



GLOBALNO ZAGRIJAVANJE – STRATEGIJA RAZVOJA TRANSPORTA NA BUDUĆE OPSKRBE NAFTOM

Adi Sarić, dipl.ing.maš., email: adi.saric@agram.ba
AGRAM d.d. Ljubuški, Zvonimirova 40, 88320 Ljubuški

Sažetak: Prometni sustav je temeljni infrastrukturni segment gospodarstva s iznimnim značenjem za funkcioniranje gotovo svih gospodarskih i društvenih djelatnosti svake zemlje, za život stanovništva i za uključivanje u međunarodne tokove robe i putnika. Zato je gospodarska moć jedne zemlje u izravnom odnosu sa stanjem razvijenosti prometnih tokova i prometnica.

Promet je također, uz energetska i industrijska postrojenja, najveći onečišćivač čovjekove životne sredine, a posebno zraka. Iz prometa, energetskih i industrijskih postrojenja potječe najveći dio emisije štetnih plinova, koji uzrokuju globalno zagrijavanje atmosfere, tj. štetni efekt staklenika, te pojavu ozonskih rupa i kiselih kiša. Izgaranje goriva u automobilima u atmosferi uzrokuje stvaranje povećane količine ugljičnog dioksida i ostalih stakleničkih plinova, kao što su metan i dušikov oksid, što, osim na globalno zagrijavanje ima i neposredan učinak na mikroklimu. Onečišćavanje zraka, koje je uzrokovano gradskim prometom, negativno utječe na zdravlje ljudi u gradovima. Ispušni plinovi i neočišćen zrak, ovisno o trenutačnoj koncentraciji te izloženosti osobe, mogu uzrokovati različite probleme i poremećaje kod ugroženih skupina.

Ključne riječi: Globalno zagrijavanje, Strategija, Razvoj

GLOBAL WARMING - TRANSPORT DEVELOPMENT STRATEGY FOR FUTURE OPSCRIPTION WITH OIL

Summary: The transport system is the fundamental infrastructural segment of the economy with exceptional significance for the functioning of virtually all economic and social activities of each country, for the life of the population and for inclusion in international flows of goods and passengers. That is why the economic power of a country is directly related to the state of development of traffic flows and roads. Traffic, along with energy and industrial plants, is the largest pollutant for human life, and especially for air. From the traffic, energy and industrial plants, the bulk of the emissions of harmful gases are generated, causing global warming of the atmosphere, harmful greenhouse effect, as well as the appearance of ozone holes and acid rains. Carbon combustion in the atmosphere causes increased carbon dioxide and other greenhouse gases, such as methane and nitrogen oxide, which, in addition to global warming, has an immediate effect on microclimate. Air pollution caused by urban traffic negatively affects people's health in cities. Exhaust gases and untreated air, depending on the current concentration and exposure of a person, can cause various problems and disturbances in endangered groups.

Keywords: Global warming, Strategy, Development

1. UVOD

Razvoj vozila sa motorom SUI, posebno automobila, jedan je od najvećih dostignuća moderne tehnologije. Automobili su napravili veliki doprinos rastu modernog društva te ispunjavanju potrebe za mobilnost u svakodnevnom životu. Brzi razvoj automobilske industrije, za razliku od bilo koje druge industrije, potaknuo je napredak ljudskog društva iz primitivnog u vrlo visoko razvijeno industrijsko društvo. Automobilska industrija i druge



industrije koje su za nju usko vezane predstavljaju okosnicu riječi gospodarstva i zapošljavaju najveći dio radnog stanovništva.

Međutim, veliki broj automobila u upotrebi diljem svijeta je izazvao i dalje uzrokuje ozbiljne probleme za okoliš i ljudski život. Zagađenje zraka, globalno zagrijavanje i brzo iscrpljenje izvora nafte sada su problemi koji predstavljaju veliku brigu za društvo.

U posljednjih nekoliko desetljeća, istraživanja i razvoj aktivnosti vezanih za transport su istakli razvoj visoke učinkovitosti, i učinili transport čistijim i sigurnijim. Električna vozila, hibridna vozila, te vozila s gorivim ćelijama se obično predlažu za zamjenu konvencionalnih vozila u bliskoj budućnosti.

U ovom poglavlju će biti obrađena problematika zagađenja zraka, plinova koji uzrokuju globalno zagrijavanje, i naftnih resursa. Također se daje kratak pregled razvoja električnih vozila i hibridnih vozila.

2. Zagađenje zraka

Trenutno se skoro sva vozila oslanjaju na izgaranje ugljikovodikovih goriva za dobivanje energije potrebne za njihov pogon. Izgaranje je reakcija između goriva i zraka pri kojoj se oslobađa toplota i formiraju se produkti izgaranja. Toplota se pretvara u mehanički rad motora, a produkti izgaranja se ispuštaju u atmosferu. Ugljikovodik je hemijski spoj koji se sastoji od ugljika i vodika. U idealnom slučaju, izgaranjem ugljikovodika dobija se samo ugljični dioksid i voda, koji ne štete okolišu. Zapravo, izgaranje ugljikovodikovih goriva u motorima sa unutrašnjim izgaranjem nikada nije idealno. Osim ugljičnog dioksida (CO_2) i vode (H_2O), izgaranje proizvodi i određenu količinu dušičnih oksida (NO_x), ugljikovog monoksida (CO), nesagorjelih ugljikovodonika (C_xH_y), čvrste čestice ugljika (PM), te razne policiklične aromatske ugljikovodike i ostale isparive organske komponente. Zakonski je propisana dozvoljena emisija NO_x , CO , C_xH_y i čvrstih čestica (tzv. "regulisana" emisija), dok emisija ostalih komponenti još uvijek nije zakonski regulisana (tzv. "neregulisana" emisija).

2.1. Dušični oksidi (NO_x)

Dušični oksid (NO_x) nastaje kao rezultat reakcije između dušika i kisika u zraku. Teoretski, dušik je inertan plin. Međutim, visoke temperature i pritisci u motorima mogu stvoriti povoljne uslove za formiranje dušikovih oksida. Temperatura je daleko najvažniji parametar u formiranju dušičnih oksida. Najčešći rezultat dušičnih oksida je dušikov oksid (NO), iako su male količine dušikovog dioksida (NO_2) i tragovi dušikovog oksida (N_2O) također prisutni. Jednom ispušteni u atmosferu, NO reagira s kisikom u obliku NO_2 . On se zatim pod uticajem Sunčevog ultraljubičastog zračenja raspada natrag u NO i visoko reaktivne kisikove atome koji napadaju membrane živih stanica. Dušikov dioksid je djelomično odgovoran za smog, a njegova smeđkasta boja čini smog vidljivim. Također reagira s atmosferskim vazduhom u obliku dušične kiseline (HNO_3), koja se razrjeđuje u kiši. Ovaj fenomen se naziva "kisela kiša" i odgovorna je za uništenje šuma u industrijaliziranim zemljama.

2.2. Ugljični monoksid (CO)

Ugljični monoksid je rezultat nepotpunog izgaranja ugljikovodika zbog nedostatka kisika. To je otrov za ljudska i životinjska bića koja ga udišu. Jednom kada ugljični monoksid dosegne



do krvnih stanica, fiksira se za hemoglobin umjesto kisika, čime se smanjuje količina kisika koja dolazi do organa i smanjuje se fizička i mentalna sposobnost živih bića. Vrtoglavica je prvi simptom trovanja ugljičnim monoksidom, koji brzo može dovesti do smrti. Ugljični monoksid se veže za hemoglobinjače nego kisik. Veze su toliko jake da ih normalne tjelesne funkcije ne mogu smanjiti. Osoba otrovana ugljičnim monoksidom mora se liječiti u komorama pod pritiskom, gdje pritisak čini da se veza ugljikov monoksid-hemoglobin lakše raskine.

2.3. Nesagorjeli ugljikovodonici (C_xH_y)

Nesagorjeli ugljikovodonici su rezultat nepotpunog izgaranja ugljikovodika. Ovisno o njihovoj prirodi, nesagorjeli ugljikovodonici mogu biti štetni za živa bića. Neki od tih nesagorjelih ugljikovodonika mogu biti direktni otrovi ili kancerogene hemikalije kao što su čestice, benzol, ili neki drugi. Nesagorjeli ugljikovodonici su također odgovorni za smog. Sunčeva ultraljubičasta zračenja u interakciji s nesagorjelim ugljikovodicima i NO u atmosferi formiraju ozon i druge proizvode. Ozon je molekula formirana od tri atoma kisika. Ozon je bezbojan, ali vrlo opasan, i otrovan zato što napada membrane živih stanica, tako im nanoseći prerano starenje ili smrt. Mala djeca, starije osobe, te astmatični ljudi jako pate od izloženosti visokoj koncentraciji ozona. Svake godine, broj umrlih raste od zagađenosti ozonom.

2.4. Ostala zagađenja

Nečistoće u gorivima za posljedicu imaju veću emisiju zagađenja. Jedna od većih nečistoća je sumpor, koji se uglavnom nalazi u dizel i mlaznim gorivima, ali isto tako i u benzinu i prirodnom plinu. Izgaranje sumpora (ili sumpornih spojeva kao što su hidrogen sulfidi) s kisikom za rezultat daje sumporni oksid (SO_x). Sumpor dioksid (SO_2) je glavni proizvod tog izgaranja. Nakon kontakta sa zrakom, stvara se sumpor trioksid, koji kasnije reagira s vodom u obliku sumporne kiseline, koja je glavna komponenta kisele kiše. Treba napomenuti da sumpor oksidi potiču od vozila, ali velikim dijelom i od izgaranja ugljena u elektranama i tvornicama čelika. Osim toga, tu su i prirodni izvori kao što su vulkani. Naftne kompanije dodajuhemijske spojeve u njihova goriva u cilju poboljšanja performansi ili životnog vijeka motora. Tetraetil, ili kako se često naziva "olovo", bio je korišten za poboljšanje udarne otpornost benzina, i na taj način su se omogućavale bolje performanse motora. Međutim, produkt izgaranja ove hemikalije je olovni metal, koji je odgovoran za neurološku bolest koja se naziva "plumbizam". Njegova upotreba je sada zabranjena u većini razvijenih zemalja i zamijenjen je drugim hemikalijama.

3. Globalno zagrijavanje

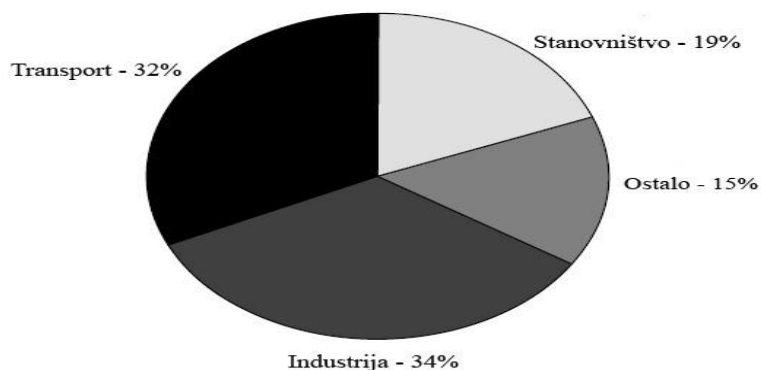
Globalno zagrijavanje je posljedica "efekta staklenika" koji je izazvan prisutstvom ugljičnog dioksida i ostalih plinova, kao što je metan, u atmosferi. Ovi plinovi zadržavaju sunčeva infracrvena zračenja koja se reflektiraju od tla, stoga zadržavajući energiju u atmosferi i pri tome povećavajući temperaturu. Povećanje temperature rezultira velikim ekološkim štetama ekosistema i utiče na mnogo prirodnih katastrofa koje utiču na ljudsku populaciju.



Pored ekološke štete izazvane globalnim zagrijavanjem, nestanak nekih ugroženih vrsta stvara zabrinutost jer destabilizira prirodne resursa preko kojih se hrane neke populacije. Tu je i zabrinutosti oko migracije nekih vrsta iz toplog mora prema hladnijim sjevernim morima, gdje se potencijalno mogu uništiti autohtone vrste, a time i privreda koja živi od tih vrsta. Ovo se upravo događa u Sredozemnom moru, gdje su uočene barakude (vrsta ribe) iz Crvenog mora.

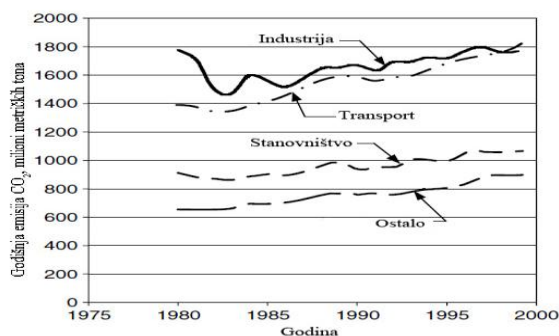
Prirodne katastrofe nam daju veću zabrinutost nego ekološke katastrofe zbog veličine štete koje one uzrokuju. Vjeruje se da je globalno zagrijavanje induciralo meteorološke pojave kao što su "El Nino", koji prijetisjeverno-pacifičkoj regiji i redovito izaziva tornada, poplave i velike suše. Topljenje polarnog leda, još jedan veliki rezultat globalnog zagrijavanja, podiženivo mora i može izazvati trajno poplavljanje obalnih područja, a ponekad i cijelih zemalja.

Ugljični dioksid je posljedica izgaranja ugljikovodika i ugljena. Na transport otpada veliki udio (32% od 1980 do 1999) emisije ugljičnog dioksida. Emisija ugljičnog dioksida po sektorima prikazana je na slici 1.1.



Slika 1.1. Emisija ugljičnog dioksida od 1980 do 1999 po sektorima, [1]

Slika 1.2 prikazuje trend emisije ugljičnog dioksida. Sektor transporta je sada glavni izvor emisija ugljičnog dioksida. Treba napomenuti da zemlje u razvoju ubrzano povećavaju svoj transportni sektor, a te zemlje predstavljaju vrlo velik dio svjetske populacije.

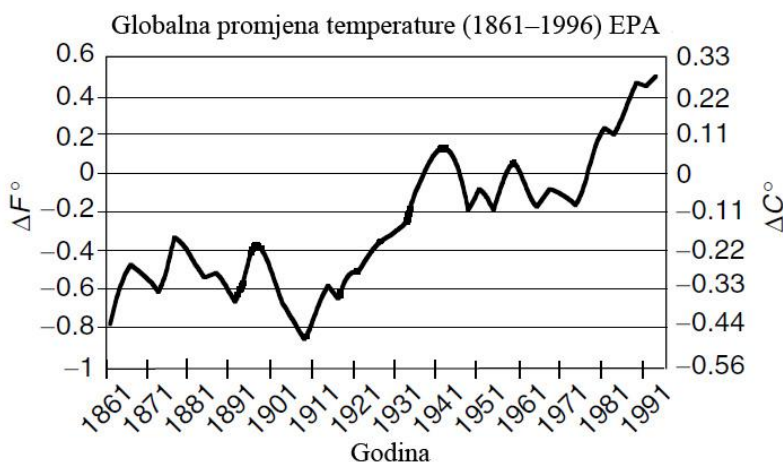


Slika 1.2. Trend emisije ugljičnog dioksida, [1]

Velike količine ugljičnog dioksida koje izlaze u atmosferu izazvane ljudskim djelovanjem smatraju se da su u velikoj mjeri odgovorne za porast globalne temperature (slika 1.3). Važno je napomenuti da je ugljični dioksid zaista probavljiv od strane biljaka i sekvstriran od strane



okeana u obliku karbonata. Međutim, oviprirodni procesi su ograničeni i ne mogu asimilirati sve emisije ugljičnog dioksida, što je rezultiralo akumulacijom ugljičnog dioksida u atmosferi.



Slika 1.3. Globalne temperature atmosfere, [1]

4. Resursi (naftni izvori)

Prema podacima prikazanim u tabeli 1.1 dokazane rezerve nafte su dase količinena koje ukazuju geološke i inženjerske informacije sa razumnom sigurnošću mogu iskorištavati u budućnosti iz poznatih nalazišta u okviru postojećih privrednih i radnih uslova. Stoga, oni ne predstavljaju pokazatelj Zemljine ukupne rezerve. Prema procjeni British Petroleuma 2001.godine, dokazane rezerve nafte su prikazane u tabeli 1.1. kao i R/P odnos za svaku godinu. R/P odnos je broj godina koliko će trajati rezerve ako se proizvodnja nastavi na sadašnjem nivou (R/P = Rezerve nafte/Potrošnja nafte).

Tabela 1.1 Dokazani naftni izvori u 2000 godini, [1]

Regija	Naftni izvori u 2000 god. u milijardama tona	R/P odnos
Sjeverna Amerika	8,5	13,8
Južna i Centralna Amerika	13,6	39,1
Evropa	2,5	7,7
Afrika	10	26,8
Srednji istok	92,5	83,2
Bivši USSR	9,0	22,7
Azija Pacifik	6,0	15,6
Ukupno svijet	142,1	39,9

Nafta koja se crpi u današnje vrijeme je nafta koja se nalazi blizu Zemljine površine, u regijama sa povoljnim klimatskim uslovima. Vjeruje se da daleko više nafte leži ispod kore Zemlje u regijama poput Sibira, i američkog i kanadskog Arktika. U tim regijama, klima i ekološki interesi su glavne prepreke za vađenje nafte. Procjena Zemljine ukupne rezerve je

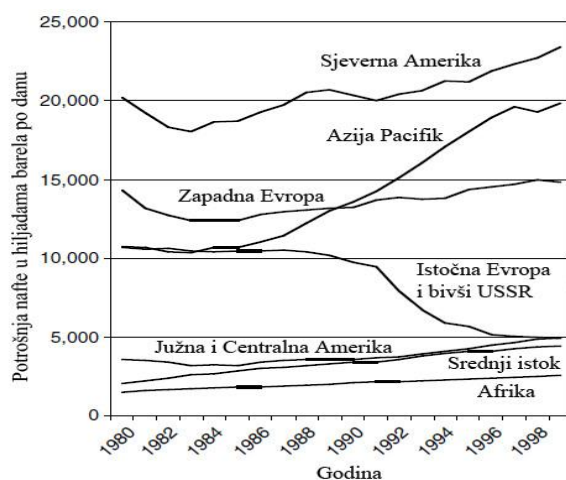


težak zadatak zbog političkih i tehničkih razloga. Procjena izvršena 2000 godine od strane US Geological Survey je data u tabeli 1.2.

Tabela 1.2 Procjena neotkrivenih naftnih izvora od strane U.S. Geological Survey-a 2000 godine, [1]

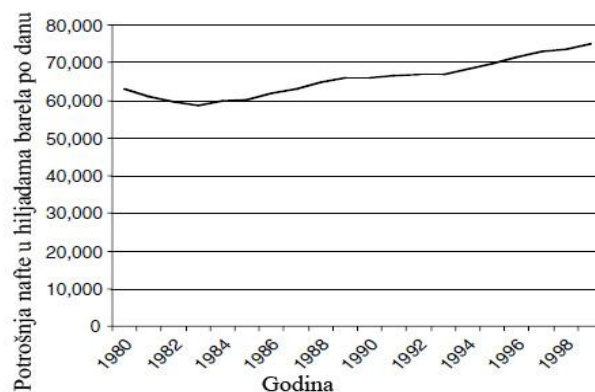
Regija	Neotkriveni naftni izvori u milijardama tona
Sjeverna Amerika	19,8
Južna i Centralna Amerika	14,3
Evropa	3,0
Afrika	9,7
Srednji istok	31,2
Bivši USSR	15,7
Azija Pacifik	4,0
Svijet (potencijalni rast)	98,3 (91,5)

O budućim otkrićima nafte se može govoriti samo hipotetski, a novootkrivena nafta neće biti lako dostupna. R/P odnos također se zasniva na hipotezi da će proizvodnja ostati konstantna. Očito je, međutim, da se potrošnja (a time i proizvodnja) povećava da bi održala korak sa zemljama u razvoju i već razvijenih zemljama. Potrošnja će se vjerovatno povećati do gigantskih razmjera u razvijenim naseljenim zemljama, posebice u azijsko-pacifičkoj regiji. Na slici 1.4 se prikazuje trend potrošnje nafte u posljednjih 20 godina prošlog stoljeća.



Slika 1.4. Potrošnja nafte po regijama, [1]

Unatoč padu potrošnje nafte u Istočnoj Europi i bivšem SSSR-u, svjetski trend očito je u porastu, kao što je to prikazano na slici 1.5.

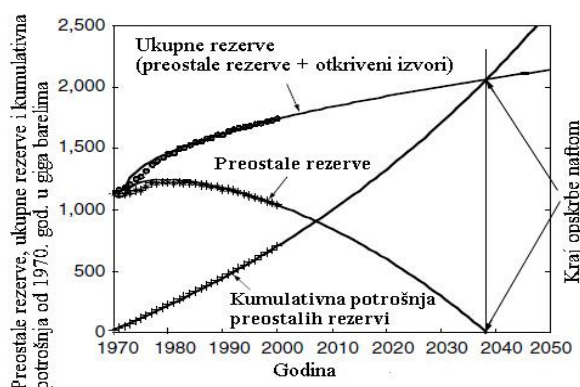


Slika 1.5. Svjetska potrošnja nafte, [1]

Najbrže rastuća regija je Azija i Pacifik, gdje većina svjetske populacije živi. Eksplozija u potrošnjinafte, se može očekivati, uz proporcionalno povećanje emisija onečišćujućih tvari i ugljičnog dioksida.

5. Važnost različitih strategija razvoja transporta na buduće opskrbe naftom

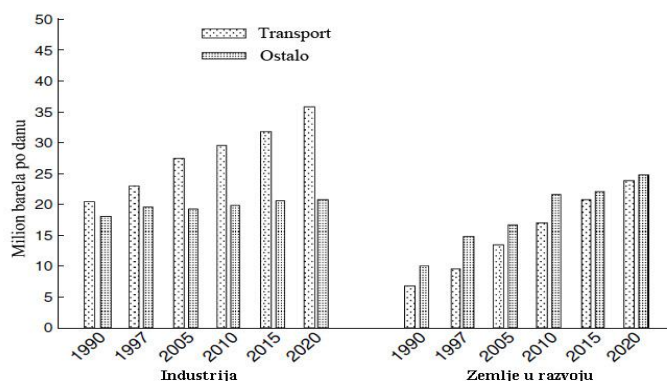
Opskrba naftom u potpunosti ovisi o otkrivanju novih rezervi nafte i kumulativne proizvodnje nafte (kao i kumulativnog trošenja nafte). Istorijski podaci pokazuju da se novo otkriće naftnih rezervi događa polako. S druge strane, potrošnja nafte pokazuje visoke stope rasta, kao što je prikazano na slici 1.6.



Slika 1.6. Otkriveni izvori, preostale rezerve i kumulativna potrošnja, [1]

U slučaju da otkriće nafte i potrošnja prati trenutne trendove, resursi svjetske nafte će biti iskorišteni do 2038 god. Sve je teže otkriti nove rezerve nafte ispod Zemlje. Trošak istraživanja novih naftnih polja postaje sve veći i veći. Vjeruje se da se scenarij opskrbe naftom neće promijeniti puno, ako se potrošnja goriva znatno ne smanji.

Kao što je prikazano na slici 1.7, transportni sektor je primarni korisnik nafte, trošeći 49% nafte koja se koristi u svijetu u 1997 godini.

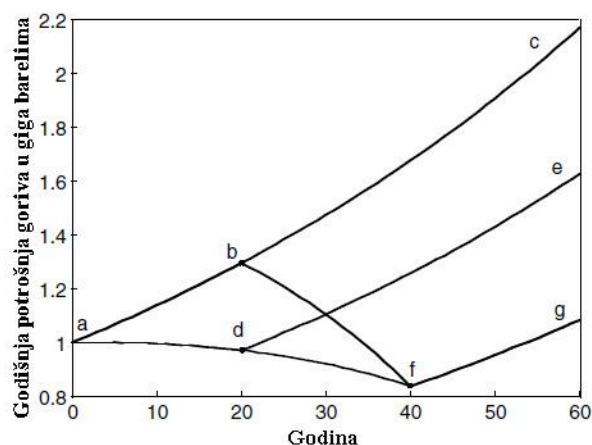


Slika 1.7. Svjetska potrošnja nafte, [1]

U zemljama u razvoju, za razliku od industrijaliziranih zemalja, nafta se koristi i za druge svrhe osim prevoza te se predviđa da će doći dopovećanja potrošnje za 42% od ukupnog povećanja naftne potrošnje. Rast potrošnje nafte u zemljama u razvoju uzrokuje djelomično zamjenu naftnih derivata sa nekomercijalnim gorivima (kao što su drvo za grijanje i kuhanje u domovima). Poboljšanje ekonomičnosti vozila ima presudan utjecaj na opskrbu naftom. Do sada, najviše obećava tehnologija hibridnih vozila i vozila s gorivim ćelijama. Hibridna vozila, korištenjem motora s unutrašnjim izgaranjem kao primarnim izvorom energije i baterije/električnog motora kao dodatnim izvorom energije, imaju mnogo veće efikasnosti rada od onih koji su pokretani samo sa motorom SUI.

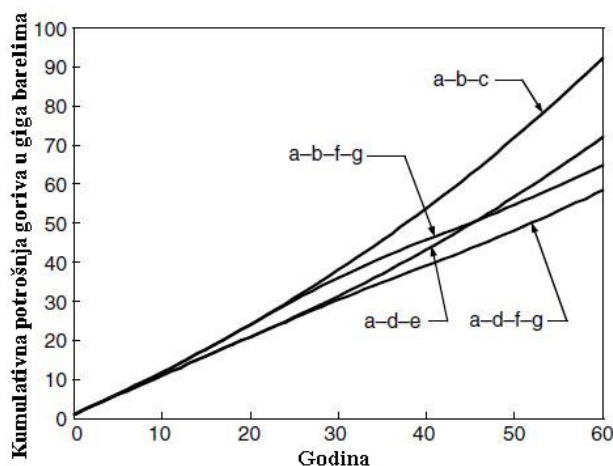
S druge strane, vozila sa gorivim ćelijama, koja su potencijalno učinkovitija i čišća od hibridnih vozila, još su uvijek u procesu razvijanja i trebat će dugo vremena da dođe do komercijalizacije. Slika 1.8 pokazuje generaliziranu godišnju potrošnju goriva različitih strategija razvoja nove generacije vozila. Kriva a-b-c predstavlja godišnji trend potrošnje goriva trenutnih vozila, gdje se pretpostavlja da je godišnja stopa rasta 1,3%. Ova godišnja stopa rasta se odnosi na ukupni broj vozila. Kriva a-d-e predstavlja strategiju razvoja u kojoj konvencionalna vozila postepeno postaju hibridna vozila tokom prvih 20 godina, a nakon 20 godina sva vozila postaju hibridna vozila.

U ovoj strategiji, pretpostavlja se da su hibridna vozila za 25% efikasnija od trenutnih konvencionalnih vozila (25% manja potrošnja goriva). Kriva a-b-f-g predstavlja strategiju u kojoj su, u prvih 20 godina, vozila s gorivim ćelijama u fazi razvoja, dok je trenutni broj konvencionalnih vozila još uvijek na tržištu. U sljedećih 20 godina, vozila sa gorivim ćelijama postepeno će ići na tržište, počevši od tačke b i u tački f će sva vozila biti sa gorivim ćelijama. U ovoj strategiji, pretpostavlja se da će 50% manje goriva konzumirati vozila s gorivim ćelijama u odnosu na konvencionalna vozila. Kriva a-d-f-g predstavlja strategiju prema kojoj imamo hibridna vozila u prvih 20 godina, i vozila sa gorivim ćelijama u sljedećih 20 godina.



Slika 1.8. Usporedba godišnje potrošnje goriva između različitih razvojnih strategija sljedeće generacije vozila, [1]

Kumulativna potrošnja goriva sve više ima smisla, jer uključuje godišnju potrošnju u odnosu na vrijeme, i izravno je povezana sa smanjenjem rezervi nafte. Slika 1.9 prikazuje scenarij generalizirane kumulativne potrošnje goriva razvojnom strategijom koja je gore pomenuta. Iako su vozila na gorive ćelije učinkovitija od hibridnih vozila, kumulativna potrošnja goriva za strategiju a-b-f-g (vozila na gorive ćelije u sljedećih 20 godina) je veća od strategije a-d-e (hibridna vozila u prvih 20 godina) u roku od 45 godina, zbog učinka vremena. Iz slike 1.8, jasno se vidi da je strategija a-d-f-g (hibridna vozila u prvih 20 godina, a vozila na gorive ćelije u sljedećih 20 godina) najbolja.



Slika 1.9. Usporedba kumulativne potrošnje goriva između različitih strategija razvoja nove generacije vozila, [1]

Dakle, najbolja strategija razvoja nove generacije vozilaje trenutna komercijalizacija hibridnih vozila i komercijalizacija vozila na gorive ćelije u što kraćem roku.



6. Istorijski razvoj električnih vozila

Prvi električni automobil je izgrađen od strane francuza Gustave Trouvé-a 1881. godine. To je bio tricikl pogonjen motorom snage 0,1 KS koji se napajao iz olovniha baterija. Cijelo vozilo je težilo oko 160 kg. Sljedećih 20 godina električna vozila natjecala su se sa benzinskim motorima. To osobito vrijedi u Americi, gdje nije bilo mnogo asfaltiranih puteva. Ograničeni domet električnih vozila nije bio problem. Međutim, u Europi, rapidno raste broj asfaltiranih cesta i javlja se potreba za većim dometom, tako dajući prednost benzinskim vozilima. Prvo komercijalno električno vozilo bilo je Morris i Šalom's "Electroboat". Ovo vozilo se koristilo kao taksi u New Yorku. "Electroboat" se pokazao više nego isplativim unatoč višoj nabavnoj cijeni (oko 3000\$ nasuprot 1200\$). "Electroboat" se mogao koristiti za tri smjene od 4 h sa 90-minutnim punjenjem između smjena. Bio je pokretan s dva motora snage 1,5 KS kojisu omogućavali maksimalnu brzinu od 32 km/h, i autonomiju od 40km. Najvažnije tehničko unaprijeđenje u to doba bio je izum regenerativnog kočenja od strane francuza M.A. Darracq-a. Ova metoda koristi kinetičku energiju vozila dok koči i koristi je za punjenje baterija, što uveliko poboljšava autonomiju. To je jedan od značajnih doprinosa za električna i hibridna vozila jer pridonosi većoj energetske učinkovitosti. Tokom 1960-ih i 1970-ih, briga za okoliš potaknula je neka istraživanja električnih vozila. Međutim, unatoč napretku u tehnologiji baterija i energetske elektronike, njihov raspon i performanse su još uvijek prepreka za njihov razvoj. Moderno električno vozilo kulminira tokom 1980-ih i ranih 1990-ih s izbacivanjem vozila od strane GM-a sa modelom EV1 i od strane PSA sa modelom 106 Electric. Automobilaska industrija napušta istraživanje električnih vozila počevši sa provođenjem istraživanja hibridnih vozila.

7. Istorijski razvoj hibridnih vozila

Interesantno, koncept hibridnih vozila je gotovo star koliko i sam automobil. Primarna svrha, međutim, nije bila toliko smanjiti potrošnju goriva, nego da se postigne veća razina performansi.

Prva hibridna vozila prikazana su na sajmu u Parizu 1899. godine. Njih su napravili udruga Pieper iz Liège-a. Pieper vozilo je paralelni hibrid s malim zrakom hlađenim benzinskim motorom uz pomoć elektromotora i olovniha baterija. Ovo vozilo je punilo baterije od strane benzinskog motora kada je vozilo bilo u pokretu ili u stanju mirovanja. Tokom vožnje elektromotor je davao dodatnu snagu.

Francuz Brandon Kesler predstavio je paralelno hibridno vozilo na pariškom sajmu 1903. godine. Ovo vozilo je bilo u kombinaciji benzinskog motora snage 6 KS i elektromotora sa 14 KS koji može puniti baterije ili služiti kao dodatna snaga benzinskom motoru. Ostala hibridna vozila, i paralelnog i serijskog tipa, izgrađena su za vrijeme razdoblja u rasponu od 1899. god. do 1914. god. Dr. Victor Wouk je prepoznatljiv i kao moderni istraživač hibridnih vozila. 1975. godine, zajedno sa svojim kolegama, je sagradio paralelni hibrid "Buick Skylark". Unatoč dvijenaftne krize 1973. godine i 1977. godine, hibridna vozila se nisu pojavila na tržištu. Istraživački fokus je bio na izradi električnih vozila, i mnogi prototipovi su izgrađeni tokom 1980-ih godina. Najznačajniji napor u razvoju i komercijalizaciji hibridnih vozila je od strane japanskih proizvođača. 1997. godine Toyota je predstavila model Prius u Japanu. Honda je također predstavila model Insight i Civic Hybrid. Ova vozila su sada dostupna u cijelom svijetu. Oni su postigli odlične rezultate potrošnje goriva. Toyota Prius i Honda Insight imaju



istorijsku vrijednost u tome da su prva hibridna vozila komercijalizirana u modernom dobu kao odgovor na problem potrošnje goriva vozila.

8. LITERATURA

- [1] Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay, Ali Emadi: *“Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory, and design“*, CRC Press, 2004.
- [2] Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Ali Emadi: *“Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory, and design, SECOND EDITION“*, CRC Press, 2007.
- [3] Fuhs, Allen E.: *“Hybrid vehicles and the future of personal transportation“*, CRC Press, 2007.
- [4] Giancarlo Genta, Lorenzo Morello: *“The automotive chassis, Volume 2 - System design“*, 2007.
- [5] Sandeep Dhameja: *“Electric vehicle battery system“*, British Library Catalogue, 2001.
- [6] Filipović I. i dr.: *“Metode ispitivanja motora i vozila“*, Mašinski fakultet Sarajevo, Sarajevo, 2005.
- [7] P. Knor: *“Drumska vozila“ - predavanja*, Mašinski fakultet Sarajevo, Sarajevo, 2006/07.
- [8] Dacić S., Trobradović M., Pikula B.: *“Osnove dinamike vozila – zbirka zadataka“*, Mašinski fakultet Sarajevo, Sarajevo, 2008.
- [9] Butterworth, Heinemann: *“Lightweight Electric/Hybrid Vehicle Design“*, 2001.