

Paré:

Místo stavby:	Budova ZB, Plzeň	Katastrální území:	Plzeň	Hlavní projektant:	
Název stavby:	Modernizace stanice technických plynů a skladu hořlavin; venkovní zásobníky vodíku			Ing. Pavel Krejčí Rabštejnská 19 323 00 Plzeň	
SO, PS:	D.2 Dokumentace technických a technologických zařízení D.2.1 Rozvod vodíku Technická zpráva			Objednatel: Povodí Vltavy, státní podnik Holečkova 3178/8 150 00 Praha	
Projektant SO, PS:	Vypracoval:			Stupeň:	Pořadové číslo: 01
Ing. František Žežule K Letišti 908 339 01 Klatovy 2	Ing. František Žežule <u>Zodpovědný projektant:</u> Ing. František Žežule			Datum:	
				Měřítko:	

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Stávající stav.....	3
3. Navrhované řešení.....	3
3.1. Zdroj vodíku.....	3
3.2. Koncepce rozvodů vodíku.....	4
3.3. Požadavky na ostatní profese.....	4
3.3.1. Požárně bezpečnostní řešení:.....	4
3.3.2. Stavba.....	5
3.3.3. Silnoproud.....	5
3.3.4. Měření a regulace.....	5
3.4. Uzavírací armatury	5
3.5. Technická data rozvodů vodíku.....	5
3.6. Montáž potrubí.....	5
3.7. Značení a barevné označení potrubí	6
3.7.1. Značení potrubí plynů	6
3.7.2. Barevné označení potrubí technických plynů.....	6
4. Zkoušení, převzetí zařízení do užívání	6
4.1. Zkouška pevnosti.....	7
4.2. Zkouška těsnosti.....	7
4.3. Předání rozvodů vodíku.....	8
4.4. Závěr.....	8
5. Hygiena, bezpečnost práce a protipožární ochrana.....	8
6. Odpadové hospodářství.....	9

1. ÚVOD

Předmětem projektu je umístění dvou takových lahví vodíku do nového venkovního skladu poblíž tlakové odpařovací stanice dusíku vedle budovy státního podniku Povodí Vltavy č.p. 2430/14 na Denisově nábřeží v Plzni. Důvodem stavby je vymístění dvou tlakových lahví vodíku ze stávajícího skladu technických plynů v 1. PP budovy do venkovního prostředí do nového skladu vně budovy a tím docílit zvýšení bezpečnosti. Zároveň s přemístěním skladu vodíku bude zhotoven i nový rozvod vodíku v budově.

2. STÁVAJÍCÍ STAV

V současnosti jsou dvě tlakové lahve vodíku, každá o objemu 50 litrů skladovány spolu s ostatními technickými plyny (helium, dusík, syntetický vzduch) v místnosti L009 – Sklad laboratoře. Místnost je samostatným požárním úsekem. Společně s tlakovými lahvemi vodíku byl v místnosti umístěn i redukční panel, ke kterému byla připojena jedna tlaková lahev vodíku. Druhá lahev sloužila jako pohotovostní rezerva. V redukčním panelu vodíku byl tlak vodíku redukován z původního tlaku 30 Mpa na 1,25 Mpa. Redukční panel je vybaven odlehčovacím a proplachovým potrubím, regulátor tlaku je vybaven pojistným ventilem. Odvětrací a odfukové potrubí redukčního panelu je vyvedeno na fasádu vně budovy. Odběrové potrubí vodíku $\phi 8 \times 1,0$ mm z materiálu nerez je vyvedeno ze skladu rovněž na fasádu objektu a rozvedeno do dvou laboratoří. Sklad i laboratoře jsou vybaveny detekcí úniků vodíku, která na případný únik upozorní obsluhu.

3. NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

Pro zvýšení bezpečnosti je navrženo umístění tlakových lahví vodíku do nového venkovního skladu. Nový venkovní sklad pro dva kusy tlakových lahví vodíku včetně redukčního panelu je navržen jako otevřený (pouze střecha a tři pevné stěny) v oploceném prostoru tlakové odpařovací stanice dusíku. Ve smyslu ČSN 07 8304 se jedná o malý sklad s maximálně 50 tlakovými lahvemi o objemu 50 litrů s hořlavými nebo hoření podporujícími plyny podle odst. 10.3. ČSN 07 8304, umístěný v rámci požárního úseku pro skladování inertních materiálů. V blízkosti skladu nesmějí být terénní prohlubně, šachty, okna a vstupy do prostoru sklepů ani jiné podzemní prostory. Vzdálenost vstupů a otvorů do těchto podzemních prostorů a míst musí být od skladu malých nádob nejméně 5 m.

3.1. Zdroj vodíku

Zdrojem vodíku jsou tlakové lahve, osazené uzavíracími armaturami s redukčním panelem, osazeným regulátorem tlaku a zabezpečovacími armaturami, umístěné ve skladu tlakových lahví technických plynů. Vzhledem k tomu, že se jedná o hořlavý plyn, bude na výstupním potrubí za regulátorem tlaku osazen havarijní uzávěr – solenoidový ventil, ovládaný signálem z detekce úniků plynu, případně z EPS.

Charakteristika plynu:

Vodík je plyn bezbarvý, bez chuti, bez zápachu, nedýchatelný (nejedovatý). Zapálen na vzduchu hoří namodralým, velmi horkým plamenem (1970°C – 2800°C). Je 14x lehčí než vzduch a se vzduchem nebo kyslíkem tvoří třaskavou směs. Explozní rychlost vodíku ve vzduchu je 2810 m za sekundu. Meze výbušnosti vodíku ve směsi se vzduchem:

dolní mez výbušnosti 4,1 % objemových, horní mez výbušnosti 74 % objemových
Hustota při 15°C a atmosférickém tlaku je 0,0824 kg/m³, zápalná teplota je 530° C.

3.2. Koncepce rozvodů vodíku

Potrubní rozvod vodíku je navržen z trubek ocelových bezešvých se zaručenou svařitelností, se zárukou nepropustnosti, z nerezavějících ocelí AISI 316 L, součásti potrubí (fitinky) budou dodány v jakosti odpovídající materiálu potrubí. Jakost oceli musí být doložena dle ČSN EN 10204. Spoje potrubí budou provedeny přednostně orbitálním svařováním, pouze armatury a ostatní zařízení budou připojena fitinkami s vysokotlakým šroubením Swagelok, utěsnění spojů bude provedeno pomocí svěrných kroužků vysokotlakých šroubení a těsnících prostředků pro kuželové závit. Potrubní rozvod je veden ze skladu tlakových lahví vodíku po fasádě objektu do laboratoří v 1. NP a ve 2. NP. V laboratoři č. L224 v 1. NP se nový rozvod dusíku připojuje na stávající rozvod v laboratoři. V laboratoři č. L333 ve 2. NP je rozvod vodíku ukončen odběrovým panelem, vybaveným uzavíracím ventilem a odběrovým regulátorem s tlakoměrem. Potrubní rozvod je proveden z trubek $\phi 8 \times 1,0$ mm. Přetlak vodíku v potrubí je 1,25 Mpa. Potrubí vodíku je vedeno pod stropy chodeb a laboratoří ve větratelných prostorách.

Montovat rozvody technických plynů lze jen na základě příslušného oprávnění. Pro rozvody se smí používat pouze výrobků a materiálů, které jsou vyrobeny a určeny pro použití v příslušném rozvodu (certifikát pro dané médium).

Pro montáž, zkoušení a provoz rozvodu vodíku a dalších plynných směsí s obsahem vodíku platí technická pravidla TPG 706 01 – Rozvody vodíku. Potrubní rozvody vodíku jsou ve smyslu TPG 706 01 klasifikovány jako zařízení středotlaká, pracující s provozním přetlakem nad 0,1 do 3 MPa. Při provádění jednotlivých rozvodů rovněž přihlednout k ČSN EN 13 480.

Rozvod vodíku a jeho příslušenství musí být uzemněn dle ČSN 34 1390 a spoje vodivě propojeny. Trasa vedení má být pokládána ve spádu nejméně 0,3%. Mezi konstrukcemi, stěnami budov a rozvodem vodíku musí být zachována minimální vzdálenost jedné poloviny vnějšího průměru trubky, nejméně 15 mm.

V laboratořích musí být nad odběrovými místy hořlavých plynů umístěna čidla detektoru koncentrace plynů (H₂). Výskyt vodíku v koncentraci 10% spodní meze výbušnosti bude opticky i akusticky signalizován. Výskyt vodíku v koncentraci 20% spodní meze výbušnosti havarijním způsobem uzavře elektroventil na výstupu potrubí vodíku z redukční stanice.

V laboratoři č. L333 ve 2. NP je proveden podhled, propojený s prostorem laboratoře větrací mřížkou, která je umístěna nad plánovaným odběrným místem vodíku. Prostor nad podhledem musí být odvětrán do venkovního prostředí a případný výskyt vodíku v prostoru nad podhledem musí být detekován čidlem koncentrace vodíku. Toto čidlo bude do laboratoře č. L333 přemístěno se sklepa z prostoru zrušené redukční stanice vodíku (místnost č. L009).

Upozornění: Rozvody kategorie A - tzn. H₂ - nesmí být vedeny prostorami chráněných únikových cest podle ČSN 73 0802.

3.3. Požadavky na ostatní profese

3.3.1. Požárně bezpečnostní řešení:

- profese PBR stanoví hranice požárních úseku, polohu hasicích přístrojů, hydrantů a požárně nebezpečné prostory
- při prostupu mezi požárními úseky se mezera mezi chráničkou a potrubím rozvodu na obou koncích opatří nehořlavou ucpávkou - protipožární ucpávkový tmel s protokolem o certifikaci a technologickým postupem v návaznosti na požární zprávu objektu - tak, aby nebyla omezena dilatační schopnost potrubí. Ucpávky prostupů v požárně dělících konstrukcích jsou podle vyhlášky 246/01 Sb. požárně bezpečnostní zařízení. Po jejich montáži je nutno, aby firma, která provedla jeho montáž sepsala protokol o montáži v souladu s požadavky odstavce 2 § 10 této vyhlášky. Musí být provedeno odbornou firmou.

3.3.2. Stavba

- zhotovení průrazů pro potrubí procházející příčkami, stropem jednotlivých podlaží, vstupy do objektů, průraz pro odfuky a potrubí procházející obvodovou zdí
- v případě výskytu uzavřených prostorů, kde je proveden rozvod potrubí H₂ - musí být tyto prostory odvětrány do volného (větraného) prostoru. Odvětrání musí být přirozené s instalovanými průduchy nebo nucené vzduchotechnikou

3.3.3. Silnoproud

- uzemnění rozvodů proti účinkům statické elektřiny

3.3.4. Měření a regulace

- umístění čidel detektorů koncentrace vodíku v laboratořích
- připojení havarijního uzavíracího ventilu vodíku (24 V AC, 2 A)

3.4. Uzavírací armatury

Na potrubní rozvody vodíku budou namontovány uzavírací ventily, jejichž konstrukce a materiálové provedení bude odpovídat protékajícímu médiu. V případě poškození armatur budou tyto nahrazeny novými, pokud možno stejného nebo obdobného typu. Připojení armatur bude přivařovací, nebo pomocí vysokotlakých šroubení.

3.5. Technická data rozvodů vodíku

Médium:	Vodík (H ₂)
Max. přetlak:	1,6 MPa
Max. teplota:	40 °C
Materiál potrubí:	nerezové bezešvé potrubí tř. 17 AISI 314 L s hutním atestem, DN 6

3.6. Montáž potrubí

Všechny spoje potrubí budou provedeny přednostně orbitálním svařováním, pouze armatury a ostatní

zařízení budou připojena fitinkami s vysokotlakým šroubením Swagelok, utěsnění spojů bude provedeno pomocí svěrných kroužků vysokotlakých šroubení a těsnících prostředků pro kuželové závity.

Rozvodné potrubí musí být vedeno minimálně 100 mm od ostatních sítí - rozvodů, instalací. Mezi potrubími technických plynů musí být zachována minimální vzdálenost jednoho průměru potrubí, minimálně 15 mm s ohledem na montáž a údržbu. Při průchodu rozvodu vodíku stavebními konstrukcemi musí být místa průchodu opatřena chráničkami (ochrannými trubkami), přesahujícími místa průchodu minimálně o 50 mm.

Maximální vzdálenosti uložení jednotlivých potrubí :

φ 6x1 - 1 m

φ 8x1 - 1,2 m

Tlakové zkoušky rozvodů vodíku provádět čistým, suchým vzduchem bez příměsí oleje nebo dusíkem.

O průběhu montážních prací musí být veden montážní deník a veškeré tyto práce musí být v montážním deníku zaznamenány. Potrubní rozvody uvedené v tomto projektu jsou podle vyhlášky ČÚBP č. 21/79 Sb. a ČÚBP č. 554/90 Sb. vyhrazeným plynovým zařízením. Realizaci tohoto zařízení musí provádět pouze organizace, která má oprávnění k odborné způsobilosti pro tuto činnost.

3.7. Značení a barevné označení potrubí

3.7.1. Značení potrubí plynů

Potrubí musí být trvale označeno názvem plynu (a/nebo značkou) v blízkosti uzavíracích ventilů, v přípojkách a u změny směru, před stěnami a přepážkami a za nimi atd., ve vzdálenostech nejvýše 10 m a v blízkosti svodů. Toto značení může být provedeno např. kovovými štítky, lisováním, ražením nebo lepicími značkami.

Značení musí :

- být písmeny vysokými alespoň 6 mm
- být provedeno tak, že název plynu a/nebo značka se čte podél podélné osy potrubí
- zahrnovat šipky ukazující směr průtoku

3.7.2. Barevné označení potrubí technických plynů

Barevné značení dle ČSN 13 0072:

Vodík

barva: okr žlutý

číslo odstínu: 6600

4. ZKOUŠENÍ, PŘEVZETÍ ZAŘÍZENÍ DO UŽÍVÁNÍ

Po skončení montáže se potrubí a jeho součásti podrobí zkouškám. Potrubí se zkouší na pevnost a těsnost s ohledem na ČSN EN 13480-5. Práce provádí montážní organizace a vyhotovuje o jejich výsledku příslušné protokoly.

Nejprve se provede zevní prohlídka všech svarových a ostatních spojů. Při pochybnostech o kvalitě svarového spoje má pracovník kontroly právo si ověřit kvalitu jakýmkoliv dostupným způsobem. Zjištěné vady musí být odborně opraveny a znovu kontrolovány.

Vlastní provádění tlakových a těsnostních zkoušek musí být prováděno při dodržení všech bezpečnostních opatření. Pro provádění zkoušek zpracuje montážní organizace interní prováděcí

směrnici. Pneumatickou pevnostní zkoušku potrubí lze v případě uspokojivých výsledků spojit s následující zkouškou těsnosti se sníženým tlakem, rovnajícím se přetlaku provoznímu. Svarové a ostatní spoje budou při této zkoušce potírány pěnotvorným roztokem.

Pro pneumatickou zkoušku lze použít vzduch nebo jiný inertní plyn, zaručeně suchý a bez mastnot.

4.1. Zkouška pevnosti

Zkouška pevnosti rozvodu vodíku bude provedena podle ČSN EN 13 480-5 zkušebním přetlakem. Zkušební tlak nesmí být menší než větší ze dvou hodnot určených následovně:

$$p_{\text{test}} = 1,25 \cdot PS \cdot (f_{\text{test}} / f); \quad p_{\text{test}} = 1,43 \cdot PS \quad \text{kde je}$$

f dovolené namáhání pro konstrukční podmínky při výpočtové teplotě v MPa

f_{test} dovolené namáhání pro konstrukční podmínky při zkušební teplotě v MPa

PS výpočtový tlak potrubního montážního celku v barech

p_{test} zkušební tlak v barech

Pro potrubí vodíku platí:

$$f = 235 \text{ MPa}$$

$$f_{\text{test}} = 235 \text{ MPa}$$

$$PS = 1,6 \text{ MPa}$$

$$p_{\text{test}} = \max [1,25 \cdot PS \cdot (f_{\text{test}} / f); 1,43 \cdot PS]$$

$$p_{\text{test}} = \max [1,25 \cdot 1,6 \cdot (235 / 235); 1,43 \cdot 1,6] \quad p_{\text{test}} = 2,4 \text{ MPa}$$

Potrubí technických plynů bude při tlakové zkoušce pevnosti zkoušeno zkušebním přetlakem 2,4 Mpa.

Po pevnostní zkoušce, která trvá nejméně 10 minut se provede prohlídka rozvodu. Zkouška je považována za úspěšnou, pokud nebyly zjištěny:

- netěsnosti;
- viditelné deformace;
- příznaky porušení materiálu;

Po úspěšné pevnostní zkoušce se provádí zkouška těsnosti.

4.2. Zkouška těsnosti

Zkouška těsnosti se provede nejvyšším provozním přetlakem. Před započítáním zkoušky musí být rozvody vodíku pod zkušebním přetlakem nejméně jednu hodinu. U rozvodů velkého rozsahu je možno zkoušet těsnost po úsecích. Těsnost rozvodu vodíku se zkouší tlakoměrem. Při nedovoleném poklesu tlaku během zkoušky se netěsnosti zjišťují potíráním všech přírubových, závitových spojů a ucpávek armatur pěnotvorným roztokem. Při zkoušce rozvodů vodíku se použije tlakoměr s třídou přesnosti min. 0,6. Výsledky zkoušek těsnosti se považují za vyhovující, pokud přetlak ve zkoušeném potrubním systému neklesl po dobu 1 hodiny. Nevyhoví-li potrubní rozvod zkoušce, musí být po odstranění závad zkouška znovu opakována. Nová zkouška musí být též provedena, byl-li rozvod vodíku více než 6 měsíců mimo provoz nebo neuveden do provozu do 6ti měsíců od provedení zkoušky těsnosti. Zkoušky rozvodů vodíku provádí montážní organizace. O výsledku provedených

zkoušek musí být sepsán zápis.

4.3. Předání rozvodů vodíku

Po vyhovujících zkouškách se při převzetí rozvodů technických plynů předává spolu s kompletním zařízením i tato úplná dokumentace:

- projekt rozvodů technických plynů odpovídající skutečnosti,
- stavební a montážní deníky,
- osvědčení o jakosti trubek, tvarovek, armatur a přídavného materiálu,
- doklady o provedených zkouškách jakosti svařovaných a pájených spojů a osvědčení o způsobilosti svařečů, kteří rozvod svařovali - pájeli,
- doklady o zkoušce pevnosti a těsnosti,
- zpráva o výchozí revizi rozvodů technických plynů,
- doklad o dalších zkouškách rozvodů vodíku, pokud byly prováděny,
- podklady pro zpracování místního provozního řádu podle platných předpisů s obsahem dle ČSN 38 6405.

4.4. Závěr

Celková koncepce rozvodů plynů je patrna z výkresové dokumentace. Veškeré potrubní rozvody jsou provedeny z atestovaného potrubí. Uživatel vypracuje dle ČÚBP č. 21/79 Sb. a ČÚBP č. 554/90 Sb. provozní předpisy - zajistí způsobilost obsluhy pro dané technické zařízení rozvodu medicínálních plynů (podklady pro vypracování Místního provozního řádu ČSN 38 6405 - viz příloha). Za odbornou způsobilost a vypracování místního provozního řádu zodpovídá provozovatel rozvodu! Rozvody plynů může obsluhovat pouze osoba starší 18 let, řádně poučená a zaškolená. Pracovníci údržby musí být dle vyhlášky 21/79 Sb. a vyhl. 85/78 Sb. prokazatelně proškoleni. Školení má platnost 3 roky. Kontrola rozvodů vodíku se provádí v intervalech 1x ročně, provozní revize v intervalech 1x za 3 roky.

O bezpečnostních předpisech, návodech k údržbě a manipulaci související s rozvody bude obsluhující personál poučen při předávání do provozu odpovědným pracovníkem dodavatele. Obsluha rozvodu musí být seznámena se všemi bezpečnostními předpisy. V projektu není řešeno uzemnění rozvodu dle ČSN 34 1390, 33 2140, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2030, ČSN 33 2031, ČSN 33 2000-4-41 - zajistí zpracovatel části elektro.

Před zahájením vlastní montáže provede vedoucí montér za přítomnosti bezpečnostního technika odběratele prohlídku trasy technických plynů a upozorní na případné kolize trasy a vedení el. rozvodů, aby nemohlo dojít k zásahu el. proudem pracovníků, kteří budou provádět vlastní montáž potrubních rozvodů vodíku.

5. HYGIENA, BEZPEČNOST PRÁCE A PROTIPOŽÁRNÍ OCHRANA

Všechny práce je nutno provádět v souladu s platnými technologickými předpisy a ustanoveními ČSN. Provádění prací mohou provádět pouze pracovníci, kteří jsou pro dané práce vyučeni nebo zaškoleni. Pracovníci musí být vybaveni předepsanými ochrannými pracovními prostředky.

Při stavbě je nutno dodržovat bezpečnostní předpisy a to zejména ustanovení zákona č. 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), nařízení vlády 591/2006 Sb. a nařízení vlády č. 362/2005 Sb. - Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Na pracovištích, kde je nebezpečí požáru nebo výbuchu musí před zahájením montážních prací příslušný vedoucí pracovník provést taková opatření, aby bylo zabráněno vzniku požáru nebo výbuchu.

6. ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Při nakládání s odpady, jejich shromažďování, přepravě a zneškodňování budou dodržena ustanovení zákona č. 125/97Sb. o odpadech a souvisejících předpisech. Produkci odpadů lze očekávat při výstavbě (odpady ze stavby), a dále odpady z vlastního provozu. Likvidace odpadů z vlastního provozu bude prováděna dle programu odpadového hospodářství provozu.