



B&B

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Logistično inženirstvo

Modul: Poslovna logistika

UPORABA ZEMELJSKEGA PLINA KOT GORIVA V PROMETU

Mentor: mag. Dragan Marić

Lektorica: Sonja Vrečko, prof.

Kandidatka: Branka Junež

Kranj, maj 2012

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju g. mag. Draganu Mariću za pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala ge. Sonji Vrečko, ki je lektorirala mojo diplomsko nalogo.

Zahvala je namenjena tudi moji družini za razumevanje in podporo pri delu.

IZJAVA

»Študentka Branka Junež izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom mag. Dragana Marića.«

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne 23. 5. 2012

Podpis: _____

POVZETEK

Diplomska naloga s področja energetike obdeluje v svetu vse pomembnejši energent – zemeljski plin. Opisuje temeljne značilnosti zemeljskega plina: kemijsko sestavo, fizikalne lastnosti, nahajališča in razširjenost v svetu ter uporabo v različne namene. Čeprav je zemeljski plin fosilno gorivo, ima velik potencial v prometu in postaja vse bolj uveljavljena alternativa drugim pogonskim gorivom, predvsem zaradi nižjih količin emisij škodljivih snovi pri izgorevanju, večje varnosti in nižjega nivoja hrupa, kot ga ustvarjajo tovornjaki z dizelskim pogonom. V poglavitnem delu diplomske naloge je predstavljen zemeljski plin v prometu, tako iz okoljevarstvenega kot tudi iz ekonomskega vidika, v katerem je primerjalni izračun prihranka.

KLJUČNE BESEDE

- zemeljski plin
- alternativna goriva v prometu
- LNG
- CNG

ABSTRACT

Diploma theme is about of energy processes in the world an increasingly important energy source – natural gas. It describes the basic characteristics of natural gas: chemical composition, physical characteristics, location and distribution in the world and various purposes of use. In spite of the fact that natural gas is fossil fuel it has great potential as a transport fuel and it is becoming increasingly important alternative to more established motor fuels, primarily due to lower emissions of harmful substances during combustion, better security and lower noise level than trucks with diesel engine. The main part of this diploma is presenting natural gas as fuel for transport. It describes also environmental and economic perspective as well as comparative calculation of savings.

KEYWORDS

- Natural gas
- Alternative fuels in transport
- LNG
- CNG

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2	PREDSTAVITEV OKOLJA	1
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	2
1.4	METODE DELA	2
2	OPREDELITEV TEMELJNIH POJMOV	3
2.1	STISNJEN ZEMELJSKI PLIN – CNG	3
2.2	UTEKOČINJENI ZEMELJSKI PLIN (UZP) – LNG	3
3	TEMELJNI POJMI O ZEMELJSKEM PLINU	5
3.1	NASTANEK ZEMELJSKEGA PLINA	5
3.2	SESTAVA, FIZIKALNE IN KEMIČNE LASTNOSTI	5
3.3	ELEMENTI TRANSPORTA	7
3.3.1	<i>IZVOZNI TERMINALI</i>	7
3.3.2	<i>LADJE ZA PREVOZ PLINOV</i>	8
3.3.3	<i>UVOZNI TERMINALI</i>	9
3.4	NAHAJALIŠČA ZEMELJSKEGA PLINA	9
3.5	STANJE OSKRBE UTEKOČINJENEGA ZEMELJSKEGA PLINA PO SVETU IN V EVROPI	11
3.6	PORABA ZEMELJSKEGA PLINA	13
3.7	TRDNOST INDUSTRIJE UZP (UTEKOČINJENI ZEMELJSKI PLIN)	14
4	ZEMELJSKI PLIN V PROMETU	15
4.1	EMISIJE V PROMETU	16
4.2	ČRPALNA MESTA	18
5	VOZILA NA ZEMELJSKI PLIN	20
5.1	VARNOST ZEMELJSKEGA PLINA V PROMETU	24
5.2	PRIMERJAVA MED VOZILOM NA ZEMELJSKI PLIN IN NAFTO	25
5.3	RAZLIKA MED ZEMELJSKIM PLINOM IN UTEKOČINJENIM NAFTNIM PLINOM	25
5.4	AVTOBUSI NA ZEMELJSKI PLIN V SLOVENIJI	26
5.4.1	<i>PRIMERJAVA AVTOBUSA NA ZEMELJSKI PLIN Z AVTOBUSOM NA DIZELSKI POGON</i>	27
5.5	OKOLJEVARSTVENI VIDIK	29
5.6	EKONOMSKI VIDIK	31
6	ZAKLJUČEK	35
7	LITERATURA IN VIRI	36
	KAZALO SLIK	37
	KAZALO TABEL	37
	KAZALO GRAFOV	37
	POJMOVNIK	37

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Vse od pojava vedno večje onesnaženosti in globalnega segrevanja človeštvo bolj ali manj zavzeto išče čistejše in okolju prijaznejše vire energije za uporabo predvsem v industriji in prometu. Problem samega onesnaževanja postaja vse večji, predvsem zaradi hitro se razvijajočih vzhodnih gospodarstev, v katerih prednjači uporaba klasičnih fosilnih goriv, ki pri zgorevanju proizvedejo veliko količino toplogrednih plinov. Zaradi zmanjšanja onesnaževanja se išče alternative, predvsem obnovljive vire energije, lesno biomaso in izkoriščanje solarne energije. Že kar nekaj časa se med pomembnejše in tudi »čiste« energente prišteva zemeljski plin, ki pri zgorevanju fosilnih goriv proizvede najmanj škodljivih emisij. Slaba stran zemeljskega plina je odvisnost od plinovoda, ki služi kot transportni sistem. Kljub relativno gosti prepletenosti plinovodnih omrežij še vedno najdemo območja, ki jih plinovodi ne dosežejo bodisi zaradi ekonomskih razlogov bodisi zaradi okoljskih dejavnikov. Prav zaradi tega razloga so v svetu različna energetska podjetja pričela z razvojem postopka utekočinjenja in ponovnega uplinjanja zemeljskega plina. S tem postopkom ta energent dobi pomembno lastnost: v tekočem stanju ga je mogoče transportirati enako kot druga goriva, kar odpira nove možnosti, na primer preskrbo območij z internimi plinovodi brez motečih in za uporabnika predvsem dragih prekinitev dobave v primeru priključitev novih porabnikov.

V podjetju, ki sodeluje s tem, kjer sem zaposlena, so prvi pričeli s postopkom utekočinjenja in ponovnega uplinjanja zemeljskega plina z zračnimi uplinjevalniki, in sicer za potrebe v industriji in iskanje možnosti uporabe tega medija v prometu. V Evropi in tudi drugod po svetu pospešeno poteka uporaba zemeljskega plina v prometu, pri nas pa je zemeljski plin kot pogonsko gorivo še relativno nepoznan.

1.2 PREDSTAVITEV OKOLJA

Namen diplomske naloge je predstaviti zemeljski plin – metan, ki postaja vse pomembnejše gorivo v svetu, opisati pridobivanje, splošne in kemijske lastnosti, utekočinjenje uplinjenega ter uplinjanje utekočinjenega zemeljskega plina, shranjevanje in transport plina ter uporabo zemeljskega plina kot goriva v prometu. V tem delu je izpostavljen poudarek na primerjavi večje čistosti pri zgorevanju, samo delovanje vozila in zmogljivosti, potrebna dela in elementi, sama varnost pri trkih vozil in nenazadnje cenovna primerjava investicije in kasnejšega prihranka v primerjavi z že uveljavljenim gorivom. Zajeta je tudi situacija v svetu glede porabe in cenovne dostopnosti stisnjenega zemeljskega plina – CNG ter primerjava med posameznimi državami oziroma celinami o cenah metana ter številu registriranih vozil.

Za lažjo predstavbo je izdelanih nekaj primerjalnih grafov in podatkovnih tabel ter slik, ki ponazarjajo dejansko stanje opisanega.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Diplomska naloga temelji na praktični uporabi vozil na zemeljski plin, in sicer obravnavam možnost uporabe zemeljskega plina na različnih področjih ter populacijo črpalnih mest za zemeljski plin, ki je bistveno manjša od populacije črpalk za nafto. Raziskala sem, kakšno avtonomijo bi morale imeti vozila, da bi bila uporaba možna in bi potekala brez zapletov. Iz diplomske naloge naj bi bila razvidna smiselnost uporabe zemeljskega plina v prometu iz ekonomskega in okoljevarstvenega vidika.

1.4 METODE DELA

V diplomski nalogi sem uporabila naslednje metode:

- metodo deskripcije,
- sintetično metodo in
- komparativno metodo.

2 OPREDELITEV TEMELJNIH POJMOV

Zemeljski plin, kot ga poznamo v plinovodih, je v plinastem stanju in se pri tlaku do 50 barov transportira po ceveh. Glavna sestavina tega plina je metan, sestava pa je odvisna od nahajališča. Nahaja se pod zemljo, običajno skupaj z nafto, saj tudi nastaja na podoben način kot nafta. Je najčistejše fosilno gorivo z najmanjšo emisijo CO₂ pri zgorevanju. V primerjavi z drugimi fosilnimi gorivi je energijsko učinkovit. Je nestrupen plin, lažji od zraka in brez vonja, v določenem razmerju z zrakom pa je eksploziven. Ker je brez vonja, se mu v distribuciji iz varnostnih razlogov dodaja snov z določenim vonjem, po kateri zaznamo prisotnost zemeljskega plina. Možno ga je tudi utekočiniti; v taki obliki ga imenujemo utekočinjeni zemeljski plin – UZP, mednarodna oznaka je LNG – liquefied natural gas. Zemeljski plin lahko tudi stisnemo s pomočjo kompresorja (plinasto fazo) ali kriogene črpalke (utekočinjenega) in tako dobimo stisnjen zemeljski plin (mednarodna oznaka CNG – compressed natural gas).

2.1 STISNEN ZEMELJSKI PLIN – CNG

Stisnjen zemeljski plin je zemeljski plin, ki je običajno odvzet iz omrežja zemeljskega plina in nato stisnjen na 200 barov ali več. Tako zavzame manj prostora (približno 200-krat manj kot v prostem plinastem stanju). Komprimiran je v jeklenke ali v rezervoarje na manj kot 1 % svojega volumna. To omogoča predvsem uporabo v transportu, kjer za primer osebna vozila s stisnjenim zemeljskim plinom lahko prevozijo razdaljo do 400 km. Kjer je na voljo utekočinjeni zemeljski plin, se stisnjen zemeljski plin lahko pridobiva tudi iz njega. Pri tem gre za tako imenovano L-CNG tehnologijo (utekočinjeni – stisnjeni zemeljski plin, angleško Liquefied Compressed Natural Gas). Namesto potrebe po plinovodu v bližini točilne postaje ter razmeroma zahtevni in dražji postavitvi kompresorske postaje se utekočinjenemu zemeljskemu plinu s kriogeno črpalko najprej dvigne tlak, nato se ga uplini ter shrani do trenutka pretakanja v vozilo.

2.2 UTEKOČINJENI ZEMELJSKI PLIN (UZP) – LNG

Je kapljevina in je tržna oblika zemeljskega plina, ki je ohlajen na $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ (112 K) pri absolutnem tlaku 1 bar, kar je vrelišče metana - osnovne sestavine zemeljskega plina – ko svoje agregatno stanje spremeni iz plinastega v tekoče stanje. Pri tem se njegov volumen zmanjša za 600-krat v primerjavi s prvotno plinasto obliko oziroma je gostota utekočinjenega zemeljskega plina 600-krat večja kot gostota zemeljskega plina v plinastem stanju in znaša 400 do 420 kg/m³. Vsebuje 99–100 % metana, s primesmi etana, propana, drugih ogljikovodikov, dušika ... Kurilnost je 50.8 MJ/kg oziroma 21,3 MJ/liter. Plamenište je pri 540 °C. Do razdalje 4000 km je transport zemeljskega plina s plinovodi pod tlakom cenejši kot ladijski prevoz UZP, če pa je plinovod potrebno položiti pod morjem, je razdalja, pri kateri se stroški izenačijo,

krajša. UZP je kapljevina, ki je modrikaste barve, nizko viskozna, brez vonja in nestrupena. Potrebno je ločevati UZP in UNP – utekočinjeni naftni plin, ki je pretežno sestavljen iz propana in butana.

Ker je gostota UZP kar 600-krat večja od plinastega zemeljskega plina, je transport tega plina mogoč ne le preko plinovodov, ampak tudi po morju, cesti in železnici. Uporaba postopka utekočinjevanja se je komercialno razvila zaradi potreb po dobavi zemeljskega plina na področja, kjer bi bila izgradnja plinovoda predraga ali celo tehnično nemogoča, na primer na Japonskem in v Južni Koreji. Preko vstopnih terminalov UZP se danes odvija že skoraj desetina vse svetovne trgovine zemeljskega plina. Ker je pričakovana rast porabe zemeljskega plina, cenovne konkurenčnosti in zanesljivosti dobave, se napoveduje, da bo delež utekočinjenega zemeljskega plina tako v svetovni kot evropski trgovini v prihodnjih letih rasel.

3 TEMELJNI POJMI O ZEMELJSKEM PLINU

3.1 NASTANEK ZEMELJSKEGA PLINA

Nastaja na podoben način kot nafta in zato se običajno nahajata skupaj. Nastaja pod vplivom visokih tlakov iz odmrlih mikroorganizmov, alg in planktona, ki so se posedli na morsko dno in so jih prekrile neprepustne plasti materiala. Proces razpadanja živali in rastlin je trajal več milijonov let pod visokimi pritiski in temperaturami globoko v zemeljski skorji. Posledica tega procesa je nastanek ogljikovodikov v različnih agregatnih stanjih: tekočem (nafta), trdnem (premog) in plinastem (zemeljski plin). Zemeljski plin se nahaja globoko v zemeljski skorji (do 6000 metrov) pod visokim tlakom (300 barov) in visoko temperaturo (nad 180 °C).

Zemeljski plin so prvič odkrili leta 1844 na območju dunajskega kolodvora Wiener Ostbahnhof.

3.2 SESTAVA, FIZIKALNE IN KEMIČNE LASTNOSTI

Zemeljski plin je nestrupen, vnetljiv, brezbarven plin in je zmes različnih plinastih ogljikovodikov, med katerimi prevladuje metan (CH₄). Natančnejša sestava je odvisna od nahajališča. Glavna sestavina je v vseh primerih metan. Navadno so prisotne tudi večje količine višjih ogljikovodikov, kot so etan, propan, butan in eten. Pomembni sestavini sta tudi žveplovodik in ogljikov dioksid. Pred oddajo naravnega zemeljskega plina v omrežje je potrebno odstraniti nekatere sestavine, predvsem višje ogljikovodike, vodo in ponekod tudi žveplo. Višji ogljikovodiki, propan in butan se tržijo kot utekočinjeni naftni plin (UNP). Žveplovodik odstranijo s postopkom, imenovanim razžveplanje, ogljikov dioksid pa odstranijo kar v zrak. Zelo cenjen je zemeljski plin, ki vsebuje večje količine helija. Vsebuje ga lahko do 7 %; tak zemeljski plin predstavlja glavni vir pridobivanja helija. Redna sestavina zemeljskega plina je tudi dušik, ki znižuje uporabnost plina (nizka kurilnost, tvorjenje dušikovih oksidov). Po kemijski sestavi je povprečna sestava zemeljskega plina sledeča: metan (CH₄) 98,2 %, etan (C₂H₆) 0,6 %, drugi ogljikovodiki 0,2 %, ogljikov dioksid (CO₂) 0,1 %, dušik (N₂) 0,9 %, vsebuje pa še žlahtne pline idr. Pomembno je poudariti, da zemeljski plin v plinovodnem sistemu, ki ga uporabljamo v Sloveniji, ne vsebuje žveplovih spojin.

Zemeljski plin se vname pri temperaturi okoli 600 ° C in je lažji od zraka. Specifična teža je 0,6788 kg/m³ in je precej manjša od specifične teže zraka, ki ima 1,293 kg/m³ v enakih pogojih. To pomeni, da se v zraku hitro dviga in se v zaprtih prostorih zadržuje pod stropom. Potrebni so 10 m³ zraka, da zgori 1 m³ zemeljskega plina. Ker je načeloma brez vonja, mu zaradi varnostnih razlogov velikokrat dodajajo majhne količine vonljive snovi, imenovane odorant, da lažje zaznamo morebitno prisotnost zemeljskega plina v prostoru. Običajno uporabljene vonljive snovi, ki jih dodajajo zemeljskemu plinu, so tioetri in tioli.

Zemeljski plin zgoreva z modrikastim plamenom. Za zgorevanje so primerne vse sestave zemeljskega plina, vendar morajo biti zgorevalne naprave prilagojene. V povezanem plinskem omrežju, kot je sedanje evropsko, se plin iz različnih virov meša, zato mora biti sestava ustaljena. V Sloveniji uporabljamo plin z visokim deležem metana (okoli 98 %) in (spodnjo) kurilnostjo okoli 34,1 MJ/Sm³. Zemeljski plin, ki ga uporabljajo v gospodinjstvih na Nizozemskem, vsebuje 13,5 % dušika (prostorninski oziroma molski delež) in 1% ogljikovega dioksida. Kurilnost tega plina je 31,9 MJ/Sm³. Ta sestava izhaja iz največjega nizozemskega vira, plinskega polja Groningen. Na Nizozemskem imajo ponekod podvojeno plinsko omrežje, ločeno za visokokalorični plin (iz nekaterih polj in uvoza) in nizkokalorični groningenški plin. Pri zgorevanju se sprošča toplota, kot stranska produkta pa nastajata vodna para (H₂O) in ogljikov dioksid (CO₂):

zemeljski plin + zrak (O₂ + N₂) -> H₂ O + CO₂ + N₂ + energija

Povprečna energijska vrednost zemeljskega plina:

- spodnja kurilna vrednost je 9,473 kWh/m³,
- zgornja kurilna vrednost je 10,5817 kWh/m³.

Zgorevalna toplota (mednarodna oznaka H_s) je količina toplote, ki nastane pri popolnem zgorevanju enote goriva, pri čemer se produkti zgorevanja ohladijo pod temperaturo rosišča vodne pare. Vodna para se izloči kot kondenzat (od tod tudi ime kondenzacijske naprave). Zgorevalna toplota je višja od kurilnosti za toplotu kondenzirane vodne pare.

Kurilnost (mednarodna oznaka H_i) je količina toplote, ki nastane pri popolnem zgorevanju enote goriva, pri čemer se produkti zgorevanja ne ohladijo pod temperaturo rosišča vodne pare. Vodna para ostane v produktih zgorevanja v parnem stanju – kondenzacijska toplota ostane neizkoriščena.

Normno ali normalno stanje plina je določeno pri temperaturi 273,15 K (0 °C) in tlaku 1013,25 mbar.

Standardno stanje plina je določeno pri temperaturi 288,15 K (15 °C) in tlaku 1013,25 mbar.

Gostota zemeljskega plina pri standardnih pogojih je 0.6788 kg/m³, kar pomeni, da je skoraj enkrat lažji od zraka, zato se plin ob morebitnem uhajanju v zaprtih prostorih nabira pod stropom.

Kurilna vrednost zemeljskega plina je 34,076 MJ/Sm³ oziroma 9,5 kWh/Sm³.

Eksplozijsko razmerje: v mešanici z zrakom je v razmerju od 5 do 16 % zemeljskega plina v zraku ta eksploziven; močnejše eksplozije so v razmerju, ki so pri koncentracijah bliže spodnji meji.

Pri utekočinjanju zemeljskega plina, za kar ga je potrebno pri tlaku 1 bar shladiti pod $-161.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (111.55 K) (vrelišče metana), se druge sestavine utekočinijo prej (ali v primeru dušika ostanejo plini), zato jih je lahko odstraniti. UZP je zaradi tega skoraj čisti metan. Pri podhladitvi do $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ metan preide v trdno agregatno stanje.

3.3 ELEMENTI TRANSPORTA

Utekočinjeni zemeljski plin je brezbarvna tekočina, ki nastane z utekočinjenjem zemeljskega plina s pomočjo ohlajanja pod $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1 bar abs.). Je tekočina blizu vrelišča z gostoto, ki je, kot sem že omenila, približno 600-krat večja od tiste, ki bi jo plin imel pri atmosferskem tlaku in normalni temperaturi (približno $0,42\text{ t/m}^3$ proti približno $0,7\text{ kg/Sm}^3$, kar pomeni, da tona UZP ustreza približno 1.400 Sm^3 zemeljskega plina). Ravnanje s takšno tekočino narekuje posebne ukrepe v fazi načrtovanja, gradnje in delovanja vseh tehničnih naprav (od ladij, terminalov za raztovor, skladiščenja v rezervoarje, cistern za prevoz UZP, do uplinjevalnikov...). To vse pogojuje tehnične in upravljalvske rešitve, pri katerih velja visoka stopnja varnosti. Na primer potrebna konstrukcijska prožnost, ki jo morajo imeti materiali v stiku s plinom, saj so podvrženi močnemu raztezanju in krčenju zaradi temperaturnih sprememb ter požarna varnost.

Bistveni elementi UZP so:

- izvozni terminali,
- ladje za prevoz plinov in
- uvozni terminali.

3.3.1 Izvozni terminali

Nahajajo se na obalah in so namenjeni utekočinjenemu zemeljskemu plinu, ki se ga pretaka na posebne ladje za prevoz UZP.

3.3.2 Ladje za prevoz plinov



Slika 1: Tanker za prevoz UZP

Vir: <http://www.scheldepoort.com/projects/adamawa/lng-adamawa.html>

Prevoz se opravlja s pomočjo ladij – tankerjev za prevoz plina z običajno zmogljivostjo 18.000 – 63.000 t UZP. Gre za ladje z dvojnimi trupom, ki so najverjetneje najbolj tehnološko izpopolnjene tovarne ladje. Stroški gradnje takšnih ladij za transport UZP so kar dvakrat višji v primerjavi s klasičnimi naftnimi tankerji podobnih zmogljivosti.

Tovorni tanki za UZP so pritrjeni na notranji trup, od katerega je zahtevana konstrukcijska odpornost na udarce. Dolgoletne izkušnje so pokazale, da so rezervoarji za skladiščenje dovolj zanesljivi, da ne pride do požarov in da ne počijo zaradi nezgod. Rezervoarji so namreč nepropustni, negorljivi in inertni, kar pomeni, da ozračje okrog njih ne vsebuje kisika.

3.3.3 Uvozni terminali

Ti so sprejemni terminali utekočinjenega zemeljskega plina, ki so na morskem in obalnem prostoru. Tu se iz plinskih tankerjev prečrpava plin. Pri raztovoru se uporabljajo posebne črpalke ob ladijskih rezervoarjih, ki po posebnem toplotno izoliranem cevovodu UZP prečrpajo v skladiščne rezervoarje. Celoten sistem prečrpavanja je zaprt, tako da ni nikakršnega uhajanja tekočega ali uplinjenega zemeljskega plina v okolico. Hranijo ga v skladiščnih rezervoarjih pri minimalnem nadtlaku glede na okolico, med 0,05 in 0,1 bara, pri temperaturi od -163 do -158 C. Tako je popolnoma varno uskladiščen. Uvozni terminali, kakršen je na primer načrtovan v Trstu, so projektirani za sprejem UZP z ladij za prevoz plinov, raztovarjanje, začasno skladiščenje, uplinjanje, skratka za dovajanje v transportna in distribucijska omrežja.

3.4 NAHAJALIŠČA ZEMELJSKEGA PLINA

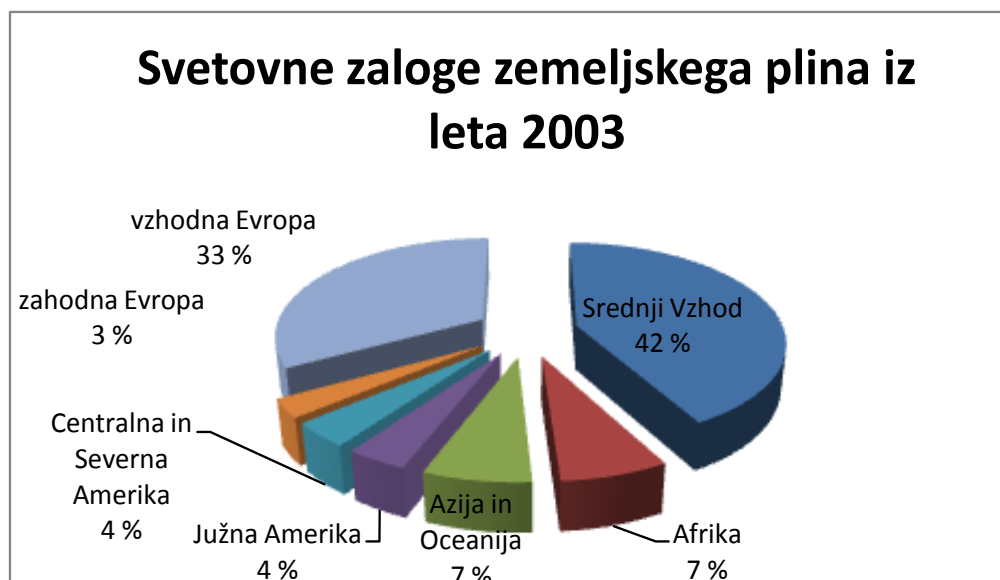
Plinska polja so najpogostejša na ozemlju Rusije v Zahodni Sibiriji, ki se razprostirajo od Tjumna na jugu do estuarija Oba in Jeniseja ter polotoka Jamal na severu (Mildžinskoje, Punga, Berzovo, Urengoj, Gubinsk, Medvežje, Jamburg, Novij Port, Dudinka). Zemeljski plin pridobivajo tudi ob rekah Ural in Embi, velika nahajališča so tudi v Uzbekistanu in Turkmeniji. Plinovodi omogočajo izvoz sibirskega plina na zahod v osrednjo Rusijo, Ukrajino in v zahodno, srednjo in južno Evropo. Eden od teh plinovodov poteka tudi preko Avstrije v Italijo in sega tudi na naše ozemlje.

Severnoameriška plinska polja so ob Mehiškem zalivu in se vlečejo od izliva Rio Grande ob teksaški in louisianski obali (delta Mississippija, Houston) in v notranjosti Teksasa med rekama Mississippi in Red River (Sterlington, Cathage, Dallas); veliko črpališč je prav tako pod morsko gladino na šelfni polici, ki obroblja Gulf. Pomembni nahajališči sta tudi v Oklahomi (Panhandle, Hugoton) in Kaliforniji (dolina reke Sacramento). Plinovodi povezujejo jug z zveznimi državami na vzhodu, prav tako severovzhod in sever.

V Kanadi so glavna nahajališča v Alberti (Cessford, Medicine Hat). Največ obetajo nova polja na Arktiki v arhipelagu Kraljice Elizabete.

Na evropskih tleh je najstarejše plinsko polje Groningen na severu Nizozemske. Kasneje so odkrili plin tudi v severni Nemčiji in v notranjosti Nizozemske. V osemdesetih letih so pričeli izkoriščati nahajališča zemeljskega plina v Severnem morju med Anglijo in Nizozemsko. Podvodni plinovodi so speljani v Veliko Britanijo in na celino. Poleg naštetih proizvajalcev zemeljski plin pridobivajo tudi v sosednji Italiji v Padskem nižavju, v večjih količinah tudi v Alžiriji, Libiji, Indoneziji in Avstraliji. Alžirski plin priteka po plinovodu pod morjem v Italijo in se pri Gorici navezuje na

slovenski krak sibirskega plinovoda. Na tak način je zagotovljena neprekinjena dobava zemeljskega plina.



Graf 1: Svetovne zaloge zemeljskega plina

Vir: dokument »LNG terminali v severnem Jadranu in oskrba Slovenije z zemeljskim plinom«

Za pridobivanje zemeljskega plina je potrebna vrhunska tehnika, saj so vrtine v zemeljski skorji globoke do šest tisoč metrov, potem ga po ceveh dovajajo na površje. Nujno je zbiralno omrežje plinovodov in plinohramov ter distributivno omrežje do potrošnikov. Poseben problem zemeljskega plina predstavlja transport, ki ga večji del opravijo po plinovodih ali v utekočinjeni obliki s posebnimi tankerji.

Na začetku sedemdesetih let, ko se je začel zemeljski plin uveljavljati na svetovnem energetske trgu, je bilo znanih 39 tisoč milijard kubičnih metrov zalog. Zaloge obstoječih najdišč so zagotovljene za nadaljnjih 70 let, odkritih je kar štirikrat toliko zalog kot v sedemdesetih letih, poleg tega pa se odkrivajo vedno nova nahajališča in po mnenju strokovnjakov se skriva vsaj 1,5-krat toliko zemeljskega plina, kot so ga odkrili do sedaj. Še mnogo večje količine zalog so vezane v oblikah, ki jih še ne znamo izkoriščati. Raziskave na tem področju obetajo, da bodo v prihodnosti tudi te količine postale dosegljive.

3.5 STANJE OSKRBE UTEKOČINJENEGA ZEMELJSKEGA PLINA PO SVETU IN V EVROPI

Oskrba z UZP se bo v prihodnosti še okrepila zaradi različnih razlogov, med katerimi so bistveni naslednji:

- močna spodbuda za gradnjo električnih central s kombiniranim ciklom delovanja, ki so učinkovitejše in bolj konkurenčne;
- ohranjanje parametrov za emisije toplogrednih plinov, kjer zemeljski plin nudi nedvomne prednosti ;
- praktičnost in fleksibilnost uporabe.

Zanemarljiva ne sme biti liberalizacija trga, ki nudi nove priložnosti in spodbude za konkurenco med različnimi operaterji. Ob nagli rasti porabe zemeljskega plina se napovedi porabe kažejo občutno nesorazmerno med porabo in proizvodnjo, kar pomeni čisto rast uvoza in večanje odvisnosti od najpomembnejših dobaviteljev plina. V Evropski uniji krije porabo zgolj Rusija, in sicer 40 % plina.

Proces liberalizacije trga plina v Evropi je, kljub temu da so ga v različnih državah sprejeli na drugačen način, dal dodaten zagon panogi z odpiranjem priložnosti in spodbud za nove operaterje. Vplivi takšne liberalizacije na cene plina bi to gorivo še pocenili in tako pospešili njegovo uporabo. Kjotski protokol iz leta 1997, ki je omejil emisije toplogrednih plinov (zlasti CO₂ kot stranski produkt izgorevanja fosilnih goriv), nalaga sprejem tehnoloških rešitev po načelu večje učinkovitosti in usmeritve na goriva, ki bi emisije zmanjšali na najmanjšo možno mero.

S tega stališča zemeljski plin nudi v primerjavi s klasičnimi alternativami nedvomne prednosti. Izbor tehnologije, usmerjene k večji učinkovitosti, pomeni večjo konkurenčnost. V primeru elektrarn s kombiniranim ciklom delovanja je to ponovno pomembno, saj je strošek proizvedene kWh v splošnem bolj konkurenčen od drugih alternativ.

Svetovni trg z UZP je majhen, ampak hitro raste (podatki iz leta 2007).

Za povečanje trga z utekočinjenim zemeljskim plinom v prihodnjih letih je potrebna kombinacija višje cene naravnega plina, nižje cene pridobivanja UZP, večje potreba po gorivu, še posebno v Severni Ameriki in potreba naftnih proizvajalcev, da povečajo svoj zaslužek.

Leta 2002 je 12 držav izvozilo 113 milijonov ton UZP; v letu 1997 pa je 9 držav izvozilo 84 milijonov ton UZP.

Proizvodnja utekočinjenega zemeljskega plina v svetu se je povečala iz 139 milijonov ton v letu 2003 na 197 milijonov ton v letu 2007.

Leta 2003 je bilo na svetu 151 tankerjev za prevoz UZP, poleg tega pa je bilo v gradnji še dodatnih 55 tankerjev. Kapaciteta tankerjev se je v nekaj letih povečala za 44 % iz 17 milijonov m³ na 25 milijonov m³. Združene države Amerike uvozijo približno 16 % zemeljskega plina. Večinoma teh uvozov so dovedeni po ceveh iz Kanade. Vendar velike količine zemeljskega plina prihajajo v Združene države Amerike v tekoči obliki, po morju. Z zahtevami po zemeljskem plinu, ki se čedalje bolj povečujejo, se bo uvoz zemeljskega plina najverjetneje tudi povečal. Na Aljaski naj bi se zgradila plinska povezava z ZDA do leta 2020.

Zemeljski plin kot energent dobiva vse večji pomen. Na začetku je bil le nepomemben produkt pri pridobivanju nafte, v zadnjih 50 letih pa je postal kar vodilno gorivo v razvitem svetu. Uporaba zemeljskega plina je enostavna, med vsemi fosilnimi gorivi ustvarja najmanj toplogrednih plinov; razmah novih tehnologij je zaradi visokih izkoristkov in nizke investicijske cene omogočil njegovo uporabo tudi v proizvodnji električne energije. Danes je zemeljski plin gorivo, ki masovno nadomešča premog in tudi tekoča goriva. Evropska knjiga predvideva, da bo v letih 2020 do 2030 iz zemeljskega plina proizvedeno približno 40 % vse električne energije. Zemeljski plin je dejansko nadvse ustrezna rešitev za niz okoljskih problemov; poraba in potrebe po njem strmo naraščajo. Zanesljivost oskrbe s plinom je zato eno od ključnih vprašanj državne energetske politike.

3.6 PORABA ZEMELJSKEGA PLINA

Zahodnoevropske države so povezane z gosto mrežo plinovodov, v katero je vključena tudi Slovenija. S povezavo na plinovode sosednjih držav predstavlja slovensko plinovodno omrežje integralni del evropskega plinovodnega omrežja. Oskrba z zemeljskim plinom v Sloveniji je bila ves čas od njene uvedbe leta 1978 skoraj 100-odstotno zanesljiva in stabilna. Dobavitelji, ki so hkrati tudi upravljavci omrežij, odjemalcem ves čas zagotavljajo pogodbene količine zemeljskega plina. Slovenija nima svojih nahajališč zemeljskega plina, vendar ima ugodno geografsko lego, ki ji zagotavlja razpoložljiv dostop do virov zemeljskega plina v severni Afriki, Rusiji in osrednji Aziji. Poleg tega ima dobavitelj zemeljskega plina v Sloveniji, podjetje Geoplina d. o. o., za porabo v zimskih mesecih zakupljena podzemna skladišča v Avstriji in na Hrvaškem. Zakupljene kapacitete pred zimo zadoščajo 1,5-mesečni porabi vseh odjemalcev plina v Sloveniji. Kljub zanesljivi in stabilni oskrbi z zemeljskim plinom se je Evropska unija odločila sprejeti direktivo, ki državam članicam nalaga, da v svojih predpisih opredelijo vloge in odgovornosti različnih akterjev na trgu z zemeljskim plinom in določijo ustrezne minimalne standarde zanesljivosti oskrbe, ki jih morajo izpolnjevati tako imenovani akterji. Najpomembnejše so določbe 4. člena te direktive, ki določajo minimalne standarde zanesljivosti dobave. Ti standardi so določeni kot okoliščine, v katerih mora biti gospodinjskim odjemalcem zagotovljena dobava plina: v primeru delne motnje v dobavi plina v določenem času, ki ga določi država članica, v primeru izjemno nizkih temperatur in izjemno velikega povpraševanja v najhladnejših vremenskih obdobjih, ki se statistično pojavljajo vsakih 20 let. Država članica lahko to varstvo določi za mala in srednje velika podjetja ter odjemalce, ki se ne morejo preusmeriti na druge vire energije. Direktiva ureja tudi poročanje države članice o vprašanih zagotavljanju zanesljivosti dobave plina in o vplivu teh ukrepov na konkurenčnost na trgu s plinom. Republika Slovenija je sprejela Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona (Uradni list RS, št. 118/06) in Uredbo o zagotavljanju zanesljivosti oskrbe z zemeljskim plinom (Uradni list RS, št. 8/2007), ki prenašata direktivo Evropske unije v naš pravni red. V skladu z uredbo imajo dobavitelji na razpolago naslednje ukrepe za povečevanje zanesljivosti oskrbe z zemeljskim plinom:

- zagotavljanje razpoložljivega zemeljskega plina v skladiščih zemeljskega plina;
- zagotavljanje ustreznih zmogljivosti odjema zemeljskega plina iz skladišča;
- zagotavljanje zmogljivosti omrežja zemeljskega plina, ki omogoča diverzifikacijo dobave zemeljskega plina posameznim območjem;
- dostop do likvidnih trgov zemeljskega plina;
- prilagodljivost sistema;
- razvoj povpraševanja po prekinljivi dobavi;
- uporabo alternativnih nadomestnih goriv pri odjemalcih;

- zagotavljanje ustreznih zmogljivosti povezovalnih vodov;
- sodelovanje sistemskih operaterjev prenosnega omrežja zemeljskega plina sosednjih držav članic Evropske unije za usklajeno delovanje;
- koordinirano usklajeno delovanje sistemskih operaterjev prenosnega omrežja in sistemskih operaterjev distribucijskega omrežja zemeljskega plina;
- domačo proizvodnjo zemeljskega plina;
- prožnost proizvodnje zemeljskega plina;
- prilagodljivost uvoza zemeljskega plina;
- diverzifikacijo virov dobave zemeljskega plina;
- dolgoročne pogodbe o dobavi zemeljskega plina;
- vlaganje v infrastrukturo za uvoz zemeljskega plina prek terminalov za uplinjanje in plinovodov;
- druge ukrepe.

3.7 TRDNOST INDUSTRIJE UZP (UTEKOČINJENI ZEMELJSKI PLIN)

Mednarodno tržišče je leta 2004 zabeležilo promet 287,7 milijard m³ UZP – 5,3-odstotni porast glede na leto poprej. Na tem trgu dominira Japonska s 43,1 % uvoženega UZP v svetovnem merilu, sledijo ji Koreja (16,8 %), Španija (10, 5 %) in ZDA (10,3 %). Trenutno je na svetu 15 terminalov za utekočinjanje (od katerih so trije v Sredozemlju) s celotno proizvodno zmogljivostjo 317,2 milijard m³ UZP v letu 2004 (ali 10 % več glede na uporabljeno količino), ob uporabi 69 procesnih linij in 5,0 milijard m³ uskladiščenega UZP v 61 rezervoarjih za skladiščenje. Na svetu je trenutno 47 terminalov za uplinjanje s proizvodno kapaciteto 436 milijard Nm³ plina letno in s celotno kapaciteto skladiščenja v vrednosti 22,7 milijard m³ UZP v 248 rezervoarjih za skladiščenje. V Italiji obstaja samo ena naprava za skladiščenje, in sicer v Panigaglii, ki deluje pod okriljem družbe ENI, ki ima letno kapaciteto v vrednosti 3,3 milijarde Nm³. Flota ladij za prevoz plina, ki trenutno deluje, je sestavljena iz 173 ladij, med katerimi jih je 170 dejansko v uporabi, 104 ladje pa so v fazi realizacije.

Zemeljski plin kot energent dobiva vse večji pomen. Sprva je bil le nepomemben produkt pri pridobivanju nafte, v zadnjih 50 letih pa je postal kar vodilno gorivo v razvitem svetu. Uporaba zemeljskega plina je enostavna, med vsemi fosilnimi gorivi ustvarja najmanj toplogrednih plinov, razmah novih tehnologij je zaradi visokih izkoristkov in nizke investicijske cene omogočil njegovo uporabo tudi v proizvodnji električne energije. Danes je zemeljski plin gorivo, ki masovno nadomešča premog in tudi tekoča goriva. Evropska knjiga predvideva, da bo v letih od 2020 do 2030 iz zemeljskega plina proizvedeno približno 40 % vse električne energije. Zemeljski plin je dejansko nadvse ustrezna rešitev za niz okoljskih problemov, zato poraba ter

potrebe po njem strmo naraščajo. Zanesljivost oskrbe s plinom je zato eno od ključnih vprašanj državne energetske politike.

4 ZEMELJSKI PLIN V PROMETU

Promet je osnovno gibalno človeštva, saj zadovoljuje eno izmed najpomembnejših potreb ljudi. To je njihovo premikanje, premagovanje prostora in časa ter njihovo mobilnost in »selitev« stvari, ki jim služijo za bolj udobno življenje. Promet zajema transport in operacije v zvezi s prevozom blaga ter potnikov in komunikacije, oziroma natančneje, vse oblike transporta. Trajnostna mobilnost pomeni zagotavljanje učinkovite in enakopravne mobilnosti za vse ob minimizaciji nezaželenih stranskih učinkov. Z ukrepi prometne politike moramo zagotoviti, da je potreba vsakogar po premikanju zadovoljena, vendar ob nižjih stroških in manjših stranskih učinkih, tveganju in porabi naravnih virov. Zmanjšati je treba negativni vpliv mobilnosti v smislu porabe energije in kakovosti okolja. Trajnostna mobilnost zahteva od nas spoštovanje gospodarskih, socialnih in naravnih omejitev ter odgovorno ravnanje do prihodnjih generacij.

Temeljni cilji prometne politike so:

- zagotavljanje učinkovite mobilnosti,
- učinkovita oskrba gospodarstva,
- varovanje naravnega in kulturnega okolja,
- varnost in učinkovitost prometnega sistema,
- racionalna uporaba prometne infrastrukture,
- zaposlovanje v prometnih dejavnostih in
- smotrna raba javnih financ.

Evropa je že sredi 90-ih ugotovila, da se duši v izpušnih plinih in hrupu avtomobilov, ne da bi se pri tem njena mobilnost povečala. Evropska komisija je leta 2001 izdelala »Belo knjigo – Evropska transportna politika za 2010: čas za odločitev«. Le-ta predlaga okoli 60 ukrepov, ki bi nas lahko pripeljali do bolj trajnostne mobilnosti. Osebni avtomobili v Evropski Uniji proizvajajo okoli 12 % vseh emisij CO₂, ki pomembno prispevajo h globalnemu segrevanju. Ker delež avtomobilov še vedno strmo narašča, se je EU zavzela za uredbo, ki bi avtomobilskim proizvajalcem zakonsko določila mejo emisij CO₂ pri izdelavi novih avtomobilov.

Z možnostjo, ki jo nudijo tehnologije LNG in CNG, je mogoče v kratkem času razširiti uporabo zemeljskega plina in nadomestiti danes že obstoječe energetske porabe in zmanjšati okoljevarstveni problem, ki nastaja zaradi nenehnega povečanja voznega parka, še zlasti tovornega. Gre za uporabo mazuta, kurilnega olja, ekstra lahkega kurilnega olja, utekočinjenega naftnega plina, dizla ali bencina. Zemeljski plin je do okolja prijaznejše gorivo od zgoraj naštetih danes uporabljenih goriv. Ob njihovem nadomeščanju z zemeljskim plinom dosegamo številne cilje, ki si jih

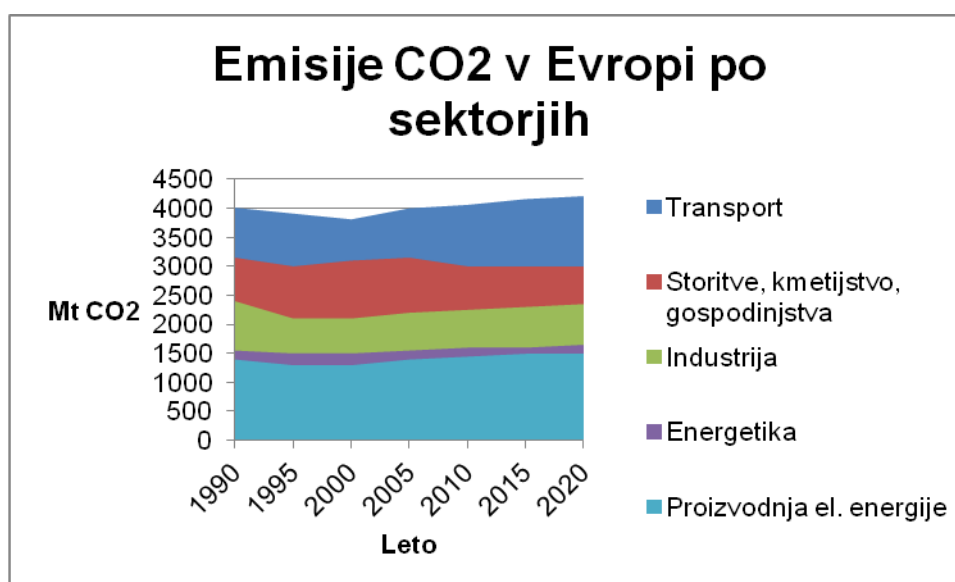
zastavljamo z namenom skrbnega sobivanja v naravnem okolju. Ti učinki se dosegajo predvsem na področju energetike in prometa. Njihov obseg je lahko zelo velik ob primernem oblikovanju inštrumentov okoljske politike. Učinkovitost posameznih ukrepov je možno natančno predvideti z opazovanjem že uporabljenih praks v bližnji in širši okolici.

4.1 EMISIJE V PROMETU

Razlikovati moramo med emisijami toplogrednih plinov in emisijami za zdravje škodljivih snovi:

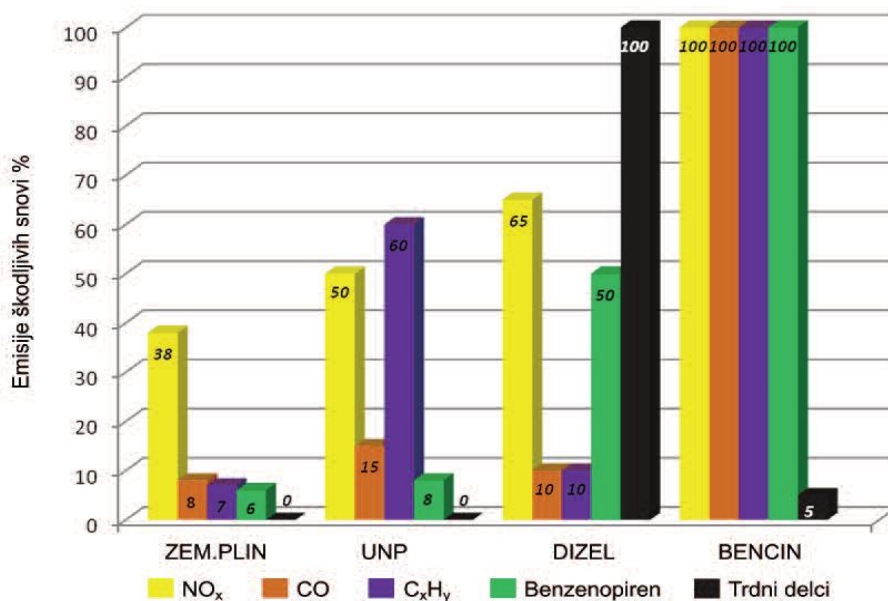
- CO₂ in H₂O sta produkta popolnega izgorevanja ogljikovodikovih goriv. CO₂ je za ljudi neškodljiv, rastlinam pa je nujno potreben za rast.
- Emisije CO₂ z lokalnega stališča niso problematične.
- Večje količine CO₂ povzročajo učinek tople grede, kar vodi v globalno segrevanje.
- Metan ali zemeljski plin ima najugodnejša razmerja med številom ogljikovih in vodikovih atomov med ogljikovodikovimi gorivi, gledano s stališča emisije CO₂.

Škodljivi za zdravje so: trdni delci, CO, NO_x (duškovi oksidi), HC (ogljikove in vodikove spojine), SO₂ (žveplov dioksid). Pereča je njihova visoka koncentracija v urbanih središčih, ki jo povzroča gosta poseljenost in veliko število vozil. Alternativni energijski viri in tehnologije lahko znižajo emisije vseh teh snovi ali pa jih umaknejo izven urbanih središč.



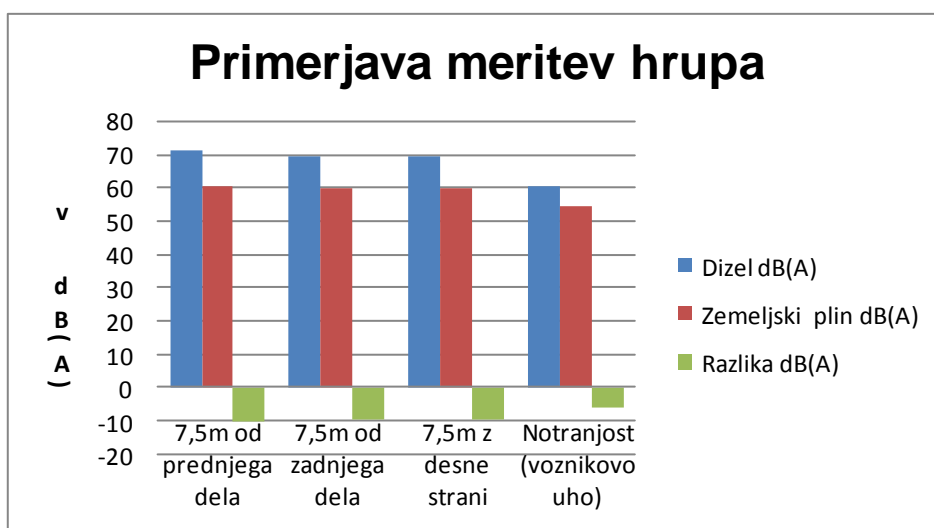
Graf 2: Emisije CO₂ v Evropi po sektorjih

Vir: Gradivo podjetja ENOS LNG d.o.o., pripravljeno za posvet



Graf 3: Primerjava emisij med različnimi gorivi

Vir: Gradivo podjetja ENOS LNG d.o.o., pripravljeno za posvet



Graf 4: Primerjava meritev hrupa

Vir: Gradivo podjetja ENOS LNG d.o.o., pripravljeno za posvet

Merilno mesto	Dizel	Zemeljski plin	Razlika
0	dB(A)	dB(A)	dB(A)
7,5m od prednjega dela	71,1	60,6	-10,5
7,5m od zadnjega dela	69,6	59,8	-9,8
7,5m z desne strani	69,6	60	-9,6
Notranjost (voznikovo uho)	60,6	54,7	-5,9

Tabela 1: Meritve hrupa

Vir: Gradivo podjetja ENOS LNG d.o.o., pripravljeno za posvet

Večja pomanjkljivost vozil z dizelskim pogonom je visok nivo hrupa, kar je še posebej moteče v stanovanjskih in okoljsko posebej zaščiteneh območjih. V spodnji tabeli so prikazani rezultati meritev nivoja hrupa za tovornjak z motorjem na dizelski pogon in s pogonom na zemeljski plin. Zmanjšanje hrupa znaša kar 10 dB(A).

Zemeljski plin je vnetljiv in zato nevaren prav tako kot utekočinjeni naftni plin, dizel ali bencin. Zadnji trije so težji od zraka, zato ob razlitju utekočinjeni naftni plin ostane v zraku pri tleh, dizel in bencin pa v luži na tleh. Če se v bližini zaškri, vsak od njih zagori. Utekočinjeni zemeljski plin je gorljiv le, če se ogreje in uplani. Kot plin pa je lažji od zraka in se dvigne od virov vžiga. Poseben vir tveganja predstavlja pri utekočinjenem zemeljskem plinu nizka temperatura. Pri temperaturi -161°C bi ob stiku s človeško kožo povzročil poškodbe, podobne opeklinam. Shranjevanje in transport utekočinjenega zemeljskega plina se opravlja v toplotno izoliranih tlačnih posodah z dvojnimi plaščem, delo pri pretakanju pa zahteva ustrezna zaščitna sredstva (rokavice, očala) in predhodno usposobljene kadre.

Uporaba zemeljskega plina v prometu je vedno bolj razširjena. Zaradi številnih uporabnikov in že razvite ter pogosto uporabljene tehnologije CNG je to najbolj znana alternativna uporaba zemeljskega plina. Ker so tu doseženi največji ugodni vplivi na zmanjševanje obremenjevanja okolja, je to tudi najbolj spodbujana oblika uporabe zemeljskega plina. Razvoj takih vozil poteka v mnogih državah, v Evropi prednjačijo: Italija, Nemčija, Švedska, Francija in Španija.

4.2 ČRPALNA MESTA

Interna črpalna mesta so namenjena tovornemu prometu. Tovorni cestni promet povzroča največ izpustov toplogrednih plinov, NO_x in trdnih delcev. V kratkem času je mogoče razmišljati o uvedbi zemeljskega plina v Sloveniji v tem segmentu le pri prevoznikih, ki obratujejo po otočnem principu – vsak dan se flota vrne v domačo garažo. Šele z razmahom javnih črpalnih mest tako v Sloveniji kot v drugih državah (UN program Blue Corridor po Evropi) bo zemeljski plin v prometu splošno uporaben. Pri internem črpalnem mestu je oskrba z zemeljskim plinom omogočena na domačem dvorišču. Uporabljena tehnologija je lahko CNG s plinom iz plinovoda

in njegovim stiskanjem, L-CNG z uplinjanjem tja pripeljanega utekočinjenega zemeljskega plina ali neposredno LNG. Tovornjaki se v primerjavi z osebnimi avtomobili izdelujejo tudi z opremo za neposredno uporabo utekočinjenega zemeljskega plina. Kriogeni rezervoarji so sicer dražji, potrebna je tudi uplinjevalna naprava na tovornjaku samem, je pa vozilo z gorivom lažje in zato avtonomija vozila večja – 1.000 km in več. Danes uporabljane tovornjake z dizelskimi motorji je mogoče opremiti tudi za uporabo zemeljskega plina, tako za CNG kot LNG. S predelavo dobimo vozilo, ki lahko uporablja dve gorivi (angleško dual fuel technologies). Številne države z različnimi instrumenti vzpodbujajo uporabo sodobnejših in okolju prijaznejših tovornih vozil.

Na Hrvaškem je deležen državne finančne vzpodbude vsak prevoznik, ki lahko ali težko tovorno vozilo zamenja za vozilo, ki dosegata okoljski standard EURO 5.

5 VOZILA NA ZEMELJSKI PLIN

Tovorni cestni promet povzroča največ izpustov toplogrednih plinov, NO_x in trdnih delcev. V kratkem času je mogoče razmišljati o uvedbi zemeljskega plina v Sloveniji v tem segmentu le pri prevoznikih, ki obratujejo po otočnem principu – vsak dan se flota vrne v domačo garažo.

Tovorna vozila z motorji na zemeljski plin danes že dosegajo standard EURO 6.

Zelo zanimiva je uporaba zemeljskega plina v lokalnem avtobusnem prometu. Zanj veljajo podobne lastnosti kot za tovorni promet z otočnim obratovanjem. Ker se avtobusi vsak dan vrnejo v domačo garažo, je uporaba zemeljskega plina mogoča že s postavitvijo enega točilnega mesta. Tehnološke možnosti so enake kot pri tovornih vozilih – lahko se izbere med polnilnimi mesti CNG, LCNG in LNG, saj poznamo avtobuse tako v obliki CNG kot LNG. Mestni promet zaradi velike koncentracije prometa v mestnih središčih močno obremenjuje okolje. Uporaba avtobusov na zemeljski plin je ena od pomembnih možnih blažitev tega problema. Ni pa okoljski vidik edini razlog odločitve za posodobitev flote mestnih avtobusov z vozili na zemeljski plin. Zemeljski plin je kot pogonsko gorivo cenejši kot dizel in to je bil najpomembnejši razlog, da so se številni operaterji mestnega avtobusnega prometa v Evropi in drugje po svetu odločili za nakupe avtobusov na zemeljski plin. Enaki so tudi razlogi za nakup takih tovornjakov, lahkih dostavnih in osebnih vozil.

Italija ima najdaljšo tradicijo v zvezi z uporabo CNG-vozil in je še vedno absolutni evropski prvak z več kot 580.000 vozili, ki jim za pogonsko gorivo služi stisnjen zemeljski plin. To število v glavnem sestavljajo osebna in dostavna vozila, ki jim lastniki lahko rezervoarje napolnijo v kateri izmed 630 črpalk po državi. Veliko število vozil na zemeljski plin je posledica zelo aktivne industrije in pripravljenost proizvajalca vozil Fiat pri razvoju pogona na CNG. Seveda za tako odločitev obstaja tudi močan ekonomski razlog - prihranek stroškov goriva na kilometer prevožene poti je približno 60 % v primerjavi z uporabo bencina in 33 % v primerjavi z uporabo dizelskega goriva. Poleg osebnih vozil je v Italiji v uporabi približno 1200 tovornjakov na CNG, ki delujejo predvsem na področju storitev zbiranja smeti, in 2300 mestnih avtobusov.

Druga največja država po uporabi CNG je Nemčija, kjer je do sedaj registriranih okoli 85.000 vozil na naravni plin. To število vozil na zemeljski plin je bilo doseženo zelo hitro, v le nekaj letih. Razvoj je pospešila glavna strateška politika nemške vlade - hiter razvoj javne mreže polnilnih črpalk naravnega plina, ki šteje že več kot 800 lokacij in zaveza za ohranitev znižane davčne stopnje za zemeljski plin kot goriva za vozila do leta 2018, kar zagotavlja, da je zemeljski plin kot gorivo za vozila v Nemčiji zelo gospodarna rešitev. Mercedes-Benz trenutno ponuja en model osebnega avtomobila, VW tri in Opel dva. Vsi trije proizvajalci imajo v svojem

prodajnem programu tudi pestro ponudbo lahkih dostavnih CNG-vozil. V Nemčiji je registriranih tudi približno 450 težkih tovornih CNG-vozil in 1300 avtobusov.

Švedska je na tretjem mestu s 16.900 vozili - od tega 15.650 lahkih tovornih vozil, 850 avtobusov in 400 tovornjakov. Edinstvena lastnost Švedske je dejstvo, da je državi, kljub temu da ima zelo malo direktnega dostopa do plinovoda zemeljskega plina, uspelo zgraditi omrežje, ki se polni preko lokalnih obratov za proizvodnjo biometana - trenutno predstavlja 58 % celotnega metana, ki se uporablja na Švedskem kot zemeljski plin. Švedski uspeh v veliki meri temelji na vladni podpori za obrate za pridobivanje bioplina. Vlada tudi dodatno spodbuja uporabo CNG v prometu s 40 % znižanjem davka na dohodek prebivalcev, z brezplačnim parkiranjem na občinskih parkiriščih v številnih mestih in posebnimi olajšavami za taksiste, katerih vozila uporabljajo CNG. Med uporabniki so bile dobro sprejete tudi 24-urne samopostrežne bencinske črpalke z možnostjo plačila prek standardne kreditne kartice. Švedska zdaj pionirsko proizvaja velike količine biometana, proizvedenega iz gozdnih odpadkov. Druga novost je kopenski prevoz utekočinjenega zemeljskega plina s tovornjaki priklopniki za oskrbo bencinskih servisov brez direktnega dostopa do omrežja bioplina ali zemeljskega plina. Razpoložljivost utekočinjenega plina bo tudi podprla uporabo L-CNG- črpalke in pa vozil, ki za gorivo uporabljajo UZP.

Francija je četrta država v Zahodni Evropi po številu vozil na zemeljski plin s skupno več kot 12.000 enot. Razvoj uporabe zemeljskega plina v Franciji se je pričel s podpisom uradnega sporazuma med industrijo in vlado. Prvi sporazum, podpisan leta 1994, je načrtoval, da bo prvih 350 CNG-avtobusov v uporabi do konca leta 1999. Drugi sporazum, podpisan leta 1999, je predvideval uporabo 1.600 mestnih avtobusov, 300 tovornjakov in 5.500 osebnih avtomobilov in lahkih dostavnih vozil. Najnovejši sporazum, podpisan v juliju 2005, je bil opredeljen na zelo ambiciozne cilje glede na število vozil, delujočih na plin / biometan, ki bi jih bilo treba doseči do konca leta 2010, in sicer 3000 mestnih CNG-avtobusov, 1200 CNG-tovornjakov za mestne storitve (komunala) ter 100.000 osebnih CNG-avtomobilov in lahkih dostavnih vozil. Za doseg teh ciljev, zlasti v zvezi z osebnimi avtomobili, je bil sprejet protokol za izgradnjo 300 CNG-črpalk na dostopnih mestih. Ministrstvo za promet ponuja pomoč v smislu določanja davčne sheme, ki bi pospešila razvoj vozil in uporabo zemeljskega plina v Franciji. Njihovo stališče je, da je bil ta ukrep v skladu z zakonodajo o kakovosti zraka in utemeljitev o uporabi energije. Do konca leta 2008 je v Franciji število doseglo 12.450 vozil na zemeljski plin, od tega 9.500 osebnih avtomobilov in lahkih dostavnih vozil, 2100 mestnih avtobusov in 850 tovornjakov. Obstaja približno 125 polnilnih črpalk naravnega plina, od tega 15 javnih, drugih 110 pa je v zasebni lasti in se uporabljajo za lastna vozila (prevozna podjetja), vendar se zaradi prizadevanja širjenja razvoja in uporabe pričakuje razširitev mreže polnilnih postaj v bližnji prihodnosti.

V Španiji je registriranih 1800 vozil, predvsem mestnih tovornjakov, ki se uporabljajo za pobiranje smeti, in mestnih avtobusov, ki imajo veliko nižje emisije kot tisti, ki za pogon uporabljajo klasična goriva. Sedanje število 1800 vozil se bo povečalo za 450 novih tovornjakov, ki bodo v uporabi v Barceloni, in 350 avtobusov, ki bodo v uporabi kot mestni avtobusi v Madridu. Pomembno je, da španski trg razpolaga z veliko količino LNG, ki izvira iz sedmih pristanišč z velikimi terminali za utekočinjanje zemeljskega plina, kar zagotavlja od 65 % do 70 % vsega zemeljskega plina, ki se ga porabi na Iberskem polotoku. Utekočinjen zemeljski plin je zato postal zelo zanimiva možnost za srednje in dolge razdalje cestnega prometa v Španiji in na Portugalskem.

Vozila s pogonom na CNG-gorivo točijo na točilnih mestih, ki so lahko javna ali interna.

Javna črpalna mesta so praviloma del bencinskih črpalk, kjer se poleg oskrbe z bencinom in dizlom omogoči tudi oskrba s stisnjenim zemeljskim plinom. Namenjena so predvsem osebnim avtomobilom. Avtomobilski motor na zemeljski plin v primerjavi s tistimi na bencin ali dizel že danes dosega postavljene cilje zmanjševanja izpustov. Povprečni izpust CO₂ 65.000 vozil na zemeljski plin, ki jih je italijanski proizvajalec Fiat v Evropi prodal v prvi polovici leta 2009, je znašal 115,8 g/km, kar je že pod v okviru EU načrtovanih 120 g/km. Ta cilj si želimo v EU doseči z dodatnimi ukrepi v obdobju 2012–2015.

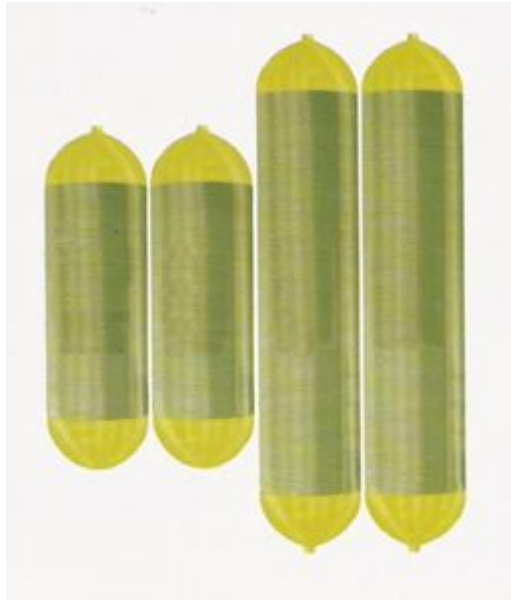
Potrebno je ločiti med emisijami toplogrednih plinov in emisijami za zdravje škodljivih snovi. CO₂ in H₂O sta produkta popolnega zgorevanja ogljikovodikovih goriv.

Metan ima med ogljikovodikovimi gorivi najugodnejše razmerje med številom ogljikovih in vodikovih atomov, gledano s stališča emisije CO₂. Sicer pa ima metan sam precej večji toplogredni učinek od CO₂, zato so izpusti biometana oziroma bioplina, ki nastane pri fermentaciji organskih odpadkov, v ozračje nezaželeni.

Zemeljski plin je alternativno gorivo, ki prihaja iz naravnih virov. Bioplin je z metanom bogat plin, ki je pridobljen s fermentacijo iz biomase in je obnovljivo gorivo. Metan vsebuje 25 % vodika in 75 % ogljika. Primerjava med ostalimi gorivi pokaže naslednje: bencin in nafta vsebujeta 13,5 % vodika in 86,5 % ogljika, utekočinjeni naftni plin pa 17,4 % vodika in 82,6 % ogljika. Zaradi svoje molekularne sestave je zemeljski plin zelo ugoden za motorje z notranjim izgorevanjem. Razvoj vozil na zemeljski plin bo v srednjeročni prihodnosti sledil petim možnostim:

- CNG(SZP) hibridna vozila,
- Dual Fuel tehnologija za težka vozila,
- bioplin,
- LNG (UZP) za tovornjake in avtobuse in

- mešanice metan-vodik.



Slika 2: Kompozitni tank CNG

Vir: Gradivo podjetja ENOS LNG d.o.o., pripravljeno za posvet



Slika 3: Oprema CNG

Vir: Gradivo podjetja ENOS LNG d.o.o., pripravljeno za posvet

Primeri vozil na zemeljski plin:

Transportni tovornjaki:

- samostojni, s priklopniki, vlačilci;
- tovornjaki, ki vozijo iz točke A in se po opravljenem delu vrnejo nazaj v točko A.

Tovornjaki v javni rabi:

- za prevoz smeti,
- za prevoz kontejnerjev in
- delovni tovornjaki (pometači,...).

DARS:

- vzdrževalni tovornjaki ter
- plugi in posipalniki.

Delovni stroji:

- bagri na gradbiščih in kamnolomih,
- tovornjaki,
- drugi delovni stroji in
- plinski viličarji (možnost menjave jeklenk).

Znamke vozil:

- ISUZU,
- IVECO,
- MAN,
- NEOPLAN (avtobusi),
- MERCEDES in
- VOLVO.

Slabost: dodatna teža - pomembna v prevozu blaga; teža ne igra vloge pri delovnih strojih.

Ocenimo učinke prenovljenega procesa. Učinke moramo – če je le mogoče – oceniti tudi kvantitativno.

5.1 VARNOST ZEMELJSKEGA PLINA V PROMETU

Stisnjen zemeljski plin je lažji od zraka in se zato ob puščanju hitro dvigne in razpusti v atmosfero. Zaradi tega je tudi varnejši od utekočinjenega naftnega plina, bencina, pri katerem lahko pride do razlitja – posledično tudi vžiga, utekočinjeni naftni plin pa je dvakrat težji od zraka in se zato ob puščanju nabira okoli odprtine.

Z varnostnega stališča so vse komponente za uporabo v CNG-vozilih podvržene rigoroznim standardom kakovosti in varnosti. Komponente so testirane v ekstremnih

pogojih, kot so požar in trki vozil. Pomembno je poudariti, da so v primeru požara CNG-vozila varnejša od bencinskih vozil, saj so dodatno opremljena z varnostnimi ventili, ki preprečujejo dvig tlaka v jeklenkah.

V podzemnih garažah, kjer je označba »prepovedano parkiranje za plinska vozila«, lahko z CNG-vozili mirno parkiramo. Tovrstni napisi so mišljeni za vozila na LPG. Ta je težji od zraka ter se v primeru izpusta zadržuje na dnu prostorov in ga je težko odstraniti. Ker pa je zemeljski plin lažji od zraka, se v primeru izpusta hitro razblini in s tem zmanjša eksplozijsko ogroženost.

5.2 PRIMERJAVA MED VOZILOM NA ZEMELJSKI PLIN IN NAFTO

Čeprav je zemeljski plin fosilno gorivo, postaja vse bolj pomembna alternativa bolj uveljavljenim pogonskim gorivom, predvsem zaradi nižjih količin emisij škodljivih snovi pri izgorevanju.

Za vozila, ki uporabljajo zemeljski plin kot pogonsko gorivo, je značilno, da je njihova nakupna cena nekoliko višja, vendar pa so nižji stroški za gorivo. Njihova cena je primerljiva ali celo nižja od vozil z dizelskimi motorji, saj se ravno tako proizvajajo v velikem številu na standardnih proizvodnih linijah. Postavitev črpalnih ali polnilnih mest za zemeljski plin bi bila draga – predvsem zaradi visokih tlakov goriva – bistveno dražja od črpalk za utekočinjen naftni plin. Postavitev črpalk za CNG bi bila smiselna ob velikem obsegu prometa. Distributerji pa nimajo interesa za gradnjo takšnih črpalk, dokler ni dovolj vozil na zemeljski plin, in tudi upravljavci voznih parkov niso spodbujeni za nabavo vozil NGV, ker zanje še ni zgrajenih dovolj črpalk.

V Sloveniji je le utekočinjeni naftni plin, stisnjen zemeljski plin šele prihaja.

Število avtomobilov s pogonom na plin skokovito narašča tudi v Sloveniji, kjer pa ima na trgu utekočinjeni naftni plin absolutno premoč nad stisnjenim zemeljskim plinom. Pri nas je že poznana različica avtomobilov bi-fuel, kar pomeni tehnologijo dvojnega goriva.

5.3 RAZLIKA MED ZEMELJSKIM PLINOM IN UTEKOČINJENIM NAFTNIM PLINOM

Stisnjen zemeljski plin ali CNG večinoma sestavlja metan, medtem ko je utekočinjeni naftni plin (LPG) mešanica propana, butana in še nekaterih drugih primesi. CNG je povsem naraven produkt, saj se plin le prečistiti in je že takoj na voljo za uporabo. LPG je kot mešanica navedenih plinov umetno pridobljen proizvod. Stisnjen zemeljski plin se utekočini, če ga ohladimo na minus 161 stopinj Celzija, pod pritiskom pa ne. Utekočinjeni naftni plin pa se utekočini, ko se ohladi ali pod pritiskom.

Stisnjen zemeljski plin je lažji od zraka in se zato ob puščanju hitro dvigne in razpusti v atmosfero. Slabost avtoplina (UNP in CNG) je prepoved vstopa v podzemne garaže, čeprav v primeru CNG neupravičena. Prednost je, da čistejše zgorevanje plina in zraka podaljšata življenjski dobi motorja in katalizatorja.

Število avtomobilov s pogonom na utekočinjeni naftni plin zelo narašča v Sloveniji, stisnjen zemeljski plin pa šele prihaja, zato ima UNP absolutno premoč na trgu. Po pričakovanih predvidevanjih so zemeljski plin za avtomobile prva ponudila podjetja, ki se že ukvarjajo z distribucijo zemeljskega plina. Do sedaj so bile postavljene polnilne postaje manjših zmogljivosti na Jesenicah, v Mariboru, Ljubljani in Kranju. S takšno postavitvijo je bila omogočena predstavitev možnosti uporabe zemeljskega plina v prometu v Sloveniji in prav tako preverjanje vozni lastnosti vozil, ki kot pogonsko gorivo uporabljajo zemeljski plin, vključno z možnostjo uporabe javnih polnilnih postaj. V Avstriji lahko na primer stisnjen zemeljski plin dobimo na kar 63 OMV servisih, medtem ko slovenska podružnica še ni sprejela načrtov za uvedbo.



Slika 4: Primer plinske postaje na OMV servisu v Avstriji

Vir: www.zemeljski-plin.si

5.4 AVTOBUSI NA ZEMELJSKI PLIN V SLOVENIJI

Zelena, okolju prijazna energija je prav tako prisotna v javnem potniškem prometu v Sloveniji. Ljubljanski potniški promet je že nakupil dvajset najsodobnejših tehnološko opremljenih avtobusov na zemeljski plin, ki so jih zamenjali z najstarejšimi avtobusi. Motorji na zemeljski plin tako v LPP-ju izpolnjujejo najstrožje kriterije glede izpustov

in tudi ustrezajo standardom EEV (izpusti trdnih delcev, ki niso škodljivi zdravju ljudi in naravi). Njihov osnovni razlog je varovanje okolja, in ker so drugi največji onesnaževalec v Sloveniji, so se v letih od 2004 do 2008 ukvarjali tudi z drugimi alternativnimi gorivi, kot sta:

- pogon na biodizel, za katerega so ugotovili, da je večji onesnaževalec kot navaden dizel, ima manjšo moč motorja in velika večina motorjev te mešanice ne more uporabljati;
- hibridni avtobusi, pri katerih je bila cena avtobusa za 50 % večja od običajnega.

Leta 2008 so se odločili na podlagi analiz in raziskav, da pričnejo z uporabo zemeljskega plina v njihovem voznem parku.



Slika 5: Avtobus na metan

Vir: <http://www.energap.si/?viewPage=154>

5.4.1 Primerjava avtobusa na zemeljski plin z avtobusom na dizelski pogon

Na LPP-ju so vozni park obogatili z dvajsetimi nizkopodnimi, enojnimi mestnimi avtobusi Citelis CNG, proizvajalca IRISBUS IVECO. Motorni element med plinskim in dizelskim motorjem se najbolj loči po induktorju pritiska.

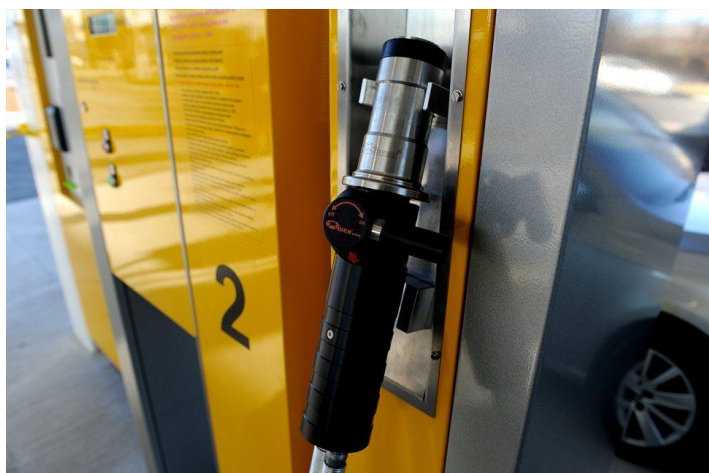
Avtobus na zemeljski plin v primerjavi z avtobusom na dizelski pogon, ki ima standard EURO 4, v ozračje izpusti 80-90 % manj dušikovih oksidov, tudi bistveno manj ogljikovega monoksida in ogljikovodikov. Enojni dizelski avtobusi imajo porabe v mestnem prometu 40-42l / 100 km, medtem ko avtobusi na zemeljski plin v začetni fazi motorja porabijo 40 kg / 100 km, kjer je potrebno upoštevati, da se motor še vteka in da bo v nadaljevalni fazi poraba bistveno nižja. S tem bo tudi plinski pogon stroškovno bistveno cenejši od dizelskega. Na LPP-ju predvidevajo, da bo prihranka

10–15 % v primerjavi z dizelskim gorivom. Potrebno bo pogosteje opravljati servisne intervale, in sicer na vsakih 30.000 km, kar pa ne povzroča težav, saj je življenjska doba motorjev na zemeljski plin bistveno daljša zaradi manjše obremenitve motorjev. Pri dizelskih motorjih se servis opravlja na 40.000 km. Razlika v sestavnih delih motorja na plin v primerjavi z dizelskim motorjem ni velika, je pa velika razlika energentov v agregatnih stanjih. Plin v avtobusih se nahaja v osmih visokotlačnih posodah na strehi vozila. Volumen ene posode je 155 litrov, kar skupno znaša 1240 litrov in zadostuje za 400 km vožnje, kar predstavlja edino slabost teh avtobusov. Seveda je bilo potrebno zgraditi ustrezno plinsko postajo, ki bo zadostovala za oskrbo zemeljskega plina teh ekoloških avtobusov.



Slika 6: Polnilna postaja

Vir: <http://www.metan.si/index.php?id=1>



Slika 7: : Plinska postaja

Vir: http://www.siol.net/avtomoto/novice/2011/12/cng_plin_ljubljana.aspx

Širitev ekološkega voznega parka poteka po načrtih; namen je, kar se da hitro nabaviti zgibni avtobus, v sedmih letih pa razširiti vozni park na 60–70 avtobusov. Sodelovanje z državo predstavlja pozitivno stran, saj so s strani eko sklada pridobili 10 % vrednosti enega avtobusa. Dogovarjajo se tudi o morebitni subvenciji za javni prevoz.

Do leta 2020 je prav tako načrtovano, da bo v Sloveniji okoli dvajset tisoč avtomobilov na zemeljski plin, v začetku predvsem vozil urbanega mestnega prometa.

5.5 OKOLJEVARSTVENI VIDIK

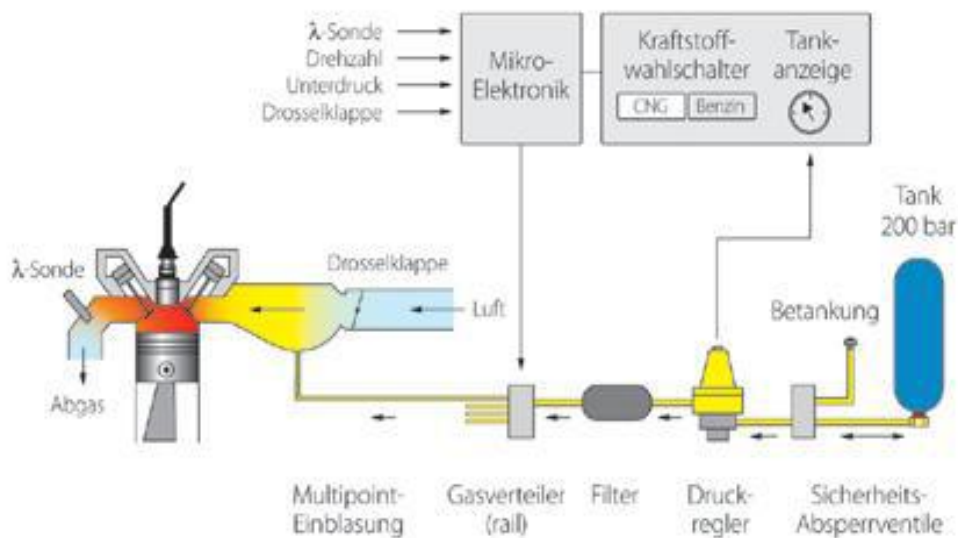
Z okoljskega stališča ima zemeljski plin prednost pred bencinom v količini škodljivih izpustov, in sicer:

- do 80 % manj ogljikovega monoksida,
- do 20 % manj ogljikovega dioksida in
- do 80 % manj ogljikovodikov.

Zemeljski plin ima do 20 % manjši potencial pri globalnem segrevanju in povzroča do 40 % manj ozona. V Sloveniji narejena primerjava na vozilu VW Passat Eco Fuel glede izpustov CO₂ kaže, da je pri zgorevanju zemeljskega plina vozilo v zrak spustilo 123 g CO₂ na prevožen kilometer, pri zgorevanju bencina Super 95 pa 167 CO₂ na prevožen kilometer. Primerjava kaže na 26,3 % redukcijo izpusta CO₂, torej dobro četrtno manj na prevožen kilometer. Dolgoročno bo CNG postajal cenejši energent kot sedaj uporabljena fosilna goriva, in sicer predvsem zaradi večjih zalog in okoljevarstvenega vidika. Velja za enega ekološko najbolj prijaznih virov energije.

Pri CNG-vozilih je zaenkrat bistveni problem avtonomija, ki pa je odvisna predvsem od velikosti jeklenk za CNG. Danes so največ v uporabi bivalentna vozila, katerim kapaciteta rezervoarja za CNG omogoča od 300 do 450 km, skupno pa od 800 do 1100 prevoženih km. Bivalentna vozila imajo lastnost, da imata oba rezervoarja približno enako prostornino za gorivo. Monovalentna vozila za primarno pogonsko vozilo uporabljajo zemeljski plin, njihova avtonomija znaša do 600 km, bencinski rezervoar je zgolj zasilni tank z volumnom do 15 l.

Z varnostnega stališča so vse komponente za uporabo v CNG-vozilih podvržene rigoroznim standardom kakovosti in varnosti. Komponente so testirane v ekstremnih pogojih, kot so požar in trki vozil. Pomembno je poudariti, da so v primeru požara CNG-vozila varnejša od bencinskih vozil, saj so dodatno opremljena z varnostnimi ventili, ki preprečujejo dvig tlaka v jeklenkah.



Slika 8: Komponente v vozilu na zemeljski plin

Vir: http://www.zemeljski-plin.si/upload/File/Miran_Rozman_Martin_Pavlovic.pdf

Shema nam prikazuje komponente v CNG-vozilu, in sicer:

- rezervoar,
- polnilni ventil,
- varnostni ventil,
- instalacijo do razdelilca vžiga in
- večtočkovni vbrizg.

Polnilni priključek za polnjenje jeklenk je standardiziran in različen od priključka UNP, namestitev polnilne cevi pa je enostavna preko hitre spojke.

Rezervoarji za CNG so jeklenke, v katerih je zemeljski plin polnjen pod tlakom 200 bar. Več jeklenk je nameščenih tako, da zaradi svoje teže ne spreminjajo težišča vozila in ohranjajo uporabni prostor v vozilu. Običajno so nameščene pod zadnjimi sedeži ali pod prtlačnim prostorom. Možna je tudi predelava vseh sodobnih Otto in dizelskih motorjev, kjer pa je potrebno paziti na že omenjeno težišče vozila, ki se ne sme preveč spreminjati. Bencinski motorji na CNG razpolagajo z napredno tehnologijo, kar je zmanjšanje delovnega volumna motorja, direktni vbrizg goriva in prisilno polnjenje preko Rootsovega puhala oziroma turbokompresorja. Ti motorji imajo tudi visoka kompresijska razmerja, višje izkoristke in večjo moč.

CNG je prav tako primeren tudi za uporabo v dizelskih motorjih, kar omogoča tehnologija Dual – Fuel oziroma tehnologija dvojnega goriva, ki je namenjena predvsem težkim vozilom, tovornim vozilom in avtobusom z dizelskimi motorji. Pomeni pomembno zmanjšanje izpusta CO₂ in neodvisno delovanje na dizelsko gorivo, kadar ni na voljo CNG. Proizvajalec Hardstaff je s svojim proizvodom OIGI

predstavil dvojni sistem za gorivo, ki je bil razvit za zamenjavo dizla pri lahkih in težkih vozilih. Sistem vbrizgavanja zemeljskega plina je elektronsko nadzorovan in lahko skrbi za večtočkovno, enotočkovno in zaporedno vbrizgavanje. Za pogon na zemeljski plin se uporablja ločena krmilna enota, ki zagotavlja popolnoma zaprt sistem povratne zanke in spremlja obstoječe spremenljivke dizelskega elektronskega nadzora enote ter nadzoruje vbrizgavanje plina na podlagi povratnih informacij iz različnih senzorjev motorja. Termodinamsko delovanje motorja je nespremenjeno, dizel pa se uporablja zgolj za vžig zmesi zemeljskega plina in zraka, kar imenujemo pilotni vbrizg. Poraba zemeljskega plina predstavlja 90 % porabe vsega goriva, kar prispeva k 25 % zmanjšanju izpusta CO₂, zmanjšanju izpusta NO_x, manjši porabi goriv, moč in navor pa sta prav tako nezmanjšana. Dual – Fuel ima tudi lastnost, da v primeru, ko so rezervoarji za zemeljski plin prazni, elektronika samodejno preklopi na dizelsko gorivo, kar ne vpliva na vozne lastnosti vozila. Pri vozilih z dizelskimi motorji je prav tako kot CNG možnost uporabljati LNG (utekočinjeni zemeljski plin). Vozila na LNG imajo prednost pred vozili na CNG, ker dosežejo večjo avtonomijo pri enaki velikosti oziroma volumnu rezervoarja, ki je sicer kriogeni rezervoar, v katerem je zemeljski plin shranjen v tekočem stanju. Taka vozila imajo lasten uplinjevalnik, ki tekočo fazo uplini. LNG ima v rezervoarju temperaturo približno –161 °C.

5.6 EKONOMSKI VIDIK

Vse več avtomobilskih proizvajalcev ponuja modele s pogonom na stisnjen zemeljski plin. Po zaslugi že omenjene uporabe »bifuel« ti avtomobili dovoljujejo tudi uporabo bencinskega goriva. Cena CNG je bistveno nižja v primerjavi z bencinom ali dizelskim gorivom, poudariti je potrebno tudi, da kilogram CNG in liter tekočega goriva nimata enake energijske vrednosti. Energijska vrednost enega kilograma CNG-ja je ekvivalentna 1,5 l bencina in 1,3 l dizelskega goriva. Torej je dodaten prihranek pri uporabi CNG-ja v primerjavi z bencinom 35 % in v primerjavi z dizelskim gorivom do 25 %, kar se kaže v nižji specifični porabi. Sodobna vozila na CNG izkoriščajo zrele tehnologije s poudarkom na prednosti plinskih goriv za optimalno delovanje, kar se odraža predvsem v porabi goriva.

Poudariti je tudi potrebno podatek, da je cilj Evropske unije povečati delež stisnjenega zemeljskega plina do leta 2020 na 10 % vseh avtomobilskih goriv.

Pri vsaki odločitvi za nakup novega vozila je potrebno narediti primerjavo med osnovno ceno vozila, vzdrževanimi stroški in tekočimi stroški. Ker imamo v neposredni bližini našega podjetja točilno mesto za zemeljski plin za CNG-vozila, sem za prihodnje nakupe vozil naredila primerjavo stroškov med gospodarskimi vozili na bencin, dizel in zemeljski plin.

Bencin in dizel se količinsko sicer izražata v litrih, vendar se metana kot plinastega goriva v litrih ne da izraziti, zato bom količine pretvorila v kilograme. Torej: 1 liter bencina ima težo 0,72 kilograma, en liter nafte pa 0,87 kilograma.

Bencin 95E10

Predelava na zemeljski plin	4.780 EUR		
Cena bencina 95E10/l	1,528 EUR		
Cena zemeljskega plina/kg	0,79 EUR		
Povprečna poraba	15l/100 km = 10,8 kg/100 km		
Povprečno število prevoženih km	50.000 km/leto	Povprečno število prevoženih km	100.000 km/leto
Povrnjeno	v 2 letih		v 1 letu

Tabela 2: Primerjalna tabela

Vir: lasten

Dizel

Predelava na zemeljski plin	4.780 EUR		
Cena dizla/l	1,358 EUR		
Cena zemeljskega plina/kg	0,79 EUR		
Povprečna poraba	15l/100 km = 13,05 kg/100 km		
Povprečno število prevoženih km	50.000 km/leto	Povprečno število prevoženih km	100.000 km/leto
Povrnjeno	v 3 letih		v 1,5 letu

Tabela 3: Primerjalna tabela

Vir: lasten

Izračun je izveden na osnovi naslednjih predpostavk:

- letno število prevoženih kilometrov in poraba goriva;
- bencin: 18 l oziroma 12,96 kg na prevoženih 100 km;
- dizel: 15 l oziroma 13,5 kg na prevoženih 100 km;
- vozilo A z bencinskim motorjem, ki je predelano na CNG: 27 kg na prevoženih 100 km;
- vozilo B na dizel, ki je predelano na CNG :19,5 kg na prevoženih 100 km.

Ugotovitve:

letni strošek bencina: 13.750 EU;

letni strošek nafte: 10.185 EUR;

letni strošek CNG- vozila A: 10.665 EUR;

letni strošek CNG- vozila B: 7.702,5 EUR.

Pri vozilih, predelanih na CNG, je pri obeh variantah potrebno prišteti še stroške predelave vozila, ki znašajo 4.780 EUR.

Rezultati:

Stroški vozila v prvem letu delovanja znašajo:

- bencinski pogon: 13.750 EUR
- dizelski pogon: 10.185 EUR
- bencinski pogon + CNG: 15.445 EUR
- dizelski pogon + CNG: 12.482,5 EUR

Stroški vozila v drugem letu delovanja znašajo:

- bencinski pogon: 13.750 EUR
- dizelski pogon: 10.185 EUR
- bencinski pogon +CNG: 10.665 EUR
- dizelski pogon + CNG: 7.702,5 EUR

Iz zgornjega izračuna je razvidno, da se investicija povrne v dobrem letu, v drugem in v vseh naslednjih letih uporabe pa je prihranek velik. Seveda je treba upoštevati, da izračun temelji na trenutnih cenovnih razmerjih, kajti uporaba zemeljskega plina kot pogonskega goriva je odstotkovno še vedno majhna proti bencinu in dizlu. Pričakovati je, da se bo ob večji porabi zemeljskega plina le-ta podražil, kar je že znano pri uporabi energentov v gospodinjstvu.

6 ZAKLJUČEK

Zemeljski plin ima velik potencial kot gorivo za uporabo v prometu in v številnih državah že s pridom izkoriščajo to precej čistejše in ekonomično gorivo, kot sta bencin in dizel, predvsem v javnih prevozih v mestnih jedrih, za katere predstavlja največji problem onesnaženost, ki jo povzročajo vozila. Tudi zato je zelo pomemben razvoj utekočinjenja zemeljskega plina, saj je za uvajanje tega goriva v promet v Sloveniji potrebno zadostno število polnilnih mest, ki pa niso več vezana na trase obstoječih plinovodov in lahko obratujejo kot popolnoma samostojne enote. Čeprav je zemeljski plin fosilno gorivo, postaja vse bolj pomembna alternativa bolj uveljavljenim pogonskim gorivom, predvsem zaradi nižjih količin emisij škodljivih snovi pri zgorevanju. Prav tako je potrebno poudariti, da je zemeljski plin varnejši pri uporabi v prometu kot bencin in nafta, saj je lažji od zraka in se hitro razblini v ozračje. Za vozila, ki uporabljajo zemeljski plin kot pogonsko gorivo, je značilno, da je njihova nakupna cena nekoliko višja, a so nižji stroški za gorivo. Njihova cena je primerljiva ali celo nižja od vozil z dizelskimi motorji, saj se ravno tako proizvajajo v velikem številu na standardnih proizvodnih linijah. Postavitev črpalnih ali polnilnih mest za zemeljski plin bi bila draga – predvsem zaradi visokih tlakov goriva – bistveno dražja od črpalk za utekočinjeni naftni plin. Postavitev črpalk za CNG bi bilo smiselna ob velikem obsegu prometa. Seveda tudi distributerji nimajo interesa za gradnjo takšnih črpalk, dokler ni dovolj vozil na zemeljski plin. Obenem tudi upravljavci voznih parkov niso spodbujeni za nabavo CNG-vozil, ker zanje še ni zgrajenih dovolj črpalk.

7 LITERATURA IN VIRI

Poročila, interni dokumenti:

Gradivo podjetja ENOS LNG d.o.o., pripravljeno za posvet dne 21.10.2010 na Jesenicah.

URL-naslov spletnih strani in datum dostopnosti

Zemeljski plin v prometu in vozila na zemeljski plin po Evropi: <http://www.ngvaeurope.eu/>, dostopno 16.06.2011.

RS – Ministrstvo za okolje in prostor, dokument "Terminal za sprejem in uplinjanje utekočinjenega zemeljskega plina (UZP) Žavljice (TS) – študija vpliva na okolje (ŠVO)-nastrokovni povzetek":

http://www.zemeljski-plin.si/upload/za_medije/gradivo_za__medije_180909.pdf, dostopno 17. 5. 2011.

http://www.surovine.si/zemeljski_plin.php, dostopno 17.05.2011

http://www.adriaplin.si/SitePages/si_index.aspx?sub01=9&sub02=91&sub03=912&pageID=912 dostopno 17. 5. 2011.

http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/okolje/pdf/cpvo/terminal_zavljice.pdf, dostopno 20. 5. 2011.

Zakon o ratifikaciji Kjotskega protokola k okvirni konvenciji združenih narodov o spremembi podnebja: <http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlImpid=200259i>, dostopno 10. 6. 2011.

Zemeljski plin v Sloveniji: <http://www.drinktrim.com/index.php/avtomoto/kdaj-stisnjen-zemeljski-plin-tudi-v-sloveniji.html>, dostopno 16. 6. 2011.

Ekonomске prednosti

http://www.fingasauto.com/economic_advantage/, dostopno 22. 4. 2012.

Avtobusi na metan: <http://www.energijadoma.si/znanje/iz-prakse/prvi-avtobusi-na-metan>, dostopno 16.05.2012, <http://www.jhl.si/lpp/?m=51&k=2030>, dostopno 17.05.2012.

KAZALO SLIK

SLIKA 1: TANKER ZA PREVOZ UZP	8
SLIKA 2: KOMPOZITNI TANK CNG	23
SLIKA 3: OPREMA CNG	23
SLIKA 4: PRIMER PLINSKE POSTAJE NA OMV SERVISU V AVSTRIJI	26
SLIKA 5: AVTOBUS NA METAN	27
SLIKA 6: POLNILNA POSTAJA	28
SLIKA 7: : PLINSKA POSTAJA.....	28
SLIKA 8: KOMPONENTE V VOZILU NA ZEMELJSKI PLIN	30

KAZALO TABEL

TABELA 1: MERITVE HRUPA.....	18
TABELA 2: PRIMERJALNA TABELA.....	32
TABELA 3: PRIMERJALNA TABELA.....	33

KAZALO GRAFOV

GRAF 1: SVETOVNE ZALOGE ZEMELJSKEGA PLINA	10
GRAF 2: EMISIJE CO ₂ V EVROPI PO SEKTORJIH	16
GRAF 3: PRIMERJAVA EMISIJ MED RAZLIČNIMI GORIVI.....	17
GRAF 4: PRIMERJAVA MERITEV HRUPA.....	17

POJMOVNIK

LNG (angl.): angleška kratica za »liquefied natural gas«, kar pomeni utekočinjeni zemeljski plin; slovenska kratica je UZP.

CNG (angl): angleška kratica za »compressed natural gas«, kar pomeni stisnjen zemeljski plin; slovenska kratica ni znana.

UNP: utekočinjeni naftni plin, znan tudi kot propan – butan.