

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Problematika odstraňování poruch na VTL plynovodech

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Pavel Kříž, Ph.D.

Autor: Petr Kubíček

Studijní obor: Měřicí a výpočetní technika

Anotace

V mé práci jsem se zabýval problematikou odstraňování poruch na VTL plynovodech, rozdělení poruch, dle druhu poškození, fyzikální podstaty transportu plynu, přečerpávacích stanic; součástí mé práce je i návrh na předcházení výskytu poruch. Dále zde uvádím dvě obsáhlé poruchy na okrese Prachatice, které jsem uvedl v bakalářské práci. U jedné jsem pouze asistoval, velice vzdáleně. Druhou už řešil, a to velmi intenzivně, od nálezu, až po úpravu projektové dokumentace a následnou výměnu poškozeného VTL plynovodu.

Abstract

In my work I have addressed the issue of troubleshooting failures on high-pressure pipelines, different kinds of failures, according to the type of damage, the physical nature of gas transportation, pumping stations; I have included also a proposal to prevent the occurrence of failures. In my paper I furthermore present two comprehensive failures which occurred in the Prachatice district and which I described already in my bachelor degree thesis. As regards one of the failures, I only assisted, very remotely. However, as regards the other failure, it was my responsibility to resolve the problem, in the most expedient way, from its detection to modification of the project documentation and subsequent replacement of the damaged high-pressure pipeline.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum:

Podpis:

Touto formou děkuji svému konzultantovi p. RNDr. Pavlu Křížovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování mé bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	- 7 -
2	PORUCHY NA VTL PLYNOVODECH.....	- 8 -
2.1	MECHANICKÉ PORUCHY.	- 8 -
2.2	TECHNOLOGICKÉ PORUCHY.....	- 9 -
2.2.1	<i>Při výrobě trubního materiálu.</i>	<i>- 9 -</i>
2.2.2	<i>Při spojování trubního materiálu.</i>	<i>- 10 -</i>
2.3	CHEMICKÉ PORUCHY.	- 11 -
3	OPRAVY NA VTL PLYNOVODECH.....	- 15 -
3.1	DRUHY OPRAV.....	- 15 -
3.1.1	<i>Opavy dočasné.....</i>	<i>- 16 -</i>
3.1.2	<i>Opavy trvalé.....</i>	<i>- 17 -</i>
3.1.2.1	<i>Činnosti před zahájením opravy</i>	<i>- 17 -</i>
3.1.2.2	<i>Činnosti při opravě</i>	<i>- 17 -</i>
3.1.2.2.1	<i>Oprava s únikem plynu</i>	<i>- 17 -</i>
3.1.2.2.2	<i>Oprava bez úniku plynu</i>	<i>- 18 -</i>
3.1.2.3	<i>Činnosti po ukončení opravy.....</i>	<i>- 18 -</i>
4	FYZIKÁLNÍ PODSTATA TRANSPORTU PLYNU VE VTL PLYNOVODECH – DYNAMIKA KAPALIN A PLYNŮ.....	- 19 -
4.1	VLASTNOSTI KAPALIN A PLYNŮ.....	- 19 -
4.2	KAPALNÁ TĚLESA	- 19 -
4.3	PLYNNÁ TĚLESA	- 19 -
4.4	PROUDĚNÍ KAPALIN A PLYNŮ	- 20 -
5	PŘEPRAVA PLYNŮ.....	- 24 -
5.1	PŘEPRAVA TANKERY	- 24 -
5.2	PŘEPRAVA POTRUBÍM.	- 24 -

6	PŘEČERPÁVACÍ STANICE.....	- 26 -
6.1	PŘEČERPÁVAJÍCÍ STANICE – PROVOZNÍ TLAKY.....	- 26 -
6.2	ČIŠTĚNÍ PLYNOVODŮ	- 28 -
6.2.1	<i>Hydraulická tlaková zkouška.....</i>	<i>- 29 -</i>
6.2.2	<i>Pneumatická tlaková zkouška.....</i>	<i>- 29 -</i>
6.2.3	<i>Čištění potrubí.....</i>	<i>- 30 -</i>
6.2.4	<i>Uvádění VTL plynovodů do provozu.....</i>	<i>- 30 -</i>
7	PORUCHY NA VTL PLYNOVODECH V OKRESE PRACHATICE.....	- 32 -
7.1	PORUCHA NA VTL PLYNOVODU U OBCE TĚŠOVICE.....	- 32 -
7.2	PORUCHA NA VTL PLYNOVODU U OBCE BĚLEČ.....	- 33 -
8	OPATŘENÍ PŘED PORUCHAMI	- 37 -
8.1	DRUHY KATEGORIÍ	- 37 -
8.2	PEARSONOVA METODA.....	- 39 -
9	ZÁVĚR.....	- 41 -
	POUŽITÁ LITERATURA:	- 42 -
	SEZNAM PŘÍLOH:.....	- 43 -

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá vysokotlakými (VTL) plynovody dle TPG 702 04 [1], která se nazývá Plynovody a přípojky z oceli s nejvyšším provozním přetlakem do 100 barů včetně. Dále se zde popisují plynovody dle ČSN EN 12732 [2] a ČSN EN 1594 [3], která nahrazuje normu ČSN 386410 [4]. Vznikla na základě mých pracovních zkušeností. V dřívější době jsem se problematikou VTL plynovodů nezabýval, jenom sbíral informace. Až v roce 2009, kdy došlo v únoru k velké havárii na VTL plynovodu, na přivaděči do města Prachatice. Tu jsem částečně vyřešil, došlo k nálezům dalších možných problémů, které se postupně řeší. V závěru uvádím co tato bakalářská práce přinesla do praxe na ochranu VTL plynovodů.

S ohledem na TPG 702 04 [1], ČSN EN 1594 [3] a ČSN EN 12732 [2] se plynovody zařazují do skupiny A a B.

Skupina A – plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 bar (1,6 MPa) včetně

Skupina B – plynovody s nejvyšším provozním tlakem nad 16 bar (1,6 MPa)

Dále se skupiny A, B dělí do podskupin takto:

Podskupina A1 – nízkotlaké plynovody do 0,05 bar (5 kPa) včetně

Podskupina A2 – středotlaké plynovody nad 0,05 bar (5 kPa) do 4 bar (400 kPa) včetně

Podskupina A3 – vysokotlaké plynovody nad 4 bar (400 kPa) do 16 bar (1,6 MPa) včetně

Podskupina B1 – vysokotlaké plynovody nad 16 bar (1,6 MPa) do 40 bar (4 MPa) včetně

Podskupina B2 – vysokotlaké plynovody nad 40 bar (4 MPa) do 100 bar (10 MPa) včetně

2 Poruchy na VTL plynovodech.

Poruchy na VTL plynovodech rozdělujeme do skupin podle druhu poškození:

1. Mechanické – kdy dojde k poruše při výstavbě nebo opravě jiné inženýrské sítě
2. Technologické, které dále dělíme:
 - a) špatná technologie při výrobě trubního materiálu
 - b) špatná technologie při spojování trubního materiálu
3. Chemické – kdy dochází k oxidaci materiálu, který se rozpadá.

2.1 Mechanické poruchy.

Mechanické poruchy na VTL plynovodech jsou způsobeny vždy lidským faktorem. Dochází k nim buď při výstavbě jiné inženýrské sítě nebo její opravě. Při každé výstavbě nebo opravě je nutné zažádat o vyjádření k existenci sítí příslušného správce inženýrské sítě. Zde správce dodá podmínky, které je nutné dodržet při souběhu nebo křížení VTL plynovodu. Toto určuje prostorová norma ČSN 736005 [5], nebo správce VTL plynovodu určí jinak. Nejvíce mechanických poruch dochází při nedodržení výkopových prací firmami, kdy nejméně 1 metr od VTL plynovodu jsou povinni zemní práce provádět výhradně ručně. Při ušetření času, firmy většinou riskují mechanické poškození VTL plynovodu.

Také dochází běžně k tomu, že firmy VTL plynovod poškodí jen na izolaci nebo bez úniku zemního plynu a VTL plynovod zpět zasypou bez informace správci plynovodu. Toto má za následek, že životnost plynovodu je snížena o mnoho let, kdy dochází později k chemické poruše, tj. rozkladu trubního materiálu. Snížení životnosti plynovodu při tomto poškození, má mnoho faktorů. Například, typ a druh zeminy, místo uložení a provoz v blízkosti plynovodu.

2.2 Technologické poruchy.

2.2.1 Při výrobě trubního materiálu.

Pleny, šupiny, zaválcované okuje jsou vady vzniklé při tepelném zpracování a úpravě povrchu. Pleny - překryti (přeložka) materiálu, částečně spojeny se základním materiálem, pod plenami obvykle vměstky nebo okuje. Vady způsobené tavením, vznikají při metalurgickém procesu při odlévání kovu do forem. Vady způsobené zpracováním během různých pochodů při dalších výrobních operaci, jako např. tažení, tváření. Tyto vady se nemusí projevit při výstupní kontrole a nacházejí se až při tlakových zkouškách na VTL plynovodu nebo při provozu po několika měsících až letech. Tyto poruchy se objevovaly v dřívějších letech, občas i v nynější době na starých VTL plynovodech. Na nově budovaných plynovodech se tyto poruchy neobjevují. Je to důsledkem kvalitnější technologií výroby a výstupní kontroly. Občas se při výstavbě VTL plynovodu tato závada objeví, teda tvrzení dodavatelské firmy, že na potrubí se plena objevila. Na dotaz, ať předloží poškozené potrubí, bylo nám oznámeno, že poškozenou část potrubí už odvezli. Toto se stalo při výstavbě VTL plynovodu, který dodává zemní plyn do obce Ktiš.

2.2.2 Při spojování trubního materiálu.

[1]

Při spojování trubních materiálů je nutno dodržovat normy pro svařování [6, 7], kde jsou popsány postupy na svařování potrubí. V dnešní době je platná ČSN EN ISO 15607 [6], která nahrazuje ČSN EN ISO 15607 (050311) [7] z května 2004. Ta to norma pouze stanovuje a kvalifikuje postupy svařování kovových materiálů. Přímou pro obloukové svařování platí ČSN EN ISO 15609-1, ta nahrazuje, ČSN EN 288-2 [8] z listopadu 1995. Před vlastním svařováním je nutné vypracovat tyto protokoly:

- | | |
|---------|--|
| c) pWPS | předběžná specifikace postupu svařování |
| d) WPQR | protokol o klasifikaci postupu svařování |
| e) WPS | specifikace postupu svařování |

Dříve docházelo při svařování k nedodržení postupů. Např. nepoužívaly se vysušené elektrody, svařování probíhalo za špatných meteorologických podmínek, bez použití ochranných prostředků nebo nebyl dodržen protokol o klasifikaci postupu svařování (svár byl proveden pouze jednou vrstvou bez vytvoření kořene sváru). Při provedení zkoušek na VTL plynovodu tyto sváry vydržely, ale mělo to za následek, snížení životnosti VTL plynovodu, bez jeho opravy. V dnešní době při výstavbě VTL plynovodů nebo jejich přeložek se v projektu uvádí kolik procent svárů je nutno zrentgenovat. Nejběžnější počet je 20 % [1], ale jsou přeložky, kdy je vyžadováno 100 % rentgenů. Budoucí provozovatel určuje, které sváry je potřeba přezkoušet.

2.3 Chemické poruchy.

Chemické poruchy souvisí s protikorozií ochranou. Základní podmínkou pro vznik a průběh koroze v přírodních, byť lidskými aktivitami modulovaných podmínkách, je vlhkost. Pod pojmem koroze se rozumí nežádoucí interakce materiálu a prostředí vedoucí ke zhoršení až k úplné ztrátě jejich původních vlastností. V užším smyslu se koroze vztahuje na kovy, jedná-li se o jiný materiál je vhodné uvést doplněk, např. koroze betonu. K posouzení koroze, nebo agresivity prostředí se zjišťují korozní úbytky (přírůstky) ve formě hmotnostních změn vztažených na exponovanou plochu (např. g.m) nebo -2 změn tloušťek (např. mm). Rychlostí koroze se rozumí poměr mezi korozními úbytky (přírůstky) a dobou expozice (např. g.m-2.rok-1, mm.rok-1). Tyto údaje mají jednoznačný význam dochází-li pouze k plošnému rovnoměrnému napadení, tj. je-li homogenní povrch kovu i prostředí. Častěji se však setkáváme s korozí nerovnoměrnou a pro její posouzení jsou důležitější jiná kritéria (např. hloubka a četnost důlků, průniků, změny fyzikálních vlastností, atd.).

Koroze v atmosféře je charakterizována u běžných konstrukčních ocelí dobou ovlhčení, úrovní znečištění sirnými sloučeninami (jmenovitě oxidem siřičitým), vzdušnou salinitou (v přímořských oblastech), průmyslovým prachem, oxidy dusíku nebo jinými technologickými produkty (sulfan, chlor, atd.)

Koroze v půdě je charakterizována druhem půdy (bažiny, močály, jíl, písek apod.), podílem vyplavitelných součástí, stupněm znečištění (strusky, odpady, kaly, uhlí), rezistivitou, obsahem vody, hodnotou pH, regulační schopností (celkovou aciditou či bazicitou), obsahem sulfidových, chloridových a síranových aniontů, úrovní spodních vod, vertikální a horizontální homogenitou, hodnotou potenciálu potrubí – půda (k vyhledání cizích katod).

.....Chemické poruchy jsou podrobněji popsány v [9].

2.3.1 Druhy koroze

Pro trubní materiály mají zvláštní význam:

- a) Koroze galvanickými články
- b) Koroze důlková
- c) Koroze selektivní
- d) Koroze za současného namáhání a vzniku trhlinek s mezi krystalovým, transkrystalovým či smíšeným průběhem.
- e) Koroze vodíkem
- f) Samovolní půdní koroze
- g) Koroze bludnými proudy

a) koroze galvanickými články

koroze galvanickými články jako důsledek vodivého spojení dvou nebo více kovů, různých povrchů téhož kovu či rozdílnou agresivitou prostředí: např. ocel/litina s oxidovou krustou, ocel na rozhraní písčité / jílovitá půda.

b) koroze důlková

koroze důlková - štěrbinová vzniká v menších objemech stagnujícího prostředí, pod vrstvou úsad, u nýtovaných, či šroubovaných spojů, na místech poškozených oxidových vrstev, bývá stimulována halogenidy (jmenovitě Cl⁻).

c) koroze selektivní

koroze selektivní vzniká rozdílnou stabilitou strukturních složek, např. houbovatění - spongióza šedé litiny je způsobena přednostním rozpouštěním feritické či feriticko - perlitické matrice.

d) koroze za současného namáhání a vzniku trhlinek s mezikrystalovým, transkrystalovým či smíšeným průběhem.

koroze za současného namáhání a vzniku trhlinek s mezikrystalovým, transkrystalovým či smíšeným průběhem vzniká v některých specifických prostředích vlivem vnitřního, nebo vnějšího, konstantního či cyklického (kor. únava) a jiného napětí (např. louhová křehkost ocelí, praskání nevhodně zpracovaných mosazných trubek a patič žárovek působením i malých koncentrací amoniaku).

e) koroze vodíkem

koroze vodíkem může mít různé formy: vznik puchýřů u neuklidněných a polo uklidněných ocelí vyvolává atomární vodík po spojení v molekulu (např. při katodické polarizaci). Atomární vodík v ocelích má zvlášť nepříznivé účinky po jejich zakalení. Za vyšších teplot a tlaků může vodík reagovat u ocelí s karbidy železa za vzniku metanu, u mědi s oxidy po hranicích zrn za vzniku vody, což vede ke zhoršení mechanických vlastností.

f) samovolná půdní koroze

samovolná půdní koroze je porušení kovu (oceli) bez působení cizích katod nebo bludných proudů. Může však být ovlivňována koncentračními články vzniklými různým ovzdušněním, pH, různou solností, stavem povrchu atd. Anodická místa bývají charakterizována špatným ovzdušněním, větší solností, menším pH, porušenými vrstvami oxidů a pod. Korozní praskání stimuluje zvýšená teplota (trvale nad 30 °C), dříve zmiňované specifické anionty, k nimž lze počítat dále dusičnany, které vyvolávají trhlinky za zvýšených koncentrací, např. když na horkých místech se odpařuje voda z roztoků obsahujících strojená hnojiva.

g) koroze bludnými proudy

Bludnými proudy se rozumí elektrické proudy, které procházejí jinou cestou než určeným okruhem. Jejich zdrojem mohou být např. elektrizované dráhy, jejich porušené zpětné kabely, katodicky chráněné objekty proti objektům nechráněným, ale event. i linie vysokého napětí indukující proudy v paralelně uložených potrubích. K výraznému poškození ocelových, případně litinových zařízení stejnosměrnými bludnými proudy dochází na výstupu proudu z konstrukce, tj. v anodických místech, u zařízení z olova a hliníku i na vstupu, tj. i na katodických místech - vzhledem k zvýšené alkalitě. Hodnověrný důkaz o výskytu bludných proudů poskytují elektrická měření. Kromě toho půda v blízkosti anodické oblasti má 100 až 1000 krát větší koncentraci chloridů a síranů. Katodická místa na potrubí, vzhledem k jejich alkalitě, se pokrývají uhličitánem vápenatým. Zkorodované lokality jsou ostře ohraničeny, mívají lasturovitý vzhled s event. klikatými můstky a polostrůvky původního materiálu. O možných korozních úbytcích se lze informovat z Faradayových zákonů, např. proud o intenzitě jednoho ampéru, při stoprocentním využití, rozpustí za jeden rok: 9,128 kg železa, 33,8666 kg olova, nebo 2,935 kg hliníku za vzniku příslušných iontů (Fe^{2+} , Pb^{2+} , Al^{3+}). Účinky střídavých proudů jsou mnohem menší, u železa cca 0,5 % odpovídajícího proudu stejnosměrného. Projevují se však nepříznivě při větších proudových hustotách. Např. podle DIN 50 925 není vyloučeno poškození když proudová hustota převyšuje 30 $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$. Byly však již zaznamenány poruchy při údajných proudových hustotách větších než 15 $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$.

3 Opravy na VTL plynovodech.

Opravy na VTL je nutné provádět dle technických pravidel TPG 905 01 část IV [10], kde jsou uvedeny základní požadavky na bezpečnost na plynárenské zařízení a TPG 702 09 [11], tato technická pravidla stanovují podmínky, dle kterých je možné provádět opravy na VTL plynovodech a přípojek z oceli, s nejvyšším provozním tlakem nad 5 bar do 40 bar včetně. V pravidlech je přesně určeno, jakým způsobem je možno plynovody opravovat. V TPG jsou zahrnuty dlouholeté odborné poznatky s prováděním oprav. Při řešení bylo přihlédnuto ke stávající tlakové hladině rozvodů plynu dosud používané v ČR. S ohledem na TPG 702 04 [1], ČSN EN 1594 [3] a ČSN EN 12732 [2] se plynovody zařazují do skupiny A a B.

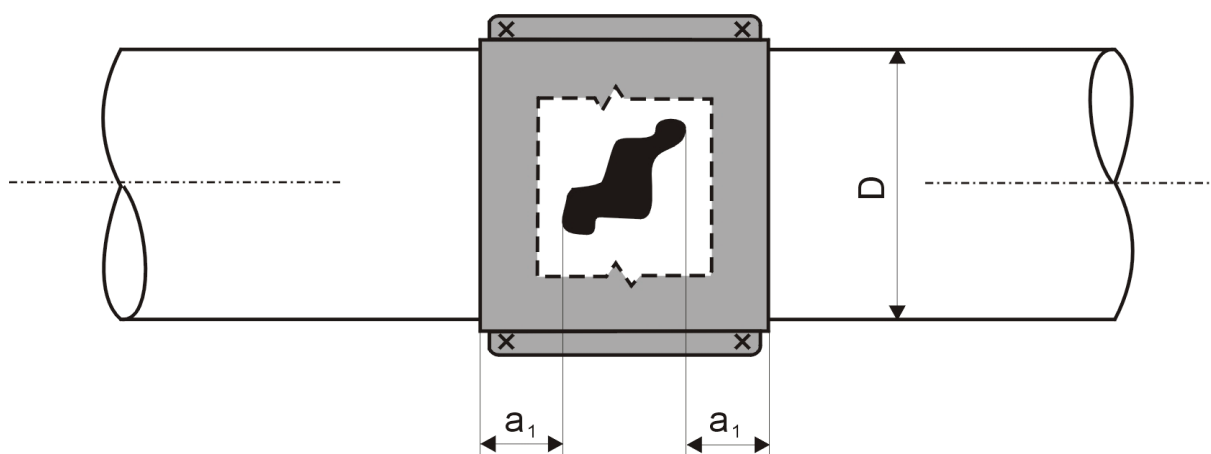
3.1 Druhy oprav.

Opravy na VTL plynovodech můžeme rozdělit do dvou kategorií. Na opravy dočasné, které se dělají v případě, že vzhledem klimatických a jiným podmínkám, nejdou provést opravy trvalé. Někdy dochází k tomu, že k připravené opravě dočasné se musí provést dodatečná úprava na opravu trvalou. Výskyt jiných problémů.

3.1.1 Opravy dočasné.

Dočasné opravy je možné provést jen v případech, kdy z technických nebo provozních důvodů nelze provést opravu trvalou. Dočasná oprava musí být nahrazena opravou trvalou ihned, jakmile je to z technického nebo provozního hlediska možné, např. možnost odstavení plynovodu, klimatické podmínky aj.

Oprava pomocí opravárenské mechanické tvarovky je považována za dočasnou. Opravy trhlin opravárenskou mechanickou tvarovkou jsou povoleny pouze v případě posouzení provedeného osobou s odpovídající kvalifikací. Opravárenské mechanické tvarovky lze použít pro průměry potrubí plynovodu, provozní tlaky a rozsahy poškození udávané jejich výrobcem. Tlak plynu v plynovodu při opravě se řídí charakterem a velikostí poškození takovým způsobem, aby byla zajištěna bezpečnost při opravě. Pokud není výrobcem mechanických tvarovek stanoveno jinak, musí být splněna podmínka přesahu tvarovky $a_1 \geq 25$ mm (viz obrázek 1).



a_1 - nejmenší vzdálenost poruchy od kraje mechanické tvarovky
D – vnější průměr potrubí

Obrázek 1 – Oprava pomocí mechanické tvarovky

3.1.2 Opravy trvalé

Závady se obecně dělí na závady s únikem plynu nebo závady bez úniku plynu. U trvalé opravy prováděné pod provozním nebo sníženým tlakem je nutné splnit následující podmínky:

3.1.2.1 Činnosti před zahájením opravy

Provést prohlídku plynovodu v bezprostřední blízkosti poruchy; změřit koncentraci plynu v místě provádění prací (při výskytu plynu v koncentraci nad 10 % dolní meze výbušnosti zabránit vzniku jisker např. použitím nejiskřícího nářadí, vlhčením výkopu apod.); důkladně odstranit izolaci, nečistoty a rez, vyčistit povrch plynovodu v místě opravy tak, aby byl povrch plynovodu způsobilý ke sváření; v místech, kde bude provedeno svařování je nutné změřit tloušťku stěny plynovodního potrubí ultrazvukem. Minimální tloušťka stěny se doporučuje $t \geq 4$ mm.

3.1.2.2 Činnosti při opravě

3.1.2.2.1 *Oprava s únikem plynu*

- a) Přivaření opravárenské záplaty
- b) Osazení ocelové tlakové objímky s kompozitní výplní
- c) Přivařením návarku s uzavřením
- d) Výbrus a převaření
- e) Výřez vadné části plynového zařízení

3.1.2.2.2 Oprava bez úniku plynu

- a) Přivařením opravárenské záplaty
- b) Osazením ocelové tlakové objímky s kompozitní výplní
- c) Osazením ocelové beztlakové objímky s kompozitní výplní
- d) Výbrus a převaření
- e) Osazení kompozitní objímky
- f) Výřezem vadné části plynového zařízení

3.1.2.3 Činnosti po ukončení opravy

Provést kontrolu podle ČSN EN 12732 [2], provést kontrolu těsnosti a koncentrace plynu v místě opravy, včetně přilehlých stěn výkopu; u oprav s výřezem vadné části plynovodu odstranit vodivé přemostění.

4 Fyzikální podstata transportu plynu ve VTL plynovodech – dynamika kapalin a plynů [12].

4.1 Vlastnosti kapalin a plynů

- základní a společná vlastnost **tekutost** (snadná vzájemná pohyblivost částic) – nemají stálý tvar, přizpůsobují se tvaru okolních pevných těles
- kapaliny a plyny označujeme souhrnně **tekutiny** (mechanika kapalin)

4.2 Kapalná tělesa

- stálý objem, pokud jsou v klidu v tíhovém poli Země vytvářejí volný vodorovný povrch, **volnou hladinu**
- velké odpudivé síly mezi částicemi mají za příčinu **velmi malou stlačitelnost** kapalin

4.3 Plynná tělesa

- nemají stálý tvar ani objem a nevytvářejí volný povrch
- vždy vyplní celý objem nádoby
- **velmi snadno stlačitelné**
- částice jsou od sebe vzdálené daleko, nepůsobí na sebe malými (zanedbatelnými) silami

Liší se tekutostí, plyny jsou tekutější. Příčinou rozdílné tekutosti je **vnitřní tření**, které se projevuje díky odporovým silám působících v proti směru pohybu částic tekutiny.

Pokud odporové síly zanedbáme získáme tzv. **ideální kapalinu** (dokonale tekutá, bez vnitřního tření, zcela nestlačitelná) a **ideální plyn** (dokonale tekutý, bez vnitřního tření, dokonale stlačitelný).

Ideální kapalinu a ideální plyn považujeme za spojitě prostředí nebo-li kontinuum, tzn. nebudeme přihlížet k částicové struktuře

4.4 Proudění kapalin a plynů

- pohyb kapalin a plynů v jednom směru = **proudění**
- rychlost a směr jednotlivých částic tekutiny se může v závislosti na čase a místě měnit
- pokud je **rychlost** částic **stálá**, nemění se s časem, jde o tzv. **ustálené** neboli **stacionární proudění**
- trajektorie jednotlivých částic naznačujeme tzv. **proudnicemi**

Proudnice je myšlená čára, jejíž tečna v libovolném bodě má směr rychlosti pohybující se částice.

V každém bodě tekutiny probíhá pouze jedná proudnice – *proudnice se nemohou protínat.*

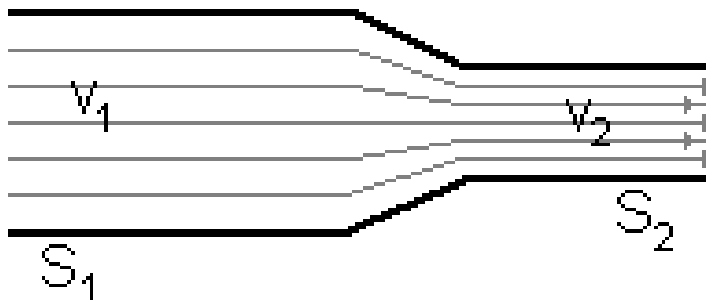
- nejjednodušším prouděním je ustálené proudění kapaliny (ideální kapaliny)

Objemový průtok Q_V

- objem kapaliny, který proteče daným průřezem trubice za jednotku času
- $Q_V = S \cdot v = \frac{V}{t}$
- objem vody, který proteče se měří vodoměrem nebo plynoměrem
- pokud jde o **ideální kapalinu**, Q_V je **konstantní** $Sv = konst.$ tento vztah vyjadřuje **rovnici spojitosti toku** neboli **rovnici kontinuity**

Při ustáleném proudění ideální kapaliny je součin obsahu průřezu S a rychlosti proudu v v každém místě trubice stejný.

Z tohoto vztahu vyplývá, že při proudění kapaliny trubicí nestejného průřezu, je v užším průřezu rychlost větší než v širším průřezu.



$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

S_1, S_2 - průřezy potrubí

v_1, v_2 - rychlosti proudění

Obrázek 2 – rovnice kontinuity

Bernoulliho rovnice

- rovnice kontinuity z hlediska mechanické energie
- mění-li se rychlost kapaliny v trubici nestejného průřezu mění se i kinetická energie kapaliny
- podle zákona zachování mechanické energie se musí přírůstek kinetické energie v trubici projevit úbytkem potenciální energie (**tlakové**) – mění se s tlakem

$$W = F_t l = pSl = pV \Rightarrow E_p = pV$$

- $E_p + E_k = konst \quad pV + \frac{1}{2}\rho Vv^2 = konst \Rightarrow \frac{1}{2}\rho v^2 + p = konst$

Součet kinetické a tlakové potenciální energie kapaliny o jednotkovém objemu je ve všech částech vodorovné trubice stejný.

Tato rovnice vyjadřuje zákon zachování mechanické energie pro proudění ideální kapaliny ve vodorovném potrubí.

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + p_2$$

Hodnoty tlaku sledujeme pomocí manometrických trubic. Když má kapaliny větší rychlost tak má větší kinetickou energii, ale má menší tlak.

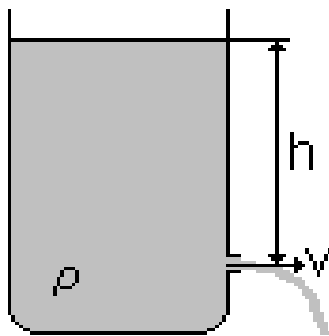
Pokud dojde k velkému zúžení trubice, rychlost je taková, že tlak kapaliny klesne pod atmosférický tlak a v trubici nastává **podtlak** a manometrické trubice začínají nasávat vzduch, toho se využívá u vodní vývěvy.

Poznatek o snížení tlaku ve zúžené trubici bylo nazván **hydrodynamický paradoxon**, ale prakticky na tomto jevu není nic paradoxního. Pro plyny platí totéž, ale tady se mění i hustota plynu.

Podtlak proudícího vzduchu se využívá u rozprašovače, stříkací pistole a karburátorech spalovacích motorů.

Foukáme-li mezi dva svislé papíry, vzniká mezi nimi podtlak a papíry se přitahují – **aerodynamický paradoxon**.

Rychlost vytékání kapaliny z otvoru pod volným povrchem hladiny. $v = \sqrt{2gh}$



g – tíhové zrychlení h – výška hladiny v – rychlost vytékání kapaliny

Obrázek 3 – rychlost výtoku kapaliny pod volným povrchem hladiny

5 Přeprava plynů [13].

5.1 Přeprava tankery

Přeprava tankery - je využívána pro přepravu přes moře na velké vzdálenosti - např. do Evropy je takto dodáván stlačený zemní plyn (CNG, PNG) a zkapalněný zemní plyn (LNG) z Alžírsko, Nigérie nebo Austrálie. Zemní plyn se na pobřeží stlačí nebo zkapalní (zkapalněním zmenší zemní plyn svůj objem cca 600x) a přečerpá do tankeru. Zkapalnění zemního plynu je energeticky nejnáročnější fází řetězce LNG. Podle použitých technologií se při něm spotřebuje 10-15 % zkapalňovaného plynu (nebo ekvivalent jiné energie). V cílovém terminálu se přečerpá do zásobníků, postupně se odpařuje a dodává do plynovodních systémů. Hlavní odběratel zkapalněného zemního plynu je Japonsko a v Evropě tomu vévodí Francie, která odebírá zemní plyn z Alžírsko.

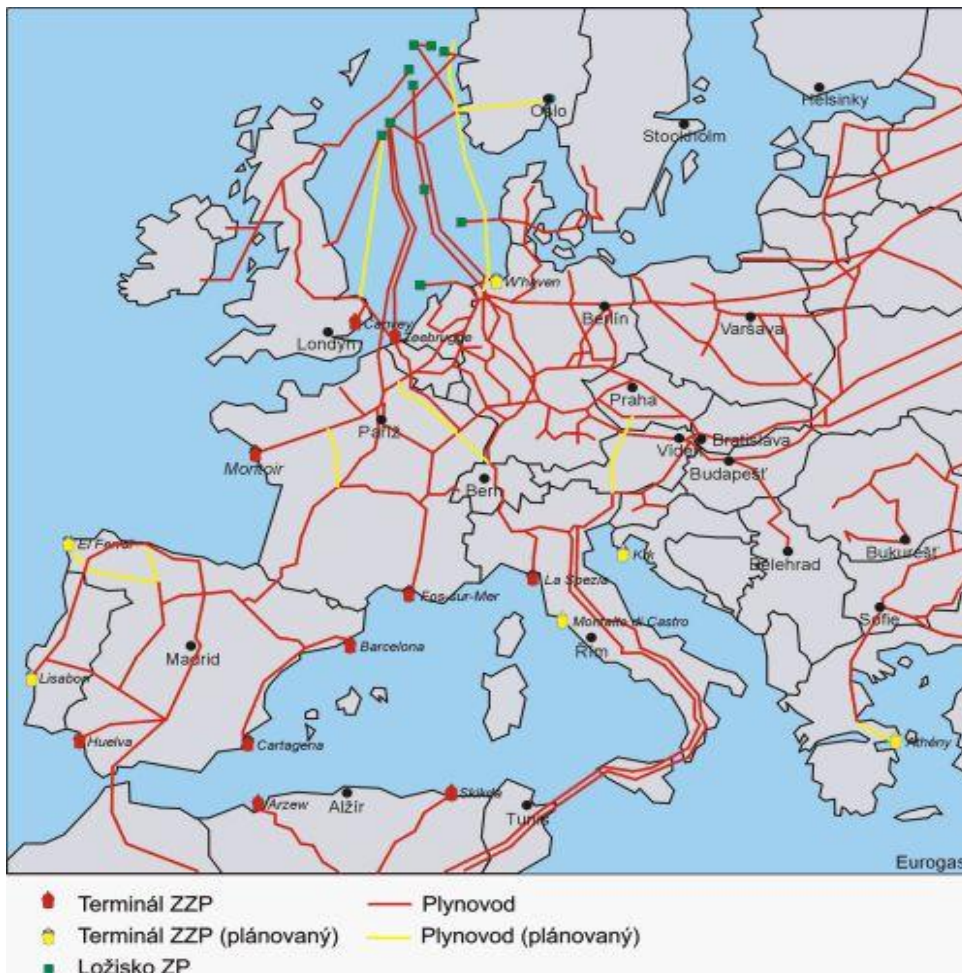
5.2 Přeprava potrubím.

Přeprava VTL plynovody, ve kterých se plyn pohybuje pomocí kompresních stanic. Ty jsou postaveny každých 100 km a vždy blízko hranic se sousedním státem. V těchto plynovodech je tlak přibližně 6,1 až 10 MPa. Tyto plynovody se nazývají tranzitní a jsou o průměru 800 mm až 1 400mm. Z těchto velmi vysokotlakých (VVTL) plynovodů si distribuční společnosti odebírají zemní plyn přes tak zvané předávací stanice, kde se plyn redukuje na tlak, který si určuje provozovatel distribuční společnosti. A hlavně se zde měří průtok zemního plynu na pozdější fakturaci mezi odběratelem a dodavatelem zemního plynu. Na VTL plynovodech, kde je tlak od 0,4 MPa a 4 Mpa už nejsou žádné kompresní stanice, nejsou potřeba. Plyn se pohybuje energií, kterou získává při redukcí tlaku a odběrem zemního plynu v síti.

V dnešní době kompresní stanice na našem území pracují na 30%, jelikož tranzit přes naše území do Německa se o mnoho zmenšil. Toto nastalo v roce 2009 po plynové krizi, kdy Ruská republika uzavřela plynové kohouty na Ukrajinu. Na našem území jsou kompresní stanice u měst Břeclav, Hostim, Kralice nad Oslavou, Kouřim a Veselí nad Lužnicí.



Obrázek 4 - Přehled hlavních VVTL plynovodů v České Republice



Obrázek 5 - Přehled VVTL plynovodů, plánovaných VVTL plynovodů, terminálů a ložisek zemního plynu v oblasti Evropy a severní Afriky.

6 Přečerpávací stanice [14].

6.1 Přečerpávací stanice – provozní tlaky

Přečerpávací stanice se nazývají regulační stanice nebo regulační zařízení. Pro tyto stanice nebo zařízení platí ČSN EN 12186 [15], která nahrazuje ČSN 386417 [16] a technická pravidla TPG 605 02 [14]. Technická pravidla stanovují základní systémové požadavky na projektování, stavbu, montáž zařízení, zkoušení a uvádění do provozu.

Rozdělení na regulační stanice a regulační soupravy se posuzuje dle projektovaného výkonu.

Regulační stanice (RS):

- 1) Je-li vstupní tlak do 4 barů a výkon zařízení nad $200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ do $500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- 2) Je-li vstupní tlak do 4 barů a výkon zařízení nad $500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- 3) Je-li vstupní tlak nad 4 bary a výkon zařízení nad $650 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Regulační soupravy (RESO):

- 1) Je-li vstupní tlak nad 4 bary a výkon zařízení do $650 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Tlak v přečerpávacích zařízeních:

Nízký tlak	A1 – tlak do 0,05 baru
Střední tlak	A2 – tlak nad 0,05 baru do 4 barů včetně
Vysoký tlak	A3 – tlak nad 4 bary do 16 barů včetně
Vysoký tlak	B1 – tlak nad 16 barů do 40 barů včetně
Vysoký tlak	B2 – tlak nad 40 barů do 100 barů včetně



Obrázek 6 – RESO v obci Běleč

Umístování těchto zařízení musí být volena tak, aby regulační zařízení hlukem, vibracemi a unikajícím plynem z ofukovacího zařízení neohrožovala zdraví osob v okolí. O umístění regulačního zařízení na plynárenském zařízení rozhoduje provozovatel plynárenského zařízení. Jejich umístění v blízkosti staveb musí být dodrženy tyto nejmenší vzdálenosti:

VTL RS, RESO B2 20 metrů

VTL RS, RESO A3 a B 1 10 metrů

Středotlaká (STL) RS 4 metry, pokud se nejedná o strojní zařízení

umístěné v přístavku nebo ve výklenku

Je bráno na zřetel další rozdělení, které rozděluje na zařízení umístěno na volném prostoru, pod střechou budovy nebo v uzavřeném prostoru. Zařízení pod uzavřením se dělí na následující skupiny:

- a) Volné stojící budova
- b) Skříňová budova
- c) Část jiné budovy nebo uvnitř budovy
- d) Podzemní stanice

Dříve se regulační zařízení umísťovalo vždy v každé obci a městě (ve městech i několik, z hlediska tlakových ztrát), na pozemky dostupné příjezdovými komunikacemi, nebo se k nim komunikace stavěla, co nejbližší VTL plynovodů, z hlediska ceny výstavby VTL plynovodních přípojek pro regulační zařízení.

V dnešní době se velmi často stává, že regulační zařízení se staví pro více obcí, někdy i desítky obcí. Je to dáno finanční stránkou a údržbou regulačního zařízení.

Provozovatel musí ze zákona o toto zařízení pečovat a udržovat. Každé regulační zařízení musí nejméně jednou za čtyři měsíce podrobit údržbě a každé dva měsíce zkontrolovat. Pouze ty, které jsou dálkově sledované. To regulační zařízení, které není dálkově sledované, se kontroluje každých čtrnáct dní. Proto je jednodušší a levnější provozovat a udržovat méně regulačních zařízení a více STL plynovodů, které dodávají zemní plyn do více obcí.

6.2 Čištění plynovodů .

Čištění VTL plynovodů se provádí spolu s kalibrací před tlakovými zkouškami polyuretanovými ježky. Toto čištění je na mechanické a ostatní nečistoty, které se v průběhu výstavby VTL plynovodu uchovají uvnitř potrubí. Jedná se pouze o rekonstrukce nebo výstavbu nových VTL plynovodů. Přitom je stavitel při výstavbě, vždy konce potrubí zaslepit nebo jinak zadělat, aby se do potrubí nedostaly nečistoty nebo voda. Při opravách VTL plynovodů se potrubí nečistí, nedochází k výskytu nečistot, protože se jedná vždy o krátké úseky v řádech metrů.

6.2.1 Hydraulická tlaková zkouška.

Po čištění a kalibraci následují na VTL plynovodech tlakové zkoušky. Ty se dle TPG 702 04 [1] provádějí přednostně hydraulicky, pokud provozovatel neurčí zkoušku vzduchem nebo inertním plynem. Při zkoušce vodním tlakem musí být dodrženy tyto hlavní zásady:

- a) Délka úseku u zkoušeného potrubí téže světlosti smí být u potrubí do DN 200 včetně 20 km, u potrubí na DN 200 15 km
- b) Zkoušený úsek různých světlostí smí mít největší plochu vnitřního povrchu potrubí 25 000 m²
- c) Potrubí musí být odvzdušněno podle technologického postupu

6.2.2 Pneumatická tlaková zkouška.

Tlaková zkouška vzduchem nebo inertním plynem se provádí po dohodě s provozovatelem, který se dohodne s projektantem. Zkoušené potrubí nemá mít větší objem než 25 m³. Případné zvýšení objemu zkoušeného úseku nad uvedené limity však musí být konkrétně technicky zdůvodněno v projektu, kde musí být též stanovena opatření pro dodržení bezpečnosti okolí. Tlaková zkouška vzduchem nebo inertním plynem se také vždy provádí v terénech s rozdílnou nadmořskou výškou. Špatně se totiž dosahuje při hydraulické zkoušce dokonalého odvzdušnění. Musí se totiž v nejvyšších a nejnižších uložení potrubí přivařit, navrtat a doplnit voda k dokonalému odvzdušnění.

6.2.3 Čištění potrubí

Po provedených tlakových zkouškách, buď hydraulicky nebo pneumaticky je nutné potrubí vyprázdnit a vysušit. Voda se z potrubí vypustí pomocí dělicích pístů a následně se potrubí vysuší na teplotu rosného bodu vody ve vzduchu – 20 °C a nižší. Průjezdy pístů během vytlačení vody a sušení slouží zároveň k zajištění a kontrole potrubí. Čištění pomocí pístů se provádí do té doby, až přestane z potrubí vytékat voda, poté následuje sušení. Při zkoušce vzduchem nebo inertním plynem se také čistí, protože při tlakování kompresorem, které mají být vybaveny odlučovačem vody, dochází k částečnému zkapalnění vzduchu, který ulpívá v potrubí a při provozování VTL plynovodu vznikají v potrubí hydráty (kapičky vody se spojí s metanem a vzniká hydrát metanového plynu). Následkem toho dochází k ucpání potrubí hydráty při vstupu do regulačních stanic. Jediné řešení je potrubí omotat samoregulačním topným kabelem Raychem spolu s příslušnou izolací a inteligentními řídicími jednotkami. Tyto kabely splňují bezpečnostní a provozní předpisy pro regulační zařízení. Toto se stává vždy při snížených teplotách počasí. Naopak v letním počasí se hydráty rozkládají na plyny, který, projdou regulačním zařízením a spotřebují se.

6.2.4 Uvádění VTL plynovodů do provozu

Uvádění VTL plynovodu do provozu má přesná pravidla. Začíná to u projektanta, který navrhne způsob propojení a uvedení do provozu. Projekt se předá k vyjádření provozovateli. Ten projekt zhodnotí, napíše připomínky, vrátí projektantovi k doplnění. Projektant doplní projekt a předá staviteli. Ten vybuduje VTL plynovod, provede na něm veškeré potřebné zkoušky za přítomnosti budoucího provozovatele a připraví plynovod k propojení na provozovaný plynovod. Zde může dojít k několika možnostem.

- 1) VTL plynovod se propojí na provozované potrubí s přerušením dodávek zemního plynu
- 2) VTL plynovod se propojí na provozované potrubí bez přerušení dodávek zemního plynu za pomoci balonů
- 3) VTL plynovod se propojí na provozované potrubí bez přerušení dodávek zemního plynu za pomoci stoplů

První způsob je technicky nejjednodušší. Musí být vypracován technologický postup na propoj, který schválí provozovatel. Seznámit pracovníky s postupem a uvědomit dispečink o odstavení VTL plynovodu a odběratelů. Zastavit na trasovém uzávěru přívod plynu a odběrem sjet tlak na nulu. Pouze je nutné nejméně 15 dní dopředu oznámit přerušení dodávky zemního plynu pro odběratele. Provozovatel toto může provést dle energetického zákona 458/200 Sb [15]. V platném znění. VTL plynovod se odplyní a profoukne inertním plynem. Propojí, odvzdušní a změří koncentrace zemního plynu. Koncentrace musí být aspoň 95% metanu.

Další dva způsoby jsou už technicky složitější a jsou podobné. Rozdíl mezi balonováním a stoplováním je v tlacích. U balonování se udržuje tlak v potrubí dle průměru potrubí v rozmezí od 200 kPa u DN 100 do 80 kPa u DN 300. U stoplování se udržuje tlak v potrubí až 800 kPa. U těchto dvou způsobů se pomocí by-passů udržuje dodávka zemního plynu odběratelům za propojovaným VTL plynovodem. Která metoda se použije, určuje provozovatel. Ten totiž musí spočítat hodinové spotřeby zemního plynu, za propojovaným plynovodem u odběratelů, na regulačním zařízení. A hlediska ročního období a klimatických podmínek. Počítají se tlakové ztráty, které vznikají změnou dimenze na by-passu (dočasného obtoku). Musí být vypracován technologický postup na propoj, který schválí provozovatel. Seznámí se s ním pracovníci, kteří zajišťují manipulaci na trasových uzávěrech a regulačních zařízení a dispečink, který částečně koordinuje hladinu tlaku zemního plynu. Po svařovacích pracích se provedou nedestruktivní zkoušky (rentgenové, kapilární, magnetické). Pokud zkoušky vyjdou bez závad, napojovaný plynovod se napustí plynem, odvzdušní a změří koncentrace metanu. Opět musí dosahovat aspoň 95%. Odpojí se by-pass za sníženého tlaku a plynovod se natlakuje na provozní tlak, který je u firmy E.ON od 2,2 MPa do 2,4 MPa.

7 Poruchy na VTL plynovodech v okrese Prachatice.

Poruchy na VTL plynovodech v bývalém okrese Prachatice nejsou časté a za posledních 10 let byly pouze dvě vážné. Je to hlavně z důvodu, že ještě v roce 1986 v bývalém Československu byly dva okresy, které nebyly plynofikovány. Byl to okres Čadca a Prachatice. Okres Prachatice se začal plynofikovat koncem 90. let minulého století. Jeho největší rozvoj plynofikace obcí byl v posledním desetiletí minulého století.

7.1 Porucha na VTL plynovodu u obce Těšovice.

První vážná porucha na VTL plynovodu v okrese Prachatice se stala v roce 2002. Začátkem června bylo při pochůzce VTL plynovodu zjištěno, že za obcí Těšovice, v lesním úseku duní země. Okamžitě byla přivolána mechanizace na přípravné výkopové práce okolo VTL plynovodu. Zbytek byl vykopán ručně. VTL plynovod byl zbaven v oblasti úniku izolace a bylo zjištěno, že se na potrubí nachází podélná vlásenková trhлина. Nejdříve byl dovezen opravný třmen PN 40, byl namontován, ale protože trhлина se začínala hned vedle sváru, nebylo možné opravný třmen namontovat tak, aby plyn neucházel. Toto bylo stejně jen dočasné řešení. Další den se vytvořil technologický postup na opravu potrubí a okamžitě se začalo s pracemi. Byly uzavřeny trasové uzávěry Prachatice a Husinec, na odstaveném VTL plynovodu se snížil tlak plynu na 100 kPa vypuštěním plynu z potrubí, byly navařeny balonovací hrdla. Provedlo se balonování, v prostoru mezi balonama se odplynil plynovod inertním plynem, byla změřena koncentrace metanu. Po dosažení koncentrace pod mez výbušnosti, se ručními řezáky odstranilo potrubí dva metry na každou stranu trhliny. Poté bylo vsazeno a zavařeno nové potrubí dle schváleného protokolu WPS svářecím technologem. Na kontrolu přijel odborník na nedestruktivní zkoušky a provedl zkoušku prozářením. Zkouška proběhla s pozitivním výsledkem, potrubí se odvzdušnilo, zaizolovalo a napustilo plynem na provozní tlak. Následně byl plynovod zasypan sypkým materiálem a byly provedeny povrchové úpravy.

7.2 Porucha na VTL plynovodu u obce Běleč.

Druhá vážná porucha na VTL plynovodu v okrese Prachatice se stala v roce 2009 a trvá prakticky pořád. Dne 3. února v dopoledních hodinách byl na poruchové číslo plynárenského dispečinku 1239, oznámeno, že u silnice směrem ven z obce Běleč je cítit zemní plyn (zemní plyn je bez zápachu, proto je nutná jeho odorizace merkaptanem). Na místo byla vyslaná pohotovostní četa, která zjistila, že vedle silnice je na louce roztátý sníh. Provedli několik sond do země a zjistili koncentraci zemního plynu, později se ukázalo, že VTL plynovod leží o 5 metrů vedle a unikající plyn si našel cestu zmrzlou půdou jinudy. Toto se stalo v úterý, ve středu se sháněly pracovní prostředky na opravu úniku plynu a hlavně technologie na uzavření potrubí bez odstávky zemního plynu.

Vypracovaly se technologické postupy na opravu a byly zahájeny zemní práce pro připojení stoplovacího zařízení a zhotovení by-passu. Ve čtvrtek přijeli zaměstnanci Jihomoravské plynárenské a navařili stoplovací hrdla na soply a hrdla na propojení by-passu. Dále byly kontaktováni největší odběratelé ve městě Prachatice a bylo jim oznámeno, že na trase VTL plynovodu je havárie, která se bude v pátek odstraňovat a tudíž mohou být problémy s dodávkou zemního plynu.

V pátek 6. února v 6 hodin ráno, byl uzavřen trasový uzávěr (TU) Prachatice a TU Obora, došlo k snižování tlaku z 2,4 MPa na 0,8 MPa odběrem v síti. Tlak 0,8 MPa udrží stoplovací zařízení a by-pass přenesou zemní plyn na trase VTL plynovodu do Prachatic. Dokáže přenést při průměru DN 50, za tlaku 0,8 MPa 800 m³/hod. Pro porovnání ve velkých mrazem jenom město Prachatice spotřebuje 6 000 m³/hod. Po provedení stoplování a napojení by-passu, se odkryla zbývající část VTL plynovodu, kde se měl nacházet únik plynu. Toto místo bylo nalezeno snadno, unikající zemní plyn dokonale vysušil zem, tak bylo snadné určit místo úniku. Po odizolování potrubí, se zjistilo, že únik je na sváru potrubí. Jak se opravuje únik na sváru potrubí je uvedeno v TPG 702 09. Svár se musí vybrousit a převarit. Při vybrušování sváru došlo k úplné destrukci sváru, tím že se potrubí rozpojilo a vyšlo najevo, že sváry jsou ve velmi špatné kvalitě. Svářečskou mluvou, lze podotknout, že to nebylo svařeno, ale slepeno.



Obrázek 7 - Prasklý svar na spoji potrubí



Obrázek 8 - Připravené potrubí na svařování

Svár byl proveden v dobré kvalitě, přijel odborník na nedestruktivní zkoušky a provedl kapilární zkoušku. Svár zkoušce vyhověl, ale potrubí ne. Byla nalezena plena na potrubí, která se táhla horizontálně po potrubí a byla asi 1 metr dlouhá. Toto je možné opravit pouze výměnou potrubí. Ovšem oprava se nedala provést v zimním období a nemělo význam vyměnit 1 trubku, jestliže nebudou namátkou zkontrolovány ostatní sváry a trubky. Potrubí se tedy odvzdušnilo, odstoplovalo, zaizolovalo, zasypalo a uvedlo do provozu napuštěním zemního plynu na provozní tlak 2,4 MPa.

Po této havárii bylo navrženo, že se potrubí DN 200 vymění od TU Prachatice, po redukci na DN 150. V dubnu se provedly sondy na potrubí v oblastech svárů. Přijel pracovník na nedestruktivní zkoušky a provedl na svárech zkoušku prozáření a kapilární zkoušku, kde opět našel na další trubce plenu. Druhý den mi oznámil, že sváry jsou absolutně nevyhovující. Bylo rozhodnuto, že potrubí se vymění, ale až po výměně TU Prachatice, který byl původně dvoucestný. Po výměně TU byl změněn na třicestný. K výměně došlo koncem května, ta proběhla bez komplikací. Na výměnu potrubí byla vypracována projektová dokumentace.

Výměna měla začít v srpnu 2009, bohužel majitelka jednoho pozemku nám nepovolila vstup do konce srpna. Tak práce mohli začít až v září. Byla přivezena provizorní VTL RS k TU Prachatice a položen středotlaký plynovod. Než se stačilo toto uvést do provozu, tak by práce skončila někdy v polovině října. Koncem září se také hodně ochladilo a projekt počítal, že VTL RS přenesou pouze 1 200 m³/hod. Výměna byla okamžitě zastavena. Další pokračování bylo na jaře, kdy se dohadovaly vstupy na pozemky. Tatáž majitelka chtěla, aby výměna přes její pozemek skončila do konce června. Takže se muselo začít 3. úsekem. Před přepojením VTL plynovodu na provizorní STL plynovod, bylo zjištěno, že projekt má nedostatky v přenosové kapacitě. Bylo počítáno, že při výstupním tlaku 300 kPa, přenesou VTL RS 1200 m³/hod. Při kontrole datového skladu se spotřebami zemního plynu na rok 2009, jsem zjistil, že spotřeby jsou větší, než plánuje projektová dokumentace. Po dohodě s projektantem se projekt musel upravit na výstupní tlak na 400 kPa. V projektové dokumentaci se dále počítalo, že plynovod na úseku 3. se vymění metodou BERSLINING. Zde provozovatel určil, že touto metodou se nebude plynovod měnit a místo toho se potrubí zatáhne vedle stávajícího plynovodu protlakem. Firma, která prováděla protlak zatáhla obetonované potrubí přesně 1 metr vedle stávajícího.

VTL plynovod se propojil na stávající a dále se mělo pokračovat na úseku 1. a na úseku 2. Po dohodě s projektantem se projednalo, že se úseky spojí a vymění se v celku. Zbytek plynovodu stavebník vyměnil klasickou metodou výkopu, úpravou podloží, položením potrubí do stávající trasy. Po provedení náležitých zkoušek se plynovod uvedl do provozu.

Vyměněné potrubí se odvezlo na likvidaci, předtím se vyřezaly 4 třímetrové kusy potrubí na zkoušky, které dokazují zbývající životnost stávajícího VTL plynovodu, který nebyl vyměněn. Zkoušky bude provádět Česká akademie věd v laboratořích firmy CEPS a.s. Původně se projednávalo, že zkoušky provede f. CEPS a.s. Ta chce zůstat nezávislá, z důvodů zájmu o následnou rehabilitaci zbývajícího VTL plynovodu DN 200. V České republice jsou totiž pouze dvě firmy, které můžou provádět rehabilitace VTL plynovodu. Jedná se zde už zmiňovanou firmu CEPS a.s. a dále firmu STREICHER, spol. s r.o. Plzeň.

8 Opatření před poruchami.

Opatření před poruchami na VTL plynovodech jde rozdělit do několika kategorií. Některé kategorie při opomenutí se dají oželet, ale v kombinacích mezi sebou, vytváří bezpečnostní a majetkový problém. A jsou kategorie, které se v žádném případě nesmí opomenout.

8.1 Druhy kategorií

- a) Spolehlivý projektant
- b) Kvalitní materiál
- c) Spolehlivý a kvalitní stavitel
- d) Zodpovědný technik
- e) Důsledná údržba

a) Spolehlivý projektant

Spolehlivý projektant, který se dokonale seznámí s problematikou prostředí, ve kterém se plynovod bude stavět je klíčem ke stavbě na bezpečný a hlavně dlouhodobý provoz bez závad. Při své práci jsem se už setkal s projektanty, kteří nakreslili do plánu čáru a víc je nezajímalo. Při projektování je potřeba dodržovat platné normy a TPG, dále instrukce vydané a schválené provozovatelem. Vyjednat podmínky pokládky potrubí s ostatními správci sítí, kteří v zájmovém území už svoje sítě provozují, vyjednat a domluvit podmínky s vlastníky pozemků. Občas se stávalo, že projektanti falšovali podpisy vlastníků pozemků. Jednak z lenosti, jednak z neochoty majitelů souhlasit se stavebním povolením.

b) Kvalitní materiál

Díky kvalitnímu materiálu při budování plynovodu, se může prodloužit životnost provozu potrubí o desítky let. Dříve při výstavbě bylo málo dodavatelů a proto se pokládaly trubky, které při výrobě měly konce trubek válcované za studena a vznikaly na nich tzv. pleny. Někdy zkoušené potrubí vydrželo pneumatickou tlakovou zkoušku, hydraulické se totiž neprováděly. Někdy ne a hned se opravovalo. Pokud potrubí vydrželo pneumatickou zkoušku, poruchy se projeví až za provozu. To se projevilo, žlutými koly v poli a mrtvými zvířaty vně kol. Do roku 1993 se potrubím dodával svítiplyn, který je jedovatý. Následné opravy byly složitější na bezpečnost..

c) Spolehlivý a kvalitní stavitel

Spolehlivý a kvalitní dodavatel je zárukou, kterou popisují u materiálu. Životnost provozovaného plynovodu může být delší. Může být dobrý projektant, kvalitní materiál, ale když je špatný stavitel, tak to nikdy nemůže dobře dopadnout. Stavitel prakticky nejvíce ovlivňuje stavbu nebo opravu plynovodu. Firmy se snaží ušetřit na lidech, na materiálu a výsledek se projeví někdy hned a někdy až za desítky let. Proto je důležité při výběrových řízeních, vybírat firmy, které budou dodržovat normy, TPG a instrukce vydané provozovatelem. Občas se totiž stává, že firma postaví plynovod a během následujícího roku, už neexistuje. Většinou toto stane malým firmám, které mají malý kapitál. V současné době se trh s firmami na výstavbu plynovodů ustálil. Není tolik práce na plynovodech a zbylé firmy se snaží při výstavbě respektovat veškeré požadavky provozovatele.

d) Zodpovědný technik

Pokud budou v pořádku všechny předcházející kategorie, tak technik není prakticky důležitý při výstavbě nebo opravě plynovodu. To se projeví až v pozdějších letech. Jestliže nějaká předcházející kategorie je špatná, tak technik dokáže životnost plynovodu ještě zkrátit. On je ten, který se vyjadřuje k projektové dokumentaci, kontroluje kvalitu materiálu potrubí a přídavných materiálů, kontroluje pokládku potrubí a je při veškerých náležitých zkouškách na plynovodech. Připravuje technologické postupy na propojení plynovodů a připravuje odstávky odběratelů při uvedení plynovodu do provozu.

e) Důsledná údržba

Důsledná údržba, také může prodloužit životnost plynovodu. Je kvalitní projekt, materiál, stavitel i technik při výstavbě plynovodu, ale pokud se na potrubí nebude každý rok provádět údržba, tak plynovod opět ztrácí na životnosti. Na plynovodu se provádí údržba dle TPG 905 01 [10g, kde jsou uvedeny základní požadavky na bezpečnost provozu plynárenských zařízení. TPG je doporučující, takže je minimum provádět úkony dle TPG. Provozovatel ovšem může požadavky upravit, vždy častějšími kontrolami a údržbou.

8.2 Pearsonova metoda

Pearsonova metoda pracující na kmitočtu 10 kHz s kapacitním snímáním do potrubí vysílaného signálu, vyhledává poruchy na izolaci VTL plynovodů. V letošním roce jsme začali touto metodou kontrolovat plynovody, které jsou vybudovány v 70. letech minulého století. Na VTL plynovodu DN 600, který prochází bývalými okresy Strakonice, Písek, Tábor a Pelhřimov se při kontrole našlo na podzim několik závad. Část je opravena, ale vzhledem na klimatické podmínky se opravy zastavily. Byly zjištěny závady na izolaci, závady se odstranily a potrubí zasypalo. Takto opravené izolace na potrubí prodlouží životnost plynovodu.

Postupem času chceme zkontrolovat všechny VTL plynovody a u nových staveb plynovodů, bude dáno do instrukcí, že po půl roce provozu, bude tento plynovod zkontrolován a následné nalezené chyby v izolaci stavební firma odstraní na vlastní náklady.

9 Závěr

V závěru chci poukázat, že tato práce přinesla vyhodnocení provozu na VTL plynovodech, jejich poruchy, následné odstraňování závad a preventivní ochranu a údržbu VTL plynovodů. Bude následně zakomponována do instrukcí pro údržbu na VTL plynovodech ve firmě E.ON Česká republika s.r.o. Dále zde byla prezentovaná Pearsonova metoda na vyhledávání poruch izolací, kterou začala firma E.ON Česká republika nově využívat.

Použitá literatura:

[1] TPG 702 04

[2] ČSN EN 12732

[3] TPG 702 09

[4]

[5] <http://www.mojeenergie.cz/cz/plynarenstvi-dodavka-energie>

[6] TPG 605 02

<http://people.tuke.sk/augustin.varga/Texty/Protikorozna%20ochrana.pdf>

[www.gympl.com/maturita/fyzika1/24. Dynamika kapalin a plynu.doc](http://www.gympl.com/maturita/fyzika1/24.Dynamika_kapalin_a_plynu.doc)

Seznam příloh:

Na přiloženém CD k bakalářské práci je kromě vlastního textu práce v pdf formě uložena také kopie projektu na výměnu VTL plynovodu u obce Běleč.