

Republika



UPRAVLJANJE ZAŠTITOM
ŽIVOTNE SREDINE
U SEKTORU SAOBRAĆAJA

JAT Pilotska akademija, VRŠAC
3-6. juna, 1997.



Vršac
JATA
Flight Academy

More than Flying ...

ISBN 86-7307-039-2

FORVM
YU FORUM KVALITETA

CIP
SAOBRAĆAJNI INSTITUT

Green **LIMES**
Fondacija za ekološke akcije

UPRAVLJANJE ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE
U SEKTORU SAOBRAĆAJA



Srbija, zemlja očuvane prirode

Vršac, 1997.

Želnid

RAZVOJ ELEKTRIČNIH VOZILA U FUNKCIJI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Dr Rajko Radonjić,
Dr Dragoljub Radonjić,
Jasna Glišović, dipl. ing.
Mašinski fakultet, Kragujevac,

Mr Milinko Aksić, dipl. ing,
Institut za automobile, Zastava Automobili, Kragujevac

Izvod

Motor sa unutrašnjim sagorevanjem dominira u pogonu vozila širom sveta. Sa druge strane, ovaj pogon utiče na zagađenje vazduha i nivo buke u saobraćaju. U cilju poboljšanja kvaliteta vazduha u naseljima izduvna emisija vozila se kotroliše duži niz godina. Pri razvoju pogona savremenih vozila mora se obratiti pažnja na standarde o emisiji. Električno vozilo predstavlja moguću opciju za redukciju buke i izduvnih gasova u naseljenim mestima. U ovom radu prikazana je metodologija procene efektivnosti primene električnog vozila sa aspekta pomenutih problema.

Ključne reči

električno vozilo, energija, izduvna emisija, hibridni pogon.

DEVELOPMENT OF ELECTRIC VEHICLE IN DEPENDENCE OF LIFE ENVIRONMENT PROTECTION

Abstract

The internal combustion engine dominates automotive propulsion worldwide. On the other hand, this propulsion contribute to air pollution and urban traffic noise. Automotive exhaust emissions have been controlled for many years to improve urban air quality. In developing automotive propulsion for near term and long term, the most stringent emission standards must be heeded. Electric vehicle represent one of the feasible options for reducing noise and exhaust gas emissions in areas of high population density. In this paper a methodology for assessing the effectiveness of electric vehicle with respect above mentioned problems is presented.

Key words

electric vehicle, energy, exhaust emission, hybrid powertrain.

1. Uvod

Na drumskim motornim vozilima motor sa unutrašnjim sagorevanjem je još uvek dominantan pogonski agregat. Pored niskog stepena iskorišćenja primarne energije motor sa unutrašnjim sagorevanjem poseduje neprikladne karakteristike za pogon vozila a produktima sagorevanja i bukom opterećuje životnu sredinu. Pri transformaciji hemijske energije goriva u toplotnu energiju a ove u mehanički rad u motorima SUS nastaje veći broj štetnih produkata koji ispoljavaju neposredan ili posredan uticaj na okruženje. U cilju zaštite životne sredine i poboljšanja kvaliteta vazduha mogu se uspostaviti tri nivoa praćenja i kontrole štetnih produkata nastalih pri proizvodnji, konverziji i sagorevanju goriva motornih vozila: 1/ lokalni nivo, pojedinačna naseljena mesta, 2/ regionalni nivo, više naseljenih i nenaseljenih mesta, 3/ nivo globalnih uticaja na klimatske odnose.

Na problem zagađenja vazduha izduvnim gasovima motornih vozila, u velikim urbanim naseljima, ukazano je još 1950. god. a prvi normativi u ovom smislu doneti su 1960. god. /1/. Intenzivan razvoj saobraćaja, porast broja vozila, energetska kriza, uvođenje alternativnih pogona i alternativnih goriva imali su značajan uticaj na kreiranje zakonske regulative u ovoj oblasti. Standardi postaju rigorozniji, sa progresivnim dejstvom u odnosu na kvalitet saobraćajnih sredstava, regulisanje saobraćajnih tokova, upravljanje ekološkim sistemom.

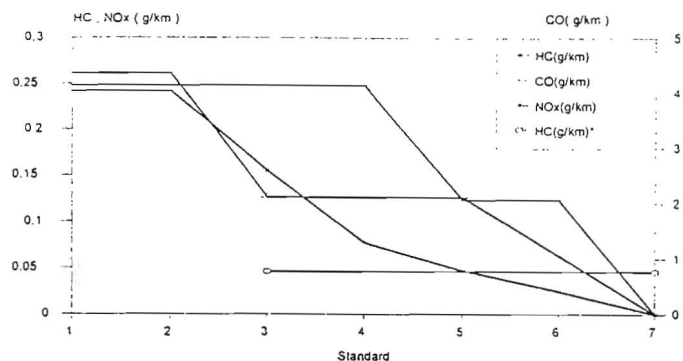
Imajući u vidu gore navedene probleme pokušali smo da u ovom radu razvijemo proceduru za identifikaciju referentnih odnosa zakonskih ograničenja, sagledavanje relevantnih faktora za uvođenje alternativnih pogona saobraćajnih sredstava i sa ovih osnova perspektive primene elektro pogona vozila. Sažet pregled rezultata naših istraživanja dat je u narednim poglavljima.

2. Zakonski normativi o kontroli emisije izduvnih gasova motornih vozila

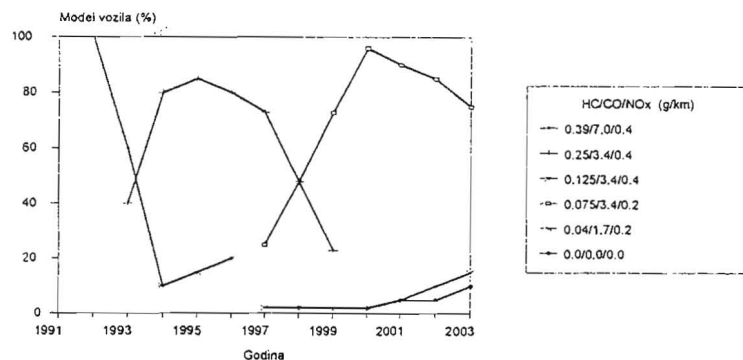
Za formiranje referentnih odnosa kako važećih tako i predloženih normativa koristili smo rezultate onih regiona i zemalja sa najvećim iskustvom u rešavanju ekoloških problema izazvanih motornim vozilima u drumskom saobraćaju /1/, /2/. Sa naglim povećanjem broja vozila posebno restriktivne mere se planiraju i preduzimaju u poslednjoj deceniji ovog veka. Na lokalnom nivou ograničenja štetnih produkata sagorevanja goriva vozila, predmet standarda su uglavnom tri relevantne komponente: nesagoreli ugljovodonici, HC; ugljen monoksid CO i oksidi azota NO_x. Istraživanjem rezultata za period 1991–2003. god., identifikovali smo šest programa ograničenja ovih komponenta po principu "smanjenje iz godine u godinu". Rezultate smo prikazali na sl. 1, kao nivoe dozvoljenih iznosa odgovarajućih programa, i to: 1, 2 – 1991/92, 3 – 1993, u ovim periodima važeći standardi, 4 – prelazni koncept vozila niske emisije, 5 – vozilo niske emisije, 6 – vozilo veoma niske emisije, 7 – vozilo nulte emisije. Pored principa "smanjenje iz godine u godinu", na sl. 1, prikazan je i drugi pristup "značajno smanjenje nivoa u dužim periodima", na primeru HC, prva i poslednja kriva. Sa propisanim nivoima na sl. 1, utvrđeni su i vremenski periodi korišćenja predviđenih programa, i grafički prikazani na sl. 2., krive od 1 do 6, prema oznakama u legendi datoj na istoj slici. Na osnovu prethodna dva prikaza formirali smo na sl. 3, prikaz osrednjenih iznosa štetnih produkata sagorevanja za flotu motornih vozila u skladu sa predviđenom strukturom.

Prema ovom konceptu, očekuje se značajan pad navedenih štetnih produkata sagorevanja u posmatranom periodu 1991–2003. god. Na istoj slici ponovo je istaknuta suština drugog pristupa. Na primeru HC ovaj pristup je u većem stepenu superiorniji do 2000. god. i u manjem stepenu inferiorniji posle 2000. god. u odnosu na prvi pristup. Slično se može očekivati i za preostale dve komponente, CO, NO_x.

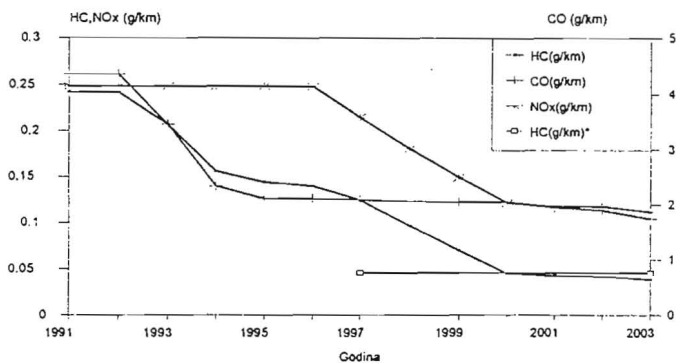
Prema konceptu progresivnog zaoštravanja standarda zakonodavac direktno ili indirektno utiče na programe proizvođača vozila. Tako prema sl. 1, kao što je već rečeno, program 4 se odnosi na primenu prelaznog koncepta vozila sa niskom emisijom izduvnih gasova u periodu 1994–1996, program 5 na vozilo sa niskom emisijom izduvnih gasova za period 1997–2003, program 6, vozilo veoma niske emisije izduvnih gasova za period 1997–2003 i program 7, vozilo nulte emisije izduvnih gasova, dakle vozilo bez izduvnih gasova, za period 1998–2003. Putnički automobili iz programa 4 i 5, su sa tradicionalnim benzinskim motorom. Za vozilo iz programa 6 se predpostavlja da će imati pogonski agregat na prirodan gas. Vozilo bez izduvnih gasova, prema programu 7, predstavlja najsporniji aspekt ovog programa. Za sada je akceptirana samo konstrukcija vozila sa električnim pogonom iz baterija. Dinamika uvođenja ovih vozila u saobraćaj se sagledava prema sl. 2, kriva, počev od 1998. sa 2 %, a 2003. god. 10 %. Ova poslednja opcija bi bila i najradikalnija mera koja će značajno uticati na strukturu saobraćajnih sredstava, ali i na proizvodne programe i nove tehnologije. Međutim, pre isticanja tehnoloških zahteva i eksploataciono-tehničkih karakteristika, razmotrićemo mogućnosti primene ove opcije sa ekoloških aspekata druga dva nivoa, regionalne emisije štetnih produkata i klimatskih promena.



Slika 1. Programi redukcije štetnih produkata sagorevanja vozila



Slika 2. Procentualni udeo modela vozila u floti



Slika 3. Osrednjene vrednosti štetnih produkata po floti vozila

3. Saobraćajna sredstva i regionalna emisija štetnih produkata

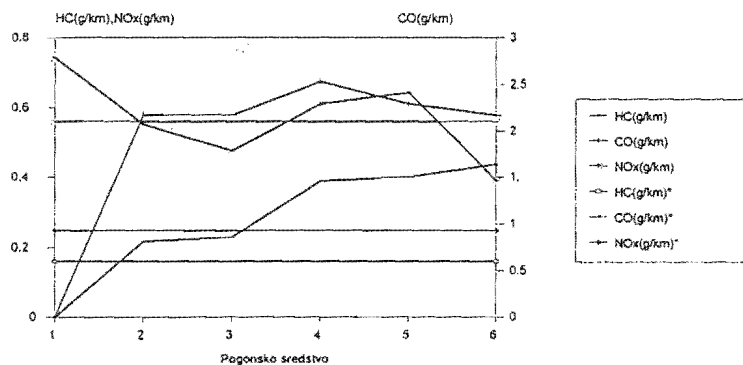
Identifikacija referentnih odnosa i zakonskih limita a na osnovu njih predviđanje trenda razvoja koncepta pogona vozila, u prethodnom poglavlju, bazirana je na kriterijumima lokalne emisije, dakle emisije izduvnih gasova vozila. Međutim, u skladu sa novim standardima o kvalitetu proizvoda i sistema ekološkog upravljanja, vozilo kao kompleksan proizvod i njegove pogonske materije se zadužuju svim ekološkim efektima koje prouzrokuju u okruženju u svim fazama proizvodnje i eksploatacije. Imajući u vidu ovu činjenicu pokušali smo da u model vrednovanja koncepta pogona vozila sa ekoloških aspekata uključimo kako njegove uticaje na lokalnu emisiju, tako i kumulativno dejstvo štetnih produkata na regionalnu emisiju i klimatske promene. Ovo se pre svega odnosi na faze proizvodnje, generiranja i konverzije goriva i energije za pogon vozila i sam pogon vozila.

U cilju rešavanja navedenog problema formirali smo model proračuna potrošnje alternativnih goriva za tipičan motor SUS na bazi pokazatelja pogona vozila sa standardnim gorivom. Ekvivalent za proračune je potrebna energija za kretanje vozila po pređenom kilometru puta pa u skladu s tim i odgovarajući iznosi štetnih produkata pri proizvodnji ili konverziji konkretnog pogonskog sredstva, odnosno goriva. Ekvivalent štetnih produkata pri pogonu elektro vozila određen je na bazi pretpostavljenog udela proizvedene električne energije iz fosilnih goriva, neophodne za punjenje baterija ovog vozila, u konkretnom slučaju 70 %. Rezultati analize dati su na sl. 4. Redosled oznaka na apcisi odgovara sledećoj specifikaciji pogonskih sredstava vozila: 1 – električna energija baterija, 2 – sabijen prirodni gas, 3 – tečni naftni gas, 4 – mešavina benzina i metanola, 5 – mešavina benzina i etanola, 6 – poboljšani benzin. Prema sl. 4, elektro vozilo ne emituje štetne produkte HC, CO, na lokalnom i regionalnom nivou ekološkog vrednovanja, pozicija 1 na apcisi, krive 1 i 2, prema legendi. Što se tiče ostalih alternativnih goriva, na sl. 4, najniže učešće u emisiji HC, CO imaju sabijen prirodni gas i tečni naftni gas, pozicije 2, 3. Međutim, elektro vozilo emituje najveći udeo azotovih oksida NO_x , kriva 3, pozicija 1, iskazane kroz ekvivalentne produkte proizvodnje električne energije. U tom pogledu elektro pogon vozila i pogon na poboljšani benzin pokazuju recipročne efekte u pogledu emisije HC i NO_x , krive 1 i 3, pozicije 1 i 6, na sl. 4. Maksimalni faktori pojačanja emisije na lokalnom nivou iskazani ukupnim iznosima na regionalnom nivou prema sl. 4, iznose, za HC, 2,8 – poboljšani benzin, za CO, 1,2 – metanol, za NO_x , 3 – elektro vozilo.

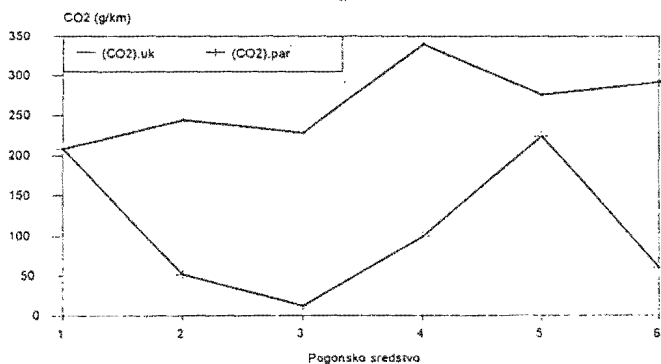
4. Uticaj štetnih produkata na klimatske promene

U toku 80. tih godina ovog veka, na klimatske promene, odnosno efekat "staklene bašte", globalnog zagrevanja, identifikovani su kao glavni uzročnici, ugljen dioksid, CO_2 , metan, CH_4 , azotni oksid, N_2O i još neki drugi gasovi. Pri tome više od 50 % otpada na učešće CO_2 . Sva tri produkta se nalaze u izduvnim gasovima motornih vozila. Treba istaći da produkti CH_4 , N_2O , pokazuju intenzivnije dejstvo ali se nalaze u manjim iznosima u izduvnim gasovima u

odnosu na CO₂. Za dato gorivo, sadržaj CO₂ (g/km), približno je proporcionalan potrošnji goriva (l/km). Saglasno razmatranjima u prethodnom poglavlju, iznosi- ma ovih sastojaka emitovanih iz motornih vozila, treba dodati odgovarajuće izno- se oslobođene u fazama proizvodnje, prerade goriva ili generiranja električne energije. Odgovarajući prikaz dat je na sl. 5. Skala na apcisnoj osi je identična sa prikazom na sl. 4, a na ordinati su naneti ekvivalentni iznosi CO₂ (g/km), za dva nivoa, donja kriva, iznosi štetnih produkata nastali u proizvodnji goriva ili električne energije, gornja kriva ukupni iznosi. Odsečki između ovih krivih odnose se na emisiju ekvivalentnog CO₂ iz vozila sa odgovarajućim pogonskim sredstvom. Prema ovom prikazu, elektro vozilo, pozicija 1, ne emituje CO₂, na lokalnom nivou, presek krivih. U ukupnom iznosu, na regionalnom nivou, elektro vozilo emituje CO₂, u ekvivalentnom iznosu oslobođenih produkata pri proiz- vodnji električne energije iz fosilnih goriva, (za učinjene pretpostavke 70 % u poglavlju 3). U odnosu na ostala alternativna goriva, na sl. 5, emisija CO₂, od elektro vozila je najniža; dalje slede vozila sa pogonom na sabijen prirodni gas, zatim tečni gas itd.



Slika 4. Štetni produkti sagorevanja vozila iskazani na lokalnom i regionalnom nivou

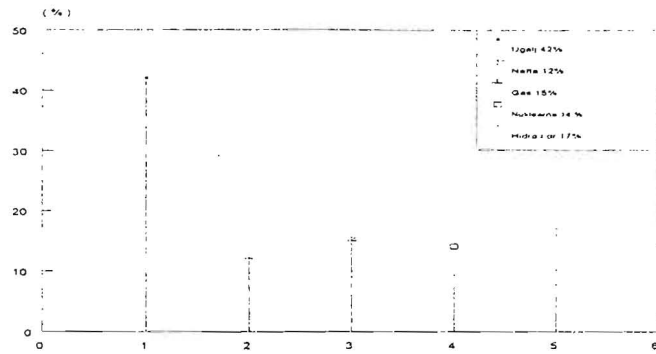


Slika 5. Ukupna i parcijalna emisija ugljendioksida vozila

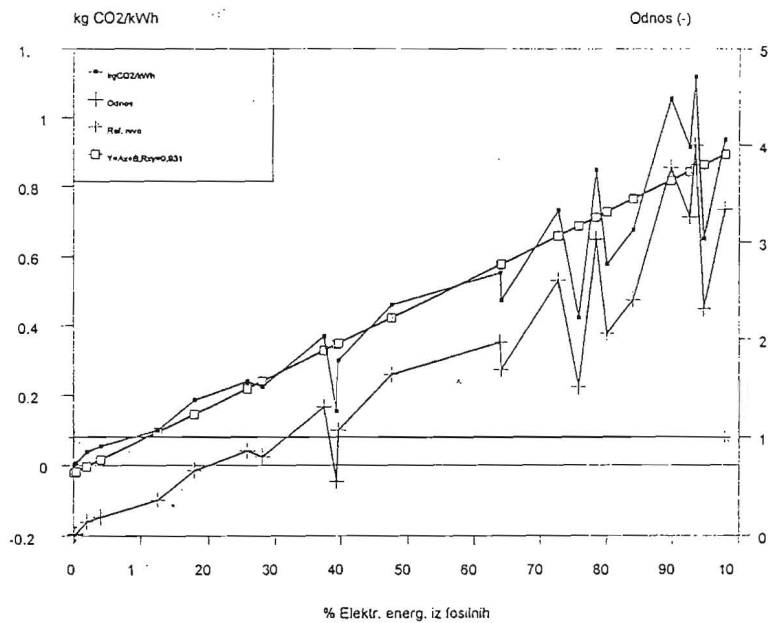
Na rangiranje elektro vozila, prema usvojenim kriterijumima na sl. 4 i 5, presudnog uticaja imaju polazne pretpostavke o energetskim resursima i bilansu proizvodnje električne energije. Prethodni primer, sa usvojenim 70 % učešćem električne energije proizvedene iz fosilnih goriva, u izvesnom smislu je nepovoljan za poziciju elektro vozila sa aspekta regionalnih ekoloških pokazatelja. Međutim, ovi polazni podaci upravo odražavaju realno stanje energetskog bilan- sa jednog šireg i razvijenog regiona u svetu u kome se i energetski i ekološki problemi posmatraju integralno i koji daje snažan podsticaj procesu upravljanja ekološkog sistema u internacionalnim razmerama. U cilju uopštavanja formiranog modela prikazanog u prethodnim poglavljima, u daljim razmatranjima smo fiksne pretpostavke o energetskom bilansu specifikovali kao novu promenljivu. Za ovo je bilo neophodno dalje istraživanje učešća energetskih izvora u proizvodnji električne energije kao i korelacije između jediničnih pokazatelja proizvedene električne energije iz fosilnih goriva i pri tome oslobođenih štetnih produkata. Neki od ovih rezultata pokazani su u narednom poglavlju.

5. Bilans električne energije i ekološki pokazatelji

Prema prikazu na sl. 6, 42 % ukupno proizvedene električne energije u svetu se dobija iz uglja, 12 % iz tečnih naftnih goriva 15 % iz gasa, 14 % iz nuklearne energije, 17 % iz hidro tokova, solarne energije, vetra, geotermalne i dr. Dakle, iz fosilnih goriva se dobija 69 % svetske proizvodnje električne ener- gije što je u skladu sa uvedenim pretpostavkama u prethodnom primeru. Na tipičnom uzorku za 24 zemlje pokazana je korelacija između energetskih i ekoloških pokazatelja, prikaz na sl. 7. Procentualno učešće električne energije proizvedene iz fosilnih goriva naneto je na apcisnu osu a na ordinati su naneti iznosi CO₂, oslobođeni pri proizvodnji 1 kWh energije. Na istom prikazu dat je referentni nivo oslobođenog CO₂ iz tečnog goriva neophodnog da se dobije energija od 1 kWh, kriva 1 i odgovarajući odnosi, kriva 2. Sa ovog prikaza uočavaju se, pre svega, značajne razlike u energetskom bilansu zemalja koje pripadaju odabranom uzorku, sa ekstremnim vrednostima 0.1 % i 98 % proizve- dene električne energije iz fosilnih goriva. Pri tome, polovina zemalja od ukupno posmatranog broja preko 50 % električne energije dobija iz fosilnih goriva. U nekoliko slučajeva taj udeo prelazi i 90 %. Sa ekoloških aspekata, neki dozvolje- ni udeo iznosio bi 30 %, prvi presek krivih 1 i 2, sa horizontalnom pravom 3, kao referentnim nivoom, što prema sl. 7, ispunjava sedam zemalja. Osim toga, četiri zemlje manje od 5 % električne ener- gije dobijaju iz fosilnih goriva, što daje poseban doprinos u razrešavanju ekoloških problema i primeni elektro vozila nulte emisije u globalnom smislu. Statističkom obradom podataka na sl. 7, utvrđuje se koeficijent korelacije $R_{xy}=0.931$, krive 1 i 4, pa se ovi rezultati mogu ekstrapolirati i na druge uzorke ili pojedinačne konkretne slučajeve, u smislu generalizacije napred prikazanog modela.



Slika 6. Učešće energetskih izvora u svetskoj proizvodnji električne energije /3/



Slika 7. Udeo električne energije iz fosilnih goriva i emisija ugljendioksida

6. Perspektive razvoja i primene elektro vozila

Električno vozilo ne zagađuje vazduh na mestu korišćenja i predstavlja moguće rešenje za redukciju lokalne emisije štetnih produkata. Iz tih razloga je ovo vozilo i akceptirano kao vozilo nulte lokalne emisije u zakonskim normativima koji se odnose na ovu problematiku, sl. 1, tačka 7. Odnosi se menjaju ako se posmatra problem zagađenja okruženja na regionalnom nivou zbog emisije produkata sagorevanja termoelektrana, sl. 4, 5. Udeo ove emisije biće veći u zemljama koje veći deo električne energije proizvode iz fosilnih goriva, sl. 7 i u kojima se ne preduzimaju određene mere kontrole i redukcije štetnih produkata iz termoelektrana. Na ovakav način emitovani štetni produkti iz električnog vozila su u relaciji sa potrebnom električnom energijom za punjenje baterija vozila na koju utiču karakteristike baterija, električnog propulzivnog sistema, samog vozila i zahtevane performanse pogona. Ovde treba pre svega istaći, gustinu energije, gustinu snage, stepen iskorišćenja pri punjenju i pražnjenju baterija, zahtevani radijus kretanja vozila, performanse ubrzanja vozila itd. U analizama perspektiva razvoja i primene električnih vozila prave se kratkoročne i dugoročne prognoze. U dugoročnim prognozama električno vozilo je opcija automobilskeg transporta koja treba da zameni fosilna goriva čiji su izvori neobnovljivi. U kratkoročnim prognozama impuls razvoja električnih vozila su zahtevi za redukcijom lokalne emisije izduvnih gasova. Osnovna smetnja masovnijoj primeni električnih vozila u javnom saobraćaju su izvesna tehnološka ograničenja pojedinih komponenata električnog propulzivnog sistema. Najslabija komponenta u tom lancu su baterije kao izvor energije. Na prvom mestu treba istaći relativno niske vrednosti gustine energije, kao pokazatelja radijusa kretanja i gustine snage, kao pokazatelja potencijala ubrzanja vozila, danas korišćenih baterija. U planovima razvoja i primene električnih vozila zahtevaju se sledeće performanse baterija: za kratkoročni period, gustina energije 80 Wh/kg, gustina snage 150 W/kg; za dugoročni period, gustina energije 200 Wh/kg, gustina snage 400 W/kg. Radi poređenja treba istaći da za motor SUS, u klasi posmatranih vozila, ovi parametri iznose, 500 Wh/kg i 400 W/kg, respektivno. Kod postojećih baterija nisu još uvek u potpunosti postignuti planirani nivoi za kratkoročni period razvoja.

Druga opcija korišćenja električnih vozila je u sklopu električnog javnog prevoza. Zbog direktnog dovodenja električne energije elektromotoru i smanjenih otpora kotrljanja pojedinih vidova prevoza ova vozila mogu biti efikasnija od električnih putničkih automobila za individualni prevoz.

Konačno, nedostajuća ili nesavršena tehnologija pojedinih komponenata elektro-pogona može se u kratkoročnom i srednjoročnom periodu premostiti kombinovanjem elektro-pogona i pogona od motora SUS u sklopu tzv. hibridnog pogona, kao prelaznog rešenja /4/. U ovom sklopu se mogu koristiti i neki potencijali savremene tehnologije, komponente i regulacioni sistemi: motor SUS – elektro motor – generator – zamajac – kontinualni mehanički menjač. U naseljenim mestima hibridni pogon je na opciji električnog pogona uz povremeno uključivanje zamajca, sa nultom emisijom izduvnih gasova. Energija usporavanja i kočenja vozila se koristi za punjenje baterija i akumuliranje na zamajcu. Van naseljenih mesta hibridni pogon je na opciji motor SUS – kontinualni mehanički menjač, pogonska sprega optimirana sa aspekta potrošnje goriva i emisije izduvnih gasova.

Literatura

1. State' s Adoption of the California Automobile Emissions Program. New York, 1991.
2. Calvert, J.G at al.: Achieving acceptable air quality: Some reflections on controlling vehicle emissions. Science 261, 1993, pp 37-45.
3. Winje, D.: Electric power and the developing countries. The MIT Press publication, 1991.
4. Radonjić, R., Radonjić, D.: Presek stanja i prognoze budućeg koncepta automobila sa ekonomičnim alternativnim pogonima. Savetovanje "Racionalno gazdovanje energijom u širokoj potrošnji", Beograd, 1997.

OPŠTI ZNAČAJ I DOPRINOS RECIKLAŽE ISKORIŠĆENIH DRUMSKIH VOZILA

Milosav Đorđević,

Ornela Zekavica

Zastava automobili – Institut za automobile, Kragujevac

Izvod

U razvijenim zemljama sveta je tokom poslednje decenije postignut značajan napredak u oblasti reciklaže materijala. Uprkos tome, dalja istraživanja se nastavljaju povećanim intenzitetom i postaju imperativ razvijenih društava. Kod nas su uočljivi naponi za prihvatanjem svetskih trendova, ali je celokupna oblast, još uvek, nedovoljno istražena. U radu se ukazuje na opšti značaj reciklaže iskorišćenih drumskih motornih vozila i mogući doprinos ove industrije postizanju strateških ciljeva društva. Potenciranjem složenosti problematike, na ilustrativni način se naglašava neophodnost organizovanog i dobro osmišljenog pristupa u ovoj oblasti.

Ključne reči

reciklaža, vozila, značaj, mogućnosti

Uvod

Tehnološki progres, koji je krajem dvedesetog veka dominantan u oblasti industrije drumskih motornih vozila, izazvao je i niz neželjenih posledica:

- Ubrzano trošenje sirovinskih rezervi;
- Uvećanu potrošnju energije;
- Progresivnu degradaciju životne sredine.