



# Interakce LNG vozidel a plnicí stanice

Václav Chrz, Chart Ferox a.s.

*teorie, konstrukce, praxe*

*Cooler By Design.™*

- Základním prvkem plnicí stanice LNG vozidel je zásobník na LNG, izolovaný expandovaným perlitem pod vysokým vakuem izolačního prostoru.
- Chart Ferox a.s. je jedním z největších světových výrobců a má v tomto oboru tradici 50 let, za posledních 30 let obohacenou spojením s firmou Air Products a následně se světovou korporací Chart. Pouze v závodě Děčín bylo vyrobeno více než 20 000 vakuově izolovaných zásobníků v objemech do 1000 m<sup>3</sup>.
- **Přívod tepla z atmosféry je minimalizován u typické velikosti tanku 60 až 80 m<sup>3</sup> na hodnotu, odpovídající odpaření 0,1% denně. Odpařený plyn se akumuluje v parním prostoru a pomalu zvyšuje tlak, který v případě bezodběrového skladování stoupne na tlak pojistného ventilu za cca 2 až 3 měsíce. To je jen teoretická hodnota, protože za provozu je nárůst tlaku kompenzován zmenšováním objemu kapaliny jejím odběrem.**

# Skladování LNG na stanici



- Základním prvkem expandovaným per
- Chart Ferox a.s. je tradici 50 let, za po and následně se sv vyrobeno kolem 10
- **Přívod tepla z atmc m3 na hodnotu, od akumuluje v parním bezodběrového skl měsíce. To je jen te kompenzován zme**



obník na LNG, izolovaný

robců a má v tomto oboru ením s firmou Air Products závodě Děčín bylo v objemech do 1000 m3.

**velikosti tanku 60 až 80 Odpařený plyn se však který v případě ro ventilu za cca 2 až 3 vozu je nárůst tlaku odběrem.**

# Skladování LNG na stanici



- Z
- C
- F



LNG vozidel je zásobník na LNG, izolovaný  
kým vakuem.

tších světových výrobců a má v tomto oboru  
obohatění  
ací O  
zolo

U naprosté většiny tanků  
netřeba obnovovat  
vakuum za celou dobu  
jejich životnosti

alizov  
aření  
malu  
ne na  
ota, protože za provozu je tlak  
mu kapaliny jejím odběrem.

Na rozdíl od satelitních stanic pro skladování a odpařování LNG pro energetické účely, kde nejsou dodatečné přívody tepla do tanku, se u plnicích stanic vozidel musíme vyrovnat s dodatečnými přívody tepla:

- Cirkulace LNG přes čerpadlo při jeho spuštění.
- Odpar a ohřev zbylé kapaliny a plynu v potrubí stanice po každém plnění vozidla.
- Prochlazování výdejního stojanu cirkulací pro přesné měření množství před každým plněním.
- Návrat přebytečné páry z nádrže některých vozidel před plněním.

Norma ČSN EN ISO 16924 zakazuje provozní odfuky metanu.

- Izolace potrubí pěnovou izolací, u intenzivně provozovaných potrubí vakuovou superizolací.
- Minimalizace dob cirkulace sofistikovaným řídicím systémem.
- Zařízení na udržování LNG v zásobníku při nízké teplotě a tlaku a ohřev na potřebnou teplotu varu teprve při plnění vozidla systémem Saturation on Fly (SOF) individuálně z jednotlivých výdejních stojanů dle potřeby.

# Vliv provozního režimu (1)



- Investoři obvykle zadávají projektované parametry na cílové hodnoty, například 40 vozidel za den. Často ale v počátečním období není tato kapacita využita a počet plnění se pohybuje v jednotkách za den.
- Samovolný ohřev potrubí po každém plnění má za následek větší přívod tepla na jednotlivé plnění.  
Proto je větší přívod tepla při náhodném rozdělení vozidel na celý den, typicky u veřejných stanic, než při plnění ráno nebo večer u flotilových stanic. Čím je delší „plnicí okno“ stanice, tím je větší přívod tepla.



## Vliv provozního režimu (2)



- Jednohadicové plnění se provádí LNG saturovaným na požadovanou teplotu a příchozí kapalina do nádrže kondenzuje páru v nádrži. Plnění se automaticky zastavuje při dosažení 90% kapaliny v nádrži, což je maximální přípustné plnění paliva saturovaného na 7 bar, pomocí mechanicky vymezeného prostoru pro páru.
- Při dvouhadicovém plnění se plní kapalina do nádrže a současně se odvádí pára zpět do stanice. Přívodem páry do tanku se zvyšuje tlak, což přispívá i k ohřevu kapaliny v tanku na vyšší saturaci. Tento způsob je v rozporu s doporučením NGVA.



## Vliv provozního režimu (3)



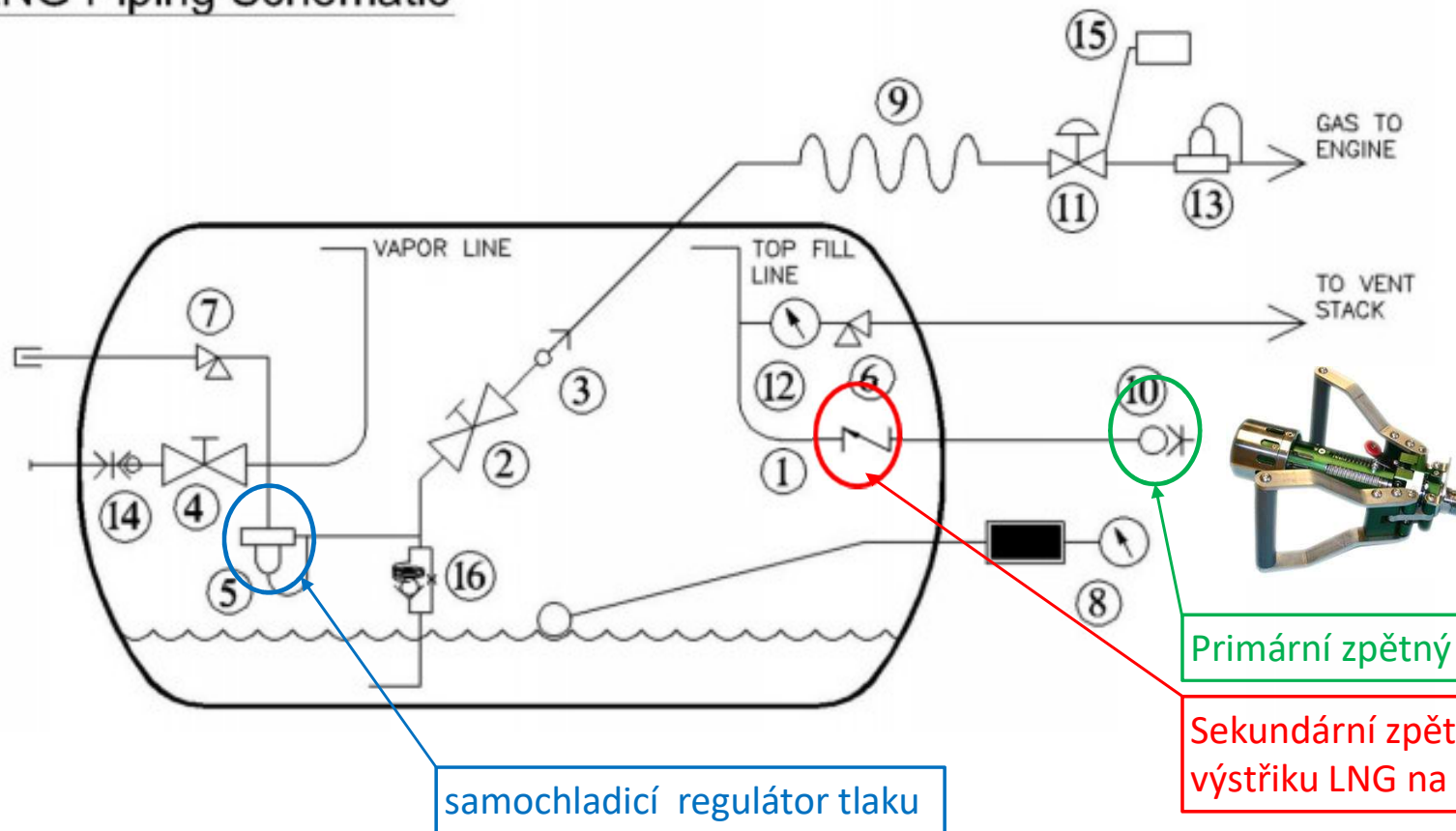
- Nejvíce je však nárůst tlaku ovlivňován druhem plněných vozidel.
  - jednopalivová vozidla se saturovaným LNG na teplotu varu při 7 bar. Tlak v nádrži je za provozu udržován konstantní pomocí regulátoru tlaku, který při stoupení tlaku v nádrži přepouští do motoru přednostně plynnou fázi.
  - dvoupalivová vozidla, kde se plní co nejstudenější LNG do nádrže (mimo SOF). Odpar LNG však není možno odvádět do trasy k motoru. LNG je již uvnitř nádrže stlačován vysokotlakým čerpadlem na tlak až 120 bar pro vstřík do válců současně s naftou. Proto tlak nádrže během provozu narůstá a před plněním je pak nutný odfuk páry zpět do stanice.
- Zde bych rád opravil rozšířený omyl, že při plnění studeným LNG je možno plnit do nádoby více paliva. Naplnit se může pouze taková hmotnost, která po ohřevu kapaliny na saturaci rovnou tlaku pojistného ventilu nepřeplní nádrž. Takže je lhostejné, jaká je výchozí teplota paliva. Hmotnost plnění závisí pouze na tlaku pojistného ventilu, který se v průmyslové praxi ustálil na 16 bar.

- Principiálně se snižování tlaku dosahuje dvěma způsoby:
  - **Rekondenzace páry chlazením**
    - Chlazení odpařováním dovezeného kapalného dusíku (nejekonomičtější)
    - Chlazení mechanickým chladicím cyklem s kompresorem (investičně náročné, spotřeba energie)
    - Chlazení sofistikovanými stroji (sterling, MC Mahon,...) (drahé, spíše pro fyzikální výzkum)
  - **Odvod přebytečného plynu ze zásobníku**
    - Odtah do středotlakého nebo nízkotlakého plynovodu
    - Odběr kompresorem do tlakových zásobníků CNG sekce

(společná nevýhoda: Při velkém odběru dochází ke změně složení LNG v tanku, takže zákazníci dostávají LNG s proměnlivým Wobbe indexem.)

# Konstrukce palivové nádrže Chart

LNG Piping Schematic



# Model tepelného chování stanice



- Dlouholeté zkušenosti s provozem plnicích stanic a následné modelování fyzikálních procesů tvoří matematický model, který umožňuje předpověď tepelného a tlakového chování stanice určitého konstrukčního provedení a sestavy jejích komponent, spotřeby kapalného dusíku, při zohlednění frekvence plněných vozidel, typu vozidel a délky plnicího okna.
- To umožňuje přesnější posouzení potřeby dusíkového chlazení a velikosti zásobníku dusíku. Pak je také možno rozhodnout o umístění dočasného nebo trvalého dusíkového tanku a o jeho velikosti.
- **Platnost modelu byla ověřena výsledky provozu plnicích stanic.**
  - Při plnění pouze monofuel vozidel obvykle není nutné dodatečné chlazení.
  - Při plnění dual fuel vozidel může spotřeba kapalného dusíku na stanici dosahovat stovek až tisíc kg/den. Tato nevýhoda může být kompenzována vyšší účinností duálního motoru zemní plyn + nafta.

**Děkuji za pozornost**

*Jsme trvale připraveni odpovídat na Vaše dotazy.*