

ALTERNATIVNA GORIVA MOTORA I NJIHOVA PRIMENA SA ASPEKTA TEHNIČKIH MOGUĆNOSTI I ZAKONSKIH OGRANIČENJA

Aleksandar Stefanović¹, Boban Nikolić²

SAŽETAK:

Pooštravanje zakonskih i društvenih normi o emisiji izduvnih gasova motora i očekujući propisi o maksimiranju potrošnje goriva, direktno utiču na razvoj motora sa unutrašnjim sagorevanjem ali i na pogonska goriva istih. Iz tih razloga, a ne samo u godinama “energetske krize” mora se razmišljati i raditi na pronalaženju, razvoju i ispitivanju pogodnih goriva za motore.

Ovaj rad ima za cilj da prezentira aktuelne trendove u primeni alternativnih goriva u motorima kao i da ukaže na prednosti i nedostatke istih prema već poznatim ili očekujućim rezultatima.

Od alternativnih tečnih goriva, u prvom redu alkohola, biljnih ulja i metil estai istih, očekuje se da, bar u našim uslovima, samo delimično nadoknade klasična tečna goriva. Prema trenutnim pokazateljima smatra se da su skoro sve nekada nepoznanice u korišćenju biljnih ulja sada već ispitane i sa predlozima za njihovo korišćenje. Takođe i sa ispitivanja emisije izduvnih gasova motora, koji su trošili metil estre biljnih ulja, već ima pouzdanih rezultata.

Od gasovitih goriva, razmatraće se dalja mogućnost primene već dosta ispitanih i primenjivanih prirodnog gasa i biogasa ali i vodonika, čija upotreba, bar na prvi pogled, pruža dosta prednosti. Kod gasovitih goriva, kao glavni nedostatak, se smatra mala energetska gustina, te samim tim lokomobilnost vozila, ali i problemi prilikom “tankiranja” goriva.

Ključne reči: *alternativna goriva, potrošnja goriva, izduvni gasovi*

¹ dr Aleksandar Stefanović, redovni profesor, Mašinski fakultet u Nišu.

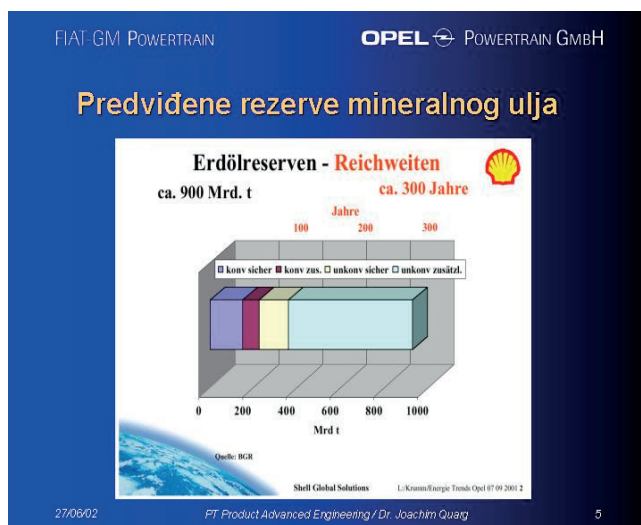
² Boban Nikolić, dipl. maš. inž., saradnik Mašinskog fakulteta u Nišu.

Sveukupna ljudska aktivnost na Zemlji, znatno je poremetila ekološku ravnotežu i materijalne rezerve. U tome motori i motorna vozila uopšte, prema nekim procenama /4/ imaju nešto više od 14 % učešća u zagađivanju okoline, a proizvode se i kao znatni izazivači buke i vibracija.

Shvativši da je potencijal do sada korišćenih fosilnih energenata kao goriva za motore ipak konačna vrednost, kao i to da je većina država potpuno zavisna od uvoza sirove ili prerađene nafte, tek zadnjih dvadesetak godina se posebna pažnja posvećuje istraživanjima u oblasti alternativnih energetske izvora, pri čemu se poseban zanačaj pridaje obnovljivim izvorima.

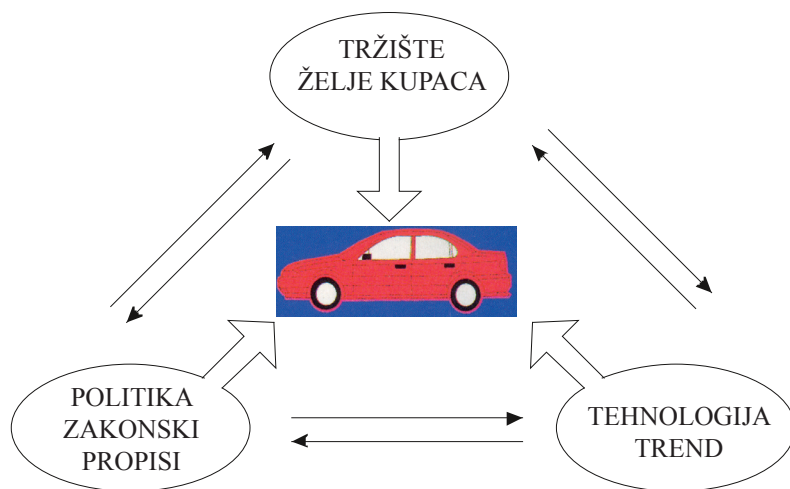
S tim u vezi i motori sa unutrašnjim sagorevanjem sve više se integrišu sa okolinom, kako sa stanovišta funkcionalnih svojstava, bezbednosti saobraćaja i zaštite okoline, tako i u odnosu na racionalno korišćenje energije, sirovina i drugih prirodnih izvora, ali i ekonomično odvijanje proizvodnih procesa. U vremenu u kome živimo, a posebno u onome koje je pred nama, integracija motora i motornih vozila sa okruženjem mora postići izuzetno visoku efikasnost i "stepen integracije" uz male troškove proizvodnje i održavanja, a da se pritom postigne maksimalna efikasnost u njihovom recikliranju. Ovakvi zahtevi već sada postaju mogući, a u budućnosti su sasvim izvesni, zahvaljujući, između ostalog, i velikom primenom elektronike, automatizacije i specijalnih mikroprocesora, postizujući da nekad tipično mašinski sistemi postanu složeni i multidisciplinarni tehnički sistemi.

U ovako znatno izmenjenim uslovima egzistencije u odnosu na ranije, sada klasična shvatanja, svi uticajni faktori u proizvodnji motora ali i motornih vozila, mogu se svrstati u tri osnovne međuzavisnosti (slika 1).



Slika 1: Svetske utvrđene i predviđene rezerve sirove nafte /3/

Pod pojmom “**tehnologija i trend**” podrazumevaju se stanje i mogućnosti u mašingradnji i tehnologiji kao i njihova međusobna zavisnost. Čak i sa sadašnjim stanjem razvoja u ovoj oblasti, ovde se ne očekuju veći problemi, bez obzira na uticaj faktora “politika i zakonska ograničenja”. Ono čemu se posebno sada pridaje važnost je smanjenje potrošnje goriva i emisije štetnih komponenata u izduvnim gasovima, smanjenje buke, povećanje komoditeta, sigurnosti putnika, ali i povećanje snage i elastičnosti motora. Rešenja za navedene probleme su u principu poznata, no trenutno je ograničavajući faktor tržište, odnosno kupovna moć onih kojima su motori i vozila namenjeni. Jednostavnije rečeno, smatramo da u tehničkim rešenjima ne treba očekivati teškoće, već pre svega treba tražiti jeftiniju mogućnost proizvodnje.



Slika 2: Uticajni faktori u razvoju i proizvodnji motora i vozila

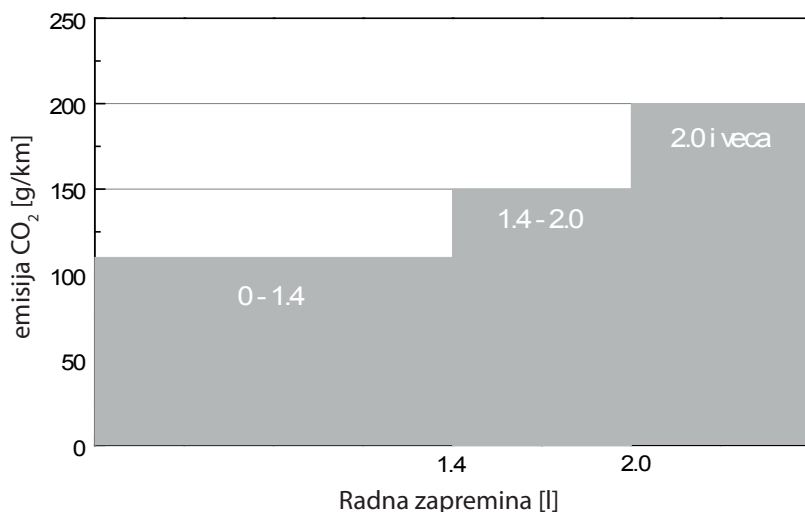
Želja za čistijom i zdravijom prirodnom sredinom, visokog životnog standarda ali i konačnost klasičnih enetgetskih izvora, neumitno je navela društvo da propisima nateraju proizvođače ali i potrošače na drugojačiji i sve stroži odnos prema okolini. Naravno, strategija razvoja jedne zemlje, poreske olakšice za “čistije motore”, maksimalne brzine na putevima, protočna sposobnost puteva definisana preko specifične snage vozila unutar jedne države ali i međusobni odnosi između pojedinih država, uvele su i politiku u veoma bitne činioce proizvodnje. Ovi uticajni faktori obuhvaćeni su izrazom “**politika i zakonska ograničenja**”. Ovde su posebno značajni propisi o graničnim vrednostima emisije štetnih izduvnih gasova (takozvane EURO norme) i buke, a u svetlu konačnosti energenata, emisije izduvnih gasova i limitirane potrošnja goriva u zavisnosti od radne zapremine motora. S obzirom da zasada poznata tehnička rešenja, koja bi zadovoljila navedene

propise, još uvek nisu dovoljno jeftina čak i u visokoserijskoj proizvodnji, očekuju se i veći napori proizvođača u pravcu tehno-ekonomskih rešenja.

Kod oto motora, ovo prethodno navedeno se pre svega odnosi na konstrukciju motora sa kontinualno varijabilnim razvodnim sistemom, brzim unutrašnjim obrazovanjem gorive smeše i njenim jednovremenim sagorevanjem u poroznoj sredini, isključivanjem pojedinih cilindara pri radu na malom opterećenju i sličnim novim za sada skupim i nedovoljno sigurnim konstruktivnim rešenjima.

Kod dizel motora ne očekuju se neka "revolucionarna" rešenja, osim da će se više graditi direktno ubrizgavani turmonatpunjeni motori sa međuhlađenjem, četveroventilski razvod radnog medijuma, a pre svega visokim napretkom u elektronskoj kontroli visokopritisnog ubrizgavanja.

Kod obe vrste motora sistemi za naknadnu obradu izduvnih gasova katalitičkim dogorevanjem, redukcijom i oksidacijom se, naravno, podrazumevaju kao sastavni deo opreme svih motora.

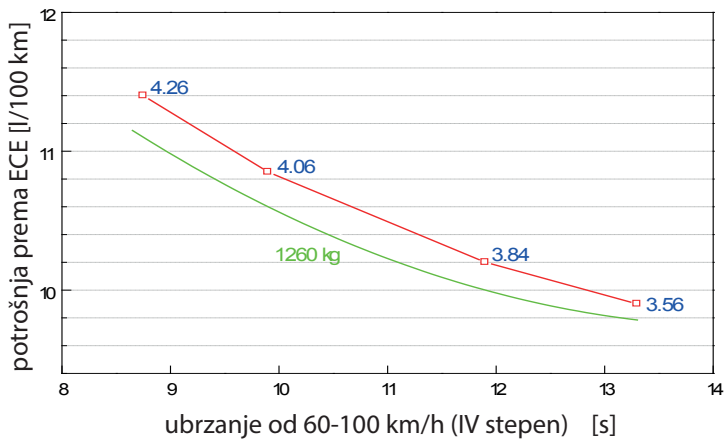


Slika 3.: Predlog ograničenja emisije CO₂ (prema /2/)

Bez sumnje, može se reći da ovaj faktor, u stvari, i usmerava pravac razvoja motora i komponenata, ali i postavlja pitanje kom alternativnom energentu treba dati "zeleno svetlo" na početku XXI veka, kao gorivu motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Sa ovog aspekta posmatrano, fiskalna politika država, koja je i nametnula razliku u koncepciji američkih i evropskih motora, odnosno litarska snaga, kao faktor oporezivanja, gubi svoj značaj osnivanjem multinacionalnih kompanija i otvaranjem svetskog tržišta.

"Tržište i želje korisnika" takode bitno utiču sa povratnom spregom na oba prethodno navedena faktora. Za sada želje korisnika su usmerene ka snazi motora,

komforu vožnje ali ka aktivnoj bezbednosti vozača i putnika /3/. Pri tome pod snagom motora se ne podrazumeva i postizanje maksimalne brzine, već i veće ubrzanje vozila u višim stepenima prenosa na nižim brzinama kretanja i znatna “rezerva” snage kada je vozilo pod punim opterećenjem. To automatski znači i napor proizvođača motora da proizvedu motor sa visokim obrtnim momentom na nižim brojevima obrtaja, ali i napor proizvođača vozila da usklade oprečne zahteve o ograničenju potrošnje prema ubrzanju vozila.



Slika 4: Uticaj prenosnog odnosa pogonskog mosta na ubrzanje i potrošnju goriva (Ford Mondeo), /4/

U svetlu ovako naznačenih problema koji se postavljaju pred proizvođače motora, posmatrano i sa aspekta konačnosti fosilnih goriva i limitiranja emisije štetnih izduvnih gasova, proizvođačima motora postavlja se kao problem i optimalni izbor goriva budućih motora. Pri tome bi se cilj kome treba težiti mogao definisati kao: minimum potrošnje energenata, minimum štetnih izduvnih gasova a maksimalan komfor, sigurnost i ekonomičnost transporta ljudi i sredstava (veliki radijus kretanja sa jednim “punjenjem”, veliko ubrzanje i brzine kretanja). Da bi se postigao povoljan radijus kretanja sa jednim “punjenjem” energenata, potrebno je da odnos raspoložive energije i mase energenta sa njegovim rezervoarom kWh/kg, odnosno kWh/l (gustina energije tj. specifična energija) bude što viši. Za zadovoljenje zahteva o optimalnom ubrzanju i brzini trebalo bi da specifična snaga vozila (kW/kg, odnosno kW/l) bude takođe visoka. Ovi zahtevi obično nisu “kompatibilni” sa zakonskim regulativama o dozvoljenoj brzini kretanja na putevima i limitiranoj potrošnji goriva, raspoloživim resursima energenata.

Od sada poznatih alternativnih energenata, pred kojima budućnost nije zatvorena, može se razmišljati o sledećim:

- gasovita goriva: tečni naftni gas, zemni gas, metan, biogas i vodonik,
- tečna goriva: metanol, biljna ulja i estri istih,
- vozila sa elektropogonom i hibridni pogon vozila.

Tečni naftni gas

Spada u grupu goriva koja se već duže koristi sa većim ili manjim intenzitetom. U našim uslovima količina koja preostaje za tržište goriva zavisi, uglavnom, od političkih međudržavnih prilika, ali i od odnosa naše države prema ovom gorivu, s obzirom da ga iz domaćih izvora nema dovoljno.

Sa aspekta emisije štetnih izduvnih gasova, sva dosadašnja ispitivanja ukazala su da ovo gorivo može zadovoljiti i najstrožije norme koje se tiču količina CO, CO₂, HC i NO_x grupe ali i zahteve za dugotrajnošću motora. Oprema vozila koja bi bila potrebna za pogon motora ovim gorivom je takođe već poznata i u toj oblasti ne treba očekivati probleme. Očekujemo da se ove godine prihvati i kod nas direktive ECE R 67/01 i 115, koje su u zemljama Evropske unije već davno na snazi i time razreši dosadašnje nepostojanje propisa saglasnih sa propisima EU i problemi koji se sa tim javljaju.

Međutim, kako ovo gorivo ne spada u grupu obnovljivih goriva, bez obzira što se može dobiti i sintetizovanjem iz uglja, njegovo korišćenje u budućnosti, prema nekim pokazateljima /3/, biće dosta ograničeno.

Zemni gas i metan

Nasuprot tečnom naftnom gasu, procenjene velike rezerve zemnog gasa, čine ga veoma interesantnim za korišćenje i u budućnosti. U pojedinim zemljama Evrope (Italija) a pogotovu Južne Amerike (Argentina), ova vrsta goriva je u masovnoj primeni u taksi vozilima i vozilima gradskog saobraćaja /9, 11/, a zadnjih par godina i u puničkom vozilima. Ovo tim pre što su dosadašnje otkrivene količine gasa dovoljne za narednih 200 -300 godina.

Sa aspekta tehnike i emisije izduvnih gasova ne treba očekivati probleme. Ono što ga do sada nije činilo glavnim pogonskim sredstvom vozila je veoma nepovoljan odnos energetske gustine. Naime, neophodnost primene rezervoara pod visokim pritiskom (200 bara), te samim tim njihova velika težina u odnosu na raspoloživu zapreminu, čine ga podesnim samo za upotrebu u tretnim vozilima ili autobusima u gradskom ili prigradskom transportu (oko 5,35 kg mase rezervoara za svakih 41 MJ), uz smanjivanje korisne nosivosti za oko 20%.

Međutim, zbog sve veće razlike u ceni između klasičnih tečnih goriva i zemnog gasa, ovo gorivo sve brže dobija na značaju, usled čega se trenutno kod nas intenzivno grade magistralni i mreža lokalnih gasovoda. U našoj zemlji zemni gas

se još uvek znatnije ne primenjuje osim u nekim stacionarnim postrojenjima, mada već postoji jedna punionica (u NIS Novi Sad) na kojoj se snabdevaju ovim gorivom samo službena putnička vozila NIS-a.

Više u reklamne svrhe, a i radi potrebnih ispitivanja, odnosno spremnijeg dočekivanja budućnosti, fabrika automobila “Zastava” je početkom ove godine, u saradnji sa italijanskom firmom “Landi Renzo”, ugradila uređaj za zemni gas u jedno vozilo tipa florida. Međutim, dok se mreža punionica ne raširi, ovo vozilo će ostati samo kao sajamski eksponat.

Rezultati dobijeni korišćenjem kriogenih rezervoara (temperatura niža od -160 °C), ukazuju da je masa rezervoara manja za oko 8 puta, a zapremina tečnog gasa oko 3 puta u odnosu na masu rezervoara i zapreminu gasa pod pritiskom od 200 bara ali na temperaturi okoline. Međutim zbog svoje cene i otežanog opsluživanja samog kriogenog rezervoara (vidi poglavlje vodonik) on nije ni do sada našao širu praktičnu primenu na vozilima.

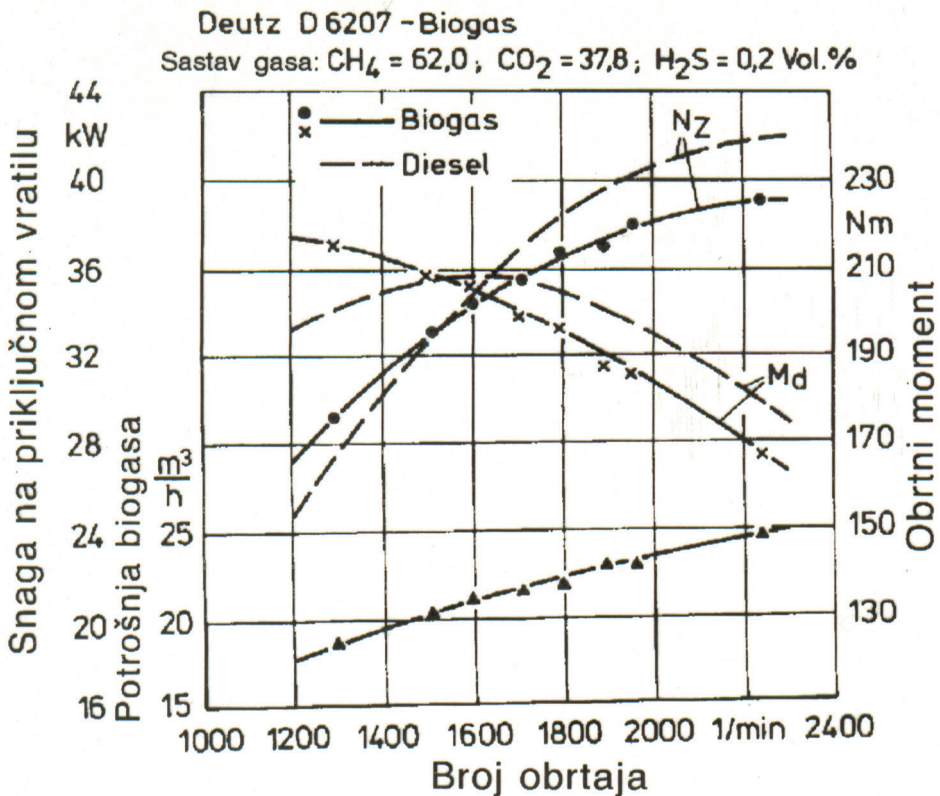


Slika 5: Utvrđene svetske rezerve zemnog gasa /3/

Biogas

U odnosu na prethodno navedene, ovaj gas spada u grupu obnovljivih goriva, s obzirom da nastaje kao prirodan produkt raspadanja organskih supstanci. Po svom

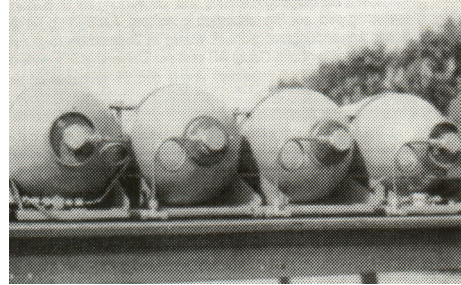
sadržaju predstavlja smešu metana i ugljen-dioksida (oko 55% - 70% CH_4) uz primese do 6%, kao vodene pare, azota, vodonika i sumporvodonika. Samim tim, jedina vredna goriva supstancija je metan, dok se sumpor-vodonik mora odstraniti kao veoma korozivni gas /5/. Ispitivanje emisije štetnih izduvnih gasova i tehničkih mogućnosti primene dali su pozitivne rezultate, te sa te strane bi se biogas mogao smatrati kvalitetnim gorivom i u budućnosti. Međutim, razudnost mesta dobijanja (stočarske farme, uređaji za prečišćavanje otpadnih voda) a potom i način skladištenja u vozilima (na isti način kao i metan), čine ga podesnim samo za vozila sa malim radijusom kretanja /5/ (traktori ili lokalna dostavna vozila). Naravno, i cena konvencionalnih tečnih goriva je trenutno direktan konkurent ovom gasovitom gorivu. Sa druge strane, za stacionarne motore, na primer na farmama, za dobijanje električne energije, ovo gorivo je veoma aktuelno u zapadnoevropskim zemljama, pogotovo u SR Nemačkoj, gde vlada ove države poreskom politikom stimuliše korišćenje svih alternativnih izvora energije pa i biogasa.



Slika 6.: Dijagram karakteristika motorasa pogonom na biogasa, /5/



Slika 7: Traktor sa pogonom na biogas /5/
boce sa biogasom na krovu)

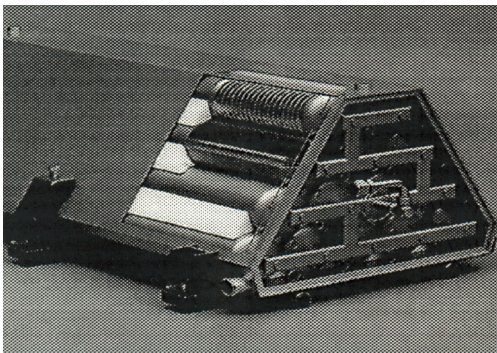


Slika 8: Boce pod visokim pritiskom biogasa na krovu traktora /5/

Vodonik

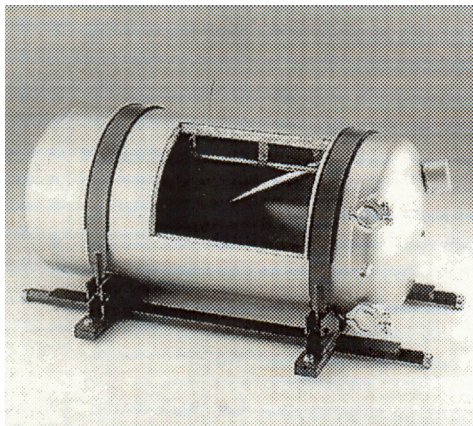
Na prvi pogled vodonik kao gorivo motora ima dosta prednosti i šansu kao gorivo budućnosti. Sagoreva potpuno do CO_2 uz neznatan sadržaj ugljovodonika koji potiče, u stvari, od sagorevanja uljnog filma u cilindru. Međutim, kao čisto i kvalitetno gorivo, a uz to u homogenoj smeši sa vazduhom, sagoreva stvarajući temperaturu znatno višu od 2500 K, što veoma pogoduje stvaranju azotnih oksida (NO_x). Pored navedenog i težnja ka brzom i detonantnom sagorevanju, u sadašnjem stanju tehničkih rešenja, čine ga ne baš "prijateljskim" gorivom.

Pored navedenog, kao i kod ostalih gasovitih goriva, energetska "gustina" rezervoara vodonika kod vozila, još uvek je problematična, mada su tehnička rešenja primene vodonika i njegovog skladištenja u mobilnim rezervoarima poznata.



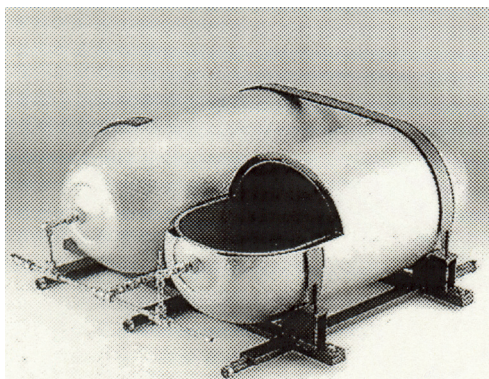
Slika 9: Rezervoar sa metalnim hridom

- Energetski ekvivalent: 15 lit benzina
- Zapremina rezervoara : 170 lit
- Masa rezervoara: 320 kg
- Pritisak: 50 bara
- Energetska gustina:
 - za metalni hidrid 0,4 kWh/kg;
 - 0,8 kWh/lit
 - za metilciclohexan 0.56 kWh/kg;
 - 0,37kW/lit
- Vreme tankiranja: cca 10 min (za obe vrste)



Slika 10: Kriogeni rezervoar - tečni vodonik na $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$

-Energetski ekvivalent:	15 lit benzina
-Zapremina rezervoara:	140 lit
-Masa rezervoara:	20 kg
-Pritisak:	4 bara
-Energetska gustina:	6 kWh/kg;
	1 -1,7 kWh/lit
-Vreme tankiranja:	oko 60 min



Slika 11: Rezervoar pod visokim pritiskom

-Energetski ekvivalent:	15 lit benzina
-Zapremina rezervoara:	250 lit
-Masa rezervoara:	120 kg
-Pritisak:	300 bara
-Energetska gustina:	1kWh/kg; 0,55 kWh/lit

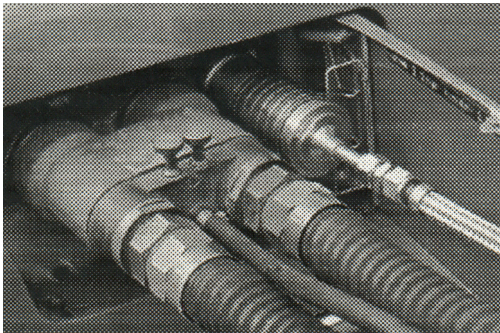
Naime, za korišćenje vodonika u vozilima, osnovni problem su vrsta rezervoara u kome bi isti bio "skladišten" u dovoljnoj količini za određeni radijus kretanja, te s tim u vezi i agregatno stanje vodonika. Današnja tehnički primenljiva rešenja odnose se na :

– **Vodonik** koji je u "rezervoaru" hemijski vezan u obliku metalnog hidrida (slika 9). U cevi sa dvostrukim zidovima (izmenjivač toplote) metalni prah apsorbuje vodonik koji se "uduvava", obrazujući pri tome metalni hidrid ili pak metilcyklohexan - toluol. Pri ovakvoj reakciji oslobada se toplota koja se mora odvesti - najčešće vodom koja struji kroz omotač cevi. Obrnutim procesom - dovodeњem toplote iz metal-hidrida oslobada se vodonik u gasnom obliku, te se kao takav može koristiti. Za dehidriranje povećana potrošnja vodonika je: kod metalhidrida 10% a kod metilcyklohexana 30%.

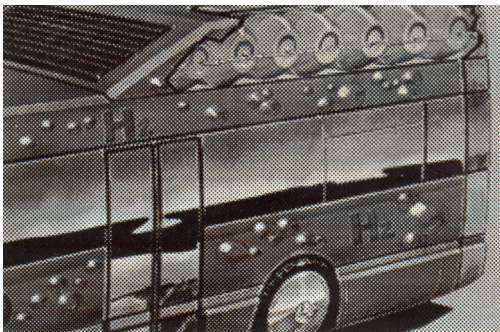
– **Rezervoar** sa tečnim vodonikom. Vodonik rashladen do temperature od minus $253\text{ }^{\circ}\text{C}$ prevodi se u tečno stanje, te se posebnim pumpama, pod pritiskom od oko 4 bara, ubacuje u specijalni - kriogeni rezervoar. Ovakva vrsta "skladištenja"

vodonika ima i negativnosti: kao što je dnevni gubitak vodonika od oko 2% zapremine tanka zbog isparavanja. Druga mana je neophodnost velike količine toplote za isparavanje vodonika pri njegovom korišćenju (energetski gubitak od oko 30%) /1/.

– **Rezervoari** sa vodonikom u gasnom obliku pod pritiskom od 200 - 300 bara. Osnovna negativnost ovakvog skladištenja - velika masa rezervoara mogla bi se smanjiti primenom kompozitnih materijala.



Slika 12: Izgled priključka za tankiranje vodonikom kod rezervoara sa metalnim hidridom



Slika 13: Jedno od pogodnih mesta za smeštaj boca sa vodonikom (na krovu ili ispod poda vozila)

Sa leve strane: cevovodi za odvođenje toplote pri tankiranju
Sa desne strane: separadni priključak za dovod vodonika

Metanol kao alternativno gorivo

Metanol se može smatrati obnovljivim energentom, s obzirom da se može dobiti i iz biljaka vrenjem skroba ili šećera, pored sintetičkog načina dobijanja iz uglja ili zemnog gasa. Bez obzira na način dobijanja metanola, resursi iz kojih bi se dobijao, prema dosada raspoloživim podacima, su zadovoljavajući. Kao gorivo, po svojim pogonskim karakteristikama i energetske gustini (specifičnoj energiji) kWh/kg, slično je klasičnim tečnim gorivima osim što je isto otrovno za ljude. Sa aspekta tehničke mogućnosti smatra se da su sva pitanja već rešena, tim pre što i sada zatan broj vozila u nekim državama koristi ovo gorivo (npr. Brazil sa 60% vozila koja koriste metanol). Međutim, u znatnom broju država, uključujući i na-

šu, cena sirovina i proizvodnje metanola trenutno nisu konkurentni ceni klasičnih goriva.

Kao i kod ostalih alternativnih goriva iz biljnih sirovina (biljna ulja), smatra se da je njihova primena sa aspekta emisije CO₂ povoljna, bolje rečeno neutralna na atmosferu, obzirom da je količina CO₂ koja se emituje sagorevanjem istih jednaka količini koju biljke apsorbuju iz atmosfere radi ostvarenja fotosinteze.

Biljna ulja i njihovi estri

Većina naučnika koji se bave problematikom energenata smatra da su ova goriva perspektivna. Naime, neki pokazatelji iz SR Nemačke govore da kada bi se uljnom repicom zasejala površina veličine same Nemačke, ulje dobijeno iz repice moglo bi da supstituiše svu količinu nafte koja se koristi u Nemačkoj. Međutim, upravo u potrebi za tako velikim površinama, leži i jedan od problema, koji "pomračuje" njihovu perspektivu, tako da je realno razmišljanje da će biljna ulja i njihovi estri biti samo jedno od alternativnih goriva kojima će se supstituisati klasični energenti.

Prema dosadašnjim istraživanjima može se zaključiti da čista ulja repice imaju ograničenu primenu. Naime, veliki molekuli biljnih ulja ne dozvoljavaju brzo, potpuno i sagorevanje bez ostataka u cilindrima motora obzirom da je za kvalitetno sagorevanje biljnih ulja potrebna viša temperatura ciklusa /6/. Međutim, motori sa podeljenim kompresionim prostorom čista ulja mogu koristiti kao gorivo. Za razliku od čistih ulja primena metil-estra kao goriva sa aspekta motora u principu nema ograničenja, mada se pojedini proizvođači motora ipak ograđuju tvrdeći da njihova garancija važi samo za klasično dizel gorivo. Za razliku od čistih biljnih ulja, njihovom esterifikacijom, veliki molekuli ulja se razbijaju, tako da se estri biljnih ulja u principu bez ikakve prepravke mogu koristiti i kod motora sa direktnim ubrizgavanjem. U tom smislu posebno su pogodni estri ulja repice, dok su estri ostalih ulja takode primenljivi, mada imaju i nekih negativnih osobina, koje se izborom sorti semena uljarica i dodatnom hemijskom obradom mogu umanjiti.

Takođe i ispitivanja vezana za odnos estri biljnih ulja - ekologija, čovek, pouzdanost i dugovečnost motora imaju već svoje konačne pokazatelje. Eksploataciona ispitivanja i naših motora, izvršena na Mašinskom fakultetu u Beogradu još 1994. godine, ukazuju da su estri biljnih ulja sa stanovišta energetske karakteristike dovoljno kvalitetno gorivo /6/. Sadašnji propisi o emisiji izduvnih gasova, prilagođeni klasičnim gorivima, ne obuhvataju i izduvne gasove čija je pojava evidentna pri radu sa biljnim uljima i njihovim estrima (alifati, aromati, ketoni, policiklična jedinjenja), tako da treba očekivati i zakonsku regulativu ovog problema, ovo tim pre što različite vrste motora oslobađaju različitu količinu ovih štetnih jedinjenja, koja je ponekada veću od količine dozvoljene za radnu sredinu /6/.

Tabela 1. Primenljivost biljnih ulja u motorima, /6/

Vrsta goriva	Čisto ulje	Estri biljnih ulja	Aditivirano ulje	Hidrokrekovano ulje
Naziv	Prirodni dizel Naturdizel*	Biodizel	Mešavina ulja i aditiva	Dizel gorivo na bazi biljnih ulja
Primer	Ulje repice	Metilester ulja repice	Gorivo "Tessol- Nadi"	VEBA koncept goriva
Primena u motoru	Specijalni dizel motori**	Svi motori	Svi motori***	Svi motori

* Uobičajeni naziv u zemljama EU

** Motori sa direktnim ubrizgavanjem modifikovani prema elsbett principu ili motori sa vihornom komorom i natpunjenjem

*** Motori sa direktnim ubrizgavanjem i turbonatpunjenjem, ali sa ograničenjem primene u pogledu dugotrajnosti i vremena rada sa malim opterećenjem

Vozila sa elektropogonom

U odnosu na sva do sada poznata goriva, energent koji je veoma pogodan za primenu u vozilima je upravo električna struja. Pri tome samo električna energija dobijena iz regenerativnih izvora (solarna, vodena ili energija vetra), je potpuno ekološki neutralna. Prema sadašnjim tehničkim rešenjima, pogonsko - regulaciona grupa na vozilu može se smatrati rešenim pitanjem /1/. Ovo tim pre što su motori na jednosmernu struju kao stvoreni za pogon vozila zbog svoje izvanredne momentne karakteristike. Ključni problem su trenutno baterije iz kojih bi se elektromotori napajali. Vrste baterija koje bi po današnjim merilima bile pogodne za upotrebu su date u tabeli 2. Najviše primenjivane i do sada ispitane su olovne baterije, dok se ostale vrste još uvek nalaze u razvojnom stadijumu ili je njihova proizvodnja čak u velikoj seriji još uvek previsoka.

Uopšte uzevši, ekonomičnost baterija je takođe još uvek nezadovoljavajuća s obzirom na njihovu cenu i mogući broj ciklusa punjenja i pražnjenja. No, bez obzira na velike nepoznanice i trenutnu neekonomičnost elektro pogona, smatra se da će se uskoro naći zadovoljavajuće rešenje. Ovo se potkrepljuje i velikim napretkom u stvaranju novih materijala (visoko permeabilni magneti, moderna regulaciona tehnika, kompozitni materijali).

Tabela 2. Usporedne karakteristike baterija za pogon vozila, /1/

Vrsta baterije	Specifična energija 2satapražnjenja		Specifična snaga 5 min		Napon po ćeliji V	Radna temperatura °C		Stepen korisnosti %	Cena/kWh za 10 ⁴ sati godišnje €
	Wh/kg	Wh/h	W/kg	W/lit					
Nikl -kadmijum	65	48	190	140	1,35	-20	45	55-60	750
Cink-Brom	60	65	72	80	1,76	-5	45	65-70	trend 300
Natrijum-sumpor (visokotemperatne baterije)	95	70	120	90	2,08	290	330	87	trend 350
Natrijum- niklhlorid	67	90	80	110	2,58	270	300	?	?
Olovo- olovo oksid	80	35	250	110	2	-10	55	55-60	300

1. Za sve vrste baterija samopražnjenje je u granicama 0,5-1% na dan, osim za visokotemperaturne baterije kod kojih je oko 7% na dan kao energija zagrevanja
2. Vreme punjenja svih baterija pri snazi punjenja od 3,2 kW je oko 7 do 8 sati

ZAKLJUČAK

Visoka koncentracija energije u nafti i relativno lak način rada sa njom, učinio je da ostali energetske izvori, uključujući i alternativna goriva, nisu bili dovoljno konkurentni ni ekonomični, tako da je ona postala univerzalno energetske sredstvo, a da se pri tome nije dovoljno vodilo računa o relativno skromnim rezervama. Prema predviđanjima mnogih naučnika, potreba za naftom u 2010. godini prevazilaze i najoptimističnije prognoze o proizvodnji, dok je procena da rezerve sirove nafte iz još neotkrivenih ali očekivanih nalazišta zadovoljavaju za sledećih 300 godina (procena Schell-a /3/). Usled toga, kao neminovnost na svetskom tržištu, dolazi do veće materijalne kompenzacije za njenu nabavku uz direktno učešće dugoročne ili čak "dnevne" politike, ali i ratova pod maskom "pomoći za razvoj demokratije".

Takođe je evidentno, sa čime se slaže većina priznatih naučnika, da se o alternativnim gorivima motora razmišlja i ulažu velika sredstva samo u razvijenim državama, dok će nerazvijeni i siromašni i dalje koristiti derivate nafte kao goriva, čija je konačnost rezervi izvesna i vidljiva. Ovo sledi iz činjenice, što bi promena vrste goriva u nacionalnim razmerama i zamena stare tehnologije novom, iziskivale velika materijalna ulaganja.

Od napred pobrojanih goriva sa najvećom šansom za "gorivo budućnosti" u klasičnim motorima SUS imaju zemni gas i vodonik od gasovitih goriva, a od tečnih goriva metanol i estri biljnih ulja. Sa stanovišta tehničkih mogućnosti u principu ne bi trebalo očekivati značajnije probleme ukoliko se nađe kompromisno re-

šenje za “Gordijev cvor” - postizanje visokog stepena korisnosti motora visokim padom temperature ciklusa, uz stvaranje neznatnih količina azotnih oksida pri tome ili potpuno bez njih u izduvnim gasovima.

LITERATURA

- [1] Albrecht, H. Regar N: *Umweltfreundliche Elektro- und Wasserstoff-Antrieb für den Strassenverkehr*, Daimler Benz AG und BMW
- [2] Bütner, Siegfried, Karl Maurer: *Traktor mit Biogasantrieb Umrüstung und erste Einsatz Erfahrungen*, Landestechnik 6/82
- [3] Joachim Quarg: *PT Product Advanced Engineering*, Opel - General Motors
- [4] Menne, Rudolf; Brohmer Andreas i drugi: *Zukunfuge Pkw -Antriebskonzepte* Motor-technische Zeitschrift 3/95, strana 120 - 128
- [5] Stefanović, Aleksandar: *Biogas kao alternativno gorivo motora sa unutrašnjim sagorevanjem*, Mašinski fakultet u Nišu, 1983.
- [6] Stefanović, Aleksandar: *Dizel-motori sa gorivom na bazi biljnih ulja*, Mašinski fakultet u Nišu 1999.
- [7] Stefanović, Aleksandar i saradnici: *Studija ekonomičnosti termoenergetskog bloka sa pogonom na zemni gas*, Studija - MNT Beograd, Mašinski fakultet Niš, 2004
- [8] Viteghoff, K: *Sitzungsdokumente des Europäischen Parlaments, Empfehlung für die zweite Lesung des Ausschusses für Umweltfragen, Volksgesundheit und Verbraucherschutz*, 22. februar 1994
- [9] Grupa autora: *Studija izvodljivosti - primena komprimovanog prirodnog gasa kao pogonskog goriva za autobuse gradskog prevoza grada Niša*, Niš, 2004.
- [10] Prospektni materijal – Öffentlichkeitsarbeit, *Wasserstoff- eine alternativer Treibstoff*, Daimler Benz AG
- [11] *The Gas Vehicle Repot NGV Statistic*, April 2002 i May 2004.

ALTERNATIVE ENGINE FUELS ASPECT OF COMMERCIAL AND TECHNICAL POSSIBILITIES AND LEGAL CONSTRAINTS

ABSTRACT:

More strict legal and social norms on the emission of engine exhaust gases and anticipated regulations on maximal fuel consumption directly affect the development of engines with internal combustion and their fuels. It is for this reason that, not only in the period of ‘energy crisis’, suitable engine fuels must be under consideration, in the sense that they must be found, developed, and examined.

The goal of this paper is to present current trends in the application of alternative engine or fuels, and to indicate their advantages and shortcomings, on the basis of already known or anticipated results.

It is expected that alternative liquid fuels - primarily alcohol, plant oils, and their methyl ethers - will only partially supersede liquid oils. At present, it is assumed that everything unknown about the use of plant oils has been investigated, and proposals have been made on how they are to be used. Also, investigation of the emission of exhaust gases in engines which use plant oil methyl ethers has already yielded reliable results.

With regard of gas oils, the discussion will focus on further possibilities of applying the already examined and widely used natural gas and biogas, but also hydrogen, whose use has a lot of advantages, at least at the first sight. The main shortcoming of gas oils is their small energy density, the consequence of which is vehicle locomobility, coupled with problems during tanking the fuel.

Key words: *alternative fuels, fuel consumption, exhaust gases*

