

M. Šander*

ZAŠTITA OD POŽARA I EKSPLOZIJA PRI PROJEKTIRANJU, IZVEDBI I POGONU PLINOVODA

UDK 614.84:622.691
PRIMLJENO: 22.10.2005.
PRIHVACENO: 4.9.2006.

SAŽETAK: U radu je prikazan pristup zaštiti od požara i eksplozija pri projektiranju, izvedbi i pogonu plinovoda. Vlada RH je prije nekoliko godina donijela nacionalni energetske program PLINCRO – plan izgradnje transportne plinske mreže i dobave plina do 2010. godine, što znači da će se uz postojeću mrežu plinovoda graditi novi magistralni, regionalni i spojni plinovodi. Opasnosti od požara i eksplozija na plinovodu su znatne, one se često zanemaruju, a ovaj rad nastoji istaknuti važnost tih zaštita pri projektiranju, izvedbi i uporabi. Prikazani su izvori i uzroci požarnih opasnosti, preventivne mjere zaštite od požara i eksplozija, određivanje zona opasnosti oko nadzemnih postrojenja i uređaja te procjena ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije za objekte na plinovodu (terminali), pri čemu se referira Dow metoda. Kao primjer konkretne izvedbe uzet je Magistralni plinovod Pula-Karlovac DN 500/75. Plinovod Pula-Karlovac dio je planiranog i izgrađenog plinovodnog sustava Republike Hrvatske kojim će se sjeverno-jadranska plinska polja i plinovodni sustav Republike Italije povezati s plinovodnim sustavom Republike Hrvatske. U tekstu se daje prikaz izvedbe zaštite od požara i tehnološke eksplozije uz navođenje konkretnih podataka o plinovodu čime se ilustrira red veličina. Konkretno su prikazane preventivne mjere zaštite od požara i tehnološke eksplozije kao i posebne mjere.

Cljučne riječi: zaštita od požara, zaštita od eksplozija, plinovod, preventivne mjere zaštite, izvori i uzroci požarnih opasnosti kod plinovoda, aparati za gašenje požara, zone opasnosti, zaštitne mjere na instalacijama, procjena ugroženosti od požara

UVOD

Plinski sustav Hrvatske obuhvaća istraživanje i proizvodnju prirodnog plina, podzemna skladišta plina, mrežu transportnih, magistralnih i regionalnih cjevovoda, plinske distribucijske mreže, te proizvodnju i trgovinu ukapljenog naftnog plina. Prirodni plin će i nadalje u Hrvatskoj zadržati ulogu jednog od najznačajnijih energenata. Očekuje se rast uporabe plina kod svih kategorija potrošača:

- najveća potrošnja plina ostvarila bi se u proizvodnji električne energije za javnu mrežu
- kućanstva bi bila druga skupina po potrošnji plina
- treća skupina po visini potrošnje bile bi kogeneracije
- značajnija se potrošnja očekuje u industriji.

Zakonom o tržištu plina energetske djelatnosti dobave plina i distribucije plina obavljaju se prema pravilima kojima se uređuju tržišni odnosi, a djelatnost transporta plina obavlja se kao javna usluga. Cijenom usluge za transport plina, jednakom za sve potrošače u Hrvatskoj, osigurava se razvoj transportne plinske mreže.

*Mr. sc. Miroslav Šander, dipl. ing., Elektroprojekt, Trg Dražena Petrovića 3, 10000 Zagreb.

Transporter plina, na temelju zakona, obavlja poslove razvoja, izgradnje, održavanja, upravljanja i nadzora cijelog transportnog sustava. Transporter plina izrađuje i donosi razvojne planove plinskog transportnog sustava. Ovi planovi se donose za razdoblje od najmanje 5 godina i mora ih odobriti ministar nadležan za energetiku.

Sukladno okviru za reformu energetskog sektora koji je utvrdila Vlada RH i Sabor RH, u drugoj polovici 2000. godine provedeno je restrukturiranje INE. Uprava INE d.d. osnovala je trgovačko društvo Plinacro d.o.o. za transport i trgovinu prirodnim plinom sa sjedištem u Zagrebu. Tako je djelatnost transporta plina, djelatnost iznimno bitna i jedna od ključnih djelatnosti INE, prenesena na Plinacro kao njegovu osnovnu djelatnost.

Postojeći plinovodni sustav u vlasništvu Plinacroa, njegov kapacitet, režim rada i konfiguracija određen je i razvijen u funkciji prihvata proizvodnje prirodnog plina s domaćih plinskih polja, iz uvoza, transporta prirodnog plina do potrošačkih mjesta, te tehnološkog upravljanja plinovodnim sustavom. Upravljanje i daljinski nadzor nad plinovodnim sustavom obavljaju se iz Dispečerskog centra za plin u Zagrebu. Osim usluga transporta plina, Plinacro brine o održavanju cjelokupnog plinovodnog sustava.

Domaća proizvodnja prirodnog plina trenutno obuhvaća oko 58% potreba za plinom. S obzirom na sve veću potražnju za prirodnim plinom, udio uvezenog plina će se povećavati. Sustav za transport plina obuhvaća 2.162 km visokotlačnog plinovoda čiji promjer iznosi od 80 do 500 mm (Tablica 1). Sustav je projektiran na tlak do 50 bara. Nadzor i upravljanje sustavom provodi se iz dispečerskog centra u Zagrebu. U sklopu ovog sustava nalazi se i 135 mjerno-redukcijskih stanica kapaciteta 4.000 – 100.000 m³/dan.

Tablica 1. Plinovodi u Hrvatskoj
Table 1. Gas lines in Croatia

| PLINOVODI | DULJINA (km) 2002. god. |
|-------------|-------------------------|
| Međunarodni | 35 |
| Magistralni | 635 |
| Regionalni | 710 |
| Spojni | 255 |
| Tehnološki | 527 |
| Ukupno | 2.162 |

Vlada RH je prije više godina donijela nacionalni energetski program PLINCRO – plan izgradnje transportne plinske mreže i dobave plina do 2010. Istodobno su iz povećane cijene plina osigurana i potrebna financijska sredstva, a uveden je i trošak transporta plina. Usporedo s prethodnim aktivnostima izrađena je i prihvaćena potrebna zakonska regulativa: Zakon o energiji, Zakon o tržištu plina te niz podzakonskih akata, a modificiran je i Zakon o komunalnom gospodarstvu, čime je distribucija plina prestala biti komunalnom djelatnosti i svrstana je u energetiku, što je otvorilo mogućnosti za uvođenje tržišnih načela, privatizaciju i ulazak koncesionara. Na temelju svega učinjenog lokalnim i regionalnim zajednicama (gradovi i županije) preporučeno je da na područjima svojeg djelovanja – na osnovi koncesija – pokrenu izgradnju distribucijskih plinskih sustava. Kao obveza lokalnih zajednica preostalo je izraditi studije opravdanosti izgradnje plinskih distribucijskih sustava i raspisati natječaje za dodjelu koncesija ili iznaći neki drugi model za financiranje izgradnje distribucijskih mreža.

Razlog tomu je činjenica da izgradnja distributivne infrastrukture traje znatno dulje (u većim mjestima pet do deset godina) od izgradnje transportnog sustava (dvije do tri godine).



Slika 1. Eksplozija plinovoda kod Ghislenghiena u Belgiji 30. srpnja 2004. u blizini Brusela

Figure 1. Gas line explosion at Ghislenghien in Belgium, 30th July 2004, near Brussels

Iz svega je vidljivo da će se u Hrvatskoj graditi te da se gradi mreža magistralnih, regionalnih i spojnih plinovoda. Opasnosti od požara i eksplozija na plinovodu su znatne, pa stoga treba tom segmentu zaštite plinovoda posvetiti svu pozornost kako pri projektiranju, tako i pri izvedbi i uporabi. Iako se plinovod smješta na otvorenom prostoru i podzemno, a zemni plin je lakši od zraka na postrojenjima plinovoda (terminali, blokadne stanice) moguće su eksplozije i požari gotovo svih klasa, ali naročito klase B, C te požari na električnim instalacijama. Klase požara se u skladu sa starijom klasifikacijom požara prema HRN Z.CO.003 (HRN EN 2 daje nešto drugačiju klasifikaciju), tj. prema vrsti zapaljivih tvari koje mogu biti obuhvaćene požarom dijele na klase A – požari čvrstih zapaljivih tvari, klase B – požari zapaljivih tekućina (požari bez žara – benzin, ulje, masti, lakovi itd.), klase C – požari zapaljivih plinova (metan, propan, butan itd.), klase D – požari zapaljivih metala (aluminij, magnezij, itd.), klase E – požari na uređajima i instalacijama pod električnim naponom.

IZVORI I UZROCI POŽARNIH I EKSPLOZIJSKIH OPASNOSTI PLINOVODA

Kod plinovoda ćemo razlikovati izvore i uzroke opasnosti od požara i eksplozija,



Slika 2. Eksplozija plinovoda kod Ghislenghiena u Belgiji 30. srpnja 2004. – vidi se cijev

Figure 2. Gas line explosion at Ghislenghien in Belgium, 30th July 2004 – pipe visible

podrazumijevajući pod izvorom stalno prisutne plinove i materijalne komponente sustava (plin, plinski kondenzat, kabeli) koji se mogu zapaliti ili eksplodirati kada neki od uzroka (električni luk, statički elektricitet, udar groma) dovode do stanja gorenja (požara) ili eksplozije. Potencijalni izvori požarnih opasnosti kod plinovoda su (Strelec, 2001.):

- plin (zemni plin) u slučaju nekontroliranog propuštanja na spojevima ili pucanja cjevovoda dospijeva u vanjski prostor te uz splet okolnosti može izazvati požar i/ili eksploziju
- plinski kondenzat u slučaju nekontroliranog istjecanja, propuštanja na spojevima ili pucanja posuda u kojima se nalazi može dospjeti u vanjski prostor te uz iskrnu ili neki drugi uzrok izazvati požar i/ili eksploziju
- neispravna električna oprema, uređaji i instalacije.

Sastav plina (uzet sastav plina u plinovodu Pula-Karlovac) je CH₄(metan): 98,05 mas % : 98,87 mol, N₂ (dušik): 1,95 mas % :1,13 mol, molekulska masa = 16,178. U slučaju propuštanja metana vrlo brzo nastaje smjesa koja može eksplodirati u dodiru s otvorenim plamenom ili nekim drugim izvorom koji ima dovoljnu energiju (električna iskra, iskra nastala mehaničkim djelovanjem, opušak i slično).

Požar treba gasiti zatvaranjem dotoka plina ispred mjesta propuštanja te uporabom vatrogasnih aparata na suhi prah, ali tek što je istjecanje plina već zaustavljeno.

Tablica 2. Značajke prirodnog (zemnog) plina
Table 2. Natural gas characteristics

| Prirodni plin (zemni plin) | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Područje zapaljivosti | 5,0-15 vol.% |
| Gustoća | 0,6857 kg/m ³ pri 15°C |
| Relativna gustoća (zrak=1) | 0,5604 |
| Temperatura paljenja | 600°C |
| Ledište | -182,5°C |
| Rosište | -12°C na 75 bar |
| Kritična temperatura | -82°C |
| Kritični tlak | 40 bar |
| Gornja toplinska vrijednost | 37,355 MJ/m ³ |
| Donja toplinska vrijednost | 33,632 MJ/m ³ |
| Wobbeov indeks | 49,902 MJ/m ³ |
| Specifična plinska konstanta | 513,94 J/kg °K |

Plinski kondenzat je smjesa ugljikovodika neodređenog sastava. Plinski kondenzat je lakohlapljiva kapljevina karakterističnog mirisa na benzin, a nastaje kondenzacijom težih ugljikovodika iz prirodnog plina. S obzirom da značajke variraju u odnosu na sastav, navode se njegove približne značajke (Tablica 3).

Plinski kondenzat je zapaljiva kapljevina koja se lako pali u blizini otvorenog plamena ili izvora

topline. Zbog relativno velike hlapljivosti kondenzata i brzog postizanja donje granice zapaljivosti, postoji izražena opasnost od požara i eksplozije (Hattwig, Steen, 2002.). Zato se oko opreme za rukovanje i skladištenje ovog medija oblikuju zone opasnosti od eksplozije i požara u kojima treba provesti propisane tehničke i organizacijske preventivne mjere zaštite.

Općenito uzroci požara i tehnološke eksplozije na plinovodima mogu proizaći zbog neprimjerenih tehnoloških postupaka i organizacijskih mjera, kvara na opremi i instalacijama, nepravilne montaže, eksploatacije i održavanja uređaja i instalacija, nepoštovanja tehnoloških pravila i ponašanja djelatnika, pušenja, upotrebe otvorenog plamena i sl.

Uzroci požara i tehnološke eksplozije na postrojenju plinovoda su, dakle, općenito ovi:

- električni luk, statički elektricitet i udar groma
- akcident na instalacijama ili propuštanje dijelova instalacije i opreme
- uporaba neodgovarajućeg alata kod izvođenja radova u zonama opasnosti
- nepropisno ponašanje zaposlenih kod posluživanja ili održavanja instalacija.

Tablica 3. Značajke plinskog kondenzata
Table 3. Gas condensate characteristics

| Plinski kondenzat | |
|--|---|
| Vrelište | 37-300°C |
| Plamište | -20 °C |
| Relativna gustoća kapljevine (voda = 1) | 0,8 |
| Relativna gustoća para (zrak = 1) | 3,4 |
| Temperatura samopaljenja | oko 280°C |
| Rosište | -12°C na 75 bar |
| Donja granica zapaljivosti | 1,3 % vol |
| Gornja granica zapaljivosti | 7,5 % vol |
| Topljivost | netopljiv u vodi, miješa se s većinom organskih otapala |
| Klasifikacija požara prema HRN EN2: 1997 | B |

PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I EKSPLOZIJA PLINOVODA

Kod plinovoda (razmatramo ukopani plinovod) predviđaju se ove tehničke mjere zaštite od požara i eksplozije:

a) Smještaj plinovoda u prostoru

Plinovod se mora graditi u skladu s prostornim planovima županija čijim područjima prolazi. Pojas određene širine s jedne i druge strane osi cjevovoda čini stalni čisti pojas plinovoda u kojem je zabranjeno saditi biljke čije korijenje raste dublje od 1 m, odnosno biljke za koje je potrebno obrađivati zemljište dublje od 0,5 m. U pojasu širokome 30 m lijevo i desno od osi plinovoda, nakon izgradnje plinovoda, zabranjeno je graditi zgrade namijenjene stanovanju ili boravku ljudi. Zgrade namijenjene stanovanju ili boravku ljudi mogu se graditi, uz primjenu posebnih mjera zaštite, na najmanjoj udaljenosti 20 m od osi plinovoda, ako je gradnja već bila predviđena urbanističkim planom prije izgradnje plinovoda.

b) Udaljenosti objekata od plinovoda

Nastoji se plinovod smjestiti što dalje od postojećih ili budućih građevina u blizini trase. Udaljenosti objekata od plinovoda moraju zadovoljavati zakonom i regulativom propisane udaljenosti.

c) Pristupni putevi

Oko nadzemnih dijelova instalacija objekata na plinovodu, radne površine moraju biti izvedene tako da je omogućen nesmetan pristup osoblju do armature i opreme koja se opslužuje. Ti isti putevi moraju poslužiti za pristup u slučaju akcidenata na plinovodu.

d) Konstrukcija plinovoda

Cijevi i materijal za plinovod moraju biti izabrani prema važećim normativima i normama tako da se održi strukturalni integritet cjevovoda pod temperaturom i drugim uvjetima koji se očekuju te da se osigura otpornost materijala na medij koji se transportira uz nepropusnost i elastičnost sustava. Cjevovod mora biti dovoljno elastičan tako da može preuzeti toplinska naprezanja koja se mogu pojaviti te da je

omogućena slobodna dilatacija cijevi. Debljina stijenke cijevi plinovoda mora biti takva da cijev osim unutrašnjeg tlaka plina može izdržati i sva vanjska opterećenja kojima je izložena. Pri križanju plinovoda s prometnicama, vodotocima i kanalima, kut između osi cjevovoda i osi prepreke mora iznositi između 90° i 60°. Podzemni i nadzemni cjevovod, na mjestu spajanja s drugim cjevovodom, a i na mjestu izlaska cjevovoda na površinu tla moraju imati čvrsti oslonac za sprečavanje pomicanja priključka. Oslonac nadzemnog cjevovoda mora biti izrađen od negoriva materijala i izveden tako da osigurava slobodno istezanje cjevovoda.

e) Blokadne stanice

Blokadne stanice, sa zapornim kuglastim slavinama i vodovima za izjednačenje tlaka, imaju funkciju zaštite plinovoda od naglog smanjenja tlaka kao i zaštite od požara. Kad jedna blokadna stanica zatvori, automatski se zatvaraju susjedne blokadne stanice i time fizički odjeljuju dionice cjevovoda između njih. Nakon izlaska interventne ekipe na teren i detekcije mjesta ispuštanja, provode se mjere zaštite i osiguranja mjesta propuštanja od eskalacije opasnosti od požara i eksplozije na okoliš. Ispuhivač na blokadnim stanicama služi za kontrolirano i namjerno ispuštanje plina u atmosferu prema pisanim procedurama. Provodi ga ekipa za kontrolu i nadzor sastavljena od za to školovanih djelatnika.

f) Čistačke stanice

Čistačke stanice služe za redovno čišćenje plinovoda, te u aktivnostima kod puštanja u rad, punjenja plinovoda, ispitivanja plinovoda s inteligentnim čistačima u svrhu provjere debljine stijenki, zavara i pronalaženja eventualnih oštećenja na plinovodu.

g) Posude za prihvatanje tekućine i odvajači tekućine na plinovodu

Plinovod mora biti opremljen s uređajima za ispuštanje tekućine iz plinovoda. Kapljevina iz plinovoda se uobičajeno ispušta u odvajače tekućine koji su ugrađeni u plinovod i koji su dio plinovoda, a opremljeni su cijevima za ispuštanje tekućine.

h) Uređaji za regulaciju i mjerenje

Dobro odabrana i dobro održavana te ispravno izvedena regulacija i mjerenje na plinovodu jedan je od čimbenika da ne dođe do požara i eksplozije. Pored instrumentacije i elektroničkog dijela opreme to se posebno odnosi na regulatore plina, sigurnosne ventile, automatske ventile za blokiranje protoka plina.

i) Aparati za gašenje požara

Na određenim dijelovima plinovoda upotrebljavaju se ručni ili prijevozni S-aparati koji su namijenjeni gašenju početnih požara klase B i C (natrij bikarbonat prah) ili se eventualno mogu upotrebljavati za veći opseg klase požara A, B i C na osnovi amonij-fosfata i amonij-sulfata (*Šmejkal, 1991.*). Ako projektant nalazi da je potrebno, mogu se upotrebljavati ručni ili prijevozni aparati za gašenje požara ugljičnim dioksidom koji su pogodni za gašenje požara električnih uređaja i instalacija pod električnim naponom, a mogu se upotrijebiti za gašenje požara klase B i C. Potreban broj, vrsta i veličina jediničnih vatrogasnih aparata određuju se u skladu s klasom požara koji može nastati, požarnim opterećenjem te s Pravilnikom o održavanju i izboru vatrogasnih aparata. Svaki nastali požar mora se gasiti odmah tako da se ne gubi vrijeme, ali isto tako valja promisliti da li upotrebljavati aparate za gašenje. Kod požara koji se gasi samo vatrogasnim aparatom, plin će i dalje istjecati te nakon nekog vremena postići donju granicu eksplozivnosti. Zbog toga je kod plinskih požara najbolje i najsigurnije zatvoriti dovod plina. U većini slučajeva je bolje polijevati vodom okolne objekte kako bismo ih hladili da se ne zapale nego ubrzano ugasiti požar, a da pritom nismo zatvorili dotok plina.

j) Mjere zaštite od požara i tehnološke eksplozije na strojarским instalacijama

Svi dijelovi plinovoda moraju biti zaštićeni od korozije. Antikorozivna zaštita podzemnih cjevovoda sastoji se od pasivne zaštite (izolacija) i aktivne zaštite (katodna zaštita). Kako razmatramo cjevovode koji su položeni u tlo, oni moraju biti trajno izolirani od drugih stranih podzemnih metalnih instalacija. Minimalna udaljenost između cjevovoda i podzemnih kabela, odnosno uzemljivača odgovara normativima propisanim

hrvatskim normama, a od ostalih podzemnih metalnih instalacija na mjestima križanja s cjevovodom ta udaljenost iznosi najmanje 50 cm. Kod polaganja podzemnih cjevovoda usporedo s drugim instalacijama minimalna udaljenost iznosi 50 cm. Telekomunikacijski kabeli koji služe isključivo za rad cjevovoda polažu se u isti rov s cjevovodom, a njihovi metalni plaševi trebaju biti uključeni u sustav katodne zaštite cjevovoda.

k) Zaštitne mjere na električnim instalacijama

Električne instalacije na plinovodu moraju se izvesti prema važećim propisima tako da u ispravnoj eksploataciji ne predstavljaju izvor energije paljenja koji može dovesti do požara i/ili eksplozije. Elektroenergetski ormarići i instalacije katodne zaštite na objektima unutar plinovoda moraju se postavljati izvan zona opasnosti od eksplozije.

ZAŠTITA OD EKSPLOZIJE I PROCJENA UGROŽENOSTI PLINOVODA

Ugroženi prostor je prostor u kojemu postoji eksplozivna plinska atmosfera ili se njezina prisutnost može očekivati u količinama koje iziskuju posebne mjere po pitanju konstrukcije, ugradbe i uporabe uređaja u tom prostoru. Ugroženi prostor razvrstava se u zone opasnosti na temelju učestalosti pojave i duljine trajanja eksplozivne plinske atmosfere. Zone opasnosti oko nadzemnih postrojenja i uređaja koji su sastavni dijelovi objekata na plinovodu su dijelovi prostora u kojima se obavlja transport i uskladištenje zapaljivih plinova. Ovisno o stupnju opasnosti nastanka i širenja požara i eksplozije, zone opasnosti dijele se na (*Marinović, 1986.*):

- zonu opasnosti 0
- zonu opasnosti 1
- zonu opasnosti 2.

Zona opasnosti 0 je prostor u kojem je trajno prisutna eksplozivna smjesa zapaljivog plina i zraka. Zona opasnosti 1 je prostor u kojem se pri normalnom radu mogu pojaviti zapaljive ili eksplozivne smjese zraka i plina. Zona opasnosti 2 je prostor u kojem se mogu pojaviti zapaljive ili eksplozivne smjese zraka i plina, ali samo u nenormalnim uvjetima.

Klasifikaciju eksplozijski ugroženog prostora provodimo prema: HRN EN 60079-10 Protueksplozijska zaštita - Zone opasnosti prostora ugroženih eksplozivnim smjesama plinova i para (2004.), ali se isto tako držimo i specifičnih zahtjeva vlasnika plinovoda. Također konzultiramo Pravilnik o tehničkim uvjetima i normativima za siguran transport tekućih i plinovitih ugljikovodika magistralnim naftovodima i plinovodima, te naftovodima i plinovodima za međunarodni transport.

Posebne mjere zaštite od tehnološke eksplozije na objektima plinovoda treba primjenjivati tijekom pražnjenja posuda za sakupljanje tekućine u skladu s navedenim odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu od požara i eksplozije pri čišćenju posuda za zapaljive tekućine:

1) Prije početka pražnjenja posuda za sakupljanje tekućine mora se provjeriti ispravnost uređaja, opreme za pražnjenje i ispušavanje, odvođenje statičkog elektriciteta i sredstva za gašenje.

2) Prilikom ispuštanja plinskog kondenzata u posudu za kondenzat i pražnjenja posude u autocisternu, potrebno je ovome postupku posvetiti odgovarajuću pozornost te autocisternu prethodno uzemljiti.

3) Na 15 m od posuda za sakupljanje tekućine moraju se ukloniti i isključiti svi izvori energije paljenja kao što su motori s unutarnjim izgaranjem, električne instalacije koje nisu protueksplozijski zaštićene i izvori iskrenja.

4) Na 15 m udaljenosti od posuda za sakupljanje tekućine moraju se obvezno postaviti odgovarajući natpisi upozorenja.

5) Električne instalacije koje se upotrebljavaju u zonama opasnosti moraju biti u protueksplozijskoj zaštiti.

6) U zonama opasnosti nije dopušteno:

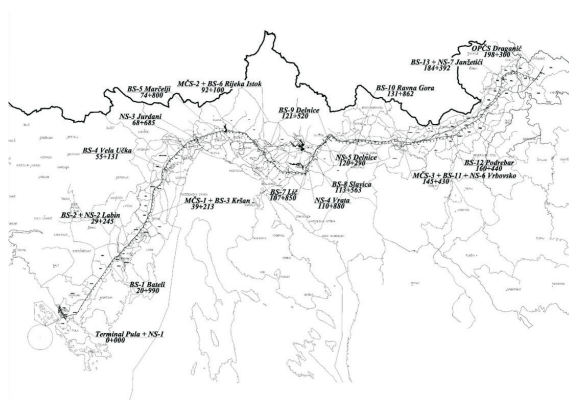
- držanje i uporaba alata, uređaja i opreme s ručnim, mehaničkim, pneumatskim, rotirajućim i sličnim pogonom i pokretanjem koji mogu prouzročiti iskru ili na drugi način oslobađati toplinu,
- pušenje i uporaba otvorene vatre u bilo kojem obliku

- držanje oksidacijskih, kemijski nestabilnih/inkompatibilnih ili samozapaljivih tvari
- odlaganje zapaljivih i drugih tvari koje nisu namijenjene tehnološkom procesu
- pristup vozilima koja u radu mogu iskriti
- nošenje odjeće i obuće koja se može nabiti opasnim nabojem statičkog elektriciteta, npr. sintetička odjeća i obuća bez antistatičke preparacije i sl., osim u zoni 2 ako je posebnim propisom drugačije utvrđeno
- uporaba uređaja i opreme koji nisu propisno zaštićeni od statičkog elektriciteta ako na njima postoji mogućnost nabijanja opasnog naboja statičkog elektriciteta.

Procjena ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije obično se radi za terminale, kompresorske stanice (u kojima se najčešće nalazi plinska turbina), blokadne stanice, te općenito za postrojenja i uređaje uz plinovod. Za određivanje minimalnih zaštitnih udaljenosti između postrojenja smještenih na lokaciji terminala, za procjenu ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije postrojenja uz plinovod najčešće se primjenjuje Dow metoda. Dow metoda je američka metoda za procjenu ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije koja se primjenjuje na objekte smještene na otvorenom prostoru kao što su: kemijske procesne jedinice, stovarišta te skladišta zapaljivih kapljevin i plinova, rafinerije, procesne jedinice koje rade s eksplozivnom prašinom (*Fire and Explosion...*, 1987.). Požarna ugroženost izražava se indeksom opasnosti od požara i eksplozije kao numeričkog pokazatelja razine požarnog rizika te se indeksom, tj. korrespondentno indeksu određuju nužne mjere zaštite. Dow metoda daje i indeks toksičnosti koji je numerički pokazatelj opasnosti procesa pri propuštanju i proljevanju, ali i prilikom vatrogasne intervencije, tj. prilikom gašenja požara. Metoda se sastoji u: podjeli na požarne sektore, određivanju učinka materijala, određivanju učinka općih opasnosti, određivanju učinka posebnih opasnosti, izboru indeksa opasnosti od požara i eksplozije, te određivanju mjera zaštite od požara i eksplozije prema Dow indeksu.

PLINOVOD PULA – KARLOVAC DN 500/75

Magistralni plinovod Pula-Karlovac DN 500/75 (2004.) dio je planiranog i izgrađenog plinovodnog sustava Republike Hrvatske kojim će se sjeverno-jadranska plinska polja i plinovodni sustav Republike Italije povezati s plinovodnim sustavom Republike Hrvatske.



Slika 3. Trasa Plinovod Pula – Karlovac
DN 500/75

Figure 3. Route of gas line Pula – Karlovac
DN 500/75

Pored navedenog, predviđen je priključak za Magistralni plinovod Bosiljevo-Split kojim će se u budućnosti omogućiti plinifikacija Dalmacije. Namjena Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac je opskrba prirodnim plinom komunalnih i industrijskih potrošača u Republici Hrvatskoj iz domaćih i stranih izvora. Plinovod se gradi kao cjelovit tehnološki sustav koji se sastoji od čelične plinovodne cijevi ukopane čitavom dužinom u tlo te uređaja i opreme koji su potrebni za njegov siguran i pouzdan rad. Vanjski promjer cijevi plinovoda iznosi 508 mm, a dimenzioniran je za najviši radni tlak od 75 bar. U normalnom radu plinovod, budući da je zatvoren tehnološki sustav, neće imati nikakvog utjecaja na okoliš. U slučaju kontroliranog pražnjenja pojedinih dionica primjenjuju se priključci za kompresor na blokadnim stanicama (BS) te se prilikom pražnjenja plin ne ispušta u okolinu, već se prestrujavanjem prebacuje u drugu dionicu.

Osnovne radne značajke plinovoda su:

- nazivni promjer 500 mm
- najviši radni tlak 75 bar
- protočna količina plina 187.500 m³/h
- duljina plinovoda 198+300 km.

Početna točka trase Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac je na Terminalu Pula gdje je Magistralni plinovod Pula-Karlovac spojen na Otpremno-podmorski plinovod Ivana K – Terminal Pula. Terminal Pula nalazi se u općini Fažana. Na Terminalu Pula predviđeni su priključci za budući plinovod Pula-Umag i za mjerno-redukcijsku stanicu (MRS) Pula. Trasa Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac od početne točke na Terminalu Pula prolazi kroz Istarsku županiju, Primorsko-goransku županiju te kroz Karlovačku županiju. U plinskom čvoru (PČ) Draganić nalazi se završna točka trase Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac. U PČ Draganić Magistralni plinovod Pula-Karlovac priključen je na postojeći plinski sustav. Magistralni plinovod na cijeloj duljini trase ukopan je na minimalnim dubinama koje, ovisno o razredu pojedinog pojasa kroz koji plinovod prolazi, iznose na zemljanom tlu od 0,8 m do 1,0 m mjereno od gornjeg ruba cijevi plinovoda, a na kamenom tlu od 0,5 m do 0,6 m mjereno od gornjeg ruba cijevi plinovoda. Na Terminalu Pula predviđeno je povezivanje plinskog sustava 82 bar s plinskim sustavom 75 bar. Plin iz plinskih polja sjevernog Jadrana prolazi kroz podmorski dio otpremnog podmorskog plinovoda od Ivana-K do Pule, zatim u nastavku kroz kopneni dio do točke razgraničenja na Terminalu Pula.

Priprema plina za ulazak u postojeći plinovodni sustav Republike Hrvatske, odnosno u plinovod Pula-Karlovac, sastoji se u prolasku plina kroz: uređaje za odvajanje tekućine i onečišćenja, regulacijske i sigurnosne uređaje te mjerne uređaje. Prije otpremanja plina u transportni sustav Republike Hrvatske plin treba proći kroz uređaje za odvajanje tekućine i onečišćenja.

Uređaji za odvajanje tekućine i onečišćenja - sastoje se od dvije linije, od kojih je jedna radna, a druga pričuvna. Navedeni uređaji služe za zaštitu regulacijskih mjernih uređaja od eventualnih kapljevina i onečišćenja u plinu. Linije za odvajanje tekućine onečišćenja sastoje se od: posuda pod tlakom, uložaka izmjenjivih filtara,

sigurnosnih ventila, cjevovoda za ispuštanje kapljevine, armature i instrumenata.

Regulacijski i sigurnosni sklop - dvije linije regulacijskih uređaja, od kojih je jedna radna, a druga pričuvna, s pripadajućim sigurnosnim sklopovima, a koji trebaju štititi plinski sustav 75 bar od povećanog tlaka sa sustavom na 82 bar, postavljene su iza uređaja za odvajanje tekućine i onečišćenja.

Mjerni uređaji - postavljeni su nakon sigurnosnih i regulacijskih uređaja. Prije mjernih linija ugrađuje se kromatograf kojim se određuje sastav plina. Ukupna količina plina, koja će dolaziti na Terminal Pula, bit će nakon mjerenja usmjerena u Magistralni plinovod Pula-Karlovac, regionalni plinovod Pula-Umag, MRS Pula. Mjerne linije sastojat će se od: turbinskih mjerila, elektronskih korektora, ultrazvučnih mjerača protoka, zapornih elemenata i priključka na daljinski sustav nadzora.

Na Terminalu Pula postavljena je posuda za tekućine i onečišćenja volumena 5 m³ maksimalnog tlaka 6 bar u kojoj će se sakupljati tekućine i onečišćenja prilikom čišćenja plinovoda, a koja će biti povezana s uređajima na terminalu. Nadzemni dijelovi plinskih instalacija na Terminalu Pula izolacijskim spojnica električki su izolirani od podzemnih dijelova. Ispred svake izolacijske spojnice ugrađeni su sidrena pribornica i temelj da se spriječi pomicanje nadzemnih dijelova plinovoda.

Otpremno-prihvatna čistačka stanica (OPČS) Pula početna je točka trase Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac i njezina stacionaža je 0+000m. OPČS Pula je nadzemna instalacija koja se sastoji od:

- otpremno-prihvatne cijevi
- zatvarača otpremno-prihvatne cijevi
- ispuhivača na otpremno-prihvatnoj cijevi
- zaporne armature; pokazivača prolaza čistača
- cjevovoda i zapornih elemenata za izjednačavanje tlaka
- ukopanog sakupljača kondenzata
- zajedničke ukopane posude za kapljevine volumena 5 m³.

Otpremno-prihvatna cijev odgovarajuće je veličine kako bi mogla prihvatiti i odaslati čistače plinovoda kojima se obavlja čišćenje, ispitivanje i kontrola plinovoda u radnim uvjetima. Na otpremno-prihvatnoj stanici nalaze se i priključci za ispuhivanje i drenažu. Priključak za ispuhivanje izveden je na vrhu zajedno sa cijevnom armaturom za izjednačavanje tlaka pomoću koje se plin iz plinovoda može dovesti u otpremno-prihvatnu cijev putem obilaznog voda koji se nalazi ispred otpremno-prihvatne cijevi. Ispuh otpremno-prihvatne stanice spojen je na zajednički ispuhivač na Terminalu Pula, tako da se sva ispuštanja plina u atmosferu izvode na jednom mjestu.

Kako će se plinovodom transportirati čisti plin, odvodnja otpremno-prihvatne stanice spojena je cjevovodnom armaturom DN 50 na zajedničku posudu volumena 5 m³ za prihvatanje eventualnog kondenzata iz kopnenog dijela Otpremno-podmorskog plinovoda Ivana K-Terminal Pula.

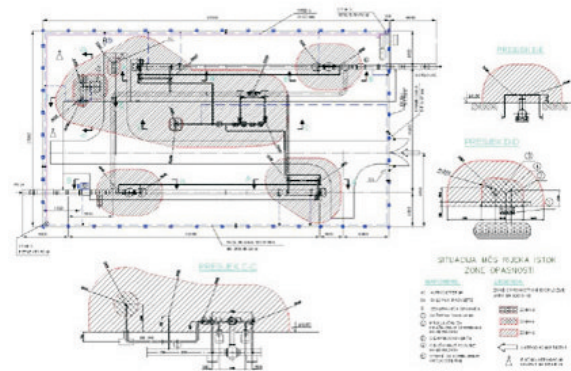
Na kraju otpremno-prihvatne stanice nalazi se sakupljač kondenzata koji je ugrađen ispod plinovoda i s njim je povezan pomoću dva "T" komada. Na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac izgrađeni su priključci za mjerno-redukcijske stanice (MRS). Priključci za mjerno-redukcijske stanice predviđeni su u sklopu blokadnih stanica. Blokadna stanica, odnosno blokadni uređaj omogućuje odvajanje određene dionice Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac u slučajevima propuštanja, kvarova ili radova te u slučaju akcidentne situacije na određenoj dionici plinovoda. Sukladno Pravilniku o tehničkim uvjetima i normama za siguran transport tekućih i plinovitih ugljikovodika magistralnim cjevovodima, na određenim razmacima moraju biti postavljeni blokadni uređaji koji omogućuju odvajanje dionica plinovoda u slučaju propuštanja, kvara ili radova na određenoj dionici. Pravilnikom je propisano da se blokadni uređaj mora zatvoriti kada gradijent pada tlaka dosegne maksimalno 3,5 bar/min. Glavni dijelovi blokadnog uređaja su: kuglaste blokadne slavine na plinovodu, uređaji za rukovanje kuglastom slavinom (aktuator), mjerni pretvornik tlaka i manometar, uređaj za nadzor i upravljanje, spojne kutije i kabeli. Blokadne stanice (BS) na ovom plinovodu pretežno su nadzemne stanice, jer samo je glavna slavina podzemna i zavarena.

Zaporni elementi na zaobilaznim vodovima su konusne slavine. Kod plinovoda visokog tlaka, preko 16 bara te promjera od 250 do 700 mm, u zapornim elementima 'zatvoreno/otvoreno' pojavljuju se velike razlike tlakova, velike sile i momenti zatvaranja. Stoga se upotrebljavaju reduktori i aktuatori koji pretvaraju energiju medija u zakretni moment. Prihvaćeno je rješenje s plinskim aktuatorom opremljenim s plinskim cilindrom za glavno zakretanje slavine. Minimalni tlak kod kojeg se slavinom može rukovati plinom iz plinovoda je 25 bar, a ako nema tlaka plina u cjevovodu upotrebljava se akumulator (spremnik) plina ili spremnik stlačenog dušika.

Na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac predviđene su tri međučistačke stanice (MČS) sa cjelokupnom pripadajućom opremom, unutar kojih su i BS blokadne stanice. To su: MČS-1 Kršan i BS-3, MČS-2 Rijeka istok i BS-6, MČS-3 Vrbovsko i BS-11. U MČS nalaze se po dvije odašiljačko-prihvatne cijevi DN 550, tj. odašiljačko-prihvatna stanica. U sklopu svake MČS-e nalazi se i posuda za prihvat kondenzata volumena 2 m³, maks. radnog tlaka 6 bar. U tu posudu ispušta se kondenzat koji se nakuplja u skupljačima kondenzata te kondenzat koji se nakupi u cijevima s obje strane MČS-a. Posuda za prihvat kondenzata je ukopana i izvedena s dvostrukom stijenkom kako bi se kondenzat zadržao u vanjskoj posudi u slučaju curenja unutarnje posude. Prostor između dvije stijenske stalno se kontrolira te postoji automatska dojava nepropusnosti. Na posudi se nalazi sigurnosni ventil koji je dimenzioniran na maksimalnu količinu plina koja bi mogla ući u posudu u slučaju potpuno otvorenog igličastog ventila na ulazu. Pražnjenje posude obavlja se kroz poseban priključak za autocisternu i prevozi u rafineriju na preradu.

Plinovod je izrađen od čeličnih uzdužno zavarenih cijevi, materijal API 5L X70, promjera 508 mm i debljine s koeficijentom sigurnosti 2, a svi priključci su od bešavnih cijevi API 5L Gr. B.

Sva podzemna armatura je sa zavarenim kućištem, a nadzemna armatura je prirubnička sa spiralno-metalnim brtvama. Kao zaštita cjevovoda od korozije predviđena je ugradnja tvornički izoliranih cijevi s troslojnim ekstrudiranim polietilenom niske i visoke gustoće s minimalnim otporom na guljenje 45 N/cm. Takva zaštita



Slika 4. Blokadna stanica na plinovodu Pula – Karlovac DN 500/75

Figure 4. Station at Rijeka, gas line Pula – Karlovac DN 500/75

neusporedivo je bolja od klasičnog namotavanja trake na radilištu. Svi zavareni spojevi na podzemnim cjevovodima moraju se antikorozivno zaštititi toplinski stezljivim rukavcima. Nadzemni dijelovi objekata na plinovodu zaštićeni su sa dva temeljna te dva završna premaza protiv korozije.

Magistralni plinovod Pula-Karlovac DN 500/75 završava s OPČS unutar kruga PČ Draganić. U PČ Draganić predviđen je spoj Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac DN 500/75 na Magistralni plinovod Zagreb-Karlovac DN 700/75. Za ispuštanje kapljevine, koja se može pojaviti prilikom čišćenja Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac DN 500/75, predviđena je uporaba postojeće posude za prihvat kondenzata volumena 2 m³ koja se nalazi u krugu PČ Draganić.

KONTROLA UREĐAJA I OPREME NA PRIMJERU PLINOVODA PULA – KARLOVAC DN 500/75

Početna i završna točka plinovoda, kao i sve blokadne stanice, ograđene su žičanom ogradom na kojoj su izvještene ploče s upozorenjem, te je na taj način spriječen ulaz neovlaštenih osoba u krug stanice.

Nakon puštanja plinovoda u rad vlasnik plinovoda obavljaće stalni nadzor nad plino-

vodom u radu. Taj nadzor ima cilj utvrđivanja pravilnog rada plinovoda te otkrivanja mjesta na kojem je došlo ili bi moglo doći do nekontroliranog propuštanja plina iz plinovoda u okoliš. U sklopu nadzora predviđena je kontrola nepropusnosti plina, kontrola ispravnosti zaštite od korozije, kontrola katodne zaštite te kontrola debljine stijenke cijevi. Kontrola nepropusnosti obavljat će se jednom u dvije godine tako da ekipa za nadzor pješice obiđe trasu plinovoda i pomoću detektora prisutnosti plina provjeri ima li ispuštanja plina u atmosferu. Trebaju se kontrolirati parametri katodne zaštite kako bi se na vrijeme moglo spriječiti njezino slabljenje.

Planirani vijek trajanja plinovoda procjenjuje se na 50 godina njegove eksploatacije. Radni tlak plinovoda je 75 bar, a uspostavljen je regulacijskom linijom u terminalu Pula. Taj tlak dovoljan je za transport plina, pa plinovod nema kao sastavne elemente nikakve kompresore. Regulacijska linija u Terminalu Pula opskrbljena je blokadom od prekoračenja visokog tlaka.

Čistačke stanice, opremljene sa svojim ukopanim dijelovima (odvajačima kondenzata i sakupljačima kondenzata) te nadzemnim dijelovima sastavljenim od čistačkih cijevi s armaturom i uređajima za otpremu i prihvatanje čistača, kao što je navedeno, služe za čišćenje plinovoda i ostale sigurnosne aktivnosti.

Blokadne stanice, sa zapornim kuglastim slavinama i vodovima za izjednačenje tlaka, imaju neovisnu, autonomnu izvršnu funkciju zaštite plinovoda od naglog smanjenja tlaka. Podešene na odgovarajuću vrijednost promjene tlaka u vremenskoj jedinici, slavine se pri prekoračenju zadane vrijednosti pada tlaka u minuti automatski zatvaraju, jer se zabilježeni pad tlaka u vremenu veći od podešenog dogodio zbog nekontroliranog ispuštanja plina iz sustava.

Plinovod u pogonu nadzire se u pravilnim vremenskim razmacima. Obilazak trase plinovoda pješice obavlja se dva puta godišnje. Obilazak trase plinovoda i ispitivanje s detektorom propuštanja obavlja se jednom u dvije godine, a po potrebi i češće. U područjima slijevanja tla vlasnik se plinovoda treba u redovitim vremenskim razmacima informirati o

očekivanim eventualnim posljedicama na siguran rad plinovoda te nakon analize s geodetskim stručnjakom utvrditi posebne mjere. Čišćenje trase (koridora) plinovoda obavlja se dva puta godišnje. Košnja trave obavlja se najmanje u četiri ciklusa godišnje. Snimanje stanja izolacije i popravak mogućih oštećenja obavlja se barem jedanput godišnje. Pregled sustava katodne zaštite obavlja se dva puta godišnje. Provjerava se i jesu li nadzemne oznake plinovoda na svojim mjestima.

Pri svakom tom obilasku obavljaju se pregledi i kontrole kao što su: pregled stanja vanjskih instalacija, zapornih elemenata, prirubničkih i navojnih spojeva, otklanjanje eventualnih propuštanja, kontrola stanja i po potrebi podmazivanje zapornih elemenata i vretena, kontrola i pismeno vođenje podataka o tlakovima i temperaturama, vizualna kontrola stanja uzemljivača i vodova uzemljenja, vizualna kontrola stanja gromobranske zaštite, stanje ograde i prilaznih putova.

Kontrola uređaja i opreme na plinovodu:

- *odašiljačko-prihvatna stanica* (OPČS: Pula, Kršan, Rijeka istok, Vrbovsko, Draganić) - snimanje stanja izolacije, pregled i baždenje manometra, podmazivanje zatvarača, kontrola nepropusnosti, kontrola ispuhivača, zapornih elemenata, pokazivača prolaza čistača, cijevnih elemenata i zapornih elemenata za izjednačavanje tlaka
- *uređaj za čišćenje i odvajanje plinskog kondenzata* - kontrola cijevne armature, diferencijalnih manometara i uložaka filtera, pregled sigurnosnog ventila jedanput godišnje
- *sakupljač kondenzata* – kontrola razine zapunjenosti, drenaža
- *posuda kondenzata* – pregled svake tri godine
- *blokadni uređaj* – kontrola svih radnih parametara od ovlaštenog servisa prema preporuci isporučitelja opreme
- *sigurnosni ventil* – pregled jedan puta godišnje

- *regulacijski sklop* – svakih 6 mjeseci zamjena radne linije na pričuvnu, podešavanje, kontrola radnih parametara
- *mjerni uređaji* – redovita kontrola točnosti, baždarenje i zamjena
- *električne instalacije* – pregled jednom godišnje
- *vatrogasni aparati* – pregled jednom godišnje
- *manometri* – pregled četiri puta godišnje
- *ograde, ploče upozorenja, oznake, okoliš, pristupni putovi* – u redovitom obilasku
- *instrumentacija* – pregled stanja i funkcionalnosti instrumenata i uređaja s lokalnim prikazom
- *napajni (impulsni) vodovi* – kontrola propuštanja
- *elektroenergetika* – pregled stanja i funkcionalnosti uređaja za elektroenergetsko i neprekidno napajanje.

ZAŠTITA OD POŽARA I EKSPLOZIJE NA PRIMJERU PLINOVODA PULA – KARLOVAC DN 500/75

Na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac predviđaju se:

- preventivne mjere zaštite od požara i tehnološke eksplozije
- posebne mjere zaštite od požara i tehnološke eksplozije.

Preventivne mjere zaštite od požara tehnološke eksplozije

Lokacija plinovoda - Trasa Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac prolazi u pravilu izvan naseljenih mjesta, ograđenih kompleksa poduzeća, željezničkih stanica, morskih pristaništa, zaštitnih područja za pitke i ljevovite vode i vojnih objekata.

Lokacija objekata na plinovodu - Svi objekti plinovoda na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac izvedeni su prema uvjetima navedenim u Tablici 4. i nisu ugroženi požarom na susjednim građevinama.

Tablica 4. Udaljenosti objekata plinovoda od objekata uz Magistralni plinovod Pula-Karlovac

Table 4. Distance from gas line facilities to the structures along the main Pula-Karlovac gas line

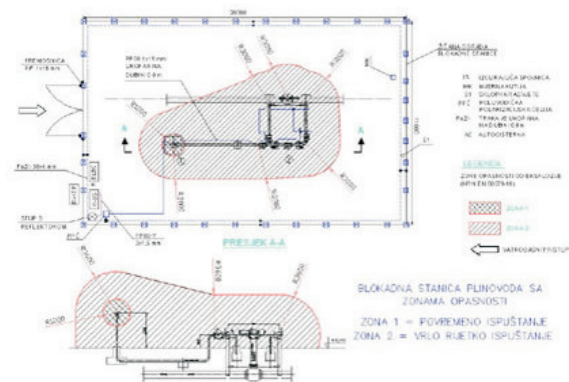
| Red. broj | Građevina | Uređaji za regulaciju i mjerenje | Blokadna stanica s ispuhivanjem | Čistačka stanica |
|-----------|--|---|---------------------------------|------------------|
| 1 | Stambene i poslovne zgrade | 30 | 30 | 30 |
| 2 | Proizvodne tvorničke zgrade, radionice | 30 | 30 | 30 |
| 3 | Skladišta zapaljivih tekućina | 30 | 30 | 30 |
| 4 | Električni neizolirani nadzemni vodovi | U svim slučajevima: visina dalekovodnog stupa + 3 m | | |
| 5 | Transformatorske stanice | 30 | 30 | 30 |
| 6 | Željezničke pruge i objekti | 30 | 30 | 30 |
| 7 | Industrijski kolosijeci | 25 | 15 | 15 |
| 8 | Autoceste | 30 | 30 | 30 |
| 9 | Magistralne ceste | 30 | 30 | 20 |
| 10 | Regionalne i lokalne ceste | 10 | 10 | 10 |
| 11 | Ostale ceste | 10 | 15 | 10 |
| 12 | Vodotoci | 5 | 5 | 5 |
| 13 | Šetališta, parkirališta | 20 | 30 | 30 |
| 14 | Ostali građevinski objekti | 20 | 15 | 15 |

Pristupni putevi objektima na plinovodu - Do nadzemnih dijelova instalacija objekata Magistralnog plinovoda Pula-Karlovac i pristupa radnim površinama izvedeni su pristupni putevi koji su povezani na najbliže lokalne prometnice. Ti pristupni putevi služe za pristup mehanizaciji, vozilima i osoblju kod radova na rekonstrukciji i održavanju opreme i uređaja u objektima na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac, a ujedno će se koristiti u slučaju požara kao vatrogasni pristupi objektima na plinovodu.

Konstrukcija plinovoda - Magistralni plinovod Pula-Karlovac izrađen je od niskolegiranih čeličnih cijevi nazivnog promjera DN 500 koji dimenzijama i kvalitetom zadovoljavaju propisane uvjete za transport plina. Za plinovod Pula-Karlovac upotrijebljeni su standardni čelični elementi: koljena, lukovi, T-komadi, prijelazi, kape i drugi elementi za čelno i bočno zavarivanje na cijevi, izrađeni od istog ili odgovarajućeg materijala. Osim standardnih elemenata, u cjevovod su ugrađeni i lukovi izrađeni hladnim savijanjem cijevi. Svi elementi koji su ugrađeni pod zemljom sa cjevovodom su spojeni zavarivanjem. Zaporni elementi ugrađeni pod zemljom opremljeni su produženim vretenom tako da se ručica ili reduktor za rukovanje nalaze najmanje 80 cm iznad zemlje.

Blokadne stanice - Zaporni elementi na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac postavljeni su tako da je omogućeno lako rukovanje i održavanje i zaštićeni su od pristupa nepozvanih osoba. Svaki zaporni element opremljen je obilaznim vodom s dva ventila koji služe za izjednačavanje tlaka pri otvaranju zapornog elementa te za prigušivanje protoka plina. Zaporni elementi mogu se zatvarati ručno, daljinskim upravljanjem ili automatskim elektrohidrauličkim uređajem.

Čistačke stanice - Za unutrašnje čišćenje cijevi plinovoda u cjevovod su ugrađene čistačke stanice koje se sastoje od čistačke cijevi s armaturom i uređajima za otpremu čistača i čistačke cijevi s armaturom i uređajima za prihvrat čistača. Budući da je u Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac predviđen protok plina u oba smjera, u cjevovode su ugrađene univerzalne čistačke cijevi za otpremu i prihvrat čistača.



Slika 5. Blokadna stanica Lič na Plinovodu Pula – Karlovac DN 500/75

Figure 5. Blocking station at Lič, gas line Pula – Karlovac DN 500/75

Čistačke cijevi opremljene su zapornim elementom na cjevovodu koji istovremeno obavlja funkciju blokadne stanice.

Posude za prihvat tekućine i odvajači tekućine na plinovodu - Plinovod Pula-Karlovac opremljen je uređajima za ispuštanje tekućine iz plinovoda. Kapljevina iz plinovoda ispušta se u odvajačima kapljevina koji su ugrađeni u plinovod i koji su dio plinovoda, a opremljeni su cijevima za ispuštanje kapljevina. Na Terminalu Pula ugrađena je posuda za sakupljanje kapljevina volumena 5 m³. U međučistačkim stanicama MČS-1 Kršan, MČS-1 Rijeka istok, MČS-3 Vrbovsko i PČ Draganić ugrađene su posude za prihvat kapljevina (tekućine) volumena 2 m³. Na prihvatnim čistačkim stanicama izgrađeni su priključci za posude za prihvat tekućine. Posuda za prihvat tekućine iz plinovoda koja je ugrađena na prihvatnoj čistačkoj stanici izgrađena je i ispitana za maksimalni radni tlak plinovoda i ima dovoljan kapacitet za prolaz plina i za izdvajanje kapljevina. Na najnižem mjestu posude za prihvat tekućine postavljena je cijev za ispuštanje tekućine promjera 50 mm koja se zatvara dvostrukim zapornim elementom. Posuda za prihvat tekućine opremljena je instalacijom za automatsko ispuštanje tekućine, s regulatorom razine tekućine i izvedena je s dvostrukim stijenkama i kontrolom propuštanja.

Tablica 5. Prikaz potrebnog broja vatrogasnih aparata po objektima

Table 5. Number of required fire extinguishers per facility

| Red. broj | Naziv objekta | Površina (m ²) | Vatrogasni aparat S9 |
|-----------|---|----------------------------|----------------------|
| 1 | Terminal Pula - Ispuhivač-vent; sakupljač kondenzata - Uređaj za odvajanje tekućine i onečišćenja | 1.000 | 2 |
| | Terminal Pula - Sigurnosni i regulacijski uređaji - Mjerni uređaji | 1.000 | 2 |
| 2 | Terminal Pula OPČS na Terminalu Pula | 600 | 2 |
| 3 | MČS-1 Kršan | 1.125 | 2 |
| 4 | MČS-2 Rijeka istok | 1.125 | 2 |
| 5 | MČS-3 Vrbovsko | 1.125 | 2 |
| 6 | OPČS Draganić u PČ Draganić | 600 | 2 |

Aparati su smješteni u blizini izlaza iz ugroženog prostora na međusobnoj udaljenosti od najviše 20 m i na visini do najviše 1,5 m iznad razine tla.

Mjere zaštite od požara i tehnološke eksplozije na strojarskim instalacijama - Nadzemni dijelovi cjevovoda, koji nisu galvanizirani, zaštićeni su antikorozivnim premazima koji su nanoseni u skladu s odredbama propisa o tehničkim mjerama i uvjetima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije. Nadzemni dijelovi cjevovoda električno su odvojeni od podzemnih dijelova cjevovoda i uzemljeni. Za kontrolu rada sustava katodne zaštite mjerna mjesta za kontrolu potencijala, struje i otpora postavljeni su na:

- zaštitne cijevi na mjestima križanja s prometnicama
- mjestima križanja s drugim stranim metalnim instalacijama
- izolacijske spojnice u tlu
- prijelaze preko rijeka
- mostove
- mjestu priključka na stanici katodne zaštite
- instalacije s galvanskim anodama.

Najveća udaljenost između dva susjedna mjerna mjesta iznosi 5 km.

Mjere zaštite od požara i tehnološke eksplozije na električnim instalacijama - Svi električni dijelovi opreme na objektima plinovoda Pula-Karlovac koja je ugrađena unutar zona opasnosti odabrana je u odgovarajućoj protueksplozijskoj izvedbi, **odnosno u "S" izvedbi**, izvedena je s propisanim zaštitama, a isporučena je s odgovarajućim certifikatima prema HRN IEC 60079-10, HRN IEC 60079-14 i HRN IEC 60079-17 (2004.). Svi metalni dijelovi objekata propisno su uzemljeni. Oprema na objektima plinovoda Pula-Karlovac smještena je na otvorenom prostoru s prirodnim provjetranjem od oko 100 izmjena zraka na sat. Objekti na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac ograđeni su ogradom visokom 2 m, pri čemu se nijedan dio ograde ne nalazi u zaštitnom pojasu naseljenih zgrada te cestovnom i pružnom pojasu, a nadzemni uređaji postavljeni su više od 20 m od ruba krajnjeg kolničkog traka javne ceste odnosno dalje od 30 m od osi krajnjeg kolosijeka. Zone opasnosti od eksplozije na objektima plinovoda Pula-Karlovac obuhvaćene su ogradom stanice. Dijelovi električnih instalacija i opreme pod naponom izolirani su i odgovarajuće zaštićeni od dodira ili mehaničkog oštećenja. Svi strujni krugovi štitićeni su od preopterećenja tako da je onemogućeno prekomjerno zagrijavanje instalacije. U cilju zaštite od opasnih napona dodira i koraka, nagomilavanja statičkog elektriciteta na

objektima plinovoda Pula-Karlovac izvedeno je uzemljenje ugrađene opreme spajanjem na sustav uzemljenja. Svi metalni dijelovi instalacija i opreme međusobno se galavanski povezuju i spajaju na zajednički uzemljivač. Isklapanje napajanja strujom potrošača na objektima omogućeno je posredstvom sklopki u razvodnim ormarima, a koji su smješteni izvan zona opasnosti od eksplozije. Između faznih vodiča i uzemljenja postavljeni su odvodnici prenapona. Predviđene su zaštitne mjere na svim električnim instalacijama, metalnim masama (uzemljenje, zaštita od previsokog napona dodira).

Posebne mjere zaštite od požara i tehnološke eksplozije

Ove mjere izvode se sa svrhom da se smanji ugroženost ljudi ili imovine i moguće ugrožavanje plinovoda od trećih osoba prema posebnim pravilnicima. U slučaju plinovoda Pula-Karlovac te posebne sigurnosne mjere su:

- 1) zaštita plinovoda s armirano-betonskim ili čeličnim pločama te trakom upozorenja koja se polaže iznad njih
- 2) zaštita plinovoda armirano-betonskim U-profilom
- 3) oblaganje plinovoda betonom
- 4) zaštita plinovoda kinetom (rigolom)
- 5) visina nadsloja zemlje najmanje 200 cm, kamena najmanje 150 cm
- 6) polaganje plinovoda u zaštitnu kolonu
- 7) sigurnosni zid
- 8) izvedba glinenog plino-nepropusnog sloja
- 9) izvedba odušnih cijevi za kontrolu propuštanja.

ZAKLJUČAK

Zaštita od požara i protueksplozijska zaštita na plinovodima mora biti u suglasju s hrvatskim zakonima o gradnji, zaštiti od požara i zaštiti na radu i podzakonskom regulativom. Cjelokupno projektno rješenje plinovoda mora osigurati rano otkrivanje požara te učinkovito gašenje uz minimalne troškove. Sva tehnička rješenja moraju uzeti u obzir zaštitu ljudskog zdravlja. Zaštita od požara i protueksplozijska zaštita na plinovodu je zakonska obveza projektanta, izvođača i

pogonskog voditelja postrojenja. Pri projektiranju plinovoda nakon određivanja glavnih projektnih karakteristika, dobro je prvo procijeniti ugroženost postrojenja od požara i eksplozija. Iznimno je važno odrediti zone opasnosti oko nadzemnih postrojenja i uređaja koji su sastavni dijelovi plinovoda od blokadnih stanica do mjerno-regulacijskih čvorova te na mjerno-redukcijskim stanicama. Na nacrtima, tj. na tlocrtnim pogledima te na presjecima i pogledima sa strane potrebno je šrafirati zone tako da budu prepoznatljive i vidljive. Uz nacрте sa zonama svakako treba napraviti popis zapaljivih tvari (plin, kondenzat plina itd.) te popis izvora ispuštanja plina sa svrstavanjem u trajne, primarne ili sekundarne izvore. Propusna mjesta na plinovodu i postrojenjima plinovoda mogu vrlo lako izazvati požar i eksploziju plina. Svaki nastali požar mora se gasiti inteligentno i promišljeno, bez panike i ne brzopleto, ali isto tako se ne smije gubiti vrijeme. Kada se požar istjećućeg plina gasi samo vatrogasnim aparatom, plin će i dalje istjecati te se nakon nekog vremena može postići donja granica zapaljivosti smjese sa zrakom, što može rezultirati opasnom eksplozijom. Zbog toga je kod požara istjećućeg plina najbolje i najsigurnije zatvoriti dovod plina. Budući da su požari na plinovodu požari na otvorenom prostoru, potrebno je u slučaju požara voditi računa o smjeru vjetrova i dopustiti da preostala količina plina iz zatvorenog segmenta plinovoda potpuno izgori. Stoga je u slučaju postrojenja na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac bolje polijevati vodom okolne objekte kako bismo ih hladili da se ne zapale nego ubrzano ugasi požar, a da pritom nismo zatvorili dotok plina. Kontrolirani požar plina je daleko manje rizičan od slučaja nekontroliranog istjecanja plina. Znači na Magistralnom plinovodu Pula-Karlovac treba samo iznimno požar sprečavati/kontrolirati aparatima dok se ne obavi spašavanje ljudskih života. U slučaju da se požar i dalje istjećućeg plina pritom ugasio, žurno se mora napustiti (evakuirati) šire mjesto događanja zbog mogućnosti (velikog rizika) naknadnog zapaljenja isteklog plina, odnosno nastanka eksplozije. U svakom slučaju najbolje je pozvati vatrogasce koji će vodom hladiti okolna postrojenja i površine te nadzirati požar plina koji još istječe iz cjevovoda sve do uspješnog prekida dotoka plina u zonu požara.

LITERATURA

Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide, DOW, May 1987.

Hattwig, M. (Editor), Steen, H. (Editor): *Handbook of Explosion Prevention and Protection*, J. Wiley and Sons, New York, 2002.

HRN EN 60079-10 - Protueksplozijska zaštita. Zone opasnosti prostora ugroženih eksplozivnim smjesama plinova i para, 2004.

HRN IEC 60079-14 - Protueksplozijska zaštita. Opći zahtjevi za konstrukciju protueksplozijski zaštićenih uređaja namijenjenih za upotrebu u prostorima ugroženim od eksplozivne atmosfere, 2004.

HRN IEC 60079-17 - Protueksplozijska zaštita. Opći zahtjevi za održavanje protueksplozijski zaštićenih uređaja namijenjenih za upotrebu u prostorima ugroženim od eksplozivne atmosfere, 2004.

Magistralni plinovod Pula-Karlovac DN 500/75 - Zaštita od požara i tehnološke eksplozije – Glavni projekt, Elektroprojekt, Zagreb, 15. rujna 2004.

Marinović, N.: *Protueksplozijska zaštita električnih uređaja*, Školska knjiga, Zagreb, 1986.

Pravilnik o održavanju i izboru vatrogasnih aparata, N.N., br. 35/94., 103/96.

Pravilnik o tehničkim uvjetima i normativima za siguran transport tekućih i plinovitih ugljikovodika magistralnim naftovodima i plinovodima, te naftovodima i plinovodima za međunarodni transport, Sl. l., br. 26/85.

Strelec i suradnici: *Plinarski priručnik (6. izdanje)*, EGE, Zagreb, 2001.

Šmejkal, Z.: *Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara*, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb, 1991.

Zakon o komunalnom gospodarstvu, N.N., br. 26/03.

Zakon o zaštiti od požara, N.N., br. 58/93., 33/05.

Zakon o zaštiti na radu, N.N., 59/96., 94/96., 114/03.

Zakon o tržištu plina, N.N., br. 68/01.

Zakon o energiji, N.N., br. 68/01.

Zakon o gradnji, N.N., br. 175/03.

PROTECTION FROM FIRE AND EXPLOSIONS - DESIGN, CONSTRUCTION AND OPERATION OF GAS LINES

SUMMARY: The paper presents the approach to the safety from fire and explosions in the design, construction and operation of gas lines. A few years ago, the Government of Croatia adopted a national energy program, PLINCRO, which is the plan for the construction of gas lines and gas supply until 2010. It involves the construction of new main, regional and connecting gas lines, in addition to those already in existence. Hazards of fire and explosion are great in gas lines, but they are frequently ignored. This paper attempts to indicate the importance of safety and protection from fire and explosion in design, constructions and operation of gas lines. Sources and causes of fire are shown, as well as preventive measures to remove threat of fire and explosion. Danger zones around above-ground facilities are indicated, along with a fire and explosion hazard assessment for terminals, using the Dow method.

Gas line Pula-Karlovac DN 500/75 is quoted as a concrete example of construction. This gas line is part of the planned and constructed gas line system in Croatia connecting the North Adriatic gas fields and Italy's gas line system with the gas line system of Croatia. The paper describes concrete measures for removing hazard of fire and explosion and provides data on the gas line to illustrate the relevant magnitudes. Preventive and special measures are given.

Key words: fire protection, protection from explosion, gas line, preventive measures, sources and causes of fire hazard in gas lines, fire extinguishers, danger zones, safety measures on installations, fire hazard assessment

Professional paper
Received: 2005-10-22
Accepted: 2006-09-04