZACJA

Zapisnik preskusa vodovod

Zapisnik preskusa kanalizacija

Zapisnik preskusa sprinkler

### 3. PLINI

#### 3.1 ZEMELJSKI PLIN

Zapisnik preskusa zemeljski plin

#### 3.2 TEHNIČNI PLINI

Zapisnik preskusa tehnični plini

#### 3.3 MEDICINSKI PLINI

Zapisnik preskusa medicinski plini

Zapisnik preskusa vakuumski sistem

#### 3.4 UTEKOČINJENI NAFTNI PLIN

Zapisnik preskusa utekočinjeni naftni plin

#### 3.5 OLJNA INŠTALACIJA

Zapisnik preskusa oljna inštalacija

### 4. PARA

Zapisnik preskusa para

Priloga I: Razvrstitev opreme pod tlakom glede na stopnjo nevarnosti

Priloga III: Tabela rokov periodičnih pregledov za opremo pod tlakom s predpisanim programom pregledov

Priloga IV: Evidenčni list opreme pod tlakom

### 5. PREZRAČEVANJE

Zapisnik preskusa prezračevanje

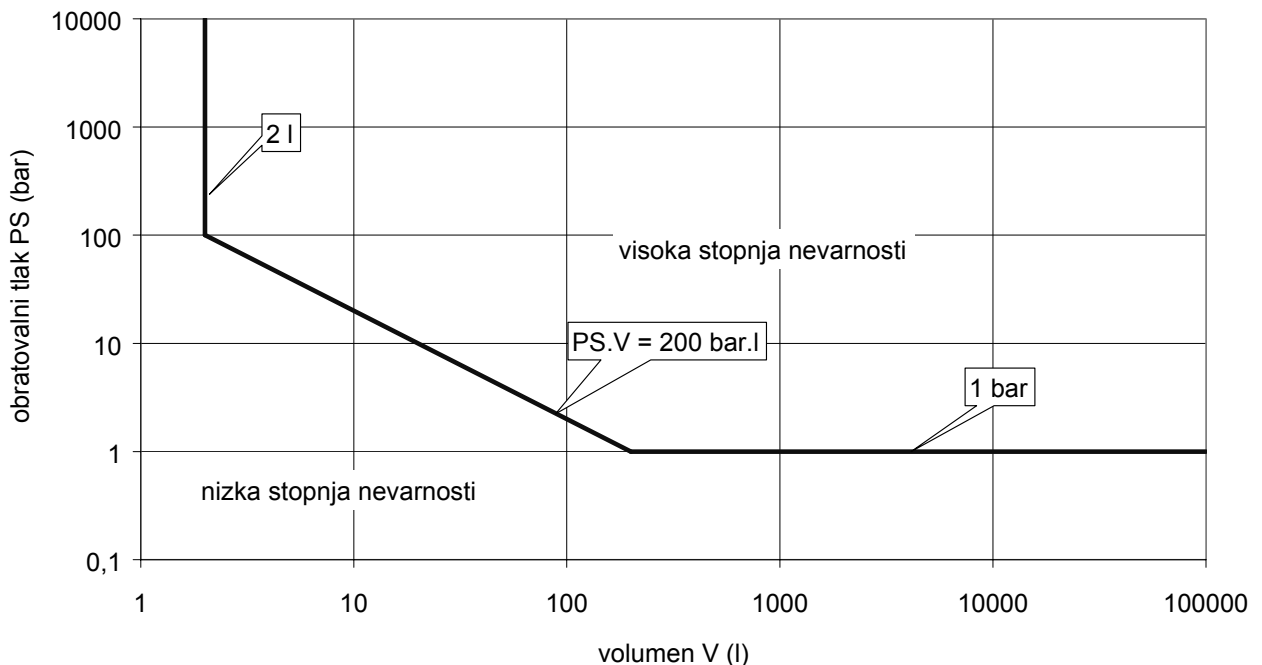
**Priloga I****RAZVRSTITEV OPREME POD TLAKOM GLEDE NA STOPNJO NEVARNOSTI**

Oprema pod tlakom z visoko stopnjo nevarnosti je, glede na vrsto fluida, pogoje obratovanja in vrsto opreme, razvrščena v dvanajst skupin in sicer:

1. Kurjena ali drugače ogrevana oprema pod tlakom z nevarnostjo pregrevanja (Diagram 1), z izjemo kurjene ali drugače ogrevane opreme pod tlakom iz 2. točke in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- volumen večji od 2 litrov in
- načrtovan obratovalni tlak PS večji od 1 bar, dodatno za vročevodni sistem načrtovana najnižja obratovalna temperatura nad 110°C in
- produkt tlaka PS in volumna večji od 200 bar.l.

Diagram 1

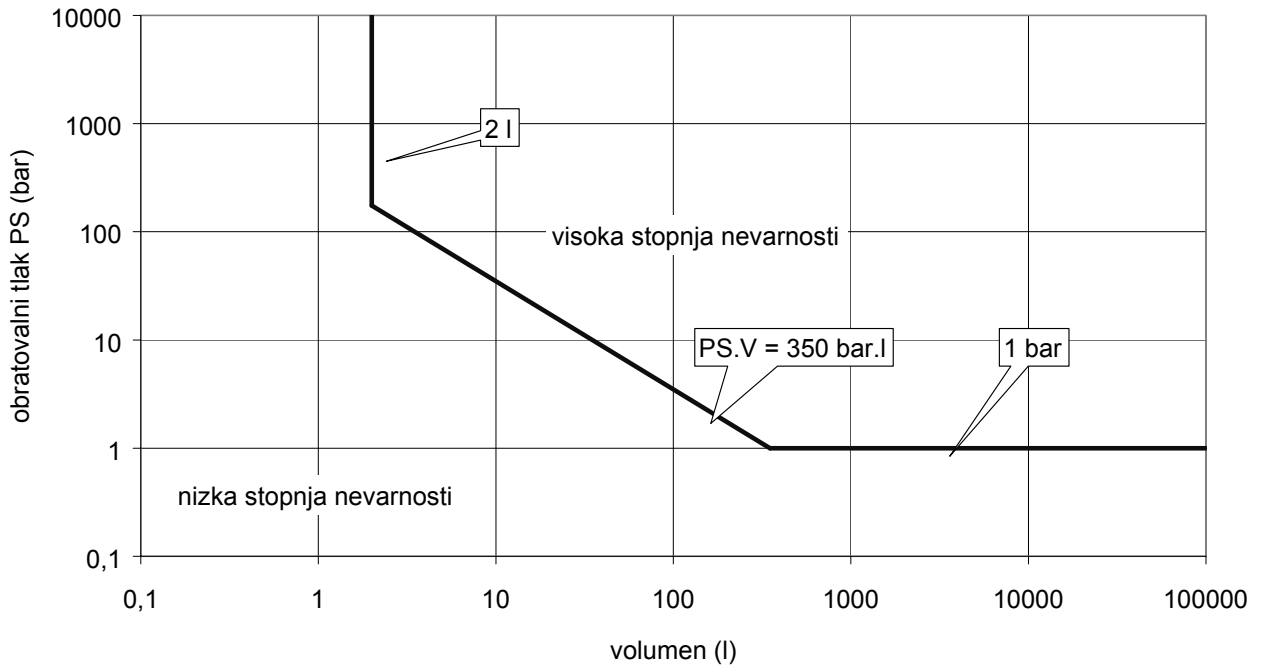


2. Kurjena ali drugače ogrevana oprema pod tlakom z nevarnostjo pregrevanja (Diagram 2), ki je pretežno izdelana iz cevi do premera 32 mm in z naslednjimi tehničnimi podatki:

volumen večji od 2 litrov in

- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar, dodatno za vročevodni sistem načrtovana najnižja obratovalna temperatura nad 110°C in
- produkt tlaka PS in volumna V večji od 350 bar.l.

Diagram 2





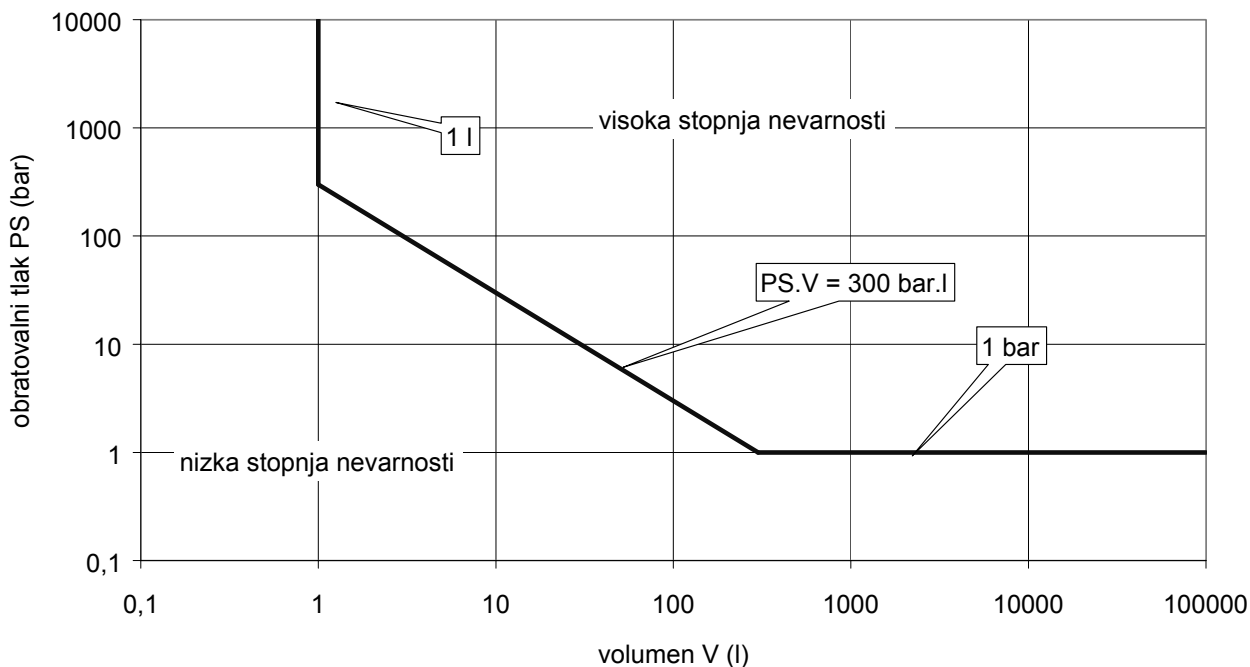
## 3. Tlačne posode (Diagram 3), polnjene:

- s plini in parami skupine 1
- s plini skupine 1 nad tekočino skupine 1 ali skupine 2
- s plini skupine 2 nad tekočino skupine 1 ali
- s parno blazino nad tekočino skupine 1 ali
- z ogreto tekočino skupine 1, katere parni tlak pri najvišji dopustni temperaturi je najmanj 1 bar višji od atmosferskega

in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- volumen večji od 1 litra in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar in
- produkt tlaka PS in volumna V večji od 300 bar.l.

Diagram 3



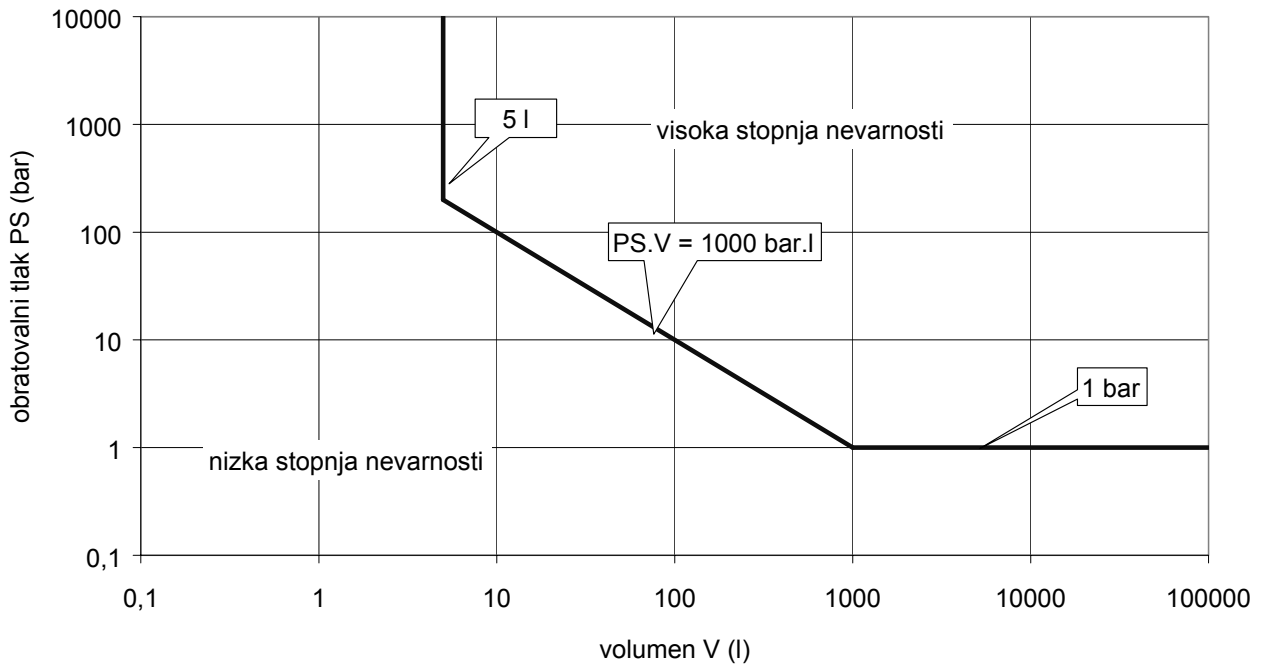
## 4. Tlačne posode (Diagram 4), polnjene:

- s plini in parami skupine 2 ali
- s plini skupine 2 nad tekočino skupine 2 ali
- s parno blazino nad tekočinami skupine 2 ali
- z ogreto tekočino skupine 2, katere parni tlak pri najvišji dopustni temperaturi je najmanj 1 bar višji od atmosferskega, z izjemo opreme pod tlakom iz 5. točke

in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- volumen večji od 5 litrov
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar
- produkt tlaka PS in volumna V večji od 1000 bar.l.

Diagram 4



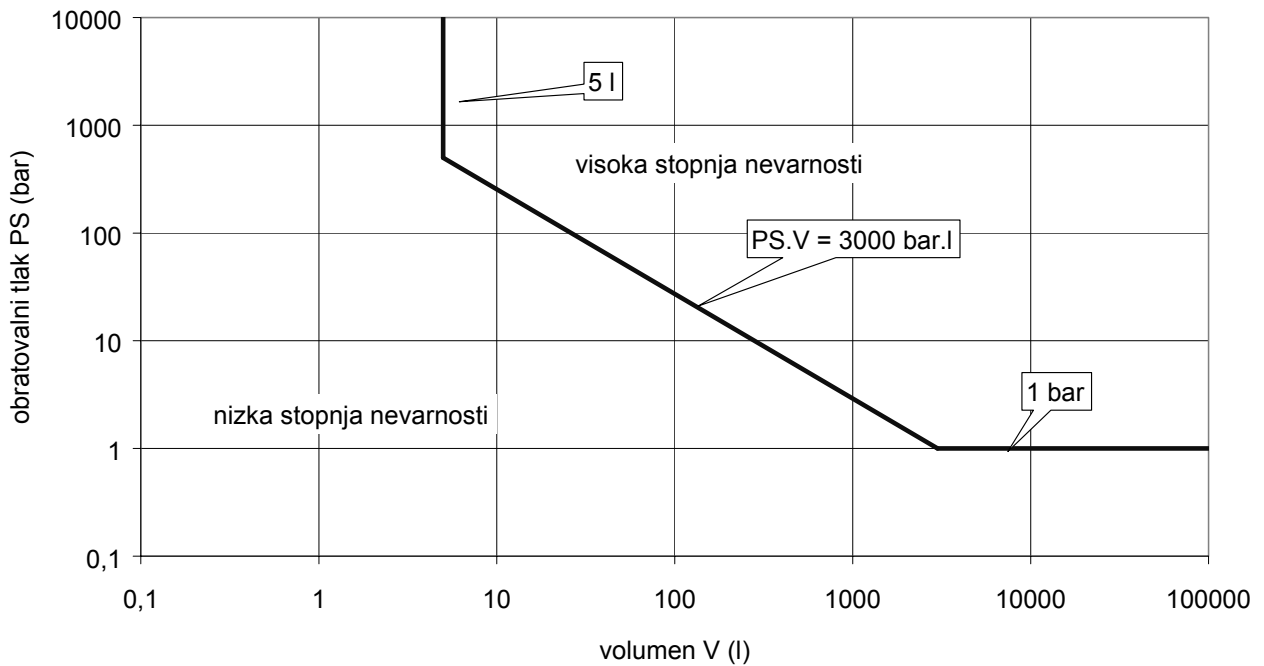
## 5. Tlačne posode (Diagram 5), polnjene:

- z zrakom ali dušikom ali
- z vodo, nad katero je zrak ali dušik

in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- volumen večji od 5 litrov in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar in
- produkt tlaka PS in volumna V večji od 3000 bar.l.

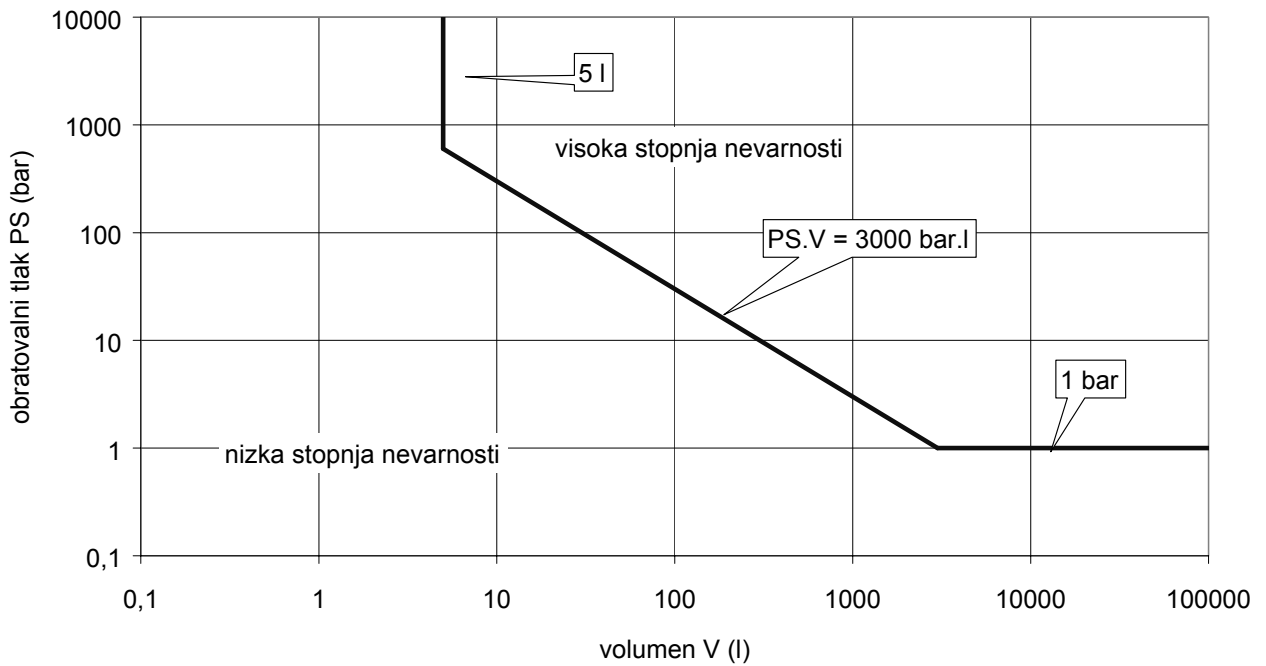
Diagram 5



6. Tlačne posode, polnjene s tekočinami skupine 1 (Diagram 6), z izjemo tlačnih posod iz 3. točke in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- volumen večji od 5 litrov in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar in
- produkt tlaka PS in volumna V večji od 3000 bar.l.

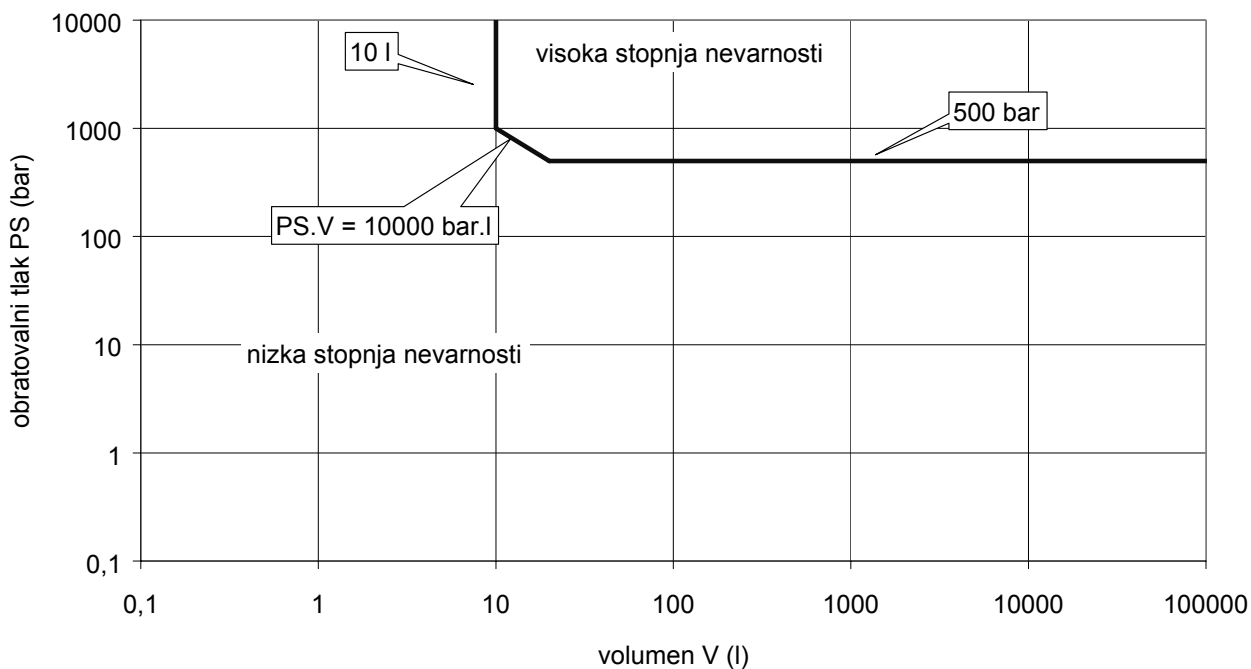
Diagram 6



7. Tlačne posode, polnjene s tekočinami skupine 2 (Diagram 7), z izjemo tlačnih posod iz 3., 4. in 5. točke in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- volumen večji od 10 litrov in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 500 bar in
- produkt tlaka PS in volumna V večji od 10000 bar.l.

Diagram 7



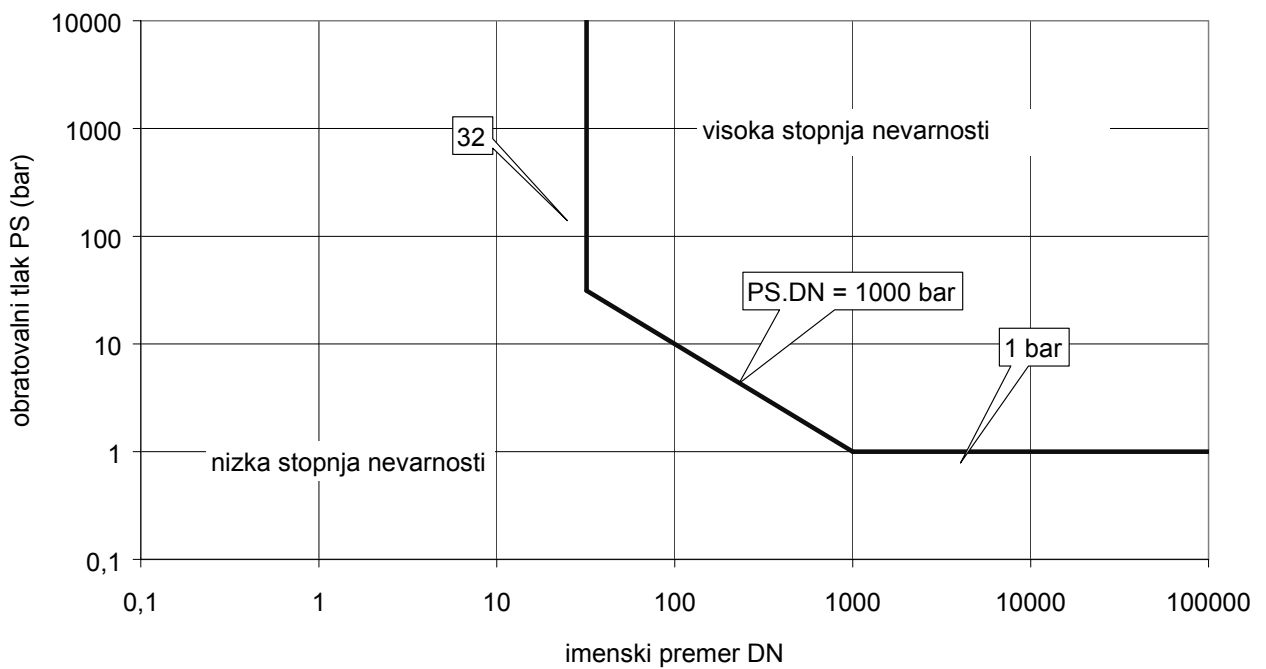
## 8. Cevovodi (Diagram 8) za:

- pline in pare skupine 1 ali
- ogrete tekočine skupine 1, katerih parni tlak pri najvišji dopustni obratovalni temperaturi je najmanj za 1 bar višji od atmosferskega

in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- imenska velikost večja od DN 32 in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar in
- produkt tlaka PS in imenske velikosti DN večji od 1000 bar.

Diagram 8



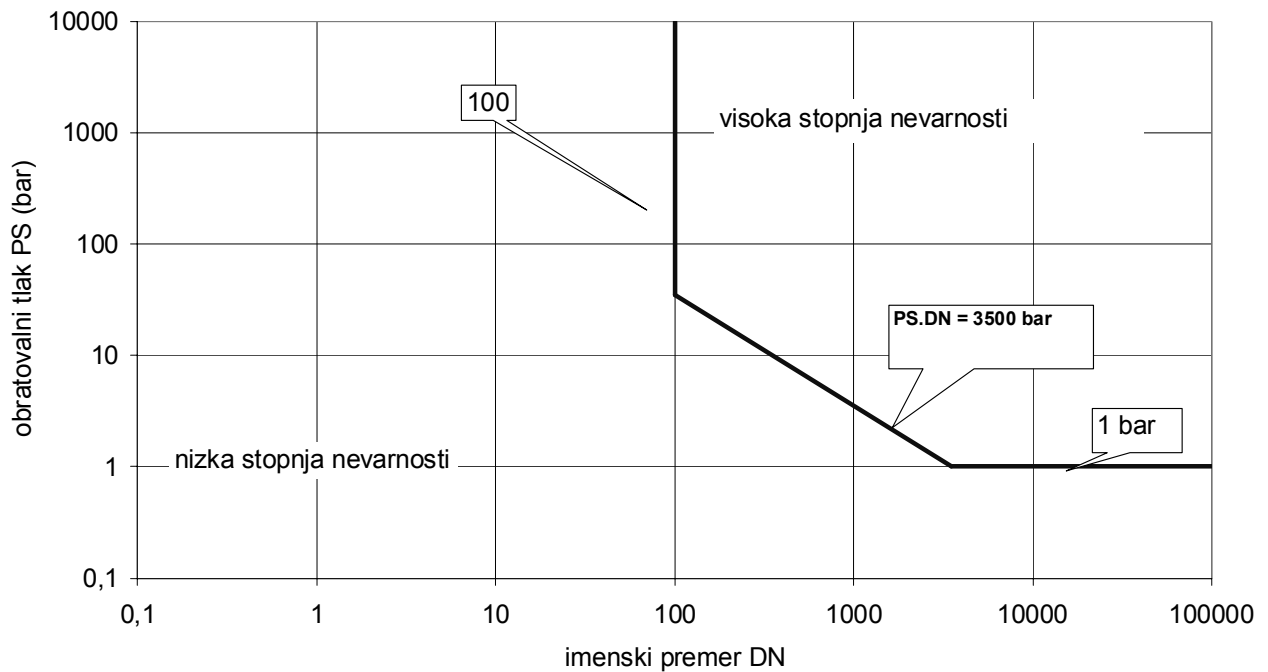
## 9. Cevovodi (Diagram 9) za:

- ogrete tekočine skupine 2, katerih parni tlak pri najvišji dopustni obratovalni temperaturi je najmanj za 1 bar višji od atmosferskega ali
- vodno paro s temperaturo TS višjo od 350°C

in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- imenska velikost večja od DN 100 in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar in
- produkt tlaka PS in imenske velikosti DN večji od 3500 bar.

Diagram 9



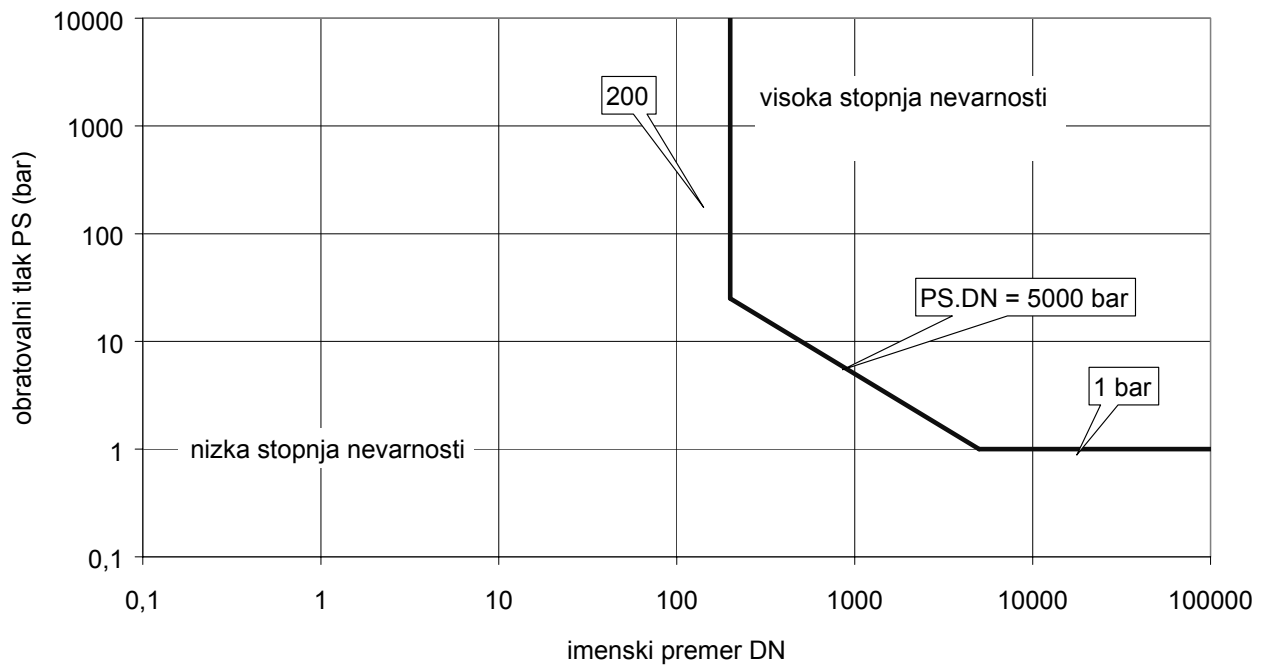
## 10. Cevovodi (Diagram 10) za:

- pline ali pare skupine 2 ali
- vodno paro s temperaturo TS nižjo od 350°C

in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- imenska velikost večja od DN 200 in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 1 bar in
- produkt tlaka PS in imenske velikosti DN večji od 5000 bar.

Diagram 10

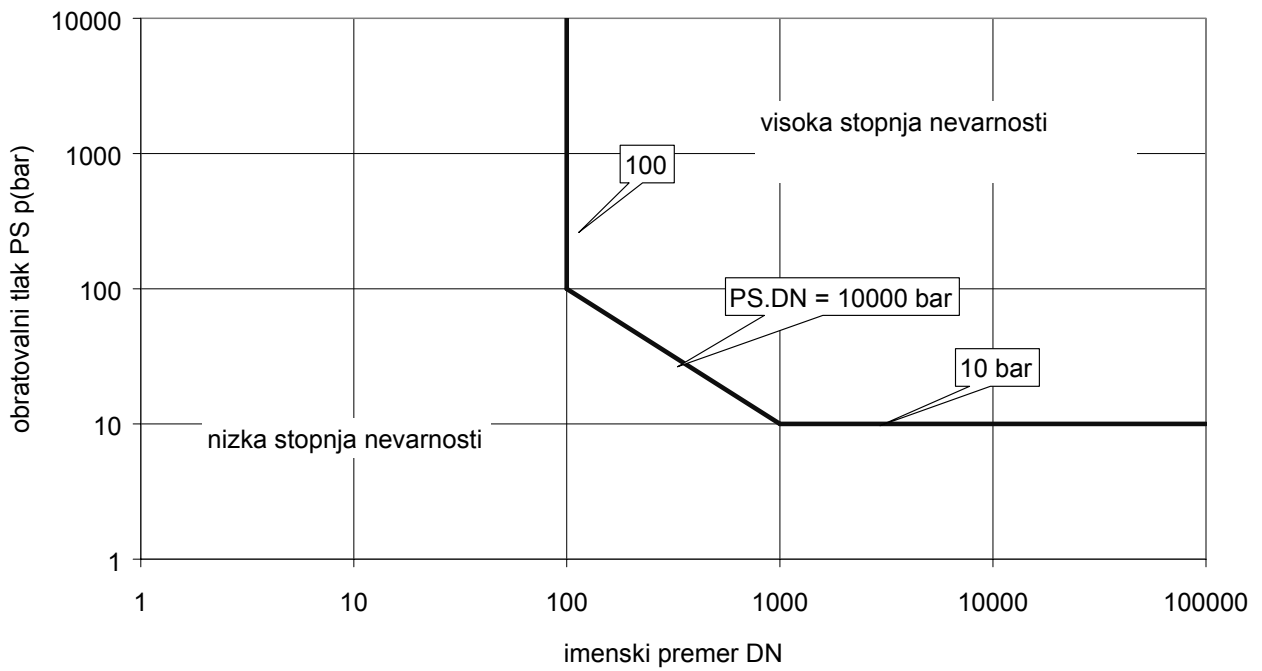




11. Cevovodi (Diagram 11) za tekočine skupine 1, z izjemo cevovodov iz 8. točke in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- imenska velikost večja od DN 100 in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 10 bar in
- produkt tlaka PS in imenske velikosti DN večji od 10000 bar.

Diagram 11

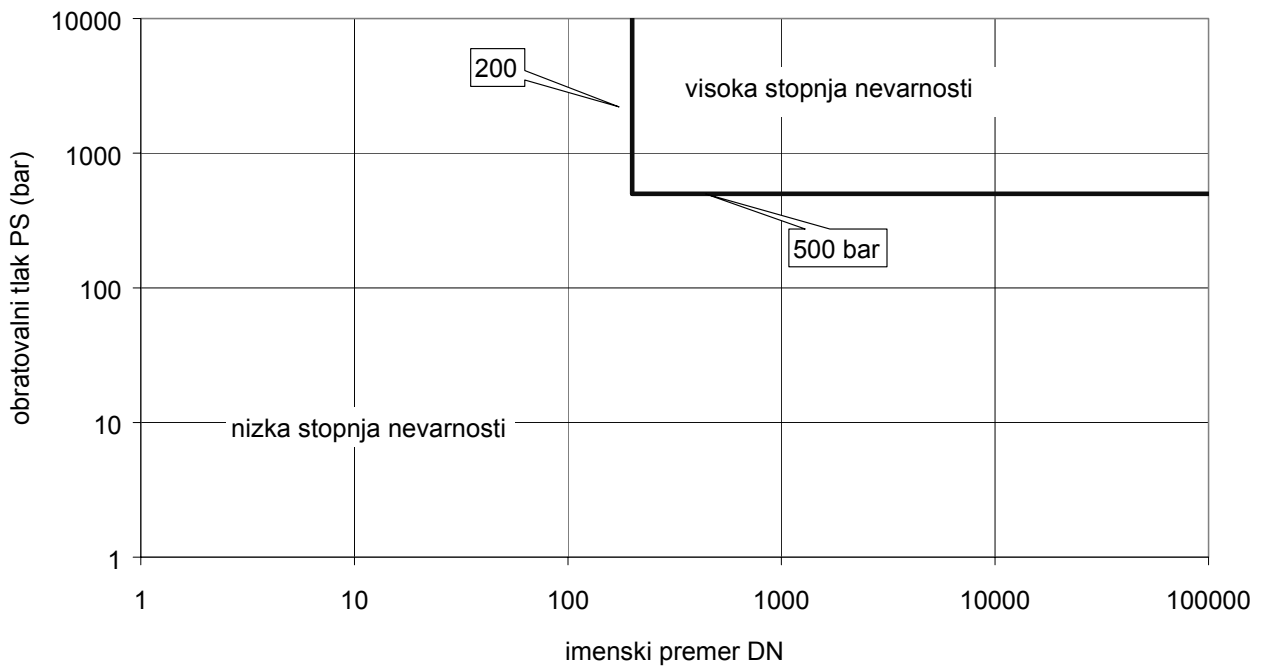


12. Cevovodi (Diagram 12) za tekočine skupine 2, z izjemo cevodov iz 9. točke in z naslednjimi tehničnimi podatki:

- imenska velikost večja od DN 200 in
- načrtovan obratovalni tlak PS višji od 500 bar.

Ne glede na omejitve iz 11. in 12. točke se cevovodi v hidravličnih sistemih, v katerih je delovni medij hidravlična tekočina, katere temperatura vnetišča je višja od 55°C in ki ne obratujejo pri temperaturah, višjih od 55°C, uvrščajo v opremo pod tlakom z nizko stopnjo nevarnosti.

Diagram 12



**Priloga III: Tabela rokov periodičnih pregledov za opremo pod tlakom s predpisanim programom pregledov.**

| Oprema pod tlakom s fluidi skupine 1                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                       | Oprema pod tlakom z in brez nevarnosti pregrevanja                                               |                                                                             | Oprema pod tlakom s fluidi skupine 2                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tlačne posode kategorije III in IV (Priloga I, 3. točka)                                                                                                                                                                                                                                            | 2 leti zunanji pregled<br>10 let notranji pregled in preskus trdnosti | Kurjena ali drugače ogrevana oprema za proizvodnjo vodne pare (Priloga I, 1. in 2. točka)        | 1 leto zunanji pregled<br>3 leta notranji pregled<br>6 let preskus trdnosti | Tlačne posode, ki vsebujejo stisnjeni, utekočinjeni ali raztopljeni plin razen vodne pare kategorije III in IV (Priloga I, 3., 4., 5. in 7. točka) | 5 let zunanji in notranji pregled<br>10 let preskus trdnosti                                                                                                                            |
| Tlačne posode s plinastim fluidom kategorije I in II (Priloga I, 3. točka)                                                                                                                                                                                                                          | 5 let zunanji pregled<br>10 let notranji pregled in preskus trdnosti  | Tlačne posode, ki vsebujejo vodno paro ali vročo vodo kategorije III in IV (Priloga I, 4. točka) | 5 let zunanji pregled<br>10 let notranji pregled in preskus trdnosti        | Tlačne posode, ki vsebujejo stisnjeni, utekočinjeni ali raztopljeni plin razen vodne pare kategorije I in II (Priloga I, 3., 4. in 5. točka)       | 5 let zunanji pregled<br>10 let notranji pregled in preskus trdnosti                                                                                                                    |
| Tlačne posode za tekočine kategorije I, II in III (Priloga I, 6. točka)                                                                                                                                                                                                                             | 5 let zunanji pregled<br>10 let notranji pregled in preskus trdnosti  | Cevovodi za pregreto vodno paro kategorije III (Priloga I, 9. in 10. točka)                      | Temperature pod 350 C:<br>10 let zunanji pregled in preskus trdnosti        | Cevovodi za pline in tekočine (Priloga I, 12. točka)                                                                                               | 10 let zunanji pregled in preskus trdnosti                                                                                                                                              |
| Cevovodi za tekočine skupine 1 (Priloga I, 11. točka)                                                                                                                                                                                                                                               | 5 let zunanji pregled<br>10 let preskus trdnosti                      |                                                                                                  | Temperature nad 350 C:<br>5 let zunanji pregled<br>10 let preskus trdnosti  | Jeklenke za dihalne aparate (Priloga I, 4. in 5. točka)                                                                                            | Podvodno dihanje:<br>4 leta prvi zun. pregled in preskus trdnosti,<br>2 leti nadaljnji zun. pregledi in preskusi trdnosti<br><br>Dihanje:<br>10 let zunanji pregled in preskus trdnosti |
| Cevovodi za pline, pare in ogrevane fluide kategorije I, II, III (Priloga I, 8. točka)                                                                                                                                                                                                              | 5 let zunanji pregled<br>10 let preskus trdnosti                      |                                                                                                  | Prenosni gasilni aparati (Priloga I, 4. točka)                              | 10 let zunanji pregled in preskus trdnosti                                                                                                         |                                                                                                                                                                                         |
| <b>VARNOSTNI VENTILI:</b> Funkcionalni preskus varnostnih ventilov se mora izvajati v rokih, ki jih določi proizvajalec opreme pod tlakom, sicer pa v predpisanih rokih za zunanji pregled. Zaradi zagotavljanja ustreznega nivoja varnosti se funkcionalni preskus lahko izvaja tudi bolj pogosto. |                                                                       |                                                                                                  |                                                                             |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                         |

Opomba: Kategorije I do IV se nanašajo na Prilogo II Pravilnika o tlačni opremi.

Trdnostni preskus je tlačni preskus ali drug enakovreden, ustrezno validiran preskus.

|                                                       |          |                       |
|-------------------------------------------------------|----------|-----------------------|
| Kotelna knjižica                                      | Območje: | Tek. št.:             |
| Potrdilo o pregledu konstr. in prvem tlačnem preskusu | Št.:     | Izdal (organ, datum): |

## Priloga IV

| EVIDENČNI LIST OPREME POD TLAKOM                       |                                                                     | Evidenčna št.:                                                        |                    |             |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> Tlačna posoda                 | <input type="checkbox"/> Kurjena ali drugače ogrevana tlačna oprema | <input type="checkbox"/> Cevovod                                      |                    |             |
| Uporabnik (ime in naslov):                             |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Mesto uporabe:                                         |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Proizvajalec (ime in naslov):                          |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Leto proizvodnje in tov. št.:                          |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Priglašeni organ (ime in identifikacijska št.):        |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Številka izjave o skladnosti in datum izdaje:          |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Organ za periodične preglede (ime in naslov):          |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Osnovni tehnični podatki o opremi pod tlakom:          |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Vrsta:                                                 |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Namen uporabe:                                         |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Delovni medij:                                         |                                                                     | Skupina fluida: 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> |                    |             |
| Energent:                                              |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| PARAMETRI UPORABE                                      |                                                                     |                                                                       |                    |             |
|                                                        | enote                                                               | prostor I                                                             | prostor II         | prostor III |
| Določen najvišji obratovalni tlak PS:                  | [bar]                                                               |                                                                       |                    |             |
| Volumen (posoda):                                      | [l]                                                                 |                                                                       |                    |             |
| Imenski premer cevovoda DN:                            | [mm]                                                                |                                                                       |                    |             |
| Dolžina cevovoda:                                      | [m]                                                                 |                                                                       |                    |             |
| Preskusni tlak:                                        | [bar]                                                               |                                                                       |                    |             |
| Najvišja dopustna obratovalna temperatura:             | [°C]                                                                |                                                                       |                    |             |
| Toplotna moč:                                          | kW                                                                  |                                                                       |                    |             |
| Kratek tehnični opis z navedbo sestavnih delov sklopa: |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Varovalna oprema:                                      |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Druga predpisana oprema:                               |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| OPOMBE:                                                |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Roki pregledov                                         | Zunanji pregled:                                                    | Notranji pregled:                                                     | Trdnostni preskus: |             |
| Izpolnil:                                              |                                                                     |                                                                       |                    |             |
| Kraj                                                   | Datum                                                               | Ime in priimek                                                        | Podpis uporabnika  |             |

## 7. UPORABLJENA LITERATURA

### 1. OGREVANJE IN HLAJENJE

DIN 18380: september 2016

Predpisi za gradbena dela – del C: Splošni tehnični pogoji za gradbena dela – Ogrevalne naprave in centralne naprave za pripravo sanitarne tople vode, poglavje št. 1.1

DIN 18381: september 2016

Predpisi za gradbena dela – del C: Splošni tehnični pogoji za gradbena dela – Plin, voda in priprava sanitarne tople vode v stavbah, poglavje št. 1.2

DIN EN 14336: januar 2005

Ogrevalne naprave v stavbah – Inštalacija in prevzem naprav za ogrevanje; nemška verzija EN 14336:2004, poglavje št. 1.3

SIST EN 1264-4:2009

Ploskovni sistemi za ogrevanje in hlajenje z vodo – 4. del: Vgradnja, poglavje št. 1.4

SIST EN 14276-2:2007+A1:2011

Tlačna oprema za hladilne sisteme in toplotne črpalke – 2. del: Cevovodi – Splošne zahteve, poglavje št. 1.5

Priročnik ASME, Fitness for Service and Integrity of Piping, Vessels and Tanks: 2005

Priročnik za ustrezno vzdrževanje in vgradnjo cevovodov, tlačnih posod in rezervoarjev, poglavje št. 1.6

### 2. VODOVOD IN KANALIZACIJA

Tehnična navodila za vodovod in kanalizacijo – VOKA

Tehnična navodila za vodovod, JAVNO PODJETJE VODOVOD-KANALIZACIJA d.o.o, poglavje št. 2.1

SIST EN 805:2000

Oskrba z vodo – Zahteve za zunanje vodovode in dele, poglavje št. 2.2

SIST EN 806-2:2005

Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 2. del: Načrtovanje, poglavje št. 2.3

SIST EN 806-4:2011

Specifikacije za napeljave za pitno vodo v stavbah – 4. del: Inštalacija, poglavje št. 2.4

DIN 1988-100:2011-08

Tehnične smernice za inštalacije pitne vode, poglavje št. 2.5

SIST EN 1610:2015

Gradnja in preskušanje cevovodov za odvod odpadne vode in kanalizacije, poglavje št. 2.6

SIST EN 12056-1:2001

Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 1. del – Splošne zahteve in zahteve za delovanje, poglavje št. 2.7

SIST EN 12056-5:2001

Težnostni kanalizacijski sistem v stavbah – 5. del – Vgradnja, preskušanje, navodila za delovanje, vzdrževanje in uporabo, poglavje št. 2.8

DIN 1986-100

Drenažni sistem za stavbe in zemljišča, poglavje št. 2.9

Tehnična smernica SVGW, W3 d - Richtlinie für Trinkwasserinstallationen, SVGW

Ausgabe 2013

Smernice za vodovodno inštalacijo, poglavje št. 2.10

SIST EN 12845:2015

Vgrajene naprave za gašenje – Avtomatski sprinkler sistemi – Projektiranje, vgradnja in vzdrževanje, poglavje št. 2.11

Tehnični predpis VdS CEA 4001:2009

Avtomatski sprinkler sistem – Projektiranje in vgradnja, poglavje št. 2.12

Standard NFPA 13:2016

Avtomatski sprinkler sistem – Projektiranje in vgradnja, poglavje št. 2.13

### **3. PLINI**

#### **3.1 ZEMELJSKI PLIN**

Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z največjim delovnim tlakom do vključno 16 barov (Uradni list RS, št. 26/02, 54/02 in 17/14-EZ-1), poglavje št. 3.1.1

Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z delovnim tlakom nad 16 barov ter o pogojih za posege v območjih njihovih varovalnih pasov (Uradni list RS, št. 12/10, 45/11 in 17/14 – EZ-1), poglavje št. 3.1.2

SIST EN 12007-1:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 1. del: Splošne funkcionalne zahteve, poglavje št. 3.1.3

SIST EN 12007-2:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 2. del: Posebne funkcionalne zahteve za polietilen (najvišji delovni tlak do vključno 10 bar), poglavje št. 3.1.4

SIST EN 12007-3:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 3. del: Posebne funkcionalne zahteve za jekla, poglavje št. 3.1.5

SIST EN 12007-4:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 4. del: Posebne funkcionalne zahteve za obnovo, poglavje št. 3.1.6

SIST EN 12007-5:2014

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak do vključno 16 bar – 5. del: Priključni plinovodi – Posebne funkcionalne zahteve za obnovo, poglavje št. 3.1.7

SIST EN 1775:2008

Oskrba s plinom – Plinovod za stavbe – Najvišji delovni tlak do vključno 5 bar – Funkcionalna priporočila, poglavje št. 3.1.8

SIST EN 12327:2001

Sistem oskrbe s plinom – Tlačni preskus, postopki za začetek in prenehanje obratovanja – Funkcionalne zahteve, poglavje št. 3.1.9

SIST EN 1594:2013

Infrastruktura za plin – Cevovodni sistemi za najvišji delovni tlak nad 16 bar – Funkcionalne zahteve, poglavje št. 3.1.10

SIST EN 12186:2015

Infrastruktura za plin – Plinske postaje za regulacijo tlaka za prenos in distribucijo – Funkcionalne zahteve, poglavje št. 3.1.11

SIST EN 15001:2009

Infrastruktura za plin – Plinske napeljave z delovnim tlakom nad 0,5 bar za industrijsko uporabo in delovnim tlakom nad 5 bar za industrijsko in neindustrijsko uporabo – 1. del: Podrobne funkcionalne zahteve za načrtovanje, materiale, gradnjo, nadzor in preskušanje, poglavje št. 3.1.12

SIST EN 12279:2000

Sistemi oskrbe s plinom – Naprave za regulacijo tlaka na priključnih vodih – Funkcionalne zahteve, poglavje št. 3.1.13

Tehnični predpisi, delovni zvezek G 469

Postopki tlačnih preskusov za plinovode in plinske napeljave v sistemih oskrbe s plinom, DVGW, poglavje št. 3.1.14

Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 491

Sistemi za regulacijo tlaka plina za delovne tlake do 100 barov; načrtovanje, izdelava, gradnja, preskus, priključitev in obratovanje, januar 2004, poglavje št. 3.1.15

Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 459/I.

Priključni plinovodi za stavbe – Priključni plinovodi za delovne tlake do 4 bar; načrtovanje in izgradnja, julij 1998, poglavje št. 3.1.16

Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 465-2

Tehnični predpisi – Plinovodi z delovnim tlakom do 5 barov – popravila, april 2002, poglavje št. 3.1.17

Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 472

Plinovodi iz polietilena (PE80, PE100 in PE-Xa) za delovni tlak do 10 barov – gradnja, avgust 2000, poglavje št. 3.1.18

Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 495

Tehnični predpisi za plinske napeljave – vzdrževanje, julij 2006, poglavje št. 3.1.19

Tehnični predpisi, delovni zvezek DVGW G 600

Tehnični predpisi za plinske napeljave – DVGW-TRGI 2008, april 2008, poglavje št. 3.1.21

Tehnična smernica SVGW, G1 d – Richtlinie für die Erdgasinstallation in Gebäude (Gasleitsätze), SVGW, Ausgabe April 2012

Smernice za plinsko inštalacijo v stavbah, poglavje št. 3.1.22

### 3.2 TEHNIČNI PLINI

Pravilnik o tehničnih normativih za cevovode za plinasti kisik (Uradni list SFRJ, št. 52/90 in Uradni list RS, št. 45/04), poglavje št. 3.2.1

Tehnični priročnik, Termotehničar, 2004

Priročnik za termotehniko, termoenergetiko in procesno tehniko, poglavje št. 3.2.2

Tehnični priročnik, Kompresorska postrojenja, 2008

Priročnik z izračuni, predpisi, opremo in praktičnimi primeri, poglavje št. 3.2.3

IGC Doc 13/12/E:2012

Cevovodi in cevni sistemi za kisik, poglavje št. 3.2.4

IGC Doc 121/14:2014

Cevovodi za vodik, poglavje št. 3.2.5

IGC Doc 123/13/E:2013

Pravila za uporabo acetilena, poglavje št. 3.2.6

IGC Doc 120/14/E:2014

Cevovod za ogljikov monoksid in sintetični plin, poglavje št. 3.2.7

Standard ASME B31.3-2016, Process Piping

Cevovodi za procesne tehnološke inštalacije, poglavje št. 3.2.8

Standard NFPA 55:2016, Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Komprimirani plini in kriogenске tekočine, poglavje št. 3.2.9

### 3.3 MEDICINSKI PLINI

SIST EN ISO 7396-1:2016/oprA1:2017

Sistem napeljav za medicinske pline – 1. del: Sistemi napeljav za stisnjene medicinske pline in podtlak (ISO 7396-1:2016/DAM 1:2017), poglavje št. 3.3.1

Tehnični priročnik NFPA, Medical gases and vacuum system, 2015

Vgradnja medicinskih plinov in vakuum sistema, poglavje št. 3.3.2

Standard CSA Group, Medical gases, 2012, 2015

Del 1: Cevovodi za medicinske pline, vakuum, anestetični plin in sistemi za čiščenje, poglavje št. 3.3.3

### 3.4 UTEKOČINJENI NAFTNI PLINI

Pravilnik o utekočinjenem naftnem plinu (Uradni list RS, št. 22/91, 114/04 in 17/14 – EZ-1), poglavje št. 3.4.1

Tehnični predpisi o utekočinjenem naftnem plinu, poglavje št. 3.4.1.1

SIST EN 1775:2008

Oskrba s plinom – Plinovod za stavbe – Najvišji delovni tlak do vključno 5 bar – Funkcionalna priporočila, poglavje št. 3.4.2



Tehnične smernice SVGW – L1d, Leitsätze für die Lagerung von Flüssiggas und Flüssiggasinstallationen in Haushalt, Gewerbe und Industrie , januar 2015

Tehnične smernice za skladiščenje in inštalacije utekočinjenega naftnega plina (gospodinjstva, obrt in industrija), poglavje št. 3.4.3

Tehnične smernice DVFG – TRF – 2012

Tehnične smernice za utekočinjeni naftni plin, poglavje št. 3.4.4.

### 3.5 OLJNA INŠTALACIJA

Tehnične smernice za oljne naprave – TRÖI 2.0, 2016, poglavje št. 3.5.1

## 4. PARA

Pravilnik o tlačni opremi (Uradni list RS, 66/16), poglavje št. 4.1

Pravilnik o pregledovanju in preskušanju opreme pod tlakom (Uradni list RS, št. 92/08 in 17/11 – ZTZPUS-1), poglavje št. 4.2

SIST EN 13480-1:2012

Kovinski industrijski cevovodi – 1. del: Splošno, poglavje št. 4.3

SIST EN 13480-5:2012

Kovinski industrijski cevovodi – 5. del: Pregled in preskušanje, poglavje št. 4.3

Tehnični predpisi tlačne posode – TRD:1993

Tehnični predpisi za tlačne posode – TRD, poglavje št. 4.4

Priročnik HVAC, 2004

Priročnik za ogrevanje, prezračevanje, klimatizacijo – HVAC, poglavje št. 4.5

## 5. PREZRAČEVANJE

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02 in 110/02 – ZGO-1), poglavje št. 5.1

SIST EN 12599:2013

Prezračevanje stavb – Preskusni postopki in merilne metode za predajo klimatskih in prezračevalnih sistemov, poglavje št. 5.2

SIST EN 1507:2006

Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Pravokotni pločevinasti zračni kanali – Zahteve za odpornost in tesnost, poglavje št. 5.3

SIST EN 12237:2004

Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Okrogli pločevinasti zračni kanali – Odpornost in tesnost – Zahteve in preskušanje, poglavje št. 5.4

SIST EN 13779:2007

Prezračevanje nestanovanjskih stavb – Zahtevane lastnosti za prezračevalne naprave in klimatizirane sisteme, poglavje št. 5.5

SIST EN 13180:2002

Prezračevanje stavb – Razvod zraka – Mere in mehanske zahteve za gibke kanale, poglavje št. 5.6

AIR DIFFUSION COUNCIL, 2003

Standard vgradnje gibkih kanalov in karakteristik, poglavje št. 5.7

SMACNA, HVAC AIR DUCT LEACKAGE TEST MANUAL, 1985

Standard vgradnje gibkih kanalov in karakteristik, poglavje št. 5.8

ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2013

Energijski standard za stavbe razen za nižje stanovanjske, poglavje 6: Sistemi ogrevanja, prezračevanja in klimatizacije, poglavje št. 5.9

SIST EN 1751:2014

Prezračevanje stavb – Naprave za dovod in odvod zraka – Aerodinamično preskušanje dušilnikov in loput, poglavje št. 5.10

## ZAPISNIK PRESKUSA

## OGREVANJE / HLAJENJE

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Kategorija cevovodnih sistemov</b><br>(kategorija, skupina, kriterij)               |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali tlačni)                                        |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, voda, inertni plin, drugo)                             |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |

| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## KANALIZACIJA

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Kategorija cevovodnih sistemov</b><br>(kategorija, skupina, kriterij)               |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Preskusna metoda</b><br>(preskus z zrakom, preskus z vodo)                          |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, voda)                                                  |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Izguba vode</b><br>(l, m <sup>3</sup> )                                             |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |



| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## SPRINKLER

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Kategorija cevovodnih sistemov</b><br>(kategorija, skupina, kriterij)               |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali tlačni)                                        |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, voda, inertni plin, drugo)                             |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Intervalne meritve</b><br>(min, h)                                                  |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |

| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## VODOVOD

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Kategorija cevovodnih sistemov</b><br>(kategorija, skupina, kriterij)               |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali tlačni)                                        |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, voda, inertni plin, drugo)                             |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Intervalne meritve</b><br>(min, h)                                                  |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |



| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

ZAPISNIK PRESKUSA  
Interna številka zapisnika:

ZEMELJSKI PLIN

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b><br>(tlačna stopnja)                                           |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina, volumen)           |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni, tlačni ali trdnostni)                             |  |
| <b>Postopek/metoda preskusa</b><br>(po DVGW G 469)                                     |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, inertni plin (dušik), voda, delovni plin)              |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Maksimalni dovoljeni delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |

| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## TEHNIČNI PLINI

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b><br>(vrsta teh. plina)                                         |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali tlačni)                                        |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, voda, delovni plin, drugo)                             |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |



| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## MEDICINSKI PLINI

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b><br>(vrsta med. plina)                                         |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali tlačni)                                        |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, inertni plin (dušik))                                  |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |

| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## VAKUUMSKI SISTEM

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali tlačni)                                        |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, inertni plin (dušik))                                  |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |



| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

UNP

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali trdnostni)                                     |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, inertni plin (dušik))                                  |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |

| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## OLJNA INŠTALACIJA

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Preskušeni sistem</b><br>(sesalni ali tlačni vod)                                   |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(tesnostni ali tlačni)                                        |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, inertni plin, delovni medij)                           |  |
| <b>Delovni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                     |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(mbar, bar)                                                   |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |



| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tesnostni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                      | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                         | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

ZAPISNIK PRESKUSA

PARA

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                               |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                               |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, nazivni premer, dolžina)                    |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                               |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                      |  |
| <b>Vrsta preskusa</b><br>(preskus z vodo ali z zrakom)                                 |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                               |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak, voda)                                                  |  |
| <b>Načrtovani tlak</b><br>(bar)                                                        |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(bar)                                                         |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min, h)                                                       |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min, h)                                                     |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                      |  |
| <b>Temperatura okolice</b><br>(°C)                                                     |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                          |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                      |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                  |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b> |  |

| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Tlačni preskus z vodo uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                  | DA / NE |
| <b>Tlačni preskus z zrakom uspešen</b><br>(ustrezno obkroži)                | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije

## ZAPISNIK PRESKUSA

## PREZRAČEVANJE

Interna številka zapisnika:

| <b>1. Splošni podatki</b>                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projekt</b><br>(naslov projekta)                                                                                               |  |
| <b>Klasifikacija objekta</b><br>(vrsta objekta)                                                                                   |  |
| <b>Kratek opis projekta</b><br>(osnovni podatki o projektu)                                                                       |  |
| <b>Projektna dokumentacija</b><br>Projektant<br>Vrsta projektne dokumentacije<br>Odgovorni projektant<br>Številka načrta<br>Datum |  |
| <b>Investitor</b>                                                                                                                 |  |
| <b>Izvajalec</b>                                                                                                                  |  |
| <b>Nadzor</b>                                                                                                                     |  |
| <b>Upravnik</b>                                                                                                                   |  |

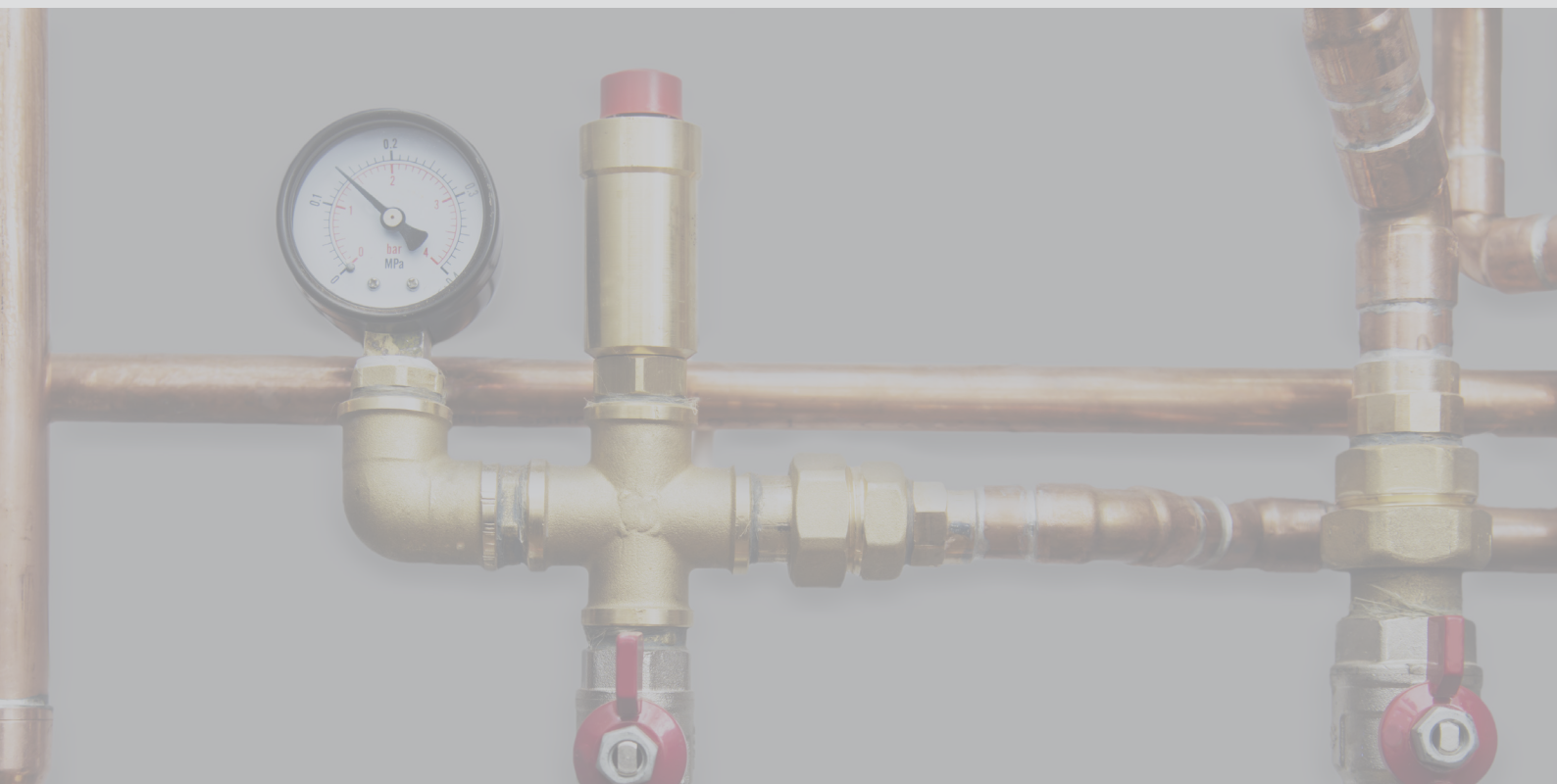
| <b>2. Podatki o preskušanem odseku napeljave/sistema</b>                                                                   |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Vrsta inštalacije</b>                                                                                                   |  |
| <b>Podatek o inštalaciji</b><br>(material, dimenzija kanala, dolžina, klasifikacija zračnega kanala, razdalja podpornikov) |  |
| <b>Preskušeni sistem</b>                                                                                                   |  |
| <b>Odsek preskušanega sistema</b>                                                                                          |  |
| <b>Metodologija preskusa</b><br>(preskus tesnosti)                                                                         |  |
| <b>Postopek preskusa</b>                                                                                                   |  |
| <b>Medij preskusa</b><br>(zrak)                                                                                            |  |
| <b>Preskusni tlak</b><br>(bar)                                                                                             |  |
| <b>Čas umirjanja</b><br>(min)                                                                                              |  |
| <b>Čas preskušanja</b><br>(min)                                                                                            |  |
| <b>Temperatura medija</b><br>(°C)                                                                                          |  |
| <b>Meteorološki pogoji v času preskusa</b><br>(temperatura, tlak, stanje vremena)<br>(°C, bar)                             |  |
| <b>Vizualni pregled spojev in inštalacije</b>                                                                              |  |
| <b>Padec tlaka</b><br>(mbar, bar)                                                                                          |  |
| <b>Merilni inštrument</b><br>(osnovni podatki o merilnem inštrumentu)                                                      |  |
| <b>Merilni pogrešek</b>                                                                                                    |  |
| <b>Navedba pravilnika, standarda, smernica tehničnega predpisa za izvedbo preskusa</b>                                     |  |



| <b>3. Poročilo</b>                                                          |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Rezultati preskusa</b>                                                   |         |
| <b>Opombe</b>                                                               |         |
| <b>Priloge</b><br>(obvezna shema preskusne inštalacije, fotografija, razno) |         |
| <b>Zrakotesnost prezračevalnih kanalov uspešna</b><br>(ustrezno obkroži)    | DA / NE |
| <b>Izvajalec</b><br>(podpis in žig)                                         |         |
| <b>Nadzor</b><br>(podpis in žig)                                            |         |
| <b>Upravljavec</b><br>(podpis in žig)                                       |         |
| <b>Izdelovalec zapisnika</b><br>(ime in priimek, funkcija, podpis)          |         |
| <b>Kraj in datum preskusa</b>                                               |         |

#### 4. Priloge

Shema preskusne inštalacije



**Inženirska zbornica Slovenije**  
Jarška cesta 10/b, Ljubljana  
1000 Ljubljana, Slovenija