Dr Jovan Todorović,
profesor, dipl. inž.
Mašinski fakultet, Beograd

ALTERNATIVNA GORIVA ZA MOTORNA VOZILA — MODA ILI POTREBA?

UDC: 662.73:656.1:504.06

Rezime:

Sve veći zahtevi u pogledu zaštite okoline i očuvanja prirodnih energetske resursa upućuju na korišćenje alternativnih goriva za motore sa unutrašnjim sagorevanjem. Od više mogućih alternativa prirodnom gasu se daju najveće šanse. Ovo gorivo ima vrlo povoljna ekološka svojstva, njegova nalazišta u svetu su vrlo bogata, a cena pristupačna. Zato je u svetu sve više vozila koja rade na komprimovani prirodni gas, a očekuje se da će ih uskoro biti više miliona. Prva pozitivna kretanja u ovom pravcu beleže se i u našoj zemlji. Otuda i potreba da se primena alternativnih goriva, a posebno prirodnog gasa, detaljno analizira i sa stanovišta potreba Vojske Jugoslavije.

Ključne reči: alternativna goriva, motorna vozila, prirodni gas, zaštita okoline, očuvanje energije.

ALTERNATIVE FUELS FOR MOTOR VEHICLES — FASHION OR NECESSITY?

Summary:

The increased levels of requirements related to environmental protection and energy resources conservation point out to alternative fuels for internal combustion engines. Amongst several alternatives, the natural gas in coming years has the largest chances. This fuel has satisfactory ecological properties, the resources are very large and prices acceptable. That's why there are more and more vehicles converted to natural gas and it is estimated that future there will be more millions of compressed natural gas vehicles. The first initiatives in this direction are done in this country as well. It makes a basis to undertake analysis of application of alternative fuels and natural gas in particularly for the Yugoslav army, as it is proposed in this article.

Key words: alternative fuels, motor vehicles, natural gas, environment protection, energy conservation.

Uvod

Poslednjih godina često se, i u raznim prilikama, govori o alternativnim gorivima za motorna vozila. Motivi nastojanja da se, pored benzina i dizel goriva, pronađu i druga goriva za motore sa unutrašnjim sagorevanjem objašnjavaju se, pre svega, potrebom da

se reše dva krupna problema današnje motorizacije:

— smanjenje zagađenja čovekove okoline,

— obezbeđenje sigurnijih i dugoročnijih rezervi goriva u narednim godinama, odnosno u narednom veku.

Svodeći ovu globalnu problematiku na sve vrste borbenih i neborbenih

motornih vozila koja se koriste u Vojski Jugoslavije korisno je da se okvirno analiziraju realne potrebe i mogućnosti uvođenja alternativnih goriva u ovo specifično i veoma značajno područje.*

Uticaj motornih vozila na zagađenje okoline

Nužnost razvoja vozila koja će biti ekološki »čista«, tj. koja će što manje zagađivati okolinu, proističe iz dobro poznate činjenice da motorna vozila pogonjena motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, koji koriste benzin i dizel gorivo, zagađuju okolinu u vrlo velikom stepenu. U urbanim sredinama, u kojima je intenzitet korišćenja vozila vrlo veliki, odnosno u kojima se

OUN za Evropu (ECE). Sada su na snazi pravilnici poznati kao EURO2, a uskoro se očekuju još stroži EURO3. Ovi pravilnici, pored ostalog, utvrđuju maksimalne dozvoljene količine štetnih sastojaka u izduvnim gasovima motornih vozila, iskazane u g/kWh. Rezime ovih zahteva prikazan je u tabeli 1 (THC označava sadržaj ukupnih ugljovodonika).

Još stroži propisi na snazi su u SAD, a naročito u Kaliforniji. U ovoj zemlji se traži da do 2003. godine putnička i laka teretna vozila treba da zadovolje veoma stroge LEV zahteve (Low Emission Vehicles), a 15% vozila još strože ULEV zahteve (Ultra Low Emission Vehicles), s tim da već 1998. godine najmanje 20% vozila bude ekološki potpuno »čisto« (Zero Emission

Tabela 1

Dozvoljeni sadržaj štetnih sastojaka u izduvnim gasovima prema evropskim propisima

Pravilnik	NOx	CO	THC	Čestice
EURO I, 1993.	8,0	4,5	1,1	0,36
EURO II, 1996.	7,0	4,0	1,1	0,15
EURO III, 1999.?	5,0	2,0	0,6	0,10

na malim prostorima koristi veliki broj vozila, po pravilu, pri malim prosečnim brzinama, udeo vozila u ukupnom zagađenju okoline znatno prelazi 50, pa i 80% [4, 8].

Zbog toga se emisija štetnih sastojaka u izduvnim gasovima motornih vozila reguliše nacionalnim i međunarodnim propisima [4, 9, 17]. Za nas su posebno važni pravilnici Evropske zajednice (EEC) i Ekonomske komisije

Vehicles). Zahtevi LEV i ULEV izraženi u gramima po jednoj milji prikazani su u tabeli 2 (NMHC su ugljovodonici bez metana).

Zagađenje okoline izduvnim gasovima motornih vozila može se posmatrati sa lokalnog i regionalnog nivoa, kao i u pogledu uticaja na globalno zagrevanje atmosfere i probleme koji su sa tim povezani (porast srednje globalne temperature) [17].

Lokalna zagađenja vezuju se za urbane sredine, gradove i naseljena mesta, kao i za prilazne puteve gradovima. U ovom slučaju problemi su ve-

* Rešenja ovih problema traže se i u novim sistemima pogona vozila, posebno u razvoju električnih i hibridnih vozila različitih konfiguracija i koncepcija. Iako i ovi prilazi zaslužuju punu pažnju, u ovom radu se neće analizirati.

Dozvoljeni sadržaj štetnih sastojaka u izduvnim gasovima prema američkim propisima

Standard	NMHC		CO		NO _x	
	putnička	laka teretna	putnička	laka teretna	putnička	laka teretna
'89/90/92	0,401	0,801	3,364	9,932	0,993	1,762
LEV	0,075	0,100	3,400	4,400	0,200	0,400
ULEV	0,040	0,050	1,700	2,200	0,200	0,400

zani za komfor-udobnost (miris, prašina, prljavština i buka) i zdravlje (olovo, CO, HC, oksidi azota i čestice — čađ). Toksični efekti u ovom pogledu su direktni (nadražujući, smetnje) i »dugoročni« (akumulirajući). Direktno toksične efekte izazivaju CO, NO_x čestice, aldehidi i ozon (O₃) (koji se ne emituje direktno već se formira fotohemijskim reakcijama između NO_x i ugljovodonika). Dugoročno djelujući toksini efekti posle dužeg vremena izazivaju rak. U ove supstance spadaju polinuklearni aromatični hidrokarbonati (PAH), benzen-toulen-ksilen (BTX) i najniži aldehidi.

U pogledu toksičnih efekata benzin i dizel gorivo imaju različita područja najvećih emisija, ali oba ova goriva su uvek najlošija. Dizel gorivo ima daleko najveću emisiju direktnih i dugoročnih toksičnih efekata (izuzev emisije BTX). Veličina emisije dizel goriva, kada je ona najveća, deset puta je veća nego kod drugih goriva. U sprovedenim testovima (TNO Holandija, 1993. i VTT Finska, 1996) komprimovani prirodni gas bez izuzetka ima najmanju emisiju toksičnih komponenta, pri stabilnoj spoljnoj temperaturi od 22°C (pri opadanju temperature emisija toksičnih efekata raste, ali kod prirodnog gasa manje nego kod drugih goriva) [17]. Istovremeno, prirodni gas ima najveću emisiju ugljovodonika (koja, takođe, raste sa padom tempe-

rature), što je, pre svega, rezultat visokog sadržaja metana. Metan, međutim, nije toksičan tako da ova činjenica ne zasluhuje veću pažnju.

Izduvni gasovi motora utiču i na regionalno zagađenje emisijom »kiselih« gasova, posebno NO_x i HC koji dovode do formiranja ozona. Kiseli gasovi utiču na zagađenje površinskih voda, vazduha i zemljišta, izazivajući štete vegetaciji i životinjskom svetu. Dokazano je da i ozon nepovoljno utiče na vegetaciju. Pošto su kiseli gasovi i ozon praktično stabilni, oni mogu da izazovu zagađenje i daleko od izvora emisije.

Emisija kiselih gasova (SO_x i NO_x), izraženih kao ekvivalent NO₂ u g/km i relativno u odnosu na benzin (100%), i dizel gorivo (100%), kao tipična goriva za putnička vozila i autobuse, prikazana je u tabeli 3. Može se uočiti da je u ovom pogledu komprimovani prirodni gas (KPG) bolji od benzina, i mnogo bolji od dizel goriva. Interesantno je da je benzin nešto bolji od tečnog prirodnog gasa (TPG).

Izduvni gasovi motornih vozila utiču i na globalno zagrevanje atmosfere, što je danas veoma aktuelan i ozbiljan problem. Naime, Zemljina atmosfera se sastoji i od prirodnog sloja gasova »staklene bašte« po spoljnim prečnicima. Ovaj sloj podiže srednju temperaturu od —18°C na podnošljivih 15°C. Aktivnosti ljudi u prošla dva ve-

ka zasnovane su na korišćenju ugljovodonika za energiju. Zbog toga se količina »gasova staklene bašte« u atmosferi povećala, i očekuje se da će to izazvati povećanje srednje globalne temperature. Najvažniji od ovih gasova je CO₂ ali značajni su i drugi gasovi, kao što su N₂O, CH₄ i hlorofluorougljovodonici. Drugi gasovi koji direktno doprinose efektu »staklene bašte« zbog svojih hemijskih transformacija u atmosferi su NMHC (nemetanski ugljovodonici), CO i NO_x.

Transportni sektor znatno doprinosi emisiji gasova »staklene bašte«, i to neposredno, zavisno od vrste goriva. Iz tabele 4 se vidi da je i u ovom pogledu komprimovani prirodni gas

(KPG) bolji od benzina i dizel goriva, pa i od prirodnog gasa u tečnom obliku (TPG). Podaci su dati u apsolutnim iznosima i relativno u odnosu na benzin, kao tipično gorivo putničkih vozila, tj. u odnosu na dizel gorivo, kao tipično gorivo gradskih autobusa.

Potrošnja goriva za pogon motornih vozila

Poznato je da je sektor transporta jedan od najvećih potrošača energije i da se najveće potrošnje ostvaruju baš u drumskom saobraćaju, odnosno za pogon raznih vrsta motornih vozila. To se dobro vidi iz podataka koje je nedavno publikovala Asocijacija AIT

Tabela 3

Emisija »kiselih« gasova za različita goriva

Gorivo	Putnička vozila		Gradski autobusi	
	g/km	%	g/km	%
KPG	0,5	80	6	35
Benzin	0,6	100	—	—
TPG	0,7	120	6	35
Dizel gorivo	—	—	18	100

Tabela 4

Emisija gasova »staklene bašte« za različita goriva

Gorivo	Putnička vozila		Gradski autobusi	
	g/km	%	g/km	%
KPG	230	70	1400	88
Benzin	350	100	—	—
TPG	300	90	1500	94
Dizel gorivo	—	—	1600	100

(Međunarodna asocijacija za turizam). Podaci se odnose na 1994. godinu, a potiču od OECD i IRF [2]. Izvod iz ovih pregleda (samo za neke zemlje) dat je u tabeli 5. Ona prikazuje ukupnu potrošnju energije u navedenim zemljama (bez proizvodnje i potrošnje električne energije), kao i raspodelu potrošnje e-

nergije u sektorima industrije i transporta i u grupaciji ostalih potrošača (grejanje, komunalne delatnosti, itd.). Potrošnja energije izražena je u milionima tona ekvivalentne nafte.

Iz tabele 5 se vidi da se od ukupne potrošnje energije u pojedinim zemljama u transportu koristi od 20% (Belgi-

Tabela 5

*Potrošnja energije po sektorima u milionima tona ekvivalentne nafte
(bez električne energije)*

Zemlja	Ukupno	Industrija	Transport	Ostalo
Australija	64,23	26,82	24,07	13,35
Austrija	23,10	7,42	6,22	9,46
Belgija	37,60	15,62	8,73	13,25
Kanada	172,71	66,17	47,45	59,10
Danska	15,16	3,13	4,72	7,31
Finska	23,76	11,64	4,25	7,87
Francuska	158,47	47,64	46,50	64,32
Nemačka	242,32	82,98	63,75	95,85
Grčka	15,59	3,99	6,67	4,93
Italija	120,05	44,41	38,24	37,40
Japan	336,56	155,38	84,27	96,92
Holandija	54,98	21,47	12,09	21,41
Norveška	18,59	7,82	4,77	5,99
Portugal	14,10	6,12	4,85	3,13
Španija	67,23	26,07	26,63	14,53
Švedska	35,28	13,97	7,81	13,51
Švajcarska	19,66	3,99	6,60	9,07
Turska	44,71	14,96	11,04	18,71
Engleska	157,68	49,42	48,36	59,89
SAD	1375,22	411,07	534,78	429,36

ja 23%, Japan 25%, Francuska 29%), pa čak i preko 40% (Grčka 42%, SAD 38,8%, Španija 40%). Interesantno je da se u nekoliko zemalja (Danska, Grčka, SAD, Španija) na transport troši više energije nego u ukupnom sektoru industrije (u Grčkoj čak 1,67 puta više). Isto tako, veoma je indikativno da se praktično u svim zemljama udeo potrošnje energije u saobraćaju stalno povećava. U 1987. godini, na primer, transport je u SAD trošio 35,4%, u Belgiji 20,1%, u Francuskoj 26%, u Španiji 33,6% energije [3]. Očekuje se da će se ove tendencije nastaviti i u narednim godinama.

Sa stanovišta učešća drumskog saobraćaja, odnosno motornih vozila, veoma su indikativni i podaci prikazani u tabeli 6 za nekoliko odabranih zemalja. Podaci za ukupnu potrošnju benzina i dizel goriva dati su u metričkim tonama [2].

Kao što se vidi, naftini derivati — benzin i dizel gorivo, koriste se pretežno samo u motornim vozilima. U mnogim zemljama (Portugal, Španija, Velika Britanija i dr.) benzin se isključivo koristi u motornim vozilima, a u ostalim zemljama drugi potrošači učestvuju samo sa 2 do 5%. U slučaju dizel goriva situacija je nešto drugačija. Ovo

Tabela 6

Učešće motornih vozila u potrošnji benzina i dizel goriva

Zemlja	Benzin		Dizel gorivo	
	Ukupno	Motorna vozila %	Ukupno	Motorna vozila %
Austrija	2 483	95	2 700	70
Finska	1 918	98	1 487	100
Francuska	16 300	98,6	21 900	98
Nemačka	29 801	97,5	25 549	84
Grčka	2 686	98	4 356	48
Japan	37 667	99,7	36 413	95,5
Holandija	4 969	96	4 102	98
Norveška	1 147	98	1 485	100
Portugal	1 852	100	2 881	80
Švajcarska	3 703	98	1 123	70
Španija	9 843	100	10 508	67,8
Švedska	5 589	100	3 044	60
Turska	3 556	100	7 645	64,2
Engleska	22 842	100	12 914	100
SAD	326 297	97	74 726	—

gorivo se koristi u motornim vozilima u proseku oko 70%, mada ima zemalja gde u ukupnoj potrošnji dizel goriva motorna vozila učestvuju sa preko 90% (Francuska, Holandija), pa čak i sa 100% (Finska, Norveška, Velika Britanija). I ove cifre znatno su veće nego u prethodnim godinama. Tako je u 1983. godini potrošnja benzina za pogon motornih vozila u Japanu iznosila 26876 t, u Engleskoj 19247 t, u Nemačkoj 22463 t, a u SAD 272716 t, itd. [3].

Sve prognoze pokazuju da će se u narednim godinama, uporedo sa daljim razvojem tehnologija i ukupnih privrednih aktivnosti, nastaviti stalni porast drumskog saobraćaja, koji će i nadalje preuzimati najveći deo ukupnog prevoza ljudi i roba (i posle 2000. godine oko 90%) [1]. To će zahtevati i sve više energije, odnosno sve veću potrošnju energenata. Iako se predviđa da će zbog razvoja tehnologije potrošnja energije u proizvodnim sistemima, i pored većih obima proizvodnje u narednim godinama, uglavnom stagnirati, procenjuje se da će se zbog sve većih zahteva široke potrošnje i posebno zbog sve većih zahteva za prevoz roba i ljudi tražnja za energijom do kraja ovog i na početku sledećeg veka stalno povećavati za oko 1,5 do 2% godišnje. To znači da će se u periodu od 2000. do 2050. godine potrebe za energijom više nego udvostručiti [4, 5].

Uzimajući u obzir danas dokazane i pretpostavljene rezerve fosilnih goriva, može se proceniti da bi do polovine sledećeg veka sektor saobraćaja i transportnih sredstava bio uglavnom energetski zadovoljen, ali svakako ne i posle 2050. godine, kada bi samo sa današnjim gorivima nastupila nova energetska kriza.

Alternativna goriva za motore sa unutrašnjim sagorevanjem

Već niz godina istražuju se alternativna goriva za pogon motora sa unutrašnjim sagorevanjem. U vezi s tim, velika pažnja poklanja se vodoniku, koji po mnogim svojstvima nespor-no predstavlja najbolju alternativu naftinim derivatima. Međutim, primena vodonika za pogon vozila još uvek je onemogućena tehničko-tehnološkim razlozima, vezanim za proizvodnju i stokiranje tečnog vodonika u potrebnom obliku. Očekuje se da će se ovi problemi rešiti u narednih 20 do 30 godina, tako da se sa vodonikom kao alternativnim gorivom može eventualno računati tek posle 2030. godine [4].

Propan-butan gas koristi se u otto motorima već mnogo godina. Ovo gorivo dobija se preradom sirove nafte, što ne rešava problem očekivanih manjkova energije. Pored toga, propan-butan je kao gorivo za pogon vozila

Tabela 7

Bezbednosno-ekološke osobine goriva za motore sa unutrašnjim sagorevanjem

Gorivo	Vidljivost plamena	Paljenje pare u rezervoaru	Rizik detonacije	Toksičnost	Zagađenje vode	Zagađenje vazduha
Etanol	1	2	2	2	1	2
Metanol	3	2	2	3	3	2
Metan	0	0	1	0	0	1
Propan	0	0	3	1	1	1
Benzin	0	0	3	2	2	3

relativno opasan, pošto je teži od vazduha i pri svakom curenju iz rezervoara lako može da dođe do zapaljenja. U tabeli 7 prikazane su najvažnije bezbednosno-ekološke osobine goriva za motore sa unutrašnjim sagorevanjem (prema podacima firme SULZER), gde »0« označava najbolja svojstva (bez rizika), »1« je mali, »2« umereni, a »3« veliki rizik.

Etanol i metanol su alkoholna goriva, slična po svojim svojstvima, a koriste se već niz godina, posebno u nekim zemljama, kako za otto tako i za dizel motore. Ova goriva, međutim, imaju prilično loše bezbednosno-ekološke osobine, a sa stanovišta troškova proizvodnje ne mogu da konkurišu drugim alternativnim gorivima.

Slična je situacija i sa biogasom. Realne mogućnosti za proizvodnju ovih goriva sasvim su ograničene, a zahtevaju i relativno značajni utrošak energije u proizvodnom procesu. Zbog toga se ne očekuje da će biogas imati veći značaj, čak ni u slučaju izrazite nestašice nafte, osim u sektoru poljoprivrede [4].

Prirodni gas za pogon motornih vozila

Za razliku od drugih alternativnih goriva, prirodni gas, odnosno metan, zbog više svojih osobina, a pre svega zbog veoma velikih rezervi u mnogim zemljama sveta (posebno u Rusiji, Kanadi, Americi i dr.) prvilaci izuzetnu pažnju ne samo za pogon vozila već i za mnoge druge namene (industrija, grejanje, itd.). Kada je reč o vozilima, primena prirodnog gasa kao alternativnog goriva više je nego izvesna. To pokazuju ne samo istraživanja već i mnogi ostvareni razvojni rezultati [8, 9, 10, 11, 12, 13, 15]. Opšta je ocena da je, pored vodonika, prirodni gas najbolja alternativa naftnim derivatima, energent koji će u narednom veku imati veoma istaknut značaj [14]. Zato se u mnogim zemljama na ovim programima intenzivno radi i već ima dosta

praktičnih rezultata. Veoma je razvijena i međunarodna saradnja (Evropska i Međunarodna asocijacija za vozila na prirodni gas — EANGV i IANGV i dr.). Prirodni gas ima i veoma povoljna bezbednosno-ekološka svojstva. Iz tabele 7 se vidi da je ovo gorivo praktično sasvim bezopasno, sa malim rizicima od zapaljenja vozila, a i ekološki je bolje od svih drugih alternativa.

Prirodni gas može se koristiti kao gorivo u dva osnovna oblika: sabijen na oko 200 bara (tzv. KPG ili engl. CNG — Compressed Natural Gas) ili u tečnom stanju, odnosno »utečnjen«, što znači da mora biti rashlađen na oko -180°C (tzv. TPG ili engl. LNG — Liquefied Natural Gas). Poslednjih nekoliko godina intenzivno se radi na tehnologiji absorbovanja prirodnog gasa pomoću posebnih absorbenata (tzv. APG ili engl. ANG — Absorbed Natural Gas). Iako korišćenje TPG ima izvesne prednosti, pošto omogućava lakši prelaz na vodonik kao gorivo motora sa unutrašnjim sagorevanjem (koji, takođe, treba da se rashlađuje na veoma niskim temperaturama), u motornim vozilima se danas pretežno koristi KPG. Primena APG je tek počela, demonstracijom na dva vozila u SAD. Ali, i u ove tehnologije se dosta ulaže, pošto se na taj način omogućavaju manji pritisci sabijanja gasa (ranga 30 do 40 bara), a time i slobodnije oblikovanje rezervoara gasa, koji se može lakše ugraditi u vozilo, ne ugrožavajući u većem stepenu korisni prostor (za putnike, teret, prtljag) [17].

Komprimovani prirodni gas se sve više koristi za pogon motornih vozila. Praktično, sve automobilske kompanije razvile su jedan ili više tipova vozila na prirodni gas, mada samo njih nekoliko ova vozila nude tržištu na komercijalnoj osnovi. Ocena je da je tražnja za ovim vozilima još uvek mala, zbog nedovoljnog poznavanja njihovih prednosti, odnosno slabe promocije, posebno od gasne industrije, nedovoljno razvijene regulative u pogledu zaštite okoline, ali i fiskalne politike i tako nedovoljne zainteresovanosti korisnika

vozila. Ipak, i pored ovih ograničenja broj vozila na prirodni gas stalno raste. U 1996. godini ocenjeno je da u 47 zemalja ima preko milion vozila na prirodni gas (od toga u Argentini 385500, Italiji 290000, Rusiji 205000) i preko 3500 kompresorskih stanica za punjenje vozila prirodnim gasom (od toga samo u Americi preko 1100) [17].

Skoro svi veliki svetski proizvođači rade i na razvoju teških teretnih i drugih privrednih vozila na KPG, što je praćeno i razvojem odgovarajuće infrastrukture [15, 17]. Na INTERNETU se danas mogu naći katalozi sa podacima za više desetina privrednih, putničkih i specijalnih vozila na prirodni gas, posebno autobusa, dostavnih i putničkih vozila, vozila za aerodromske servise, industrijska vozila, itd., koja se proizvode u praktično svim razvijenim zemljama i nude tržištu ne sama razvijenog sveta, već i zemljama u razvoju (sistem napojnih stanica za vozila je u izgradnji i u Hrvatskoj [20]. Očekuje se primena KPG i kod poljoprivrednih traktora, traktora za građevinarstvo i kod drugih radnih vozila [8, 14]. Intenzivno se radi na primeni prirodnog gasa i za druga transportna sredstva (avioni, brodovi, železnica) [16].

Pogon na KPG rešava se na više načina. Ako su u vozila ugrađeni benzinski motori adaptacija je jednostavna i omogućava alternativni rad na jedno ili drugo gorivo. Za dizel motore, međutim, s obzirom na to da prirodni gas nema svojstva samopaljenja, ide se ili na zamenu motora čisto gasnim motorom, sa električnim paljenjem smeše gasa i vazduha, ili na tzv. »dvogorive« motore, koji rade sa smešom dizel goriva i gasa (obično 10 do 20% dizel goriva i 80 do 90% prirodnog gasa) [8]. Iako su gasni motori znatno povoljniji sa ekološkog stanovišta, pa se zbog toga sve više i primenjuju za pogon vozila, prerada postojećih dizel motora na sistem »dvogorivih« motora omogućava relativno brže i bezbolnije uvođenje prirodnog gasa, uz veću fleksibilnost i manje razvojne traškove.

Korišćenje prirodnog gasa u Jugoslaviji

Prirodni gas se već niz godina koristi u Jugoslaviji, kao energent i sirovina za hemijsku industriju. Izgradnjom gasovodne mreže u Vojvodini i centralnoj Srbiji omogućena je znatno veća potrošnja prirodnog gasa u Srbiji. Od sredine sedamdesetih godina do raspada SFRJ potrošnja prirodnog gasa u Srbiji porasla je za skoro četiri puta — od 780 na skoro 2800 miliona m³ godišnje, da bi u periodu sankcija, tokom 1993. godine, ponovo pala na oko 1000 miliona m³. Poslednje tri godine potrošnja ponovo blago raste, približavajući se količini od oko 2000 miliona m³ [8].

U potrošnji prirodnog gasa u Srbiji jednim delom učestvuje i gas iz domaćih nalazišta, koja su locirana u Vojvodini (gde se gas proizvodi i koristi preko četiri decenije). Proizvodnja prirodnog gasa u Srbiji se već više od dve decenije održava približno na istom nivou, od 750 do 800 miliona m³. To znači da je u proteklim godinama domaći gas zadovoljavao 30% (u godinama najveće potrošnje) do 50% potreba (u poslednjim godinama), dostižući najveće učešće u vreme sankcija i zabrane uvoza (čak do 80%). Raspoloživi potencijali prirodnog gasa ne omogućavaju veću domaću proizvodnju, tako da se i u godinama koje slede potrebe moraju zadovoljavati uvozom, i to zbog očekivanog porasta potrošnje još u većem obimu (oko 75% potrošnje). To, međutim, u normalnim tržišnim uslovima, ne bi trebalo da stvara probleme. Tome u prilog ide i nedavno potpisani dugoročni ugovor sa Rusijom, čije su rezerve prirodnog gasa izuzetno velike, kojim se Jugoslaviji garantuje uvoz do 7 milijardi m³ prirodnog gasa godišnje, što će zadovoljiti potrebe u dužem periodu, uključujući i potrošnju u drumskom i, eventualno, drugim vidovima saobraćaja. Pri tome treba imati u vidu i dalji razvoj gasovoda u Rusiji i njegovo povezivanje sa gasovodima Bliskog i Srednjeg istoka [8].

Za veću potrošnju gasa u Jugoslaviji nužno je da se dalje razvija sistem gasovoda i da se on bolje poveže sa gasovodima susednih zemalja. U ovom pravcu već se čine potrebni koraci. U svojenim investicionim programima NIS-GAS-a i NIS-ENERGOGAS-a na postojeću gasovodnu magistralnu mrežu dograđiće se mreža razvodnih gasovoda, čime će se znatno povećati broj gasificiranih gradova i naselja u Srbiji. Smatra se da će se u Srbiji do 2010. godine izgraditi još 1537 km gasovoda, tako da će ukupna dužina svih (magistralnih, dovodnih i razvodnih) gasovoda biti preko 3000 km. Pri tome će se transportni kapacitet sa današnjih 3,8 povećati do 2000. godine na 7,1 milijardi m³ gasa godišnje. Izgradnja gasovoda planira se i u Crnoj Gori. Osim toga, radi izravnavanja neravnomerne potrošnje i ravnomerne proizvodnje, odnosno kontinualnog uvoza, u planu je i izgradnja podzemnog skladišta prirodnog gasa, koji će u 2000. godini imati kapacitet 850 miliona m³. Porast potrošnje prirodnog gasa dovešće do potrebe da se izgrade i druga skladišta, kapaciteta oko 1 milijarde m³. Svi ovi planovi vezani su, prema predviđanjima Naftne industrije Srbije, za očekivani porast potrošnje prirodnog gasa u Jugoslaviji u narednim godinama (tabela 8) [8].

Po ovako ocenjenoj potrošnji prirodni gas će imati veće stope rasta od svih drugih primarnih energenata u našoj zemlji, što će povoljno uticati na ukupne energetske bilanse i zaštitu životne sredine. Ove prognoze, međutim, nisu obuhvatile primenu prirodnog gasa za pogon motornih vozila, odnosno

u saobraćajnom sistemu Jugoslavije. Velika je verovatnoća da će se i u ovom pravcu uskoro učiniti pozitivni pomaci, što će, svakako, znatno uticati na ukupnu energetska situaciju u zemlji, pa i na planiranu potrošnju prirodnog gasa.

Primena prirodnog gasa za pogon motornih vozila u našoj zemlji

Pre više od dve godine Naftna industrija Srbije i njene članice ENERGOGAS iz Beograda i NIS-GAS iz Novog Sada, preko Udruženja za gas i gasnu tehniku, započela je istraživanje mogućnosti primene prirodnog gasa u saobraćaju u Srbiji. Rezultati ovih prvih istraživanja [8] nedvosmisleno su ukazali da je primena prirodnog gasa za pogon motornih vozila ne samo opravdana već i izrazito korisna, kako sa ekološkog, tako i sa energetske stanovišta. Pokazano je da se na taj način najefikasnije i najracionalnije mogu rešiti ozbiljni problemi zagađenja okoline, posebno u urbanim sredinama, uz povoljne energetske i ukupne ekonomske efekte. Polazeći od ovih zaključaka, neposredno zainteresovana preduzeća, uz podršku Privredne komore Jugoslavije, pokrenula su projekte za realizaciju ovih zadataka. Iako u sasvim početnim fazama, dva projekta zaslužuju posebnu pažnju. Reč je o izgradnji pilot-postrojenja u gradskim saobraćajnim preduzećima u Beogradu i Novom Sadu, koja treba neposredno da demonstriraju sve prednosti prirodnog gasa kao alternativnog goriva motora sa unutrašnjim sagorevanjem.

Tabela 8

Planirana potrošnja prirodnog gasa u Jugoslaviji

Godina	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2020.
Potrošnja (milijardi m ³)	1,7	2,7—3,0	3,5—4,0	4,5—5,0	5,5—6,0	6,5—7,0

Oba pilot-postrojenja imaće nekoliko autobusa na gasni pogon i potrebnu infrastrukturu (kompresorske stanice i drugu opremu). Autobuse će, u saradnji sa izabranim inostranim partnerima, projektovati i proizvesti IKARBUS iz Beograda i NEOBUS iz Novog Sada, ugradnjom gasnih motora isključivo namenjenih radu na komprimovani prirodni gas, rezervoara za komprimovani gas i druge opreme. Sličan projekat planira se i u preduzeću Zastava — kamioni, sa ciljem razvoja dostavnog vozila na komprimovani prirodni gas [19]. Krajnji cilj svih ovih početnih projekata jeste da se u dogledno vreme, u periodu od oko 10 godina, većina gradskih autobusa, komunalnih i dostavnih vozila u svim gradovima Jugoslavije prevede na pogon komprimovanim prirodnim gasom. To podrazumeva da se paralelno izgradi i odgovarajuća infrastruktura, odnosno sistem kompresorskih stanica za napajanje vozila prirodnim gasom.

Da bi ovi poduhvati bili uspešni nužno je da se obezbede odgovarajući uslovi. Pored potrebnih tehnološko-proizvodnih osnova, od presudne je važnosti obezbeđenje snažne podrške saveznih, republičkih i gradskih organa, nadležnih i odgovornih za ekologiju, energetiku i saobraćaj. Nužno je da se na svim nivoima odlučivanja u zemlji stvori svest o neophodnosti primene prirodnog gasa za pogon motornih vozila, kao najefikasnijem i najekonomičnijem načinu za rešavanje sve većih problema zaštite životne sredine, sa svih aspekata posmatranja, uz povoljne energetske i ukupne ekonomske efekte. Podrška države i upravnih organa ne sme biti samo verbalna, već mora uključiti i odgovarajuću regulativu, kako u pogledu standarda i propisa vezanih za zaštitu na radu, bezbednost i opšti kvalitet proizvoda i procesa, tako i u delu fiskalne i cenovne politike, koja bi stimulisala naftnu industriju, proizvođače vozila i opreme i, posebno, korisnike takvih vozila. Pri kreiranju takve politike iskustva drugih zemalja mogu biti od neposredne koristi.

Uvođenje prirodnog gasa za pogon motornih vozila u Vojsci Jugoslavije

Polazeći od realne pretpostavke da će se i u Jugoslaviji, kao i u drugim zemljama, u narednim godinama uvesti i sve više povećavati primena prirodnog gasa za pogon motornih vozila, logično je da se o ovom alternativnom gorivu blagovremeno razmišlja i u Vojsci Jugoslavije. Ima dovoljno osnova da se izradi odgovarajuća prethodna analiza, kako bi se sagledali svi bitni elementi, potrebe i koristi od primene prirodnog gasa za pogon pojedinih vrsta i kategorija neborbenih i borbenih motornih vozila. Pri tome treba usmeriti pažnju na vozila koja danas koriste dizel gorivo, a to je praktično ceo park borbenih i najveći deo neborbenih vozila. Analizom treba obuhvatiti sva značajna pitanja od razvoja, odnosno rekonstrukcije vozila, do potrebnih izmena u sistemu održavanja, snabdevanja i sistema integralnog tehničkog obezbeđenja u celini. Dogradnji pravilnika, standarda i normativa koji regulišu bezbednost i zaštitu na radu, kao i obuci ljudstva, vozača, mehaničara i svih drugih direktnih ili indirektnih učesnika u ovom složenom sistemu, treba, takođe, pokloniti punu pažnju.

Iako je pre izrade početnih studija teško davati konačne ocene, ima osnova za pretpostavku da je uputno početi od izrade projekata za preradu, odnosno rekonstrukciju vozila, tako da mogu da rade na režimu »dvogorivih« motora. Ovako prerađena vozila mogla bi da rade i samo na dizel gorivo, ali bi bila osposobljena da koriste i prirodni gas, s tim što bi se za startovanje i u drugim posebnim režimima koristilo i 10 do 15% dizel goriva. Na taj način ovako rekonstruisana vozila osposobila bi se da koriste prirodni gas u slučajevima nestašice dizel goriva ili u drugim okolnostima koje nameću energetska i druga ograničenja u snabdevanju, posebno u regionima zemlje u kojima treba očekivati veću primenu

prirodnog gasa u saobraćaju. Posle eksperimentalne provere ovih projektnih rešenja pristupilo bi se analizi potrebnih izmena u sistemu ITOB, u svim njegovim segmentima, kao i analizi uticaja na druge značajne elemente.

Opravdanost ove orijentacije temelji se i na činjenici da u našoj zemlji postoji proizvodnja prirodnog gasa koja, iako nedovoljna za ukupne energetske potrebe, u određenim situacijama može da bude presudna za snabdevanje vozila u Vojski Jugoslavije. Naravno, konačne ocene o svim ovim pitanjima treba da se donesu pošto se detaljno analiziraju svi važni elementi, kako sa stanovišta snabdevanja, energetike, ekologije, tako i sa aspekta doktrine i vojne veštine.

Zaključak

Uvođenje alternativnih goriva za pogon motornih vozila stvarna je potreba, diktirana ekološkim i energetskim razlozima. Od svih alternativa, prirodni gas je u ovom trenutku, a i u godinama koje slede, najpovoljnije al-

ternativno gorivo, što dokazuju i preliminarne istraživanja sprovedena u našoj zemlji, kao i pozitivna iskustva i praksa u drugim zemljama. Prirodni gas ima povoljna ekološka svojstva, stvarajući uslove za zadovoljenje i najstrožih propisa koji regulišu dozvoljene emisije izduvnih gasova motornih vozila. Uz to, prirodni gas ima i nesporne energetske i ekonomske prednosti, zasnovane na velikim rezervama u prirodi i nižim cenama.

Snaga argumenata koji potvrđuju ove stavove sasvim je dovoljna za kreiranje odgovarajuće politike na nivou države i svih nadležnih i posredno ili neposredno zainteresovanih institucija. To se neposredno odnosi i na Vojsku Jugoslavije, koja u okolnostima veće primene prirodnog gasa za pogon motornih vozila u Jugoslaviji mora da obezbedi odgovarajuća rešenja za svoj vozni park. U tom smislu ovaj rad treba shvatiti kao inicijativu za preduzimanje odgovarajućih akcija, a pre svega izradu odgovarajuće prethodne analize, sa elementima studije izvodljivosti za pojedine vrste i kategorije vozila.

Literatura:

- [1] Traffic Growth and Infrastructure Needs in Europe, AIT-FIA Euroconference, Bonn, 1994.
- [2] Evolution of Tourism and the Automobile, Report by the General Secretariat of AIT, Geneve, Septembar 1996.
- [3] Energy Efficiency in Transportation — Alternatives for the Future, United Nations, Dpt. for Dev. Support and Management, Publ. ST/TCD/EB/1. New York, 1993.
- [4] Bertrand, B.: Automobiles, Energy and Environment after 2005, Proc. FISITA Congress/SAE Paper 945111, Beijing, 1994.
- [5] Tichy, von G., Industrie und Energie, Erdol Erdgas Kohle, No. 12, 1992.
- [6] Patil, P.: Alternative Fuels in Future Vehicles. Automotive Engineering, No. 1. 1996.
- [7] Sierens, R., Rosseel, E.: A Comparison of Alternative Fuels for C.I. Engines, Proc. FISITA Congress/SAE Paper 945147, Beijing/Pittsburg, 1994.
- [8] Mogućnosti primene prirodnog gasa u saobraćaju u Srbiji, Jugoslovensko udruženje za gas i gasnu tehniku, Beograd, 1996.
- [9] Blinge, M., et al.: Environmental Life Cycle Assessment on Natural Gas and Diesel Fuel in City Buses, Proc. The Int. Conf. »Gas in the engines«, Moskva, 1996.
- [10] Frank, G., Brunner, G.: LPG and CNG — Their Use in City Buses and the Effects on the Exhaust Emissions, Proc. FISITA Congress/SAE Paper 945147, Beijing, 1994.
- [11] Mariani, F., CNG in Italy, Situation and Perspectives, Proc. The Int. Conf. »Gas in the engines«, Moskva, 1996.
- [12] NGV User's Guide, Automotive Engineering, March, Pittsburg, 1994.
- [13] Seisler, J.: NGV Politics: An International Perspective, Proc. The Int. Conf. »Gas in the engines«, Moskva, 1996.
- [14] Perspektivi razvitija, proizvodstva i primenjenija v Rosii motornih topliv i himičiskih produktov iz prirodnog gaza do 2010 g., GAZ-PROM, Moskva, 1996.
- [15] Zwemmer, A.: NGV Refuelling Stations in Europe as well as Worldwide, Proc. The Int. Conf. »Gas in the engines«, Moskva, 1996.
- [16] Gritsenko, A.: Evaluation of the Russian Natural Gas Market for Automotive, Railway and Air Transportation, Proc. The Int. Conf. »Gas in the engines«, Moskva, 1996.
- [17] IGU- 20th World Gas Conf. Proc., Report of Committee K »Utilization of Gases for the Transportation Sector«, Copenhagen, 1997.
- [18] Todorović, J.: Energetska racionalizacija vozila, Zbornik Savetovanja »Racionalno gazdovanje energijom u širokoj potrošnji«, Beograd, 1997.
- [19] Todorović, J., Kokić, M.: Dostavno vozilo ZA-STAVA RIVAL na komprimovani prirodni gas, Zbornik Saopštenja »Nauka i motorna vozila«, JUMV, Beograd, 1997.
- [20] Strelec i dr., Plinski priručnik, Zagreb, 1995.