

ing. Michal Vosáhlo  
Hátě 101, 26727 Skuhrov  
+420 608 133 950  
michal@vosahlo.eu

|  |                |                |            |         |           |
|--|----------------|----------------|------------|---------|-----------|
| MÍSTO STAVBY : KAMÝČKÁ 1176, PRAHA - SUCHDOL parc. č.1627/71   |                |                |            |         |           |
| OBJEDNATEL : ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE, FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ, KAMÝČKÁ 129, PRAHA - SUCHDOL |                |                |            |         |           |
| ŠÉFPROJEKTANT  | PROJEKTANT     | VYPRACOVAL     |            |         |           |
| Ing. Vladimír Čapka  | Michal Vosáhlo | Michal Vosáhlo |            |         |           |
| 2.10, 2.11, 2.12, 2.21   |                | ČÍSLO ZAKÁZKY  | 0224       |         |           |
|  |                | STUPEŇ         | DPS        |         |           |
|  |                | POČET FORMÁTŮ  | 13x A4     |         |           |
|  |                | DATUM          | DUBEN 2024 |         |           |
|  |                | MĚŘÍTKO        | -          |         |           |
| KÁ ZPRÁVA  |                | Č. KOPIE       | ČÁST       | PROFESE | Č.PŘÍLOHY |
|  |                |                | D.2.3      | RP      | 01        |

# 1 Úvod

Tato projektová dokumentace (dále jen PD) je určena výhradně pro účel, pro který byla zpracována (DPS/DVZ) a smí být použita pouze jako celek včetně všech příloh.

V průběhu realizace stavby je třeba neustále kontrolovat, zda nedošlo ke změně zadávacích parametrů nebo výkonových parametrů použitých zařízení, které by vedly k vybočení z hodnot uvedených dále, případně provést nové výpočty, kategorizace zařízení a příslušné úpravy PD.

Tato PD je vytvořena na základě požadavků a parametrů definovaných investorem. Převzetím a využitím projektové dokumentace investor souhlasí se zadáním a rozsahem PD tak, jak je uvedeno dále.

V případě zjištění rozporu mezi některými částmi PD je třeba kontaktovat zpracovatele pro stanovení správného postupu.

Tato projektová dokumentace není výrobní dokumentací potrubí ve smyslu ČSN EN 13480. Výrobní dokumentaci ve smyslu ČSN EN 13480 si zajišťuje výrobce, resp. dodavatel potrubního systému.

## 2 Záměna prvků

V souladu s ustanovením zák. 134/2016 Sb. může být zařízení, které je předmětem této PD, nahrazeno zařízením jiného výrobce, a to za podmínky splnění požadavků zák. 134/2016 Sb. §91, zajištění přepracování prováděcí dokumentace dle požadavků výrobců použitých zařízení a dodržení funkčních a bezpečnostních požadavků uvedených dále. Přepracování PD, v případě některých rozhodných parametrů vlivem použitého zařízení, zajišťuje dodavatel na vlastní náklad. Důkaz o souladu použitých zařízení s požadavky této PD a právními a technickými požadavky na zařízení se vztahujícími provádí dodavatel.

## 3 Identifikační údaje

### 3.1 Předmět díla

Rozvody plynů m.č. 2.21

### 3.2 Zpracovatel projektové dokumentace

Ing. Michal Vosáhlo

Hatě 101, 26726, Skuhrov-Hatě, IČ 69066230

odpovědný projektant

Ing. Michal Vosáhlo

ČKAIT 0013370, IT00, Technologická zařízení staveb

### 3.3 Investor

ČZU v Praze, Fakulta lesnická s dřevařská

Kamýcká 129, Praha - Suchdol

### 3.4 Místo stavby

Kamýcká 129, Praha – Suchdol parc. č.1627/71

## 4 Zadání

Zpracování projektové dokumentace rozvodů laboratorních plynů (Ar, N<sub>2</sub>) v laboratoři 2.21 v rozsahu DPS/DVZ. Rozsah projektovaných potrubních rozvodů je od napojení tlakových lahví po odběrové místo pro napojení laboratorního zařízení, napojení laboratorního zařízení není předmětem této PD.

### 4.1 Požadované parametry zařízení

| médium         | čistota | počet odběrných míst | maximální průtok | ukončení pro připojení    | poznámka  |
|----------------|---------|----------------------|------------------|---------------------------|---|
| (-)            | (-)     | (ks)                 | (Nml/h)          | lab. zařízení             |   |
| Ar             | 4.6     | 3                    | 250              | šroubení pro hadičku 6 mm | odběrná místa osadit odběrovými regulačními panely s nastavitelným přetlakem 0,5 – 10,5 bar |
| N <sub>2</sub> | 5.0     | 3                    | 250              | šroubení pro hadičku 6 mm | odběrná místa osadit odběrovými regulačními panely s nastavitelným přetlakem 0,5 – 10,5 bar |

### 4.2 Podklady

Stavební dispozice objektu

## 5 Kategorizace zařízení

Rozvod argonu a dusíku s přetlakem 20 bar a více **JE** vyhrazeným plynovým zařízením dle §5, odstavce 1, písmene f), plynové zařízení je zařazeno do I. třídy dle §6, odstavce 1, písmene h) dle n.v. 191/22 Sb. Nařízení vlády o vyhrazených technických plynových zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti, v platném znění.

## 6 Výpočty a bilance

### 6.1 Tlaková odolnost potrubí

Tlaková odolnost potrubí byla stanovena výpočtem zjednodušeným postupem dle ČSN EN 13480 pro statické zatížení. Cyklické zatížení se nepředpokládá.

| Vnější průměr | Materiál | Výpočtová teplota | Výpočtový tlak | Pevnost v tahu nebo mez kluzu | Koeficient bezpečnosti | Dovolené namáhání | Součinitel spoje | Min. výpočtová tloušťka stěny | Korozní a erozní přírůstek | Přírůstek na toleranci výroby | Přírůstek na změnu při výrobě | Min. požadovaná tloušťka stěny | Navržená tloušťka stěny |
|---------------|----------|-------------------|----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| (mm)          |          | (°C)              | (MPa)          | (MPa)                         | (-)                    | (MPa)             | (-)              | (mm)                          | (mm)                       | (mm)                          | (mm)                          | (mm)                           | (mm)                    |
| 6.0           | 1.4301   | 20                | 2.5            | 470                           | 3                      | 156.7             | 1.00             | 0.05                          | 0.05                       | 0.20                          | 0.00                          | <b>0.30</b>                    | <b>1.00</b>             |

### 6.2 Předpokládaná přibližná tlaková ztráta rozvodů

Pro výpočet tlakové ztráty bylo využito vztahu  $\Delta p = f_D \frac{L_e}{D_h} \rho \frac{v^2}{2}$

Pro stanovení součinitele tření bylo využito korelace dle Tkachenko – 2020.

Stavové veličiny plynů jsou vypočteny pomocí knihovny CoolProp.

### Hlavní rozvody:

|       |              |             |            |             |                |              |               |              |               |             |
|-------|--------------|-------------|------------|-------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-------------|
| Argon | OD<br>(mm)   | s<br>(mm)   | Dh<br>(mm) | Le<br>(m)   | Qn<br>(NI/min) | WP<br>(bara) | WT<br>(°C)    | k<br>(mm)    | ρn<br>(kg/m³) | m<br>(kg/s) |
| Argon | 6.00         | 1.00        | 4.00       | 10.00       | 100.00         | 15.00        | 15.00         | 0.05         | 1.69          | 0.0028      |
| Ar    | ρ<br>(kg/m³) | v<br>(m³/s) | η<br>(Pas) | v<br>(m²/s) | Re<br>(-)      | λ<br>(-)     | Δp<br>(Pa)    | Δp<br>(bar)  | Δp<br>(%)     |             |
|       | 25.28        | 8.84        | 2.2E-05    | 8.8E-07     | 40191          | 0.042        | <b>104265</b> | <b>1.043</b> | <b>7.4</b>    |             |

|          |              |             |            |             |                |              |              |              |               |             |
|----------|--------------|-------------|------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Dusík    | OD<br>(mm)   | s<br>(mm)   | Dh<br>(mm) | Le<br>(m)   | Qn<br>(NI/min) | WP<br>(bara) | WT<br>(°C)   | k<br>(mm)    | ρn<br>(kg/m³) | m<br>(kg/s) |
| Nitrogen | 6.00         | 1.00        | 4.00       | 10.00       | 100.00         | 15.00        | 15.00        | 0.05         | 1.18          | 0.0020      |
| N2       | ρ<br>(kg/m³) | v<br>(m³/s) | η<br>(Pas) | v<br>(m²/s) | Re<br>(-)      | λ<br>(-)     | Δp<br>(Pa)   | Δp<br>(bar)  | Δp<br>(%)     |             |
|          | 17.61        | 8.90        | 1.8E-05    | 1.0E-06     | 35731          | 0.042        | <b>73829</b> | <b>0.738</b> | <b>5.3</b>    |             |

### Potrubí od pojistných ventilů po napojení na společné odvětrací potrubí:

|       |              |             |            |             |                |              |              |              |               |             |
|-------|--------------|-------------|------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Argon | OD<br>(mm)   | s<br>(mm)   | Dh<br>(mm) | Le<br>(m)   | Qn<br>(NI/min) | WP<br>(bara) | WT<br>(°C)   | k<br>(mm)    | ρn<br>(kg/m³) | m<br>(kg/s) |
| Argon | 21.30        | 1.60        | 18.10      | 3.00        | 1850.00        | 1.00         | 15.00        | 0.05         | 1.69          | 0.0520      |
| Ar    | ρ<br>(kg/m³) | v<br>(m³/s) | η<br>(Pas) | v<br>(m²/s) | Re<br>(-)      | λ<br>(-)     | Δp<br>(Pa)   | Δp<br>(bar)  |               |             |
|       | 1.67         | 121.03      | 2.2E-05    | 1.3E-05     | 166339         | 0.026        | <b>53540</b> | <b>0.535</b> |               |             |

|          |              |             |            |             |                |              |              |              |               |             |
|----------|--------------|-------------|------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Dusík    | OD<br>(mm)   | s<br>(mm)   | Dh<br>(mm) | Le<br>(m)   | Qn<br>(NI/min) | WP<br>(bara) | WT<br>(°C)   | k<br>(mm)    | ρn<br>(kg/m³) | m<br>(kg/s) |
| Nitrogen | 21.30        | 1.60        | 18.10      | 3.00        | 1850.00        | 1.00         | 15.00        | 0.05         | 1.18          | 0.0364      |
| N2       | ρ<br>(kg/m³) | v<br>(m³/s) | η<br>(Pas) | v<br>(m²/s) | Re<br>(-)      | λ<br>(-)     | Δp<br>(Pa)   | Δp<br>(bar)  |               |             |
|          | 1.17         | 121.03      | 1.7E-05    | 1.5E-05     | 147843         | 0.027        | <b>37672</b> | <b>0.377</b> |               |             |

### Společné odvětrací potrubí:

|       |              |             |            |             |                |              |              |              |               |             |
|-------|--------------|-------------|------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Argon | OD<br>(mm)   | s<br>(mm)   | Dh<br>(mm) | Le<br>(m)   | Qn<br>(NI/min) | WP<br>(bara) | WT<br>(°C)   | k<br>(mm)    | ρn<br>(kg/m³) | m<br>(kg/s) |
| Argon | 33.70        | 1.60        | 30.50      | 8.00        | 4000.00        | 1.00         | 15.00        | 0.05         | 1.69          | 0.1124      |
| Ar    | ρ<br>(kg/m³) | v<br>(m³/s) | η<br>(Pas) | v<br>(m²/s) | Re<br>(-)      | λ<br>(-)     | Δp<br>(Pa)   | Δp<br>(bar)  |               |             |
|       | 1.67         | 92.16       | 2.2E-05    | 1.3E-05     | 213432         | 0.023        | <b>43111</b> | <b>0.431</b> |               |             |

Celková tlaková ztráta na potrubí od pojistných ventilů nepřesáhne 5%  $p_{set.}$ , což vyhovuje doporučení s dostatečnou rezervou.

### 6.3 Tepelná dilatace potrubí

Tepelná dilatace potrubí bude zajištěna přirozenými kompenzátory vzniklými změnami směru potrubí a vhodným způsobem kotvení. Jedná se o prostředí s řízeným klimatem.

| vnější průměr<br>(mm) | kompenzovaná délka<br>(m) | instalační teplota<br>(°C) | min. provozní teplota<br>(°C) | max. provozní teplota<br>(°C) | kompenzovaný tep. rozdíl<br>(K) | součinitel tep. roztažnosti<br>(K <sup>-1</sup> ) | roztážení<br>(mm) | modul pružnosti<br>(GPa) | dovolené namáhání<br>(MPa) | součinitel cykl. namáhání<br>(-) | součinitel svaru<br>(-) | min. délka komp. ramene<br>(mm) |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 6.0                   | 0.5                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.04              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>100</b>                      |
| 6.0                   | 1.0                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.09              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>100</b>                      |
| 6.0                   | 2.0                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.17              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>100</b>                      |
| 6.0                   | 4.0                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.34              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>100</b>                      |
| 21.3                  | 0.5                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.04              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>100</b>                      |
| 21.3                  | 1.0                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.09              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>100</b>                      |
| 33.7                  | 1.0                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.09              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>200</b>                      |
| 33.7                  | 2.0                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.17              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>200</b>                      |
| 33.7                  | 5.0                       | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.43              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>300</b>                      |
| 33.7                  | 10.0                      | 20                         | 15                            | 25                            | 5                               | 0.017   | 0.85              | 200.0                    | 150.0                      | 1.00                             | 1.00                    | <b>400</b>                      |

## 7 Technické řešení

### 7.1 Pracovní látky

Zde jsou uvedené základní charakteristiky zpracovávaných médií. Podrobné informace jsou k nalezení v bezpečnostních listech, které jsou k dispozici u dodavatele plynu nebo z veřejných zdrojů. Parametry zdrojových lahví jsou uvedeny pro typický produkt na trhu. Parametry lahví a typ specifických konektorů pro připojení lahví musí být před instalací ověřen u vybraného dodavatele plynu.

#### 7.1.1 Argon plyn Ar

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| charakteristika               | stlačený plyn, inertní                    |
| čistota                       | 4.6                                       |
| zdroj                         | tlaková lahev k dopravě plynu 50l/200 bar |
| skladované množ.              | 10 m <sup>3</sup>                         |
| připojení lahve               | DIN477-FA6                                |
| pracovní přetlak (WP)         | 14 bar                                    |
| nastavení poj. ventilu (MAWP) | 21 bar                                    |
| DN rozvodu                    | 4   |
| PN rozvodu                    | 25  |

#### 7.1.2 Dusík plyn N<sub>2</sub>

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| charakteristika               | stlačený plyn, inertní                    |
| čistota                       | 5.0                                       |
| zdroj                         | tlaková lahev k dopravě plynu 50l/200 bar |
| skladované množ.              | 10 m <sup>3</sup>                         |
| připojení lahve               | DIN477-FA1                                |
| pracovní přetlak (WP)         | 14 bar                                    |
| nastavení poj. ventilu (MAWP) | 21 bar                                    |

|            |    |
|------------|----|
| DN rozvodu | 4  |
| PN rozvodu | 25 |

## 7.2 Potrubní rozvod argonu

Zdrojem argonu je ocelová tlaková lahev k dopravě plynu 50 l/200 bar, která je pomocí připojovací spirály připojena k jednostupňovému zdrojovému redukčnímu panelu, kde dochází k redukci zdrojového přetlaku na požadovaný pracovní přetlak v rozvodu. Redukční panel je vybaven uzavíracími ventily umožňujícími odtlakování a bezpečnou výměnu tlakové lahve a uzavření průtoku směrem ke spotřebiči. Součástí zdrojového panelu je také pojistný ventil jistící potrubní rozvod. Dále je plyn veden rozvodem nad stolem, kde jsou umístěny tři odběrové redukční panely. Odběrové redukční panely jsou vybaveny jednostupňovým redukčním ventilem, uzavíracím ventilem a indikačním manometrem. Výstup panelu je vybaven šroubením pro pneumatickou hadičku 6 mm. Zajištění tlakových lahví musí odpovídat požadavkům ČSN 078304.

Všechny části zařízení musí odpovídat fyzikálním a chemickým vlastnostem pracovního média a MAWP v daném úseku zařízení.

## 7.3 Potrubní rozvod dusíku

Zdrojem dusíku je ocelová tlaková lahev k dopravě plynu 50 l/200 bar, která je pomocí připojovací spirály připojena k jednostupňovému zdrojovému redukčnímu panelu, kde dochází k redukci zdrojového přetlaku na požadovaný pracovní přetlak v rozvodu. Redukční panel je vybaven uzavíracími ventily umožňujícími odtlakování a bezpečnou výměnu tlakové lahve a uzavření průtoku směrem ke spotřebiči. Součástí zdrojového panelu je také pojistný ventil jistící potrubní rozvod. Dále je plyn veden rozvodem nad stolem, kde jsou umístěny tři odběrové redukční panely. Odběrové redukční panely jsou vybaveny jednostupňovým redukčním ventilem, uzavíracím ventilem a indikačním manometrem. Výstup panelu je vybaven šroubením pro pneumatickou hadičku 6 mm. Zajištění tlakových lahví musí odpovídat požadavkům ČSN 078304.

Všechny části zařízení musí odpovídat fyzikálním a chemickým vlastnostem pracovního média a MAWP v daném úseku zařízení.

## 7.4 Odvětrací potrubí

Odvětrání od odtlakovacích pojistných ventilů jsou sdružena do jednoho potrubí, které je vyvedeno do vnějšího prostředí. Provedení odvětracích potrubí nesmí omezit funkci pojistných ventilů. Připojení jednotlivých potrubí do společné části musí být provedeno tak, aby proud plynu byl usměrněn směrem do vnějšího prostředí (není přípustné kolmé radiální napojení). Odvětrací potrubí musí být zakončeno tak, aby bylo zabráněno vnikání nečistot a srážkové vody do potrubí a byl zajištěn dobrý rozptyl odvětraného plynu. Odvětrací potrubí provést spádované směrem do vnějšího prostoru.

## 7.5 Provedení potrubních rozvodů, armatur a technologických zařízení

Napojení pojistných ventilů musí být provedeno tak, aby nedošlo k omezení jejich funkce a kapacity a navýšení otevíracího přetlaku.

Instalace a provedení potrubí musí být provedena v souladu ČSN EN 13480.

Potrubní materiál musí odpovídat ČSN EN 13 348. Potrubní materiál a technologická zařízení musí být před instalací, v průběhu instalace i po instalaci chráněn před kontaminací.

Při dělení potrubního materiálu musí být zajištěna trvalá možnost identifikace materiálu buď zachováním původních značek nebo jejich přenesením. Způsob přenesení značek nesmí negativně ovlivňovat vlastnosti materiálu (například tvorba vrubů).

Spoje na tlakové části potrubích rozvodů budou provedeny pomocí šroubení se svěrným prstencem. Spoje na odvětracím potrubí budou provedeny svařováním.

Svarové spoje na potrubí musí být provedeny v ČSN EN 13480. Spoje musí být provedeny v ochranné plynové atmosféře. Musí být zajištěno trvalé čištění vnitřního povrchu potrubí ochranným plynem. Přídatné materiály musí mít dokumentaci dle ČSN EN 10204 a musí být prokázáno, že jsou způsobilé pro použití se základním materiálem. Pro provedení spojů musí být zpracovány technologické postupy a kvalifikace pracovníků musí odpovídat ČSN EN 287 a ČSN EN 719.

Svářečské práce musí být kontrolovány svářečským dozorem. Práce nesmí být prováděny při nevhodných klimatických podmínkách. Svary na potrubí podrobeny NDT VT, a to v rozsahu 100%, požadavek se netýká odvětracího potrubí v exteriéru.

Kotvení potrubí musí být provedeno tak, aby se zabránilo prohnutí nebo deformaci. Kotvení musí zajistit, aby potrubí nemohlo být náhodně vychýleno ze své polohy. V místech křížení s jiným vedením musí být potrubí kotveno v blízkosti tohoto křížení. Kotvení zařízení musí být provedeno v souladu s požadavky ČSN EN 13480, třída podpěr S1. Potrubní rozvody budou kotveny na zeď pomocí vhodného kotevního systému dle preference dodavatele. Max. kotevní vzdálenosti jsou uvedené v tabulce dále. Odvětrací potrubí musí být kotvena s ohledem na směr působení reakčních sil, a to v těsné blízkosti místa vyústění do atmosféry. Musí být zvolena vhodná kombinace pevných a kluzných uložení tak, aby byla zajištěna možnost tepelné dilatace potrubí. Provedení pevných a kluzných bodů musí být v souladu s dokumentací výrobce kotevního systému. Materiál kotevních prvků musí být zvolen tak, aby bylo zabráněno vzniku elektrochemické koroze, a s ohledem na pracovní teplotu v daném úseku potrubí, případně musí být použity vhodné izolační podložky.

Ostatní technologická zařízení musí být kotvena způsobem odpovídajícím jejich hmotnosti a únosnosti nosné konstrukce. Pro kotvení bude využito vhodných expanzních nebo chemických kotev dle preference dodavatele. Při návrhu a instalaci kotevního systému musí být dodržena doporučení výrobce systému a respektovány požadavky uvedené výše.

| Vnější průměr trubky<br>mm | Maximální vzdálenost mezi podpěrami<br>m |
|----------------------------|--|
| ≤ 20                       | 1,5                                      |
| > 20 až 28                 | 2,0                                      |
| > 28 až 54                 | 2,5                                      |
| > 54                       | 3,0                                      |

Při dělení potrubního materiálu musí být zajištěna trvalá možnost identifikace materiálu buď zachováním původních značek nebo jejich přenesením. Způsob přenesení značek nesmí negativně ovlivňovat vlastnosti materiálu (například tvorba vrubů).

Průchody potrubí stavebními konstrukcemi budou provedeny za pomoci chrániček s přesahem min. 50 mm na každé straně, potrubí musí být v chráničce vycentrováno tak, aby byla zajištěna možnost volné dilatace všemi směry. V případě průchodu potrubí do vnějšího prostoru nebo v jiných odůvodněných případech bude prostor mezi chráničkou a potrubím vyplněn trvale pružným tmelem. Průchody potrubí požárně dělícími konstrukcemi musí být provedeny pomocí certifikovaného systému protipožárních ucpávek, provedení ucpávek musí být v souladu s právními předpisy, technickými normami, doporučením výrobce a technickou zprávou PBŘ.

## 7.6 Značení

Značení potrubí bude provedeno v souladu s místními zvyklostmi. Potrubí musí být označeno názvem / symbolem plynu a směrem proudění, a to v blízkosti armatur, dělících konstrukcí a technologických zařízení. Vzdálenost dvou značení nesmí být větší než 10 m. Velikost a provedení značení potrubí musí být zvoleno s ohledem na dobrou čitelnost a trvanlivost.

Prostor, v němž jsou umístěny tlakové lahve, musí být označen v souladu s požadavky ČSN 078304.

## 7.7 Povrchové úpravy, ochrana proti korozi

Předpokládá se použití nerezového potrubí bez povrchové úpravy. Bude-li zvoleno potrubí opatřené povrchovým nátěrem z důvodu identifikace pracovního média, musí být barevné značení provedeno v souladu s ČSN EN ISO 5359 nebo v souladu s interním předpisem provozovatele.

Veškeré pomocné ocelové konstrukce budou provedeny přednostně z nerezové oceli, v odůvodněných případech je možné použít ocelové konstrukce opatřené povrchovou úpravou žárovým nebo galvanickým zinkováním.

## 7.8 Uzemnění a pospojování, ochrana proti negativním účinkům blesku

Potrubní rozvody a technologická zařízení musí být chráněna proti negativním účinkům blesku a účinkům statické elektřiny. Všechny části potrubních rozvodů musí být vodivě pospojovány a uvedeny na shodný potenciál s okolními kovovými konstrukcemi. Uzemnění potrubí a elektroinstalace v jeho blízkosti musí odpovídat požadavkům platných právních a technických předpisů.

## 8 Zkoušky zařízení, uvedení do provozu

Před uvedením zařízení do provozu musí být zejména provedeno:



- kontrola dokumentace jednotlivých částí technologického souboru s důrazem na vhodnost jejich použití a tlakovou odolnost,
- zkouška celistvosti a těsnosti potrubního rozvodu,
- výchozí revize vyhrazených technických zařízení,
- zaškolení osob odpovědných za provoz zařízení.

Zhotovitel je povinen dodat provozovateli kompletní technickou dokumentaci pro zajištění bezpečného a spolehlivého provozu zařízení, zejména:

- dokumentaci potvrzující splnění požadovaných technických parametrů a legislativních požadavků,
- návody k obsluze zařízení,
- servisní příručky a plán údržby zařízení.

Předané dokumentace musí být v českém jazyce.

## 8.1 Zkoušky zařízení

Z důvodu zachování vnitřní čistoty potrubí budou zkoušky celistvosti a těsnosti provedeny inertním plynem. Zkoušky prováděné na vyhrazeném zařízení I. třídy musí být vykonány za dohledu pracovníka technické inspekce.

Zkoušku celistvosti prefabrikovaných částí systému je možno nahradit protokolem o zkoušce celistvosti (pevnosti) po výrobě. Zkouška po výrobě musí být provedena minimálně v rozsahu předepsaném pro zkoušku celistvosti (pevnosti) výše. Dalším zkouškám musí být systém podroben jako celek.

## 8.2 Pneumatická zkouška celistvosti a těsnosti potrubního rozvodu argonu a dusíku

Pneumatická zkouška celistvosti (pevnosti) vysokotlaké části zdroje argonu a dusíku bude nahrazena prohlášením shody od výrobce.

Pneumatická zkouška celistvosti (pevnosti) potrubního rozvodu argonu a dusíku bude provedena minimálně přetlakem 30 bar, postup provedení zkoušek je popsán v ČSN EN 13480-5:2018.

Pneumatická zkouška těsnosti rozvodu argonu a dusíku bude provedena podle technologického postupu zpracovaného dodavatelem. Tlaková zkouška těsnosti musí odpovídat pravidlům GEP. Zkouška bude provedena maximálním pracovním přetlakem (nastavení pojistného ventilu). Z důvodu zachování těsnosti instalovaných pojistných ventilů může být zkušební přetlak v těchto úsecích snížen o 10 %. Doba zkoušky musí být minimálně 12 hodin. Typický postup provedení zkoušky včetně postupu jejího vyhodnocení je popsán například v ČSN 078304.

## 8.3 Uvedení do provozu

Rozvody musí být před uvedením do provozu řádně propláchnuty a zbaveny zbytkové vzdušné vlhkosti. Proplach rozvodů provede zhotovitel podle technologického postupu, který má pro tuto činnost zpracován. Technologický postup musí respektovat požadovanou čistotu provozního média.

## 9 Bezpečnost práce a kvalifikační požadavky

### 9.1 Bezpečnostní koncept

Zařízení je navrženo jako bezpečné v případě jedné závady, požár nebo mechanické porušení potrubí jsou považovány za katastrofickou událost, ne stav závady. Koncepce bezpečnosti a přijatá technická opatření jsou zvolena s ohledem na laboratorní charakter provozu zařízení a na vysokou kvalifikaci obsluhy zařízení. Zařízení se nachází v prostoru s řízeným a omezeným přístupem a je tak zajištěna ochrana před manipulací nepovolanými osobami.

### 9.2 Maximální pracovní přetlak

Nepřekročení max. pracovního přetlaku jednotlivých částí technologického zařízení je realizováno osazením mechanických pojistných ventilů a pojistných zařízení. Provedení pojistných ventilů musí odpovídat ČSN EN ISO 4126-1.

### 9.3 Nebezpečí vzniku nedýchatelné atmosféry

Vznik nedýchatelné atmosféry hrozí především z důvodu úniku provozních plynů vlivem netěsnosti potrubí. Vzhledem k měrné hustotě argonu je nutno předpokládat, že se plyn v prostoru nerozptýlí rovnoměrně a bude se držet spíše u podlahy. U dusíku bude rozptýl rovnoměrnější se zvýšenou koncentrací u stropu.

#### 9.3.1 Odhad nebezpečí vzniku atmosféry ochuzené o kyslík

Za nevyhovující se považuje atmosféra s obsahem kyslíku 19 % vol. a méně.

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| objem místnosti                          | cca 110 m <sup>3</sup>              |
| objem plynu v jedné lahvi                | 10 m <sup>3</sup>                   |
| objem kyslíku v místnosti po úniku       | $((110-10)*0,21)= 21 \text{ m}^3$   |
| koncentrace kyslíku v místnosti po úniku | $(21/110)*100= 19,0\% \text{ vol.}$ |

v případě úniku obou lahví (20 m<sup>3</sup>) bude výsledná koncentrace cca 17,0% vol.

V případě úniku celého objemu jedné instalované tlakové lahve nedojde ke snížení koncentrace pod vyhovující hodnotu, při úniku plynu z obou lahví a nefunkční ventilaci hrozí vznik atmosféry ochuzené o kyslík. Scénář s únikem celého objemu tlakových lahví do prostoru laboratoře ve spojení se situací nefunkční vzduchotechniky je vysoce nepravděpodobný. Je třeba brát zřetel na specifickou hustotu argonu.

Dle stanoviska KHS Středočeského kraje tato koncentrace kyslíku nepředstavuje přímé ohrožení lidského zdraví, představuje zatížení organismu odpovídající výskytu v nadmořské výšce cca 1700 až 2600 m a práce v takovémto prostředí je zařazena do kategorie 3 dle vyhl. 432/2003 Sb. v platném znění.

#### 9.3.2 Přijatá opatření

Prostor je přímo větratelný. V prostoru je strojním větráním zajištěna trvalá dvojnásobná výměna vzduchu.

Všechny nepřipojené vývody plynů musí být opatřeny plynotěsnou záslepkou. Všechny odtlakovací a pojistné ventily budou vyvedeny na bezpečné místo mimo budovu.

V případě, že není prováděn odběr konkrétního plynu, musí obsluha uzavřít příslušný lahvový ventil.

Doporučuje se zavést systém informování obsluhy v případě nefunkční VZT a v tomto případě omezit provoz zařízení, případně zajistit dostatečné větrání prostoru jiným vhodným způsobem.

Doporučuje se provádění preventivních kontrol těsnosti zařízení nad rámec legislativní povinnosti, interval kontrol a způsob jejich provedení určí provozovatel zařízení na základě doporučení dodavatele, provozních zkušeností a provedené analýzy rizik.

#### **9.4 Obecné kvalifikační a bezpečnostní požadavky**

Provedení, instalace a provoz technologických zařízení musí odpovídat požadavkům zákona 309/2006 Sb. Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy, v platném znění, nařízení vlády 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, v platném znění a nařízení vlády 101/2005 Sb. Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí, v platném znění.

Montáž, opravy, revize, zkoušky vyhrazených technických zařízení jsou oprávněny vykonávat pouze odborně způsobilé právnické osoby a podnikající fyzické osoby. Právnická osoba může vykonávat činnost podle věty první, zabezpečí-li její výkon odborně způsobilou fyzickou osobou pro danou činnost. To platí i pro podnikající fyzickou osobu, která sama nesplňuje požadavky na odbornou způsobilost.

Provozovatel vyhrazeného technického zařízení provede opatření nezbytná k zajištění toho, aby po celou dobu provozu bylo vyhrazené technické zařízení udržováno ve stavu splňujícím požadavky zvláštního právního předpisu, zajistí odborně způsobilou obsluhu, neprodleně odstraňuje závady a provádí opatření, aby se předešlo ohrožení života, zdraví a bezpečnosti osob, majetku nebo životního prostředí.

Vyhrazená technická zařízení musí být podrobována pravidelným kontrolám, revizím a zkouškám.

#### **9.5 Zbytková rizika**

Tato projektová dokumentace byla vytvořena s respektováním platných právních a technických předpisů v době jejího vzniku a na základě principů GEP, přesto nemůže zcela vyloučit rizika vyplývající z provozu tohoto zařízení (zbytková rizika). Jedná se zejména o:

- vysoký přetlak plynu,
- manipulace s těžkými břemeny,
- uklouznutí, upadnutí.

Pro snížení pravděpodobnosti výskytu nebezpečných situací vyplývajících ze zbytkových rizik je provozovatel povinen přijmout soubor technicko-organizačních opatření vedoucích k zajištění bezpečnosti provozu zařízení a splnění požadavků místně platných právních a technických předpisů pro provoz daného typu zařízení.

Provozovatel zajistí osazení vstupu do laboratoře bezpečnostními tabulkami a to minimálně:

- zákaz vstupu nepovolaných osob,

- zákaz vstupu a manipulace s otevřeným ohněm,
- značení prostoru s umístěnými tlakovými lahvemi v souladu s požadavky ČSN 078304, příloha A,
- další tabulky dle požadavku analýzy rizik a dalších částí PD.

## 9.6 Provoz zařízení

Provoz zařízení se řídí zejména ustanoveními n.v. 191/2022 Sb a ČSN 386405.

Provozovatel je povinen zajistit, aby bylo vyhrazené technické zařízení používáno pouze pokud je vyloučen stav ohrožující bezpečnost práce a provozu. Za stav ohrožující bezpečnost práce a provozu vyhrazeného technického zařízení se považuje:

- provoz vyhrazeného technického zařízení, u něhož není doložena zpráva o provedené revizi, která byla provedena ve stanovených lhůtách a rozsahu nebo není doložen ve stanovených případech souhlas, vydaný pověřenou organizací, že předmětné zařízení je schopno bezpečného provozu,
- provoz vyhrazeného technického zařízení v rozporu s průvodní nebo provozní dokumentací,
- chybí-li průvodní dokumentace nebo provozní dokumentace k vyhrazenému technickému zařízení, pokud byla vydána.

Provozovatel je povinen zajistit, aby u jím provozovaného vyhrazeného technického zařízení byly odstraněny závady ohrožující bezpečný a spolehlivý provoz, zjištěné při revizi nebo kontrole, a to bez zbytečného odkladu po vyhotovení revizní zprávy, záznamu o kontrole nebo po provedení kontroly. Ostatní závady musí být odstraněny v závislosti na míře jejich závažnosti v termínech uložených v opatření orgánu inspekce práce na základě jeho kontroly, není-li takové kontroly v termínech stanovených provozovatelem.

Osobu odpovědnou za provoz vyhrazeného technického zařízení určí provozovatel tohoto zařízení, který odpovídá za její seznámení s požadavky právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci pro příslušné zařízení.

Obsluha zařízení musí být starší 18-ti let, musí splňovat odbornou způsobilost, musí se jednat o osobu zdravotně způsobilou, prakticky zacvičenou, zaškolenou a přezkoušenou. Pracovníci pověřeni obsluhou zařízení musí být provozovatelem seznámeni s předpisy pro obsluhu a se souvisejícími bezpečnostními předpisy, s požárním řádem, poplachovými směrnicemi a musí být zaškoleni v obsluze těchto zařízení. Před pověřením samostatnou obsluhou zařízení musí být provozovatelem přezkoušeni. Pracovníci musí mít k dispozici vhodné OOP.

Provozovatel je zejména povinen:

- zajistit, aby technologická zařízení a pracoviště byla vybavena bezpečnostními značkami, v provedení a umístění dle nařízení vlády 375/2017 Sb.,
- zajistit, aby kontroly a provozní revize byly vykonávány podle zvláštních předpisů, popřípadě návodů a pokynů výrobce a dodavatele,
- zajistit, aby montáž a opravy vyhrazených technických zařízení vykonávala jen oprávněná organizace a obsluhu zařízení jen odborně způsobilí pracovníci,

- vypracovat místní provozní řád podle podkladů v projektové a dodavatelské dokumentaci, návodů výrobce a na základě zkušeností z provozu, v termínu daném zvláštním právním předpisem,
- vést předepsanou technickou dokumentaci, evidenci zařízení a uschovat doklady stanovené právními předpisy nebo technickými normami,
- určit obsah seznámení a délku (osnovu) zaškolení s ohledem na charakter a rozsah vykonávané činnosti na daném druhu zařízení a ověřovat znalosti pracovníků obsluhy v rozsahu a termínech daných zvláštním právním předpisem.

Při provozu zařízení je zejména třeba:

- neprovádět opravy a zásahy do zařízení pod tlakem,
- v případě poruchy zařízení okamžitě odstavit z provozu a zajistit jeho opravu,
- všechny armatury zařízení musí být ovládány pomalu a přiměřenou silou,
- řídit se návodem předaným výrobcem/dodavatelem zařízení,
- dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci s těžkými předměty.

## **10 Požadavky na ostatní profese**

### **10.1 Stavba**

Bez požadavku

### **10.2 Vzduchotechnika a vytápění**

Zajistit větrání místnosti dle kapitoly 9.3.2 této PD.

### **10.3 Zdravotechnika**

Nejsou požadavky.

### **10.4 Elektroinstalace silnoprůd**

Zajistit osvětlení v místě umístění ovládacích prvků min. 300 lux.

Zajistit uzemnění a pospojování technologických zařízení a kovových konstrukcí.

Zajistit ochranu zařízení před účinky úderu blesku a statické elektřiny.

Bližší informace jsou uvedeny v textu této PD.

### **10.5 Elektroinstalace slaboprůd, MaR, EPS**

Bez požadavku

### **10.6 Požárně-bezpečnostní řešení**

Určení množství, typu a rozmístění hasicích přístrojů.

Určit parametry prostupů potrubí požárně dělicími konstrukcemi.

## **11 Použitá literatura**

### **11.1 Právní předpisy**

Směrnice 2014/68/EU – SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání tlakových zařízení na trh.

Zákon 309/2006 Sb. – Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), v platném znění.

Zákon 250/2021 Sb. – Zákon o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení a o změně souvisejících zákonů, v platném znění.

Nařízení vlády 191/2022 Sb – Nařízení vlády o vyhrazených technických plynových zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti, v platném znění.

Nařízení vlády 101/2005 Sb. – Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí, v platném znění.

Nařízení vlády 375/2017 Sb. – Nařízení vlády o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů, v platném znění.

Nařízení vlády 361/2007 Sb. – Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, v platném znění.

## **11.2 Technické normy**

ČSN EN 13480 – Kovová průmyslová potrubí.

ČSN EN 12464-1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovišť – Část 1: Vnitřní pracoviště

ČSN 078304 – Tlakové nádoby na plyny – Provozní pravidla

ČSN 386405 – Plynová zařízení zásady provozu

ČSN 01 8003 – Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích.

## **11.3 Ostatní zdroje**

Katalogové listy výrobců, veřejně dostupné informační zdroje