



# PŘEDCHÁZENÍ NADMĚRNÉMU TLAKU BĚHEM PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH NÁDOB

## IGC Doc151/15/CZ

Odborný překlad proveden pracovní skupinou PS-3 ČATP

**EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION  
(EVROPSKÁ ASOCIACE PRŮMYSLOVÝCH PLYNŮ)**

AVENUE DES ARTS 3-5 • B – 1210 BRUSSELS

Tel : +32 2 217 70 98 • Fax : +32 2 219 85 14

E-mail : [info@eiga.eu](mailto:info@eiga.eu) • Internet : <http://www.eiga.eu>

**ČESKÁ ASOCIACE TECHNICKÝCH PLYNŮ**

U Technoplynu 1324, 198 00 Praha 9

Tel: +420 272 100 143 • Fax: +420 272 100 158

E-mail : [catp@catp.cz](mailto:catp@catp.cz) • Internet : <http://www.catp.cz/>

# PŘEDCHÁZENÍ NADMĚRNÉMU TLAKU BĚHEM PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH NÁDOB

## KLÍČOVÁ SLOVA

- TECHNICKÉ DEFINICE
- ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ZÁSOBNÍCÍCH
- PLNÍCÍ OPERACE
- ZAŘÍZENÍ A PRACOVNÍ POSTUPY
- STÁVAJÍCÍ INSTALACE

### Odmítnutí odpovědnosti

Veškeré technické publikace EIGA, nebo vydané jménem EIGA, včetně praktických manuálů, bezpečnostních postupů a jakýchkoliv dalších technických informací, obsažených v těchto publikacích, byly převzaty ze zdrojů, o které považujeme za spolehlivé a které se zakládají na odborných informacích a zkušenostech, aktuálně dostupných u členů asociace EIGA a dalších, k datu jejich vydání.

I když asociace EIGA doporučuje svým členům používat své publikace nebo se na ně odkazovat, je používání publikací asociace EIGA nebo odkaz na tyto publikace členy asociace nebo třetími stranami čistě dobrovolné a nezávazné. Proto asociace EIGA a členové asociace EIFA neposkytují žádnou záruku za výsledky a nepřebírají žádný závazek či odpovědnost v souvislosti s referencemi a s použitím informací a doporučení obsažených v publikacích asociace EIGA.

Asociace EIGA nemá žádnou kontrolu nad čímkoli, pokud se jedná o provádění nebo neprovádění výkonu, chybnou interpretaci informací, správné nebo nesprávné používání jakýchkoli informací a doporučení obsažených v publikacích asociace EIGA., ze strany osob nebo organizačních jednotek (včetně členů asociace EIGA) a asociace EIGA výslovně neuzná v této souvislosti jakoukoli odpovědnost. Publikace asociace EIGA jsou pravidelně revidovány a uživatelé jsou upozorňováni, aby si opatřili poslední vydání.

# PŘEDCHÁZENÍ NADMĚRNÉMU TLAKU BĚHEM PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH NÁDOB

**Dokument Doc 151/15**

Nahrazuje dokument Doc 151/08

***EVROPSKÁ ASOCIACE PRŮMYSLVÝCH PLYNŮ AISBL  
AISB***



AVENUE DES ARTS 3-5 • B-1210 BRUSSELS  
Tel: +32 2 217 70 98 • Fax: +32 2 219 85 14  
www.eiga.eu • e-mail: info@eiga.eu



# PŘEDCHÁZENÍ NADMĚRNÉMU TLAKU BĚHEM PLNĚNÍ KRYOGENNÍCH NÁDOB

Jako součást programu harmonizace průmyslových norem byla pro toto téma použita publikace Evropské asociace průmyslových plynů *“Předcházení nadměrnému tlaku během plnění kryogenních nádob”* na základě mezinárodně harmonizované publikace plynárenské asociace.

Tato publikace je určena jako mezinárodní harmonizovaná norma pro použití po celém světě a pro použití všemi členy Asijské společnosti průmyslových plynů (AIGA), Asociace stlačeného plynu (CGA), Evropské asociace průmyslových plynů (EIGA), a Japonské asociace průmyslových a medicínálních plynů (JIMGA). Technický obsah je pro všechny asociace shodný, liší se pouze regionálními zákonnými požadavky a menšími změnami ve formátování a pravopisu.

## Odmítnutí odpovědnosti

Všechny technické publikace EIGA nebo pod jménem EIGA včetně Sbírek praktických postupů, Bezpečnostních postupů a všechny další technické informace v těchto publikacích obsažené, byly získány ze zdrojů, které považujeme za spolehlivé a které se zakládají na odborných informacích a zkušenostech aktuálně dostupných u členů asociace EIGA a dalších k datu jejich vydání.

I když asociace EIGA doporučuje svým členům používat své publikace nebo se na ně odkazovat, je používání publikací asociace EIGA nebo odkaz na tyto publikace členy asociace nebo třetími stranami čistě dobrovolné a nezávazné.

Proto asociace EIGA a členové asociace EIGA neposkytují žádnou záruku za výsledky a nepřebírají žádný závazek či odpovědnost v souvislosti s referencemi a s použitím informací a doporučení obsažených v publikacích asociace EIGA.

Asociace EIGA nemá žádnou kontrolu nad čímkoliv, pokud se jedná o provádění nebo neprovádění výkonu, chybnou interpretaci informací, správné nebo nesprávné používání jakýchkoliv informací a doporučení obsažených v publikacích asociace EIGA ze strany osob nebo organizačních jednotek (včetně členů asociace EIGA) a asociace EIGA výslovně neuznává v této souvislosti jakoukoliv odpovědnost.

Publikace asociace EIGA jsou pravidelně přezkoumávány a uživatelé jsou upozorňováni, aby si opatřili poslední vydání.



## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Rozsah a účel .....	1
2.1	Rozsah.....	1
2.2	Účel.....	1
3	Definice .....	2
3.1	Terminologie použita v této publikaci .....	2
3.2	Technické definice .....	2
4.	Základní údaje .....	3
4.1	Základní údaje o přepravních zásobnících.....	3
4.2	Základní údaje o stabilním zásobníku .....	3
5	Přepravní zásobníky .....	4
5.1	Plnicí operace .....	4
5.2	Doporučení .....	6
6	Stacionární zásobníky.....	6
6.1	Zařízení a pracovní postupy .....	6
6.2	Zásady ochrany proti nadměrnému tlaku .....	7
6.3	Příklady ochrany proti nadměrnému tlaku.....	7
6.4	Doporučení .....	9
7	Všeobecná doporučení .....	9
7.1	Stávající instalace.....	10
7.2	Použitelné principy a pracovní postupy .....	10
7.3	Funkce pracovních postupů monitorovaných řidičem .....	10
8.	Reference.....	10
	Dodatek A: Příklad systému s řízením po kabelu (informativní).....	11

## Úpravy k dokumentu Doc 151/08

Kapitola	Změna
	Úvodní článek, popisující urovnání stylu s asociacemi IHC
2.2	Další informace týkající se účelu této publikace
6.2	Rozšíření a vyjasnění principů ochrany proti nadměrnému tlaku, a další odstavec.
6.3.3	Změna názvu a identifikace systému.
6.3.5	Nová kapitola "Systém podle přepravy"
7.3.1	Rozšířené školení zaměstnanců
8	Přidána nová kapitola "Reference"

Poznámka: Technické změny provedené od předchozího vydání jsou podtrženy.

## 1 Úvod

Tato publikace podrobně uvádí metody, které se mohou používat pro zamezení nadměrnému tlaku jak přemístitelných, tak stabilních kryogenních nádob během plnění.

## 2 Rozsah a účel

### 2.1 Rozsah

Tato publikace poskytuje návod pro plniče/vlastníky buď přemístitelných, nebo stabilních kryogenních zásobníků podrobně popisuje systémy a pracovní postupy, které se mohou používat pro zamezení přetlakování během plnění (tj. způsobení katastrofické poruchy nadměrným tlakem). Nádoby, u kterých nelze překročit hodnotu horní meze tlaku (UPL) pomocí nejvyššího dovoleného tlaku přiváděného čerpadlem (MAPFP), nevyžadují žádnou další ochranu.

Tato publikace se zaměřuje na problém plněných (přijímacích) nádob s vyšší vodní kapacitou než 1000 litrů (264 galonů) pro kapalný argon, dusík, kyslík, zemní plyn, helium, vodík nebo etylén. Tato publikace by se měla také používat pro přijímací nádoby s kapacitou menší než 1000 litrů (264 galonů), které jsou určeny pro přepravu za plného stavu. Tato publikace se také může používat jako návod pro jiné produkty a jiné přečerpávací systémy. V této publikaci se neposuzuje nebezpečná povaha jakéhokoli úniku produktu, pouze zabránění závadám zásobníku, ke kterým dochází kvůli tlaku.

Ochranná opatření, která zabraňují přetlaku plněných nádob v provozu, (např. poruchy podtlaku, zvýšení tlaku, zachvácení plameny atd.), jsou podrobně uvedeny v jiných zásadách a normách. V této publikaci o nich již není zmínka.

### 2.2 Účel

V roce 1996 v důsledku závažné nehody zaměřil plynárenský průmysl svou pozornost na skutečnost, že se může kryogenní skladovací zásobník během plnění natlakovat na hodnotu vyšší, než je maximální vnitřní tlak. Pokud se pro plnění nízkotlakého zásobníku použije vysokotlaké nebo vysokoprůtokové čerpadlo, a pokud nejsou dostatečná bezpečnostní opatření nebo tato nefungují správně, může dojít ke vzniku nebezpečné situace.

Jednalo se o první závažnou nehodu tohoto druhu v průmyslu, který pracuje bezpečně a spolehlivě, přičemž se odhaduje, že ročně se provede několik milionů plnicích operací. Nicméně v důsledku nedávného technického pokroku u čerpacích zařízení (zvyšující se plnicí tlaky a průtokové rychlosti), se může hranice bezpečnosti zásobníků týkající se poruch snížit, pokud nebudou pro takové případy současně aktualizována ochranná opatření.

Velmi důležitým úkolem pro management je systematicky řídit jakékoli změny systému přečerpávání produktu, aby se zajistilo, že není ohrožena integrita plněných zásobníků.

Tlakové nádoby se používají při distribuci kryogenních kapalin a jejich skladování na stanovištích zákazníka. To zahrnuje nádoby, které se používají při přepravě kryogenních kapalin (přemístitelné tlakové nádoby), jako jsou silniční cisterny, železniční cisternové vozy přepravující produkty z výrobního zařízení na stanoviště zákazníků, a nádoby na stanovišti zákazníka (stabilní tlakové nádoby), které poskytují skladovací prostor pro kryogenní kapaliny na stanovišti.

Primárním prostředkem regulace (i kontroly) tlaku nádoby během plnění za účasti operátora je proškolený a kvalifikovaný operátor, čímž se takové plnění stává manuálně řízeným procesem. Proto stav přetlakování během plnění za účasti operátora není v rozsahu konstrukčního předpisu pro stanovení kapacitního rozsahu zařízení na odlehčení tlaku.

Zamezení přetlakování se provádí prostřednictvím pracovních postupů a školení operátorů. Takové školení zahrnuje například:

- Úvodní a praktická školení ověřovaná kvalifikační zkouškou, a

- Přezkoušení a rekvalifikace prováděné a ověřované kvalifikovaným školitelem.

Bezpečnostní záznam o plnicích operacích svědčí o tom, že školení zaměstnanců doposud vycházelo z historických událostí. Aby bylo možné přizpůsobovat se neustále se zlepšujícím kapacitním schopnostem čerpacích systémů, je nyní cílem dále zlepšovat celkovou bezpečnost používáním principů uvedených v této publikaci a, když je to požadováno, zavedením dalších bezpečnostních systémů ochrany.

### 3 Definice

Pro účely této publikace platí následující definice.

#### 3.1 Terminologie použitá v této publikaci

##### 3.1.1 Musí

Označuje, že pracovní postup se musí provést. Používá se všude, kde kritéria pro přizpůsobení se specifickým doporučením neumožňují žádnou odchylku.

##### 3.1.2 Mělo by

Označuje, že se doporučuje provést pracovní postup.

##### 3.1.3 Bude

Používá se pouze pro označení budoucnosti, ne stupně požadavku.

##### 3.1.4 Smí

Označuje, že pracovní postup je volitelný.

##### 3.1.5 Může

Označuje možnost nebo schopnost.

#### 3.2 Technické definice

##### 3.2.1 Kryogenní kapalina

Hluboce zchlazený zkapalněný plyn, který je částečně kapalinou kvůli své nízké teplotě.

##### 3.2.2 Kryogenní skladovací zásobník

Obvykle stacionární vakuem izolovaná nádoba, známá také jako přijímací (plněný) zásobník.

##### 3.2.3 Systém řízení po kabelu

Standardizované připojení vodičů mezi přijímacím zásobníkem a systémem řízení čerpadla, které se používá pro přenos signálů během plnění.

##### 3.2.4 Maximální dovolený pracovní tlak (MAWP)

Maximální dovolený pracovní tlak určený pro běžný provoz. Zařízení na uvolnění tlaku nádoby se obvykle při dosažení maximálního dovoleného pracovního tlaku otevrou.

##### 3.2.5 Maximální dovolený tlak dodávaný čerpadlem (MAPFP)

Maximální tlak, pro který jsou určeny plnicí koncovky přijímacího zásobníku, plnicí ventily a potrubí, a každý připojený okruh. Hodnota se obvykle pohybuje mezi 15 bary a 45 bary (220 psi a 650 psi).

Obvykle je tento tlak vyšší než hodnota maximálního dovoleného pracovního tlaku (MAWP) zásobníku, protože se bere v úvahu pokles tlaku v přívodním systému během plnění.

### 3.2.6 Maximální výtlačný tlak (MDP)

Maximální tlak, který může být vytvořen daným čerpadlem nebo systémem pro přenos tlaků používaným pro plnění kryogenní nádoby.

### 3.2.7 Systémy tlakového plnění

Jakýkoli systém, který používá pro přepravu produktu gravitační sílu, diferenční tlak nebo mechanické prostředky (tj. zemní čerpadlo, přečerpávací čerpadlo).

### 3.2.8 Přijímací (plněná) nádoba

Nádoba, která je plněná; zahrnuje jak kryogenní skladovací zásobník, tak přepravní zásobník.

### 3.2.9 Přepravní zásobník

Zahrnuje pevné zásobníky (nebo cisternová vozidla nebo cisternové vagóny), snímatelné zásobníky a nádržkové kontejnery a výměnné nástavby pro kryogenní kapaliny.

### 3.2.10 Horní mez tlaku (UPL)

Nejvyšší tlak, který je přípustný v zásobníku za abnormálních podmínek plnění (např. zkušební tlak).

### 3.2.11 Pracovní tlak (WP)

Tlak, při němž má být nádoba provozována. Jedná se o tlak nastavený na zařízeních pro regulaci tlaku (regulátory nárůstu tlaku a ekonomizéry).

## 4. Základní údaje

### 4.1 Základní údaje o přepravních zásobnících

Přepravní zásobníky pro kryogenní kapaliny jsou obvykle nízkotlaké zásobníky (obvykle s přípustným tlakem nižším než 3 bar (45 psi), které jsou zkonstruovány, vyrobeny a používány v souladu s platnými přepravními nařízeními.

V mnoha případech jsou tyto zásobníky plněny ze zdroje tlaku (na výrobním zařízení) tlakem, který je vyšší než maximální dovolený pracovní tlak (MAWP) přepravního zásobníku.

Obvykle platná přepravní nařízení nezahrnují způsoby plnění a odčerpávání. Pro vypuštění kryogenní kapaliny do přijímacího zásobníku je silniční cisterna vybavena odstředivým čerpadlem.

### 4.2 Základní údaje o stabilním zásobníku

Stabilní kryogenní zásobníky poskytují plyn nebo kapalinu pro použití uživatelem. Jejich pracovní tlak (WP) je v rozsahu od několika bar nad atmosférickým tlakem až do více než 35 barů. Během plnění by se měl tento pracovní tlak (WP) udržovat konstantní, aby nenarušil uživatelský proces. Tlakové systémy plnění (např. čerpadlo přepravního zásobníku) používané pro plnění stabilní kryogenní nádoby by měl:

- Mít výstupní tlak, který přinejmenším odpovídá nejvyššímu pracovnímu tlaku (WP) pro rozsah zásobníků, které se mají plnit (na různých stanovištích zákazníka).
- A vytvořit dodatečný tlak na překonání poklesu tlaku kryogenní kapaliny třením při průtoku do zásobníku.

To znamená, že tlakové systémy plnění mohou vytvářet maximální tlak, který je vyšší než maximální povolený pracovní tlak (MAWP) přijímacího zásobníku.



## 5 Přepravní zásobníky

### 5.1 Plnicí operace

Přepravní zásobníky se obvykle plní s uzavřenými ventily kvůli snížení ztrát. Pro provedení přečerpání produktu do přepravního zásobníku bez snížení tlaku může zdroj tlaku plnicí stanice překročit maximální dovolený pracovní tlak (MAWP) přepravního zásobníku.

Zjišťování, kdy bylo dosaženo maximální hladiny kapaliny v zásobníku, se provádí různými způsoby běžnými v plynářském průmyslu (např. sledováním, kdy kapalina vytéká ze přepadového ventilu, podle hmotnosti, nebo změřením průtoku).

#### 5.1.1 Plnění pomocí čerpadla

Obvykle se plní přepravní zásobník pomocí čerpacího systému prostřednictvím jedné plnicí hadice. Aby bylo dosaženo dostatečných rychlostí průtoku, má čerpadlo maximální možný výstupní tlak vyšší, než je maximální povolený pracovní tlak (MAWP) přijímací nádoby.

Standardní pracovní postup plnění vyžaduje, aby operátor nepřetržitě monitoroval a reguloval tlak v přijímacím zásobníku, aby byl nižší než maximální povolený pracovní tlak (MAWP) nastavováním horního a dolního vyrovnání plnění.

Mohou se použít automatické systémy, které využívají průtokoměry nebo hmotnostní měření.

Plnění je dokončeno, když bylo přečerpáno určené množství kapaliny nebo bylo dosaženo maximální hladiny plnění. V situacích, kdy se operátorovi buď nepovede ukončit plnicí proces, když bylo dosaženo maximální hladiny plnění, nebo se mu nepovede uregulovat tlak zásobníku během plnění, tlak v přepravním zásobníku se zvýší a může dosáhnout hodnoty maximálního povoleného pracovního tlaku (MAWP). Tím se otevřou bezpečnostní zařízení na odlehčení tlaku. Pokud je průtok na výstupu čerpadla vyšší než kapacita průtoku bezpečnostního odlehčovacího systému, může tlak v přepravním zásobníku stoupnout až na hodnotu maximálního výtlačného tlaku (MDP) čerpadla.

#### 5.1.2 Plnění s vyrovnáním tlaku

Tato metoda plnění zahrnuje hadicové přípojky mezi fází plynovou a fází kapalnou plněného a skladovacího zásobníku.

Požadavek na diferenční tlak přečerpávacího systému se sníží, protože se tlaky přepravního zásobníku a skladovacího zásobníku vyrovnávají před prováděním/během plnění. Tato metoda se může také používat ke snížení ztráty plynného produktu z plynové fáze přepravního zásobníku.

Produkt se může přečerpat pomocí čerpadla nebo pomocí potenciální energie výšky sloupce kapaliny skladovacího zásobníku. Pracovní postup plnění obvykle řídí operátor, který může být podporován automatickými systémy.

Jakékoliv potenciální přetlakování skladovacího zásobníku se sníží při používání přečerpávací metody pomocí dvou hadic, protože se tlak může průběžně vyrovnávat.

#### 5.1.3 Tlakový přenos

Přepravní zásobníky se mohou plnit bez pomoci čerpadel prostřednictvím tlakového přenosu, pokud je tlak ve skladovacím zásobníku vyšší než tlak v přepravním zásobníku.

Může dojít k vytvoření potřebného rozdílu tlaku pro přečerpání kapalného produktu zvýšením tlaku v plynové fázi skladovacího zásobníku pomocí systému vytvoření tlaku. Mohou se použít i jiné metody (např. pomocí potenciální energie výšky sloupce kapaliny skladovacího zásobníku).

Obvykle řídí pracovní postup plnění operátor, který může být podporován automatickými systémy.

Pokud se operátorovi nepodaří zastavit pracovní postup plnění na maximální hladině plnění, přepravní zásobník může být natlakovaný až na hodnotu maximálního povoleného pracovního tlaku (MAWP) stabilního skladovacího zásobníku, plus potenciální energie sloupce kapaliny.

#### 5.1.4 Preventivní opatření

Při přezkoumávání možných způsobů a zařízení na ochranu přepravních zásobníků proti nadměrnému přetlaku během plnění se musí zvážit následující zásady:

- Jsou upřednostňovány metody, které nejsou závislé na plnicí stanici nebo přepravním zásobníku.
- Jsou přijatelné metody se spojením mezi přepravním zásobníkem a plnicí stanicí, ale tyto vyžadují systémy kontroly řízení pro zajištění toho, že se k plnění používají pouze kompatibilní přepravní zásobníky.
- Hodnoty nastavených tlaků jakéhokoli zařízení by neměly být vyšší než hodnota horní meze tlaku (UPL) přepravního zásobníku s nejnižším tlakem, který se má plnit.

Použitá metoda musí být vhodná pro vyhodnocené riziko.

#### 5.1.5 Systém na odlehčení tlaku

Tato metoda znamená potvrzení nebo zvýšení kapacity potrubí pro uvolnění tlaku na přepravním zásobníku, takže maximální rychlost průtoku plnění se může bezpečně uvolnit, aniž by hodnota tlaku přepravního zásobníku překročila hodnotu horní meze tlaku (UPL).

Pokud by se zjistilo, že hodnota průtoku plnění překročila kapacitu potrubí pro uvolnění tlaku přepravního zásobníku, mohou se jako možné řešení zvážit omezení průtoku na vstupním vedení (např. clony).

#### 5.1.6 Systém s řízením pomocí potrubí

Tento systém přenáší tlak z přepravního zásobníku prostřednictvím pružné hadice s malým otvorem do řídicí jednotky plnicí stanice.

Logika systému musí být taková, že se přečerpání produktu zastaví:

- Pokud je dosaženo hodnoty horní meze tlaku (UPL), nebo
- Pokud není dosaženo hodnoty dolní meze tlaku, znamená to, že k přepravnímu zásobníku není připojená hadice.

#### 5.1.7 Vypínací zařízení řízené tlakem přepravního zásobníku

Plnicí vedení přepravního zásobníku je vybaveno automatickým uzavíracím ventilem, který je řízen tlakem přepravního zásobníku. Ventil se uzavře:

- Pokud se hodnota tlaku přepravního zásobníku rovná nebo je vyšší než její horní mez tlaku (UPL), nebo
- Pokud je napájení pro otevření ventilu uzavřené, nebo není k dispozici.

Tento způsob ochrany nezávisí na plnicí stanici a je zajištěn proti poruše.

#### 5.1.8 Systém pro vypnutí plnicího zařízení

Tento systém obsahuje zařízení na snímání tlaku zabudované do přečerpávacího vedení. Toto zařízení odpojí a/nebo zastaví přečerpávací čerpadlo, pokud dojde k překročení nastavené horní meze tlaku (UPL). Tento způsob ochrany nezávisí na přepravním zásobníku.

## 5.2 Doporučení

Zařízení a pracovní postupy pro plnění přepravních zásobníků se liší mezi společnostmi a lokacemi. Proto by měla společnost provádět vyhodnocení rizika používaných zařízení a pracovních postupů plnění svých vlastních cisteren na každé lokaci, kde se plní, včetně cisteren na jiných stanovištích plynářské společnosti.

Za účelem tohoto vyhodnocení by se měly zvážít maximální tlak plnění na plnicí stanici a horní mez tlaku přepravního zásobníku (UPL). Hodnota horní meze tlaku (UPL) přepravního zásobníku by neměla být všeobecně vyšší než zkušební tlak přepravního zásobníku. Pokud je to požadováno, měl by se zvážít vliv podtlaku na zkušební tlak.

Jinak se souhlasem kompetentního regulačního úřadu může být hodnota horní meze tlaku (UPL) určena jako zkušební tlak zásobníku, zvýšený v důsledku zlepšení vlastností materiálu za provozních teplot, kde jsou známy dostačující konstrukční charakteristiky vnitřní nádoby nebo vyšší tlak za předpokladu, že je takové rozhodnutí provedeno na základě vhodného a zdokumentovaného vyhodnocení rizika kombinovaného systému (přečerpávací čerpadlo-přepravní zásobník) pro každý jednotlivý typ plněného zásobníku.

V případě změny jakékoli výše uvedené okolnosti se musí znovu přezkoumat vyhodnocení rizika. Je nutné mít zavedený účinný systém řízení změn.

Pokud výsledek vyhodnocení rizika identifikuje možnost, že by mohla být překročena hodnota horní meze tlaku (UPL) nebo hodnota tlaku schválená kompetentním regulačním úřadem, poté by se pro snížení rizika na přijatelnou úroveň měl využít jeden z uvedených systémů nebo odpovídající alternativa.

## 6 Stacionární zásobníky

### 6.1 Zařízení a pracovní postupy

Zařízení a pracovní postupy pro plnění zásobníků zákazníka z přepravních zásobníků (cisteren) se mezi plynářskými společnostmi liší.

Co je v rámci celého průmyslového odvětví společné, je skutečnost, že většina zásobníků se plní pomocí odstředivých čerpacích systémů, jejichž maximální možné hodnoty výstupních tlaků jsou vyšší, než je hodnota maximálního dovoleného pracovního tlaku (MAWP) přijímacího zásobníku.

Standardní pracovní postup plnění vyžaduje, aby operátor nepřetržitě monitoroval tlak v přijímacím zásobníku, a nastavil průtok kapaliny protékající do nádoby regulováním plnicích ventilů pro horní a dolní plnění tak, aby byl udržován tlak na úrovni hodnoty pracovního tlaku (WP). Plnění je ukončeno, když je zamýšlené množství kapaliny přečerpáno do zásobníku, nebo když je dosaženo maximální hladiny plnění. Obvyklou metodou detekce dosažení maximální hladiny je sledování okamžiku, kdy kapalina začne vytékat z vývodu kontrolního přepadového ventilu.

Pouze v situacích, kdy operátor není schopen dodržet tento pracovní postup a nepodaří se mu správně regulovat plnicí ventily nebo dokončit plnění, jakmile je dosažena maximální hladina plnění, tlak v přijímacím zásobníku se zvýší, a nakonec překročí hodnotu maximálního povoleného pracovního tlaku (MAWP), a tím se aktivují zařízení na odlehčení tlaku. Pokud by operátor stále ještě nezasáhl a nezastavil přečerpávání kapaliny, konečný tlak v zásobníku bude záviset na rovnováze mezi charakteristikami tlaku/průtoku čerpadla a potrubí, a charakteristikami tlaku/průtoku odlehčovacího systému tlaku zásobníku.

Při určování priorit preventivních opatření pro malé množství nízkotlakých nádob může existovat riziko překročení meze průtažnosti materiálu nádoby při použití nejběžnějších druhů čerpadel.

U extrémní kombinace nízkotlaké zásobníky a vysokotlakého čerpadla může dojít k překročení hodnoty maximální pevnosti v tahu materiálu přijímací nádoby.

Pouze velmi malý počet standardních nebo nízkotlakých nádob zákazníka vyrobených do roku 1996

má pojistné odlehčovací systémy na odlehčení tlaku (a potrubní vedení těchto odlehčovacích systémů), které zvládnou rychlosti průtoku vytvářené pomocí běžných čerpacích systémů s odstředivými čerpadly.

## 6.2 Zásady ochrany proti nadměrnému tlaku

Při přezkoumávání možných způsobů a zařízení na ochranu přijímacích zásobníků proti přetlakování během plnění lze zvážit mnoho možností.

1. Ochrana proti přetlakování znamená, že hodnota tlaku v přijímacím zásobníku by neměla za náhodných podmínek překročit hodnotu horní meze tlaku (UPL), i když operátor není schopen dodržet správný pracovní postup.
2. Připojovací místo pro plnění přijímacího zásobníku by mělo být navrženo na hodnotu maximálního dovoleného tlaku přiváděného čerpadlem (MAPFP).
3. Hodnota maximálního výtlačného tlaku (MDP) použitého při plnění přijímacího zásobníku by neměla překročit hodnotu maximálního dovoleného tlaku přiváděného čerpadlem (MAPFP) přijímacího zásobníku. Konec výstupního otvoru čerpacích systémů by měl být vybaven spojkou dimenzovanou přinejmenším na hodnotu maximálního výtlačného tlaku (MDP).
4. Když je zapnut (aktivován) systém na ochranu proti přetlakování, měl by zůstat v tomto stavu, dokud nebude specifickým postupem resetován. Pokud má operátor povolení resetovat systém, měl by existovat buď pracovní postup, kteřý předepisuje zaznamenat událost, nebo systém automatického záznamu události. Operátor musí být proškolený na zaznamenávání události nebo mít znalosti o systému automatického záznamu události. Tyto požadavky se nevztahují na hlavní pojistná (odlehčovací) zařízení plněného zásobníku.
5. Konstrukce systému na ochranu proti nadměrnému tlaku by měla být zajištěna proti poruše.
6. Systém ochrany proti nadměrnému tlaku by neměl poskytovat žádné podněty pro zanedbávání nebo nedodržování správných pracovních postupů (např. pokud se na stejném stanovišti nachází více přijímacích zásobníků, a/nebo konstrukce ochranného systému by neměla umožnit, aby byl plněn pouze jeden zásobník, když je ochranný systém připojený k jinému zásobníku).
7. Systém ochrany by měl mít všechny důležité charakteristiky v souladu s platnými zákony, a tyto by měly být schváleny příslušnými úřady.

Tam, kde byl operátor proškolen a kvalifikován pro proces plnění a kde platí ustanovení uvedená v kapitole 6.3.1, a kde se manuální plnění nepovažuje za složku řešení maximálního množství, které se může dodat do připojeného zařízení, je osoba operátora považována za hlavní prostředek ochrany proti přetlaku tím, že nastaví sekundární zařízení na odlehčení tlaku tak, aby nemohlo dojít k překročení hodnoty horní meze tlaku (UPL).

8. Vlastníci kryogenních cisteren a/nebo plněných zásobníků by měli mít zavedený vhodný systém řízení, který zajistí, aby cisterny připojené pro plnění zásobníků byly kompatibilní s maximálním dovoleným tlakem přiváděným čerpadlem (MAPFP) plněného zásobníku a se systémem ochrany proti nadměrnému tlaku.

## 6.3 Příklady ochrany proti nadměrnému tlaku

Příklady metod ochrany proti nadměrnému tlaku jsou následující.

### 6.3.1 Přijímací zásobník s výkonem zařízení na odlehčení tlaku odpovídajícímu přiváděnému průtoku

Tato metoda zahrnuje potvrzení nebo zvýšení odlehčovacího výkonu zásobníku. Když tlak přijímacího zásobníku dosáhne hodnoty horní meze tlaku (UPL), průtok přes zařízení na odlehčení tlaku (jedno či více) přinejmenším odpovídá průtoku z natlakovaného plnicího systému, který je schopen vytvořit

hodnotu maximálního výtlačného tlaku (MDP) až do výše hodnoty maximálního dovoleného tlaku dodávaného čerpadlem (MAPFP) přijímacího zásobníku.

Zařízení na odlehčení tlaku by se mělo odvětrávat na bezpečné místo, tj. mimo vchody do budov, prostory pro operátory a oblastí, kde se předpokládá výskyt pracovníků zákazníka nebo veřejnosti.

U přijímacích zásobníků podle kompetencí ASME se musí pro provádění výpočtů použít dokument EIGA Doc 168 CGA P-40, *Metoda výpočtu pro analýzu a prevenci proti nadměrnému přetlaku během opětovného plnění kryogenních skladovacích zásobníků s pojistnými průtržnými membránami* [1].<sup>1</sup> Pokud nelze zvýšit výkon odlehčování tlaku (kvůli omezené velikosti odlehčovacího vedení u zásobníku atd.), potom je jednou z možností omezení průtoku na přívodním potrubí tak, aby odpovídal dostupnému odlehčovacímu výkonu. Toto lze dosáhnout pomocí zařízení clonového typu.

Nevýhodou této metody je, že se může u mnoha stávajících nízkotlakých zásobníků výrazně snížit rychlost plnění, i při použití vysokotlakého plnicího systému. Takto upravený zásobník pro plnění vysokotlakým plnicím systémem musí být ale také plněn čerpadly s nižším dodávaným tlakem. Dosažitelná rychlost plnění může poté klesnout na nepřijatelně nízkou úroveň.

### 6.3.2 Zařízení pro zastavení nebo omezení přívodního toku do přijímacího zásobníku

Tímto zařízením může být regulační ventil nebo regulátor vložený mezi plnicí přípojku přijímacího zásobníku a první uzavírací ventily. Během běžného plnění je zařízení otevřené. Pokud se příliš zvýší hodnota tlaku v přijímacím zásobníku, toto zařízení se uzavře nebo omezí průtok.

Toto zařízení je regulováno prostřednictvím vedení signálu z horní části zásobníku. Každý uzavírací ventil ve vedení tohoto signálu by měl být zkonstruován a řízen tak, aby nebylo možné plnit zásobník, když je ventil uzavřený. Když se zařízení aktivuje kvůli vysokému tlaku v zásobníku, smí dojít k opětovnému otevření pouze tehdy, když hodnota tlaku v zásobníku odpovídá povolenému rozsahu. Tato činnost by měla navíc vyžadovat provedení předepsané činnosti nebo být provedena pomocí předepsaného nástroje.

### 6.3.3 Propojený systém ochrany proti nadměrnému tlaku

Systém propojuje zdrojový a přijímací zásobník prostřednictvím přípojky pro řízení procesu. Systém musí zahrnovat vypínání čerpadla pro zajištění přerušování průtoku v případě, že v nádobě dojde k přetlakování.

### 6.3.4 Systém s řízením po kabelu

Systém je vypínací obvod, kterým se propojuje přepravní a přijímací zásobník pomocí dvou vodičového připojitelného volného vedení.

Zařízením může být tlakový spínač nebo pojistná průtržná membrána s vestavěným elektrickým vodičem, nebo samostatná membrána s vestavěným elektrickým vodičem zapojeným do série s běžnou pojistnou průtržnou membránou.

Nastavení tlakového spínače nebo pojistné průtržné membrány by mělo být takové, aby se čerpadlo zastavilo předtím, než dojde k překročení hodnoty horní meze tlaku (UPL).

### 6.3.5 Systém založený na přečerpávání

Pokud není na zásobníku nainstalované žádné zařízení, obvod pro spuštění čerpadla se může eventuálně přerušit na základě tlaku měřeného na přípojných trubkách nebo pružné hadici mezi přepravním zásobníkem a přijímací nádobou. Prahová hodnota tlaku musí být taková, aby se čerpadlo zastavilo dříve, než dojde k překročení hodnoty horní meze tlaku (UPL) v přijímací nádobě. Musí se provádět testy, aby se vyhodnotilo, že systém je schopen vypočítat tlak přijímací nádoby.

<sup>1</sup> Reference jsou zobrazeny a uvedeny jako čísla v závorkách, a jsou uvedeny v kapitole reference v pořadí jejich výskytu.

Poznámka: U systému pro zastavení čerpadla musí být zaveden systém řízení pro zajištění správné volby tlaku na přepravním zásobníku.

### 6.3.6 Jednoúčelové plnicí přípojky

Jedná se o přípojky, které mají specifickou konfiguraci pro určitý tlak, které umožní, aby se daly z přepravního zásobníku plnit skladovací zásobníky pouze s odpovídající jednoúčelovou přípojkou. Přípojka musí zajistit, aby nebyla překročena hodnota horní meze tlaku (UPL). Mezi spojkami specifickými pro určitý tlak plnicí nádoby a přijímací nádoby se nesmí používat adaptéry.

## 6.4 Doporučení

### 6.4.1 Minimální požadavky

Základním minimálním požadavkem je, aby měl každý přijímací zásobník účinnou ochranu proti nadměrnému tlaku při plnění pomocí čerpadel s maximálním výtlačným tlakem (MDP) až do výše hodnoty maximálního dovoleného tlaku dodávaného čerpadlem (MAPFP) specifikovaného pro daný zásobník.

### 6.4.2 Mezní tlak

Mezní tlak v zásobníku by měl odpovídat hodnotě horní meze tlaku (UPL), a všeobecně by tato hodnota neměla překročit hodnotu zkušební tlaku přijímacího zásobníku. Pokud je to nutné, musí se zvážit vliv podtlaku na zkušební tlak.

Jinak se souhlasem kompetentního regulačního úřadu může být hodnota horní meze tlaku (UPL) stanovena jako hodnota zkušební tlaku zásobníku, zvýšená o zlepšení vlastností materiálu za provozní teploty, kde jsou známé konstrukční charakteristiky vnitřní nádoby, nebo jako vyšší tlak za předpokladu, že je takové rozhodnutí zajištěno pomocí vhodného a zdokumentovaného vyhodnocení rizika kombinovaného systému (přečerpávací čerpadlo-přepravní zásobník) pro každý typ přijímacího zásobníku.

Pokud by se měla některá z výše uvedených podmínek změnit, musí se toto vyhodnocení rizika přezkoumat. Musí se zavést účinný systém řízení změn.

Pokud se ve výsledku vyhodnocení rizika zjistila možnost, že by mohlo dojít k překročení hodnoty horní meze tlaku (UPL) nebo tlaku schváleného kompetentním regulačním úřadem, poté by se měl ke snížení rizika na přijatelnou úroveň použít jeden z uvedených systémů nebo odpovídající alternativa.

## 7 Všeobecná doporučení

Přijímací nádobu může plnit dodavatel plynu nebo osoba pověřená dodavatelem plynu, kteří nejsou vlastníkem nádoby. Nicméně vlastník zásobníku je odpovědný za zajištění vhodné ochrany přijímací nádoby proti nadměrnému tlaku, aby mohl dodavatel plynu bezpečně provést dodávku. Vlastník přijímací nádoby by měl potvrdit, že tlak v zásobníku nemůže překročit hodnotu horní meze tlaku (UPL) zásobníku. Na základě požadavku vlastníka zásobníku musí dodavatel plynu poskytnout vlastníkově zásobníku charakteristiky průtoku a tlaku dodávkového vozidla. Tyto charakteristiky se obvykle poskytují jako křivka popisující nárůst tlaku přes čerpadlo jako funkce průtoku pro čerpadlo pracující při maximální rychlosti. U systémů pro tlakový přenos se toto obvykle zajistí jako maximální průtoková rychlost a tlak systému dodávky. Vlastník skladovacího zásobníku je odpovědný vůči svému dodavateli za zajištění systému pro identifikaci změn, které ovlivňují dimenzování odlehčovacího zařízení (na uvolnění tlaku) zásobníku, dostupnou kapacitu odlehčovacího zařízení na uvolnění tlaku a hodnotu maximálního výtlačného tlaku (MDP), a průtokovou rychlost. Měly by být identifikovány změny, které mají vliv na ochranu kryogenního skladovacího zásobníku během plnění operátorem, a bude-li to nutné, dodavatel by měl být s těmito změnami obeznámen.

Navíc si musí pracovník provádějící plnění zajistit povolení od vlastníka k plnění přijímacího zásobníku a zajistit potvrzení, že je zásobník plněn bezpečným způsobem.

## 7.1 Stávající instalace

Měly by se přezkoumávat stávající instalace, a pokud je to nutné, měly by se dodatečně upravit tak, aby byly v souladu s doporučeními uvedenými v této publikaci podle pevného plánu s tím, že se stanoví priority s ohledem na instalace s největším rizikem (např. nízkotlakého zásobníku plněného pomocí vysokotlakých čerpacích systémů).

## 7.2 Použitelné principy a pracovní postupy

Při zavádění systému ochrany proti přetlaku, musí tento systém odpovídat všem zásadám uvedeným v kapitole 6.1. Systém ochrany proti přetlaku může být jedním z příkladů uvedených v kapitole 6.2 nebo může mít jakoukoli jinou konstrukci s odpovídající spolehlivostí a integritou.

## 7.3 Funkce pracovních postupů monitorovaných řidičem

Další doporučená zařízení nebo vybavení nejsou určena k nahrazení pracovního postupu monitorovaného řidičem, ale pro poskytnutí další bezpečnosti navíc.

### 7.3.1 Školení zaměstnanců

Školení zaměstnanců, kteří se účastní plnění, by se mělo přezkoumávat s důrazem na význam nepřetržitého pozorování tlaku přijímacího zásobníku a na správné používání prostředků pro zamezení přeplnění (např. kontrolní přepadový ventil).

Operátoři manuálně regulovaných systémů plnění tlakem musí být pravidelně proškolení a musí získat příslušné oprávnění. Navíc se musí pravidelně přezkoumávat jejich schopnosti obsluhovat systém a regulovat tlak zásobníku v mezích provozního rozsahu stejně, jako v rozsahu přípustných mezních hodnot. Školení musí obsahovat informace o tom, že operátoři musí být hlavními prostředky pro kontrolu přetlaku, a že bezpečnostní systémy na odlehčení tlaku na nádobě nemusí být schopny zregulovat tlak v rámci omezení konstrukčního předpisu. Operátorům se musí objasnit, že oni jsou hlavními prostředky pro kontrolu přetlaku, a musí neustále kontrolovat proces přenosu do přijímací nádoby, protože bezpečnostní systémy na odlehčení tlaku nejsou zkonstruovány pro udržení tlaku přijímací nádoby v rámci omezení konstrukčního předpisu.

Všichni zainteresovaní pracovníci by měli porozumět rizikům týkajícím se přeplnění. Všechna příslušná školení by měla být zdokumentována.

## 8. Reference

Pokud nebylo specifikováno jinak, musí platit poslední vydání dokumentu.

[1] EIGA Doc 168, *Metoda výpočtu pro analýzu a prevenci proti nadměrnému přetlaku během opětovného plnění kryogenních skladovacích zásobníků s pojistnými průtržnými membránami*, [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)

[2] EN 60309-1 *Vidlice, zásuvky a zásuvková spojení pro průmyslové použití - Část 1: Všeobecné požadavky*, Mezinárodní elektrotechnická komise, [www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### Dodatek A: Příklad systému s řízením po kabelu (informativní)

Navrhuje se, aby se v případě, že dojde ke zkratu nebo přerušení obvodu pro spuštění čerpadla, použil namísto jednoduchého napěťového obvodu proudový obvod. Čerpadlo bude možné spustit pouze tehdy, pokud je proud ve smyčce v rozsahu definovaných mezních hodnot.

Pokud jsou obvody přerušeny nebo nejsou připojeny, proud je nulový a čerpadlo se nespustí. Pokud dojde ke zkratu obvodu z důvodu závady nebo k pokusu o manipulaci, proud bude příliš velký a čerpadlo se nespustí. Pokud se používá systém s membránami s přerušitelnými vodiči a zásobník je vybaven dvěma pojistnými průtržnými membránami, membrány by měly být zapojeny do série. Pokud se používá pro provoz tlakový spínač a na trase signálu se nachází odpojovací ventil, musí se použít taková metoda, aby se zajistilo, že je spínač tlaku aktivní, když se používá obvod s řízením po kabelu.

Toho lze dosáhnout použitím třífcestného ventilu na vedení ke spínači tlaku spolu se spínačem tlaku vybaveným jak vysokou, tak nízkou úrovní spínání.

Nízká úroveň spínání vytvoří rozpojený obvod, pokud není připojení k zásobníku pod napětím.

Aby se zajistilo, že se nepoužívá zásuvka na sousedním zásobníku namísto nefunkčního obvodu na plněném zásobníku, měly by se zásobníky se zásuvkami se vzdáleností menší než 5 metrů propojit do série.

Aby mohl být systém kvalifikován jako bezpečný, měl by systém kontroly řízení systému zajistit, že se používají pro plnění zásobníku s ochranou s řízením po kabelu pouze kompatibilní vozidla.

Níže je uvedena doporučená norma pro provedení elektrických kabelů pro řízení. Dodržováním této normy se může zajistit kompatibilita mezi zařízeními různých operátorů.

Zástrčka a zásuvka (2 pólová 16A, 24V) musí odpovídat normě EN 60309-1 Vidlice, zásuvky a zásuvková spojení pro průmyslové použití - Část 1: Všeobecné požadavky [2].

Konektor stacionárního zásobníku: zásuvka volného vedení: zástrčka.

Číslo kolíku	Funkce	Elektrické charakteristiky
1	Proudová smyčka pro řízení čerpadla	Odpor smyčky max. 1,5 k $\Omega$ $\pm$ 10 %, napájení 30 V, min. 10 k $\Omega$ zemní odpor.
2	Proudová smyčka pro řízení čerpadla	Odpor smyčky max. 1,5 k $\Omega$ $\pm$ 10 %, napájení 30 V, min. 10 k $\Omega$ zemní odpor.



# PREVENTION OF EXCESSIVE PRESSURE DURING FILLING OF CRYOGENIC VESSELS

## Doc 151/15

Replaces Doc 151/08

**EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION AISBL**

AVENUE DES ARTS 3-5 • B –1210 BRUSSELS

Tel: +32 2 217 70 98 • Fax: +32 2 219 85 14

[www.eiga.eu](http://www.eiga.eu) • e-mail: [info@eiga.eu](mailto:info@eiga.eu) □ EIGA 2015 - EIGA grants permission to reproduce this publication provided the Association is acknowledged as the source **EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION AISBL** Avenue des Arts 3-5 B 1210 Brussels Tel +32 2 217 70 98 Fax +32 2 219 85 14 [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu) e-mail: [info@eiga.eu](mailto:info@eiga.eu)

Doc 151/15

# PREVENTION OF EXCESSIVE PRESSURE DURING FILLING OF CRYOGENIC VESSELS

As part of a programme of harmonization of industry standards, the European Industrial Gases Association (EIGA), publication, *Prevention of excessive pressure during filling of cryogenic vessels*, has been used as the basis of an internationally harmonized gas association's publication on this subject.

This publication is intended as an international harmonized standard for the worldwide use and application of all members of the Asia Industrial Gases Association (AIGA), Compressed Gas Association (CGA), European Industrial Gases Association (EIGA), and Japan Industrial and Medical Gases Association (JIMGA). Each association's technical content is identical, except for regional regulatory requirements and minor changes in formatting and spelling.

## Table of Contents

1 Introduction .....	1
2 Scope and purpose.....	1
2.1 Scope .....	1
2.2 Purpose .....	1
3 Definitions .....	2
3.1 Publication terminology .....	2
Indicates a possibility or ability. ....	2
3.2 Technical definitions .....	2
4. Background.....	3
4.1 Background transport tanks.....	3
4.2 Background static tanks .....	3
5 Transport tanks .....	4
5.1 Filling operation .....	4
5.2 Recommendations.....	5
6 Static tanks.....	6
6.1 Equipment and procedures .....	6
6.2 Principles for overpressure protection.....	6
6.3 Examples of overpressure protection.....	7
6.4 Recommendations.....	8
7 General recommendations.....	9
7.1 Existing installations .....	9
7.2 Applicable principles and techniques .....	9
7.3 Role of driver-monitored procedures .....	9
8. References.....	10
Appendix A: Example of Fly Wire System (Informative) .....	11

## Amendments to 151/08 Section

Editorial to align style with IHC associations

2.2

## Change

Further information on the purpose of the publication

6.2

Expansion and clarification of principles of over pressurisation protection and additional paragraph.

6.3.3

Change of title and identification of system.

6.3.5

New section on "Transport based system"

7.3.1

Training of personnel expanded

8

New section "References" added

The safety record of filling operations indicates that the training of personnel has been exemplary based on historical performance. In order to accommodate the continuously improving capability of pumping systems, the objective is now to further improve overall safety by applying the principles of this publication and by introducing an additional safety protection system when required.

### 3 Definitions

For the purpose of this publication, the following definitions apply.

#### 3.1 Publication terminology

##### 3.1.1 Shall

Indicates that the procedure is mandatory. It is used wherever the criterion for conformance to specific recommendations allows no deviation.

##### 3.1.2 Should

Indicates that a procedure is recommended.

##### 3.1.3 Will

Is used only to indicate the future, not a degree of requirement.

##### 3.1.4 May

Indicates that the procedure is optional.

##### 3.1.5 Can

Indicates a possibility or ability.

#### 3.2 Technical definitions

##### 3.2.1 Cryogenic fluid

Refrigerated liquefied gas that is partly liquid because of its low temperature

##### 3.2.2 Cryogenic storage tank

Typically a static (stationary) vacuum-insulated vessel also known as the receiver tank

##### 3.2.3 Fly wire system

Standardized wire connection between the receiving tank and the pump control system used to transfer signal during the filling.

##### 3.2.4 Maximum allowable working pressure (MAWP)

Maximum pressure a tank is designed for during normal operation. A vessel's pressure relief devices are normally set to open at the MAWP.

##### 3.2.5 Maximum allowable pump feed pressure (MAPFP)

Maximum pressure that a receiver tank's fill coupling, fill valves and pipe work and any connected circuit are designed for. It is typically between 15 bar and 45 bar (220 psi and 650 psi). It is normally higher than the MAWP of the tank, to allow for pressure drop in the inlet system during the filling.

**3.2.6 Maximum delivery pressure (MDP)**

Maximum pressure that can be produced by a given pump or pressure transfer system used to fill a receiver tank.

**3.2.7 Pressurized loading systems**

Any system used to transfer product via gravity, pressure differential, or mechanical means (i.e., ground pump, transfer pump).

**3.2.8 Receiving vessel**

Vessel that is being filled; it includes both cryogenic storage tank and transport tank.

**3.2.9 Transport tank**

Includes fixed tanks (of tank vehicles or tank wagons), demountable tanks, tank containers and swap bodies for cryogenic fluids

**3.2.10 Upper pressure limit (UPL)**

Highest pressure it is acceptable to allow a tank to reach under abnormal filling] conditions (e.g., test pressure).

**3.2.11 Working pressure (WP)**

Pressure at which the vessel is set to operate. It is the set pressure of the pressure control devices (the pressure build up and the economizer regulators).

**4. Background****4.1 Background transport tanks**

Transport tanks for cryogenic fluids are normally low pressure tanks (typically with a design pressure of less than 3 bar (45 psi) that are designed, manufactured and used in accordance with the applicable transport regulations.

In many cases these tanks are filled from a pressure source (at the production facility) with a pressure that exceeds the maximum allowable working pressure (MAWP) of the transport tanker.

Typically the applicable transport regulations do not cover methods for filling and withdrawal. To discharge the cryogenic fluid in to the receiver tank, the road tanker is fitted with a centrifugal pump.

**4.2 Background static tanks**

Static cryogenic tanks provide gas or liquid for customer use and have a working pressure (WP) ranging from just above atmospheric pressure up to in excess of 35 bar. During filling this WP should be kept constant in order not to disturb the user's process. The pressurized loading systems (e.g., transport tank pump) used to fill the static cryogenic vessel should have:

- an output pressure that at least matches the highest WP in the range of tanks to be filled (at various customer sites); and
- produce additional pressure to overcome the frictional pressure drop of the cryogenic fluid flowing into the tank.

This means that pressurized loading systems can produce a maximum pressure that exceeds the MAWP of the receiver tank. **EIGA** DOC 151/15 4

## 5 Transport tanks

### 5.1 Filling operation

Transport tanks are normally filled with closed vents to reduce losses. In order to make the transfer of product into the transport tank possible without depressurization, the pressure source of the filling station can exceed the MAWP of the transport tank.

Detecting when the maximum level of liquid is reached in the tank is done by various methods throughout the gas industry (e.g., by observing when liquid flows from a try-cock, by weight, or by measurement of flow).

#### 5.1.1 Filling by pump

It is common to fill a transport tank using a pumping system via a single filling hose. To obtain sufficient flow rates, the pump has a possible maximum discharge pressure in excess of the receiving vessel's MAWP.

The standard filling procedure requires the operator to continuously monitor and control the receiving tank pressure below MAWP by adjustment of the top and bottom fill balance.

Automatic systems using flow meters or weigh scales may be used.

Filling is complete when the intended amount of liquid is transferred or the maximum fill level is reached. In situations where the operator either fails to end the fill process when the maximum filling level is reached, or fails to control the tank pressure during fill, the pressure in the transport tank will increase and can reach the MAWP, causing the relief devices to open. If the flow of the pump is greater than the capacity of the relief system, the pressure in the transport tank can rise to the pump maximum delivery pressure (MDP).

#### 5.1.2 Filling with pressure balance

This method of filling involves hose connections between the gas phase and the liquid phase of the receiver and storage tank.

The differential pressure requirement of the transfer system will be reduced as the pressure of the transport tank and the storage tank will be equalized before/during filling. This method may also be used to reduce loss of gaseous product from the gas phase of the transport tank.

The product may be transferred by a pump or by the liquid head of the storage tank. The filling procedure is normally controlled by an operator who may be supported by automatic systems.

Any potential overpressurization of the storage tank will be reduced when using this two hose transfer method as the pressure can balance.

#### 5.1.3 Pressure transfer

Transport tanks may be filled without pumps by pressure transfer if the pressure of the storage tank exceeds the pressure of the transport tank.

The necessary pressure difference for the liquid product transfer can be produced by increasing the pressure in the gas phase of the storage tank by operating a pressure build up system. Other methods may be used (i.e., using the liquid head of the storage tank).

The filling procedure is normally controlled by an operator who may be supported by automatic systems.

If the operator fails to stop the filling procedure at the maximum fill level the transport tank can be

pressurized up to the MAWP of the static storage tank, plus the liquid head. **EIGA** DOC 151/15

#### 5.1.4 Preventive measures

In reviewing the possible methods and devices to protect transport tanks against over pressurization during filling, the following principles shall be considered:

- Methods that are independent of the filling station or transport tank are preferred;
- Methods with a link between the transport tank and the filling station are acceptable, but require management control systems to ensure that only compatible transport tanks are used to fill; and
- The set pressure of any device should not exceed the UPL of the lowest pressure transport tank to be filled.

The method used shall be appropriate for the assessed risk.

#### 5.1.5 Pressure relief system

This method involves confirming or increasing the main pressure relief capacity on the transport tank so the maximum fill flow rate can be safely relieved without the transport tank exceeding its UPL.

Should the fill flow be found to exceed the main relief capacity of the transport tank, restrictions to the inlet flow line (e.g., orifice plates) may be considered as a solution.

#### 5.1.6 Fly hose system

This system transfers the pressure in the transport tank via a small bore flexible hose to the control box of the filling station.

The system logic shall be such that product transfer is stopped if:

- UPL set pressure is reached; or
- Low pressure value is not met, indicating that the hose is not connected to the transport tank.

#### 5.1.7 Transport tank pressure controlled shutoff device

The filling line of the transport tank is fitted with an automatic shutoff valve, which is controlled by the pressure of the transport tank. The valve will be closed if:

- transport tank pressure equals or exceeds its UPL; or
- power supply to open the valve is closed or not available.

This protection method is independent of the filling station and is fail safe.

#### 5.1.8 Fill plant shutoff system

This system consists of a pressure sensing device fitted to the transfer line. The device will isolate and/or stop the transfer pump if the UPL set pressure is exceeded. This protection method is independent of the transport tank.

### 5.2 Recommendations

Equipment and procedures for filling transport tanks vary between companies and locations. Therefore each company should carry out a risk assessment for the equipment and the filling procedure in use, for its own tankers at every location where they are filled, including those at other gas company sites.

For this assessment the maximum filling pressure at the filling station and the UPL of the transport tanks should be considered. The UPL of the transport tank should, as a general rule, not exceed the

test pressure of the transport tank. The effect of the vacuum on the test pressure shall be considered if required.

Alternatively, by agreement with the regulatory authority having jurisdiction, the UPL can be the test pressure of the tank increased by the enhancement of the material properties at the operating temperature, where design characteristics of the inner vessel are known; or a higher pressure, provided this is supported by a suitable documented risk assessment of the combined system (transfer pump-transport tank), for each type of transport tank.

This risk assessment shall be reviewed if any of the previously described circumstances should change. An effective management of change system needs to be in place.

If the result of the risk assessment identifies the possibility that the UPL or the pressure agreed by the regulatory authority having jurisdiction may be exceeded, then one of the detailed systems or an equivalent alternative should be used to reduce the risk to an acceptable level.

## **6 Static tanks**

### **6.1 Equipment and procedures**

Equipment and procedures for filling customer tanks from transport tanks vary between gas companies.

What is common throughout the industry is that most tanks are filled using a centrifugal pumping systems, which have possible maximum discharge pressures in excess of the receiver tank's MAWP. The standard filling procedure requires the operator to continuously monitor the receiver tank pressure and adjust the flow of liquid into the vessel by controlling the top and bottom fill valves to keep the pressure at the WP. The filling is finished when the intended amount of liquid is transferred or the maximum fill level is reached. The normal method of detecting when the maximum level is reached is to observe when liquid issues from the trycock line valve.

Only in situations where the operator is unable to follow this procedure and fails to regulate the fill valves correctly or to finish the fill when the maximum filling level is reached, will the pressure in the receiver tank increase and finally exceed the MAWP, thus activating the relief devices. Should the operator still fail to intervene and stop the fluid transfer, the final pressure in the tank will depend on the balance between the pressure/flow characteristics of the pump and pipework, and the pressure/flow characteristics of the tank's relief system.

When prioritizing preventative measures for the small number of low pressure vessels, there can be a risk of exceeding the vessel material yield stress using the most common type of pumps.

With an extreme combination of a low pressure tank and a high pressure pump, it is possible to exceed the receiver vessel's material ultimate tensile strength.

Very few standard or low pressure customer vessels manufactured before 1996 have relief systems (and lines to these relief systems) able to cope with the flow rates generated by a typical centrifugal delivery pumping systems.

### **6.2 Principles for overpressure protection**

In reviewing the possible methods and devices to protect receiver tanks against overpressurization during filling, a number of options can be considered.

1. Overpressurization protection means that the pressure in the receiving tank under accidental conditions should not exceed its UPL even if the operator is unable to follow the correct procedure.

2. Receiver tank's fill point piping should be designed to the MAPFP.

3. The MDP used to fill a receiver tank should not exceed the receiver tank's MAPFP. The pump systems outlet end should be fitted with a coupling rated for at least the MDP.
4. When an overpressurization protection system is tripped, it should remain in that state until reset by a specific procedure. If the operator is permitted to reset the system, there should be either a procedure requiring them to record the incident or an automatic event record. The operator shall be trained to record the event or have knowledge of the automatic event recording system. These requirements do not apply to the main relief devices of the receiver tank.
5. The design of the overpressurization protection system should be fail-safe.
6. The protection system should offer no incentive for overriding or non-compliance with correct procedures (e.g., when multiple receiver tanks are located at the same site, and/or the design of the protection system should not allow one tank to be filled while the protection system is connected to another).
7. The protection system should have all necessary characteristics for compliance with applicable codes and acceptance by authorities.

Where the operator has been trained and qualified in the filling process and the provisions of 6.3.1 are in place, and the manual loading operation is not considered as a component of the maximum quantity that can be supplied to the attached equipment. As such, the operator is considered to be the primary means of overpressure protection; thus, allowing secondary pressure relief devices to be set so the UPL is not exceeded.

8. Owners of cryogenic tankers and/or receiver tanks should have a management system in place to ensure that the tankers engaged to fill receiver tanks will be compatible with the receiver tank's MAPFP and overpressure protection system.

### 6.3 Examples of overpressure protection

Examples of overpressure protection methods in use are as follows.

#### 6.3.1 Receiver tank with relief device capacity matching the inlet flow

This method involves confirming or increasing the tank's relief capacity. When the receiver tank pressure reaches the UPL, the flow through the pressure relief device(s) at least matches the flow from a pressurized loading system capable of producing a pressure (MDP) up to the design pressure of the receiver's tank MAPFP.

The relief device should vent to a safe location, i.e., away from building entrances, operators and zones where customer personnel or public could reasonably be anticipated.

For receiver tanks operating under ASME jurisdictions, EIGA Doc 168, *Calculation Method for the Analysis and Prevention of Overpressure During Refilling of Cryogenic Storage Tanks with Rupture Disks*, shall be used to perform the calculations [1].<sup>1</sup> If the relief capacity cannot be increased (due to restricted relief line size within the tank etc.), then increasing the flow restrictions on the inlet pipework to match the relief capacity available is an option. This may be achieved using orifice plate type devices.

<sup>1</sup> References are shown in bracketed numbers and are listed in order of appearance in the reference section. A disadvantage with this method is that for many existing low pressure tanks, the fill rate can become very low, even when a high pressure pressurized loading system is used. If a tank adapted to be filled with a high pressure pressurized loading system, it also needs to be served by pumps with lower delivery pressure. The achievable flow rate can become unacceptably low.



### 6.3.2 Receiver tank inlet flow stop or limiting device

This device may be an actuated valve or regulator inserted between the receiver tank fill connection and the first shutoff valves. The device is open during normal filling and closes or restricts the flow if the receiver tank pressure becomes too high.

The device is controlled via a signal line from the top of the tank. Any isolation valve(s) on this signal line should be designed and managed so that it is not possible to fill the tank when the signal line valve is closed. When the device has tripped due to high tank pressure, reopening should only be possible when the tank pressure is in the permissible range and should require a prescribed action or tool.

### 6.3.3 Linked over pressurization protection system

The system links a source and a receiving vessel together through a process control connection. The system shall include a pump trip to interrupt the flow in the event of vessel over pressurization.

### 6.3.4 Fly wire system

The system is a trip circuit connecting the transport tank and the receiver tank via a two-wire plug-in flying lead.

The device can be a pressure switch or a rupture disc with a built in electrical wire, or a separate membrane with built in electrical wire in series with the normal rupture disc.

The pressure switch or rupture disc setting should be such that the pump is stopped before the UPL is exceeded.

### 6.3.5 Transport based system

If there is no device on the tank, the pump trip circuit may alternatively be broken based on the pressure measured on the connection pipe or flexible hose between the transport tank and the receiving vessel. The pressure threshold shall be such that the pump is stopped before the receiving vessel UPL is exceeded. Tests shall be performed to validate the system can calculate the pressure of the receiving tank.

NOTE With a pump stop system, a management system shall be in place to ensure the correct pressure selection on the transport tank.

### 6.3.6 Dedicated fill connections

These are fill connections that have configurations that are pressure specific, allowing transport tanks to only fill storage tanks with a matching dedicated connection. The connection shall ensure that the UPL is not exceeded. Adaptors shall not be used between the pressure-specific couplings of the filling vessel and receiving vessel.

## 6.4 Recommendations

### 6.4.1 Minimum requirements

The basic minimum requirement is that any receiver tank should have effective overpressurization protection for filling by pumps with MDPs, up to the MAPFP specified for the tank.

### 6.4.2 Limiting pressure

The limiting pressure within the tank should be the UPL and, as a general rule, this should not exceed the test pressure of the receiver tank. The effect of the vacuum on the test pressure shall be

considered if required. **EIGA** DOC 151/15 9

Alternatively, by agreement with the regulatory authority having jurisdiction, the UPL may be the test pressure of the tank increased by the enhancement of the material properties at the operating temperature, where design characteristics of the inner vessel are known; or a higher pressure, provided this is supported by a suitable and documented risk assessment of the combined system (transfer pump - transport tank), for each type of receiver tank.

This risk assessment shall be reviewed if any of the previously described circumstances should change. An effective management of change system needs to be in place.

If the result of the risk assessment identifies the possibility that the (UPL or the pressure agreed by the regulatory authority having jurisdiction) may be exceeded, then one of the detailed systems or an equivalent alternative should be used to reduce the risk to an acceptable level.

## **7 General recommendations**

A receiving vessel may be filled by a gas supplier or a gas supplier's agent that is not the owner of the vessel. However, it is the tank owner's responsibility to ensure the receiving vessel is adequately protected against overpressure and the gas supplier can safely make deliveries. The receiving vessel owner should confirm that the tank pressure cannot exceed the tank's UPL. Upon request from the tank owner, the gas supplier shall provide the delivery vehicle flow and pressure characteristics to the tank owner. These are typically provided as a curve describing the pressure rise across the pump as a function of flow for the pump operating at maximum speed. For pressure transfer systems this is typically provided as the maximum flow rate and pressure of the delivery system. It is the storage tank owner's responsibility to provide a system for identifying changes that affect tank relief device sizing, available tank relief device capacity, and MDP and flow rate for its supplier. Changes that impact the protection of the cryogenic storage tank during operator-attended fill should be identified and, if necessary, communicated to the supplier.

In addition, the filler shall ensure he has authorization from the owner to fill the receiver and has confirmation that this receiver can be safely filled.

### **7.1 Existing installations**

Existing installations should be reviewed and if it is found necessary, retrofitted to conform to the recommendations of this publication in accordance with a firm plan, giving priority to installations with the highest risk situation (e.g., low pressure receiver tanks filled by high pressure pumping systems).

### **7.2 Applicable principles and techniques**

When implementing an overpressurization protection system, it shall conform to all the principles given in 6.1. The overpressure protection system may be one of the examples given in 6.2 or be of any other design with equivalent reliability and integrity.

### **7.3 Role of driver-monitored procedures**

The additional equipment recommended is not intended to replace the driver-monitored procedure, but to offer additional safety.

#### **7.3.1 Training of personnel**

Training of personnel involved in filling should be reviewed with emphasis on the importance of observing the receiver tank pressure continuously and the correct use of the means to avoid overfilling (e.g., the trycock).

Operators of manual pressure-controlled loading systems shall receive periodic training and qualification. Furthermore, their skills to operate the system and to control the tank pressure within the specified operating range, as well as within acceptable limits, shall be recertified periodically. The training shall contain information that the operator shall be the primary means of overpressure control, and that the safety relief systems on the vessel may not be able to control the vessel pressure within

design code limits. It shall be made clear to the operator that they are the primary means of **EIGA**  
DOC 151/15 10

overpressure control, and shall remain in control of the transfer process to the receiving vessel as the safety relief systems are not designed to keep the receiving vessel pressure within design code limits. The risks associated with overfilling should be fully understood by all relevant personnel. All relevant training should be documented.

#### **8. References**

Unless otherwise specified, the latest edition shall apply.

[1] EIGA Doc 168, *Calculation Method for the Analysis and Prevention of Overpressure During Refilling of Cryogenic Storage Tanks with Rupture Disks*, [www.eiga.eu](http://www.eiga.eu)

[2] EN 60309-1 *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 1: General*

*requirements*, International Electrotechnical Commission, [www.iec.ch](http://www.iec.ch) **EIGA** DOC 151/15 11

### Appendix A: Example of Fly Wire System (Informative)

It is proposed that a current, instead of a simple voltage circuit, be used to allow the pump to be tripped if the circuit is shorted as well as broken. It will be possible to run the pump only if the current in the loop is within defined limits.

If the circuit is interrupted or not connected, the current is zero and the pump will not run. If the circuit has a short by damage or attempted tampering, the current becomes too great and the pump will not run. If a system with breaking wire membranes is used and the tank is fitted with dual rupture discs, the membranes should be wired in series. If a pressure switch is used and an isolation valve is fitted in the signal line for service or replacement, a method is required to ensure that the pressure switch is active when the fly wire circuit is in use.

This can be achieved using a three-way valve on the line to the pressure switch together with a pressure switch equipped with both a high and a low trip level.

The low trip will create an open circuit if the connection to the tank is not live.

To ensure that the socket on a neighbouring tank is not used in place of an inoperable circuit on the tank to be filled, tanks with sockets within 5 m (16 ft) should be wired in series.

In order to qualify as a safety system, the system of management control should ensure that only compatible vehicles are used to fill tanks with fly wire protection.

A recommended standard for electrical fly wires is detailed below. By adhering to this standard, compatibility can be ensured between the equipment of different operators.

Plug and socket to comply with EN 60309-1 *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 1: General requirements* 2 Pole 16 amp – 24v [2].

Static tank connector: female fly wire: male. Pin number	Function	Electrical characteristics
1	Current loop for pump control	Loop resistance 1.5 kohm ± 10%, max; 30 V supply, min 10 kohm to ground resistance.
2	Current loop for pump control	Loop resistance 1.5 kohm ± 10%, max; 30 V supply, min 10 kohm to ground resistance.