Ocena ukupne efektivnosti transportnog procesa

DUŠAN M. RADOSAVLJEVIĆ, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Niš

ALEKSANDAR V. MANOJLOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

OLIVERA M. MEDAR, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

NEBOJŠA J. BOJOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Saobraćajni fakultet, Beograd

Pregledni rad

UDC: 656.1-52:519.87

656.1.076/.078

DOI: 10.5937/tehnika1705717R

Postizanje održivog drumskog transporta zahteva postojanje metoda za ocenu njegove efektivnosti, odnosno za ocenu ukupne efektivnosti transportnog procesa, voznih parkova u drumskom transportu, vozila i vozača. Transportna preduzeća i preduzeća sa voznim parkom za sopstvene potrebe teže podizanju efektivnosti resursa kojima raspolažu kao i podizanju kvaliteta transportne usluge u cilju postizanja konkurentne pozicije na tržištu. Postizanje nivoa svetske klase prilikom ocenjivanja ukupne efektivnosti transportnog procesa je cilj države, vlasnika voznog parka, kao i obrazovne, stručne i naučne zajednice.

U radu je izložen značaj istraživanja i upravljanja efektivnošću transportnog procesa, prikazan je pregled literature i predstavljen je metod za izračunavanje pokazatelja OVE Human koji se koristi kao alat za ocenu ukupne efektivnosti transportnog procesa, a koji se može primeniti u lokalnoj sredini. Ukazano je na probleme koji su uočeni prilikom primene sličnih pokazatelja i data su zaključna razmatranja.

Ključne reči: vozni park, raspoloživost, učinak, kvalitet, energetska efikasnost

1. UVOD

Privredni i društveni razvoj doprineli su podizanju svesti o značaju očuvanja životne sredine. Dovoljno visok stepen ekonomskog razvoja omogućio je da se pravovremeno deluje, adekvatno reaguje i da se dođe do afirmacije održivog razvoja. Opredeljenje ka očuvanju životne sredine i stabilan privredni rast utiču na svest privrednih subjekata da smanjuju svoj štetni uticaj na životnu sredinu. Navedeni uticaji se odnose na stanovništvo čije odgovorno ponašanje omogućava unapređenje kvaliteta života njima samima i njihovoj deci. U tom smislu uspostavljanje održive životne sredine podrazumeva održivost svih delatnosti i privrednih subjekata u njoj, a to se neposredno odnosi i na transport. [1-5]

Održivost transporta se odnosi na uticaj transport-

nih sredstava na okolinu, što podrazumeva direktno negativno dejstvo na životnu sredinu (izduvnim gasovima, otpadom, bukom i sl.), ali i potrošnju energije, izgradnju infrastrukture, proizvodnju transportnih sredstava i sl. Razvoj društva dovodi do ograničenja resursa, razvija se svest o posledicama delovanja na okolinu, okruženje i na budućnost planete.

Da bi transport bio održiv potrebno je povećanje efektivnosti transportnog procesa, a to se neposredno odnosi na: upravljanje transportnim zahtevima, smanjenje potrošnje energije, korišćenje obnovljivih izvora energije, korišćenje resursa sa što blažim štetnim uticajem na okolinu, smanjenje broja saobraćajnih nezgoda odnosno ublažavanje njihovih posledica, efektivnije upravljanje transportnim sredstvima, edukaciju zaposlenih, eko vožnju, obuke vozača i sl.

Za sagledavanje međuzavisnosti održivog razvoja, održivog transporta i efektivnosti transportnog procesa, analizirane su brojne strategije, studije i izveštaji koje imaju za cilj povećanje ukupne efektivnosti voznih parkova drumskog transporta [6].

Različitim merama se utiče na proizvođače drumskih vozila da proizvode energetske efikasne vozila,

Adresa autora: Dušan Radosavljević, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Niš, Aleksandra Medvedeva 20

e-mail: dusan_222@yahoo.com

Rad primljen: 17.07.2017.

Rad prihvaćen: 24.07.2017.

sa manjom emisijom izduvnih gasova. Istovremeno, postoje pokušaji da se deluje u oblasti upravljanja radom voznih parkova (za javne i za sopstvene potrebe) kako bi bili energetski efikasniji [7]. Održivi razvoj, između ostalog, podrazumeva i razvoj metoda za merenje ukupne efektivnosti transportnog procesa, odnosno efektivnosti drumskih vozila, vozača i kvaliteta pružene usluge što je i predmet ovog rada.

U okviru pristupa Totalno produktivnog održavanja (Total Productive Maintenance, u daljem tekstu TPM) [8] razvijen je kompleksan pokazatelj Ukupna efektivnost opreme (Overall Equipment Effectiveness, u daljem tekstu OEE). Na bazi OEE razvijen je pokazatelj koji bi bilo moguće primeniti za ocenu ukupne efektivnosti rada vozila. Cilj ovog rada je razvoj i dalje prilagođavanje ovog kompleksnog pokazatelja koji bi ocenio efektivnost transportnog procesa, odnosno koji bi osim ocene efektivnosti rada vozila obuhvatao i ocenu efektivnosti rada vozača.

U radu je definisan metod za ocenu efektivnosti transportnog procesa sa ciljem povećanja efektivnosti voznog parka. U cilju rešavanja postavljenog problema, predstavljen je pregled literature iz ove oblasti. Predstavljani su očekivani problemi koji prate primenu ovakvog metoda. Data su zaključna razmatranja i predstavljen pravac daljih istraživanja.

2. ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA I UPRAVLJANJA TRANSPORTNIM PROCESOM

Razvijena i odgovorna društvena zajednica jača svest o potrebi sopstvene održivosti i deluje kroz izgradnju moralnih kriterijuma i usvajanje zakonskih smernica. Težnja je da se razvije jedan racionalni transportni sistem koji ispunjava ostvarive kriterijume koje pred njega istovremeno postavljaju društvena zajednica i privredno okruženje. Ovako razvijen transportni sistem može podsticati [6]:

- povećanje energetske efikasnosti voznog parka,
- smanjenje učešća transportnih troškova u ceni proizvoda,
- povećanje bezbednosti saobraćaja,
- smanjenje zavisnosti od neobnovljivih izvora energije,
- povećanje bruto domaćeg proizvoda (BDP),
- bolji ambijent za život,
- čistiju i zdraviju životnu sredinu i
- sigurniju budućnost novih generacija.

Dostizanje održivog transportnog procesa je cilj koji se može realizovati uzajamnim delovanjem više činilaca od kojih se naročito izdvajaju:

- država, odnosno društvena zajednica,
- vlasnici voznog parka,
- obrazovna, stručna i naučna zajednica.

Država kao društveno politička zajednica kreira najpovoljnije rešenje za svoje građane na osnovu trenutnog unutrašnjeg stanja, a u interakciji sa okruženjem. Država određuje politiku, smernice, vremenske rokove za njihovu primenu, a pri tom definiše ograničenja, stepen slobode i ambijent za realizaciju održivog transporta. Ona pravi ambijent u kome će delovati činioci transportnog procesa. Institucije sistema prema ciljevima politike razvoja društva uobličavaju zakone, propise, poresku politiku i strategije razvoja. Adekvatno uspostavljen ambijent usmerava transport ka održivom razvoju.

Vlasnici voznog parka kao osnovni cilj imaju povećanje koristi, odnosno maksimizaciju profita. Oni svoje delovanje prilagođavaju definisanom ambijentu i kroz racionalizaciju traže put ka većem profitu.

Obrazovna, stručna i naučna zajednica ima zadatak da ukaže na posledice razvoja u narednom periodu što državi omogućava da koriguje politiku i donese kvalitetnu odluku. Na drugoj strani potrebno je upravljati transportnim procesom u datom ambijentu i unaprediti ga u skladu sa ciljevima održivosti. Upravljanje transportnim procesom podrazumeva prilagođavanje savremenim i budućim tehnološkim zahtevima koji se odnose na:

- proizvodnju i pakovanje dobara,
- proizvodnju i nabavku transportnih sredstava,
- eksploataciju i održavanje vozila,
- transportnu uslugu,
- infrastrukturu i drugo.

U cilju efikasnijeg upravljanja transportnim procesom i funkcionisanja privrede i društva u celini svi akteri moraju biti povezani tokovima informacija i aktivnostima. Vlasnici voznih parkova rade i sakupljaju informacije o svom radu. Obrazovna, stručna i naučna zajednica razvija nova rešenja, sakuplja strana iskustva i najbolje prakse, unapređuje metode i procese, obrađuje ih i pomaže ostalim akterima u dostizanju cilja koji je postavila država. Država, na osnovu podataka o rezultatima rada voznih parkova i istraživanja revidira postavljene ciljeve i preduzima adekvatne mere uzimajući u obzir sve ciljeve društvene zajednice.

Značaj istraživanja u ovoj oblasti je u tome da za naizgled suprotstavljene ciljeve društvene zajednice i privrednih subjekata iz transportnog sektora razviju modele i alate kojima je moguće pratiti njihovo dostizanje na jedinstven način. Ovi modeli i alati treba da budu jasni za primenu kako u upravljanju voznim parkovima pojedinačnih vlasnika, tako i za analizu transportnih procesa i sektora u celini. Činiocima transportnog procesa potrebno je predstaviti savremena metode i tehnologije u cilju rešavanja problema sa kojima se suočavaju u današnjem ambijentu. Državnim

organima potrebno je predstaviti značaj upravljanja transportnim procesom što sa sobom nosi razvoj transportnog sektora, privrede i društva u celini.

3. PREGLED LITERATURE

Korisnici očekuju od transportnog procesa da obezbedi visok kvalitet usluge, pouzdanost i konkurentnu cenu. U tom slučaju, od učesnika u transportnom procesu se zahteva bolje iskorišćenje raspoloživosti resursa, maksimalan učinak resursa kao i visok nivo kvaliteta izvršene i pružene usluge. Resurse u transportnom procesu predstavljaju vozila, vozači, dispečeri, ali i energija, infrastruktura, kapital i dr. Za potrebe merenja učinka transportnog procesa potreban je pouzdan metod koji sadrži sistem pokazatelja realizacije transportnog procesa.

Praćenje pokazatelja u drumskom transportu robe na nivou koji se posmatra u ovom radu prvi put se sreće u studiji koja je rađena za potrebe Vlade Velike Britanije [9]. U studiji su predstavljeni ključni pokazatelji realizacije transporta za vozne parkove koji vrše distribuciju robe. Na osnovu prikazanih pokazatelja studija je pokazala pravac daljeg delovanja za ostvarivanje viših ciljeva društvene zajednice. Kasnije su isti autori sprovodili slične studije u drugim sektorima drumskog transporta robe.

Druga grupa autora je nastavila istraživanja sistema pokazatelja rada voznog parka primenjujući pristup koji predstavlja osnovu za maksimizaciju efektivnosti tehničkih resursa (opreme), postavljanjem i održavanjem optimalnog odnosa između ljudi i tehničkih resursa (opreme) – TPM pristup [8]. Izvorno, TPM koristi efektivnost procesa (resursa) da bi ukazao na vrednost (značaj) operatera i ljudi koji rade u proizvodnji i održavanju, odnosno, koristi pokazatelj OEE kao kvantitativni pokazatelj za merenje performansi u proizvodnom procesu. Cilj je da se oprema održava u optimalnom stanju kako bi se sprečili neplanirani zastoji, gubici u brzini, otkazi, gubici u kvalitetu i dr. koji se javljaju u procesu proizvodnje ili prilikom pružanja usluga. Postoje tri krajnja cilja TPM-a: nula grešaka, nula nezgoda i nula zastoja [8].

Pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa voznih parkova, koji je zasnovan na TPM pristupu, pokazatelju efektivnosti OEE, znanju eksperata i primerima dobre prakse je Ukupna efektivnost vozila (Overall Vehicle Effectiveness, u daljem tekstu OVE) [10]. Od svog nastanka i prvog pojavljivanja u literaturi [10], OVE se usavršava i unapređuje [11-13]. Pokazatelj OVE podrazumeva merenje gubitaka prilikom određivanja vrednosti raspoloživosti, učinka (performanse) i kvaliteta transportnog procesa (tabela 1). Pokazatelj OVE imenuje pet gubitaka transportnog procesa: pauze vozača, prekomerno vreme čekanja na

utovaru odnosno istovaru, gubitke iskorišćenja korisne nosivosti, gubitke brzine i kvalitet usluge [11].

Tabela 1. Gubici obuhvaćeni metodama OVE, MOVE i TOVE

Gubici u transportnom procesu		OVE	MOVE	TOVE
Raspoloživost	Odmori vozača	+	+	+
	Trajanje vremena utovara/istovara	+	+	+
	Potrošena energija	-	+	+
	Preventivno održavanje vozila	-	-	+
	Korektivno održavanje vozila	-	-	+
	Gubici raspoloživosti u transportu (operativna raspoloživost)	-	-	+
	Gubici raspoloživosti van transporta (administrativna raspoloživost)	-	-	+
Učinkak	Gubitak brzine	+	+	+
	Gubitak popunjenosti	+	+	+
	Dužina (rastojanje) vožnje sa teretom	-	+	+
Kvalitet	Kašnjenja	+	+	+
	Oštećenja	-	+	+
	Gubitak količine tereta	-	+	+
	Nezadovoljstvo klijenta	-	-	+

Primena metoda OVE predstavlja jednostavan, kompletan, primenljiv i unapređen pristup merenja efektivnosti transportnog procesa. Merenje vrednosti pokazatelja OVE i rad na poboljšanju transportnog procesa neposredno obezbeđuje potencijal za unapređenje energetske efikasnosti i zaštite životne sredine. Mogući doprinos OVE je i na nacionalnom i na nivou privrednih subjekata (voznih parkova) [9]: na nacionalnom nivou može da doprinese praćenju efikasnosti drumskog transporta, a na nivou upravljanja radom voznih parkova OVE može da bude pokazatelj profitabilnosti jer se njegovim praćenjem mogu smanjiti troškovi.

Aktivnosti u transportnom procesu se, po metodologiji za izračunavanje OVE, dele na one koje dodaju vrednost za krajnjeg korisnika i one koje ne dodaju vrednost [10]. Kod metoda razvijenih za izračunavanje OVE [10,11] primećeno je da na manje energetske efikasnim rutama za rezultat daju veće vrednosti OVE (tabela 1) i to u slučaju kada se vrši isporuka robe vozilom na veći broj odredišta. Ovaj problem je identifikovan kod kružnih vožnji [12]. OVE, u svom osnovnom obliku, tokom izbora trase puta ne razmatra energetske efikasnost. Da bi se rešio ovaj problem u OVE jednačinu se uvodi nova komponenta koja meri efektivnost trase puta. OVE dobija novi oblik i naziva se Modifikovana ukupna efektivnost (Modified Overall Vehicle Effectiveness, u daljem tekstu MOVE) [12].

Nedostatke koji su uočeni kod metoda OVE i MOVE, a koji se odnosi na posmatranje ukupnog

kalendarskog vremena u odnosu na vreme kada je radno vreme kompanije je prevaziđeno u radu [13]. Ovaj problem je naročito izražen u kompanijama koje poseduju sopstvene vozne parkove. U [13] predstavljen je izmeritelj ukupne efektivnosti transportnog procesa koji se naziva Karta vrednosti transporta (Transportation value stream map, u daljem tekstu TVSM).

Za potrebe kompanija koje imaju sopstvene vozne parkove preporučuje se proračun izmeritelja OVE na nivou ukupnog kalendarskog vremena [13]. Nabavka vozila predstavlja veliko investiciono ulaganje i veoma je značaj stepen angažovanja vozila. Manje iskorišćenje raspoloživosti vozila prouzrokuje veće troškove transportnog procesa. Prema TVSM-u pokazatelj OVE se izračunava prema ukupnom kalendarskom vremenu i na taj način se dobija

Sveobuhvatna ukupna efektivnost vozila (Total Overall Vehicle Effectiveness, u daljem tekstu TOVE) [13] (tabela 1). Metodologija TOVE razmatra i nove gubitke koji se odnose na: vreme raspoloživosti vozila, preventivno i korektivno održavanje, otkaz, prekomerno zadržavanje od strane klijenata, kvalitet izvršene usluge i sl. [13]. U proračunu TOVE efektivnost transportnog procesa izražena je kroz administrativnu (stratešku) raspoloživost, operativnu (radnu) raspoloživost, učinak (performansu) i nivo kvaliteta. Pokazatelj TOVE se dobija množenjem administrativne raspoloživosti, operativne raspoloživosti, performanse i nivoa kvaliteta [13].

Metod MOVE koristi energetske efikasnost tokom izbora trase puta, ostale metode koje su predstavljene nisu posmatrale problem energetske efikasnosti voznog parka. Energetska efikasnost je još jedan od pokazatelja rada voznog parka, odnosno pokazatelj realizacije transportnog procesa u celini pa je potrebno i nju uključiti u metod za izračunavanje ukupne efektivnosti transportnog procesa. Pokazatelji energetske efikasnosti u drumskom transportu definisani su direktno Evropskog parlamenta [14,15].

Energetska efikasnost predstavlja nivo utrošene energije za realizaciju transportnog rada. Energetska efikasnost u transportnom procesu predstavlja odnos između transportnog rada i potrošene energije, a izražava se u tonskim kilometrima po KWh (tkm/KWh). Izraz može biti i u obliku (KWh/tkm), što je konzistentno sa metodologijom koja je predstavljena u ovom radu. Druge mogućnosti koje takođe predstavljaju izmeritelj energetske efikasnosti su: intenzitet energije (MJ/tkm), efikasnost goriva (koe/tkm), efikasnost emisije (g CO₂/tkm) kao i CO₂ efikasnost (tkm/kg CO₂). Litar dizel goriva ima konstantan energetska sadržaj (približno 10.1 KWh/l, 36.3 MJ/l ili 0.87 koe/l), a kada sagoreva u motoru proizvodi konstantnu količinu CO₂ (2.66 kg/l) [14,15]

4. METOD OVE HUMAN

U razvijenim metodama za izračunavanje kompleknog pokazatelja rada voznog parka (OVE, MOVE i TOVE) uočeno je da ne uzimaju u obzir energetske efikasnost rada vozila, kao i da ne tretiraju ostale elemente transportnog procesa a pre svega efektivnost rada vozača. Zato je dalja razrada jednog ovakvog pokazatelja (njegovo proširenje) išla u tom pravcu i razvijen je pokazatelj efektivnosti voznog parka nazvan OVE Human.

OVE Human predstavlja matematički iskaz u kome figurišu vozila, vozači i energija, kao resursi voznog parka koji utiču na efektivnost transportnog procesa. Povećanje efektivnosti vozila i vozača, kao i povećanje energetske efikasnosti (smanjenje utrošene energije) povećavaju vrednost pokazatelja OVE Human i doprinose unapređenju transportnog procesa. OVE Human je primenljiv u svim oblicima transportnog procesa, bez obzira na namenu: međunarodni i unutrašnji transport tereta, distribucija tereta i dr.

Cilj je da se OVE Human intenzivno koristi kao pokazatelj u oblasti transporta kako bi se povećala energetska efikasnost i efektivnost transportnog procesa. Zadatak je isti kao i kod svih prethodnih istraživanja: da se eliminišu gubici u voznom parku i poveća efektivnost transportnog procesa. Kako ocena efektivnosti transportnog procesa zavisi od efikasnosti iskorišćenja resursa kojima se raspolaže, proračun se zasniva na određivanju iskorišćenja raspoloživosti vozila i vozača, učinka vozila i vozača, kvalitetu pružene usluge i kvalitetu izvršene usluge. Energetska efikasnost je obuhvaćena u okviru kvaliteta transportnog procesa. Pokazatelj OVE human zavisi od:

Iskorišćenja raspoloživosti (α):

- vozila (α_v);
- vozača (α_d);

Učinka (performansi) (β):

- vozila (β_v);
- vozača (β_d);

Kvaliteta transportnog procesa (q):

- kvaliteta pružene usluge korisniku (q_s);
- energetske efikasnosti voznog parka (q_v);
- ispravnosti rada vozača (q_d).

Formula za izračunavanje OVE Human je prikazana u jednačini (1). Vrednost OVE Human se kreće u intervalu između 0 i 1 ($0 \leq \text{OVE Human} \leq 1$), odnosno njegova vrednost izražena u procentima je od 0 do 100%.

$$\begin{aligned} \text{OVE Human} &= \alpha * \beta * C = \\ &= \alpha_v * \alpha_d * \beta_v * \beta_d * q_s * q_v * q_d \quad (1) \end{aligned}$$

Iskorišćenje raspoloživosti resursa (α) predstavlja proizvod iskorišćenja raspoloživosti vozila (α_v) i iskorišćenje raspoloživosti vozača (α_d).

Raspoloživost vozila zavisi od tehničke ispravnosti i administrativnih uslova koje vozila moraju da ispunje. Skup svih vozila u voznom parku je inventarski broj vozila (A_i). Inventarska vozila ($A_i = A_s + A_n$) dele se na vozila koja su tehnički ispravna i ispunjavaju administrativne uslove, odnosno sposobna (dostupna) za rad (A_s) i tehnički neispravna vozila i vozila koja ne ispunjavaju administrativne uslove, odnosno, nesposobna (nedostupna) za rad (A_n).

Po eksploatacionoj podeli dostupna vozila za rad A_s ($A_s = A_r + A_d$) dele se na vozila koja su na radu (A_r) i vozila koja su dostupna za rad ali van eksploatacije (A_d). Svako vozilo koje se vodi u inventarskom voznom parku nalazi se u posmatranom periodu D_i dana (D_i – kalendarski broj dana), a shodno tehničkoj ispravnosti i administrativnim uslovima raspoloživo za rad D_s dana, odnosno shodno tehničkoj ispravnosti ili administrativnim uslovima, neraspoločivo za rad D_n dana. U određenom vremenskom periodu D_i , vozilo može da se nalazi u tehnički ispravnom stanju D_s dana, odnosno u tehnički ispravnom stanju i na radu D_r dana, u tehnički ispravnom stanju ali ne na radu već dostupno za rad D_d dana i neraspoločivo za rad D_n dana ($D_i = D_r + D_d + D_n$).

Iskorišćenje raspoloživosti vozila (α_v) je koeficijent koji predstavlja iskorišćenje raspoloživosti vozila koja su sposobna, odnosno dostupna za rad. Ovaj koeficijent (jednačina 2) ukazuje na sposobnost organizacione strukture da uposli vozila koja su tehnički ispravna i ispunjavaju administrativne uslove odnosno, raspoloživa su za eksploataciju.

$$\alpha_v = \frac{\sum_i^n A_{r_i} D_{r_i}}{\sum_i^n A_{i_i} D_{i_i} - \sum_i^n A_{n_i} D_{n_i}} \quad (i=1, n\text{-tog vozila}) \quad (2)$$

Raspoloživost vozača zavisi od broja dana godišnjeg odmora, broja dana koji vozači provedu na bolovanju, broja dana koji vozači provode na izdržavanju internih disciplinskih kazni i broja dana na izdržavanju kazni donetih od strane državnih organa, npr. zbog zaštitnih mera zabrane upravljanja motornim vozilom. Vozači koji su dostupni za rad mogu da budu:

- raspoređeni na radne zadatke – efektivan rad,
- raspoređeni kao rezerva – aktivno dežurstvo,
- neraspoređeni, zbog nedostatka posla, loše organizacije i sl. i
- na pohađanju obuke, dodatnom osposobljavanju i dr.

Vozači koji su nedostupni za rad nalaze se na:

- godišnjem odmoru,
- bolovanju,
- izdržavanju internih disciplinskih kazni,

- izdržavanju zaštitnih mera zabrane upravljanja motornim vozilom.

Koeficijent (α_d) predstavlja iskorišćenje raspoloživosti vozača i predstavlja količnik ukupnog broja dana koji vozači provedu na radu i ukupnog broja dana kada su vozači raspoloživi za rad (jednačina 3).

$$\alpha_d = \frac{\text{broj dana koji vozači provedu na radu}}{\text{ukupan broj dana kada su vozači raspoloživi za rad}} \quad (3)$$

Ukupan broj dana kada su vozači raspoloživi za rad dobija se kada se od ukupnog broja dana u godini oduzmu: dani vikenda (subota i nedelja), dani predviđeni za godišnji odmor, državni praznici koji se praznuju neravno i dani predviđeni za obeležavanje verskih praznika.

Učinak (β) predstavlja proizvod učinka vozila (β_v) i učinka vozača (β_d). Učinak vozila (β_v) zavisi od obima transportnog rada i predstavlja odnos Neto transportnog rada i Bruto transportnog rada (jednačina 4). Transportni rad se izražava u tonskim kilometrima [tkm].

$$\beta_v = \frac{U_n}{U_b} = \frac{\sum_i^n (q_{\lambda_i} * K t_{\lambda_i})}{q(\sum_i^n A k t_i + \sum_i^n A k p_i)} \quad (4)$$

Neto transportni rad prilikom transporta tereta (U_n) predstavlja proizvod količine tereta prevezene u toku svake vožnje sa teretom (q_{λ_i}) i dužine pređenog puta svake pojedinačne vožnje sa teretom K_{λ_i} . Neto transportni rad kod transporta putnika predstavlja proizvod broja prevezenih putnika (N) i dužine putovanja putnika (L), izražava se u [putkm].

Bruto transportni rad prilikom transporta tereta (U_b) predstavlja proizvod ponuđenog kapaciteta vozila (q) i zbira pređenog puta sa teretom $A K_i$ i pređenog puta bez tereta $A K_p$. Bruto transportni rad kod transporta putnika predstavlja proizvod ponuđenog kapaciteta mesta u vozilima (m) i dužine pređenog puta vozila na liniji (L), izražava se u [putkm].

Učinak vozača zavisi od iskorišćenja vremena koje vozači provedu na radu. Učinak vozača predstavlja odnos auto časova provedenih u vožnji ($A H_{\omega}$) i auto časova provedenih na radu ($A H_r$) (jednačina 5).

$$\beta_d = \frac{A H_{\omega}}{A H_r} = \frac{\sum_i^n A H_{\omega_i}}{\sum_i^n A H_{r_i}} \quad (5)$$

Auto časovi provedeni u vožnji ($A H_{\omega}$) predstavljaju ukupno vreme vožnje koje vozači provedu upravljajući motornim vozilom. U ovo vreme uključeno je vreme vožnje od auto baze do prvog mesta utovara i od poslednjeg mesta istovara do garaže, vreme vožnje sa teretom između mesta utovara i mesta istovara i vreme vožnje praznog vozila između mesta istovara i utovara. Auto časovi provedeni u vožnji predstavljaju ukupno vreme vožnje svih vozača.

Auto časovi na radu (AH_r) predstavljaju radno vreme vozača i obuhvataju vreme od trenutka dolaska na radno mesto do trenutka odlaska sa radnog mesta. U ovo vreme je uračunato vreme pripreme vozila i vozača, vreme vožnje, vreme provedeno na utovaru i istovaru, vreme čekanja na opslugu (utovar, istovar, čekanje na graničnom prelazu u koloni i sl.), vreme rada na obezbeđenju tereta, odnosno prijemu i otpremi putnika u putničkom transportu. U ovo vreme ulazi i priprema i otprema prateće dokumentacije, zaduženje i razduženje vozila i vozača neophodnim sredstvima za rad, predaja dnevnog pazara na blagajni i sl.

Kvalitet transportnog procesa (q) čine tri parametra. Prvi parametar kvaliteta je pružena usluga korisniku (q_s), drugi parametar kvaliteta je energetska efikasnost voznog parka (q_v) i treći parametar kvaliteta predstavlja ispravnost rada vozača (q_d).

Kvalitet pružene usluge korisniku (q_s) predstavlja odnos nezadovoljnih korisnika i zadovoljnih korisnika od ukupnog broja (N) korisnika kojima je pružena usluga (jednačina 6). Informacija o kvalitetu pružene usluge dobija se neposredno od korisnika u vidu žalbi i reklamacija (primaoca ili pošiljaoca robe, putnika u vozilu i sl.). Kvalitet pružene usluge može biti umanjen zbog:

- broja neusluženih korisnika – N_{off}
- broja kašnjenja sa isporukom – N_{delay}
- broja oštećenih pošiljki – N_{damage}
- broja pogrešnih dostava – N_{bag}

$$q_s = \frac{N - N_{off} - N_{delay} - N_{damage} - N_{bag}}{N} \quad (6)$$

Parametar kvaliteta (q_v) odnosi se na dostizanje željene energetske efikasnosti voznog parka. Izračunava se kao odnos željene jedinичne potrošnje energije za ostvarivanje maksimalnog transportnog rada, izražene u MJ po tonskom kilometru (MJ/tkm), i ostvarene jedinичne potrošnje energije za ostvareni neto transportni rad (jednačina 7).

$$q_v = \frac{E_{zeljeno}}{E_{neto}} \quad (7)$$

Poštovanje propisa iz oblasti transporta i internih akata od strane vozača se predstavlja kroz parametar q_d . Izračunava se kao količnik ukupnog broja vožnji bez prekršaja i ukupnog broja vožnji (jednačina 8).

$$q_d = \frac{Az\lambda - Nv_{in} - Nv_{re}}{Az\lambda} \quad (8)$$

Na osnovu evidencije interne kontrole određuje se broj prekršaja internih propisa Nv_{in} . Ovi prekršaji se odnose na povredu internih procedura, tehnoloških postupaka, internih akata i dr.

Broj prekršaja u oblasti saobraćaja i transporta Nv_{re} određuje se na osnovu evidentiranih zapisnika o prekršajima izdatim od strane nadležnog organa

prilikom kontrole na putu i u prostorijama privrednog društva.

5. PRIMENA POKAZATELJA OVE HUMAN I NEDOSTACI

Broj preduzeća koja su uspešno primenila neki od metoda za izračunavanje pokazatelja efektivnosti se smatra relativno malim. Postoji nekoliko uspešnih primena, a postoje i brojni dokumentovani slučajevi neuspeha primene. TPM i primena kompleksnih pokazatelja efektivnosti zahteva ne samo posvećenost, već i definisanu strukturu i pravac. Neki od istaknutih problema u primeni uključuju kulturološki otpor u prihvatanju promena. Kompleksan pokazatelj efektivnosti se koristi u skladu sa društvenim normama a ne kao alat za dostizanje svetske klase proizvodnje [15]. Razlozi za neefikasnost primene izmeritelja se ogledaju u sledećem:

- inertnost (promena organizacione kulture);
- parcijalna primena;
- nedovoljna posvećenost problemu;
- previše optimistična očekivanja;
- nedostatak obrazovanja i obuke;
- potcenjivanje značaja znanja;
- otpor promenama i novinama;
- selektivna podrška menadžmenta (srednjeg nivoa menadžmenta);
- sindikalno okruženje (radnici se boje da će doći do smanjena radne snage i povećanja opterećenja zaposlenih) i sl.

Različite prepreke koje su sprečavale organizacije na putu ka ostvarenju inicijative klasifikovane su kao: organizacione, kulturološke, ponašajne, tehnološke, operativne, finansijske i istrajnost [15].

6. ZAKLJUČAK

Pregledom literature i primera dobre prakse na jednoj strani i modifikovanjem pokazatelja OVE koga je predstavio [9] na drugoj strani dobijen je metod za merenje efektivnosti koji se može primeniti u lokalnim uslovima.

Metod OVE Human predstavlja pregled aktivnosti u transportnom procesu koje dodaju odnosno oduzimaju vrednost. Ukazuje na mogućnost povećanja profitabilnosti jer se prate najveći troškovi koji se stvaraju u transportnom procesu (vozila, radna snaga, energija, i sl.)

Metodi koji su prikazani u radu mogu meriti efektivnost određenih elemenata transportnog procesa. OVE Human je ukupan izmeritelj, primenljiv za ocenu efektivnosti vozila i vozača.

Državi se pruža mogućnost da preko metoda OVE Human prati aktivnosti u transportnoj privredi, uvidi

propuste, sagleda iskorišćenje kapaciteta, energetske efikasnosti, zagađenja životne sredine i sl. čime se daje i mogućnost upravljanja.

OVE Human se fokusira na efektivnost transportnog procesa i može predstavljati katalizator za nove standarde efektivnosti vozila i vozača. U okviru efektivnosti transportnog procesa postoji potencijal za dobit u konkurentnosti i poboljšanju performansi zaštite životne sredine sa ciljem ka održivom transportu. Potrebna su dalja istraživanja da bi se testirala i uspostavila održivost i značaj ovih poboljšanja, ne samo za vozne parkove, transportni proces u celini ali i širu privredu i društvo.

Postoje mnogi faktori koji mogu doprineti neuspehu organizacije da uspešno primeni predstavljeni model i ostvari stvarni potencijal. Stoga primena modela zahteva dugoročnu posvećenost za ostvarenjem koristi i efektivnosti vozila i vozača.

Kako bi se u radnoj sredini uspešno primenio model OVE Human potrebna je obuka zaposlenih, upravljanje znanjem, treninzi, podrška menadžmenta i timski rad, a sve su to temelji uspešne primene pokazatelja efektivnosti u transportnom procesu.

Zato je važno da se razvije podrška, liderstvo, vizija, strateško planiranje, upravljanje znanjem, više funkcionalni treninzi, uključanje zaposlenih, kulturološke promene u organizacije koje učestvuju u transportnom procesu. Na taj način može se postići kontinuirano poboljšanje, motivacija, da se razvijaju podsticajni mehanizmi i na taj način možemo da doprinesemo razvoju održivog transportnog procesa, a transportnoj privredi obezbedimo nivo svetske klase koji će garantovati održivost.

LITERATURA

- [1] European Council. Conclusions on 2030 climate and energy policy framework, EUCO 169/14 [Internet]. Brussels; European Council; 2014 [citirano 10.05.2017]. Dostupno na: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf
- [2] European Commission. 2030 climate and energy goals for a competitive, secure and low-carbon EU economy, IP/14/54 [Internet]. Brussels; European Commission; 2014 [citirano 10.05.2017]. Dostupno na: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-54_en.htm
- [3] European Commission. White paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, COM(2011) 144 final [Internet]. Brussels; European Commission; 2011 [citirano 10.05.2017]. Dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=EN>
- [4] European Commission. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, COM(2011) 112 final [Internet]. Brussels; European Commission; 2011 [citirano 10.05.2017]. Dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=en>
- [5] European Commission. Energy Roadmap 2050, COM(2011) 885 final [Internet]. Brussels; European Commission; 2011 [citirano 10.05.2017]. Dostupno na: http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia_carried_out/docs/ia_2011/sec_2011_1565_en.pdf
- [6] Hall R. *Introducing the Concept of Sustainable Transport to the U.S. DOT through the Reauthorization of TEA-21*, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, USA, 2002.
- [7] Vujanović D, Mijailović R, Momčilović V, Papić V. Energy efficiency as a criterion in the vehicle fleet management process, *Thermal Science*, Vol. 14, No. 4, pp. 865-878, 2010.
- [8] Nakajima S. *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*, Cambridge MA: Productivity Press, 1989.
- [9] McKinnon A. C. *Vehicle Utilisation and Energy Efficiency in the Food Supply Chain: Full Report of the Key Performance Indicator Survey*, Logistics Research Centre, Heriot Watt University, Edinburgh, UK, 1999.
- [10] Mason R, Simons D, Gardner B. Translating the Overall Equipment Effectiveness from the Lean Manufacturing Paradigm to the Road Freight Transport Industry, *Proceedings of the Logistics Research Network 6th Annual Conference*, Heriot Watt University, Edinburgh, UK, pp.362-367, 2001.
- [11] Simons D, Mason R, Gardner B. Overall Vehicle Effectiveness, *International Journal of Logistics, Research and Applications*, Vol. 7, pp. 119-135, 2004.
- [12] Guan, T. S, Mason R, Disney S. MOVE: Modified Overall Vehicle Effectiveness, *8th International Symposium of Logistics*, Seville, Spain, 6-8th, pp. 641-649. July 2003.
- [13] Villarreal B. The transportation value stream map (TVSM), *European J. Industrial Engineering*, Vol 2, pp. 216–233, 2012.
- [14] Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, *Official Journal of the European Union*, L140, 5.6.2009.
- [15] Directive 2009/33/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of clean and

- energy-efficient road transport vehicles, *Official Journal of the European Union*, L120, 15.5.2009.
- [16] Ahuja, I. P. S. and Khamba, J. S. Total productive maintenance: Literature review and directions, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 No. 7, pp. 709-756, 2008.
- [17] Topenčarević Lj. *Organizacija i tehnologija drumskog transporta*, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1987.
- [18] Gladović P. *Tehnologija drumskog saobraćaja, treće izdanje*, FTN, Novi Sad, 2010.

SUMMARY

ASSESSMENT OF THE OVERALL EFFECTIVENESS OF THE TRANSPORT PROCESS

Achieving sustainable road transport requires the existence of methods for assessing its effectiveness, ie for assessing the overall efficiency of the transport process, road transport vehicles, vehicles and drivers. Transport companies and fleet companies for their own needs aim to increase the effectiveness of the resources they have and increase the quality of transport services in order to achieve a competitive position on the market. The achievement of the world class level in assessing the overall efficiency of the transport process is the goal of the state, the owner of the fleet, as well as the educational, professional and scientific community.

The paper presents the importance of researching and managing the efficiency of the transport process, a literature review is presented, and a method for calculating the OVE Human indicators is presented, which is used as a tool for assessing the overall efficiency of the transport process, which can be corrected in the local environment. It was pointed out to the problems that were observed in the application of similar indicators and final conclusions were given.

Key words: *fleet, availability, performance, quality, energy efficiency*