

UTICAJ STILA VOŽNJE NA ENERGETSKU EFIKASNOST VOZILA U DRUMSKOM TRANSPORTU

Davor Vujanović¹

Rezime: U ovom radu prikazan je uticaj različitog stila upravljanja vozilom na energetska efikasnost voznog parka u drumskoj distribuciji robe. Na osnovu pregleda literature ustanovljeno je da se stil vožnje vozača može u dovoljnoj meri prikazati preko sledećih parametara upravljanja vozilom: broj obrtaja motora, pritisak papučice gasa, ubrzanje vozila. Kako bi se utvrdile razlike u stilovima vožnje, izvršeno je snimanje trenutnih vrednosti definisanih parametara upravljanja vozilom kod vozača sa agresivnim i vozača sa pasivnim (umerenim) stilom. Sprovedeno istraživanje je obavljeno na istim vozilima koji su radili na istim linijama i u sličnim uslovima saobraćaja. Utvrđeno je u kojoj meri vozač sa agresivnim stilom vožnje dovodi do veće potrošnje goriva, u odnosu na pasivnog vozača. Na primeru postojeće kompanije sa sopstvenim voznim parkom prikazani su očekivani efekti kada se stil vozačevog upravljanja vozilom posmatra kao potencijalni prostor za poboljšanje energetske efikasnosti voznog parka.

Ključne reči: način (stil) vožnje, parametri upravljanja vozilom, energetska efikasnost, eko-vožnja, vozni park

UVOD

Kompanije koje poseduju vozni park za distribuciju robe u drumskom transportu obavljanjem transportne usluge dolaze do profita. Razmatrane kompanije nastoje da realizuju zadati obim transportnog rada u posmatranom periodu uz što manje troškove transporta i održavanja, kako bi ostvarili što veći profit [11].

Značajan deo transportnih troškova u razmatranim kompanijama nastane od utrošenog goriva voznog parka neophodnog za izvršenje zadatog obima transportnog rada [7]. Prema tome, energetska efikasnost voznog parka može u velikoj meri da utiče na veličinu ostvarenih transportnih troškova. U ovom radu je istraživana uticaj različitih načina (stilova) upravljanja vozilom od strane vozača na povećanje energetske efikasnosti voznog parka. Vozači mogu

¹ Univerzitet u Beogradu-Saobraćajni fakultet, V. Stepe 305, Beograd, d.vujanovic@sf.bg.ac.rs

svojim umerenim i veštim načinom upravljanja vozilom da značajno utiču na smanjenje specifične potrošnje goriva (u lit./100km), odnosno na povećanje energetske efikasnosti. Na taj način vozači direktno doprinose smanjenju troškova transporta, čime se ostvaruje veći profit u razmatranim kompanijama. Osim toga, različiti načini upravljanja vozilom različito utiču na bezbednost saobraćaja, proces održavanja vozila, kao i na životnu sredinu.

Rad je koncipiran na sledeći način. U poglavlju 2 opisan je problem s kojim se susreću rukovodioci razmatranih kompanija, a odnosi se na način upravljanja vozilom. U poglavlju 3 prikazano je sprovedeno istraživanje na dva kombi vozila istog modela i godine proizvodnje i sa dva vozača različitih stilova upravljanja (agresivni i pasivni). Istraživanje je imalo za cilj da utvrdi u kojoj meri se kod različitih stilova vozača razlikuju vrednosti parametara upravljanja vozilom koji utiču na potrošnju goriva. U poglavlju 4 prikazani su potencijalni efekti koji se mogu ostvariti umerenim načinom upravljanja vozilom, na primeru jedne transportne kompanije. Zaključak i budući pravci istraživanja su dati u poglavlju 5.

NAČIN (STIL) UPRAVLJANJA VOZILOM

Rukovodioci u razmatranim kompanijama nastoje da u što većoj meri smanje troškove transporta i održavanja pri realizaciji zadatog obima transportnog rada, kako bi ostvarili veći profit. Jedno od rešenja za smanjenje posmatranih troškova je delovanje na vozače i na njihov stil upravljanja vozilom. Agresivan i nedovoljno vešt stil upravljanja vozilom od strane vozača prouzrokuje (slika 1): manju energetske efikasnost vozila – veće transportne troškove (veća specifična potrošnja goriva i ulja), veće troškove održavanja (brže trošenje potrošnih rezervnih delova na vozilu, kao što su pneumatici, kočione obloge, delovi na agregatima i sl.), manju bezbednost saobraćaja – veću verovatnoću za nastanak saobraćajnog udesa (ovo može dodatno povećati troškove održavanja), veće ostale troškove (kazne za saobraćajne prekršaje, kašnjenje robe usled saobraćajnog udesa i sl.), veću emisiju CO₂, i veću buku vozila.

Kako bi rukovodioci kompanija bili u mogućnosti da povećaju energetske efikasnost vozila i smanje posmatrane troškove nastale usled agresivnog i nedovoljno veštog stila upravljanja vozilom od strane vozača, proizvođači komercijalnih vozila su na tržištu ponudili sopstvene telematske sisteme koji omogućavaju praćenje na daljinu parametara upravljanja vozilom i pravovremeno obaveštavanje vozača o eventualnim korekcijama u njihovom načinu upravljanja vozilom. Međutim, pomenuti telematski sistemi iziskuju

visoku nabavnu cenu za neophodnu opremu, pa time nisu brzo isplativiji za kompanije koje nemaju velike vozne parkove. Pored toga, sve veća pogodnost upotrebe mobilnih telefona za praćenje kretanja vozila (ali ne i funkcije praćenja parametara upravljanja vozilom) zadovoljava potrebe kompanija, što takođe utiče na manju primenu kompleksnih telematskih sistema.



Slika 1. Prikaz uticaja agresivnog stila upravljanja vozilom

Čak i u slučaju kada rukovodioci kompanija koriste pogodnosti telematskih sistema u okviru svog voznog parka, vozači sa agresivnim stilom upravljanja vešto skrivaju svoj „negativan“ uticaj na navedene troškove, a posebno na potrošnju goriva. Oni skrivaju svoj uticaj na veću potrošnju goriva pravdajući to većom količinom tereta koji se prevozi u vozilu, nepovoljnom konfiguracijom terena po kojem se kreće vozilo (npr. brdovit teren sa mnogo uspona) ili nepovoljnim uslovima saobraćaja u kojima se kreće vozilo (npr. gradski saobraćajni uslovi sa čestim zaustavljanjem). Navedeni faktori svakako utiču na veću potrošnju goriva. Međutim, kada se utvrdi njihov uticaj i dalje ostaje stil upravljanja vozilom kao značajan skriveni potencijal za smanjenje potrošnje goriva, odnosno za smanjenje posmatranih troškova.

Kao još jedan način da se smanje posmatrani troškovi usled agresivnog i nedovoljno veštog stila upravljanja vozilom, posmatrane kompanije šalju svoje vozače na obuke eko-vožnje. Eko-vožnja je koncept koji se primenjuje kako bi se povećala energetska efikasnost vozila, odnosno to je strategija upravljanja vozilom koja nastoji da smanji potrošnju goriva na istoj deonici

puta [2]. Obuka eko-vožnje ima za cilj da vozači dobiju neophodne veštine i tehnike kako bi upravljali vozilom bezbedno i ekološki odgovorno uz minimalnu potrošnju goriva [8]. Istraživanja su pokazala da se nakon završene obuke eko-vožnje smanjuje stopa saobraćajnih nezgoda za 40% [5]. Kratkoročne uštede goriva nakon završene obuke eko-vožnje mogu iznositi i do 27% kod teških teretnih vozila [3], dok se kod ostalih kategorija vozila uglavnom kreću u granicama od 5% do 15% [6]. Međutim, dosadašnja iskustva su pokazala da su dugoročni efekti od obuke eko-vožnje u pogledu potrošnje goriva znatno slabiji [6]. Obično se vozači pridržavaju stečenih veština nekoliko meseci nakon obuke eko-vožnje, a tada se često usled nepostojanja finansijske motivacije vraćaju na stare običaje i navike u pogledu stila upravljanja vozilom. Na osnovu sprovedenih istraživanja ustanovljeno je da umeren stil upravljanja putničkim vozilom može da smanji specifičnu potrošnju goriva za oko 20% u odnosu na agresivan stil upravljanja na istoj deonici i pri istim uslovima saobraćaja [10].

Kako bi se posebno istakao uticaj različitog stila upravljanja komercijalnim vozilima na troškove transporta i održavanja, odnosno na energetska efikasnost i na potrošnju goriva, neophodno je definisati ključne parametre upravljanja vozilom koji u dovoljnoj meri odslikavaju stil vožnje vozača. U tom smislu, mnogi autori u svojim istraživanjima koriste parametar ubrzanje, odnosno usporenje vozila kako bi ispratili da li vozači upravljaju vozilom po principima eko-vožnje [3],[4],[9]. Pored toga, kao parametar upravljanja vozilom pomoću kojeg se takođe može verodostojno ustanoviti stil vozačeve vožnje je broj obrtaja motora, između ostalih [2]. Prema [1], vozači treba da promene u viši stepen prenosa pre nego što njihovi motori dostignu 2 500 obr./min. za benzinske motore, odnosno 2 000 obr./min. za dizel motore. Isti autori uzimaju u obzir pritisak papučice gasa kao parametar upravljanja vozilom važan za postizanje eko-vožnje. Autori u radu [9] navode da se papučica gasa nikada ne treba pritiskati više od 50% kako bi se izbegla agresivna ubrzanja, kao i da se sa manjim standardnim odstupanjem u pritisku papučice gasa postiže veća energetska efikasnost vozila.

Prema tome, ključni parametri upravljanja vozilom koji dovoljno precizno prikazuju stil vožnje vozača, a koji utiču na potrošnju goriva su sledeći:

- broj obrtaja motora (u br. /min.),
- pritisak papučice gasa (u %),
- ubrzanje, odnosno usporenje vozila (u m/s^2).

Merenjem trenutnih vrednosti navedenih parametara prilikom upravljanja vozilom može se ustanoviti kojem stilu vožnje (agresivan ili umeren) pripada

određeni vozač i može se takođe utvrditi u kojoj meri vozač doprinosi povećanju energetske efikasnosti voznog parka u svojoj kompaniji.

SPROVEDENO ISTRAŽIVANJE U POGLEDU RAZLIČITIH STILOVA VOZAČA PRI UPRAVLJANJU VOZILOM

Kako bi se utvrdilo u kojoj meri se razlikuju ostvarene vrednosti definisanih parametara (broj obrtaja motora, pritisak papučice gasa, ubrzanje vozila) kod dva vozača sa agresivnim i sa umerenim stilom upravljanja i u kojoj meri njihovi stilovi upravljanja utiču na energetska efikasnost vozila, sprovedeno je istraživanje koje je opisano u narednom poglavlju.

Opis istraživanja

Istraživanje je sprovedeno tokom septembra i oktobra, 2019. g. Za potrebe istraživanja upotrebljena su dva vozila jedne kompanije u Republici Srbiji koja se bavi prodajom i distribucijom rezervnih delova u auto industriji. Oba upotrebljena vozila su istog proizvođača i modela, odnosno Renault Master (slika 2). Oba vozila imaju istu godinu proizvodnje i iste godine su uvedeni u eksploataciju. U tabeli 1 prikazani su osnovni tehničko-eksploatacioni podaci upotrebljenih vozila za posmatrano istraživanje. Kao što se vidi u tabeli 1, stanje pređenog puta posmatranih vozila se neznatno razlikovalo pre početka snimanja podataka.

Tabela 1. Prikaz tehničko-eksploatacionih karakteristika vozila upotrebljenih za snimanje podataka

Tehničko-eksploatacione karakteristike vozila	Vozilo pasivnog vozača	Vozilo agresivnog vozača
Proizvođač i model	Renault Master	Renault Master
Godina proizvodnje	2017.	2017.
Početna godina eksploatacije	2017.	2017.
Snaga motora (kW)	96	96
Zapremina motora (cm ³)	2 299	2 299
Stanje pređenog puta (km)	146 796	154 962
Masa praznog vozila (kg)	2 015	2 015
Nosivost vozila (kg)	1 485	1 485

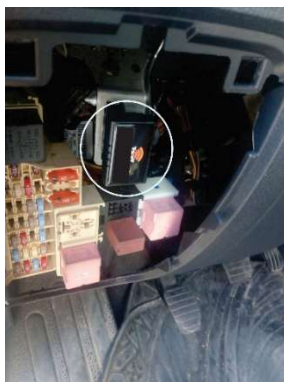
Na osnovu razgovora sa rukovodiocima kompanije izabrana su dva njihova vozača kod kojih se pretpostavljalo da se razlikuju po stilovima vožnje. Jedan vozač pripada agresivnom stilu, dok drugi zastupa umereni (pasivni) stil

vožnje. Tokom snimanja definisanih parametara vozači nisu bili upoznati sa istraživanjem kako bi ostali dosledni svojim stilovima vožnje.



Slika 2. Prikaz vozila upotrebljenih za snimanje podataka

Za merenje vrednosti definisanih parametara koji ukazuju na stil upravljanja vozilom razvijen je uređaj za očitavanje podataka koji se na vozilo povezuje preko OBDII priključka (slika 3). Razvijeni uređaj nakon povezivanja na OBDII priključak tokom rada vozila očitava sa glavnog računara za kontrolu motora (ECU-Engine Control Unit) trenutne vrednosti broja obrtaja motora, pritiska papučice gasa i ubrzanja. Očitavanje vrednosti navedenih parametara vrši se sa periodičnošću od jedne sekunde. Očitane vrednosti parametara se putem „Bluetooth“ veze prenose na razvijenu aplikaciju za memorisanje podataka na mobilnom telefonu u vozilu.



Slika 3. Prikaz priključenog uređaja za očitavanje vrednosti definisanih parametara upravljanja vozilom

Snimanje podataka definisanih parametara je sprovedeno tokom 8 radnih dana. Upotrebljena vozila su tokom snimanja vrednosti definisanih parametara obavljala planirane transportne zadatke na istim postojećim linijama posmatrane kompanije, kao bi se eliminisao uticaj geografije terena i saobraćajnih uslova na specifičnu potrošnju goriva. Pored toga, upotrebljena vozila su tokom snimanja podataka prevozila veoma slične količine tereta kako bi se eliminisao uticaj ukupne mase vozila na specifičnu potrošnju goriva. Oba vozila su tokom istraživanja imali iste dimenzije pneumatika sa propisanim pritiskom vazduha. Tokom snimanja vrednosti parametara nije bilo kišovitog i vetrovitog vremena.

Sprovedeno istraživanje je imalo za cilj da istakne samo uticaj različitih stilova upravljanja vozilom od strane vozača, a da se pri tome odstrane svi ostali uticaji na specifičnu potrošnju goriva.

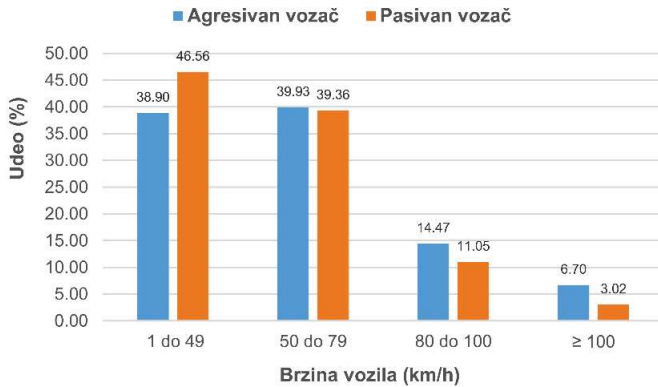
Rezultati istraživanja

Na osnovu analize snimljenim podataka dobijeni su rezultati za agresivnog i pasivnog (umerenog) vozača u pogledu brzine vozila, broja obrtaja motora, pritiska papučice gasa i ubrzanja vozila. U tom smislu, u tabeli 2 može da se uoči da je vozač sa agresivnim stilom upravljanja vozilom prosečno pritisakao papučicu gasa za čak 28,34% više u odnosu na vozača sa pasivnim stilom vožnje. Pored toga, vozač sa agresivnim stilom vožnje ostvario je veću prosečnu brzinu kretanja vozila za 10,27%, kao i veći prosečan broj obrtaja motora za 4,55% u odnosu na pasivnog vozača (tabela 2).

Tabela 2. Prikaz ostvarenih vrednosti parametara vožnje kod pasivnog i agresivnog vozača

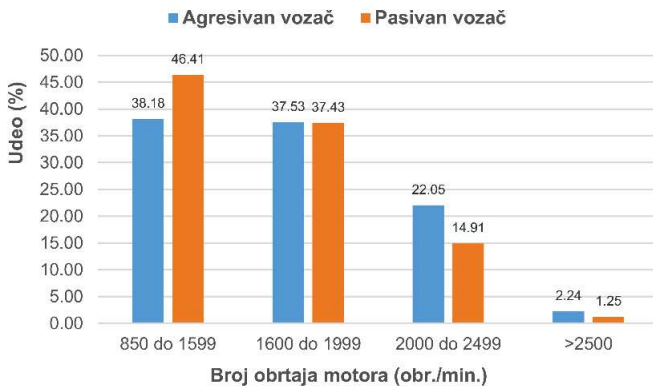
Parametar	Pasivni vozač	Agresivni vozač	Razlika u stilovima vožnje (%)
Prosečna brzina vozila (km/h)	52,78	58,20	10,27
Prosečan broj obrtaja motora (obr./min.)	1 624	1 698	4,55
Prosečan pritisak papučice gasa (%)	23,12	29,67	28,34

Kada se analizira vremenska raspodela brzine kretanja vozila prema stilovima vožnje (slika 4), uočava se da pasivni vozač zadržava brzinu kretanja vozila do 80 km/h tokom 86% ukupnog vremena vožnje, dok se agresivni vozač kreće brzinom preko 100 km/h tokom 6,70% vremena, što je više nego dvostruko u odnosu na pasivnog vozača.



Slika 4. Vremenska raspodela brzine vozila prema stilovima vožnje

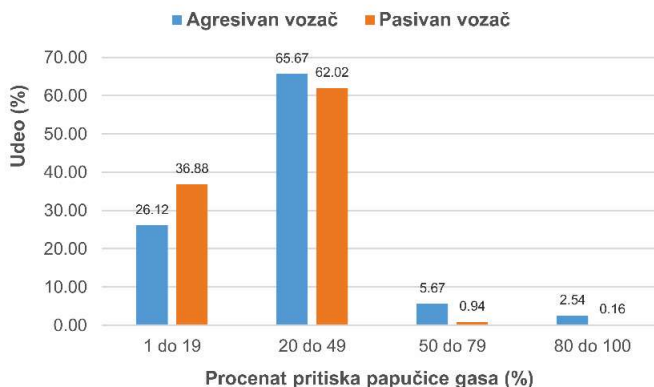
Posmatrajući vremensku raspodelu broja obrtaja motora prema stilovima vožnje (slika 5), može da se zaključi da je vozilo agresivnog vozača znatno češće bilo sa brojem obrtaja motora preko 2 000 obr./min., odnosno u 24,29% vremena za razliku od 16,16% vremena za vozilo pasivnog vozača. Pored toga, uočava se da je pasivni vozač svoje vozilo znatno više vremena držao sa brojem obrtaja motora ispod 1600 obr./min. u odnosu na agresivnog vozača.



Slika 5. Vremenska raspodela broja obrtaja motora prema stilovima vožnje

Razlika između agresivnog i pasivnog stila vožnje možda se najbolje može razumeti analizirajući vremensku raspodelu pritiska papučiće gasa u vozilu

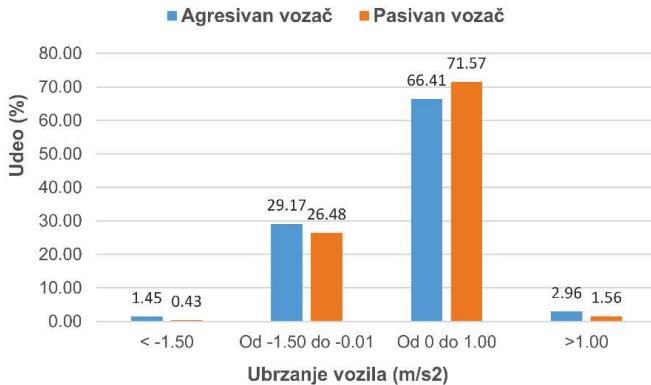
(slika 6). Kao što se može videti na slici 6, vozač koji pripada pasivnom stilu vožnje u svega 1,1% vremena pritiska papučicu gasa sa preko 50% hoda papučice, dok agresivni vozač to čini mnogo češće, odnosno u 8,21% vremena. Pasivni vozač čak 36,88% vremena pritiska papučicu gasa do 20% hoda papučice, što direktno doprinosi manjoj specifičnoj potrošnji goriva.



Slika 6. Vremenska raspodela pritiska papučice gasa u vozilu prema stilovima vožnje

Kod vremenske raspodele ubrzanja vozila može da se uoči da vozač sa agresivnim stilom vožnje češće usporava, pogotovo se to odnosi na ekstremno kočenje sa usporenjem manjim od $-1,5 \text{ m/s}^2$ koje se desilo u 1,45% vremena vožnje (slika 7). To je posledica većih ubrzanja ($>1 \text{ m/s}^2$) koje je agresivni vozač ostvario u 2,96% vremena, što je duplo češće od pasivnog vozača. Ova činjenica takođe direktno označava agresivnog vozača kao većeg potrošača goriva, pored ostalog.

Na osnovu sprovedene analize snimljenih parametara o upravljanju vozilom (broj obrtaja motora, pritisak papučice gasa, ubrzanje vozila) može da se zaključi da je vozač sa agresivnim stilom vožnje tokom perioda snimanja imao nepovoljnije vrednosti svih definisanih parametara u odnosu na pasivnog vozača. Agresivni vozač ostvario je veću prosečnu brzinu kretanja, njegov motor se više vremena obrće iznad 2 500 obr./min., znatno češće pritiska papučicu gasa preko 50% hoda papučice, učestalije sprovodi intezivna ubrzanja ($>1 \text{ m/s}^2$) i intezivna kočenja ($<-1,50 \text{ m/s}^2$) svojim vozilom, u odnosu na vozača koji neguje pasivan stil vožnje.



Slika 7. Vremenska raspodela ubrzanja vozila prema stilovima vožnje

Sve, gore navedene, činjenice direktno ukazuju da vozač sa agresivnim stilom vožnje ima veću specifičnu potrošnju goriva (u lit./100km), za razliku od pasivnog vozača (tabela 3). Kao što se može videti u tabeli 3, vozač sa agresivnim stilom vožnje koji je upravljao vozilom prema gore prikazanim karakteristikama je tokom perioda snimanja ostvario specifičnu potrošnju goriva od 8,69 lit./100km. To je za 1,24 lit./100km veća specifična potrošnja goriva u odnosu na vozača koji je upravljao vozilom na pasivan način. Tokom perioda snimanja oba upotrebljena vozila su ostvarila skoro identičan pređeni put pošto su saobraćala na istim postojećim linijama i prevezli su približno sličnu prosečnu količinu tereta po transportnom zadatku (tabela 3).

Tabela 3. Prikaz ostvarene potrošnje goriva kod upotrebljenih vozila u zavisnosti od stilova vožnje

Tehničko-eksploatacioni pokazatelj	Vozilo pasivnog vozača	Vozilo agresivnog vozača	Ostvarena razlika
Specifična potrošnja goriva (lit./100km)	7,45	8,69	1,24
Pređeni put vozila (km)	3 568	3 606	38
Prosečna količina prevezenog tereta (kg)	836	859	23

Sprovedenom analizom utvrđeno je kako se ponaša vozilo kada njime upravlja vozač sa agresivnim stilom, a kako kada je vozač sa pasivnim stilom vožnje. Utvrđene su razlike u vrednostima definisanih parametara upravljanja vozilom u zavisnosti od stila vožnje i ustanovljeno je da vozač sa agresivnim

stilom prouzrokuje veću specifičnu potrošnju goriva za 16,64% u odnosu na pasivnog vozača (tabela 3).

Kako bi se mogli sagledati očekivani efekti od uticaja stila vožnje na energetska efikasnost voznog parka, u narednom poglavlju će se prikazati potencijalne uštede na primeru postojeće kompanije koja poseduje sopstveni vozni park.

OČEKIVANI EFEKTI U POSTOJEĆOJ KOMPANIJI SA VOZIM PARKOM

Očekivani efekti od uticaja različitog stila vožnje na energetska efikasnost voznog parka prikazaće se na primeru jedne postojeće kompanije sa sopstvenim voznim parkom, koja između ostalih poseduje i kombi vozila za distribuciju robe (tabela 4). U tabeli 4 može da se uoči da posmatrana kompanija poseduje 34 kombi vozila, što čini 72,34% celokupnog voznog parka. Kombi vozila imaju prosečnu starost od 5,85 godina i tokom 2018. g. su ostvarili ukupan godišnji pređeni put od 2 054 448 km (tabela 4). Prilikom proračuna ostvarenih ušteda u potrošnji goriva pošlo se od pretpostavke da tehničko stanje ostalih kombi vozila iz posmatrane kompanije ne prouzrokuje dodatno povećanje potrošnje goriva u odnosu na tehničko stanje vozila na kojima je sprovedeno snimanje podataka, pošto su u pitanju kombi vozila koja u proseku nisu starija od 5,85 godina.

Tabela 4. Prikaz voznog parka kompanije u kojoj je obavljeno istraživanje

Broj kombi vozila	Udeo kombi vozila u voznom parku (%)	Prosečna starost kombi vozila (god.)	Ukupan godišnji pređeni put kombi vozila (km)
34	72,34	5,85	2 054 448

Ostvarene uštede u potrošnji goriva od pasivnog stila vožnje prikazane su za različite scenarije udela vozila sa pasivnim vozačima u ukupnom broju kombi vozila u posmatranoj kompaniji (tabela 5). Uštede su proračunate za ukupan godišnji pređeni put kombi vozila koji je tokom 2018. g. iznosio 2 054 448 km. Kao što se vidi u tabeli 5, u slučaju najnepovoljnijeg scenarija kada u posmatranoj kompaniji nema vozača koji vozilima upravljaju na pasivan način nema očekivanih ušteda u potrošnji goriva. Kod scenarija kada u posmatranoj kompaniji postoji 50% kombi vozila kojima upravljaju vozači sa umerenim stilom, ostvaruje se ušteda na godišnjem nivou od 12 738 litara goriva. U slučaju scenarija kada u posmatranoj kompaniji postoji 70% vozila kojima se

upravlja na pasivan način, očekivana godišnja ušteda u potrošnji goriva iznosi 17 833 litara. Kod najoptimističnijeg od predloženih scenarija kada u posmatranoj kompaniji svim kombi vozilima upravljaju vozači sa pasivnim stilom vožnje, dolazi se do godišnje uštede u potrošnji goriva od 25 475 litara (tabela 5).

Tabela 5. Prikaz očekivanih ušteda u potrošnji goriva u zavisnosti od različitih scenarija u posmatranoj kompaniji

Scenario	Broj kombi vozila sa pasivnim vozačima	Očekivana godišnja ušteda u potrošnji goriva (lit.)
0% vozila sa pasivnim vozačima	0	0
50% vozila sa pasivnim vozačima	17	12 738
70% vozila sa pasivnim vozačima	24	17 833
100% vozila sa pasivnim vozačima	34	25 475

Kao što se može uočiti iz tabele 5, razlike očekivanih ušteda u potrošnji goriva po scenarijima su znatne. U tom smislu, razmatrane kompanije imaju ekonomsku opravdanost da motivišu što više svojih vozača da upravljaju vozilom na umeren (pasivan) način. Kao jedno od rešenja je uvođenje sistema za nagrađivanje energetsko efikasnih vozača koji neguju pasivan stil vožnje. Pri tome, određen procenat uštede bi zadržavala kompanija, a za ostali deo uštede bi bio nagrađen vozač. Međutim, ceo sistem za nagrađivanje vozača po pitanju ekonomske vožnje trebao bi biti podržan sistemom za ocenjivanje vozača gde se vrednuje isključivo doprinos vozačkog upravljanja vozilom na smanjenje potrošnje goriva, što je trenutno u fazi razvoja autora ovog rada.

ZAKLJUČAK

U ovom radu istraživana je uticaj različitih stilova vozača pri upravljanju vozilom na energetsku efikasnost voznog parka. Razlike u stilovima vožnje između agresivnog i pasivnog (umerenog) vozača prikazane su na osnovu snimanja sledećih parametara: broj obrtaja motora, pritisak papučice gasa, ubrzanje vozila. Na osnovu izvršenog snimanja podataka ustanovljeno je da vozač sa agresivnim stilom vožnje pritišće papučicu gasa za čak 28,34% više u proseku od vozača sa pasivnim stilom vožnje. Pored toga, utvrđeno je da vozač sa

agresivnim stilom vožnje znatno više vremena drži broj obrtaja motora preko 2 000 obr./min., odnosno u 24,29% vremena za razliku od 16,16% vremena u slučaju pasivnog vozača. Takođe je snimljeno da vozač sa agresivnim stilom vožnje znatno češće sprovodi intezivna usporavanja (kočenja) i ubrzavanja, odnosno intezivno ubrzava u 2,96% ukupnog vremena vožnje za razliku od 1,56% vremena koliko to radi vozač sa pasivnim stilom.

Utvrđeno je da izmerene razlike u stilovima vožnje imaju uticaj na specifičnu potrošnju goriva. Tokom perioda snimanja podataka ustanovljeno je da agresivan stil vožnje prouzrokuje veću specifičnu potrošnju goriva za 16,64% u odnosu na pasivan stil upravljanja vozilom. Pri tome su vozila tokom perioda snimanja imala približno isti pređeni put jer su obavljala transportnu uslugu na istim linijama i transportovala su približno istu prosečnu količinu tereta po transportnom zadatku. Kako bi se prikazao značaj stila vožnje na energetske efikasnost voznog parka prikazani su očekivani efekti u postojećoj kompaniji u zavisnosti od različitih scenarija. Utvrđeno je da su moguće godišnje uštede u potrošnji goriva od 25 475 litara u slučaju kada kompanija poseduje sve vozače sa umerenim stilom vožnje u odnosu na slučaj kada postoje svi vozači sa agresivnim načinom upravljanja vozilom.

Budući pravci istraživanja okrenuti su razvoju sistema za vrednovanje vozača u pogledu njihovog stila upravljanja vozilom i razvoju sistema za nagrađivanje vozača u kojem se razmatra isključivo doprinos vozača manjoj potrošnji goriva, a neutralisani su svi ostali uticaji.

ZAHVALNICA

Ovaj rad podržan je od strane Ministarstva za obrazovanje, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije u okviru projekta TR36010. Autor se takođe zahvaljuje kompanijama „Delmax“ d.o.o., „Autosfera“ d.o.o. i „Inova Tech“ d.o.o. na ukazanoj podršci tokom izrade ovog rada.

LITERATURA

- [1] Araujo R., Igreja A., de Castro R., Araujo R. E. (2012), Driving Coach: a Smartphone Application to Evaluate Driving Efficient Patterns, in Proceedings of 2012 Intelligent Vehicle Symposium, Spain, pp.1005-1010
- [2] Beloufa S., Cauchard F., Vedrenne J., Vaillau B., Kemeny A., Merienne F., Boucheix J. M. (2017), Learning eco-driving behaviour in a driving simulator:

- Contribution of instructional videos and interactive guidance system, Transportation Research Part F, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.11.010>
- [3] Fors C., Kircher K., Ahlstrom C. (2015), Interface design of eco-driving support systems - Truck drivers' preferences and behavioural compliance, Transportation Research Part C, Vol. 58, pp.706-720
 - [4] Gilman E., Keskinarkaus A., Tamminen S., Pirttikangas S., Roning J., Riekkilä J. (2015), Personalised assistance for fuel-efficient driving, Transportation Research Part C, Vol. 58, pp.681-705
 - [5] Hedges P., Moss D. (1996), Costing the effectiveness of training: case study 1-improving Parcelforce driver performance, Industrial and Commercial Training, Vol. 28, No. 3, pp.14-18
 - [6] International Transport Forum (2007), Workshop on EcoDriving: Findings and Messages for Policy Makers, Paris
 - [7] Momčilović V., Cvetković M. (2011), Koncept obuke vozača za ekološku vožnju, u zborniku radova sa naučno-stručnog skupa "Ka održivom transportu 2011", str.79-90
 - [8] Momčilović V., Dimitrijević B., Stokić M. (2017), Eco-driving - potentials and opportunities within green logistics, in Proceedings of the 3rd Logistics International Conference LOGIC 2017, Belgrade, pp. 222-227
 - [9] Sanguinetti A., Kurani K., Davies D. (2017), The many reasons your mileage may vary: Toward a unifying typology of eco-driving behaviors, Transportation Research Part D, Vol. 52, pp.73-84
 - [10] Stokić M., Momčilović V., Vučanović D. (2019), Evaluation of Driver's Eco-Driving Skills Based on Fuzzy Logic Model – A Realistic Example Of Vehicle Operation In Real-World Conditions, Journal of Applied Engineering Science, Vol. 17 (2), pp. 217-223, doi:10.5937/jaes17-22106
 - [11] Vučanović D., Momčilović V., Medar O. (2017), Influence of an integrated maintenance management on the vehicle fleet energy efficiency, Thermal Science, Vol. 22, No. 3, pp.1525-1536, doi: <https://doi.org/10.2298/TSCI170209122V>