Kontrola i održavanje plinske mreže

Meštrić, Miroslav

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:972411

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište Sjever

Završni rad br. 167/PS/2015

KONTROLA I ODRŽAVANJE PLINSKE MREŽE

Miroslav Meštrić, 1347/601

Varaždin, 22.12.2015.godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za proizvodno strojarstvo

PRISTUPNIK: Miroslav Meštrić | MATIČNI BROJ: 1347/601

DATUM: 15.12.2015. | KOLEGIJ: Kontrola kvalitete

NASLOV RADA: Kontrola i održavanje plinske mreže

MENTOR: dr.sc. Živko Kondić | ZVANJE: izv.profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA:

1. Red.prof.dr.sc.Ivan Samardžić,
2. Izv.prof.dr.sc. Živko Kondić
3. Marko Horvat, dipl.ing., predavač
4.
5.

Zadatak završnog rada

BROJ: 167/PS/2015

OPIS

U radu je potrebno:

- Dati kratki prikaz osnovnih pojmova vezanih uz prirodni plin u energetici (podjela i kratki opis, bitni pojmovi u plinskoj tehnici)
- Opširnije objasniti pojmove plinovoda i plinske mreže
- Ukratko opisati osnovne pojmove održavanja plinske mreže te faktore koji utječu na ispitivanje cjevovodne mreže.
- Opisati proces ispitivanja plinske mreže
- Provesti i opisati praktični dio ispitivanja plinske mreže sa Poreafoid LP te priložiti dokumente ispitivanja i kratko komentirati dobivene rezultate
- U zaključku se kritčki osvrnuti na izrađeni završni rad u smislu mogućih ograničenja i prijedloga za poboljšanje.

ZADATAK URUČEN: 21. 12. 2015. | POTPIS MENTORA

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE SJEVER



Sveučilište
Sjever

Proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 167/PS/2015

KONTROLA I ODRŽAVANJE PLINSKE MREŽE

Miroslav Meštrić

Miroslav Meštrić, 1347/601

Mentor

Živko Kondić, dr.sc

Varaždin, 22.12.2015.godine

ZAHVALE

Zahvaljujem svom mentoru Živku Kondiću na ukazanom povjerenju i pruženoj pomoći kod izrade završnog rada. Također, zahvaljujem i svim kolegama koji su mi pomagali oko završnog rada i uspješnog završetka studija.

Posebno zahvaljujem svojoj obitelji, supruzi Nataši i sinu Arthuru koji su vjerovali u mene, te roditeljima, Josipu i Jasenki, koji su me usmjerili na ovaj životni put.

Sažetak

Ovim radom se ukazuje na postupke za održavanje i kontrolu plinske mreže, te se sa željom za očuvanjem sigurnosti potrebno je redovito provoditi kontrolu odnosno nadzor nad plinskom mrežom kao i njezino održavanje.

U svrhu kontrole propuštanja podzemnih cjevovoda kroz koju prolazi plin s obzirom na materijal PVC,ČELIK,POLIETILEN želi se pokazati na metode ispitivanja i utjecaj ostalih čimbenika.

Rad je koncipiran u nekoliko cjelina. U uvodnom djelu osvrnulo se na važnost ulaganja u otkrivanje istjecanja plina, na važnost pružanja kvalitete, te ispravnost plinske instalacije,dok je u drugom dijelu opisan prirodni plin kao medij koji se koristi u plinskim mrežama, koje su prednosti i nedostaci plina. U trećem djelu rečeno je u kratko o distributivnom sustavu, plinskim mrežama i značajke koje ih karakteriziraju. U četvrtom i petom djelu date su metode kontrole plinske mreže, pravila, smjernice kojih se prilikom ispitivanja treba pridržavati da bi se uspješno lokalizirano i pronašlo propusno mjesto.

U zadnjem djelu rada prikazan je praktičan rad metoda ispitivanja plinske mreže sa patrolnim vozilom kojim se neprestano kontrolira propuštanje uličnih plinovoda.

Ključne riječi:

Održavanje, kontrola, sigurnost, metode ispitivanja

Summary

This work contains the maintenance procedures and control of the gas network. For security reasons it is necessary to proceed regular control and supervision of the gas network.

Control the leaks of underground pipelines, wants to emphasize test methods and the impact of other factors.

The work is divided into several sections. The introductory chapter discusses of importance of investment and detection of gas leaks, and importance of providing

quality and correctness of gas installation. In second chapter describes the advantages and disadvantages of natural gas what used in gas networks. In the third chapter we talk about the distribution system, gas networks and features that characterize them. Fourth and fifth part provides methods of control of the gas network, rules, guidelines that should be followed during testing to successful localization and found the area that leaks.

The last chapter presents the practical work metods/testing gas networks with a patrol car that continuously monitoring leakage of street gas pipelines.

Key words:

Maintrance, Control, Safety, Testing Metods

Popis korištenih kratica

DGE – donja granica eksplozivnosti

DVGW(G 260) - Deutsche Vereinigungdes Gas und Wasserfaches-Tehnička pravila - Radni list G 260-podjela plinskih naprava s obzirom na uporabu plinova

Portafid .LP = patrolno vozilo koji ima elektronski plinski detektor FID serije

FID detektor = detektori za plamenu ionizaciju

PPM = Dijelova na milijun -mjera malih razina zagađivača u zraku

CO_2 = ugljični dioksid

PV = Plinski detektor s poluvodičkim senzorom

DVGW G 465/IV = Radni list-plinski detektori i plinski mjerni instrumenti za nadzor nad plinskom mrežom

CO = ugljični monoksid

SO_2 = sumporni dioksid

O_2 = Kisik

H_2 = Vodik

N_2 = Dušik

CH_4 = Metan

C_mH_n = Teži ugljikovodici

GGE= gornja granica eksplozivnosti

PE-HD 100 = polietilen visoke gustoće

NT plinovod = plinska mreža u kojoj je max.tlak 100 mbar

PVC = stariji materijal za niskotlačne plinovode

PE80 (MRS 8) = polietilenske cijevi za plin izrađena od materijala visoke kakvoće

Dv = relativna gustoća plina

z = faktor kompresibilnost

Popis korištenih simbola

p = tlak ($N/m^2 = Pa$)

ρ = gustoća (kg/m^3)

Hg = gornja ogrjevna moć ($MJ/kg;kWh/m^3$)

Hd = donja ogrjevna moć ($MJ/kg;kWh/m^3$)

Hp = pogonska ogrjevna moć ($MJ/kg;kWh/m^3$)

V = volumen (m^3)

T = temperatura (K)

Wg = Wobbeov broj (kJ/m^3)

Sadržaj

1. UVOD 1
2. PRIRODNI PLIN U ENERGETICI 2

2.1. Osnovna podjela plina prema načinu dobivanja 5
2.1.1. Plinovi dobiveni iz ugljena 5
2.1.2. Plinovi dobiveni iz nafte 5
2.1.3. Plinovi dobiveni izravno iz zemlje 5
2.1.4. Plinovi dobiveni kao nusproizvod raznih kemijskih procesa 5
2.2. Podjela plina prema toplinskoj vrijednosti 6
2.1. Podjela plina prema načinu uporabe 8
2.2. Važni pojmovi u plinskoj tehnici 8
2.2.1. Plin kao gorivo definiran je sljedećim veličinama 8
2.2.2. WOBBEOV BROJ 11
2.2.3. Temperatura paljenja 12
2.2.4. Granice paljenja i eksplozivnosti 12

3. PLINOVODI I PLINSKE MREŽE 15
4. ODRŽAVANJE PLINSKE MREŽE 21

4.1. Održavanje plinske mreže 21
4.2. Kontrola propusnosti plinovoda 21
4.3. Faktori koji utječu na ispitivanje cjevovodne mreže 23
4.3.1. Vremenske prilike 23
4.3.2. Sastav tla i površine 23
4.3.3. Prikriveni putovi plina 24
4.3.4. Utjecaj prometa 25
4.3.5. Ispušni plinovi 25
4.3.6. Nagib vodova 25
4.3.7. Gustoća izgrađenosti 25
4.3.8. Vjetar 25
4.3.9. Klima tla 26
4.3.10. Oštećenja vegetacije 26

5. ISPITIVANJE PLINSKE MREŽE 28

5.1. Prije početka ispitivanja plinske mreže 28
5.2. Mjerne tehnike koje se upotrebljavaju 28
5.3. Odabir prikladnog sustava sondi 30
5.4. Brzina ispitivanja 31
5.5. Ispitivanje priključnih vodova 33
5.6. Upozorenja na propusna mjesta 35
5.7. Razlikovanje zemnog i prirodnog plina 38
5.8. Strani radovi na području kojim prolazi plinska mreža 40

6. PRAKTIČNI DIO- ISPITIVANJE PLINSKE MREŽE SA PORAFID LP 41

6.1. Postupak ispitivanja PORTAFID.LP vozilom 41

6.2. Uzroci nastajanja propusnih mjesta....43
6.3. Klasifikacija propusnosti i kriterij za poduzimanje aktivnosti....44
6.4. Izvješće o ispitivanju plinske mreže u naselju Maruševcu 45
6.5. Parametri i tijek ispitivanja 46
6.6. Rezultati ispitivanja....47
7. Zaključak 49
8. Literatura.... 51

1. UVOD

Održavanje i kontrola plinskog sustava u današnje vrijeme podliježu mnogim zakonskim propisima koje se mora poštovati i ugraditi u svaki plan održavanja. Ulaganje u otkrivanje istjecanja plina od posebne je važnosti za plinare. Istjecanje je skupo i stvara velike gubitke za tvrtku, također je opasno te se ne smije dozvoliti istjecanje tj. akumuliranje plina zbog opasnosti od nastanka eksplozije.Plinovodi i plinske instalacije izvode se samo od tehnički provjerenih i ispitanih elemenata. Svi sastavni dijelovi, cijevi, razni fitinzi, spojnice, armatura, filteri i dr. proizvođači ispituju prema posebnim propisima. Da bi se ustvrdila ispravnost cijelog plinovoda potrebno je izvršiti ispitivanje na nepropusnost inertnim plinom ili zrakom.

U svrhu kontrole propuštanja podzemnih cjevovoda kroz koje prolazi prirodni plin danas se najviše koriste dvije metode kontrole, metoda usisavanja i metoda bušenja. Poslove vezane uz osiguranje i kontrolu kvalitete, provjere i ispitivanja moraju se obavljati u skladu sa odredbama posebnih propisa koji se primjenjuju na mjeriteljsku i ispitivačku djelatnost.

Osiguranje kvalitete obavljanja poslova provjere i ispitivanja plinske instalacije uključuje:

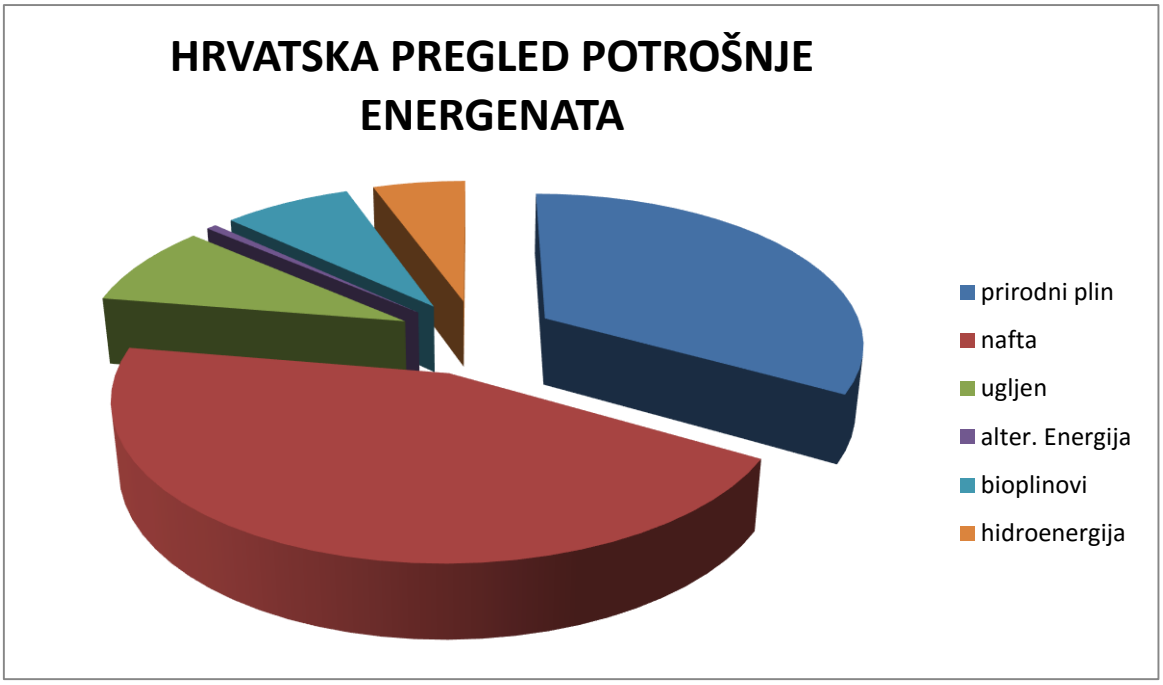
- vođenje propisanih evidencija
- izdavanje ispitnih izvještaja i potvrda
- razradu i uporabu odgovarajućih postupaka za provjeru i ispitivanje
- posjedovanje i pravilnu primjenu ispitnih postupaka
- ovjeru potvrda o ispravnosti i nepropusnosti plinske instalacije i ispitnih izvještaja

Problem koji se javlja s podzemnim cijevima je da indikacija istjecanja na površini je obično slaba jer se plin pri oslobađanju rasprši i razdjeli. Postoje dva tipa instrumenta za detekciju istjecanja prirodnog plina:

- prenosivi tip koji je konstruiran za kontrolore koji prate istjecanje plina ručno
- pokretni tip (patrolni).

2. PRIRODNI PLIN U ENERGETICI

Energetski sustav danas se smatra najvećim,složenim, nužnim, vrlo skupim i najutjecajnijim tehničkim sustavom. Osjetljiv je na tehničke, ekonomske, meteorološke, socijalne i političke čimbenike, a djeluje integrativno na pojedine regije, zemlje pa i kontinente. Osnova je proizvodnje raznih materijalnih dobara i izravno utječe na cijenu proizvoda, količinu proizvodnje, komoditet rada i življenje. [6]



Slika 2.1 Udio pojedinih komercijalnih primarnih energenata u ukupnoj potrošnji Hrvatske [10]

PLINOVI- to su tvari koje su pri atmosferskim uvjetima u plinovitom agregatnom stanju. Nastao prije više milijuna godina, nalazi se na raznim dubinama ispod zemljine površine do 5000 i više od 5000 m, pod velikim tlakovima i preko 300 bara,a temperature na dnu bušotine su i preko 180°C. Sirovi prirodnim plinom smatramo plin koji se nakuplja u naslagama šupljikavih stijena raznih geoloških starosnih struktura, kao i plin otopljen u nafti, koji je u stvari njezina komponenta, te se od nje odvaja pri sniženju tlaka. U pravilu sirovi prirodni plin pretežno je mješavina raznih ugljikovodika. Prirodni plin je bez boje, okusa i mirisa, nema otrovnih sastojka,lakši je od zraka i izgara plavičastim plamenom. Prije distribucije treba ga odorizirati posebnim mirisom

radi mogućnosti otkrivanja(detekcijom) osjetilom uslučaju nekontroliranog izlaženja u zatvorenim,poluzatvorenim i slobodnim prostorima. [6]

Prednosti:

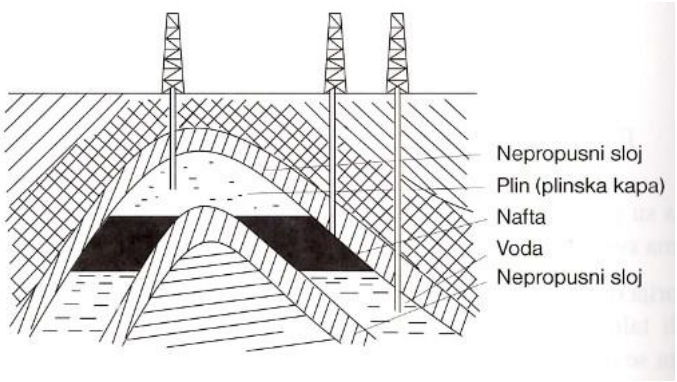
- široka mogućnost uporabe (sirovinska baza u petrokemiji, energent)
- lako miješanje sa zrakom i postizanje potpunog izgaranja
- izgaranje bez štetnih ostataka (čađa,pepeo, CO,SO_2)
- pogodno gorivo posebno u urbanim gusto naseljenim sredinama
- visoki stupanj iskorištenja pri izgaranju (90%)
- lako i jednostavno razvođenje do potrošača
- jednostavna mogućnost reguliranja topline i dužine plamena, kao i brzo razvijanje potrebne količine topline
- investicijska ulaganja,gubici plina i održavanje sustava manji su od troškova drugih energetskih sustava
- opskrba potrošača je neovisna o vremenskim,prometnim i drugim prilikama
- cijena niža u odnosu na ostala goriva za istu količinu energije [5]

Nedostaci:

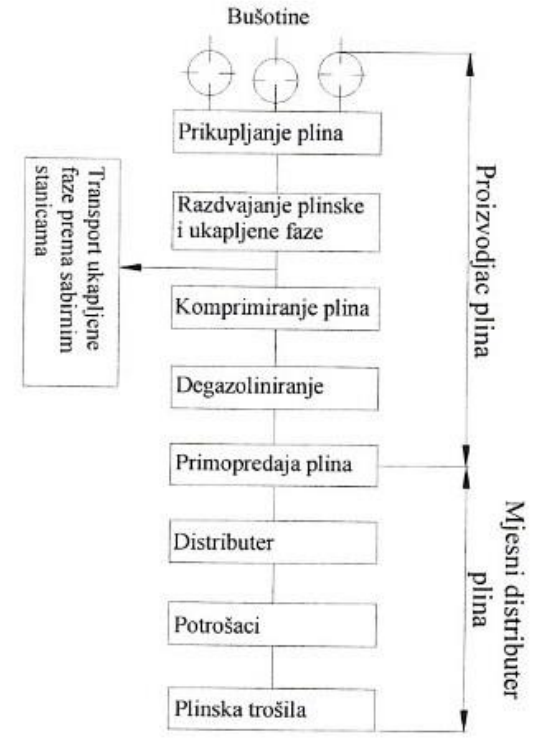
- eksplozivnost u smjesi određenog omjera sa zrakom
- zapaljivost, za što je dovoljna iskra ili prisutnost otvorenog plamena
- opasnost od gušenja zbog smanjenja postotka kisika u mješavini sa zrakom[5]

Djelovanje plina na ljudski organizam:

Gušenje - zbog nedovoljne koncentracije kisika u zraku ($\geq$ 17% O_2)
Trovanje - nakon nepotpunog izgaranja i stvaranja CO
Opekline - iznenadnim zapaljenjem ili izgaranje neočekivano jakim plamenom
Mehaničke povrede - zbog neopreznog rada na uređajima pod tlakom plina
Požar- zbog nekontroliranog izgaranja
Primjese - u slučaju iznad dopuštenih granica [5]



Slika 2.2 Shematski presjek kroz plinsko-naftno ležište (Miljenko Šunić-"Plinski sustavi Distribucija plina") [6]



Slika 2.3 Termoplin "Općenito o prirodnom plinu" [4]

2.1. Osnovna podjela plina prema načinu dobivanja

2.1.1. Plinovi dobiveni iz ugljena

- gradski plin (suha destilacija kamenog ugljena bez pristupa zraka pri 900 - 1100°C ili cijepanjem ugljikovodika termičko katalitičkom pirolizom)
- generatorski plin (rasplinjavanje-nepotpuno izgaranje kamenog ili mrkog ugljena)
    a. zračni plin-sadržaj H_2=0
    b. Vodeni plin- ubrizgana vodena para
    c. Miješani plin - između a i b
- koksni plin
- sintetički plin (sng)- odgovarajućim postupcima iz kamenog ugljena ili lignita-po svojstvima sličan prirodnom plinu [5]

2.1.2. Plinovi dobiveni iz nafte

- rafinerijski plin - kao nusproizvod u rafinerijama za vlastite potrebe ili za petrokemijsku industriju
- tekući plin - ukapljeni naftni plinovi (propan C_3H_6 i butan C_4H_{10}) [5]

2.1.3. Plinovi dobiveni izravno iz zemlje

- Prirodni plin (zemni plin,metan) [5]

2.1.4. Plinovi dobiveni kao nusproizvod raznih kemijskih procesa

- Grotleni plin (kod dobivanja sirovog željeza iz visokih peći, mala ogrjevna vrijednost, otrovan zbog visokog postotka CO) [5]

Tabela 2.1 Vrste plinova i njihova svojstva prema izvoru dobivanja [6]

Izvor dobivanja	VRSTA PLINA	Sadržaj pojedine komponente %							Donja toplinska vrijednost(MJ/m^3)
		H_2	CO	CH_4	C_mH_n	CO_2	N_2	O_2	
Ugljen	Gradski plin	45	10	27	-	10	7,8	0,2	16,30
	Koksni plin	56	5,5	23,7	2,3	2,1	10	0,4	17,58
	Generatorski plin:								
	- Zračni	6	23	3,4	0,2	5	62,4	-	4,81
	- Vodeni	49	42	0,5	-	5,3	3,2	-	10,80
	- Miješani	12	28	3,0	0,2	3	53,8	-	6,03
Izvor u zemlji	**Prirodni plin**	**-**	**-**	**96,2**	**1,95**	**0,92**	**0,93**	**-**	**35,60**
Prerada nafte i prirodnog plina	UNP								
	Propan C_3H_8								93,21
	Butan C_4H_{10}								123,81
Nusprodukt raznih procesa	Rafinerijski plin	Ovisi o vođenju procesa							različita
	Grotleni plin	20	30	-	-	8	60	-	3,98
	Bioplin	-	-	65	-	25	-	-	23-25
				75		45			

2.2. Podjela plina prema toplinskoj vrijednosti

Kako bi se omogućila standardizacija plinske opreme, izvršena je klasifikacija prema DVGW(G260), pri čemu je za bazu uzeto toplinsko opterećenje koje neki plin stvara na plameniku:

1. Plinska grupa - klasični gradski plin, koksni plin- dobro izgaraju kratkim plavim plamenom, ne čađe, ne naginju vraćanju plamena
2. Plinska grupa - prirodni i naftni plin. Izgaranje karakterizirano duljim plamenom, stvaranjem CO i odvajanjem plamena
3. Plinska grupa - ukapljeni naftni plinovi. Slabija sposobnost miješanja, žuto obojeni plameni šiljci i stvaranje čađi pri lošem vođenom procesu izgaranja. Nakupljena čađa može biti uzrokom nastanka požara, ali i daljnjeg nepotpunog izgaranja, koje također može uzrokovati prasak ili lakšu eksploziju. [5]

Tabela 2.2 Podjela plinova prema toplinskoj vrijednosti (Miljenko Šunić -plinski sustavi distribucija plina) [6]

Osnovni pokazatelji		Jedinica	Plinska grupa I. A	Plinska grupa I. B	Plinska grupa II. L	Plinska grupa II. H	Plinska grupa III. P	Plinska grupa III. PBS
W_g	Energetska područja	kWh/m3	6,4-7,8	7,8-9,3	10,5-13	12,8-15,7	Prema važećim standardima	
		MJ/m3	23-28,1	28,1-33,5	37,8-46,8	46,1-56,5		
	Nazivna vrijednost	kWh/m3	-	-	12,4	15		
		MJ/m3	-	-	44,6	54		
	Dopušteno odtupanje	kWh/m3	-	-	+0,6-(-1,4)	+0,7-8-1,4)		
H_g	Energetska područja	kWh/m3	4,6-5,5		8,4-13,1			
		MJ/m3	16,6-19,8		30,2-47,2			
	Nazivna vrijednost	kWh/m3	4,9	5,5	-			
		MJ/m3	17,6	19,8	-			
	Dopušteno odstupanje	kWh/m3	± 0,3	± 0,3	-			
D	Relativna gustoća	l	0,40-0,60	0,32-0,55	0,55-0,75			
H_2	Obujamski udio	**%**	40-60	45-67	-			
	Dopušteno odstupanje	**%**	± 5	± 5	-			
p_e	Područje tlaka	mbar	7,5-15,0	7,5-15,0	18-24		42,5-57,5	
	Nazivna vrijednost	mbar	8	8	20		50	

Pokazatelji:

W_g-Wobeovindex gornji pri normalnom stanju

H_g - Gornja toplinska vrijednost pri normalnom stanju

d - relativna gustoća plina (zrak = 1)

H_2 - sadržaj vodika

p_e - priključni tlak ispred naprave

A,B,L i H - grupacije prema toplinskoj vrijednosti

Kratice:

P - propan

PBS - propran-butan smjesa

2.1. Podjela plina prema načinu uporabe

Ispitni plinovi

Plinske smjese određenog sadržaja vodika, metana,proprana, butana, dušika, propena i zraka. [1]

Zamjenski plinovi

Plinske smjese koja se mogu rabiti na napravi i plameniku te dobiti istu kvalitetu izgaranja kao i osnovnim plinom iz plinskog sustava. Najjednostavniji oblik zamjenskog plina jest mješavina propan-butan-zrak istog Wobeovog indeksa kao i osnovni plin. [1]

2.2. Važni pojmovi u plinskoj tehnici

2.2.1. Plin kao gorivo definiran je sljedećim veličinama

- masom,volumenom (obujmom)
- tlakom
- gustoćom
- sastavom (volumni ili težinski udio komponenti)
- ogrjevnom moći
- osnovnim plinskim zakonima [1]

Masa

Masa se u plinskoj tehnici iskazuje jedinicama volumena (m^3,kmol) ili jedinicom mase (kg). Količina mase iskazana volumenom ovisi o temperaturi i tlaku, te su zbog toga usvojeni slijedeći pojmovi:

- normni ili normalni prostor metar koji definira onu masu plina koja pri normalnom stanju zauzima $1m^3$ (0°C;101325 Pa)
- standardni prostor metar je ona masa plina koja zauzima $1m^3$ (pri 15°C;101325 Pa)

- pogonski prostorni metar jest ona količina plina koja u upotrebnom stanju zaprema $1m^3$ (obično ispred plinomjera, definira se temperaturom, tlakom i vlažnošću) [1]

Tlak plina

Ako se plin nalazi u zatvorenoj posudi, zbog gibanja molekula(BROWNOVO) nastaje tlak na stjenke posude, pri čemu se širi podjednako na sve strane. Tlak je to veći što je gibanje molekula intenzivnije, a događa se porastom temperature, odnosno smanjivanjem volumena. U SI mjerama tlak izražavamo u Pa što odgovara djelovanjem $1N/m^2$, a za tehničke proračune uzima se jedinica 1 bar = 10^5Pa, odnosno 1 mbar =10^2 Pa, a mjeri se u razvodnom plinskom sustavu manometrom kao pretlak u odnosu na atmosferski(barometarski) tlak. [1]

U praksi plinske tehnike uvriježile su se slijedeće definicije:

- Statički tlak plina je pretlak plina u razvodnom sustavu pri stanju mirovanja
- Protočni tlak plina je pretlak plina koji protječe plinskim sustavom
- Priključni tlak plina je protočni tlak kod mjesta spajanja trošila na razvodni sustav
- Tlak plamenika je protočni tlak plina mjeren na plinskom plameniku bez predmješanja sa zrakom
- Tlak sapnice je protočni tlak plina neposredno pred sapnicom kod plamenika s predmješanjem sa zrakom [1]

Gustoća, relativna gustoća plina

- Gustoća (ρ) ili specifična masa jest masa od $1m^3$ izražena u kg (kg/m^3)
- Normalna gustoća nekog plina je masa $1m^3$ pri normalnom stanju (za prirodni plin 0,753)
- Relativna gustoća (1) nekog plina je odnos njegove gustoće i zraka pri istim uvjetima tlaka i temperature: [1]

$$D_v = \frac{\rho_{plina}}{\rho_{zraka}} = 0{,}59 \qquad (1)$$

Sastav prirodnog plina

- Gorivi sastojci: metan (CH_4-95,31%); teži ugljikovodici (C_nH_m)
- Negorivi sastojci: ugljični-dioksid (CO_2-0,41%), dušik (N_2 -1,53%)

Ovisno o nalazištu sastav može varirati, ali u svakom slučaju Metan je dominantan pa i cijela smjesa poprima njegove karakteristike, a najvažnija je brzina izgaranja. [1]

Ogrjevna moć plina (kJ/m^3/ kWh/m^3) - toplinska vrijednost je količina topline koja nastaje njegovim izgaranjem

- Gornja ogrjevna moć H_g je ona količina topline koja nastaje potpunim izgaranjem jedinične količine goriva (1m^3), pri čemu se dimni plinovi ohlade na ishodišnu temperaturu (25°C), a vodena para se iz njih izlučuje kao kondenzat. Određuje se laboratorijski.
- Donja ogrjevna moć se određuje računski sa pretpostavkom da vodena para ostaje u dimnim plinovima u parnom stanju, te je time toplina kondenzacije ne iskorištena. [1]

U praksi se može uzeti odnos $H_d = 0,9H_g$
H_g = 40152 kJ/m^3 = 11,153 kWh/m^3
H_d = 36218 kJ/m^3 = 10,061 kW/m3

- Pogonska (uporabna) ogrjevna moć H_p je ona količina koja se razvija potpunim izgaranjem jednog pogonskog m^3 plina, pri čemu s dimni plinovi svode na početno pogonsko stanje, dok se vodena para u njima ne kondenzira. [4]

Osnovni plinski zakoni

Stanje volumena određeno je volumenom, tlakom i temperaturom. Međusobni odnosi tih veličina izraženi su slijedećim zakonima: [4]

GAY-LUSSACOV zakon

Zagrijavamo li neki plin (2) volumena V_1 pri konstantnom taku P_1 s temperature T_1 na temperaturu T_2, volumen se mijenja linearno s temperaturom. [4]

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (2)$$

BOYLE-MARIOTTOV zakon

Mijenja li se tlak plina (3) P pri konstantnoj temperaturi T, mijenja se i volumen V recipročno pripadno tlaku. [4]

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \quad (3)$$

Jednadžba stanja

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{PV}{T} = \text{konstanta} \quad (4)$$

P×V = R×T -za idealni plin

P×V = Z×R×T -za realne plinove

z- faktor kompresibilnosti (ovisno o svojstvima plina, pogonskom tlaku i temperaturi)

2.2.2. WOBBEOV BROJ

- Karakteristična veličina koja pokazuje svojstva plina kao medija kojim se transportira energija, razmjerna je iznosu toplinske moći, a obrnuto drugom korijenu relativne gustoće. [4]

$$W_g = \frac{H_g}{\sqrt{d_v}}; W_d = \frac{H_d}{\sqrt{d_v}} \ (\text{kJ/m}^3; \text{kWh/m}^3) \quad (5)$$

- U stvari je pokazatelj toplinskog opterećenja plamenika, odnosno uporabivosti plinova različitog sastava, ali istog W broja bez zamjene sapnice.

2.2.3. Temperatura paljenja

Jest najniža temperatura pri kojoj se plin miješan u stehiometrijskom odnosu sa zrakom sam od sebe zapali, dakle bez inicijalnog (otvorenog) plamena. Ovisi o vrsti plina, koncentraciji, obliku i materijalu komore. Za prirodni plin iznosi 650°C. [1]

2.2.4. Granice paljenja i eksplozivnosti

Gornja odnosno donja granica paljenja, koja je identična granicama eksplozivnosti pokazuje u kojem je odnosu mješavina plina i zraka zapaljiva odnosno eksplozivna. Ovo svojstvo se može prikazati shematski. [1]



Slika 2.4 Strelec&Suradnici PLINARSKI PRIRUČNIK- granice paljenja i eksplozivnosti [7]

DGE = donja granica eksplozivnosti 4%

GGE = gornja granica eksplozivnosti 17%

Područje od 17% -28% udjela prirodnog plina u zraku je bogata smjesa i ona je goriva ako se dodatno dovodi zrak, iznad 28% postoji opasnost od gušenja.

Tabela 2.3 Molarna masa, gustoća karakterističnih plinova pri standardnom stanju [6]

Vrsta plina	**M(kmol)**	**ρ(kg/m^3)**	d(-)
Metan CH_4	16,0426	0,6785	0,5539
EtanC_2H_6	30,0694	1,2717	1,0381
Propan C_3H_8	44,0962	1,8650	1,5224
Butan C_4H_{10}	58,1230	2,4582	2,0067
Pentan C_5H_{12}	72,1498	3,0514	2,4909
Heksan C_6H_{14}	86,1766	3,6477	2,9778
Heptan C_7H_{16}	100,2034	4,2379	3,4595
Oktan C_8H_{18}	114,2302	4,8312	3,9438
Zrak	28,9641	1,2250	1,00
Ugljični monoksid CO	**28,0104**	**1,1846**	**0,9670**
Ugljični dioksid CO_2	44,0098	1,8613	1,5194
Dušik N_2	28,0134	1,1848	0,9672
Vodik H_2	2,0158	0,0852	0,0695
Kisik O_2	31,9988	1,3533	1,1047

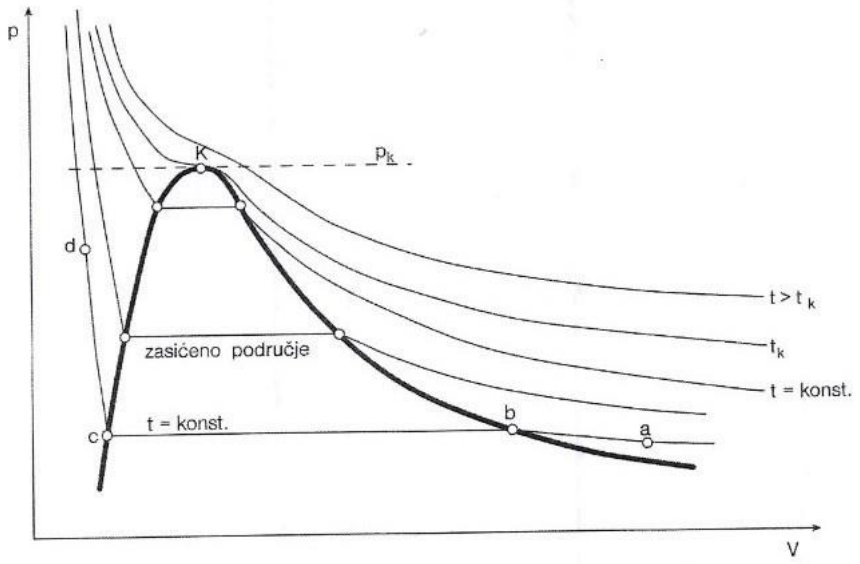
Tablicom 2.3 želi se pokazati da Ugljični monooksid CO je (otrovan) po gustoći vrlo blizak zraku te će se u zatvorenom prostoru zadržavati oko srednje visine prostorije te se treba imati na umu da samo 1 % koncentracije u zraku izaziva trenutačnu smrt!

KRITIČNO STANJE PLINA:

Povećanjem tlak smanjenjem obujma uz t_{const}, pri određenom p, doći će do ukapljivanja.

t_k-temperatura pri kojoj plin prelazi u kapljevinu,iznad nje se plin ni pod kojim tlakom ne može prevesti u kapljevito stanje (-82,55°C za Metan)

p_k-najniži tlak pri t_k kod kojeg plin prelazi u kapljevito stanje (46 bar za Metan) [6]



Slika 2.5 Zasićeno područje u p-V dijagramu ("Šunić-Plinski sustavi distribucija plina")[6]

3. PLINOVODI I PLINSKE MREŽE

Distributivni sustav plina je tehnički sustav kojem je osnovna zadaća preuzeti određene količine plina iz transportnog sustava preko primo-predajne mjerno-regulacijske stanice (PPMRS) i njegovo dovođenje do potrošača na pouzdan, ekonomičan i siguran način. Ovakav sustav mora osigurati svakom potrošaču u svako vrijeme dovoljnu količinu plina potrebnog tlaka, toplinske vrijednosti i adekvatnog sastava tako da plinske naprave i uređaji mogu nesmetano raditi. [4]

Distributivni sustav plina sastoji se: od plinskih mreža i objekata i uređaja ugrađenih na njima, kao što su regulacijske stanice, odorizacijske stanice, zaporni uređaji i sl. Plinska mreža je skup plinovoda istog ili različitog tlaka zajedno s kućnim priključcima, regulacijskim stanicama i ostalim ugrađenim uređajima sve do glavnog zapornog uređaja pojedinog potrošača. [4]

Oblik plinske mreže u mnogome ovisi o veličini i oblik distributivnog područja, razini tlakova u distributivnom području, gustoći potrošača, dok materijale za izgradnju plinovoda i broj odnosno vrste regulacijskih stanica određuje distributer plina na osnovi važeće plinske tehničke regulative kao i vlastitog iskustva. [4]

3.1. Vrste plinskih mreža

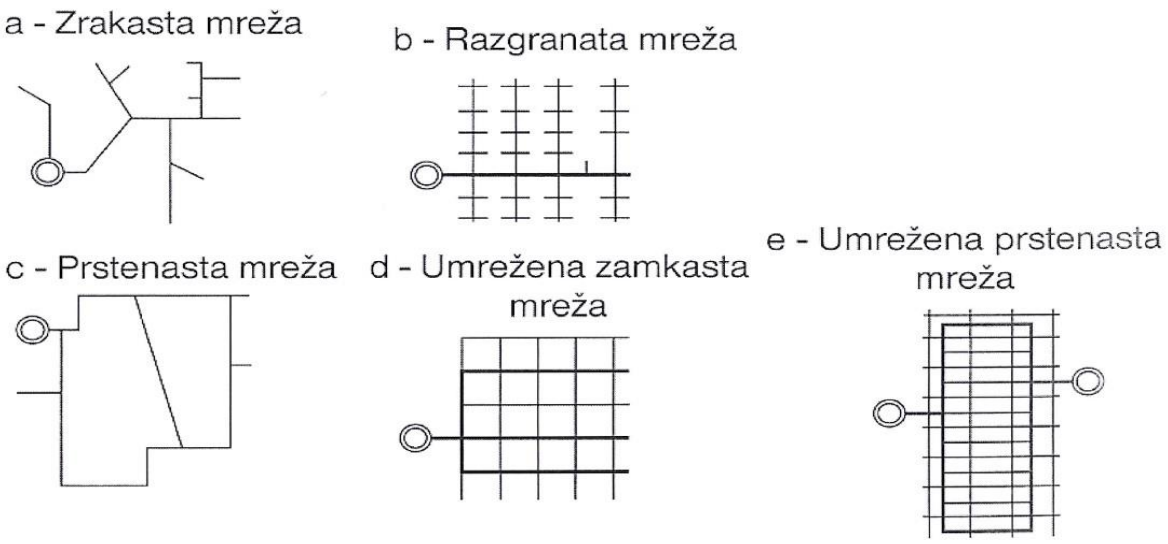
Za bilo koje distributivno područje različite gustoće potrošnje, različitih veličina potrošnje te različite svrhe uporabe plina mogu se koristiti pet različitih oblika mreže (slika 3.1) [4]

- zrakasta (linijska)
- razgranata
- prstenasta

} SREDNJETLAČNA I VISOKOTLAČNA PLINSKA MREŽA

- umrežena zamkasta
- umrežena prstenasta

} NISKOTLAČNA PLINSKA MREŽA



Slika 3.1 Vrste plinskih mreža [6]

Svaka od navedenih plinskih mreža ima određene prednosti i nedostatke u smislu pouzdanosti opskrbe i ekonomičnosti izgradnje.

Kod mreža linijskog odnosno zrakastog oblika (a) svaka točka uporabe plina ima samo jedan tok opskrbe, dok mreže oblika c,d i e imaju za svaku točku više puteva toka plina pa zbog toga imaju i veću pouzdanost opskrbe. [4]

Vrsta mreža		Financijska ulaganja	Rezerve učina mreže	Pouzdanost opskrbe
a	zrakasta	mala	mala	loša
b	raširena zrakasta	mala	srednja	srednja
c	prstenasta	srednja	dobra	srednja-dobra
d	mreža u mreži	velika	dobra	dobra

Slika 3.2 Osnovne karakteristike oblika mreže [6]

Zbog pouzdanosti opskrbe potrošača plinom, teoretski i praktično se pokazalo da je niskotlačnu, srednjetlačnu i visokotlačnu mrežu najbolje izvesti prstenastog oblika. Broj prstena ovisi o rasprostranjenosti područja opskrbe plinom. Zbog same skupoće i neizvedivosti na nekim mjestima pribjegava se izgradnji poluprstenima i umreženim petljama. [4]

3.2. Projektiranje plinskih mreža

Tijekom projektiranja potrebno je izborom tehničko-tehnoloških rješenja, pravilnim odabirom položaja plinovoda u odnosu na objekte i drugu komunalnu infrastrukturu, te odabirom osnovne i prateće opreme i ugrađenih materijala postići zahtijevanu razinu sigurnost plinovoda.

Najvažniji utjecajni faktori na sigurnost plinovoda i objekata na njima su:

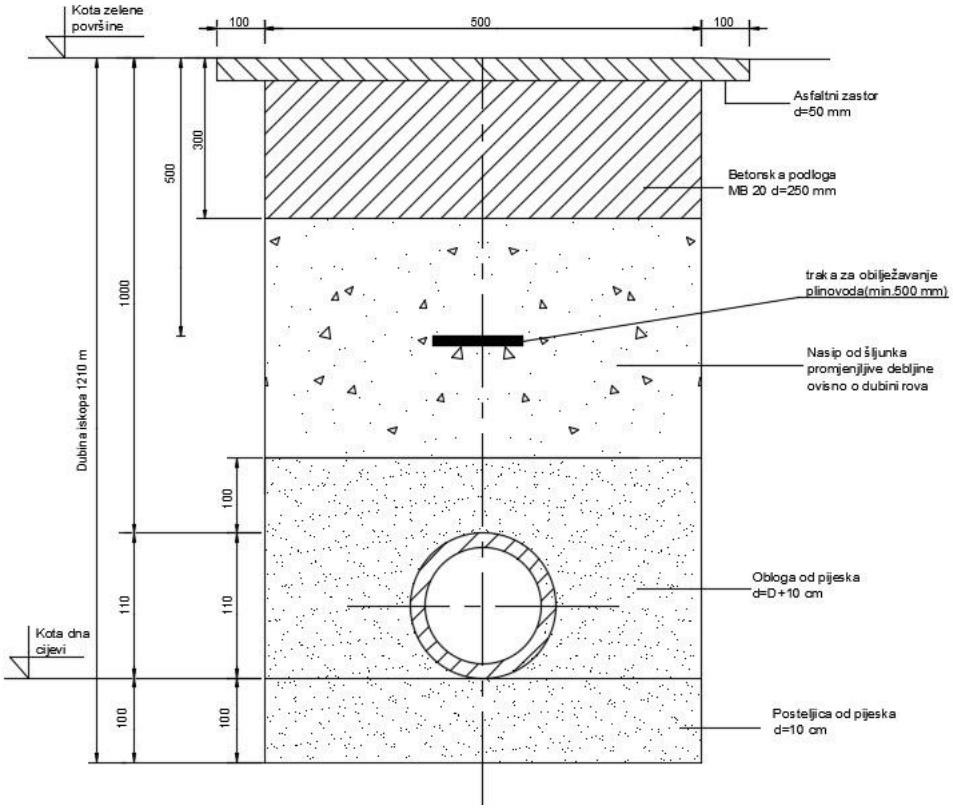
- odabir odgovarajućih materijala
- klasifikacija terena
- položaj plinovoda u odnosu na ostale komunalne instalacije
- raspored i položaj zaporne i sigurnosne armature
- procedura izgradnje i puštanja u pogon
- procedura nadzora,ispitivanja i održavanja [4]

3.3. Izgradnja plinskih mreža

Plinovodi se polažu u iskopane i pripremljene rovove prema projektnoj dokumentaciji te pribavljenim suglasnostima. [4]
Plinovodi se polažu na sljedeće dubine:

- visokotlačni i srednjetlačni plinovodi polažu se na dubinu od 1,0 do 1,5 m
- niskotlačni plinovodi polažu se na dubinu od 0,8 do 1,3 m
- kućni priključci polažu se na dubinu od 0,6 do 1,0 m [7]

Širine rovova ovise o promjeru cijevi,vrsti tla kao i o načinu izvođenja radova i kreću se obično od 0,5 do 0,8 m.
Dimenzije rovova mogu se povećati ili smanjiti prema zahtjevima na terenu i obavljanju potrebitih radova.
Priprema rovova za polaganje plinovoda sastoji se od postavljanja posteljice od finog pijeska debljine 10 cm, prikazano na slici 4.3 [4]



Slika 3.3 Presjek rova [6]

3.4. Izbor materijala za plinovode

Materijal za plinovode odabire se na osnovi razine tlaka plina, vrste plina koji će se koristiti,te njegove kvalitete i sadržaja primjesa. Danas se najčešće izrađuju plinovodi od polietilena visoke gustoće (PE - HD 100) i čelika, dok su se prije koristili PVC i lijevano željezo.[4]

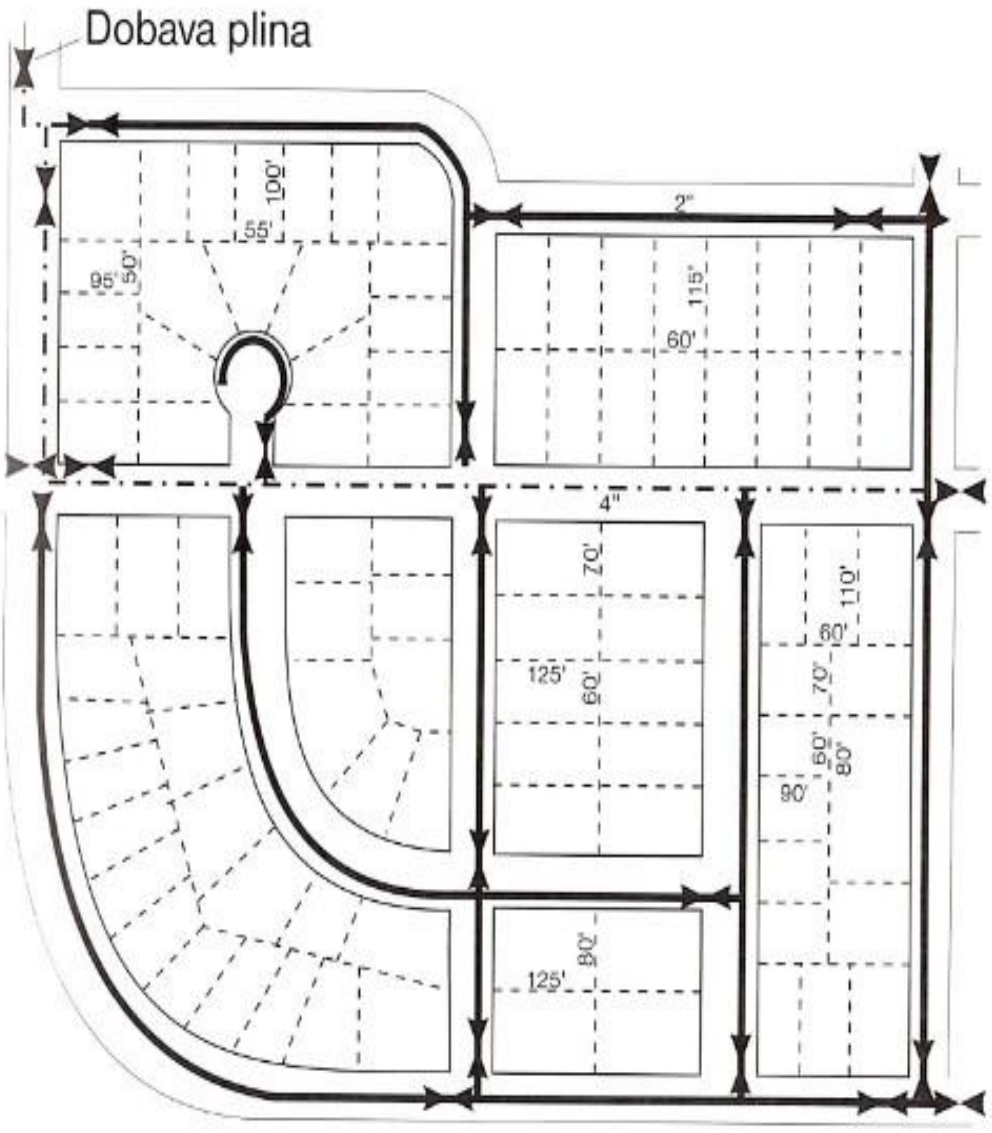
U pravilu visokotlačni plinovodi za tlakove od 10 bar su od čeličnih materijala, tvornički izolirani izvana, a po mogućnosti i iznutra, s obavezom katodnog štićenja. Spajanje plinskih cijevi najčešće se izvodi:

- zavarivanjem (čelične cijevi)
- fuzijom pomoću topline(polietilenske cijevi)
- sučeono
- elekrospojnicama

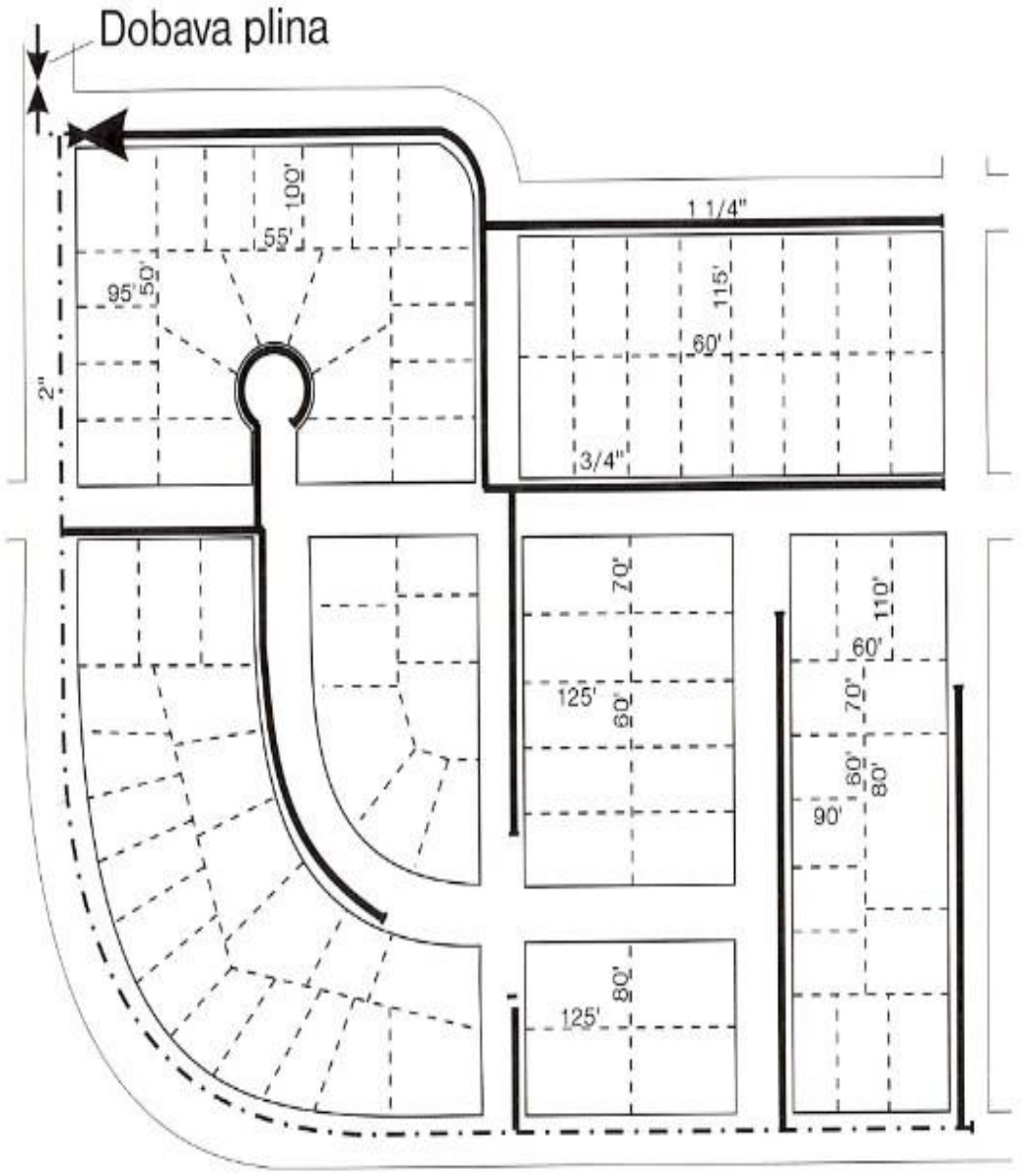
Plinovodi za tlakove do 10bar u pravilu su od polietilenskih cijevi od materijala S80 i S100. Ranije su se za NT- plinovode koristile čelične i lijevano željezne cijevi, te rjeđe PVC i bakrene cijevi.

3.5. Prstenasta ili zrakasta mreža

Prstenasti ili zrakasti sustav može se predviđati i u dobavnim i u opskrbnim mrežama. U pravilu prstenasti (umreženi) distributivni sustav je slučaj kad se plinovodi postavljaju u sve ulice i povezuju u svim raskrižjima opskrbnog sustava (slika 4.5). [6]



Slika 3.4 Prstenasta mreža [6]



Slika 3.5 Zrakasta mreža [6]

Ovakve mreže u pravilu se rabe za niskotlačne distributivne sustave s opskrbnim tlakom do 100 mbar. Ovako umreženi sustavi minimiziraju prekid opskrbe potrošača zbog mogućnosti više alternativnih dovoda plina do priključnog plinovoda. Drugi slučaj mreže je zrakasti (radijalni) koji nema zatvorenih petlji (slika 4.6). Zrakasti sustav je jeftiniji od prstenastog sustava ima male mogućnosti da osigura razvod plina izvan prikazanog područja,prihvatljiv je za statičko stanje, dok su umreženi sustavi dobra podloga za daljnji dinamički razvoj mreže.[6]

4. ODRŽAVANJE PLINSKE MREŽE

Propusnost plinskog sustava mora se otkriti, klasificirati i sanirati bez obzira nalazi li se unutar ili izvan objekta zbog povećanja sigurnosti uporabe plina, smanjenja troškova, stvaranje povjerenja kod korisnika i povećanja konkurentnosti u odnosu na druge energente.

4.1. Održavanje plinske mreže

Osnova za ispravno održavanje i vođenje plinske mreže jest potpuna i ažurirana dokumentacija, praćenje stanja plinovoda (vrsta materijala, starost, propusnost), praćenje aktivnosti drugih komunalnih ili izvoditeljskih tvrtki u blizini plinovoda i kućnih priključaka, te organiziranost posebnih službi kao što su razne dežurne ekipe, hitne intervencije i ispitivanje propusnosti.

Kontrola propusnosti plinovoda provodi se obilaskom trase u propisanim vremenskim razmacima, koji su uvjetovani veličinom plinske mreže, razinom radnih tlakova, specifičnostima područja i korištenih materijala, odstupanjima od standarnih propisa, meteorološkim uvjetima te drugim bitnim čimbenicima. [1]

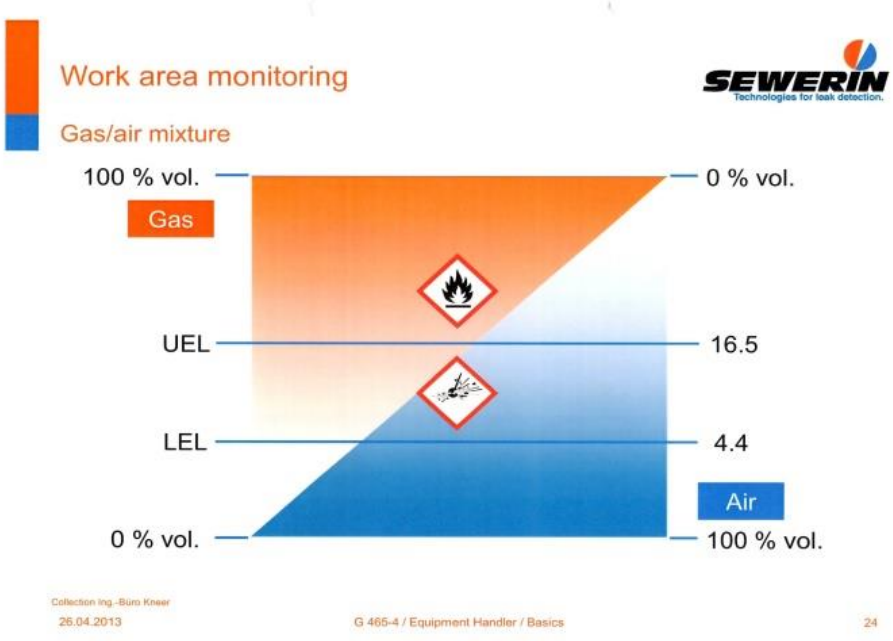
4.2. Kontrola propusnosti plinovoda

Propusnost se provjerava instrumentima za ispitivanje hodajući po trasi plinovoda i priključka ili vožnjom automobilom PORTAFID LP koji ima ugrađene takve instrumente. Njime se uzima uzorak atmosfere iznad plinovoda ili priključka u kojem se, ako se radi o propusnosti, utvrđuje prisutnost plina.

Razvojem prijenosnog FID-detektora tijekom sedamdesetih godina postignuto je daljnje uvećanje efikasnosti ispitivanje cjevovodne mreže. [5]

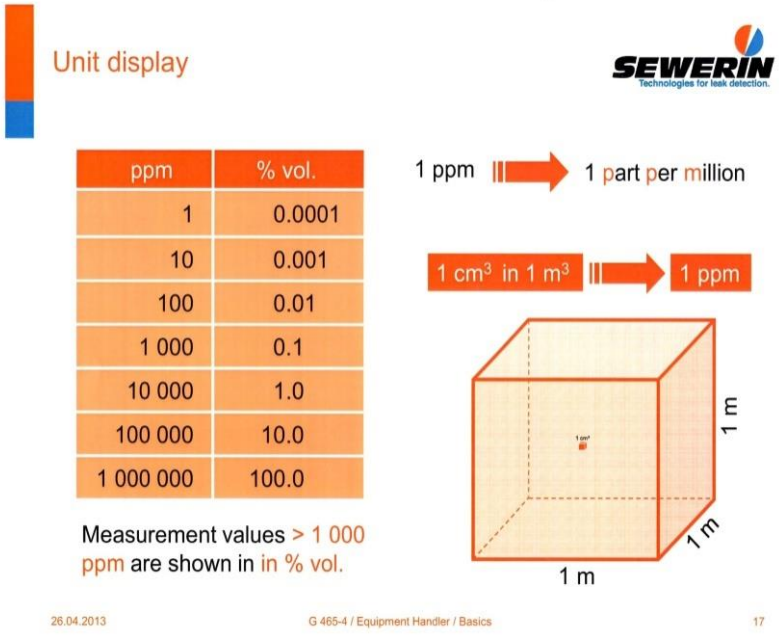
Stručnjaci ispitivajući svakodnevno nailaze na plinove iz druge skupine plinova. Zemni plinovi se sastoje od različitih ugljikovodičnih plinova (C_nH_m – plinova).

Najpoznatiji su metan, propan i butan koji se definiraju kao gorivi plinovi s donjom i gornjom granicom zapaljenja tj. područjem mješavine plina i zraka unutar kojeg pri određenoj temperaturi može doći do zapaljenja mješavine.



Slika 4.1 Omjer miješanja zraka i plina

Za detektiranje plina kod nadzemnog ispitivanja koriste se plinski detektori s osjetljivošću u ppm-području pri kojem se zahtjeva osjetljivost ≤ 5 ppm kako bi se na taj način u usisanom uzorku mogli otkriti i neznatni tragovi plina.



Slika 4.2 Definicija ppm

4.3. Faktori koji utječu na ispitivanje cjevovodne mreže

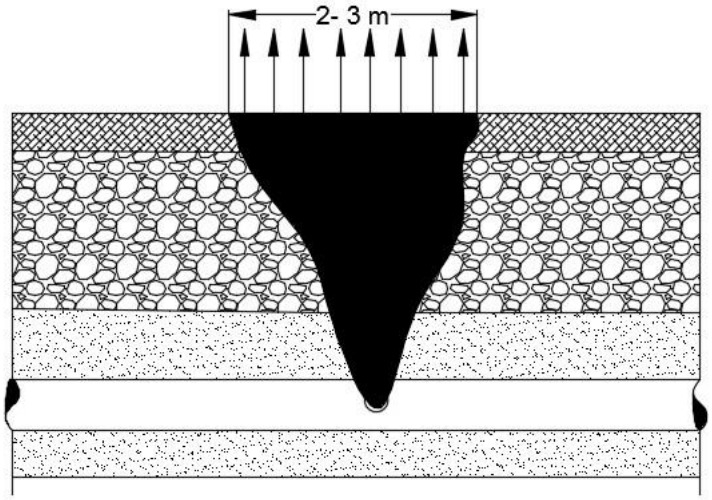
Potrebno je obratiti pažnju na uvjete koji vladaju na licu mjesta ispitivač sve svoje radne postupke od upotrijebljenih uređaja pa do mjera poduzetnih za poboljšanje lokalizacije mora prilagoditi uvjetima koji vladaju na licu mjesta.

4.3.1. Vremenske prilike

- Vlažne i zamrznute površine zaustavljaju difuziju plina
- Prilikom mraza na tlu znatno se povećava širenje plina. Neophodno je ispitivanje šupljina i podruma.

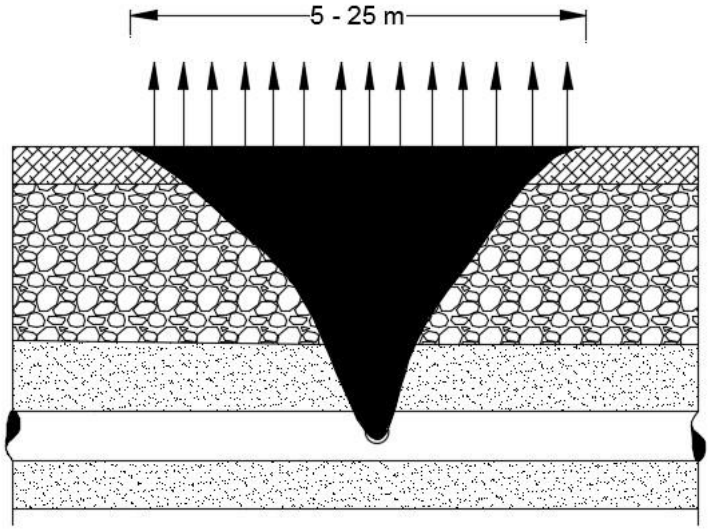
4.3.2. Sastav tla i površine

Struktura tla, kao i sastav tla, različito utječu na širenje i dizanje ispuštenog plina. Šljunčana tla propusnija su od glinenih tla. Glineno tlo oblikovat će općenito sloj koji neće propuštati plin. Kod nekompaktne površine i u slučaju izbijanja neznatne količine na tlu koje je za plin propusno dolazi do malog širenja plina u tom slučaju izbijanje se lako lokalizira. [5]



Slika 4.3 Širenje plina u tlu nepropusnom za plin

Ako je površina gušća tj.manje propusna pri čemu izbija neznatna količina plina kao i u prošlom slučaju, neposredno pri površini sizanje plina se zaustavlja. Plin se nakuplja,a površina širenja postaje veća i plin se otkriva na većoj dionici i na taj način otežana je lokalizacija.[5]



Slika 4.4 Širenje plina u tlu koje je manje propusno

Opseg širenja plina ovisi o količini plina koji izbija,kao i o sastavu površine. Uz izbijanje neznatne količine plina i ako na postoji pukotina tada plin na površini izbija na drugačiji način. Uslijed pukotine i usjekline u tlu plin lakše izbija na površinu i lakše ga se otkriva prilikom detektiranja. Lokalizacija je otežana jer se uslijed ventilacije utvrđuju veće koncentracije na pukotini i usjeklini.

Lokalizacija pomoću nadzemnog otkrivanja prisutnosti plina nije moguća. [5]

4.3.3. Prikriveni putovi plina

Plin na putu prema površini u vijek ide putem gdje je najmanji otpor kao što su poklopci kablova,kanali s poklopcima, vodovi s odvodnom vodom, kanali, sustavi i zaštitnih cijevi drugih medija i slični prikriveni putovi. U slučaju širenja plina ovi putevi se moraju uzeti u obzir budući da plin vrlo brzo može doći u šupljine. [5]

4.3.4. Utjecaj prometa

Cestovni promet utječe na ispitivanje s jedne strane svojom gustoćom, a s druge strane ispušnim plinovima vozila. Ispitivanje plinskih vodova koji su položeni na području vrlo prometnih cesta moguć je samo u ranim jutarnjim ili večernjim satima.[5]

4.3.5. Ispušni plinovi

Vjetar koji puše u odgovarajućem smjeru i odgovarajućom jačinom može industrijske otpadne plinove dovesti u područje koje zahvaćaju detektorske sonde što može prouzročiti pogrešnu procjenu indikacije plinskog detektora. Detektori podjednako tako induciraju i ugljikovodike iz ispušnih naprava motornih vozila koji nisu sagorjeli i na detektoru će se u vrlo kratkom vremenu pojaviti indikacija.[5]

4.3.6. Nagib vodova

Kod nagiba kreće se prema brdu da se otkrije i najranija točka izbijanja plina na površinu. Tako je i prilikom lokalizacije moguće uočiti tendenciju plina da se u tlu diže ukoso.

4.3.7. Gustoća izgrađenosti

Na Periodičko ispitivanje mreže utječe:

- Broj priključaka
- Industrijsko područje ili stambeno područje
- Povijesna jezgra s manjim intenzitetom prometa [5]

4.3.8. Vjetar

Snažan vjetar negativno djeluje na ispitivanje unutar područja površina koje nisu kompaktne.U slučaju da je utjecaj vjetra prevelik, ispitivanje je potrebno prebaciti na područje površina koje su kompaktne. Prikladnija je sonda na kotačiće zbog njegovog

dosjeda na površinu, gdje treba obratiti pažnju prisjeda li sonda na površinu sa svih strana,budući da u protivnom slučaju vjetar prodire u sondu i prouzrokuje očitovanje pogrešnih indikacija.[5]



Slika 4.5 Sonda na kotačiće

4.3.9. Klima tla

Temperatura niže od 5°C prouzrokuju intenzivno vezivanje grubo struktuiranih molekula metana i to naročito u sitnozrnastom pješčanom tlu. U tom slučaju utvrđivanje najveće koncentracije u rupama sa sondama prilično je otežano. [5]

4.3.10. Oštećenja vegetacije

Promatranje vegetacije predstavlja sastavni dio ispitivanja cjevovodne mreže koji se ne bi smio podcjenjivati (smeđe mrlje na travnjaku, odumrla ili izobličena drveća ili živica sa istim defektom).

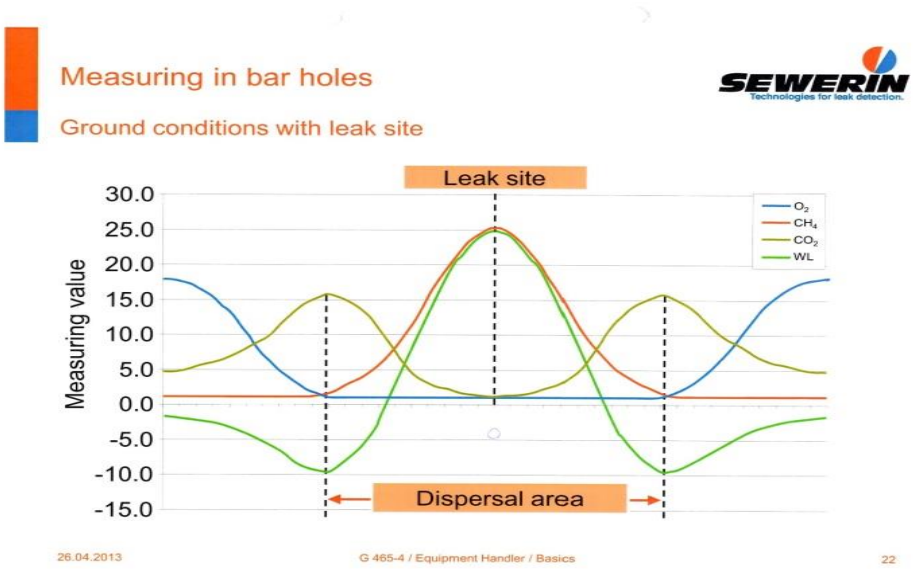
Oštećenja nastaju neovisno o vrsti, na sve većem odstojanju od točke izbijanja plina koncentracija metana postaje sve manja, koncentracija CO_2. Nasuprot tome koncentracija kisika ponaša se posve drugačije. Najniža vrijednost je na ispusnom mjestu a zapaža se tako dugo sve dok je u tlu moguće mjeriti prisutnost metana a naglo raste izvan područja na kojem je ispušten zemni plin. Istovremeno se smanjuje koncentracija ugljičnog dioksida. [5]

Uzrok oštećenja vegetacije leži u nedostatku kisika u području korijena drveća. Ugljični dioksid je potisnuo kisik. Metan ne izbija na površinu. Ukoliko izbijaju neznatne

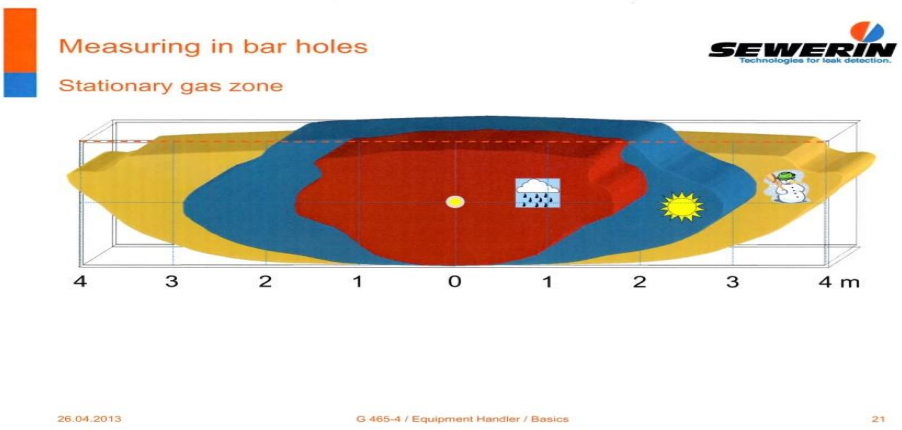
količine plina, tada mikrobi svojom aktivnošću metan u potpunosti mogu razgraditi i gorivi plin u tom slučaju nije moguće detektirati pomoću plinskog detektora u ppm području niti putem rupa sa sondama.

Bakterije koje prerađuju metan troše četiri do pet puta više kisika kada temperatura tla naraste s 13,5°C na 20°C.

Potrošnja kisika ostaje konstantna kada koncentracija kisika u tlu iznosi više od 4 vol.%, izbijanje zemnog plina u zimi drveću ne nanose toliko štete koliko u ljeti budući da su u zimi temperature niže te se na taj način aktivnost bakterija svodi na minimum. [5]



Slika 4.6 Shematski prikaz ovisnosti koncentracija [8]



Slika 4.7 Stacionarna zona plina pod različitim vremenskim uvjetima [8]

5. ISPITIVANJE PLINSKE MREŽE

5.1. Prije početka ispitivanja plinske mreže

Prije početka ispitivanja plinske mreže stručnjak za detekciju prisutnosti plina i nalogodavac moraju usuglasiti bitne elemente glede provedbe ispitivanja plinske mreže. Ovo je usuglašavanje to bitnije ako je pritom riječ o angažmanu stručnih tvrtki.

- Potrebno je razmijeniti informacije o općem stanju mreže, koji je ugrađeni materijal i stupnjevi tlaka, stanje u kojem se nalazi mreža.
- Kada je obavljeno posljednje ispitivanje te kvota oštećenja u prošlosti?
- Da li su sva oštećenja uklonjena?
- Da li su postavljeni novi vodovi?
- Da li prilikom uklanjanja oštećenja izmijenjen sastav tla ili pak se tlo još uvijek sliježe?
- Usuglašavanje priprema radova s ispitivačem (radno vrijeme, poznavanje mreže, vozačka dozvola)
- Koji bi se model klasifikacije trebao primijeniti?
- Da li je potrebno obaviti ispitivanja pomoću FID-detektora na otvorima na zgradama (podrumskim prozorima)?

Da ne dođe do mogućeg nesporazuma od samog početka ispitivanja preporučljivo je da se sastavi zapisnik. Na taj se način od samog početka otklanja mogućnost nastanka nesporazuma. [5]

5.2. Mjerne tehnike koje se upotrebljavaju

Svrha je plinskih mjernih instrumenata da izmjere koncentracije plina od DGE - područja pa sve do 100 volumenskih postotaka. Prilikom poslova u vezi lokalizacije buše se ili zabijanjem stvaraju rupe za sonde, te se putem odgovarajućih usisnih sondi mjeri najviša koncentracija. Prilikom kontrole u oknima i šupljim prostorima moguće je koristiti plinske mjerne instrumente putem difuzijskih glava ili sondi koje se nalaze na štapovima.

Pomoću plinskih detektora i plinskih mjernih instrumenata kontrolira se zrak oko plinskih vodova i postrojenja u pogledu prisutnosti gorivih plinova i po mogućnosti mjeri njihova koncentracija.

Svi vodovi koji služe transportu, distribuciji i upotrebi plina, moraju biti nepropusni. Kako bi se tom zahtjevu udovoljilo, tj. zajamčila opskrba plinom, a time ujedno i trajni pogon cijevne mreže, nužan je neprestani nadzor. Metode koje se primjenjuju prilikom nadzora nad cijevnom mrežom, kao i lokalizacija propusnih mjesta, mogu se provoditi pomoću različitih plinskih detektora i plinskih mjernih instrumenata.

U sklopu nadzemnog ispitivanja danas se upotrjebljavaju dva mjerna sustava koja su se u praksi pokazala pouzdanima. S jedne se strane upotrebljavaju detektori za plamenu ionizaciju (FID - detektori) poput primjerice tipova PORTAFID® M3 i M 3-K. S druge se strane upotrebljavaju plinski detektori s poluvodičkim senzorom (PV) osjetljivim na plin poput primjerice VARIOTEC® 8. Prilikom izbora plinskog detektora potrebno je uzeti u obzir i tekuće troškove pogona uređaja. Ovamo spadaju i troškovi neophodnog godišnjeg redovnog servisa kao i eventualnih popravaka.

Svaki od ovih dva sustava senzora očituje određene prednosti ali i nedostatke. Bitna prednost FID-detektora (slika 5.1) leži u njegovoj sposobnosti da prepoznaje isključivo ugljikovodike. Uslijed toga ne očituje poprečnu osjetljivost spram drugih plinova koji bi ometali ispitivanje. Ne dolazi do pogrešnih indikacija. Daljnja prednost koju očituje jest brza indikacija i brz povratak na nulu, pa čak i u slučajevima registriranja većih koncentracija plina. [5]



Slika 5.1 PORTAFID® M3 [8]

5]



Slika 5.2Variotec 8-ex [8]

5.3. Odabir prikladnog sustava sondi

Odabir prikladnog sustava sondi (slika 5.3) presudno utječe na uspješno odvijanje ispitivanja cjevovodne mreže**.**



Slika 5.3 Sonda na kotačiće [8]

Kod kompaktnih površina potrebno je upotrijebiti sondu na kotačiće (slika 5.4, lijeva sonda). Neoprensko pletivo s usisnim gornjim dijelom karakterizira nepropusni dosjed na površinu. U velikom je postotku izbjegnuto usisavanje ometajućih bočnih vjetrova,

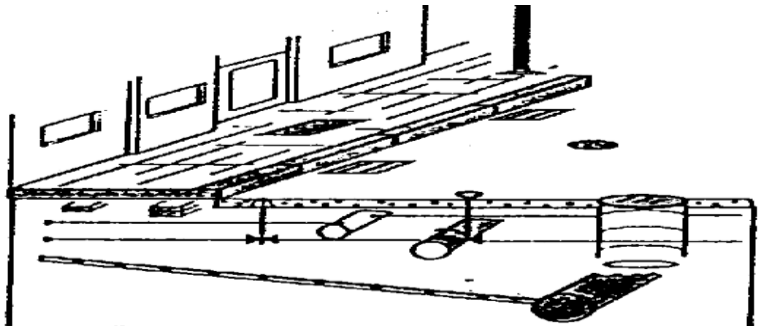
kao i utjecaj snažnog vjetra. Usisna pumpa detektora - drugi sustavi upotrebljavaju dvije odvojene pumpe za detektor i sondu - neprestano transportira uzorak plina iz usisnog gornjeg dijela u komoru senzora. Ova se sonda gura duž trase. Njome se na kompaktnoj površini omogućuje brži tempo ispitivanja nego li uporabom zvonaste sonde. [5]



Slika 5.4 Zvonasti ispitni uređaji [8]

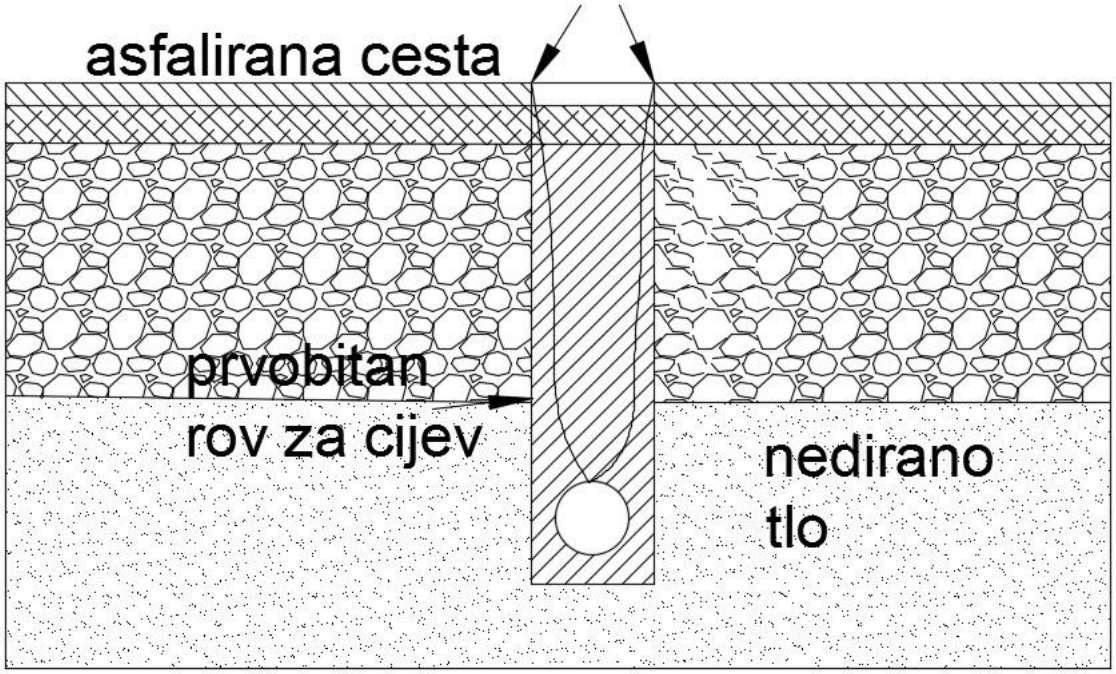
5.4. Brzina ispitivanja

Ispitivanje se mora provesti brzinom koja nije veća od brzine hoda (laganog tempa pješaka). Prilikom nadzemnog ispitivanja potrebno je provesti ispitivanje po mogućnosti što bliže plinskom vodu uvažavajući pritom smjer pružanja trase. U sklopu ispitivanja potrebno je uzeti u obzir i sve ugradbene elemente drugih tvrtki (slika 5.5) poput hidranata, zasunskih poklopaca, ploča na oknima, stupova uličnih svjetiljki i sl.



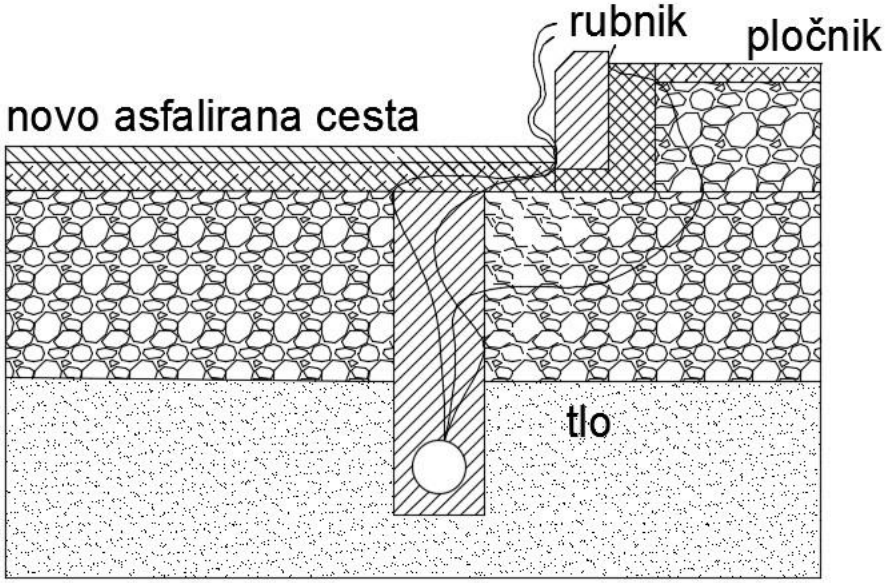
Slika 5.5Ugradbeni elementi ulice

Podjednako tako i rasjekline na površini, zakrpe od prijašnjih iskapanja (slika 5.6), kao i eventualno još uvijek prisutni nizovi čepova od prethodnih ispitivanja omogućuju plinu lako izbijanje na površinu.[5]



Slika 5.6 Mjesta izbijanja plina na starim jamama

Kod površina koje su relativno nepropusne za plin, tako primjerice one koje su često prisutne na području prometnica, ispitivanje je potrebno obaviti uz kameni žlijeb (slika 5.7) budući da upravo ovdje plin lakše prodire prema gore. Danas su ova područja u većini slučajeva zapečaćena kako bi prljava voda sa ceste dospjela isključivo u slivnike te se na taj način spriječilo odlijevanje vode u tlo. U tom je slučaju ispitivanje potrebno provesti iznad rubnog kamena.[5]



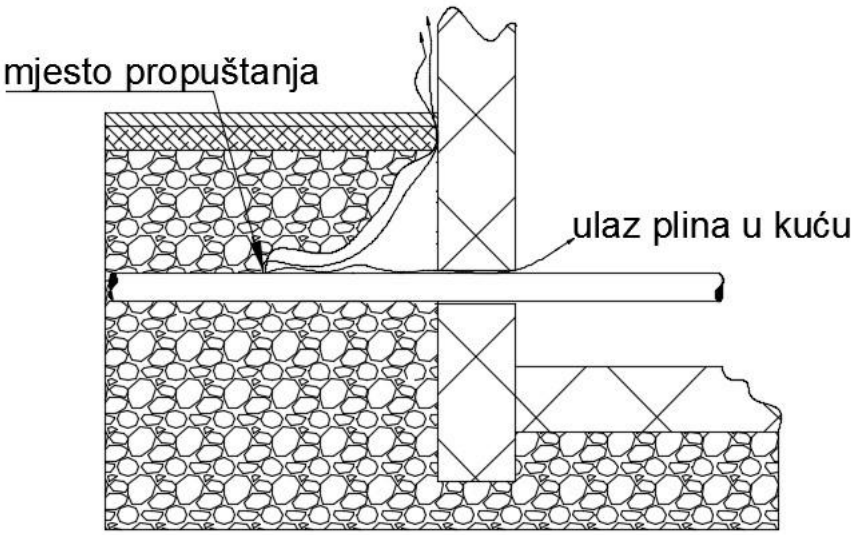
Slika 5.7 Mjesta izbijanja plina kod rubnog kamena

5.5. Ispitivanje priključnih vodova

Efikasno i besprijekorno ispitivanje je samo onda moguće, ako je položaj označen ili iz planova prepoznatljiv.

Na priključku bi trebala biti postavljana žuta ploča u svrhu obilježavanja provoda kroz zid predstavlja tipični zimski posao. Ovom se oznakom ispitivanje cjevovodne mreže u znatnoj mjeri olakšava. [5]

Kućni priključci (slika 5.8) predstavljaju jedno od kritičnih mjesta cjevovodne mreže. Uzrok tome nisu samo provodi kroz zid koji nisu nepropusni za plin. Pored toga mnoštvo spojnih mjesta na relativno kratkom dijelu dovoda predstavlja dodatni rizik eventualnog izbijanja plina.



Slika 5.8 Mjesta izbijanja plina na kućnom priključku

Uzimajući u obzir ovu činjenicu u zbirci se propisa i ispitivanje priključnih vodova promatra kao bitni sastavni dio cjelokupnog opsega ispitivanja. Na području provoda kroz zid potrebno je zadržati se najmanje 5 sekundi.

Još se veća sigurnost može postići kontrolom otvora na zgradi. Ove je radove moguće integrirati u samo ispitivanje cjevovodne mreže, a da to ne rezultira rastom troškova ispitivanja cjevovodne mreže. U tu se svrhu sonda plinskog detektora postavlja uz "odvode plina" poput podrumskih prozora ili prozorskih okana. Ustanove li se tragovi plina u ppm-području, tada se razlog za to svakako mora potražiti u samoj zgradi.

No, priključne je vodove nemoguće uvijek ispitati. Eventualni uzroci za to su:

- Zaključana dvorišna vrata i nedostupnost ukućana.
- Pilotu priključak nije poznat.
- Kućni priključak nije unesen u plan.
- Pilotu nisu napamet poznati bitni detalji mreže.
- Zaboravilo se na ispitivanje ili se ispitivanje zabunom preskočilo.
- Trenutačna nemogućnost prolaženja dionicom nije unesena u dokumentaciju.

Kako bi se kućni priključci, kojima se nije moglo pristupiti ili nisu bili ispitani i nadalje imali u vidu, stručnjak za detekciju prisutnosti plina mora o istima sastaviti spisak ili ih ubilježiti u plan.[5]

5.6. Upozorenja na propusna mjesta

Sva se upozorenja na propusna mjesta sakupljena u sklopu nadzemnog ispitivanja moraju i lokalizirati. U tu će svrhu stručnjak za detekciju prisutnosti plina tijekom sustavnog ispitivanja cjevovodne mreže najprije napraviti ručnu skicu svakog upozorenja na propusno mjesto.

Skica mora biti toliko dobra da lokalizaciju može poduzeti i druga ekipa za mjerenje.

Sadržaj informacija mora biti sličan onom koji se nalazi i na skici upozorenja na propusno mjesto (ovdje će se općenito upotrjebljavati izraz skica oštećenja). Potrebno je navesti položaj i opseg širenja plina zajedno s nazivom ulice i kućnim brojem, a na neizgrađenom području zajedno s primjedbama u vezi posebnosti (okna i sl.), kao i primjedbama u vezi površine.

Trenutak lokalizacije ovisi o opsegu širenja plina, a napose o blizini zgrade ili šupljine. Ukoliko se otkrije prisutnosti plina ispred zgrade ili u zgradi, potrebno je odmah poduzeti odgovarajuće mjere. [5]

Mjerni sustav

Lokalizacija pomoću plinskog detektora i sonde na kotačićima je nemoguća i to bez obzira na to što se to u pojedinačnim slučajevima čak i propagira. Naime, mjerna metoda i opseg mjernog područja nisu primjereni ovoj situaciji. Ovim se sustavom može ustanoviti tek opseg širenja plina.

Lokalizacija se može obaviti jedino bušenjem rupa za sonde u tlu i naknadnim mjerenjem. Pritom je potrebno upotrijebiti plinski mjerni instrument s područjem mjerenja do 100 vol.% i mogućnošću indikacije teških plinova.[5]

Lokalizacija

Ispitivanje zraka u šupljinama tla provodi se pomoću rupa za sonde koje je potrebno izbušiti na području koje prelazi granicu širenja plina sve dok se ne postigne *indikacija*

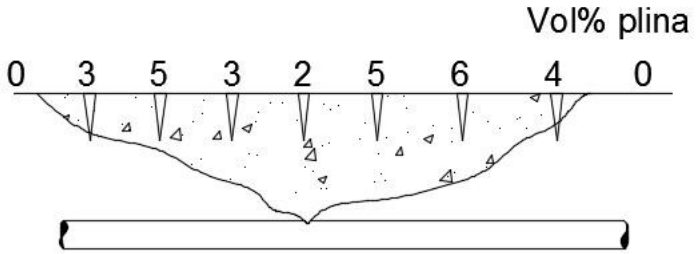
nule. Rupe za sonde buše se ručno (pomoću sondi na zabijanje) ili mehanički (svrdlom, pneumatskim alatima).

Rupe za sonde buše se maksimalno 30 cm u dubinu tla. Ograničenje dubine trebalo bi pridonijeti izbjegavanju oštećenja kablova i drugih vodova. No, i u slučaju pridržavanja ove granične vrijednosti postoji mogućnost da uslijed vrlo male dubine polaganja primjerice komunikacijskih kablova unutar dubine bušenja od 30 cm dođe do oštećenja. Nasuprot tome ponekad i sama situacija na licu mjesta iziskuje da se u svrhu što bolje lokalizacije iskopaju dublje rupe za sonde. Utoliko je stručnjak za detekciju plina dužan pribaviti informacije o drugim vodovima i dubini njihovog postavljanja. U slučaju dvojbe potrebno je upotrijebiti i uređaj za lokalizaciju vodova.

Pritom stručnjak za detekciju plina može započeti s dubljim bušenjem rupa tek nakon što je stekao sliku o rasporedu vodova. U svrhu lokalizacije upotrjebljava se specijalna i izdržljiva sonda koja omogućuje usisavanje uzorka iz rupe za sondu. Prianjajući gumeni konus onemogućuje prodor okolne atmosfere u rupu za sondu. Na taj se način sprječava usisavanje okolnog zraka i razrjeđivanje mjernog uzorka.

U svrhu ograničenja mjesta oštećenja u svakoj se rupi za sondu usisava ista količina uzorka. Vrijeme usisavanja u svrhu uzimanja uzorka trebalo bi za svaku rupu za sondu iznositi najmanje 5 sekundi. U tu se svrhu upotrebljava plinski mjerni instrument sukladno G 465/IV s električnom usisnom pumpom i indikacijom do 100 vol.%. Indikacija mjernih vrijednosti omogućuje i prikaz malih razlika u koncentracijama.

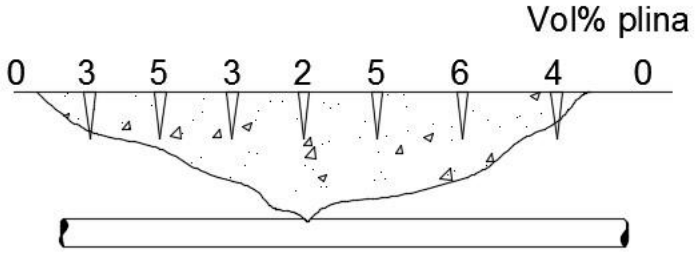
Tijekom ovog postupka ograničavanja mjesta oštećenja rupa za sondu s najvećom koncentracijom zapisuje se u upozorenje na propusno mjesto. Iskustvo je, međutim, pokazalo da to u nekim slučajevima nije moguće. Uzrok tome leži primjerice u velikom širenju plina (“zagađeno” raskršće) ili pak se u nekim rupama za sonde uslijed dugoročnog nakupljanja plina bilježi zamalo ista mjerna vrijednost. U tim slučajevima navođenje točnog mjesta oštećenja (slika 5.9) nije moguće. [5]



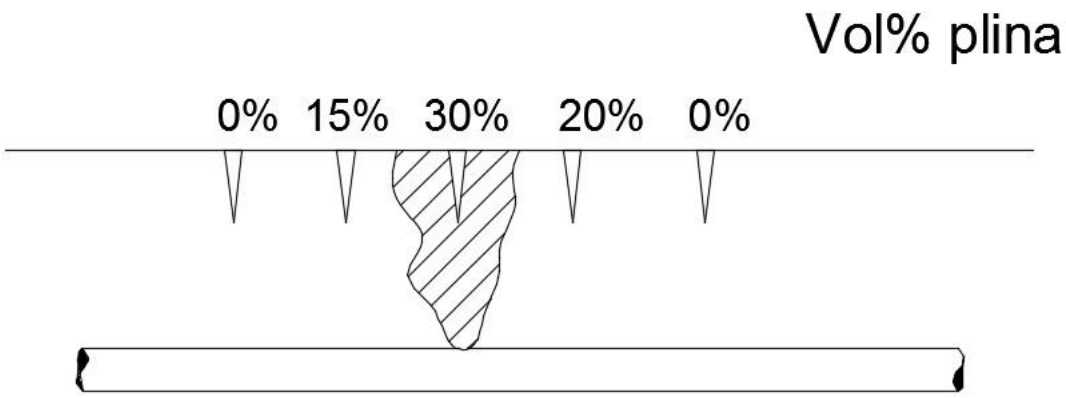
Slika 5.9 Indikacija uređaja kod plinskog gnijezda

Željeni rezultat nije moguće postići ni u slučaju isparavanja takvim mjesta tijekom više sati ili čak danima. Doduše, koncentracija u rupama za sonde je smanjena, no i nadalje se vrh ne može razabrati. Bolji se rezultati mogu postići usisavanjem plinskog gnijezda. U tu se svrhu upotrjebljava usisna cijev koja je priključena na kompresor i koja funkcionira po venturi-načelu. Ili pak se za to može upotrijebiti usisna cijev spojena s električnim usisačem koji ima zaštitu od eksplozije.

Usisava se tako dugo sve dok se u svim rupama za sonde ne inducira mjerna vrijednost od 0 vol.% (slika 5.10.) Nakon toga čeka se na naknadni rast - ponovno nakupljanje plina - u rupama za sonde. U međuvremenu se uvijek iznova poduzimaju nova mjerenja.[5]



Slika 5.10 Usisavanje i mjerenje



Slika 5.11 Nakupljanje i mjerenje

Prve se indikacije (slika 5.11) u pravilu mogu očekivati na području mjesta oštećenja. Vršna indikacija koja će uslijed toga biti registrirana upućivat će na mjesto oštećenja. Ova se rupa za sondu potom upisuje u upozorenje na propusno mjesto uz navođenje prvotno izmjerene vrijednosti koncentracije. [5]

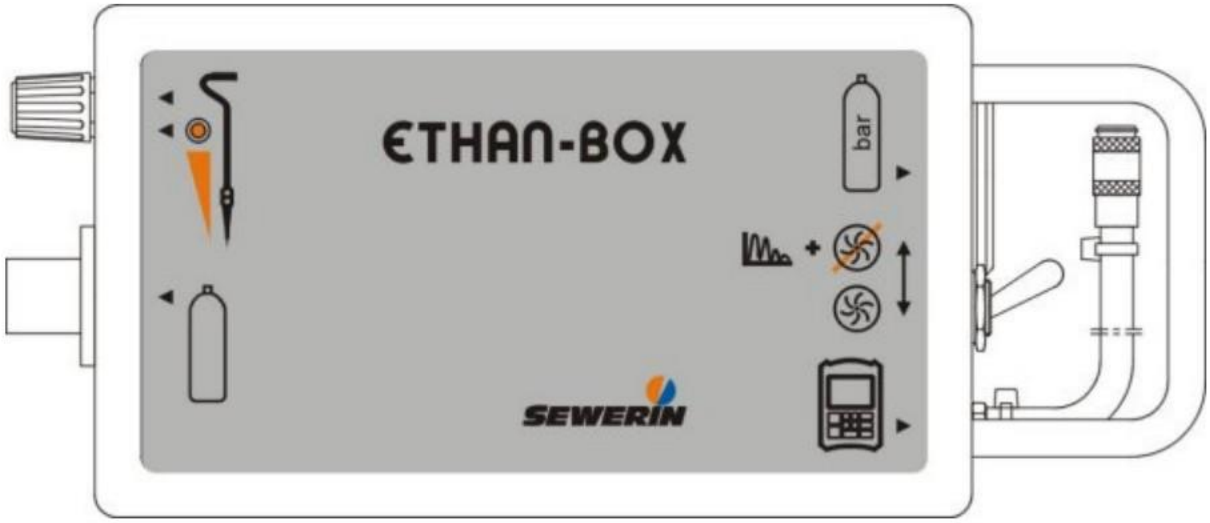
5.7. Razlikovanje zemnog i prirodnog plina

U nekim se situacijama mjesto oštećenja sužava i lokalizira, a da se kasnije na tom mjesto ne može ustanoviti oštećenje. Doduše, pronađena se emisija plina uporabom odgovarajućih mjernih tehnika odredila kao goriva. A ipak ne postoji mjesto oštećenja. Pritom je tijekom naknadnih lokalizacija uvijek iznova dolazilo do indikacije mjernih vrijednosti. Uzrok kontinuirano prisutnoj emisiji plina može biti i prirodni plin (biološki plin, močvarni plin, plin nastao uslijed truljenja, plin s odlagališta i sl.), a ne samo oštećeni vod zemnog plina.

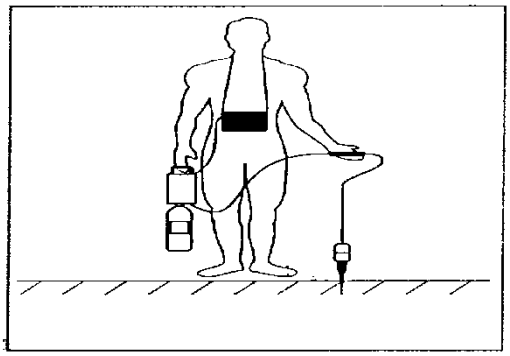
Oba plina sadrže pretežno metan koji se može otkriti plinskim detektorima na površini zemlje. Rješenje gore navedenog problema može ležati u onom dijelu u kojemu se ova dva plina razlikuju - naime u etanu. Jer, zemni plin sadrži ovaj ugljikovodični spoj, dok ga prirodni plin ne sadrži.

U svrhu razlikovanja ova dva plina potrebno je dokazati, da li uzorak sadrži etan ili ne. U tu se svrhu može upotrijebiti prijenosni detektor etana ili predspojna kutija (slika

5.12) koju se mora koristiti u kombinaciji s mjernim instrumentom (slika 5.13). Oba sustava rade po načelu plinskog kromatografa. [5]



Slika 5.12 Ethan - box



Slika 5.13Mjerni sustav za utvrđivanje prisustva etana

Uzorak se plina pomoću sintetičkog zraka tjera kroz separacijsku kolonu. Plin se razlaže na svoje pojedine plinove. Svakoj je jednoplinskoj molekuli potrebno njezino specifično vrijeme kako bi prošla separacijskom kolonom. Ukoliko uzorak sadrži etan, tada će to biti posve jasno indicirano. Vremena indikacije pojedinih plinova navedena su u opisima proizvođača uređaja. [5]

5.8. Strani radovi na području kojim prolazi plinska mreža

Potrebno je stalno nadziranje stranih radova na području kojim prolazi plinska mreža. Glavni problem koji se ovdje javlja je taj, što mnogi izvođači, koji izvode različite radove na javnoj površini gdje prolazi plinska mreža, ne poštuju propisana pravila izvođenja radova na javnim površinama. To znači da ne traže potrebne suglasnosti od distributera plina kao ni izlaske na mjesto radova.

Glede navedenog potrebno je na svakoj lokaciji gdje se izvode radovi (različita kopanja itd.) zaustaviti se i izvršiti kontrolu. [5]

6. PRAKTIČNI DIO- ISPITIVANJE PLINSKE MREŽE SA PORAFID LP

Korisniku je nužno pružiti takve usluge da se osjeća potpuno sigurnim i zadovoljnim zbog čega distribucijske plinske mreže, plinske mreže, plinske instalacije, dimovodne instalacije, postrojenja i uređaji trebaju biti pouzdani i sigurni.

U Termoplinu neprestano se prati i primjenjuje nova dostignuća u plinskom gospodarstvu koja omogućuju sigurniju distribuciju plina.

Jedan od bitnih segmenata sigurnosti distribucije plina je neprestana kontrola nepropusnosti uličnih plinovoda.

Do sada na ispitivanju plinske mreže bile su raspoređene četiri ekipe koje su neprestano radili na inspekciji tj. provjeri nepropusnosti plinovoda. Te ekipe opremljene su modernim detektorima plina, a njihov rad se bazirana na polaganom hodu iznad plinovoda. Kompletna plinska mreža obilazila se najmanje jednom godišnje, a određena naselja kao što su Varaždin i Ludbreg više puta.

S obzirom da imamo više od 1800km plinske mreže kojima su krajnje točke udaljene više od 100km analizom rada postojećih ekipa došlo se do saznanja da je željenu dinamiku kontrole plinske mreže teško održavati te se nabavilo specijalno vozilo za kontrolu plinovoda.

PORTAFID LP je vozilo koji ima elektronski plinski detektor koji može patrolirati nekih 40-70km plinovoda dnevno, dakle omogućava veću efikasnost u radu za detekciju propusnih mjesta upotrebom moderne tehnologije.

6.1. Postupak ispitivanja PORTAFID.LP vozilom

Ispitivanje ovim vozilom sastoji se od polagane vožnje (15-20km/h) iznad plinovoda te usisavanje pomoću mješavine zraka i (eventualno u slučaju propuštanja) plina kroz osam usisinih sondi koje se nalaze na prednjem dijelu vozila. Postupak mjerenja-detekcije bazira se na sljedećem.

Plinovi lakši od zraka kao što je prirodni plin čiji je osnovni sastojak metan, kada pobjegnu u točci propuštanja šire se i dižu kroz površinu zemlje, a tada ih je moguće otkriti pomoću plinskog detektora. U slučaju da se uz zrak usiše i plin, uređaji i oprema u vozilu detektiraju prisutnost plina, nakon čega se na računalu prisutnost plina

registrira u grafičkom obliku, a javlja se i zvučni alarm. Tijekom mjerenja-detekcije, svi bitni parametri pohranjuju se svake sekunde u bazu podataka, a sve te vrijednosti se kasnije mogu pozvati i po potrebi obraditi.



Slika 6.1 Unutrašnjost ispitnog vozila-oprema



Slika 6.2 Unutrašnjost ispitnog vozila- računalo za pohranu podataka propuštanja

Nije nužno da vozilo prolazi direktno iznad plinovoda. Najbolji rezultati ispitivanja plinovoda postižu se kada se vozilom prolazi do 1,5 m od plinovoda, dakle plinovod može biti udaljen cca 1,5 m od ruba vozila. Tada se detektiraju i najmanja propusna mjesta. Kod povoljnih vremenskih uvjeta ta udaljenost se kreće i do 5m. Optimalna brzina vožnje je 10-15km/h, a program instaliran u računalu onemogućuje prekoračenje zadane brzine prilikom rada detektora, na način da se automatski isključuje mjerenje što se kasnije može očitati. Tako je onemogućena vožnja brzinom većom od zadane kako se ne bi desilo da se zbog prevelike brzine ne dobiju točni rezultati ispitivanja. Ekipa za rad predmetnim vozilom sastoji se od dva djelatnika od kojih jedan upravlja vozilom dok drugi nadzire rad računala.



Slika 6.3 Ispitno voziloPORTAFID.LP

6.2. Uzroci nastajanja propusnih mjesta

Propusna se mjesta uglavnom mogu svesti na sljedeće uzroke:

- korozija: do njih dolazi primjerice zbog oštećenih ovoja cijevi,agresivnih tla, lutajućih struja, oštećenja prilikom zemljanih radova;
- lomovi: do kojih dolazi zbog primjerice prometnog opterećenja, pomicanja tla (uslijed mraza, promjene vlažnosti u vodom natopljenim tlima, uslijed

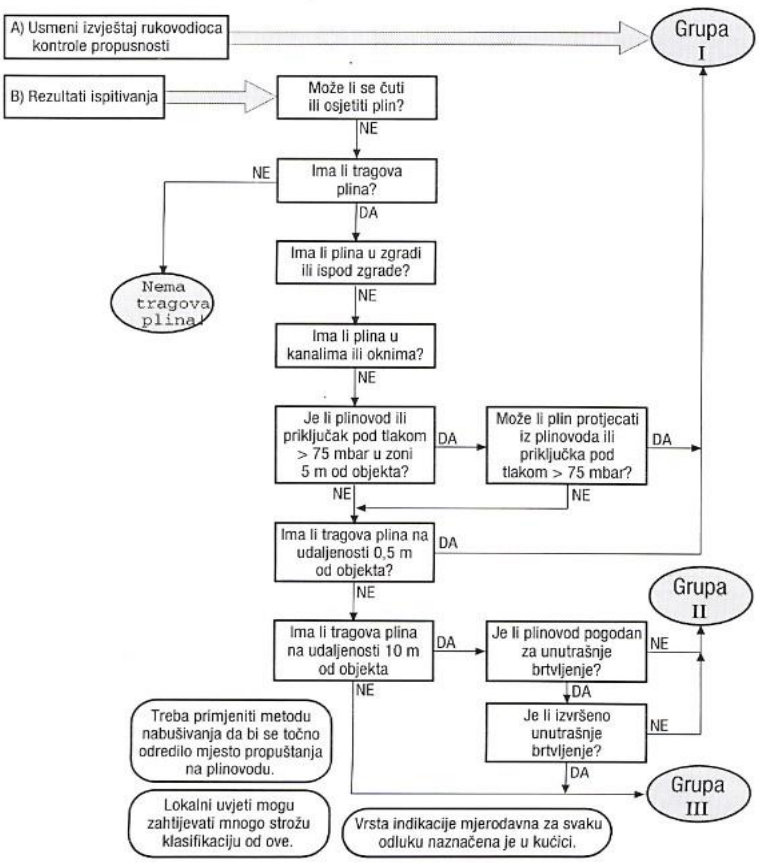
ulegnuća), pretežno na cijevima od sivog lijeva s malim nazivnim promjerima cijevi;

- propusna spojišta: primjerice na nabojnim kolčacima, gumenim brtvilima, zavarenim šavovima, cijevima od plastične tvari, isušenim ili istrunulim brtvilima na navrtnim mjestima i opremi.

6.3. Klasifikacija propusnosti i kriterij za poduzimanje aktivnosti

Ako se tijekom kontrole propusnosti plinske mreže u kratkom vremenu pronađe više mjesta propuštanja te ako trenutno popravak nije mogući ta propuštanja treba klasificirati u stupnjeve.

- Stupanj 1 - propusnost koja predstavlja postojeću ili vjerojatnost opasnost za ljude i objekte, te zahtjeva neodgodiv popravak i sanaciju sve dok stanje nije više opasno
- Stupanj 2 - propusnost koja nije opasna u vrijeme detekcije, ali zahtjeva planski popravak zbog vjerojatne buduće opasnosti
- Stupanj 3 - propusnost koja nije opasna u vrijeme detekcije i može se očekivati da će ostati bezopasna.



Slika 6.4 Dijagram toka klasifikacije propusnosti [1]

6.4. Izvješće o ispitivanju plinske mreže u naselju Maruševcu

Uz što veću sigurnost plinske mreže potrebno je osim planiranih mjera održavanja tj. ispitivanja mreže, provoditi redovito ispitivanje plinske mreže nadzemnim otkrivanjem propusnih mjesta pomoću detektora prirodnog plina.

Tijekom Ožujka 2015.godine provedeno je ispitivanje plinske mreže u naselju Maruševec kako bi se utvrdila moguća propusna mjesta te povećala sigurnost korištenja plinske mreže.

Ispitivanje plinske mreže provedeno je pomoću vozila za ispitivanje plinske mreže SewerinLeakplotter te dva djelatnika odnosno pilota i stručnjaka za detekciju (ispitivača) plinske mreže. Prije samog ispitivanja razmijenjene su informacije s odgovornim osobama distributera plina o općem stanju mreže, ako i o samoj provedbi navedenog posla, te ugrađenim materijalima, stupnjevima tlaka kako bi se navedeno ispitivanje što bolje provelo.

Obraditi će se samo sumnjiva mjesta na plinskoj mreži gdje je pronađena određena koncentracija plina ostali dijelovi mreže koji nisu obrađeni unutar izvješća smatraju se u vrijeme nepropusnim.

6.5. Parametri i tijek ispitivanja

Ispitivanje provedeno: vozilo za ispitivanje plinske mreže marke FiatDoblo
Uređaj za ispitivanje: SewerinLeakplotter
Način ispitivanja: FID detektor (Portafid M3)
Vrijeme ispitivanja: 02.03.2015
Tijek ispitivanja:
02.03.2005.g. prijeđeno ukupno 18679m na području naselja Maruševec

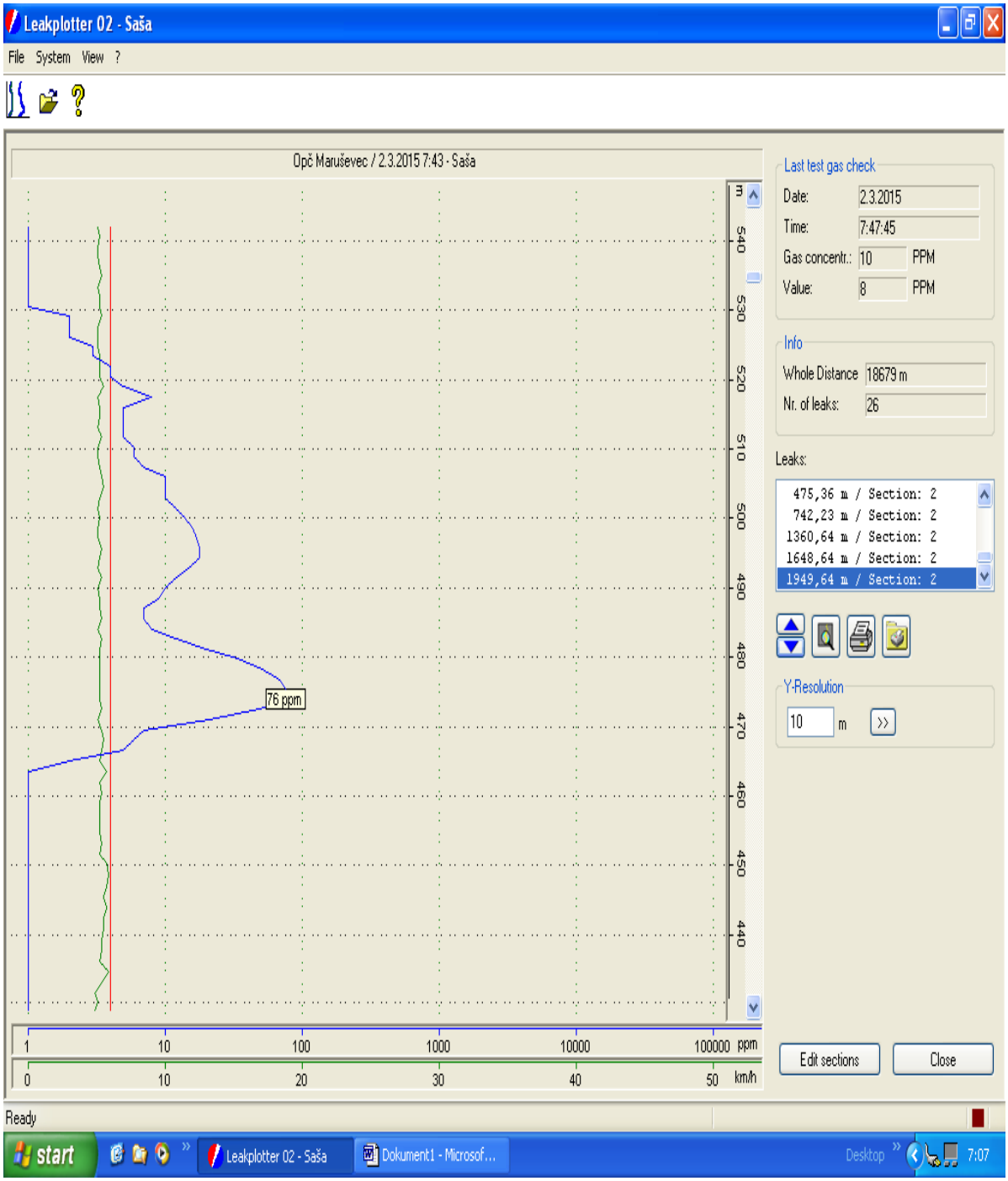
6.6. Rezultati ispitivanja

Potrebno je napomenuti da uređaj za detekciju sam obavlja određene korekcije, tako da sve što je iznad 1 ppm označenog mjerenjem predstavlja potencijalno mjesto propuštanja plina.

Prikazani rezultati ispitivanja predstavljaju tzv."sumnjiva" mjesta odnosno mjesta na plinskoj mreži gdje je pronađena određena koncentracija plina.

Svako prikazano propusno mjesto dodatno je provjereno i ispitano pomoću ručnih detektora, te je izvršeno utvrđivanje da li je uzorak pronađene koncentracije prirodnog plina raspadanje mikroorganizma iz kanalizacije, izlazak močvarnog plina iz zemlje ili samo propuštanje plinovoda.

Nakon provedenog postupka pronalaska mjesta i utvrđivanja uzorka, za svako propuštanje plinovoda izvršena je lokalizacija samog mjesta propuštanja, te su poduzete sve mjere za njezino uklanjanje, za što postoji radni nalog od strane distributera plina.



Slika 6.5 Prikaz propuštanja

7. Zaključak

U tehnički čistom stanju prirodni plin je bez boje,mirisa i okusa, da bi i potrošači s prosječnim osjetom njuha mogli pravodobno osjetiti neizgoriv plin u zraku,distributer plina izvršava odorizaciju. Granice zapaljivosti i eksplozivnosti u smjesi sa zrakom su od 4%-17%, a temperatura zapaljenja od 595°C do 650°C, ovisno o sastavu. Prirodni plin je lakši od zraka i stoga se brzo diže u vis, primjese u prirodnom plinu pogotovo iznad dopuštenih normi mogu uzrokovati opasnosti na radu. Zato si postavljamo pitanje zašto tragamo za mjestima istjecanja? Da bismo:

- uštedjeli novac
- povećali sigurnost
- izgradili povjerenje

Prilikom kontrole odnosno nadzora nad plinskom mrežom trebalo bi se obratiti pažnja na nekoliko činjenica:

- uz kontrolu trase plinovoda obavezno se kontroliraju sva podzemna okna i okna ostalih podzemnih instalacija, a posebno kanalizacije, PTT, vodovoda i toplinskih kanala, kao i podrumi zgrada koji se nalaze na udaljenosti 15 metara od osi kontroliranog plinovoda.
- u radijusu 50 m od gradnje u kojoj je pronađen plin treba pregledati i ispitati
- otkrivena opasna propuštanja plina moraju se odmah javiti nadležnoj službi u distributivnom poduzeću te poduzeti sigurne mjere prije dolaska dežurne službe.
- zaporne naprave, kondenzni lonci i ostali sastavni elementi plinske mreže moraju se također kontrolirati u pravilnim razmacima.
- redovito se moraju nadzirati i omjeri tlakova u mreži.

U Varaždinu, 22.02.2016

Sveučilište
Sjever

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MIROSLAV MEŠTRIĆ *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom KONTROLA I ODRŽAVANJE PLINSKE MREŽE *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student
(upisati ime i prezime)

Meštrić Miroslav
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MIROSLAV MEŠTRIĆ *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom završnog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom KONTROLA I ODRŽAVANJE PLINSKE MREŽE *(upisati naslov)* čiji sam autor.

Student
(upisati ime i prezime)

Meštrić Miroslav
(vlastoručni potpis)

8. Literatura

[1] M.Šunić;Ž.Darmopil: Efikasnost plinskih sustava i sigurnost uporabe plina,Energetika Marketing,Zagreb,1999.

[2] Zbornik radova: XI. Međunarodni susret stručnjaka za plin,Cpz-Centar Zagreb,Opatija 1996.

[3] Pravilnik HSUP-P 601.111, Zagreb 2000

[4] Zbornik radova Termoplin:Distribucija prirodnog plina,Varaždin 2002

[5] Termoplin specijalističko usavršavanje:Provjera ispravnosti plinske instalacije,Termoplin d.d.,Varaždin 2005.

[6] M.Šunić:Plinski sustavi Distribucija plina,Bauer-Grupa,Samobor2003.

[7] Strelec&Suradnici:Plinarski Priručnik 5.izdanje,Energetika Marketing,Zagreb,1995.

[8] Sewerin G 465-4 interna dokumentacija za obuku radnika

Internet izvori:

[9] http://rudar.rgn.hr/, dostupno 26.10.2015.

[10] www.powerlab.fsb.hr

POPIS SLIKA

Slika 3.1 Udio pojedinih komercijalnih primarnih energenata u ukupnoj potrošnji Hrvatske (www.powerlab.fsb.hr) 2
Slika 3.2 Shematski presjek kroz plinsko-naftno ležište (Miljenko Šunić-"Plinski sustavi Distribucija plina") 4
Slika 3.3 Termoplin "Općenito o prirodnom plinu" 4
Slika 3.4Strelec&Suradnici PLINARSKI PRIRUČNIK- granice paljenja i eksplozivnosti (str.86) 12
Slika 3.5 Zasićeno područje u p-V dijagramu "Šunić-Plinski sustavi distribucija plina") 14
Slika 4.1 Vrste mreža 16
Slika 4.2 Osnovne karakteristike oblika mreže 16
Slika 4.3 Presjek rova 18
Slika 4.4 Prstenasta mreža 19
Slika 4.5 Zrakasta mreža 20
Slika 5.1 Omjer miješanja zraka i plina 22
Slika 5.2 Definicija ppm 22
Slika 5.3 Širenje plina u tlu nepropusnom za plin 23
Slika 5.4 Širenje plina u tlu koje je manje propusno 24
Slika 5.5 Sonda na kotačiće 26
Slika 5.6 Shematski prikaz ovisnosti koncentracija 27
Slika 5.7 Stacionarna zona plina pod različitim vremenskim uvjetima 27
Slika 6.1 PORTAFID® M3 29
Slika 6.2 Variotec 8-ex 30
Slika 6.3 Sonda na kotačiće 30
Slika 6.4 Zvonasti ispitni uređaji 31
Slika 6.5 Ugradbeni elementi ulice 31
Slika 6.6 Mjesta izbijanja plina na starim jamama 32

Slika 6.7 Mjesta izbijanja plina kod rubnog kamena 33
Slika 6.8 Mjesta izbijanja plina na kućnom priključku 34
Slika 6.9 Indikacija uređaja kod plinskog gnijezda 37
Slika 6.10 Usisavanje i mjerenje 37
Slika 6.11 Nakupljanje i mjerenje 38
Slika 6.12 Ethan - box 39
Slika 6.13 Mjerni sustav za utvrđivanje prisustva etana 39
Slika 7.1 Unutrašnjost ispitnog vozila-oprema 42
Slika 7.2 Unutrašnjost ispitnog vozila- računalo za pohranu podataka propuštanja 42
Slika 7.3 Ispitno vozilo PORTAFID.LP 43

POPIS TABLICA

Tabela 3.1 Vrste plinova i njihova svojstva prema izvoru dobivanja 6
Tabela 3.2 Podjela plinova prema toplinskoj vrijednosti (Miljenko Šunić -plinski sustavi distribucija plina).....7
Tabela 3.3 Molarna masa, gustoća karakterističnih plinova pri standardnom stanju 13