



UPRAVLJANJE OBNAVLJANJEM FLOTE PUTNIČKIH AUTOMOBILA SRBIJE

SERBIAN PASSENGER CARS FLEET RENEWAL MANAGEMENT

Radomir Mijailović

Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, Srbija

Apstrakt:

Stanje energetske efikasnosti, emisije izduvnih gasova i prosečne starosti putničkih automobila u Srbiji je nezadovoljavajuće. Poređenjem količnika bruto domaćeg proizvoda po stanovniku i broja novih putničkih automobila po stanovniku može se zaključiti da je Srbija daleko iza Evropske unije. Analizom statističkih podataka može se zaključiti da u Srbiji, poslednjih godina, raste broj registrovanih putničkih automobila, a opada broj novih automobila. Srbija potrebu za povećanjem svoje flote rešava uvozom polovnih automobila. Uvozom polovnih automobila se nedovoljno utiče na povećanje energetske efikasnosti i smanjenje izduvnih gasova flote automobila u Srbiji. Prosečna starost automobila u Srbiji je veća u odnosu na Evropsku uniju i neophodno je uticati na njeno smanjenje. Na osnovu analize koja je sprovedena u ovom radu, zaključeno je da Srbija u uslovima minimalnog porasta ili smanjenja bruto domaćeg proizvoda može unaprediti energetske efikasnost, emisiju izduvnih gasova i prosečnu starost svoje flote primenom sledećih mera: stimulisati nabavku novih automobila; stimulisati povlačenje starih automobila iz eksploatacije; obezbediti kontrolisan uvoz polovnih automobila.

Ključne reči:

energetska efikasnost, emisija, putnički automobil.

Zahvalnica:

Istraživanje je sprovedeno uz podršku Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Grant No. 36010).

1. UVOD

Povećanje energetske efikasnosti i smanjenje emisije izduvnih gasova putničkih automobila (PA) predstavlja jedan od svet-skih ekoloških ciljeva. Rešavanjem ovog problema bavilo se više autora u svojim istraživanjima.

Kwon (2005) zaključuje da sledeće veličine mogu pozitivno uticati na smanjenje emisije CO₂: smanjenje pređenog puta, uvođenje telekomunikacionih tehnologija, održiv razvoj, povećanje učešća PA manje mase i povećanje učešća PA sa pogonom na alternativna goriva. Cheah (2010), u svojoj disertaciji, dolazi do zaključka da se smanjenjem mase PA za 10% smanjuje potrošnja goriva za oko 7%. Zachariadis *et al.* (2001) definišu dve grupe veličina koje utiču na emisiju flote PA:

- veličine koje zavise od starosti PA (srednja starost flote PA, smanjenje srednje vrednosti pređenog puta sa starošću PA i povećanje emisije sa starošću PA),
- i tehnološke veličine (uvođenje novih tehnologija, primena unapređenog sistema za kontrolu i održavanje i uvođenje „čistijih” goriva).

Abstract:

The figures related to energy efficiency, exhaust emission and the average age of passenger cars are not at a satisfactory level. By comparing GDP per capita and the number of passenger cars per capita, it can be concluded that the Serbia is far behind the EU. The analysis of statistical data reveals the growing number of registered passenger cars in Serbia and a decreasing number of new cars over the last few years. Serbia resolves the necessity for increasing its fleet by importing second-hand cars. The import of second-hand cars does not have sufficient impact on increasing energy efficiency and reducing exhaust emissions in Serbia. The average lifetime of Serbian passenger cars is higher than the average lifetime of the EU passenger cars, and thus it should be reduced. Based on the analysis carried out in this paper, it can be concluded that Serbia can improve energy efficiency, exhaust emission and average lifetime of its fleet in conditions of minimum increase or decrease of the GDP by implementing the following measures: stimulating purchase of new cars; scrappage incentives; providing restricted import of second-hand passenger cars.

Key words:

energy efficiency, emission, passenger car.

Mijailović (2013 a) razvija model za određivanje optimalnog eksploatacionog perioda PA koji koriste konvencionalna goriva. Za funkciju cilja usvojena je ukupna emisija CO₂. Optimalni eksploatacioni vek određen je kao funkcija: tipa pogonskog goriva, zapremine motora, mase PA, godine u kojoj je model PA razvijen, puta koji PA pređe tokom godine, itd. Mijailović (2013b) se bavi rešavanjem problema emisije CO₂ u Srbiji koja potiče od PA koji koriste konvencionalna goriva. U radu je zaključeno da se ukupna emisija CO₂ u Srbiji može smanjiti: stimulisanjem vanrednih dobrovoljnih kontrola emisije CO₂, edukacijom vlasnika PA, definisanjem gradskih zona u okviru kojih se mogu kretati PA koji emituju CO₂ u količini koja je manja od dopuštene, stimulisanjem kupovine „čistijih” PA, stimulisanjem pravovremenog održavanja, itd.

Analizom literature može se zaključiti da različiti autori uočavaju različite mogućnosti za povećanje energetske efikasnosti i smanjenje emisije izduvnih gasova PA. Koje mogućnosti ima Srbija? U cilju davanja odgovora na ovo pitanje, u radu su analizirane tri potencijalne mogućnosti (nabavka novih PA, uvoz polovnih PA i povlačenje starih PA iz eksploatacije) koje za cilj imaju smanjenje potrošnje goriva i emisije CO₂, CO, HC i NO_x, i smanjenje prosečne starosti PA. U radu su analizirani PA koji koriste konvencionalna goriva.



2. DEFINISANJE OSREDNJENOG PUTNIČKOG AUTOMOBILA

Osrednjeni PA određene države predstavlja fiktivni PA čija energetska efikasnost i emisija izduvnih gasova su jednake srednjoj vrednosti energetske efikasnosti i emisije izduvnih gasova flote PA te države.

Osrednjeni PA definisan je na osnovu raspoloživih podataka koji su preuzeti iz sledećih referenci: podaci vezani za flotu država EU (Mock, 2014), podaci vezani za flotu Srbije (Republički zavod za statistiku Republike Srbije, 2015).

Energetska efikasnost i emisije analiziranih produkata sagoravanja određene su sledećim oznakama:

- ♦ $gf_{i,k}$ l/100km – potrošnja goriva osrednjenog PA za i -tu godinu i k -tu državu,
- ♦ $qCO_{2,i,k}$, $qCO_{i,k}$, $qHCO_{2,i,k}$, $qNO_{x,i,k}$, mg/km – emisija CO_2 , CO, HC i NO_x , respektivno, osrednjenog PA za i -tu godinu i k -tu državu.

Troškovi potrošnje goriva osrednjenog PA za i -tu godinu i k -tu državu zavise od cene goriva ($ef_{i,k}$ EUR/l):

$$Cf_{i,k} = \frac{ef_{i,k} \cdot gf_{i,k}}{100} \quad (1)$$

Eksterni troškovi emisija CO_2 , CO, HC i NO_x određeni su izrazima (Kaplanović & Mijailović, 2012):

$$\begin{aligned} ECCO_{2,i,k} &= ecCO_{2,i,k} \cdot qCO_{2,i,k}, & ECCO_{i,k} &= ecCO_{i,k} \cdot qCO_{i,k}, \\ ECHC_{i,k} &= ecHC_{i,k} \cdot qHC_{i,k}, & ECNO_{x,i,k} &= ecCO_{2,i,k} \cdot qNO_{x,i,k}, \end{aligned} \quad (2)$$

gde su $ecCO_{2,i,k}$, $ecCO_{i,k}$, $ecHCO_{2,i,k}$ i $ecNO_{x,i,k}$ jedinični eksterni troškovi emisije CO_2 , CO, HC i NO_x , respektivno (Kaplanović & Mijailović, 2012).

Ukupni troškovi, osrednjenog PA za i -tu godinu i k -tu državu, koji nastaju kao posledica potrošnje goriva i emisije CO_2 , CO, HC i NO_x određuju se primenom izraza:

$$C_{i,k} = Cf_{i,k} + ECCO_{2,i,k} + ECCO_{i,k} + ECHC_{i,k} + ECNO_{x,i,k}. \quad (3)$$

Broj PA za i -tu godinu i k -tu državu zavisi od broja PA za $i-1$ godinu ($N_{i-1,k}$) i broja polovnih PA iz uvoza ($Np_{i,k}$), broja novih PA ($Nn_{i,k}$) i broja PA koji se povuče iz eksploatacije ($Ne_{i,k}$) u i -toj godini:

$$N_{i,k} = N_{i-1,k} + Np_{i,k} + Nn_{i,k} - Ne_{i,k}, \quad (4)$$

Broj PA koji se i -te godine u k -toj državi povuče iz eksploatacije je oblika:

$$Ne_{i,k} = \Delta \cdot N_{i-1,k}, \quad \Delta = \text{const}. \quad (5)$$

Konačno, prosečna starost PA, za i -tu godinu i k -tu državu, određuje se primenom izraza:

$$t_{i,k} = \frac{(N_{i-1,k} - Ne_{i,k}) \cdot (t_{i-1,k} + 1) + Np_{i,k} \cdot tp_{i,k}}{N_{i,k}}, \quad (6)$$

gde je sa $tp_{i,k}$ označena prosečna starost polovnih PA iz uvoza za i -tu godinu i k -tu državu.

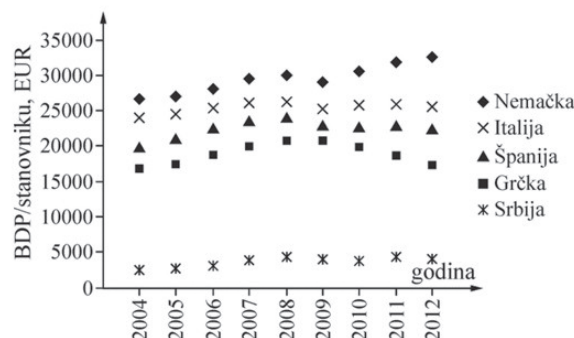
3. NABAVKA NOVIH PA

Prosečna starost PA u poslednjih deset godina je u stalnom porastu. Kao primer navedimo Ujedinjeno Kraljevstvo. Proseč-

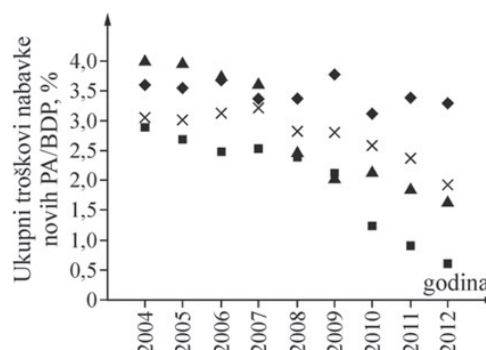
na starost PA u Ujedinjenom Kraljevstvu je 2004. godine iznosila 6,7 godina, 2008. godine 6,9, 2010. godine 7,2, a 2012. godine je porasla na 7,6 godina (Statista, 2015). Prosečna starost PA u Sloveniji je nešto veća i iznosi: 2004. godine – 7,4, 2008. – 7,8, 2010. godine – 8,2 i 2012. godine – 8,7 godina (Ministry of the environment and spatial planing, 2015). Hrvatska, kao jedna od država koja je poslednja postala članica EU, ima još veću prosečnu starost svoje flote PA: 2008. godine – 9,9, 2010. godine – 10,5 i 2012. godine – 11,4 godina (Centar za vozila Hrvatske, 2015). Prosečna starost flote PA u Srbiji je veća u poređenju sa državama EU i iznosi oko 14 godina. Prema klasifikaciji (Mehlhart *et al.*, 2011) Srbija ima staru flotu (prosečna starost preko 13 godina), dok EU poseduje flotu koja spada u grupu starija flota (prosečne starosti između 9 i 13 godina). Pojedine države EU, kao što su UK i Slovenija poseduju flotu koja spada u grupu flote srednje starosti (između 4 i 9 godina).

Ukupan broj PA, za period od 2005. do 2012. godine, u većini država EU je u porastu. To nije slučaj i sa promenom broja novih PA. Analizom podataka koji se odnose na promenu broja novih PA mogu se uočiti dva karakteristična perioda. Objasnimo ih na primeru EU. U periodu između 2004. i 2007. godine broj novih PA je u blagom porastu (oko 1% godišnje). Od 2008. godine broj novih PA se smanjuje. Procenat smanjenja za 2008. i 2012. godinu veći je od 8%. Pojava smanjenja broja novih PA javlja se kod svih država EU. Raspon godina u kojima se navedena pojava prvi put pojavila je između 2007. i 2010. godine. Promena broja novih PA posle pojave prvog smanjenja zavisi od promene vrednosti BDP po stanovniku (Slika 1). Ovde razlikujemo dva slučaja:

- ♦ broj novih PA osciluje, tj. nema ni stalno opadajući, ni stalno rastući karakter, u slučaju država kod kojih je BDP po stanovniku raste i
- ♦ broj novih PA se smanjuje kod država čiji BDP po stanovniku povremeno opada.



Slika 1. Promene BDP/stanovniku



Slika 2. Promena količnika ukupnih troškova nabavke novih PA i BDP



Jedan od predstavnika prvog slučaja je Nemačka, u kojoj se 2010. godine javlja smanjenje za 24%, 2011. godine povećanje za 10,3%, da bi se već sledeće godine opet javilo smanjenje ali sada znatno manje – 2,9%. Sličan slučaj je i sa Danskom, gde se 2008. godine prvi put javlja smanjenje broja novih PA za 7,4%. Sledeće godine procenat smanjenja raste na 25,7%, da bi već 2010. godine bio zabeležen porast od 36,9%.

Grčka se može navesti kao primer drugog slučaja. U Grčkoj je od 2009. godine BDP po stanovniku u stalnom opadanju. Pojava smanjenja broja novih PA se prvi put javila 2008. godine i iznosila je 4,5%. Procenat smanjenja od 2008. godine je u stalnom porastu da bi 2012. godine dostigao vrednost 40,1%. Slični rezultati javljaju se i u Španiji i Italiji.

Sa aspekta povećanja energetske efikasnosti i smanjenja izduvnih gasova od broja novih PA značajniji je količnik broja novih PA i ukupnog broja PA. Prethodni podatak je značajniji, jer se on može posmatrati i kao procenat obnavljanja flote PA. Zaključci do kojih se dolazi analizom obnavljanja flote PA su slični kao i zaključci do kojih je dođeno analizom promene broja novih PA. U slučaju Nemačke prosečno učešće novih PA osciluje oko srednje vrednosti koje iznosi 7,3%. U slučaju Grčke i Španije smanjenje procenta obnavljanja flote PA javlja se i pre pojave smanjenja broja novih PA.

Procenat BDP koji se odvaja za nabavku novih PA (Slika 2) smanjuje se kod država čiji BDP po stanovniku povremeno opada. Najveće smanjenje javlja se u slučaju Španije i Grčke. U Španiji je 2007. godine procenat BDP koji se odvaja za nabavku novih PA iznosio 3,6%, dok je u 2012. godini pao na 1,6%. U slučaju Grčke prethodni procenti su manji: 2,5% (2007. godine) i 0,6% (2012. godine). BDP po stanovniku u Španiji je veći od BDP po stanovniku u Grčkoj (Slika 1).

U literaturi se ne mogu naći podaci o procentu BDP koji se odvaja za nabavku novih PA u Srbiji. Analizom raspoloživih statističkih podataka za 2013. godinu (broj kupljenih novih PA, marka, model, cena), izračunato je da prosečni troškovi nabavke novog PA u Srbiji iznose oko 15500 EUR. Prethodni iznos manji je u poređenju sa državama EU. Prosečna cena nabavke novog PA u EU za 2013. godinu je iznosila 25561 EUR. Najmanju prosečnu cenu nabavke u EU ima Grčka i ona iznosi 19906 EUR. Sada možemo izračunati i procenat BDP koji se odvaja za nabavku novih PA u Srbiji. U 2013. godini on je iznosio oko 0,57% i kao takav niži je nego u državama EU.

Analizom statističkih podataka, koji se odnose na Srbiju, može se uočiti:

Ukupan broj PA je u porastu.

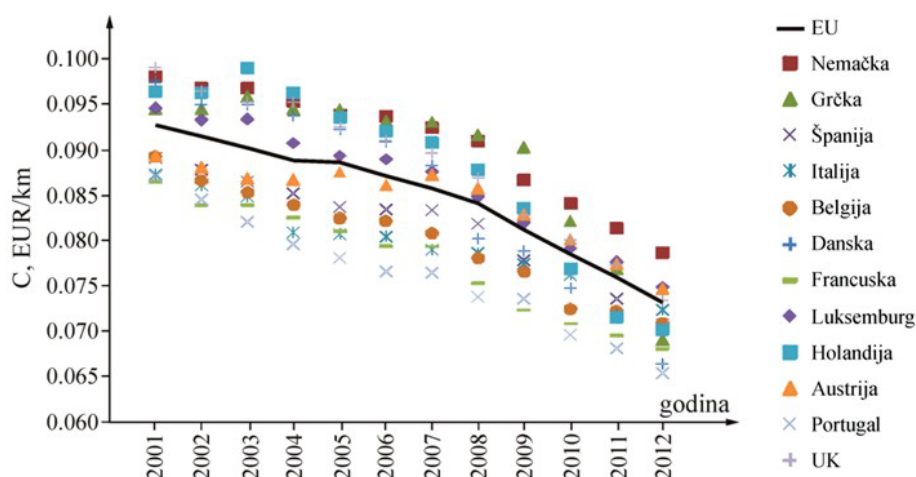
- ♦ BDP po stanovniku raste do 2008. godine (4446 EUR/stanovniku). Od 2009. godine promena BDP po stanovniku nema stalni karakter.
- ♦ Procenat obnavljanja flote PA je u opadanju. On je 2010. godine iznosio 1,8%, 2011. godine 1,3%, a 2012. i 2013. godine je pao na 0,7%.
- ♦ Broj novih PA iznosio je 28278 (2010. god.), 21624 (2011. god.), 11408 (2012. god.) i 11694 (2013. god.).
- ♦ Procenat BDP koji se odvaja za nabavku novih PA u Srbiji manji je u poređenju sa državama EU i u 2013. godini iznosio je oko 0,57%.

Rukovođeni prethodnom analizom može se zaključiti da Srbija, u uslovima minimalnog porasta ili smanjenja bruto domaćeg proizvoda po stanovniku, razmatrani problem ne rešava kupovinom novih PA.

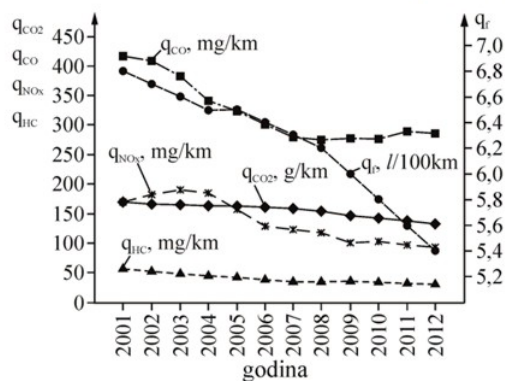
4. UVOZ POLOVNIH PA

Kako ukupan broj PA u Srbiji raste, a broj novih opada, može se zaključiti da Srbija potrebu za povećanjem svoje flote rešava uvozom polovnih PA. Da li se uvozom polovnih PA može ostvariti značajan pozitivni uticaj na rešavanje analiziranih problema u Srbiji?

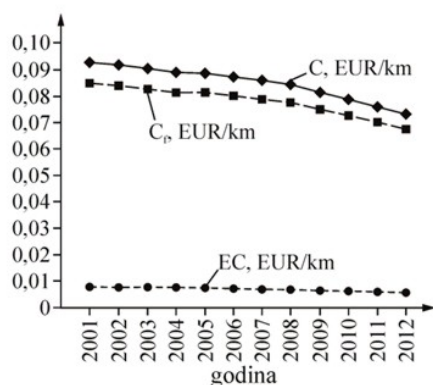
Srbija polovne PA u najvećem procentu uvozi iz EU. Na Slici 3 prikazani su ukupni troškovi osrednjenog novog PA (3) koji nastaju kao posledica potrošnje goriva i emisije CO₂, CO, HC i NO_x. Ukupni troškovi osrednjenog novog PA opadaju tokom godina. U periodu između 2001. i 2012. godine najveći pad ostvarila je Švedska i to za oko 33% (C₂₀₀₁=0,113 EUR/km; C₂₀₁₂=0,075 EUR/km). Zatim sledi Danska sa 32% i Irska sa 28%. Najmanji pad ostvarili su Austrija (16%) i Italija (17%). Maksimalnu vrednost ukupnih troškova 2001. godine imala je Švedska, dok je Portugal imao najmanju vrednost (C₂₀₀₁=0,088 EUR/km). Na kraju analiziranog perioda maksimalnu vrednost ukupnih troškova imala je Nemačka (C₂₀₁₂=0,079 EUR/km), dok je Portugal ponovo imao najmanju vrednost (C₂₀₁₂=0,066 EUR/km). Važno je primetiti da razlika između maksimalnih i minimalnih ukupnih troškova opada tokom godina. Prethodna razlika za 2001. godinu iznosila je oko 23%, a za 2012. godinu oko 17%.



Slika 3. Ukupni troškovi osrednjenog PA koji nastaju kao posledica potrošnje goriva i emisije CO₂, CO, HC i NO_x



Slika 4. Emisije izduvnih gasova i potrošnja goriva osrednjenog novog PA (EU)



Slika 5. Ukupni troškovi, troškovi potrošnje goriva i eksterni troškovi emisija osrednjenog novog PA (EU)

Analizom grafikona prikazanog na Slici 4 može se zaključiti da je u periodu od 2001. do 2012. godine najveće smanjenje ostvareno u emisiji NO_x (62%). Zatim sledi emisija CO₂ i potrošnja goriva (21%), emisija HC (7%) i emisija CO (5).

Ukupni troškovi osrednjenog novog PA koji čini flotu EU kreću se u rasponu od 0,094 EUR/km (2001.) do 0,074 EUR/km (2012.) (Slika 5). Regresionom analizom podataka koji se odnose na flotu PA EU, zaključeno je da se zavisnost ukupnih troškova od godine (T_i) može opisati sledećim izrazom:

$$C_{i,EU} = 0,095 - 0,00173 \cdot (T_i - 2001), \quad k = 0,97, \quad (7)$$

gde je sa k označen koeficijent korelacije.

U floti PA Srbije još uvek se nalazi nezanemarljiv broj PA koji su razvijeni pre 1990. godine. Poređenjem flota Srbije i EU procenjeno je da su ukupni troškovi, osrednjenog PA za i -tu godinu u Srbiji, jedanki maksimalnim ukupnim troškovima osrednjenog novog PA koji pripada državi EU za $(i - t_{i,SR})$ -tu godinu. Analizom, koja je ostvarena u ovom radu, utvrđeno je da su ti troškovi veći od ukupnih troškova osrednjenog PA EU za oko 19%:

$$C_{i,SR} = 1,19 \cdot C_{i-t_{i,SR},EU}, \quad (8)$$

Eksterni troškovi emisije CO₂ učestvuju u ukupnim eksternim troškovima emisija CO₂, CO, HC i NO_x sa više od 87%. Kako je emisija CO₂ linearno zavisna od potrošnje goriva to znači da se pozitivnim uticajem na potrošnju goriva ostvaruje najveći uticaj na povećanje energetske efikasnosti i emisije izduvnih gasova PA.

Analizom grafikona prikazanog na Slici 5 može se zaključiti da ukupni troškovi novog osrednjenog PA EU brže opadaju od 2008. godine. Putnički automobili koji su proizvedeni u Evropskoj uniji 2008. godine u najvećem procentu imaju EURO 4 motore. PA sa EURO 5 i EURO 6 motorima imaju značajnije učešće od 2010. godine (38%), da bi 2012. godine dostigli 92%.

Rukovođeni prethodnom analizom, možemo zaključiti da u cilju rešavanja postavljenog problema Srbija treba da uredi pravila o uvozu polovnih PA i to tako što će dozvoliti uvoz polovnih PA koji su proizvedeni od 2008. godine i koji imaju motore čija je emisija klasifikovana najmanje EURO 4 kategorijom. Takođe, neophodno je unaprediti kontrolu njihovog tehničkog stanja, jer će jedino u tom slučaju uvoz polovnih PA imati pozitivan efekat na energetske efikasnost i emisiju izduvnih gasova.

5. UPOREDNA ANALIZA – SRBIJA

U ovom poglavlju će biti procenjeni ukupni troškovi i starost osrednjenog PA Srbije, za period od 2015. do 2020. godine, i to za različite mogućnosti upravljanja obnavljanjem flote PA u Srbiji.

Regresionom analizom statističkih podataka zaključeno je da se broj PA, za i -tu godinu, može aproksimirati funkcijom:

$$N_{i,SR} = 1418972,4 + 35403,6 \cdot (T_i - 2004), \quad k = 0,92. \quad (9)$$

Podaci o broju PA u Evropskoj uniji koji se godišnje povuku iz eksploatacije mogu se pronaći u radu autora Mehlhart *et al.* (2011). Analizom podataka može se zaključiti da se taj procenat povećava i da je u periodu između 2004. i 2009. godine bio u rasponu između 4,6 i 4,85%. Ukoliko bi se nastavio trend povećanja procenta povučenih PA on bi 2015. godine iznosio oko 5,1%, a 2020. godine 5,3%. U slučaju Srbije prethodni procenat je u rasponu od 4 do 5%. Treba pomenuti i da je procenat povučenih PA u Srbiji poslednjih godina u opadanju i da je za 2014. godinu iznosio je oko 4%.

U drugom poglavlju rada dokazali smo da se u uslovima minimalnog porasta, ili smanjenja bruto domaćeg proizvoda po stanovniku, ne može očekivati značajan porast broja novih PA. Posmatrajmo slučaj u kome je dozvoljen uvoz polovnih PA koji su proizvedeni od 2008. godine i gde $\Delta=0,04$, a $Nn=11694$ (broj novih PA u 2013. godini). U ovom slučaju u periodu između 2015. i 2020. godine ukupni troškovi osrednjenog PA opadaju za oko 3,6%, dok prosečna starost raste sa 14 na 17,3 godina. Ukoliko bi se broj novih PA vratio na broj iz 2011. godine ukupni troškovi osrednjenog PA bi opali za oko 4,5%, dok bi prosečna starost porasla sa 14 na 17 godina.

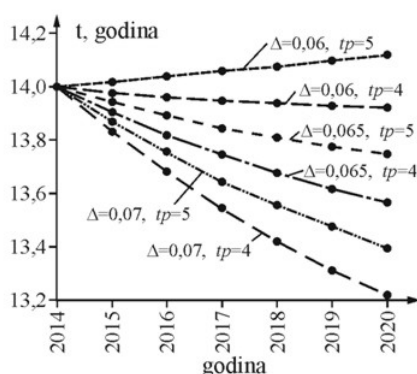
Smanjenjem prosečne starosti pozitivno se utiče na povećanje energetske efikasnosti i smanjenje izduvnih gasova PA.

Sprečavanje porasta prosečne starosti PA može se ostvariti ukoliko bi se od 2015. godine obezbedilo da minimalni procenat povučenih PA iz eksploatacije iznosi 4,8% i da se povećanje flote obezbedi samo nabavkom novih PA. Broj polovnih PA koji je uvezen u Srbiju u 2014. godini iznosi je oko 70000. Ukoliko se on i 2015. godine ne bi promenio onda bi procenat povučenih PA trebao da iznosi 5,9% za slučaj održavanja prosečne starosti flote PA od 14 godina. Prethodni procenat je veći u poređenju sa EU.

Prosečna starost PA od 14 godina bi se u 2015. godini za broj novih PA od 11694 (broj novih PA u 2013. godini) mogla zadržati ukoliko bi bili ispunjeni sledeći uslovi: $\Delta=0,07$, $Ne=124642$, $Np=148070$ i $tp=4$. U tom slučaju bi ukupni troškovi osrednjenog PA iznosili 0,11 EUR/km. U slučaju $Nn_{2015}=21694$ dobijaju



se sledeći rezultati: $\Delta=0,068$ $N_e=121274$, $N_p=135437$ i $tp=4$. U tom slučaju bi ukupni troškovi osrednjenog PA iznosili $C=0,11$ EUR/km.



Slika 6. Procena prosečne starosti PA (Srbija)

Broj uvezenih polovnih PA je 2014. godine iznosio 70000, dok je u 2013. godini taj broj bio za oko 20% veći. Ovaj pad može se objasniti uvođenjem strožijih ograničenja u pogledu uvoza polovnih PA.

Analizom prethodnih rezultata može se zaključiti kako se na smanjenje prosečne starosti i emisije izduvnih gasova i povećanje energetske efikasnosti PA u Srbiji može pozitivno uticati stimulisanjem kupovine novih PA i povlačenja starih PA iz eksploatacije. Takav primer smo imali u skorijoj prošlosti (Punto-Zastava).

Na Slici 6 prikazana je zavisnost prosečne starosti od broja povučenih PA iz eksploatacije (Δ) i prosečne starosti polovnih PA iz uvoza (tp) za slučaj broja polovnih PA iz 2014. godine, a za period od 2014. do 2020. godine. Prosečna starost će biti približno konstantna ukoliko se oko 6% PA povuče iz eksploatacije i ukoliko je prosečna starost polovnih PA iz uvoza 4 godine. U tom slučaju broj novih PA bi trebao biti u rasponu između 71800 (2015.) i 82400 (2020.) što je znatno više u poređenju sa trenutnim stanjem. Daljim povećanjem procenta povučenih PA i smanjenjem prosečne starosti polovnih PA iz uvoza smanjuje se prosečna starost PA. U slučaju $\Delta=0,07$ i $tp=4$ prosečna starost PA bi 2020. godine bila oko 6% manja u poređenju sa 2014. godinom. Smanjenje ukupnih troškova osrednjenog PA za slučajeve prikazane na Slici 6 nalazi se u rasponu od 9 do 10,4%.

6. ZAKLJUČAK

Analizom, sprovedenom u ovom radu, zaključeno je:

- da će se održavanjem postojećih tendencija u budućem periodu značajno povećati prosečna starost flote PA u Srbiji,
- da je u cilju rešavanja analiziranih problema u uslova nastavka rasta flote PA u Srbiji, potrebno stimulisati kupovinu novih i povlačenje starih PA iz eksploatacije; smanjiti prosečnu starost polovnih PA iz uvoza i obezbediti kontrolu njihovog tehničkog stanja.

LITERATURA

- Centar za vozila Hrvatske. Preuzeto 16.01.2015. sa <http://www.cvh.hr>
- Cheah, L.W. (2010). Cars on a diet: *The material and energy impacts of passenger vehicle weight reduction in the U.S.*, Ph.D. dissertation, Massachusetts Institute of Technology
- Kaplanović, S., & Mijailović, R. (2012). The internalisation of external costs of CO₂ and pollutant emissions from passenger cars. *Technological and Economic Development of Economy*. 18(3), 470-486. DOI: 10.3846/20294913.2012.702694
- Kwon, T. H. (2005). A scenario analysis of CO₂ emission trends from car travel: Great Britain 2000–2030. *Transport Policy*. 12(2), 175-184, DOI: 10.1016/j.tranpol.2005.01.004
- Mehlhart, G., Merz, C., Akkermans, L. & Jordal-Jorgensen, J. (2011). European second-hand car market analysis. Darmstadt: European Commission - DG Environment
- Mijailović, R. (2013a). The optimal lifetime of passenger cars based on minimization of CO₂ emission. *Energy*. 55, 869-878, DOI: 10.1016/j.energy.2013.04.008
- Mijailović, R. (2013b). The CO₂ emissions from passenger cars in Serbia. U: Environment to Europe, EnE13: The Ninth Regional Conference, pp. 95-101, Belgrade, ENV.net
- Ministry of the environment and spatial planning Republic of Slovenia. Average age of the vehicle fleet. Preuzeto 16.01.2015. sa <http://kazalci.arso.gov.si>
- Mock, P. (2014). *European vehicle market statistics*. Berlin: International Council on Clean Transportation Europe.
- Republički zavod za statistiku Republike Srbije. Preuzeto 08.01.2015. sa <http://webzrs.stat.gov.rs/WebSite>
- Statista (statistics portal). Preuzeto 16.01.2015. sa <http://www.statista.com/>
- Zachariadis, T., Ntziachristos, L., & Samaras, Z. (2001). The effect of age and technological change on motor vehicle emissions. *Transportation Research Part D*. 6, pp. 221-227. DOI: 10.1016/S1361-9209(00)00025-0