

UNIVERZITET U BEOGRADU

SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Dušan M. Radosavljević

UPRAVLJANJE RESURSIMA VOZNOG  
PARKA U CILJU UNAPREĐENJA  
EFEKTIVNOSTI TRANSPORTNOG  
PROCESA

doktorska disertacija

Beograd, 2018

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC  
ENGINEERING

Dušan M. Radosavljević

VEHICLE FLEET RESOURCES  
MANAGEMENT AIMED AT  
IMPROVEMENT OF TRANSPORT  
PROCESS EFFECTIVENESS

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2018

**Mentor:**

**Dr Branko MILOVANOVIĆ**, vanredni profesor,  
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

**Članovi komisije:**

**Dr Branko MILOVANOVIĆ**, vanredni profesor,  
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

**Dr Aleksandar MANOJLOVIĆ**, docent,  
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

**Dr Olivera MEDAR**, docent,  
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

**Dr Nebojša BOJOVIĆ**, redovni profesor,  
Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet

**Dr Pavle GLADOVIĆ**, redovni profesor,  
Univerzitet u Novom Sadu Fakultet tehničkih nauka

**Datum odbrane:**

## **UPRAVLJANJE RESURSIMA VOZNOG PARKA U CILJU UNAPREĐENJA EFEKTIVNOSTI TRANSPORTNOG PROCESA**

### **Rezime:**

Unapređenje efektivnosti transportnog procesa obuhvata upravljanje ljudskim resursima, upravljanje održavanjem osnovnih sredstava, opreme i infrastrukture, energetske efikasnosti, racionalizaciju korišćenja tovarnog prostora vozila, transparentno učešće na transportnom tržištu, standardizaciju, kontrolu kvaliteta i dr. U cilju unapređenja efektivnosti potrebno je da se upravlja resursima voznog parka (zaposleni, sredstva za rad, energija, infrastruktura, tržište, informacijski sistemi, programi rada i tehnologija).

Predmet istraživanja doktorske disertacije je upravljanje resursima voznog parka (transportna sredstva, zaposleni, energija i tržište) u cilju unapređenja efektivnosti transportnog procesa i održivosti transporta uopšte.

Dva su osnovna cilja ove doktorske disertacije. Prvi cilj je da se definiše sveobuhvatni pokazatelj efektivnosti transportnog procesa, a drugi je da se definiše metod unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa. Pokazatelj i metod predstavljaju podršku odlučivanju rukovodiocima voznih parkova prilikom optimizacije upravljanja, korišćenja resursa i kontrole kvaliteta.

U radu je prvo prikazan značaj istraživanja i upravljanja transportnim procesom. Zatim su analizirane karakteristike efektivnosti transportnog procesa, akcentirano je tom prilikom stavljeno na pokazatelje ukupne efektivnosti. Na osnovu pregleda literature prikazana je uporedna analiza najznačajnijih pokazatelja efektivnosti.

Predstavljen je pokazatelj ukupne efektivnosti i metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa koji se zasnivaju na upravljanju resursima. Analizirana je mogućnost primene pokazatelja i metoda u lokalnim uslovima.

Definisani su parametri, aktivnosti i gubici od uticaja na efektivnost transportnog procesa. Zatim su pokazatelj i metod primenjeni u voznom parku privrednog društva za prevoz tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju. Razvijeni metod pokazao se pogodnim za korišćenje u procesu upravljanja resursima voznih parkova, a pokazatelj je vrednovao uticaj upravljačkih odluka na efektivnost transportnog procesa.

U doktorskoj disertaciji je dat naučni doprinos definisanjem, razvojem i testiranjem originalne metode za upravljanje efektivnošću transportnog procesa. Pored naučnog doprinosa, očekuje se da će rezultati doktorske disertacije imati praktičnu vrednost. Naime, razvijena metodologija može da se primeni u praksi tako da se planirani transportni proces i aktivnosti voznog parka realizuju sa nižim troškovima, odnosno kvalitetom koji ispunjava najviše standarde postavljenog nivoa usluge.

<b>Ključne reči:</b>	Transport, Upravljanje voznim parkom, Ukupna efektivnost vozila, Energetska efikasnost
<b>Naučna oblast:</b>	Drumski i gradski transport
<b>Uža naučna oblast:</b>	Drumski i gradski transport robe
<b>UDK broj:</b>	656.1 (043.3)

## **VEHICLE FLEET RESOURCES MANAGEMENT AIMED AT IMPROVEMENT OF TRANSPORT PROCESS EFFECTIVENESS**

### **Abstract:**

Improvement of transport process effectiveness encompasses management of human resources, management of fixed assets, equipment and infrastructure maintenance, energy efficiency, streamlining of load compartment use, transparent participation in the transport market, standardization, quality control, etc. In order to achieve effectiveness improvements it is required to manage vehicle fleet resources (staffing, operating equipment, energy, infrastructure, market, information systems, operating programs and technology).

Subject of the research for this doctoral dissertation is vehicle fleet resources management (vehicles, staffing, energy and market) aimed at improving transport process effectiveness and transport sustainability in general.

This doctoral dissertation has two main goals. The first goal was to determine an indicator for overall transport process effectiveness; the second goal was to define a method to improve overall transport process effectiveness. The indicator and the method developed represent decision-making support tools to be used by vehicle transport managers when optimizing organization, use of resources and quality control.

The dissertation first deals with the importance of the research and transport process management. It then analyzes the characteristics of transport process effectiveness, with emphasis on overall effectiveness indicators. A comparative analysis of the most important effectiveness indicators is given based on literature review.

An overall effectiveness indicator and a method for improvement of overall vehicle fleet effectiveness based on resource management are presented. Possible local applications of the indicator and the method were analyzed. Parameters, activities and losses affecting transport process effectiveness were defined. The indicator and method were then applied on the vehicle fleet of a freight transport company operating in the international road transport. The method developed proved

appropriate for application in the vehicle fleet resource management process, and the indicator was used to evaluate the effects of the management decisions upon transport process effectiveness.

Scientific contribution of this doctoral dissertation lies in defining, developing and testing of an original method for transport process effectiveness management. In addition to the scientific contribution, it is expected that the results of this doctoral dissertation will have practical value, as well. Namely, the methodology developed is applicable in practice for the purpose of implementing scheduled transport processes with lower costs and world-class quality.

**Keywords:** Transport, Fleet Management, Overall Vehicle Effectiveness, Energy Efficiency

**Scientific field:** Road and Urban Transport

**Field of Academic Expertise:** Road and Urban Transport of Goods

**UDC:** 656.1 (043.3)

---

## Sadržaj

Spisak tabela.....	iii
Spisak slika i grafikona.....	iv
1    Uvod.....	1
2    Značaj istraživanja i upravljanja transportnim procesom.....	5
3    Totalno produktivno održavanje.....	16
3.1    TPM pristup.....	17
3.2    Primena TPM-a.....	20
3.3    Ukupna efektivnost sredstava za rad – OEE.....	28
4    Pokazatelji efektivnosti u transportnom procesu.....	33
4.1    Definicija ukupne efektivnosti vozila – OVE.....	36
4.2    Modifikovana ukupna efektivnost vozila – MOVE.....	39
4.3    Totalna ukupna efektivnost vozila – TOVE.....	41
4.4    Usporedna analiza pokazatelja KPI, OVE, MOVE i TOVE.....	44
5    Sveobuhvatni pokazatelj efektivnosti i metod unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa.....	47
5.1    Definisanje predmeta i cilja primene metode.....	49
5.2    Pokazatelji.....	50
5.3    Proračun pokazatelja OVE Human.....	53
5.4    Analiza postojećeg stanja.....	62
5.4.1    Procena kritičnosti.....	62
5.4.2    Procena stanja.....	64
5.4.3    Renoviranje.....	64
5.4.4    Buduća briga o transportnom procesu.....	64
5.5    Merenje efektivnosti.....	65



---

5.5.1	Informaciona osnova.....	65
5.5.2	Ukupna efektivnost transportnog procesa .....	66
5.6	Program unapređenja .....	66
5.6.1	Definisanje programa unapređenja .....	66
5.6.2	Sprovođenje programa unapređenja.....	67
5.6.3	Primeri dobre prakse i baze znanja .....	67
5.7	Mogući efekti i njihova ocena.....	67
6	Primena pokazatelja OVE Human i metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa – studija slučaja .....	71
6.1	Definisanje predmeta i cilja istraživanja .....	72
6.2	Analiza postojećeg stanja.....	72
6.3	Merenje ukupne efektivnosti transportnog procesa.....	76
6.4	Definisanje programa unapređenja.....	81
6.5	Analiza efekata .....	83
6.6	Uticaj energetske efikasnosti na OVE Human .....	90
7	Zaključna razmatranja .....	97
	Literatura i reference .....	101
	Biografija autora.....	113

## Spisak tabela

Tabela 4.1.	Gubici obuhvaćeni pokazateljima KPI, OVE, MOVE i TOVE .....	45
Tabela 5.1.	Raspoloživost, preciznost i validnost prikupljanja podataka koji su korišćeni za proračun pokazatelja KPI, OVE, MOVE i TOVE.....	51
Tabela 6.1.	Struktura zaposlenih u privrednom društvu .....	74
Tabela 6.2.	Starosna struktura voznog parka, decembar 2016. g.....	74
Tabela 6.3.	Izabrani pokazatelji rada voznog parka, 2015. g. ....	77
Tabela 6.4.	Pokazatelji kvaliteta izvršene usluge, 2015. g. ....	78
Tabela 6.5.	Pokazatelji kvaliteta pružene usluge vozača, 2015. g.....	78
Tabela 6.6.	Pokazatelji energetske efikasnosti, 2015. g.....	79
Tabela 6.7.	Vrednosti OVE Human, 2015. g. ....	79
Tabela 6.8.	Pokazatelji rada voznog parka, 2015. i 2016. g.....	84
Tabela 6.9.	Pokazatelji kvaliteta izvršene usluge, 2015. i 2016. g.....	85
Tabela 6.10.	Stepen poštovanja propisa i internih procedura od strane vozača u toku rada, 2015. i 2016. g. ....	86
Tabela 6.11.	Pokazatelji energetske efikasnosti, 2015. i 2016. g.....	87
Tabela 6.12.	Vrednosti OVE Human, 2015. i 2016. g.....	88
Tabela 6.13.	Promena potrošnje energije po jedinici ostvarenog transportnog rada $e_{ntkm}$ (MJ/tkm) i vrednosti OVE Human u zavisnosti od $\gamma$ i $\omega$ .....	92

## Spisak slika i grafikona

<i>Slika 2.1.</i>	<i>Proces realizacije održivog transporta.....</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2.2.</i>	<i>Polja delovanja održivog transporta.....</i>	<i>11</i>
<i>Slika 2.3.</i>	<i>Resursi koji utiču na efektivnost transportnog procesa.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 3.1.</i>	<i>Odnos između TPM-a i strategija LEAN, JIT i TQM.....</i>	<i>19</i>
<i>Slika 3.2.</i>	<i>Metodologija osam stubova TPM-a.....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 3.3.</i>	<i>Pokazatelj OEE i uticaj šest glavnih gubitaka na efektivnost.....</i>	<i>29</i>
<i>Slika 3.4.</i>	<i>TPM plan unapređenja u tri faze i devet koraka .....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 4.1.</i>	<i>Pokazatelj OVE i uticaj pet glavnih gubitaka na efektivnost.....</i>	<i>39</i>
<i>Slika 4.2.</i>	<i>Pokazatelj TOVE i uticaj glavnih gubitaka.....</i>	<i>42</i>
<i>Slika 4.3.</i>	<i>Područje primene i pozicija pokazatelja u odnosu na održivi transport.....</i>	<i>46</i>
<i>Slika 5.1.</i>	<i>Ciklus metode za unapređenje ukupne efektivnosti transportnog procesa.....</i>	<i>48</i>
<i>Slika 6.1.</i>	<i>Organizaciona struktura izabranog privrednog društva.....</i>	<i>73</i>
<i>Slika 6.2.</i>	<i>Vrednosti OVE Human, 2015. i 2016. g.....</i>	<i>89</i>
<i>Slika 6.3.</i>	<i>Promena potrošnje energije po jedinici ostvarenog transportnog rada i vrednosti OVE Human u zavisnosti od <math>\gamma</math> i <math>\omega</math> u 2015. i 2016. g. ....</i>	<i>93</i>
<i>Slika 6.4.</i>	<i>Promena potrošnje energije po jedinici ostvarenog transportnog rada i vrednosti OVE Human u zavisnosti od <math>\gamma</math> i <math>\omega</math> po kvartalima 2016. g. ....</i>	<i>95</i>

## **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 utiče, adekvatno reaguje i da se dođe do afirmacije održivog razvoja.

Opređenje ka očuvanju životne sredine i stabilan privredni rast utiču na svest privrednih subjekata o smanjenju štetnog uticaja na životnu sredinu i društvo. U tom smislu, uspostavljanje održivog razvoja obuhvata održivost svih delatnosti i privrednih subjekata u njoj, a to se neposredno odnosi i na transport.

Održivost transporta se odnosi na transport koji zadovoljava potrebe za transportom (prevozom) i kretanjem (mobilnošću) i koji ne smanjuje narednim generacijama mogućnost da zadovolje svoje potrebe. Održivost u transportu se predstavlja kroz ekonomsku, ekološku i društvenu održivost. Za postizanje ekonomske održivosti transporta moraju se uzeti u obzir efekti na privredu, zaposlenost i dostupnost robe i usluga. Ekološka održivost podrazumeva ekološku ravnotežu na lokalnom i globalnom nivou koja neće biti narušena delovanjem ljudi, neracionalnim trošenjem resursa i emisijom štetnih materija i gasova. Društvena održivost uzima u obzir potrebe društva koje podrazumevaju pravičnu distribuciju resursa, smanjenje siromaštva, stabilan razvoj čovečanstva, učešće javnosti i dr.

Negativni uticaji na održivi transport obuhvataju direktno negativno dejstvo transportnih sredstava na životnu sredinu (izduvni gasovi, štetne materije, otpad, buka i dr.), potrošnju energije, izgradnju infrastrukture, proizvodnju transportnih sredstava i dr. Društveni razvoj ograničava korišćenje resursa i razvija svest o posledicama negativnog delovanja transportnih sredstava na stanovništvo i okruženje.

Transport danas u celini nije održiv. Pitanje je da li su održivi pojedini njegovi delovi. Međutim, značajna je težnja ka održivom transportu, a što je prepoznato kao opšti društveni cilj. Da bi transport bio održiv potrebno je ostvariti visok nivo realizacije transportnih zahteva, što manju potrošnju energije, veći stepen korišćenja obnovljivih izvora energije sa što manjim štetnim uticajem na okolinu, odvijanje saobraćaja bez saobraćajnih nezgoda i efektivnije upravljanje transportnim procesom. Paralelno sa rastom obima transporta treba težiti racionalizaciji obima transportnih zahteva.

Poseban značaj u analizi ovog problema dobija globalni pristup koji se odnosi na održivost transporta od proizvodnje do potrošnje a posmatraju se: upravljanje ljudskim resursima, ukupan utrošak energije, iskorišćenje tovarnog prostora, zagađenje životne sredine, saobraćajne nezgode i dr. Opravdano se postavlja pitanje: Kako efikasno delovati? Potrebno je na samom početku detaljno analizirati sve odnose i relacije, zatim kvantifikovati materijalne i finansijske uticaje. Nakon toga potrebno je edukovati učesnike, uspostaviti zakonsku regulativu koja će stimulisati pozitivne procese, kontrolisati sprovođenje i sankcionisati prekršaje. Važnu ulogu u dostizanju održivog transportnog procesa imaju stručno osposobljeni kadrovi. Pozitivna stimulacija u cilju dostizanja održivosti je finansijska podrška koja se odnosi na kredite, subvencije i poreske olakšice.

Transportna privredna društva, kao i privredna društva sa voznim parkom za sopstvene potrebe, moraju da teže podizanju kvaliteta rada svog voznog parka i smanjenju troškova u cilju stvaranja što bolje pozicije održivosti transportne usluge na tržištu.

Održivom transportu je potrebno posvetiti pažnju kako u domenu direktnih aktera u transportnom procesu tako i u okviru stručne, naučne i društvene podrške ovom cilju. Ova doktorska disertacija je inicirana pomenutom temom. U radu su ponuđeni odgovori, dati predlozi, procedure i metodologija za neke od aktuelnih problema sa kojima se danas suočava transportni proces u našem okruženju.

Ideja za temu doktorske disertacije pojavila se tokom rada na radnom mestu Rukovodioca transporta u privrednom društvu za prevoz putnika i tereta u drumskom saobraćaju. Prilagođavanjem opšte metodologije za alokaciju gubitaka koja predstavlja osnovu u odlučivanju i donošenju upravljačkih odluka, uočeni su pravci istraživanja za upravljanje efektivnošću transportnog procesa.

Predmet doktorske disertacije je upravljanje resursima voznog parka (transportna sredstva, zaposleni, energija i tržište) u cilju unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa i održivosti transporta uopšte. Doktorska disertacija je usmerena na efektivnost transportnog procesa i na vozne parkove za prevoz tereta u drumskom saobraćaju.

Dva su osnovna cilja ove doktorske disertacije. Prvi cilj je da se utvrdi pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa, a drugi je da se definiše metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa. Pokazatelj i metod predstavljaju podršku odlučivanju rukovodiocima voznih parkova prilikom optimizacije procesa donošenja odluka, korišćenja resursa i kontrole kvaliteta.

Polazi se od činjenice da su uslovi u kojima funkcionišu vozni parkovi karakteristični i sa osobenostima koje proističu iz transportnog procesa. Polazna hipoteza istraživanja je da postoji mogućnost da se definiše i u praksi primeni pokazatelj i metod unapređenja ukupne efektivnosti rada voznih parkova i transportnog procesa u celini.

Potrebno je da pokazatelj i metod unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa budu sveobuhvatni kako bi mogli da se koriste kao operativni alat. Ukoliko

bi sveobuhvatni pokazatelj i metod bili široko usvojeni i primenjeni kao alat postigla bi se koordinacija između državne politike, poslovnih interesa vlasnika voznih parkova i zahteva korisnika.

U drugom poglavlju rada prikazan je značaj istraživanja i upravljanja transportnim procesom.

U trećem delu rada prikazane su karakteristike metoda Totalno produktivno održavanje (*Total Productive Maintenance*, u daljem tekstu TPM), pri čemu je posebna pažnja posvećena mogućnostima primene i dosadašnjim iskustvima u primeni ove metode. Takođe, predstavljen je i značaj pokazatelja ukupne efektivnosti sredstava za rad.

U četvrtom delu su prikazani pokazatelji efektivnosti transportnog procesa. Detaljno su opisani najznačajniji pokazatelji efektivnosti rada vozila i data je uporedna analiza sa kritičkim osvrtom na nedostatke svakog od njih.

U petom delu definisan je metod i sveobuhvatni pokazatelj unapređenja ukupne efektivnosti rada voznih parkova i transportnog procesa. Prikazan je razvoj i proračun pokazatelja. Precizirana je prilagođena procedura i ciklus u okviru koga je neophodno funkcionisati kako bi se dostigli željeni efekti i unapređenje ukupne efektivnosti transportnog procesa.

U šestom delu prikazana su istraživanja konkretne primene definisanih pokazatelja i metode na voznom parku privrednog društva za prevoz tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju u Republici Srbiji. Analizirani su rezultati istraživanja.

U sedmom poglavlju su data zaključna razmatranja, kao i mogući pravci daljih istraživanja.

## **2 Značaj istraživanja i upravljanja transportnim procesom**

"Održivi razvoj jeste razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice, a ne dovodi u pitanje mogućnost budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe" (Hall, 2002). Ovo je definicija koja je najzastupljenija, a koju je sačinila Svetska komisija za životnu sredinu i razvoj (tzv. Bruntland komisija) u svom izveštaju "Naša zajednička budućnost" na poziv Ujedinjenih nacija 1987. godine.

Održivi transport je aspekt globalne održivosti. Može se definisati kao „transport koji ne ugrožava zdravlje ljudi i ekosistema i koji realizuje transportne zahteve tako da upotrebi obnovljive resurse na nivou koji je ispod stope njihove regeneracije, a neobnovljive resurse na nivou koji je ispod stope razvoja obnovljivih supstituta“ (OECD, 1996).

U skladu sa postavljenim definicijama, transport treba da teži održivosti, koja se između ostalog definiše efikasnim korišćenjem obnovljivih energetske resursa. Iako ovaj cilj još uvek nije ostvariv, smernice razvoja transporta se ogledaju kroz energetske efikasnost, zaštitu životne sredine, korišćenje obnovljivih energetske izvora i dr.



Ovako kreiran zahtev društva u odnosu na transport je ispostavljen tek na današnjem nivou razvoja privrede i društva, kao i svesti o značaju održivosti. Dakle, pristup rešavanja ovog problema direktno zavisi od stepena razvoja i bogatstva društva. Razvijena i odgovorna društvena zajednica jača svest o potrebi sopstvene održivosti i utiče kroz izgradnju etičkih načela i usvajanje zakonskih smernica. Težnja je da se razvije jedan racionalni transportni proces koji ispunjava ostvarive kriterijume koje pred njega istovremeno postavljaju društvena zajednica i privredno okruženje, što je i jedan od izazova u okviru Programa HORIZON 2020 (Pametni, zeleni i integrisani transport - *Smart, Green and Integrated Transport*). Ovako razvijen transportni proces može podsticati:

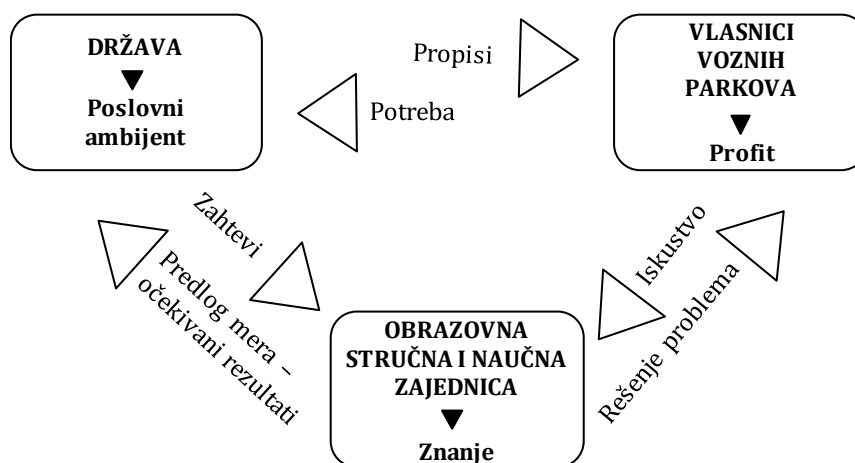
- povećanje energetske efikasnosti voznog parka,
- efikasnije korišćenje resursa koji se koriste za obavljanje transportnog procesa,
- smanjenje učešća transportnih troškova u ceni proizvoda,
- povećanje bezbednosti saobraćaja,
- smanjenje zavisnosti od neobnovljivih izvora energije,
- povećanje bruto domaćeg proizvoda,
- bolji ambijent za život,
- čistiju i zdraviju životnu sredinu i
- sigurniju budućnost novih generacija.

Na drugoj strani potrebno je upravljati transportnim procesom u datom ambijentu i unaprediti ga u skladu sa ciljevima održivosti. Upravljanje transportnim procesom obuhvata 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 dr.

Dostizanje održivog transportnog procesa je cilj koji se može realizovati uzajamnim delovanjem više činilaca od kojih se naročito izdvajaju (Slika 2.1):

- država, odnosno društvena zajednica,
- obrazovna, stručna i naučna zajednica i
- vlasnici vozni parkova.



Izvor: Papić, 2011

Slika 2.1. Proces realizacije održivog transporta

**Država** kao društveno politička zajednica kreira najpovoljnije rešenje za svoje građane na osnovu trenutnog unutrašnjeg stanja, a u interakciji sa okruženjem. Država određuje transportnu politiku, smernice, vremenske rokove za njenu primenu, definiše ograničenja, stepen slobode i ambijent za realizaciju održivog transporta. Ona pravi ambijent u kome će delovati kako obrazovna, stručna i naučna zajednica, tako i vlasnici vozni parkova. Institucije sistema, u skladu sa ciljevima transportne politike, uobličavaju instrumente delovanja kroz strategije, programe i planove definišući ih kako različitim pravnim aktima tako i finansijskim sredstvima za njihovu realizaciju. Adekvatno uspostavljen ambijent usmerava transport ka održivom razvoju.

Odgovornost države je da se, osim suočavanja sa rastom transporta i njegovim posledicama, suoči i sa izazovom poboljšanja efektivnosti transporta kako u funkciji

poboljšanja konkurentnosti privrede u celini, tako i u funkciji poboljšanja konkurentnosti vlasnika vozničkih parkova.

Država, odnosno, nadležna ministarstva za transport nisu imala značajniju ulogu u oblasti razvoja znanja i veština. Danas je taj pristup drastično izmenjen, ne samo kao posledica donošenja propisa o obaveznim obukama vozača i podizanja nivoa standarda znanja i veština i za nove i za već iskusne vozače, već i kao posledica potrebe za stalnim i intenzivnim razvojem znanja, jer transportne usluge spadaju u veoma dinamičnu oblast koja se intenzivno menja pod pritiskom tržišnih zahteva, tehnoloških inovacija proizvođača transportnih sredstava i konkurencije koja nudi transportne usluge sve boljih karakteristika. Angažovanjem u oblasti obuke se doprinosi poboljšanju kvaliteta usluga koje vlasnici vozničkih parkova pružaju i efikasnosti njihovog poslovanja, ali se doprinosi, između ostalog, i energetske efikasnosti, smanjenju emisije ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>) teretnih vozila, broja i težine saobraćajnih nezgoda i zagušenja.

**Obrazovna, stručna i naučna zajednica** ima zadatak da ukaže na posledice razvoja u narednom periodu što državi omogućava da koriguje transportnu politiku i donese kvalitetne odluke. Izazov za transportnu politiku predstavlja korišćenje rezultata različitih naučnih i stručnih istraživanja u praksi, kao i analize donošenja i sprovođenja transportne politike. Većina rezultata istraživanja na univerzitetima i istraživačkim institutima nema dovoljno praktičnog uticaja na odluke u oblasti transportne politike. Mnogobrojni rezultati istraživanja se razmenjuju uglavnom samo unutar akademske zajednice i iz različitih razloga se zanemaruju u radu organa izvršne vlasti. Mogućnost da se promeni ova situacija se vidi kroz (*Ben-Akiva i Bonsall, 2004*): formulaciju problema, koju treba bazirati na razumevanju postojećih i budućih potreba donosilaca odluka; ostvarenje veze sa naručiocima istraživanja koji imaju uticaj i adekvatnu prezentaciju rezultata istraživanja potencijalnim korisnicima; razvoj jednostavnih i primenjivih metoda, odnosno u slučaju kompleksnih metoda projektovanje korisnički orijentisanih interfejsa kako bi se olakšala upotreba donosiocima odluka; i kroz saopštavanje rezultata donosiocima odluka simplificiranim procedurama.

**Vlasnici vozni parkova** pružaju usluge drumskog transporta komercijalnim aktivnostima kojima se zadovoljava potražnja na tržištu. Država ne određuje ni koje usluge će se pružati, ni gde, a ni u koje vreme. To su komercijalne odluke koje donose vlasnici vozni parkova u saradnji sa svojim korisnicima. Vlasnici vozni parkova kao osnovni cilj imaju povećanje koristi, odnosno povećanje profita. Oni svoje delovanje prilagođavaju definisanom ambijentu i kroz racionalizaciju traže put ka većem profitu. Drumski transport se smatra važnim za ekonomski razvoj i predstavlja dominantan vid teretnog transporta pre svega zbog nezavisnosti i fleksibilnosti koju obezbeđuje. Iako je jasno da drumski transport doprinosi ukupnom učinku društva i privrede, mnogo veća pažnja se posvećuje negativnom uticaju vozni parkova (emisija gasova koji zagađuju vazduh i utiču na klimatske promene, buka, saobraćajne nezgode i zagušenja) i načinima kako da se naplate eksterni troškovi koji usled njih nastaju, a koje korisnici transportnih usluga ne plaćaju.

U cilju efikasnijeg upravljanja transportnim procesom i funkcionisanja privrede i društva u celini svi činioци moraju da budu povezani aktivnostima i tokovima informacija. Državnim organima potrebno je predstaviti važnost upravljanja transportnim procesom što sa sobom nosi razvoj transportnog sektora, privrede i društva u celini. Vlasnici vozni parkova rade i prikupljaju informacije o svom radu. Obrazovna, stručna i naučna zajednica razvija nova rešenja, sakuplja iskustva i najbolje prakse, unapređuje metode i procese, obrađuje prikupljene informacije i pomaže ostalim akterima u dostizanju cilja koji je postavila država. Vlasnicima vozni parkova potrebno je predstaviti savremene metode i tehnologije u cilju rešavanja problema sa kojima se suočavaju u savremenom ambijentu.

Upravljanje transportnim procesom u skladu sa kriterijumima održivog razvoja definisano je po prvi put na samitu u Rio 1992. godine u okviru plana održivog razvoja za XXI vek pod nazivom Agenda 21. U našoj zemlji za održivi razvoj transporta izuzetno je važan "Prvi akcioni plan za energetske efikasnost Republike

Srbije za period od 2010. do 2012. godine"<sup>1</sup>. Ovim planom se po prvi put uvode evropski standardi za energetska efikasnost, promovise eko-vožnja, uvodi upravljanje transportnim procesom, upravljanje energijom, planira stimulisanje zamene postojećeg voznog parka i dr.

Energetska efikasnost transporta zauzela je značajno mesto u strateškim merama za dostizanje održivog razvoja u Evropskoj Uniji (*European Council, 2014a; EC, 2014, 2011a, 2011b, 2011c*). Najvažniji cilj transportne politike u Evropi je da pomogne u uspostavljanju sistema koji podstiče ekonomski napredak, povećava konkurentnost i nudi visok kvalitet usluga koje se odnose na mobilnost uz što efikasnije korišćenje resursa (*EC, 2014b, 2016a, 2016b*).

U periodu od 2007. do 2014. godine, usled ekonomske krize, došlo je do smanjenja godišnje potrošnje energije u transportnom sektoru za 8%, u zemljama EEA-33. Ipak, u 2014. godini godišnja potrošnja energije u transportnom sektoru je za 27% veća u odnosu na 1990. godinu. Drumski transport ima najveće učešće u potrošnji energije u transportnom sektoru, 74%, u zemljama EEA-33. U EU, u periodu od 2005. do 2014. godine, ukupna potrošnja energije u sektoru transporta smanjena je za 4,5%. Uprkos posledicama ekonomske krize, potrošnja energije u 2014. godini u drumskom transportu je za 25% veća nego u 1990. godini. Korišćenje dizel pogonskog goriva u drumskom transportu raste i učešće ovog goriva u ukupnoj prodaji goriva u 2014. godini iznosi 72% (*EEA, 2016*). Učešće drumskog transporta u ostvarenom transportnom radu (tkm) u EU je iznosilo 71,3%, u 2014. godini, dok je u Sjedinjenim Američkim Državama, u 2013. godini, iznosilo 47,8% (*EC, 2016c*). Za sagledavanje međuzavisnosti energetske efikasnosti drumskog transporta i efektivnosti transportnog procesa, analizirane su brojne strategije, studije i izveštaji koje imaju za cilj povećanje energetske efikasnosti voznih parkova drumskog transporta (*Capros, P., et al., 2012, 2013; Forster, D. et al., 2012; Aarnink, S., et al., 2012; Medar, O.M., et al., 2014; EC, 2014c; Branninigan, C., et al., 2015*).

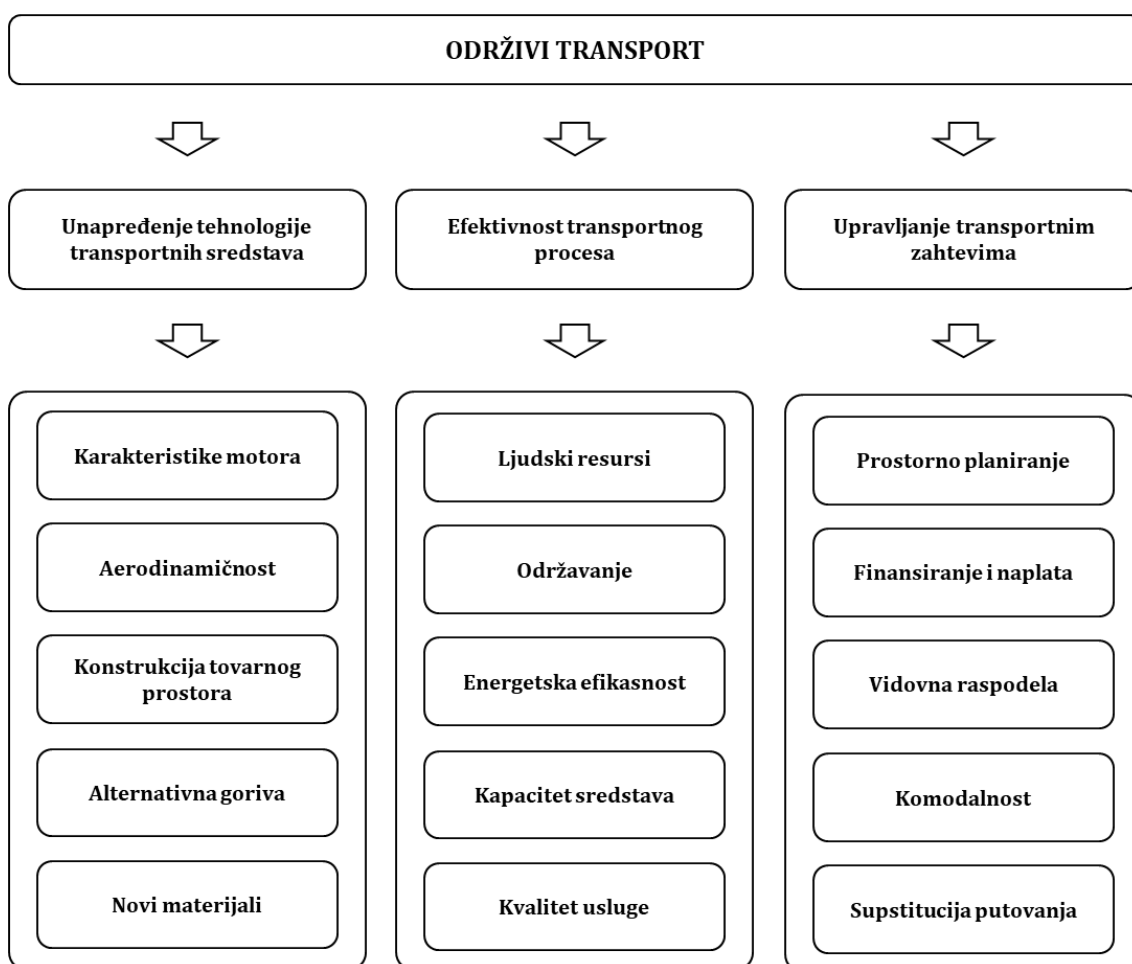
---

<sup>1</sup> Usvojen na sednici Vlade Republike Srbije 29.07.2010. godine

Različitim merama se utiče na proizvođače drumskih vozila da proizvode energetske efikasnija vozila, sa manjom emisijom izduvnih gasova. Sa druge strane, istovremeno se pokušava da se deluje i na velike vozne parkove kao i vozne parkove za sopstvene potrebe kako bi bili energetske efikasniji (Vujanović i ostali, 2010; Radosavljević i ostali, 2018).

Upravljanje održivim transportom i strategije koje se bave ovom problematikom mogu se svrstati u sledeća polja delovanja (Slika 2.2):

- unapređenje transportnih sredstava,
- upravljanje transportnim zahtevima i
- unapređenje efektivnosti transportnog procesa.



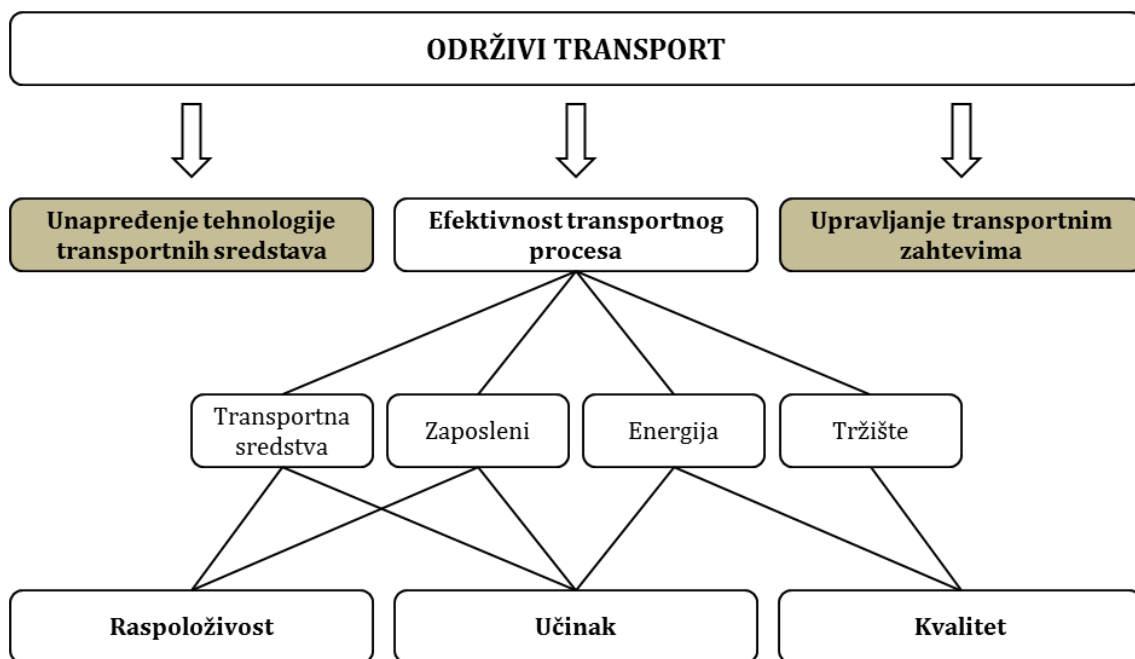
Slika 2.2. Polja delovanja održivog transporta

**Unapređenje transportnih sredstava** obuhvata unapređenje postojeće tehnologije i razvoj novih tehnologija. Unapređenje postojeće tehnologije se odnosi na promene karakteristika motora, povećanje aerodinamičnosti odnosno smanjenje otpora vazduha, unapređenje konstrukcije tovarnog prostora i dr. Unapređenje transportnih sredstava kroz razvoj novih tehnologija obuhvata, na primer, poboljšanja sagorevanja upotrebom alternativnih goriva, korišćenje novih materijala prilikom konstrukcije transportnih sredstava ili pak povećanje kvaliteta pneumatika kojim se smanjuje količina štetnih čestica koje se oslobađaju trenjem.

**Upravljanje transportnim zahtevima** je zapravo upravljanje mobilnošću i u teretnom transportu se naglasak stavlja na upravljanje robnim tokovima. Upravljanje transportnim zahtevima obuhvata primenu različitih instrumenata među kojima su prostorno planiranje i njegova integracija sa vidovnom raspodelom, unapređenje vidovne raspodele, supstitucija putovanja, mere fiskalne i poreske politike. Smanjenje obima zahteva se može postići i kroz inicijative kao što je lokalizovana proizvodnja, odnosno pozicioniranje proizvodnih kapaciteta u blizini mesta potrošnje dobara (*Christopher, 2001, 2002*).

**Unapređenje efektivnosti transportnog procesa** obuhvata upravljanje ljudskim resursima, upravljanje održavanjem osnovnih sredstava, opreme i infrastrukture, energetske efikasnost, racionalizaciju korišćenja tovarnog prostora vozila, transparentno učešće na transportnom tržištu, standardizaciju, kontrolu kvaliteta i dr. U cilju unapređenja efektivnosti potrebno je da se utiče na resurse transportnog procesa (zaposleni, sredstva za rad, energija, infrastruktura, tržište, informacioni sistemi, programi rada i tehnologija). Prema *Wauters i Mathot (2002)* efektivnost procesa predstavlja stepen do koga su postavljeni ciljevi ostvareni.

Predmet istraživanja doktorske disertacije je upravljanje resursima voznog parka (transportna sredstva, zaposleni, energija i tržište) u cilju unapređenja efektivnosti transportnog procesa i održivosti transporta uopšte (*Slika 2.3*).



Slika 2.3. Resursi koji utiču na efektivnost transportnog procesa

Upravljanje efektivnošću predstavlja donošenje odluka u skladu sa zadatim ciljevima i preduzimanje aktivnosti za njihovu realizaciju efektivnim korišćenjem dostupnih resursa. Upravljanje efektivnošću rada vozničkih parkova obuhvata sprovođenje pravovremenih aktivnosti u cilju povećanja raspoloživosti i učinka sredstava i zaposlenih, energetske efikasnosti i kvaliteta usluge na transportnom tržištu. Ovi ciljevi se mogu dostići boljim upravljanjem ljudskim resursima (npr. kroz obuke za vozače, dispečere i ostale zaposlene), povećanjem učinka vozača (npr. veći broj sati vožnje, manje vremena provedenog na utovaru/istovaru, duži pređeni put i veći broj realizovanih zadataka), kvalitetnijim održavanjem vozila (pre svega preventivnog održavanja), boljim iskorišćenjem nosivosti vozila, smanjenjem neproduktivnog pređenog puta, unapređenjem planiranja prevoznih puteva, povećanjem energetske efikasnosti, povećanjem kvaliteta pružene i izvršene usluge i dr.

Pristup koji omogućava unapređivanje efektivnošću, postavljanjem i održavanjem optimalnog odnosa između zaposlenih i sredstava za rad je Totalno produktivno održavanje – TPM. Analiziranje procesa, fokusiranjem na gubitke raspoloživosti, učinka i kvaliteta, kao i merenje rezultata rada, primenom TPM pristupa moguće je



doći do konstantnih poboljšanja. Krajnji ishod uspešne primene TPM-a u transportnom procesu predstavlja smanjenje troškova, duži životni vek transportnih sredstava i zadovoljstvo korisnika.

Transportni proces predstavlja proces premeštanja tereta i uključuje sve pripremne i završne aktivnosti: priprema robe, prijem i predaja robe. Aktivnosti rada voznog parka su vezane za: primopredaju vozila, zaduženja vozila i vozača, izdavanje naloga, pripremu vozila i vozača, upućivanje vozila na mesto utovara robe, utovar, pretovar, upućivanje na mesto istovara robe, istovar, povratak u auto bazu, razduženja vozila i vozača nakon realizacije transportnog zadatka i dr. (*Topenčarević, 1987*). Aktivnosti su uzajamno povezane međusobnim vezama, i svaka od aktivnosti ima rezultate koji predstavljaju ulaz u narednu aktivnost.

Utvrđivanje i smanjivanje gubitaka raspoloživosti, učinka i kvaliteta u aktivnostima transportnog procesa i preduzimanje mera za njihovo smanjenje može da utiče na konstantno unapređenje efektivnosti rada voznog parka. U datim uslovima okruženja, zadovoljenje transportnih zahteva korisnika (po obimu i kvalitetu) na optimalan način, obuhvata minimalni utrošak svih resursa, maksimalnu efikasnost i efektivnost, kao i minimalne negativne uticaje na životnu sredinu i društvo. Rezultate i ishode je neophodno kvantifikovati u odnosu na postavljeni cilj, odnosno, definisati pokazatelje koji će meriti stepen realizacije. Vrednost pokazatelja određuje rezultat i efekat primenjenih mera upravljanja.

Definisanje metodologije istraživanja i izbor pokazatelja je kompleksan zadatak za istraživača i menadžera. Prilikom izbora pokazatelja potrebno je uključiti kako menadžere, tako i korisnike, zbog njihovog poznavanja prirode, ograničenja i značaja istraživanja. Cilj istraživača i menadžera je da koriste pokazatelj ili skup pokazatelja koji odražava i prikazuje važnost predmeta istraživanja. Potrebno je da pokazatelj bude jednostavan, merljiv, lak za razumevanje kao i da bude primenljiv u lokalnim uslovima. Određivanjem vrednosti pokazatelja koji se izračunava na osnovu gubitaka, svojstvenih aktivnostima voznih parkova, podstiče se unapređenje

i može se odgovoriti izazovima konkurentnosti i održivosti (*Simons, 2004*). Ovaj pokazatelj donosi višestruku korist:

- državi može da bude od pomoći pri merenju efektivnosti transportnog procesa,
- vlasnicima voznih parkova koji pružanju transportne usluge je od pomoći pri merenju efektivnosti rada voznih parkova i
- tržištu transportnih usluga obezbeđuje konkurentnost i održivost.

Struktura ovakvog pokazatelja treba da bude sveobuhvatna tako da može da se koristiti kao operativni alat za dostizanje efektivnosti. Potrebno je da bude široko prihvaćen i primenjen. Veze pokazatelja sa resursima koji su deo transportnih procesa omogućile bi određivanje ukupne efektivnosti. Zato je u okviru doktorske disertacije postavljena polazna hipoteza istraživanja da postoji mogućnost da se definiše i u praksi primeni pokazatelj i metod unapređenja ukupne efektivnosti rada voznih parkova i transportnog procesa u celini.

U unapređenju rada voznog parka koji se ostvaruje kroz povećanje efektivnosti vozila i vozača, leži veliki potencijal koji doprinosi održivosti transportnog procesa. Pokazatelji ukupne efektivnosti voznog parka, koji su razvijeni u dosadašnjim istraživanjima ne obuhvataju merenje gubitaka efektivnosti transportnog procesa koji nastaju greškom zaposlenih. Ne posmatra se raspoloživost i učinak vozača, dispečera kao ni ostalih zaposlenih u okviru transportnog procesa. Zato se kao dodatni cilj doktorske disertacije postavlja zahtev da se definišu i mere gubici učinka i kvaliteta rada vozača i da se kao takvi uključe u pokazatelj ukupne efektivnosti voznog parka. Takođe, kao pravac daljih istraživanja se postavlja cilj da se kvantifikuje uticaj povećanja učinka i kvaliteta vozača na ukupnu efektivnost voznog parka.

### 3 Totalno produktivno održavanje

Proizvodne organizacije širom sveta se suočavaju sa mnogim izazovima da bi ostvarile uspešno poslovanje na konkurentnom tržištu. Krajem prošlog veka, proizvodne organizacije su koristile različite pristupe da bi poboljšale efektivnost procesa korišćenja i održavanja sredstava za proizvodnju (Roup, 1999). Jedan od pristupa poboljšanju performansi aktivnosti je razvijanje i sprovođenje TPM pristupa.

Pojedine japanske kompanije svetske klase su još pre više od 40 godina prepoznale da efektivna primena moderne tehnologije može biti postignuta pre svega kroz usmerenje na ljude, a ne samo na sredstva za rad. Otuda važnost *Totalno produktivnog održavanja*. Alati TPM-a omogućavaju maksimizaciju efektivnosti opreme, postavljanjem i održavanjem optimalnog odnosa između ljudi i sredstava.

Pionir pristupa TPM je bio Seiici Nakajima. On je kasnih sedamdesetih imao veliki uticaj na ekonomski razvoj industrijskih proizvođača u Japanu. Nakajima, kao glavni nosilac TPM-a, definisao je TPM kao inovativni pristup održavanju koji poboljšava efektivnost opreme, eliminiše otkaze i promoviše autonomno održavanje od strane radnika kroz konstantna unapređenja uključujući sve zaposlene (Conway i Perry, 1999; Bhadury, 1998, 2000). Značaj TPM-a je u nameri da obuhvati obe funkcije,

proizvodnju i održavanje, kroz kombinaciju dobre proizvodne prakse, timskog rada i konstantnih unapređenja (*Cooke, 2000*). Koncept konstantnog unapređenja potiče od japanske reči "Kaizen" što može da se prevede kao "mala konstantna unapređenja" ("Kai" znači promena, a "Zen" znači poboljšanje). Kaizen je jedan od temelja japanskog uspeha, a razvio ga je i zapadnom svetu prezentovao Masaaki Imaia<sup>2</sup>. TPM je metodologija promena, koja je značajno doprinela realizaciji konstantnih unapređenja u proizvodnim organizacijama u Japanu i na Zapadu (*Magghard, 1992*). TPM je vođen konstantnim unapređenjima proizvodnje projektovanim da poboljšaju pouzdanost opreme i osiguraju efektivno upravljanje imovinom kompanije (*Robinson, 1995*).

### **3.1 TPM pristup**

Primena TPM pristupa obuhvata unapređenje koje integriše kulturu, procese i tehnologiju (*Moore, 1997*). Smatra se da je TPM odgovor Japana na Američki stil korišćenja i procesa održavanja sredstava (*Wal, 2002*). TPM je prepoznat kao koristan alat za poboljšanje efektivnosti kroz unapređenje organizacije rada i učinka u proizvodnji (*Dwyer, 1999; Dossenbach, 2006*). Prihvaćen je kao pristup koji se primenjuje u cilju poboljšanja učinka korišćenja i procesa održavanja sredstava (*Nakajima, 1989*). TPM se koristio krajem prošlog veka kao dokazani pristup za postizanje ciljeva u proizvodnji radi ostvarenja uspeha na konkurentnom tržištu (*Ahuja, 2004, 2006, 2007*). TPM je pristup operativnog menadžmenta koji je našao primenu u proizvodnim organizacijama širom sveta (*Voss, 1995, 2005*). TPM je baziran na komunikaciji i sugerše da se operateri koji učestvuju u proizvodnji, radnici u održavanju i inženjeri koji predstavljaju menadžment sporazumevaju i

---

<sup>2</sup> Masaaki Imai je teoretičar organizacionih nauka, kaizen pionir i osnivač Kaizen instituta. Osnovao je Kaizen institut 1985. godine sa sedištem u Švajcarskoj. Cilj Instituta je da pomogne kompanijama da sprovedu u praksu kaizen, različite sisteme i alate, danas poznate kao Lean menadžment. Kaizen Institut Consulting Group (KICG) je vodeća svetska savetodavna kompanija u ovoj oblasti.

sarađuju (Witt, 2006). TPM objašnjava uzajamnu vezu između svih organizacionih procesa ali naročito između proizvodnje i održavanja, radi konstantnih unapređenja, poboljšanja kvaliteta proizvoda, usluge, operativne efektivnosti, produktivnosti i bezbednosti (Rhyne, 1990; Labib, 1999; Sun, 2003; Higgins 1995). Lawrence (1999) opisuje TPM kao uopšten paket mera u delu poslovanja sa ciljem da se uradi više sa manje resursa. Prema Besterfeldu (1999) TPM pomaže da se kroz kooperaciju svih sistema jedne organizacije održi najviši nivo produktivnosti. Primenom pristupa TPM moguće je usmeriti pažnju na rentabilnost rada procesa održavanja. Troškovi procesa održavanja mogu biti procenjeni na osnovu časova rada, režijskih ili opštih troškova, troškova materijala ili rada podugovarača. Međutim, rentabilnost rada procesa održavanja je mnogo teža za procenu. Gubitak u realizaciji proizvodnje usled značajnijih otkaza može se kvantifikovati. Međutim, efekti manjih zastoja, smanjena brzina rada, prazan hod, kvalitet usluge, smanjenje dobiti i gubici startovanja su teški za merenje i zbog toga se retko procenjuju. Briga o sredstvima za rad, koju TPM pristup obezbeđuje, ima za cilj da unapredi ukupnu efektivnost sredstava rešavajući probleme odnosa prema sredstvima za rad. Zato Chanowski (2002) navodi da je TPM pristup upravljanju procesom održavanja sa ciljem eliminacije zastoja funkcionisanja sredstava.

TPM je praktično razvijen kao pristup za upravljanje procesom održavanja različitih kompanija u skladu sa razvojem TQM<sup>3</sup>, JIT<sup>4</sup>, LEAN<sup>5</sup> i drugim menadžment strategijama (Magghard, 1989; Schonberger, 1996; Ollila 1999; Cua, 2001; Hansen, 2002; Hayes, 1984, 1994). Ove strategije svoje aktivnosti temelje na pristupu za

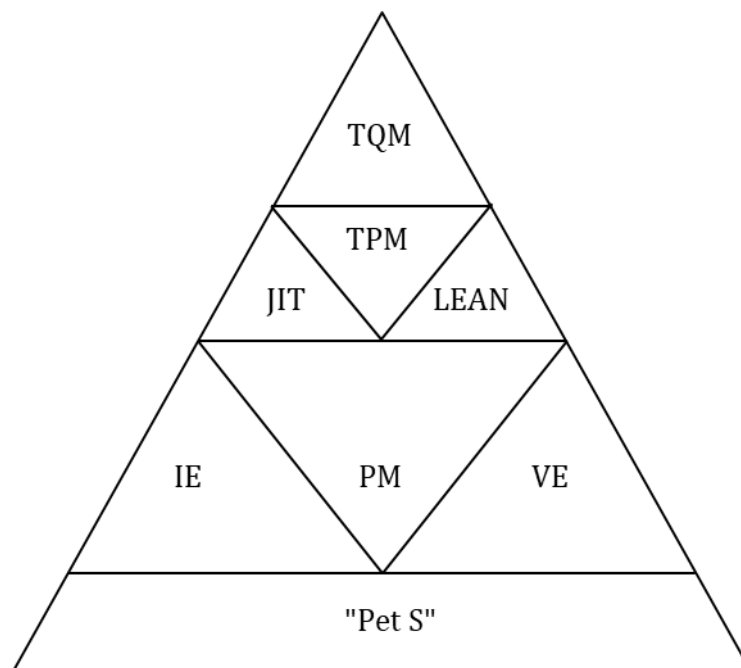
---

<sup>3</sup> TQM – *Total Quality Management*: Menadžment pristup u kompaniji usresređen na kvalitet, utemeljen na učešću svih njenih članova, usmeren na dugoročan uspeh kroz zadovoljenje kupaca, a u korist svih članova kompanije i društva (ISO 8402)

<sup>4</sup> JIT – *Just-In-Time* je strategija proizvodnje kojom se sinhronizuju tokovi materijala, aktivnosti zaposlenih i rad sredstava tako da su svi tamo gde treba da budu, kada treba da budu i u stanju u kakvom treba da budu. JIT je usmerena na smanjenje ili eliminisanje svih nedostataka u procesu proizvodnje. Mnogi alati Lean proizvodnje pomažu da se uspostavi JIT sistem.

<sup>5</sup> LEAN – *Lean Production* ili *Lean Manufacturing* je strategija proizvodnje koju najbolje karakteriše nemilosrdno eliminisanje nedostataka iz svih aktivnosti i operacija. LEAN nastoji da proizvodi i usluge budu na vreme, koristeći resurse što je bolje moguće od konkurencije, brže i jeftinije od konkurencije, a sa uklanjanjem nedostataka koliko je moguće.

unapređenja u procesu održavanja sredstava (Sekine, 1998) (Slika 3.1). Kao temelj za većinu aktivnosti LEAN, JIT i TQM strategija, TPM može efektivno doprineti konstantnom unapređenju proizvodnje. Ove strategije su nastale na temelju "Pet S" čija struktura je u narednom potpoglavlju detaljno opisana. U toku razvoja TPM pristup je prolazio kroz faze kao što je: industrijsko inženjerstvo (IE – *Industrial Engineering*), preventivno održavanje (PM – *preventive maintenance*) i inženjering vrednosti (VE – *value engineering*).



Izvor: Nakajima, 1989

Slika 3.1. Odnos između TPM-a i strategija LEAN, JIT i TQM

Willmott (1994) predstavlja TPM kao praktičnu primenu TQM-a i sugeriše da TPM cilja i promoviše kulturu u kojoj operateri koji učestvuju u proizvodnji razvijaju "vlasništvo" nad sredstvima, uče više o njima, a u procesu učenja i obučavanja usredsređuju se na dijagnostikovanje problema, poboljšanje procesa proizvodnje i stanje sredstava. TPM nije specifičan pristup za unapređenje u procesu održavanja, to je kultura, filozofija i novi stav prema održavanju sredstava (Chowdhury, 1995). TPM je pristup koji koristi prednost, sposobnost i umeće zaposlenih iz svih delova organizacione strukture (Patterson, 1995). Efektivna primena TPM pristupa

omogućava primenu filozofije zasnovane na motivisanju i jačanju zaposlenih iz svih delova organizacione strukture (Davis, 1999).

### 3.2 Primena TPM-a

Ukoliko kompanije hoće da opstanu na konkurentnom tržištu neophodno je ispunjenje performanse proizvođača svetske klase. Jedan bitan segment su visoko pouzdana i efektivno korišćena sredstva za rad (mašine, vozila, uređaji i dr.) (Willmott, 1994). TPM pristup je baziran na timskom radu i obezbeđuje dostizanje nivoa svetske klase ukupne efektivnosti koristeći operatere koji učestvuju u proizvodnji, radnike u održavanju, sredstva i proizvodne procese. Sredstva i proizvodni procesi zajedno sa operaterima i radnicima u održavanju su jedini kreatori direktnog dobra u proizvodnji ili pružanju usluga, a ostali procesi, kao što su prodaja, marketing, projektovanje, upravljanje finansijama i slično, ih podržavaju.

Sušтина TPM pristupa je da sredstva (mašine, vozila, uređaji i dr.), od kojih zavisi proizvodnja, stalno budu u optimalnom stanju i raspoloživa za maksimalnu eksploataciju. Radnici u održavanju i operateri koji koriste sredstva, upravljaju proizvodnim procesima i direktno doprinose tom cilju. TPM koristi efektivnost da bi se ukazalo na vrednost operatera koji učestvuju u proizvodnji i radnika u održavanju, kao članova tima, obezbeđujući da se sredstva uvek održavaju i eksploatišu na maksimumu efektivnosti i sa konstantnim unapređenjem.

Postoje tri posebne osobine TPM pristupa (Willmott, 2001):

- TPM obuhvata metode za prikupljanje podataka, analizu, rešavanje problema, unapređenje i upravljanje procesima sa ciljem povećanja efektivnosti,
- TPM podstiče proizvodni proces i proces održavanja sredstava da rade zajedno kao jednaki partneri, a uključuje i druge procese kao što su

projektovanje, kvalitet, upravljanje finansijama, nabavka, menadžment, nadzor i dr.,

- TPM podstiče konstantno unapređenje svih procesa koristeći standardizaciju, organizaciju radnih mesta i upravljanje ljudskim resursima.

TPM pristup se sastoji od sledećih koraka (*Nakajima, 1989; Bamber i ostali, 1999; Suzuki, 1992, 1994*):

- maksimizacija efektivnosti opreme kroz pouzdanost i raspoloživost,
- maksimizacija raspoloživosti, učinka i kvaliteta,
- uspostavljanje procesa održavanja za celokupan životni ciklus sredstava,
- razvoj procesa održavanja kroz proces planiranja, standardizaciju i nabavku,
- uključivanje svih operatera koji učestvuju u proizvodnji od menadžmenta do najnižih pozicija,
- evidentiranje, formiranje baze podataka, praćenje učinka, vrednovanje, primeri dobre prakse.

TPM istražuje maksimizaciju efektivnosti kroz celokupan životni ciklus sredstava. Teži da održi sredstva u optimalnom stanju kako bi sprečio neplanirane zastoje, gubitke brzine, otkaze, gubitke u kvalitetu i dr. koji se javljaju u proizvodnji ili pružanju usluge. Postoje tri krajnja cilja TPM-a (*Nakajima, 1988; Willmott, 1994; Noon, 2000*):

- nula grešaka,
- nula nezgoda i
- nula zastoja.

Objedinjavanje i sinhronizacija znanja koje poseduju ovlašćeni zastupnici, prodavci, serviseri sredstava koja se koriste, operateri koji koriste sredstva i radnici koji rade na održavanju sredstava doprinose dostizanju krajnjih ciljeva TPM pristupa (*Labib, 1999*). TPM pristup uvećava odgovornost radnika na različitim pozicijama od nivoa



upravljanja do nivoa izvršilaca što predstavlja ključne aktivnosti TPM pristupa (*Willmott, 1994*). Iako slične, ključne aktivnosti u okviru TPM pristupa različito su sistematizovane u literaturi. *Maier* (1998) opisuje šest ključnih aktivnosti TPM pristupa:

- kompetencije najnižeg nivoa zaposlenih,
- organizacija radnog okruženja,
- sveobuhvatna baza podataka,
- timski rad,
- preventivno održavanje i
- uključivanje operatera koji učestvuju u proizvodnji u aktivnost održavanja.

*Swanson* (2001, 2006) definiše četiri ključne aktivnosti TPM pristupa:

- obuka radnika,
- uključivanje operatera koji učestvuju u proizvodnji u sve aktivnosti procesa unapređenja,
- timski rad i
- preventivno održavanje.

*McKone* (2001) opisuje šest aktivnosti TPM pristupa:

- obuka radnika,
- stanje opreme,
- kvalitet proizvoda,
- timski rad,
- grupne aktivnosti i
- autonomno i preventivno održavanje.

Kao deo strategije TQM-a, TPM pristup je fokusiran na poboljšanje svih pokazatelja proizvodnog uspeha, pa *Marcuss* (2004) opisuje sledeće aktivnosti TPM pristupa:

- bezbednost na radu,
- savesno korišćenje imovine,

- proširenje kapaciteta bez investiranja u nova sredstva i
- kontinuirano smanjenje troškova održavanja sredstava.

*Willmott* (1994) primenu TPM-a povezuje sa primenom pet principa. Opisujući principe kao "pet S" predstavlja ih kao temelj većine strategija koje su nakon II Svetskog rata nastale u Japanu. U prevodu sa japanskog jezika to bi značilo:

- "seiri" – organizacija,
- "seiton" – urednost,
- "seiso" – čistoća,
- "seiketsu" – standardizacija,
- "shitsuke" – disciplina.

Za englesko govorno područje alternativa za "pet S" je "can do":

- "cleanliness" – čistoća,
- "arrangement" – uređenost,
- "neatness" – urednost,
- "discipline" – disciplina,
- "order" – red, poredak.

Filozofija je potpuno ista, potrebno je:

- osloboditi se svega ili bilo čega što je nepotrebno,
- staviti ono što je potrebno na njegovo pravo mesto tako da je pri ruci,
- održavati sredstva čistim i urednim sve vreme što ujedno predstavlja i kontrolu ispravnosti, a doprinosi otklanjanju nedostataka pre otkaza.
- prenositi disciplinu i red na kolege tako da svi teže istom cilju.

"Pet S" se često naziva i temelj TPM pristupa, a celokupna struktura TPM-a leži na osam stubova (*Sangameshwaran, 2002*). TPM predstavlja pristup za izvanredno planiranje, organizaciju, nadzor i kontrolisanje prakse kroz jedinstvenu metodologiju osam stubova. TPM pristup, kao što sugeriše i promoviše Japanski

institut upravljanja kompanijom – JIPM<sup>6</sup>, uključuje primenu metodologije osam stubova koja rezultira značajnim povećanjem produktivnosti radne snage kroz kontrolisano održavanje, smanjenje troškova održavanja, smanjenje zastoja i smanjenje kašnjenja u proizvodnji (*Ireland, 2001; Shamsuddin, 2005; Rodrigues, 2006*). Osam stubova TPM-a (*Slika 3.2*) su:

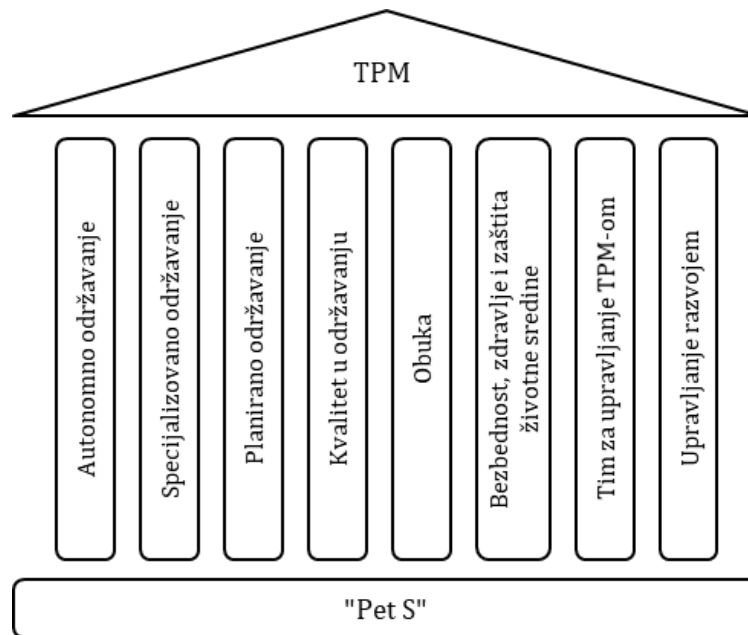
- Autonomno održavanje: operateri koji učestvuju u proizvodnji i radnici u održavanju imaju osećaj vlasništva nad sredstvima, a to obuhvata čišćenje, podmazivanje, zatezanje, podešavanje, kontrolu, ponovno prilagođavanje i dr.
- Specijalizovano održavanje: sistematično identifikovanje i eliminisanje gubitaka kroz analizu strukture gubitka i ublažavanje gubitka konstantnim unapređenjima.
- Planirano održavanje: planiranje efikasnog i efektivnog preventivnog, prediktivnog i produktivnog sistema održavanja kroz celokupan životni ciklus sredstava. Uspostavljanje PM liste za proveru i dr.
- Kvalitet u održavanju: postizanje nula otkaza, zastoja, reklamacija (identifikacija i rešavanje uzroka problema kako bi sredstva radila punim kapacitetom).
- Obuka: unapređenje znanja, tehnike i sposobnosti zaposlenih, odnosno usmeravanje zaposlenih ka organizacionim ciljevima, vrednovanje, periodična procena sposobnosti i dr.
- Bezbednost, zdravlje i zaštita životne sredine: adekvatno i bezbedno radno okruženje, standardne procedure rada i eliminacija povreda i nezgoda.
- Tim za upravljanje TPM-om sa zadatkom unapređenja veza između različitih učesnika (sektora, odeljenja, radnih organizacija i dr.) i smanjivanja razlika, unapređenja procedura radi bržeg i efikasnijeg protoka informacija,

---

<sup>6</sup> Japan Institute of Plant Maintenance

materijala, naloga i dr., fokusiranja na utvrđivanje, alokaciju i uspešno smanjenje troškova, formiranja i primene "pet S" na radnom mestu.

- Upravljanje razvojem: usavršavanje tehnoloških postupaka, unapređenje tehnologije i nabavka novih sredstava, nadogradnja postojećih sistema uz manja ulaganja, poboljšanje održavanja i inicijativa.



Izvor: Willmott, 2001

Slika 3.2. Metodologija osam stubova TPM-a

Kompanije koje su uspešno primenile TPM pristup uključile su u svoje poslovanje podršku zaposlenima, liderstvo, viziju, strateško planiranje, upravljanje znanjem, više funkcionalne obuke, uključivanje zaposlenih i kulturološke promene u sve organizacione celine koje učestvuju u procesu proizvodnje ili realizaciji usluge. Na taj način ove kompanije postižu konstantno unapređenje, motivaciju zaposlenih, razvijaju podsticajne mehanizme i na taj način doprinose održivom razvoju. Obuka, upravljanje znanjem, podrška menadžmenta i timski rad predstavljaju osnovu uspešne primene TPM-a.

Primena TPM pristupa u radnoj organizaciji doprinosi poboljšanju slike i ugleda o toj organizaciji, a neposredno omogućava bolje uslove poslovanja. Nakon

predstavljanja autonomnih aktivnosti održavanja, operateri se brinu o sredstvima u okviru redovnih aktivnosti. Dostizanje nula zastoja, nula otkaza i nula nezgoda, utiče na samopouzdanje operatera koji učestvuju u proizvodnji i radnika u održavanju, ali i na pouzdanost sredstava za rad. Menadžment uviđa doprinose radnika u realizaciji planiranog učinka (*Dossenbach, 2006*). Primena TPM strategije radnicima stvara osećaj vlasništva nad sredstvima.

Postoje mnogi faktori koji mogu doprineti neuspehu organizacije da uspešno primeni i ostvari potencijal TPM-a. Stoga, primena zahteva dugoročnu posvećenost za ostvarenjem koristi i efektivnosti opreme i sredstava za rad. Različite prepreke klasifikovane su kao: organizacione, kulturološke, tehnološke, operativne, finansijske, odnosno ponašanje i istrajnost (*Ahuja, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d*).

*Crawford (1988), Becker (1993) i Mora (2002)* upozoravaju da je primena TPM-a u proizvodnim i uslužnim organizacijama manja od 10%. *Crawford (1988)* je istakao nekoliko problema sa kojima se suočava organizacija, a to su: kulturološki otpor promenama, nedostatak obuka i edukacije, nedostatak organizacione komunikacije, upotreba neadekvatnih merenja učinka i loš kvalitet. Primena TPM-a zahteva promenu organizacione kulture i promenu ponašanja svih zaposlenih. Zato korišćenje pokazatelja sveobuhvatne efektivnosti kao alata za dostizanje svetske klase proizvodnje mora biti u skladu i sa društvenim normama.

Razlog neuspeha organizacije da uspešno koristi stvarni potencijal TPM-a može biti i nedostatak transparentnosti primene TPM-a. Problemi mogu biti nedostatak menadžmenta, potcenjivanje značaja znanja, nejasna očekivanja koja nisu bila dosledna, zanemarivanje osnove, primena TPM-a u okviru postojeće organizacije koja ne obezbeđuje neophodnu podršku. Ovi problemi reflektuju nedostatak jasnog razumevanja šta su osnovne, a šta dopunske aktivnosti. Uočeno je da kompanije koje su iskusile neuspeh primene programa TPM-a, često zanemaruju razvoj osnovnih praktičnih usavršavanja, celokupan razvoj zaposlenih, veću funkcionalnost timova koji podržavaju primenu TPM pristupa (*Willmott, 1994*).

*Riis*, (1997) i *Cooke*, (2000) naglašavaju da je jedan značajan doprinos neuspehu primene TPM-a nesposobnost rukovodstva da uoči otpor ka promenama. Otpor ka promenama može se uočiti na primeru pojedinca da promeni ulogu ili da promeni radno mesto. *Bakerjan* (1994) tvrdi da mnoge organizacije koje pokušavaju da primene TPM doživljavaju poteškoće i nisu sposobne da postignu planirana poboljšanja, a da neuspeh organizacije leži u nedostatku podrške rukovodstva i razumevanja zaposlenih, nedostatku dovoljnog broja obuka i vrednovanja. *Davis* (1997) je naveo različite razloge za neuspeh TPM-a u proizvodnim organizacijama u Velikoj Britaniji. Kao glavne razloge navodi nedostatak posvećenosti visokog menadžmenta, razvoj neiskusnih konsultanata, nedostatak infrastrukture, neuspeh u promenama na najnižem nivou, nedovoljan broj obuka i nedostatak posvećenosti zaposlenih. *Cooke* (2000) je objasnio neuspeh primene TPM-a u nesposobnosti menadžmenta da primeni TPM na radnom mestu. Naglasio je da je zapažena devijacija između TPM pristupa i prakse primenjene na radnom mestu. *Fredendall* (1997) je sugerisao da prepreka nastaje u nemogućnost organizacije da koordinira ljudskim resursima, politikom upravljanja i tehnologijom. *Rodrigues* (2006) napominje da faktori koji doprinose neuspehu primene TPM programa uključuju povećanje dnevnog ritma proizvodnje sa istim timom i nedostatak vremena za dnevno održavanje. *McAdam* (1996) opisuje da su se mnoga pitanja otvorila kada se pokušala primena TPM-a u sindikalnom okruženju. Mnogi operateri ne žele dodatnu odgovornost. Radnici se boje da je pokretač efektivnosti u smanjenju radne snage i povećanju opterećenja zaposlenih.

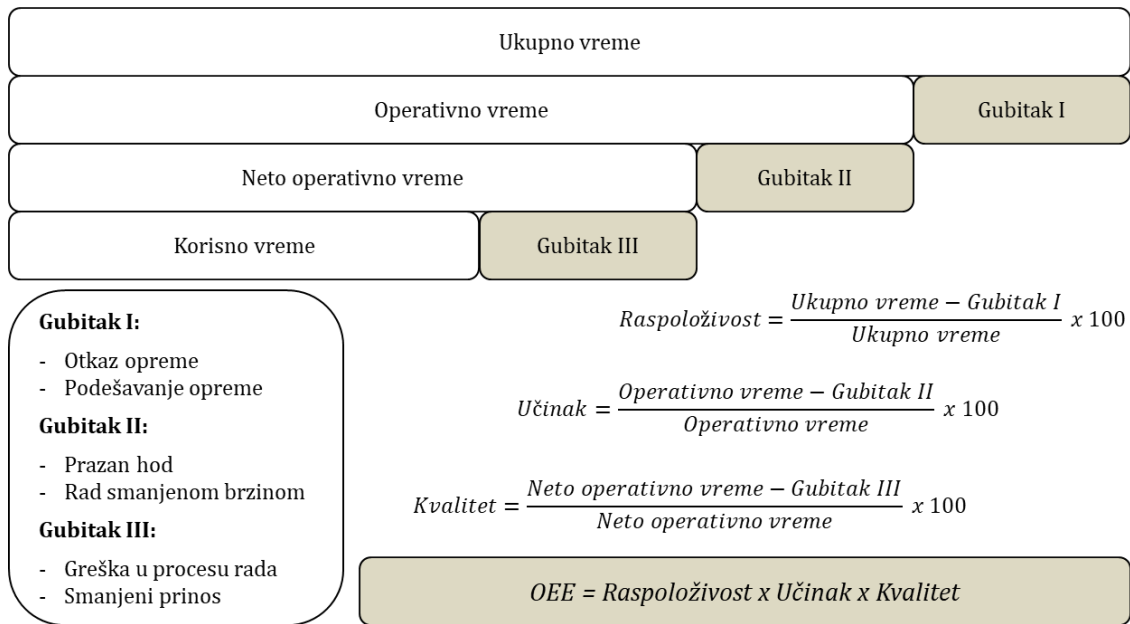
Na osnovu pregleda problema u primeni TPM pristupa, može se zaključiti da je najveći nedostatak u rukovodstvu koje treba da iznese promene i da zaposlene pripremi, obuči i sprovede kroz celovit proces. Izgledno, opterećenje je na srednjem nivou rukovodstva. Ovaj nivo rukovodstva podnosi pritisak kada su promene u pitanju. Na njih se vrši opterećenje sa višeg nivoa rukovođenja, ali i sa nižeg nivoa od operatera. Uspešna primena TPM pristupa leži u obučavanju i spremnosti srednjeg nivoa rukovodstva da iznese promene.

### 3.3 Ukupna efektivnost sredstava za rad – OEE

TPM pristup se usmerava na rešavanje velikih gubitaka koji remete kontinuiranu i planiranu proizvodnju ili uslugu. U tu svrhu TPM koristi ukupnu efektivnost sredstava za rad (*Overall Equipment Effectiveness*, u daljem tekstu OEE) kao kvantitativni pokazatelj za merenje učinka u proizvodnom sistemu. OEE je osnovni pokazatelj za merenje uspešnosti strategije TPM-a (Jeong, 2001). Opšti cilj TPM-a je da se poveća ukupna efektivnost opreme (Shirose, 1989, 1992, 1995, 1996; Huang, 2002; Jurić, 2006). OEE se obračunava kao proizvod raspoloživosti sredstava, učinka procesa i nivoa kvaliteta proizvoda. (Dal, 2000; Ljungberg, 1998).

Ovaj pokazatelj je postao široko prihvaćen kao kvantitativno sredstvo od značaja za merenje produktivnosti u proizvodnji (Samuel, 2002). Pokazatelj OEE predstavlja centralnu meru realizovanih poboljšanja prilikom primene TPM pristupa. (Ljungberg, 1998). TPM ima za cilj dostizanje 90% raspoloživosti opreme, 95% učinka procesa i 99% definisanog nivoa kvaliteta (Levit, 1996). Dostizanjem ovih vrednosti ostvaruje se vrednost ukupne efektivnosti opreme od 85% što predstavlja nivo "svetske klase". (Blanchard, 1997; McKone, 1999). Pokazatelj OEE predstavlja snažan podsticaj za prihvatanje TPM pristupa u organizacijama.

Glavni cilj TPM-a je da eliminiše ili minimizira gubitke koji se odnose na proizvodni sistem kako bi se poboljšala ukupna efektivnost proizvodnje. U početnoj fazi, TPM se fokusira na rešavanje šest glavnih gubitaka, koji se smatraju značajnim u smanjenju efektivnosti proizvodnog sistema (Gupta, 2001). Šest glavnih gubitaka uključuju: otkaz opreme, gubitke nastale zbog podešavanja odnosno prilagođavanja opreme, prazan hod, rad smanjenom brzinom, greške u procesu rada i smanjeni prinos u proizvodnji. Obračun OEE i uticaj šest glavnih gubitaka na efektivnost prikazani su na narednoj slici (Slika 3.3). (McKellen, 2005). Vremenom, mnoge organizacije počele su da prate sve gubitke, uključujući pauze za planirane aktivnosti i održavanje, ali i neplanirane zastoje i gubitke koji utiču na poboljšanje u proizvodnom sistemu (Holmgren, 2005).



Izvor: McKellen, 2005

Slika 3.3. Pokazatelj OEE i uticaj šest glavnih gubitaka na efektivnost

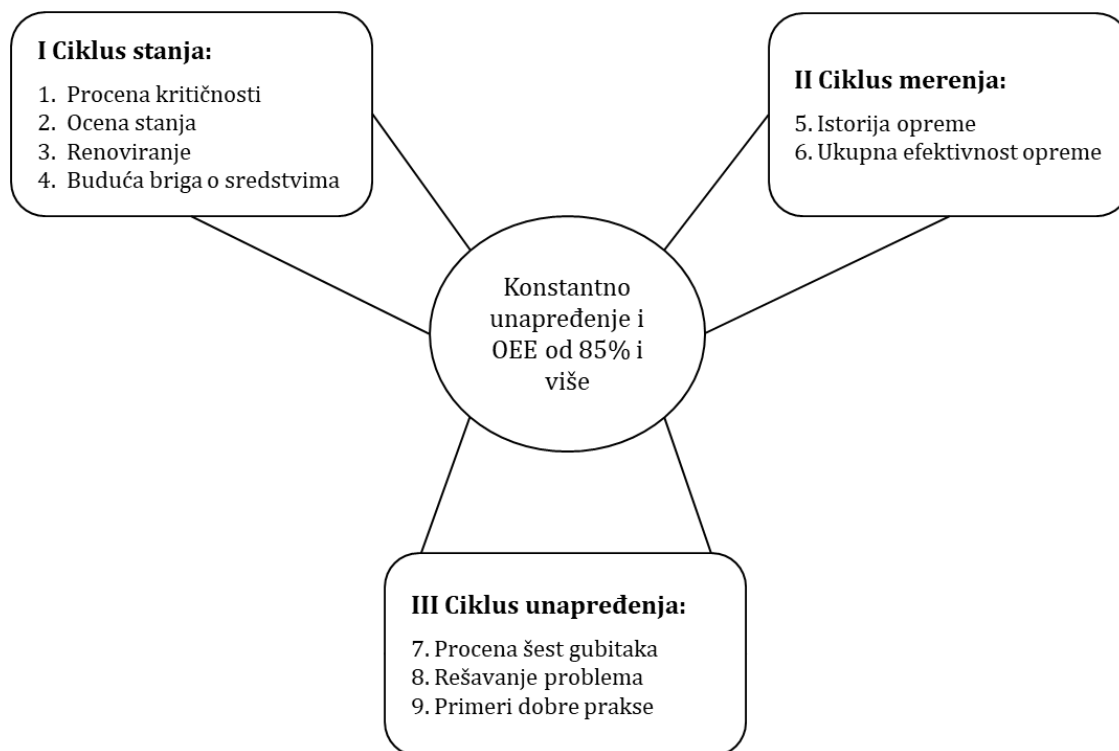
Pokazatelj OEE na početku vrednuje postojeće stanje sistema, tako da se rezultati primenjenih mera mogu kvantifikovati. OEE se može koristiti kao pokazatelj pouzdanosti proizvodnog sistema. Analizirajući OEE može se otkriti gornja granica uspeha. Formirani timovi za unapređenje i primenu novog pristupa praćenjem pokazatelja OEE mogu da lociraju uzrok problema koji stvara gubitke u proizvodnji. Poređenje između očekivanih i stvarnih OEE vrednosti, može obezbediti potreban podsticaj za sve učesnike u procesu kako bi poboljšali rad i uticali na konstantno unapređenje sistema (Wang, 2001, 2006). OEE je deo pristupa poboljšanja koji počinje sa povećanjem odgovornosti svih izvršilaca, njihovom posvećenošću da se fokusiraju na resurse, obučavanjem za timski rad i funkcionalnim rešavanjem problema sa sredstvima.

Pokazatelj OEE i uspostavljanje sistema izveštavanja pomaže TPM timu da se fokusira na procese koji su kritični za uspeh. Međutim, kako bi se obezbedila precizna i stabilna struktura primene TPM pristupa za potrebe TPM tima razvijen je devetostepeni plan unapređenja koji se sastoji od tri posebna ciklusa (Willmott, 2001):



- ciklus stanja,
- ciklus merenja i
- ciklus unapređenja.

Za svaku primenu TPM-a bilo da je u pitanju pilot područje ili primena u radnoj organizaciji, članovi TPM tima prolaze, korak po korak, kroz najvažnije elemente (Slika 3.4). TPM tim se sastoji od vođe tima sa operatorima i radnicima koji rade u održavanju i TPM asistentom. TPM tim treba da bude u koordinaciji i podržan od strane: menadžmenta, inženjera kvaliteta, inženjera zaštite na radu i životne sredine, inženjera proizvodnje, projekatanta i dr. i od kojih može da zatraži pomoć pri rešavanju specifičnih problema u vezi sa primenom TPM-a.



Izvor: Willmott, 2001

Slika 3.4. TPM plan unapređenja u tri faze i devet koraka

**Ciklus stanja** čine koraci: procena kritičnosti, ocena stanja, renoviranje i buduća briga o sredstvima za rad. *Procena kritičnosti* počinje tako što TPM tim popisuje opremu i sredstva za rad. Timu je potrebno da postigne saglasnost prilikom

procenjivanja, vrednovanja i rangiranja sredstava za rad. Kriterijumi za rangiranje su: pogodnost za održavanje, pouzdanost, uticaj na kvalitet proizvodnje, osetljivost na promene i otkaze, uticaj na brzinu proizvodnje, bezbednost, okruženje, troškove i dr.

*Ocena stanja* predstavlja ocenu stanja opreme i sredstava za rad. Ocene su od 1 do 3. Ocena 1 označava loše stanje, 2 predstavlja dobro stanje, a ocena 3 odlično stanje. *Renoviranje* predstavlja korak u okviru koga se definiše program renoviranja. Na osnovu prethodnih koraka program renoviranja je potrebno da opremu i sredstva za rad postavi na nivo koji zadovoljava zahteve upravljanja. TPM tim teži postizanju nivoa svetske klase.

*Buduća briga o sredstvima* predstavlja program zaduženja na održavanju opreme i sredstava na nivou koji je prethodno projektovan. Ovo obuhvata timsko odlučivanje o dnevnim, rutinskim i preventivnim aktivnostima: podmazivanje, čišćenje, podešavanje i kontrola. Većinu ovih aktivnosti mogu obaviti operateri. Tim, takođe, odlučuje o aktivnostima praćenja stanja da bi se utvrdila odstupanja, imajući na umu da je najbolje praćenje stanja kada operater brine o sredstvima za rad. Na kraju TPM tim projektuje redovan plan preventivnog održavanja.

**Ciklus merenja** čine koraci: evidentiranje podataka o sredstvima, formiranje baze podataka i merenje ukupne efektivnosti sredstava. *Evidentiranje podataka o sredstvima* i *formiranje baze podataka* se radi na osnovu zapisa iz prethodnog ciklusa. Baza podataka pomaže u praćenju stanja i rešavanju problema u narednom periodu. *Merenje ukupne efektivnosti sredstava* počinje sa merenjima ukupne efektivnosti sredstava na početku ciklusa stanja. Cilj je da sva merenja koja slede nakon uvođenja mera poboljšanja daju više vrednosti ukupne efektivnosti opreme.

**Ciklus poboljšanja** čine koraci: procena šest gubitaka, rešavanje problema i primeri najbolje prakse. *Procena šest gubitaka* je određivanje šest glavnih gubitaka koji se odnose na raspoloživost, učinak i kvalitet.

*Rešavanje problema* polazi od analize početnog stanja i procene gubitaka, a završava se merenjem efektivnosti. Pojave koje prouzrokuju probleme se mogu preduprediti. TPM tim mora biti motivisan da rešava gubitke koji sprečavaju postizanja nivoa svetske klase. Unapređenja koja se sprovode u ovom koraku ne stvaraju troškove, sa malim su rizikom ili bez rizika, predstavljaju podršku sistemu, a dovode do konstantnog unapređenja.

*Primeri najbolje prakse* predstavljaju već primenjene metode rada i brige o sredstvima. To je praksa koja uvek pokazuje bolje rezultate od onih koji se postižu drugim primenjenim metodama. Najbolja praksa je tehnika ili metod koja se kroz iskustva i istraživanja pokazala da vodi do željenog rezultata. Najbolja praksa u TPM procesu koristi svo znanje i metode da bi se obezbedilo postizanje cilja.

Na kraju plana unapređenja i tri ciklusa očekuje se povratna sprega u rezultatima merenja ukupne efektivnosti OEE što dalje donosi konstantno unapređenje, a to je suština TPM pristupa.

## 4 Pokazatelji efektivnosti u transportnom procesu

Istraživanje rezultata i ishoda transportnog procesa, a pogotovo izbor i definisanje pokazatelja je kompleksan zadatak kako za istraživače tako i za menadžere. Skup pokazatelja koji se koriste u različitim istraživanjima zavisi, pre svega, od ciljeva istraživanja. U nekim istraživanjima se koriste jedan ili dva pokazatelja koji mere pojedinačne rezultate procesa, dok se u drugim koristi veći broj pokazatelja ili se definišu kompleksni sveobuhvatni pokazatelji koji se koriste da mere efekte primenjenih pristupa, mera, metoda, metodologija ili strategija. Izbor pokazatelja je često uslovljen raspoloživošću podataka. Tako se u literaturi mogu naći primene raznovrsnih pokazatelja, različito definisanih, prikupljenih i sistematizovanih tako da je rezultate istraživanja teško porediti. *Chow i ostali* (1994) daju pregled 26 radova u kojima se istražuju pokazatelji transportne usluge i uočavaju razlike koje postoje između pokazatelja rada u transportnom procesu i definicija samih pokazatelja. Konstatuju da su sve studije koje su rađene kratka procena pokazatelja u određenom vremenskom periodu i da je mali je broj radova koji se bave efektivnošću vozila. Istraživanjem efektivnosti transporta su se bavili *Donselarr i ostali* (1998). Njihovo istraživanje je sprovedeno u 150 kompanija, a pregled obuhvata preko 100.000 podataka na osnovu kojih su formirali tri skupa pokazatelja. To su finansijski pokazatelji rada voznog parka, osnovni pokazatelji rada na nivou kompanije i pokazatelji rada na nivou transportnog procesa.

Sveobuhvatnija istraživanja sprovedena su u Velikoj Britaniji gde je realizovana serija benčmarking studija u kojima su detaljnije praćeni i analizirani pokazatelji u drumskom transportu tereta. Prva studija je izrađena 1997. godine u okviru programa *Transport Energy Best Practice* za potrebe Vlade Ujedinjenog Kraljevstva (McKinnon, 1999). U studiji su definisani ključni pokazatelji realizacije transporta – KPI (KPI – *Key Performance Indicators*, u daljem tekstu KPI) za vozne parkove koji vrše distribuciju hrane. Praćenje rada vozila izvršeno je kroz pet pokazatelja:

- iskorišćenje tovarnog prostora (masa tereta, broj paleta, srednja visina tereta i površina koju zauzima teret u tovarnom prostoru vozila),
- neproduktivni pređeni put (pored broja kilometara koji vozila prelaze bez tereta u ovom delu se razmatra i problem povratka ambalaže),
- iskorišćenje vremena rada – struktura prema aktivnostima koje vozilo ostvari u određenom periodu (vreme vožnje, pauze, dnevni odmori, utovar, istovar, pretovar, manevar, parkiranje, vreme čekanja na opsluživanje, kašnjenje, održavanje vozila, vreme koje vozilo provede neangažovano na parking),
- poremećaji u vremenu isporuke - broj i uzroci (odstupanja zbog vremena provedenog na utovaru – odgovornost pošiljaoca tereta, odstupanja zbog vremena provedenog na istovaru – odgovornost primaoca tereta, odstupanja zbog greške organizatora transporta, zastoji u saobraćaju, odstupanja zbog otkaza vozila ili opreme na vozilu, odstupanja zbog nedostatka vozača i dr.) i
- potrošnja goriva – specifična gorivna efikasnost (km/l) i energetska intenzitet (l/paleta km; l/tkm) (odnosi se na potrošnju energije vozila tokom kretanja i energije koja se potroši za rashlađivanje tovarnog prostora).

Studija je imala za cilj da promoviše metod izračunavanja učinka sredstava za rad u drumskom transportu tereta, da obezbedi informacije naručiocu studije o raspoloživosti i stepenu korišćenja sredstava u drumskom transportu i da ukaže na potencijal, mere za poboljšanje i energetska efikasnost u drumskom transportu tereta. Na osnovu prikazanih rezultata studija je pokazala pravac daljeg delovanja za ostvarivanje viših ciljeva društvene zajednice.

Kasnije, u periodu od 1998. do 2009. godine su isti autori sprovodili istraživanja po istoj metodologiji u drugim sektorima drumskog transporta tereta, koja su finansirana od strane Ministarstva za transport Vlade Ujedinjenog Kraljevstva u okviru programa *Freight Best Practices*. Ove studije predstavljaju najobimnija benčmarking istraživanja u ovoj oblasti (McKinnon, 2003, 2009). Sprovedenim istraživanjima su praćeni pokazatelji rada preko 310 voznih parkova sa preko 12.000 vozila koja su obavila 25.000 vožnji sa teretom i prešla preko 5,5 miliona kilometara. Studija je pratila pokazatelje rada na četrdesetosmočasovnom nivou u sledećim sektorima: transport prehrambenih proizvoda u temperaturnom režimu, distribucija hrane i pića, distribucija mešovite robe, transport komercijalnog tereta na paletama, isporuka paketa (brza pošta), isporuka robe široke potrošnje na kućnu adresu, transport u automobilskoj industriji i građevinskom sektoru (za potrebe gradilišta).

*Rich i Francis* (1998, 1999) su u radu prikazali rezultate sprovedenih istraživanja KPI pokazatelja u lancima snabdevanja i, po prvi put u literaturi, predstavili mogućnost formiranja jedinstvenog pokazatelja u transportnom procesu pod imenom OVE – ukupna efektivnost vozila (OVE – *Overall Vehicle Effectiveness*, u daljem tekstu OVE). Razvoj OVE pokazatelja i metod njegovog izračunavanja nastavila je grupa autora koja je doprinela formiranju sveobuhvatnog pokazatelja u drumskom transportu tereta (*Mason i ostali, 2001; Simons i ostali, 2004*). Oni u svojim radovima predstavljaju proračun OVE pokazatelja primenjujući TPM pristup koji predstavlja osnovu za povećanje efektivnosti resursa, postavljanjem i održavanjem optimalnog odnosa između operatera i sredstava. (*Mason i ostali, 2001*). OVE je definisan da doprinese razvoju metoda benčmarkinga drumskog teretnog transporta u cilju podrške primeni strategiji održivog transporta Vlade Ujedinjenog Kraljevstva, ali i da pruži podršku vlasnicima voznih parkova kao alat koji podstiče unapređenja rada i utiče na profitabilnost (*Simons i ostali, 2004*). Pokazatelj efektivnosti transportne usluge OVE je okarakterisan kao složen i sa širokim opsegom primene. On ima za cilj da obezbedi jedinstveni pokazatelj rada ukupne efektivnosti voznog parka i razvija se kao ukupan, obuhvatan i združen parametar koji treba da obuhvati vrednosti svakog od diskretnih KPI pokazatelja.

Unapređenja OVE-a sprovedena su u pravcu razvoja obuhvatnosti diskretnih pokazatelja. Prvo je razvijen pokazatelj pod imenom MOVE – *modifikovana ukupna efektivnost vozila* (MOVE – *Modified Overall Vehicle Effectiveness*, u daljem tekstu MOVE) koji u proračunu uzima u obzir efikasnost (Guan, 2003). Dalji razvoj pokazatelja ukupne efektivnosti detaljnije definiše strukturu OVE i predstavljen je pod imenom TOVE – *totalna ukupna efektivnost vozila* (TOVE – *Total Overall Vehicle Effectiveness*, u daljem tekstu TOVE) (Villarreal, 2012).

Osim pokazatelja OVE, MOVE i TOVE koji će biti detaljnije opisani u ovom poglavlju važno je napomenuti i unapređenje koje su razvili Simon i ostali (2013). Oni predstavljaju OTE – *ukupnu efektivnost transporta* (OTE – *Overall Transportation Effectiveness*), unapređenje značajno po tome što je za proračun pokazatelja korišćeno softversko rešenje. Razvijeni softver "ECOTransIT" se koristi za izbor prevoznih puteva koji su rangirani po emisiji CO<sub>2</sub>. Za potrebe praćenja pokazatelja OTE razvijen je i prototip „OTE-BI-table“. Podaci o aktivnostima vozača koje su bile deo proračuna prikupljeni su sa telemetrijskih uređaja na vozilu i ručnim unosom vozača. Nedostatke ovakvog pristupa iskazali su eksperti u evaluacionom upitniku koji je predstavljen u radu (Simon i ostali, 2013).

#### **4.1 Definicija ukupne efektivnosti vozila – OVE**

Simons i ostali (2001) su, koristeći TPM pristup i pokazatelj efektivnosti OEE (opisano u poglavlju 3), predstavili OVE kao ukupan pokazatelj efektivnosti drumskog transporta tereta. Na samom početku testirali su dva ključna pristupa: pristup merenja parametara (Donselarr, 1998) i kategorizaciju aktivnosti vozila (McKinnon, 1999). OVE pokazatelj je razvijen posredno u tri faze (Simons, 2004).

1. Razvijena je definicija OVE tako što su testirani osnovni principi primene jednog pokazatelja transporta baziranog na OEE, a korišćenjem znanja stručnjaka iz prakse. Obavljeno je šest razgovora sa menadžerima koji su

korisnici transportnih usluga i menadžerima koji su organizatori transportne usluge. Predstavljen je koncept OEE i istraživana je njegova transformacija u OVE, a u smislu raspoloživosti, performanse i kvaliteta.

2. Koristeći preporuke iz prve faze, pokazatelj OVE je usavršen i prerađen. Imenovano je pet gubitaka u transportnom procesu: pauze/odmori vozača, prekomerno vreme čekanja na utovaru/istovaru, gubici iskorišćenja tovarnog prostora, gubici brzine i gubici kvaliteta. Ovaj model je nakon toga predstavljen na konferenciji (*Mason i ostali, 2001*), a od učesnika konferencije je tražena povratna informacija koja je i usledila.
3. U transportnoj kompaniji u kojoj je sprovedena studija primera održane su radionice, sa menadžerima, kako bi se pokazatelj OVE pripremio za testiranje. Rukovodioci studije su za svaki segment razmatrali dobijene podatke kako bi interaktivno učestvovali u primeni i unapređivanju OVE pokazatelja. Tom prilikom je definisan sadržaj tabela za ručno prikupljanje podataka, a vozači su dobili zadatak da u toku svog rada, tokom dve nedelje, prikupljaju podatke o svojim aktivnostima.

Prilikom definisanja pokazatelja OVE autori polaze od činjenice da se transport može vrednovati. Tačnije, oni u transportnom procesu prepoznaju procese koji su korisni odnosno nekorisni sa stanovišta krajnjeg potrošača. Aktivnost koja dodaje vrednost transportnom procesu smatra se ona aktivnost za koju postoji percepcija krajnjeg potrošača da je korisna. Merenjem relativnog odnosa aktivnosti ili procesa koje dodaju vrednost i onih koje ne dodaju vrednost u transportnom procesu, dobija se efektivnost transportnog procesa OVE. Pokazatelj OVE je jednostavan i lak za razumevanje, primenljiv je u svim delovima transportnog procesa, sveobuhvatan je, i što je važno, definisan tako da tačno oceni odnos aktivnosti koje dodaju vrednost i onih koje ne dodaju vrednost transportnom procesu.

Kako je pokazatelj OVE dobijen transformacijom pokazatelja OEE da bi se merilo efektivno korišćenje vozila u drumskom transportu tereta njegovi elementi su, u osnovi, isti. Stepem raspoloživosti vozila, stepen učinka vozila i stepeni kvaliteta



pružene usluge, izraženi u procentima, izračunavaju se i međusobno množe da bi se dobila ukupna vrednost pokazatelja OVE (jednačina 4.1). Takođe, izvršena je konverzija OEE gubitaka iz proizvodnje (otkaz opreme, gubici nastali zbog podešavanja odnosno prilagođavanja opreme, prazan hod, rad smanjenom brzinom, greška u procesu rada i smanjeni prinos) u transport.

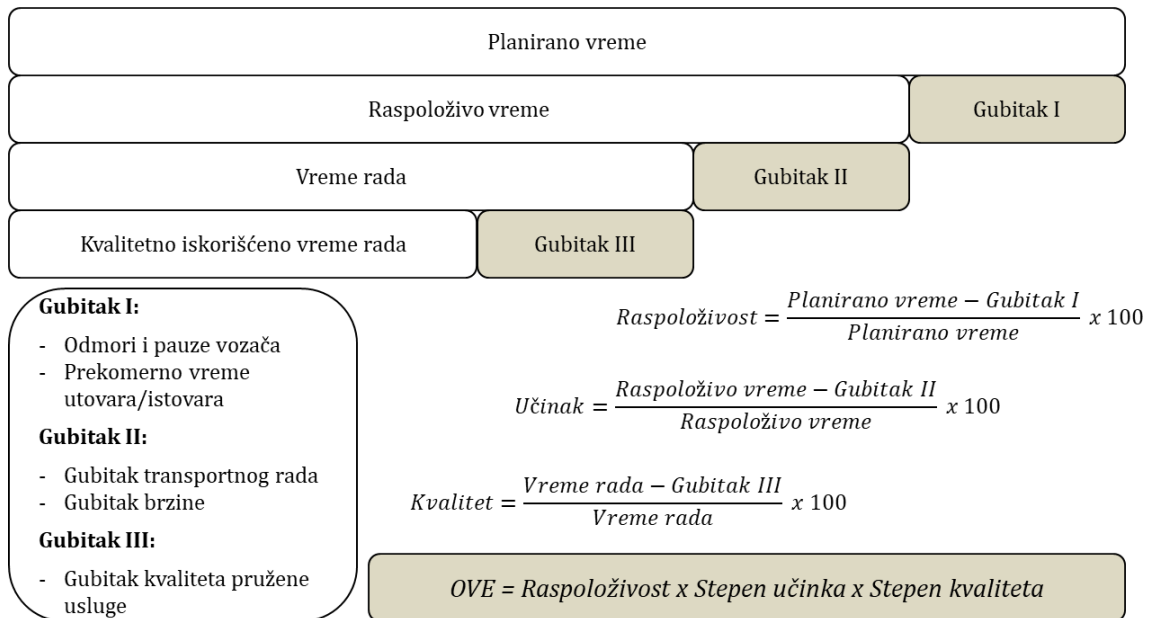
$$\begin{array}{l} \text{Ukupna} \\ \text{Efektivnost} \\ \text{Vozila} \\ (\%) \end{array} = \begin{array}{l} \text{Raspoloživost} \\ (\%) \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Stepen} \\ \text{učinka} \\ (\%) \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Stepen} \\ \text{kvaliteta} \\ (\%) \end{array} \quad (4.1)$$

Simons (2004) je u svom radu predstavio sledećih pet gubitaka u transportnom procesu:

- **zakonom propisane pauze i odmore vozača**, tačnije, prekid upravljanja vozilom tokom kojeg vozač ne sme da upravlja vozilom, kao ni da obavlja ostale poslove, jer se pauze i odmori isključivo koriste za odmor i oporavak; ove pauze vozača se smatraju gubitkom osim kada se koriste na kraju obavljenog zadatka ili kada je vozilo na utovaru/istovaru,
- **prekomerno vreme utovara/istovara** je duže zadržavanje vozila i vozača na utovaru/istovaru od zadržavanja koje se smatra standardnom, redovnom aktivnošću,
- **gubitak transportnog rada** predstavlja gubitke kapaciteta koji se odnose na iskorišćenost zapremine tovarnog prostora ili korisne nosivosti vozila na pređenom putu,
- **gubitak brzine** predstavlja razliku između najveće dozvoljene brzine prema kategoriji puta ili vrsti vozila i srednje brzine vozila,
- **gubitak kvaliteta pružene transportne usluge** predstavlja oštećenja robe, delimičan ili potpun gubitak robe, nizak kvalitet usluge uzrokovan greškom administracije (adresa, vreme isporuke, naznaka o vrsti robe, instrukcije i dr.), kašnjenja ili nepoštovanje rokova isporuke i dr.

Na narednoj slici (*Slika 4.1*) prikazan je pokazatelj OVE i uticaj pet glavnih gubitaka na efektivnost. OVE se fokusira na procenu gubitaka, merenje efektivnosti procesa i

merenje efektivnosti sredstava za rad. OVE može da obezbedi nove standarde efektivnosti voznih parkova. Pokazatelj efektivnosti OVE neposredno doprinosi dostizanju definisanih ciljeva održivog transporta, ali može uticati posredno na smanjenje štetnih uticaja drumskog transporta kao i na promenu vida transporta.



Izvor: Simons i ostali, 2004

Slika 4.1. Pokazatelj OVE i uticaj pet glavnih gubitaka na efektivnost

## 4.2 Modifikovana ukupna efektivnost vozila – MOVE

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 (Mason i ostali, 2001). Kod metoda razvijenih za izračunavanje OVE (Mason i ostali, 2001; Simons i ostali, 2004) primećeno je da se na manje energetske efikasnim prevoznim putevima za rezultat dobijaju veće vrednosti OVE i to u slučaju kada se vrši isporuka tereta vozilom na veći broj odredišta. Ovaj problem je identifikovan kod kružnih vožnji (Guan i ostali, 2003). OVE, u svom osnovnom obliku, tokom izbora trase ne razmatra efikasnost prevoznog puta. Da bi se rešio ovaj problem u metodologiju za izračunavanje OVE se uvodi nova komponenta koja meri efikasnost

prevoznog puta. OVE dobija novi oblik koji se naziva modifikovana ukupna efektivnost vozila MOVE (*Modified Overall Vehicle Effectiveness*) (Guan i ostali, 2003).

Efikasnost prevoznog puta određuje se u odnosu na utrošenu energiju. Originalna OVE jednačina (jednačina 4.1) je izmenjena (jednačina 4.2) da bi se ostvario cilj, a to je bolji opis karakteristika kružnih vožnji. Struktura MOVE je određena na sledeći način:

- Iskorišćenje vozila, koje predstavlja odnos između zahtevanog kapaciteta i raspoloživog kapaciteta izraženog u tkm.
- Efikasnost prevoznog puta, koja predstavlja u kojoj meri je efikasan prevozni put uzimajući u obzir masu tereta i rastojanje, odnosno potrebnu energiju za realizaciju, u odnosu na najefikasniju trasu prevoznog puta.
- Vremenska efikasnost prevoznog puta, koja predstavlja odnos vremena potrebnog za dostavu u odnosu na najkraće moguće vreme (vreme na najefikasnijem prevoznom putu).
- Kvalitet pružene usluge, nije promenjen u odnosu na OVE i predstavlja procenat količine robe dostavljene bez greške, oštećenja ili gubitka u odnosu na ukupnu količinu dostavljene robe.

Svi ovi faktori su izraženi u procentima kao što je i prikazano u jednačini 4.2 (Guan, 2003). MOVE predstavlja proizvod: iskorišćenja vozila, efikasnosti prevoznog puta, vremenske efikasnosti prevoznog puta i kvaliteta pružene usluge.

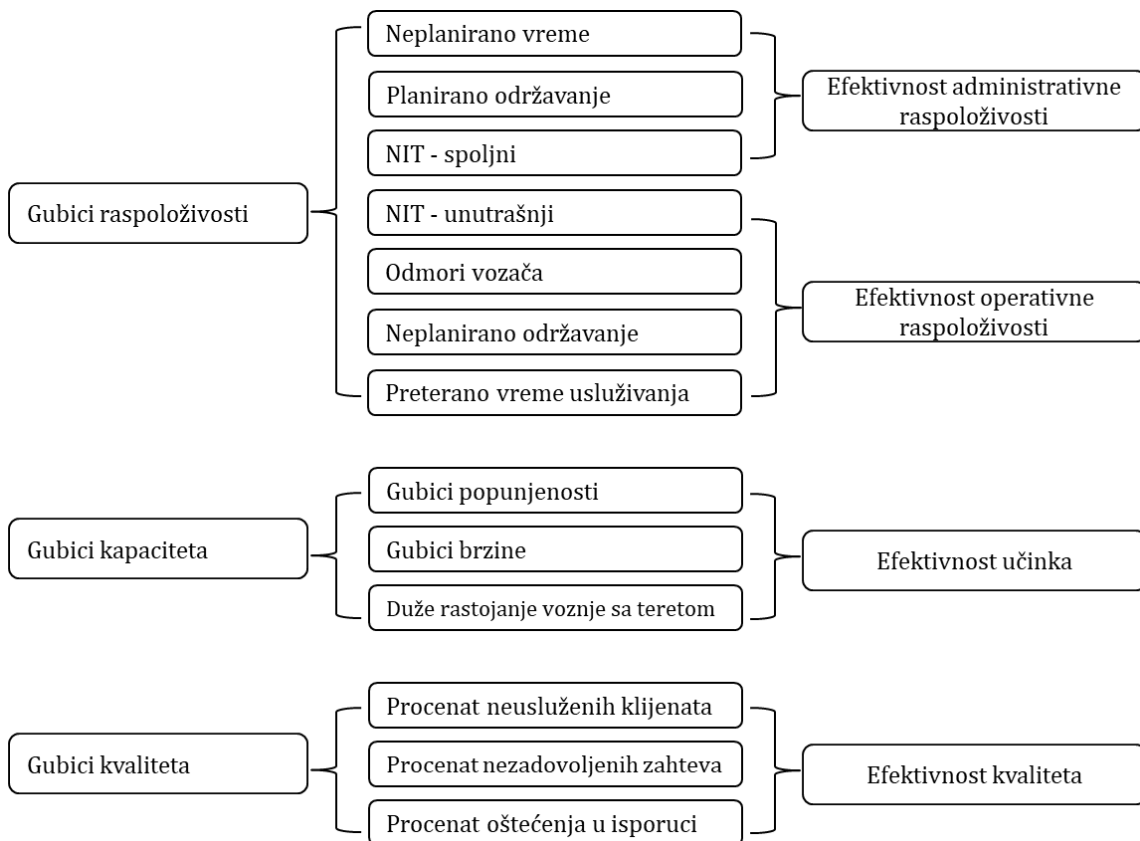
$$\text{MOVE} = \frac{\text{zahtevani kapacitet}}{\text{raspoloživi kapacitet}} \times \frac{\text{ostvarena efikasnost na prevoznom putu}}{\text{maksimalna efikasnost na prevoznom putu}} \times \frac{\text{najkraće moguće vreme za najbolji prevozni put}}{\text{stvarno iskorišćeno vreme}} \times \frac{\text{uspešno dostavljena količina robe}}{\text{ukupno dostavljena količina robe}} \quad (4.2)$$

### 4.3 Totalna ukupna efektivnost vozila – TOVE

Nedostatak koji je uočen kod metode OVE, a koji se odnosi na posmatranje ukupnog kalendarskog vremena u odnosu na radno vreme organizacije, prevaziđen je u radu (Villarreal, 2012). Ovaj problem je naročito izražen u kompanijama koje poseduju vozne parkove za sopstvene potrebe. Villarreal (2012) predstavlja pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa koji je razvijen korišćenjem Karte vrednosti transporta (*Transportation Value Stream Map*, u daljem tekstu TVSM). Za potrebe kompanija koje imaju sopstvene vozne parkove preporučuje se proračun pokazatelja OVE na nivou ukupnog kalendarskog vremena (Villarreal, 2012). Nabavka vozila predstavlja veliko investiciono ulaganje i zbog toga je veoma značajan stepen angažovanja vozila. Manje iskorišćenje raspoloživosti vozila prouzrokuje veće troškove transportnog procesa. Pokazatelj OVE se izračunava prema ukupnom kalendarskom vremenu u toku 24 časa i na taj način se dobija *sveobuhvatna ukupna efektivnost vozila* (TOVE – *Total Overall Vehicle Effectiveness*, u daljem tekstu TOVE) (Villarreal, 2012). Metodologija TOVE razmatra i nove gubitke koji se odnose na: vreme raspoloživosti vozila, preventivno i korektivno održavanje, otkaz, prekomerno zadržavanje od strane klijenata, dužinu prevoznog puta, ali i do tada prikazane gubitke u OVE - iskorišćenje kapaciteta, brzine, odmora vozača i kvalitet pružene usluge. Villarreal (2012) uzima u obzir gubitke vremena usled neangažovanja vozila spremnih za rad i gubitke vremena usled neangažovanja vozila koja su na preventivnom održavanju i ove gubitke svrstava u administrativnu raspoloživost. Osim toga, definiše gubitke vremena usled neangažovanja vozila koja su na korektivnom održavanju i gubitke vremena koji nastaju zbog prevelikog zadržavanja od strane korisnika, a svrstava ih u operativnu raspoloživost. Vreme vožnje se definiše kao vreme potrebno za transportne aktivnosti vozača i vozila i može da bude fiksno vreme, kao što je smena od osam sati, ili promenljivo, u zavisnosti od vremena putovanja do mesta isporuke. Zahtev TVSM-a je da raspoloživost bude na nivou od 24 časa dnevno, tako da je moguće obaviti nekoliko vožnji ili usluga u toku 24 časa. Za izbor trase puta TVSM razmatra sve aktivnosti u transportnom procesu. Prema Villarreal (2012) aktivnosti TVSM-a se mogu podeliti

na aktivnosti u prevozu (IT – *In Transit*, u daljem tekstu IT), odnosno dok traje aktivnost prevoza tereta i aktivnosti van prevoza (NIT – *Non In Transit*, u daljem tekstu NIT) koje se odnose na utovar, istovar i pretovar tereta u distributivnom centru i dr., odnosno kada ne traje aktivnost prevoza tereta. Osim toga, definiše aktivnosti kao unutrašnje i spoljne u zavisnosti od toga da li izvršioци mogu da utiču na program unapređenja.

Pokazatelj TOVE efektivnost transportnog procesa izražava kroz administrativnu raspoloživost, operativnu raspoloživost, učinak i nivo kvaliteta (Slika 4.2). Izračunava se kao proizvod administrativne raspoloživosti, operativne raspoloživosti, učinka i nivoa kvaliteta (Villarreal, 2012, 2014).



Izvor: Villarreal, 2012, 2014

Slika 4.2. Pokazatelj TOVE i uticaj glavnih gubitaka

Dalja istraživanja i primena TOVE odnose se na poboljšanja efikasnosti prevoznog puta (Villarreal, 2014). U radovima (Villarreal, 2016, Garza i ostali, 2017) prikazane

su primene pokazatelja TOVE u različitim delovima transportnog procesa što ima za cilj lakšu primenu i razumevanje karakteristika ovog pokazatelja.

TVSM identifikuje i eliminiše gubitke u vezi sa transportnim jedinicama (vozila, viljuškari, specijalizovana sredstva i dr.). Cilj je postizanje idealnih učinaka, kao što su (*Villarreal, 2012*):

- sva vozila u inventarskom voznom parku treba da budu na radu,
- radno vreme je 24 časa,
- ukupan pređeni put je produktivan,
- potpuno iskorišćenje kapaciteta tovarnog prostora vozila i
- korišćenje najefikasnijih trasa puta.

Bilo koja odstupanja od prethodno navedenih uslova će voditi ka stvaranju gubitaka. Prema TVSM-u prvi korak je izbor odgovarajućeg prevoznog puta. Nakon toga, definišu se pokazatelji koji će se koristiti za vrednovanje transportnog procesa: raspoloživost vozila, učinak procesa i kvalitet usluge, kao i identifikacija gubitaka povezanih sa svim pokazateljima sa ciljem njihove eliminacije. Transportni proces je osnovni deo lanca snabdevanja. Struktura transportnog procesa se razlikuje u zavisnosti od strukture mreže lanca snabdevanja, geografske raspodele tržišta, veličine i učestalosti zahteva. Transportni proces predstavlja premeštanje dobara od mesta nastanka transportnog zahteva do krajnjeg odredišta. Aktivnosti koje su uključene u transportni proces su:

- priprema pošiljke,
- transport robe do željenog odredišta,
- opsluživanje klijenta,
- povratak u odredište,
- završetak transportne usluge.

*Villarreal (2012)* strukturu TVSM-a deli na makro i mikro analizu. Makro analiza je usmerena na identifikovanje karakteristika prevoznog puta, odnosno prosečno trajanje putovanja, vrednost TOVE-a i njegove komponente, administrativnu

raspoloživost vozila na bazi ukupnog kalendarskog vremena, gubitke raspoloživosti koji nastaju zbog izabranog prevoznog puta i odnosa vremena za unutrašnje i spoljašnje aktivnosti. Ovaj deo TVSM-a može da posluži kao pokazatelj za poboljšanje vrednosti TOVE. Takođe, ako su sve transportne aktivnosti unutrašnje, to će biti značajno za poboljšanje raspoloživosti vozila. Mikro analiza je usmerena na gubitke koji utiču na operativnu raspoloživost, učinak vozila i gubitke kvaliteta. U ovom delu naročito se analiziraju odmori vozača, prekoračenje vremena utovara / istovara i prekoračenje vremena potrebnog operaterima za obavljanje administrativnih poslova sa korisnicima. Gubici učinka obuhvataju gubitke u brzini transporta, iskorišćenju kapaciteta i prekoračenje planiranog pređenog puta za realizaciju transportnog zahteva. Gubici kvaliteta u transportu mogu da se odnose na administrativne greške, oštećenja na teretu, delimični ili potpuni gubitak tereta i kašnjenja. Kompletna analiza treba da obuhvati procenu uticaja svakog od ranije pomenutih gubitaka na vrednost TOVE i uticaja na karakteristike prevoznog puta, kao što su vreme, rastojanje i troškovi.

#### ***4.4 Uporedna analiza pokazatelja KPI, OVE, MOVE i TOVE***

Kao što je i prikazano u prethodnim poglavljima istraživači su vremenom razvijali i usavršavali pokazatelje efektivnosti u transportnom procesu. Pokazatelj ukupne efektivnosti obuhvata sve veći broj gubitaka u transportnom procesu. U narednoj tabeli (Tabela 4.1) prikazani su pokazatelji: KPI, OVE, MOVE i TOVE sa gubicima na koje je usmeren njihov proračun. Tabela pokazuje da postoji samo jedan gubitak koga u računu koriste svi pokazatelji, a to je gubitak iskorišćenja korisne nosivosti vozila. TOVE kao pokazatelj koji je poslednji predstavljen obuhvata sve prethodno definisane gubitke osim potrošnje energije. Sa druge strane pokazatelj MOVE ima samo doprinos koji se odnosi na efikasnost u problemu kružnog prevoznog puta. TOVE je za razliku od ostalih pokazatelja dao najveći doprinos u određivanju gubitaka koji predstavljaju raspoloživost i to se naročito odnosi na uključivanje u proračun gubitka usled neangažovanja i održavanja vozila. Pokazatelji OVE, MOVE i

TOVE u svom proračunu ne uključuju gubitke koji se odnose na potrošenu energiju što je jedan od osnovnih KPI pokazatelja. MOVE i TOVE razmatraju utrošenu energiju u delu koji se odnosi na određivanje prevoznog puta i rasporeda opsluživanja korisnika.

Tabela 4.1. Gubici obuhvaćeni pokazateljima KPI, OVE, MOVE i TOVE

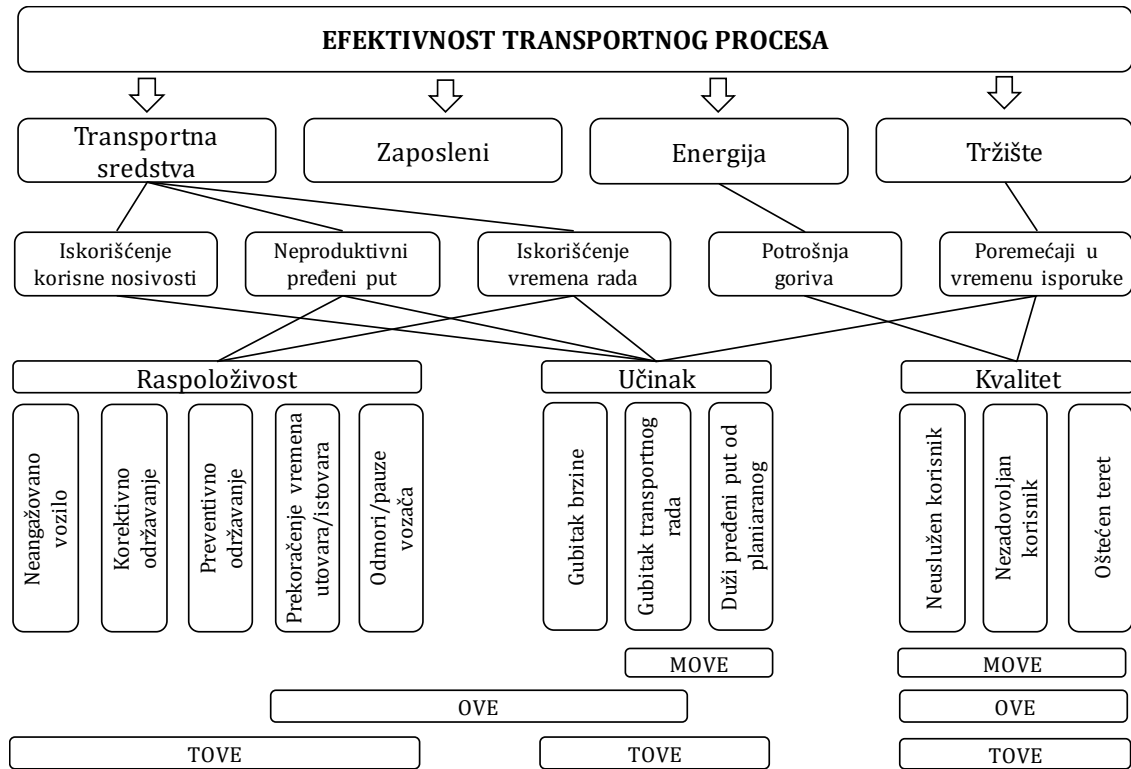
Gubici u transportnom procesu		KPI	OVE	MOVE	TOVE
Raspoloživost	Odmori vozača	+	+	-	+
	Prekomeran utovara/istovar	+	+	-	+
	Preventivno održavanje	-	-	-	+
	Korektivno održavanje	-	-	-	+
	Operativna raspoloživost	-	-	-	+
	Administrativna raspoloživost	-	-	-	+
	Neangažovana vozila	-	-	-	+
Učinak	Brzina	-	+	-	+
	Potrošena energija	+	-	-	-
	Efikasnost prevoznog puta	-	-	+	+
	Iskorišćenje korisne nosivosti vozila	+	+	+	+
	Neproductivan pređeni put	+	-	+	+
Kvalitet	Kašnjenja sa isporukom	-	+	+	+
	Oštećenja tereta	-	-	+	+
	Gubici količine tereta	-	-	+	+
	Primedbe korisnika	-	-	-	+

Izvor: Radosavljević i ostali, 2017a

Na narednoj slici (Slika 4.3) prikazano je područje primene i pozicija pokazatelja u odnosu na održivi transport i efektivnost transportnog procesa. Efektivnost se razmatra kao bolje iskorišćenje sredstava, ljudskih resursa, energetske efikasnosti i zadovoljenje zahteva tržišta. Prikazan je odnos između KPI pokazatelja i pokazatelja OVE, MOVE i TOVE u odnosu na resurse transportnog procesa. Struktura pokazatelja OVE i TOVE je sveobuhvatna tako da se oni mogu koristiti kao operativni alat za dostizanje efektivnosti transporta. Veze pokazatelja sa resursima koji su deo transportnih procesa svrstavaju OVE i TOVE u ukupne pokazatelje efektivnosti transportnog procesa. Kao što se sa slike može videti najveći broj gubitaka koje su



obuhvatili ovi pokazatelji odnose se na raspoloživost i iskorišćenje vozila, kao i na kvalitet transportne usluge. Iako se gubici energetske efikasnosti pominju kod pokazatelja MOVE i TOVE, direktno se izračunava jedino kao KPI.



Slika 4.3. Područje primene i pozicija pokazatelja u odnosu na održivi transport

Razmatrajući ove pokazatelje u odnosu na osnovne principe TPM-a može se uočiti nedostatak gubitaka efektivnosti transporta koji nastaju greškom zaposlenih. Ne posmatra se raspoloživost i učinak vozača, dispečera kao ni ostalih zaposlenih u okviru transportnog procesa. TPM pristup koristi i efektivnost kako bi se ukazalo na vrednost svih zaposlenih, kao članova tima.

## **5 Sveobuhvatni pokazatelj efektivnosti i metod unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa**

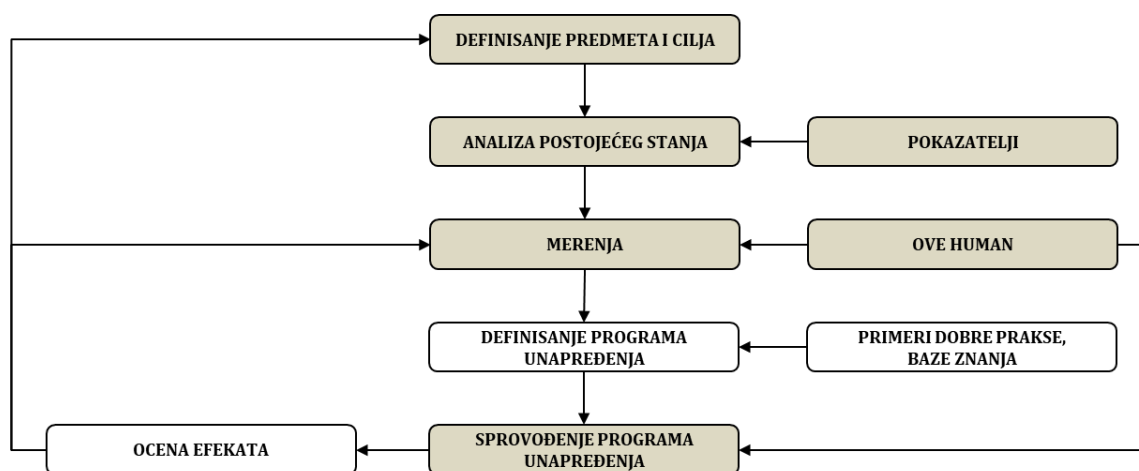
Dve su ključne odrednice koje proizilaze iz predmeta, osnovnih ciljeva i pravca istraživanja koje je neophodno sprovesti u okviru doktorske disertacije. Prva odrednica je da se utvrdi pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa i rada vozničkih parkova, a druga je da se definiše metoda unapređenja ukupne efektivnosti rada vozničkih parkova, odnosno transportnog procesa u celini. Korišćenjem pokazatelja i metoda moguće je upravljati efektivnošću transportnog procesa, a to predstavlja donošenje odluka u skladu sa zadatim ciljevima i preduzimanje aktivnosti za njihovu realizaciju efektivnim korišćenjem dostupnih resursa.

U Republici Srbiji se ne koriste pokazatelji i metode ukupne efektivnosti transportnog procesa, niti postoje specifični modeli razvijeni za oblast drumskog transporta. Razvoj, naučno i stručno utemeljenje i verifikovanje pokazatelja i metoda u ovoj oblasti je važno s obzirom na moguće efekte na jednu privrednu delatnost. Prilikom razvoja pokazatelja i metoda pošlo se od sledećeg:

- nisu definisani pokazatelji na osnovu kojih se prati efektivnost u oblasti drumskog transporta robe,

- evidentna je potreba da se obezbedi usklađen, interaktivan i jednostavan pokazatelj, lak za razumevanje, primenljiv u svim delovima transportnog procesa, definisan tako da tačno oceni odnos aktivnosti koje dodaju vrednost i onih koje ne dodaju vrednost transportnom procesu,
- ne primenjuju se metode za merenje efektivnosti transportnog procesa,
- moguće je razviti metod unapređenja ukupne efektivnosti rada vozila u voznom parku tako da se donose odluke održive za transportni proces,
- odluke na pojedinim nivoima upravljanja se donose "ad hoc" na bazi raspoloživih, uglavnom nepreciznih i nepotpunih, parametara i
- ocena efekata primenjenih mera je uglavnom samo formalna, a njena vertikalna, horizontalna i integracija u proces odlučivanja je neznatna.

Na osnovu napred navedenih stavova i na osnovu definisanog TPM pristupa (poglavlje 3), kao i na osnovu pokazatelja i uporedne analize više njih (poglavlje 4), a imajući na umu značenja ključnih elemenata unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa, razvijeni su pokazatelj i metoda za unapređenje ukupne efektivnosti transportnog procesa. Metoda je bazirana na postojećem TPM pristupu, modifikovanom u funkciji proučavanja i analize pravaca i uticaja pokazatelja na unapređenje transportnog procesa u celini. Metoda obuhvata ciklus koji čine: definisanje ciljeva, analiza postojećeg stanja i izbor pokazatelja, merenje, definisanje i sprovođenje programa unapređenja i ocena efekata (Slika 5.1).



*Slika 5.1. Ciklus metode za unapređenje ukupne efektivnosti transportnog procesa*

Rezultat ovako temeljnog pristupa se ogleda u definisanju:

- pokazatelja ukupne efektivnosti transportnog procesa i
- metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa.

U ovom poglavlju se opisuju koraci postupka razvijanja metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa, u opštem slučaju.

### ***5.1 Definisanje predmeta i cilja primene metode***

Predmet primene ove metode jesu privredna društva koja se bave prevozom tereta u drumskom saobraćaju. Cilj primene je da se poveća efektivnost resursa odnosno postojećih kapaciteta. Potrebno je ostvariti cilj bez značajnih dodatnih ulaganja, kroz bolju organizaciju posla, sistematizaciju, reorganizaciju radnih mesta, tehnološki postupak, održivu nabavku i dr. Cilj je moguće ostvariti kroz sledeće zadatke:

- povećati efektivnost vozila i vozača,
- povećati energetska efikasnost i
- povećati kvalitet usluge.

Koristeći TPM pristup i prednosti koje primena doprinosi, potrebno je da pokazatelj ukupne efikasnosti transportnog procesa prođe kroz faze razvoja na identičan način na koji je prolazio pokazatelj OVE kada su autori *Simons i ostali (2004)* razvijali ovaj pokazatelj na osnovu pokazatelja OEE:

- Razvijena je metoda tako što su razmatrane mogućnosti primene u lokalnim uslovima koristeći znanje i iskustvo rukovodilaca koji upravljaju voznim parkovima na teritoriji Republike Srbije. Predstavljen je koncept pokazatelja ukupne efikasnosti rada voznih parkova i istraživana je mogućnost njegove primene u privrednim društvima u kojima oni rukovode. Na osnovu pregleda literature, razgovora sa rukovodiocima voznih parkova i analize primene

postojećih pokazatelja došlo se do informacija o načinu organizacije prikupljanja podataka. Definirani su podaci koje je teško prikupiti. Za neke od njih definiran je drugi način prikupljanja, dok su neki od njih isključeni iz daljnjeg razmatranja.

- Koristeći saznanja iz prvog dela, pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa je poboljšan i modifikovan. Imenovani su pokazatelji koji ga sačinjavaju i način na koji se prikupljaju. Pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa je nazvan OVE Human, po tome što se u njegov proračun uključuje vrednovanje raspoloživosti, učinka i kvaliteta rada zaposlenih. OVE Human je nakon toga predstavljen na "Transportnom Kongresu 2016", na kome su učesnici ukazali na značaj istraživanja uticaja pokazatelja energetske efikasnosti i kvaliteta rada zaposlenih na transportni proces.
- U narednom delu su analizirani pokazatelji više voznih parkova, obavljani su razgovori sa rukovodiocima, šefovima i dispečerima. Analizirane su baze podataka koje poseduju vozni parkovi. Tom prilikom je utvrđena problematika koja je detaljno predstavljena u narednom potpoglavlju 5.2.

Prilikom definisanja pokazatelja i metoda polazi se od činjenice da pokazatelji i vrednosti transporta koji nisu sagledani u prikazanim pokazateljima (poglavlje 4) budu korišćeni kao ulazni podaci prilikom izračunavanja OVE Human. Takođe, nastoji se da prednosti koje su uočene kod pokazatelja OVE i TOVE budu primenjene prilikom izračunavanja pokazatelja OVE Human.

## **5.2 Pokazatelji**

Potrebno je da pokazatelji ili podaci koji čine složene pokazatelje budu dostupni za preuzimanje (raspoloživi), merljivi (precizni prilikom kvantifikovanja), laki za proveru (validni) kao i da budu osetljivi u lokalnim uslovima. Nedostatak pokazatelja koji su prikazani u prethodnom poglavlju (Tabela 4.1) je u tome što su

ograničeni samo za studije za koje su definisani, razvijeni i primenjeni. Svaki od navedenih pokazatelja iz prethodnog poglavlja ima jedan ili više nedostataka. Nedostaci se odnose na raspoloživost podataka koji služe za izračunavanje, preciznost koja se odnosi na način prikupljanja podataka i validnost koja se odnosi na to da li je moguće da se vrednost dobijenog podatka ili pokazatelja proveriti.

Kako bi se podaci koji su korišćeni za proračun predstavljenih pokazatelja dalje koristili u obliku u kome su predstavljeni ili predloženi potrebno je razmatrati njihovu osetljivost na nedostatke koji su uočeni. Raspoloživost, preciznost i validnost podataka i pokazatelja koji služe za proračun pokazatelja KPI, OVE, MOVE i TOVE (Tabela 4.1) su razmatrani, a rezultati su prikazani u narednoj tabeli (Tabela 5.1).

Tabela 5.1. Raspoloživost, preciznost i validnost prikupljanja podataka koji su korišćeni za proračun pokazatelja KPI, OVE, MOVE i TOVE

Pokazatelj		raspoloživost	preciznost	validnost
Raspoloživost	Odmori vozača	NE	NE	NE
	Trajanje vremena utovara/istovara	NE	NE	NE
	Preventivno održavanje	DA	DA	DA
	Korektivno održavanje	DA	NE	NE
	Operativna raspoloživost	DA	NE	DA
	Administrativna raspoloživost	NE	NE	NE
	Neangažovana vozila	DA	DA	DA
Učinak	Brzina	DA	DA	DA
	Potrošena energija	DA	NE	DA
	Efikasnost prevoznog puta	NE	DA	DA
	Iskorišćenje korisne nosivosti vozila	NE	NE	NE
	Neproductivan pređeni put	NE	NE	DA
Kvalitet	Kašnjenja sa isporukom	NE	NE	DA
	Oštećenja tereta	NE	NE	DA
	Gubici količine tereta	NE	NE	DA
	Primedbe korisnika	NE	NE	DA

Izvor: Radosavljević i ostali, 2017b

Prilikom razmatranja korišćena je sledeća metodologija:

- raspoloživost se označava sa "DA" ako u bazi podataka koja postoji u voznim parkovima ovaj podatak postoji i sa "NE" ako podatak ne postoji,
- preciznost se označava sa "DA" ako se do podatka dolazi softverskim putem i sa "NE" ako se do podatka dolazi manuelnim putem (prikuplja ga ili unosi čovek) i
- validnost se označava sa "DA" ako se tačnost podatka može proveriti i sa "NE" ako to nije moguće.

Uočava se da je mali broj podataka koji se mogu smatrati da su raspoloživi, precizni i validni za prikupljanje. Preventivno održavanje, brzina i vreme neangažovanja vozila predstavljaju podatke do kojih se može lako doći i koji su merljivi. Razlog je u tome što su ovo osnovni parametri o radu voznog parka. Mogu se prikupiti sa tahografa što znači da su raspoloživi, precizni i lako je proveriti njihovu validnost. Postoji druga grupa podataka koji su raspoloživi, koji se prikupljaju ili su dostupni za prikupljanje samo angažovanjem zaposlenih, ali je moguće proveriti njihovu tačnost (operativna raspoloživost i energetska efikasnost). Ovo je povoljnija opcija u odnosu na to da nije moguće proveriti njihovu validnost (korektivno održavanje) gde postoji mogućnost da se događaj ne evidentira precizno ili ne evidentira uopšte (vozač ne uoči otkaz na vozilu, ne evidentira ili to uradi kasnije nego što je potrebno). Naravno, najveći problem predstavljaju podaci koji nisu raspoloživi, prikupljaju se samo ručno i teško ih je ili nemoguće proveriti. Za one podatke koji predstavljaju važno saznanje u daljem proračunu, potrebno je iznaći način da se omogući softversko evidentiranje i validnost (grupa pokazatelja koji predstavljaju kvalitet, iskorišćenje korisne nosivosti, vremena provedena na pauzi, odmoru, utovaru, istovaru i dr.)

Jedan od pokazatelja koji je korišćen samo kao KPI pokazatelj je energetska efikasnost. Nije raspoloživ, ali je moguće doći do njega i vrednost se može proveriti (Tabela 5.1). Ovaj važan pokazatelj su MOVE i TOVE sagledali samo kao meru za proračun efikasnosti prevoznog puta. Energetska efikasnost je još jedan od važnih pokazatelja rada voznog parka, odnosno pokazatelj realizacije transportnog procesa

u celini. Potrebno je uključiti energetska efikasnost u metod unapređenja ukupne efektivnosti rada vozni parkova. Pokazatelji energetske efikasnosti u drumskom transportu definisani su direktivama Evropskog parlamenta (EP, 2009a, 2009b).

Pokazatelji koji su predstavljeni u tabeli (Tabela 5.1) čine osnov za proračun pokazatelja KPI, OVE, MOVE i TOVE. Generalno nisu raspoloživi, većina se može evidentirati samo ukoliko vozač precizno vodi brigu o tome, a njihova tačnost se teško može proveriti. Svakako da su ovi pokazatelji neophodni prilikom upravljanja resursima voznog parka u cilju unapređenja efektivnosti transportnog procesa. Potrebno je iznaći rešenje da se uključe u proračun pokazatelja, ali isto tako je važno da njihova vrednost bude precizno izmerena i validna za dalje korišćenje.

### **5.3 Proračun pokazatelja 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, poboljšanje energetske efikasnosti i poboljšanje kvaliteta usluge doprinosi povećanju vrednosti OVE Human i unapređenju transportnog procesa u celini.

OVE Human može da se primeni u svim oblicima transportnog procesa bez obzira na namenu i specifičnost transportnog procesa. Cilj je da se OVE Human intenzivno koristi kao pokazatelj rada voznog parka kako bi se povećala raspoloživost i učinak vozila i vozača, energetska efikasnost i kvalitet realizovane usluge. Ovaj pokazatelj je sveobuhvatniji po pitanju gubitaka u odnosu na pokazatelje KPI, OVE, MOVE i TOVE (Tabela 4.1). Prilagođen je lokalnim uslovima pri čemu se naročita pažnja posvećuje dostupnosti podataka (Tabela 5.1). Iskustva prikazana u radu Simon i ostali (2013) koja se odnose na nedostatak tačnosti i dostupnosti podataka uticala su na strukturu pokazatelja OVE Human.



Zadatak istraživanja ovog pokazatelja je da ukaže na postojeće gubitke u voznim parkovima i na aktivnosti u transportnom procesu koji utiču na efektivnost. Struktura pokazatelja OVE Human za homogene i heterogene vozne parkove je sledeća:

- Iskorišćenje raspoloživosti resursa ( $\alpha$ ):
  - iskorišćenje raspoloživosti vozila ( $\alpha_v$ ) i
  - iskorišćenje raspoloživosti vozača ( $\alpha_d$ ).
- Učinak ( $\beta$ ):
  - učinak vozila ( $\beta_v$ ) i
  - učinak vozača ( $\beta_d$ ).
- Kvalitet transportnog procesa ( $c$ ):
  - kvalitet pružene usluge prema korisniku ( $c_s$ ),
  - energetska efikasnost voznog parka ( $c_v$ ) i
  - stepen poštovanja propisa i internih procedura od strane vozača u toku rada ( $c_d$ ).

OVE Human predstavlja proizvod iskorišćenja raspoloživosti ( $\alpha$ ), učinka ( $\beta$ ) i kvaliteta transportnog procesa ( $c$ ) (jednačina 5.1).

$$OVE\ Human = \alpha \cdot \beta \cdot c \quad (5.1)$$

Vrednost OVE Human se kreće u intervalu između 0 i 1 ( $0 \leq OVE\ Human \leq 1$ ), odnosno njegova vrednost izražena u procentima je od 0 do 100%.

Iskorišćenje raspoloživosti resursa ( $\alpha$ ) predstavlja proizvod iskorišćenja raspoloživosti vozila ( $\alpha_v$ ) i iskorišćenja raspoloživosti vozača ( $\alpha_d$ ). Raspoloživost vozila zavisi od tehničke ispravnosti i administrativnih uslova koje vozila moraju da ispune. Skup svih vozila u voznom parku je inventarski broj vozila ( $A_i$ ). Inventarski broj vozila se deli na ( $A_s$ ) – broj vozila tehnički ispravnih odnosno, sposobnih za rad i ( $A_n$ ) – broj tehnički neispravnih vozila i vozila koja ne ispunjavaju administrativne uslove, odnosno nesposobnih za rad, te je  $A_i = A_s + A_n$ . Po eksploatacionoj podeli tehnički ispravna vozila ( $A_s$ ) se dele na ( $A_r$ ) – vozila koja su na radu i ( $A_d$ ) – vozila

koja su sposobna za rad, ali van eksploatacije, te je  $A_s = A_r + A_d$ . Svako vozilo koje se vodi u inventarskom voznom parku provodi u posmatranom periodu ( $D_i$  dana ( $D_i$  – kalendarski broj dana) u voznom parku. Shodno tehničkoj ispravnosti i administrativnim uslovima raspoloživo je za rad ( $D_s$ ) dana, a shodno tehničkoj ispravnosti ili administrativnim uslovima neraspoločivo je za rad ( $D_n$ ) dana. Vozilo, u periodu eksploatacije ( $D_i$ ), u kome se nalazi u tehnički ispravnom stanju ( $D_s$ ) dana, a prema stepenu iskorišćenja može biti na radu ( $D_r$ ) dana. Vozilo može da bude u tehnički ispravnom stanju, dostupno za rad, ali ne na radu ( $D_d$ ) dana, te se broj kalendarskih dana vozila može predstaviti kao  $D_i = D_r + D_d + D_n$ . Prema tome, od ukupnog broja auto dana koji vozila provedu u voznom parku ( $AD_i$  – inventarski auto dani), vozila su određeni broj dana sposobna za rad ( $AD_s$  – auto dani sposobni za rad) od kojih deo iskoriste za rad ( $AD_r$  – auto dani na radu).

Iskorišćenje raspoloživosti vozila ( $\alpha_v$ ) je pokazatelj koji ocenjuje stepen iskorišćenja sposobnih vozila za angažovanje na realizaciji transportnih zahteva, odnosno za rad (jednačina 5.2). Ovaj pokazatelj ukazuje na sposobnost organizacione jedinice da angažuje vozila koja su tehnički ispravna i nemaju administrativnih nedostataka odnosno, raspoloživa su za eksploataciju.

$$\alpha_v = \frac{AD_r}{AD_s} = \frac{\sum_{i=1}^n AD_{r_i}}{\sum_{i=1}^n AD_{s_i}} = \frac{\sum_{i=1}^n AD_{r_i}}{\sum_{i=1}^n AD_{r_i} + \sum_{i=1}^n AD_{d_i}} \quad (5.2)$$

gde je,

$i$  – broj vozila,  $i = 1, n$ ,

$AD_{r_i}$  – broj auto dana na radu po vozilu,

$AD_{s_i}$  – broj auto dana sposobnog vozila,

$AD_{d_i}$  – broj auto dana sposobnog vozila koje je van eksploatacije,

$\sum_{i=1}^n AD_{r_i}$  – broj auto dana na radu celokupnog voznog parka,

$\sum_{i=1}^n ADs_i$  – broj auto dana sposobnih vozila celokupnog voznog parka,

$\sum_{i=1}^n ADd_i$  – broj auto dana sposobnih vozila koja su van eksploatacije celokupnog voznog parka.

Raspoloživost vozača zavisi od broja dana godišnjeg odmora, broja dana bolovanja, broja dana u disciplinskim postupcima i na izdržavanjima kazni, broja dana u okviru izrečenih zaštitnih mera zabrane upravljanja motornim vozilom, kao i broja dana provedenih na obukama. Vozači koji su dostupni za rad mogu da budu:

- raspoređeni na radnom zadatku – efektivan rad,
- raspoređeni na aktivnom dežurstvu – rezerva,
- neraspoređeni zbog nedostatka posla, loše organizacije i dr. ili
- na pohađanju obuke i dr.

Vozači koji su nedostupni za rad su na godišnjem odmoru, bolovanju, u disciplinskom postupku, na izdržavanju sankcija, na izdržavanju zaštitnih mera zabrane upravljanja motornim vozilom.

Pokazatelj ( $\alpha_d$ ) predstavlja iskorišćenje raspoloživosti vozača i ogleda se u broju dana koji svi vozači provedu na radu ( $VDr$ ) u odnosu na ukupan broj dana kada su svi vozači raspoloživi za rad ( $VDS$ ) (jednačina 5.3).

$$\alpha_d = \frac{VDr}{VDS} = \frac{\sum_{j=1}^m VDr_j}{\sum_{j=1}^m VDS_j} \quad (5.3)$$

gde je,

$j$  – broj vozača,  $j = 1, m$ ,

$VDr_j$  – broj dana na radu po vozaču,

$VDs_j$  – broj dana raspoloživih za rad po vozaču,

$\sum_{j=1}^m VDr_j$  – broj dana na radu svih vozača,

$\sum_{j=1}^m VDs_j$  – broj dana raspoloživih za rad svih vozača.

Ukupan broj dana raspoloživih za rad po vozaču dobija se kada se od ukupnog broja dana u godini oduzme broj dana vikenda (subota i nedelja), broj dana državnih i verskih praznika koji se praznuju neradno, broj dana godišnjeg odmora i bolovanja, broj dana obaveznih privatnih poslova i broj dana verskih praznika za pripadnike verskih zajednica.

Učinak ( $\beta$ ) predstavlja proizvod učinka vozila ( $\beta_v$ ) i učinka vozača ( $\beta_d$ ).

Učinak vozila ( $\beta_v$ ) zavisi od obima transportnog rada i predstavlja odnos ostvarenog transportnog rada ( $U_N$ ) i najvećeg mogućeg transportnog rada ( $U_G$ ) (jednačina 5.4).

$$\beta_v = \frac{U_N}{U_G} = \frac{\sum_{\lambda=1}^{Az_\lambda} q_\lambda \cdot Kt_\lambda}{\sum_{i=1}^n AK_i \cdot q_i} = \frac{\sum_{\lambda=1}^{Az_\lambda} q_\lambda \cdot Kt_\lambda}{\sum_{i=1}^n AKt_i \cdot q_i + \sum_{i=1}^n AKp_i \cdot q_i} \quad (5.4)$$

gde je,

$\lambda$  – broj vožnji sa teretom,  $\lambda = 1, Az_\lambda$ ,

$i$  – broj vozila,  $i = 1, n$ ,

$q_i$  – korisna nosivost pojedinih vozila (t),

$q_\lambda$  – količine tereta transportovane u pojedinim vožnjama (t),

$Az_\lambda$  – ukupan broj vožnji sa teretom celokupnog voznog parka,

$Kt_\lambda$  – pređeni put sa teretom u pojedinim vožnjama (km),

$AK_t$  – broj auto kilometara sa teretom pojedinih vozila (km),

$AK_p$  – broj auto kilometara bez tereta pojedinih vozila (km),

$AK_i$  – broj auto kilometara pojedinih vozila (km).

Ostvareni transportni rad ( $U_N$ ) predstavlja sumu transportnog rada ostvarenog u svim pojedinim vožnjama sa teretom.

Najveći mogući transportni rad ( $U_G$ ) predstavlja transportni rad koji bi se realizovao uz uslov da je potpuno iskorišćena korisna nosivost vozila ( $q$ ) na celokupnom pređenom putu voznog parka (sa i bez tereta -  $AK_t + AK_p$ ).

Učinak vozača zavisi od iskorišćenja vremena koje vozači provedu na radu. Učinak vozača predstavlja odnos vremena vozača provedenog u vožnji ( $VH_\omega$ ) i vremena vozača provedenog na radu ( $VH_r$ ) (jednačina 5.5).

$$\beta_d = \frac{VH_\omega}{VH_r} = \frac{\sum_{j=1}^m VH\omega_j}{\sum_{j=1}^m VHr_j} \quad (5.5)$$

gde je,

$j$  – broj vozača,  $j = 1, m$ ,

$VH\omega_j$  – broj časova u vožnji pojedinih vozača (h),

$VHr_j$  – broj časova na radu pojedinih vozača (h),

$\sum_{j=1}^m VH\omega_j$  – broj časova u vožnji svih vozača (h),

$\sum_{j=1}^m VHr_j$  – broj časova na radu svih vozača (h).

Vreme provedeno u vožnji predstavlja 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. Časovi u vožnji ( $VH_{\omega}$ ) predstavljaju ukupno vreme vožnje svih vozača.

Vreme provedeno na radu predstavlja radno vreme vozača od momenta dolaska na radno mesto do trenutka odlaska sa radnog mesta. U ovo vreme uključeno je vreme pripreme vozila i vozača, vreme vožnje, vreme provedeno na utovaru i istovaru, vreme čekanja (utovar, istovar, čekanje na graničnom prelazu u koloni i dr.), vreme rada na obezbeđivanju i vezivanju tereta, priprema i otprema prateće dokumentacije, zaduženje i razduženje vozila i vozača neophodnim sredstvima za rad, predaja dnevnog pazara i dr. Časovi na radu ( $VH_r$ ) predstavljaju ukupno vreme provedeno na radu svih vozača.

Kvalitet transportnog procesa ( $c$ ) predstavlja se kroz tri pokazatelja. Prvi pokazatelj se odnosi na kvalitet izvršene usluge korisniku ( $c_s$ ), drugi pokazatelj se odnosi na energetska efikasnost voznog parka ( $c_v$ ) i treći pokazatelj se odnosi na kvalitet rada vozača sa aspekta poštovanja propisa u oblasti transporta i internih akata (prekršaji) ( $c_d$ ).

Kvalitet pružene usluge korisniku ( $c_s$ ) predstavlja odnos ukupnog broja izvršenih vožnji sa teretom (usluga) bez nedostataka (grešaka) i ukupnog broja vožnji sa teretom ( $AZ_{\lambda}$ ) (jednačina 5.6).

$$c_s = \frac{AZ_{\lambda} - N_{off} - N_{delay} - N_{damage} - N_{fault}}{AZ_{\lambda}} \quad (5.6)$$

gde je,

$AZ_{\lambda}$  – ukupan broj vožnji sa teretom celokupnog voznog parka,

$N_{off}$  – broj neusluženih korisnika,

$N_{delay}$  – broj kašnjenja na utovar/istovar,

$N_{damage}$  – broj oštećenih pošiljki,

$N_{fault}$  – broj pogrešnih dostava.

Korisnik se smatra neusluženim u slučajevima da nije izvršena isporuka ili izvršen istovar, odnosno da započeta vožnja sa teretom nije u potpunosti realizovana. Kašnjenje na utovar/istovar se odnosi na nepoštovanje vremenskih rokova predviđenih u okviru transportnog zadatka. Pod oštećenjem pošiljki podrazumeva se da je roba isporučena sa uočenim fizičkim ili hemijskim nedostacima ili sa delimičnim ili potpunim gubitkom. Pogrešna isporuka obuhvata slučajeve u kojima nije došlo do ispunjenja zahteva korisnika po pitanju mesta (adrese) isporuke i robe. Broj vožnji sa nedostacima se određuje na osnovu broja žalbi i reklamacija od strane korisnika usluge (primaoca ili pošiljaoca robe) i predstavlja zbir broja neusluženih korisnika –  $N_{off}$ , broja kašnjenja na utovar/istovar –  $N_{delay}$ , broja oštećenih pošiljki –  $N_{damage}$  i broja pogrešnih dostava –  $N_{fault}$ .

Pokazatelj kvaliteta ( $c_v$ ) odnosi se na dostizanje planirane energetske efikasnosti voznog parka. Izračunava se kao odnos planirane jedinичne potrošnje energije za ostvarivanje maksimalnog transportnog rada, izražene u (MJ/tkm), i ostvarene jedinичne potrošnje energije za ostvareni transportni rad (jednačina 5.7).

$$c_v = \frac{e_{plan}}{e_{net}} \quad (5.7)$$

gde je,

$e_{plan}$  – planirana jedinичna potrošnje energije (MJ/tkm),

$e_{net}$  – ostvarena jedinичna potrošnje energije (MJ/tkm).

Ukupna energija koja se utroši za ostvarivanje neto transportnog rada dobija se na osnovu utrošenog goriva za realizaciju transportnih zadataka i ukupno pređenog puta voznog parka. Jedinična potrošnja energije za ostvareni transportni rad predstavlja količnik ukupno utrošene energije izražene u (MJ) i ostvarenog

transportnog rada izraženog u (tkm). Jedinična potrošnja energije za ostvarivanje maksimalnog transportnog rada predstavlja odnos energije izražene u (MJ) koja bi se utrošila za ostvarivanje maksimalnog transportnog rada izraženog u (tkm).

Poštovanje propisa iz oblasti transporta i internih akata od strane vozača se predstavlja kroz pokazatelj ( $c_d$ ). Izračunava se kao količnik ukupnog broja vožnji bez prekršaja i ukupnog broja vožnji (jednačina 5.8).

$$c_d = \frac{Az_\lambda - N_{vin} - N_{vre}}{Az_\lambda} \quad (5.8)$$

gde je,

$Az_\lambda$  – ukupan broj vožnji sa teretom celokupnog voznog parka,

$N_{vin}$  – broj prekršaja internih propisa,

$N_{vre}$  – broj prekršaja u oblasti saobraćaja i transporta.

Na osnovu evidencije interne kontrole određuje se broj prekršaja internih propisa. Ovi prekršaji se odnose na povredu internih procedura, tehnoloških postupaka, internih akata i dr. Broj prekršaja u oblasti saobraćaja i transporta određuje se na osnovu evidentiranih zapisnika o prekršajima izdatim od strane nadležnog organa prilikom kontrole na putu i u prostorijama privrednog društva.

Konačna formula pokazatelja OVE Human može biti predstavljena u sledećem obliku (jednačina 5.9):

$$OVE\ Human = \alpha_v \cdot \alpha_d \cdot \beta_v \cdot \beta_d \cdot c_s \cdot c_v \cdot c_d \quad (5.9)$$

Svrha razvijenog pokazatelja OVE Human je pronalaženje potencijalnih mesta za unapređenje u transportnom procesu, kao i merenje efekata primenjenih mera unapređenja u transportnom procesu. U tom smislu, izračunavaju se vrednosti elaboriranih pokazatelja i pokazatelja OVE Human, prate, analiziraju i upoređuju sa ciljnim vrednostima. Izračunate vrednosti omogućavaju rukovodiocima



transportnog procesa da uoče stepen iskorišćenja resursa i nivo kvaliteta izvršenja procesa. Na osnovu toga donose odluke sa ciljem boljeg iskorišćenja kapaciteta vozila u određenim vremenskim periodima. Bolje iskorišćenje kapaciteta utiče na povećanje energetske efikasnosti za obim ostvarenog transportnog rada.

## **5.4 Analiza postojećeg stanja**

Da bi se primenio metod unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa neophodno je izvršiti analizu postojećeg stanja. Analizu postojećeg stanja je potrebno izvršiti na osnovu raspoloživih podataka. Ukoliko podaci koji su potrebni za analizu postojećeg stanja ne postoje, neophodno je izvršiti prikupljanje na osnovu istorije rada vozila i vozača. Analizom postojećeg stanja utvrđuje se funkcionisanje transportnog procesa i identifikuju se oblasti za unapređenje i buduću brigu. Analiza postojećeg stanja sastoji se iz sledećih koraka:

- procena kritičnosti,
- procena stanja,
- renoviranje i
- buduća briga o transportnom procesu.

### **5.4.1 Procena kritičnosti**

Cilj ovog koraka je da se proceni stanje rada voznog parka i ustanovi relativna kritičnost svakog vozila, organizacionog dela i svih aktivnosti u transportnom procesu. To dalje omogućava predviđanje prioriteta za renoviranje, buduću brigu o vozilima, promenu u organizaciji rada, odnosno, unapređenje elemenata koji imaju najviše uticaja na ukupnu efektivnost voznog parka. Takođe, posebna pažnja se odnosi na mehanizme upravljanja i metode rada. Dispečeri, vozači, radnici održavanja i ostali zaposleni (operateri, učesnici u procesu) moraju da budu uključeni u identifikaciju najkritičnijih aktivnosti u transportnom procesu iz svoje

perspektive. Svako vozilo i svaka aktivnost se procenjuju u odnosu na sledeće kriterijume:

- Pogodnost za realizaciju aktivnosti. Koliko je lako (ili teško) realizovati aktivnost, da li je za datu aktivnost potrebna uska specijalizacija operatera, odnosno tehnička podrška, da li realizacija aktivnosti zahteva posebnu pripremljenost ili obuku operatera, da li je aktivnost moguće unaprediti kako bi se postigla bolja pouzdanost?
- Pouzdanost sa stanovišta operatera. Kako oni koji su direktno uključeni u aktivnost ocenjuju pouzdanost (vozila, opreme, informacionog sistema, programa za dijagnostiku i dr.)? Da li postoje, u dosadašnjoj praksi, konkretni problemi koji se ponavljaju? Koliko često ulaze u probleme i kako oni ocenjuju težinu tih problema? Da li je problem u otkazu ili je organizacione prirode?
- Uticaj otkaza ili problema u realizaciji na kvalitet rada. Kakav uticaj ima loše funkcionisanje na kvalitet obavljanja transportnog rada? Da li se uticaj na kvalitet brzo i lako identifikuje ili problem postaje vidljiv nakon zastoja, otkaza, pogoršanja? Da li će uticaj na kvalitet biti znatno veći tek kasnije u procesu?
- Gubici usled otkaza. Kakav je efekat na funkcionisanje transportnog procesa ako vozilo ne radi na predviđeni način, ako je u otkazu, ako nije pouzdano ili je teško (nepogodno) za održavanje? Kakav je efekat na funkcionisanje voznog parka ako vozač nije osposobljen, odnosno ne obavlja u potpunosti svoje zadatke?
- Bezbednost. Koji je mogući uticaj na bezbednost učesnika u procesu realizacije transportnog zadatka ako dođe do otkaza na vozilu, greške vozača, propusta organizacije?
- Životna sredina. Kakav uticaj ima vozni park i realizacija transportnih aktivnosti na životnu sredinu?
- Troškovi. Kakve su finansijske posledice otkaza, nepouzdanosti, ili lošeg učinka vozila i vozača? Da li je potrebna identifikacija svih troškova? Kako rad sa nižim kvalitetom utiče na troškove?

### **5.4.2 Procena stanja**

Svrha ovog koraka je da se procena kritičnih aktivnosti učini korisnom za procenu stanja transportnog procesa. Procena stanja se obavlja po aktivnostima u transportnom procesu. Utvrđuje se postojeća funkcionalnost aktivnosti u transportnom procesu i identifikuju se aktivnosti za koje je potrebno, po prioritetima, preduzeti mere poboljšanja. Na osnovu procene stanja određuje se plan renoviranja za uspostavljanje takvog stanja transportnog procesa u kome bi se postigla maksimalna efektivnost.

### **5.4.3 Renoviranje**

Svrha renoviranja je da se prate uputstva iz prethodnog koraka. Tačnije, potrebno je da se aktivnosti, delovi sistema, vozila, znanje vozača ili dr. dovedu do nivoa koji ispunjava predviđeni nivo kvaliteta.

### **5.4.4 Buduća briga o transportnom procesu**

Posle renoviranja potrebno je predvideti mere, plan i program buduće brige o sprovođenju aktivnosti, sredstvima, operaterima i vozilima koji će da osigura realizaciju transportnog procesa na predviđeni način. Određuje se program buduće brige o aktivnostima i sredstvima koji obuhvata izvršioce i termine za obavljanje predviđanih mera.

Da bi se utvrdila odstupanja, odlučuje se o aktivnostima praćenja stanja. Najbolje praćenje stanja se postiže ako izvršilac (operater) određene aktivnosti može da obavesti izvršioca (operatera) druge, povezane, aktivnosti u momentu kada stanje procesa počne da se pogoršava, a pre nego što postane kritično. Na primer, vozač obavlja većinu svakodnevnih poslova kontrole stanja, vozač i radnik održavanja zajedno učestvuju u praćenju stanja i radnik održavanja obavlja planirane preventivne intervencije, što upućuje na zajedničko odlučivanje o aktivnostima koje predstavljaju brigu o vozilu.

## **5.5 Merenje efektivnosti**

Primena metode obuhvata merenje efektivnosti transportnog procesa. Merenjem se dobija vrednost koja predstavlja efektivnost vozila, vozača kao i kvalitet usluge. Merenje se vrši nakon analize postojećeg stanja. Neophodno je merenje ponoviti nakon sprovođenja programa unapređenja. Važno je da svako naredno merenje efektivnosti transportnog procesa rezultira većom vrednošću pokazatelja OVE Human, što ukazuje da je došlo do unapređenja efektivnosti. Merenjem se procenjuje sadašnja vrednost efektivnosti transportnog procesa i obezbeđuje referentna osnova za merenja budućih unapređenja. Da bi merenje bilo uspešno potrebna je kvalitetna informaciona osnova i sveobuhvatni pokazatelj unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa.

### **5.5.1 Informaciona osnova**

Podaci koji su neophodni da bi se izvršilo merenje predstavljaju informacionu osnovu. U transportnom procesu informacionu osnovu predstavlja istorija rada vozila i vozača. Ovi podaci su sadržani u elektronskim bazama radnih vremena, praćenja vozila, nabavke, magacina, knjigovodstvenim bazama i dr. Mogu se neposredno pronaći u putnim nalogima, rasporedima rada, dnevnicima rada i aktivnosti, radnim nalogima pogona za održavanje, zapisnicima nadzornih organa i dr. Informaciona osnova istorije rada voznog parka je neophodan preduslov za proračun ukupne efektivnosti i obuhvata:

- podatke o raspoloživosti, učinku i kvalitetu rada vozila i vozača koji omogućavaju proračun pokazatelja i
- zapise o aktivnostima, problemima, otkazima koji su osnova za rešavanje problema i evidenciju poboljšanja koji su rezultat renoviranja i postojeće brige o sredstvima i zaposlenima.

## **5.5.2 Ukupna efektivnost transportnog procesa**

Sveobuhvatni pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa, OVE Human, (poglavlje 5.3) je osnova metode. Metoda je utemeljena na merljivim veličinama i omogućava kvantifikaciju poboljšanja transportnog procesa primenom programa unapređenja. Omogućava proračun dva domena:

- **stvarnu efektivnost transportnog procesa**, koja uzima u obzir raspoloživost, stepen učinka u toku rada i kvalitet obavljenog rada vozila i vozača. Svaki pokazatelj se meri tokom određenog perioda.
- **potencijalno unapređenje** - cilj unapređenja jeste da stalno, kroz standardizaciju i stabilizaciju, postigne "najbolje od najboljih" svakog elementa koji čine pokazatelj OVE Human.

## **5.6 Program unapređenja**

Unapređenja u transportnom procesu moraju biti konstantna po obimu i u periodu vremena. Korišćenjem pristupa "kaizen" upućuje se na mala i konstantna unapređenja. Ovako realizovana unapređenja daju najbolje rezultate - najmanji je otpor sredine, jeftina su, rezultat sam dolazi, zadovoljstvo radnika je u tome što doprinose kvalitetu koji postaje merljiv.

Program unapređenja čine:

- definisanje programa unapređenja,
- sprovođenje programa unapređenja i
- primeri dobre prakse i baza znanja.

### **5.6.1 Definisanje programa unapređenja**

Definisanje programa unapređenja obuhvata uvođenje programa mera i aktivnosti koje donose unapređenje efektivnosti transportnog procesa. Programi koje se

primenjuju predstavljaju primere najbolje prakse, uključuju i plan buduće brige o sredstvima, kao i evaluaciju svih učesnika u transportnom procesu. Programe unapređenja predstavljaju, između ostalog, i baze znanja sa primenljivim primerima dobre prakse.

### **5.6.2 Sprovođenje programa unapređenja**

Unapređenje i poboljšanje, odnosno, konstantno unapređenje predstavlja konačan ishod primene metode. Ne treba očekivati da rezultat primene metode bude značajno unapređenje. Značajna unapređenja se očekuju nakon duže i konstantne primene mera i primera najbolje prakse. Na kraju se očekuju efekti, za čije izračunavanje se koristi OVE Human. Efekti koji predstavljaju očekivana unapređenja ciklus usmeravaju na ponovna merenja, a efekti koji ne daju očekivana unapređenja ciklus usmerava na početak i ponovno definisanje cilja i zadataka.

### **5.6.3 Primeri dobre prakse i baze znanja**

Nakon određenog vremenskog perioda izdvojiće se rutine koje daju najbolje rezultate. Takve rutine treba usavršavati i koristiti svaku priliku da se primene u konkretnom zadatku. Baza znanja može da se odnosi na veštačku inteligenciju i ekspertske analize i predstavlja jedan od elemenata ekspertske rada. Baza znanja sadrži znanje, koje je predstavljeno u obliku nestrukturiranog skupa činjenica i pravila.

## **5.7 *Mogući efekti i njihova ocena***

Primenom metode unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa očekuje se povećanje vrednosti razvijenog pokazatelja OVE Human, kao i poboljšanje transportnog procesa u celini. Preispituju se i utvrđuju potencijalni gubici i primenjuju se razne mere poboljšanja, čime se utiče na ostvarene vrednosti

pokazatelja OVE Human. Primenom razvijenog metoda očekuju se pozitivni efekti u transportnom procesu:

- povećanje iskorišćenja raspoloživosti vozila i vozača,
- povećanje učinka vozila i vozača,
- povećanje nivoa kvaliteta transportnog procesa, koji obuhvata povećanje nivoa kvaliteta usluge sa aspekta korisnika, poboljšanje energetske efikasnosti voznog parka i povećanje stepena poštovanja propisa i internih procedura od strane vozača u toku rada.

Navedeni efekti trebalo bi da omoguće da se planirani transportni proces i aktivnosti voznog parka realizuju sa što nižim ukupnim troškovima u posmatranom periodu. U slučaju da organizacija odluči da u potpunosti i dosledno primeni metodu unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa, može se očekivati da organizacija definiše efektivnost na nivou "svetske klase"<sup>7</sup>, koju će težiti da dostigne. Time bi se ostvario postavljeni cilj upotrebe pokazatelja OVE Human - unapređenje efektivnosti transportnog procesa. Za proizvodne organizacije, u literaturi (*Willmott, 1994*) se navodi se da nivo "svetske klase" odgovara vrednosti ukupne efektivnosti 0,85.

Poštovanjem kriterijuma raspoloživosti vozila i vozača kao i učinka vozila i vozača, stvaraju se uslovi za racionalno korišćenje pomenutih resursa. Plan realizacije rada se može projektovati na osnovu raspoloživih vozila i vozača. Praćenjem rada i sprovođenjem aktivnosti na operativnom nivou postiže se povećanje stepena realizacije transportnog procesa. Prema tome, zadati obim realizacije transportne usluge obavlja se na efektivniji način.

Prema mnogim istraživanjima, kao jedna od značajnijih mera koja utiče na povećanje energetske efikasnosti voznog parka je bolje iskorišćenje tovarnog prostora vozila (*Radosavljević et al., 2018*). Pored toga, način na koji vozači

---

<sup>7</sup> "svetska klasa" se odnosi na skup najboljih praksi koje dovode do vrhunskog ostvarenja efektivnosti

upravljaju vozilom ima značajan uticaj na energetska efikasnost. Podizanjem svesti vozača, sprovođenjem odgovarajućih obuka o ekonomičnoj i ekološkoj vožnji i praćenjem rada vozača, može se povećati energetska efikasnost voznog parka.

Danas, u Srbiji i zemljama okruženja, karakteristična su dva slučaja – organizacije poseduju predimenzionisane kapacitete voznog parka (broj vozila i vozača je veći od neophodnog broja za realizaciju postojećeg obima transportnih zahteva) i u organizacijama je broj vozača po vozilu manji od 1 ili je jednak 1 (isti broj vozača i vozila). Postoji više razloga za to: neadekvatna organizacija rada vozila i vozača, neadekvatno sproveden proces nabavke vozila, neefektivno upravljanje procesom održavanja voznog parka, aktuelni nedostatak vozača, nedovoljna obučenost vozača i ostalih izvršilaca u transportnom procesu, neravnomernost obima transportnih zahteva na tržištu po mestu i vremenu nastajanja. Vozni parkovi poseduju izvestan broj neangažovanih vozila koja se koriste kao zamena za vozila koja nisu sposobna za rad (u procesu održavanja, čekaju na intervencije održavanja, ispunjavanje administrativnih uslova i dr.). Praćenjem vrednosti pokazatelja OVE human i praćenjem stepena realizacije transportnih zahteva stvaraju se uslovi za određivanje optimalnog broja vozila i vozača. Trajno neangažovana vozila mogu da se otuđe/prodaju na tržištu korišćenih vozila ili da se iznajme drugim privrednim društvima. Boljim planiranjem i upravljanjem radnim vremenom vozača moguće je doći do optimalnog broja vozača.

Vođenjem brige o vozilima i pravovremenim sprovođenjem intervencija u okviru procesa održavanja vozila, može se povećati vrednost pokazatelja raspoloživosti vozila i poboljšati stepen realizacije transportnih zahteva. Osim toga, to utiče i na povećanje vrednosti pokazatelja OVE Human.

Povećanje kvaliteta izvršene usluge se ogleda u smanjenom broju reklamacija korisnika usluga. Korisnici usluga su zadovoljni realizacijom transportnog zahteva koja se ogleda u potpunom odsustvu kašnjenja, oštećenja ili gubitka tereta. Postoji mogućnost da se informišu o statusu tereta, njegovoj poziciji kao i o očekivanom



vremenu isporuke. Visok nivo kvaliteta transportne usluge pružene korisniku uliva poverenje i vezuje ga za izvršioca transportne usluge.

Unapređenje znanja vozača, sprovođenje obuka, praćenje njihovog rada, vrednovanje u toku procesa edukacije i rada utiče na postizanje višeg nivoa kvaliteta realizovane usluge, odnosno smanjenju gubitaka čiji je glavni uzročnik vozač. Osposobljeni i savesni vozači koji vode brigu o vozilu i načinu izvršavanja svojih aktivnosti mogu doprineti smanjenju troškova eksploatacije i održavanja vozila, povećanju raspoloživosti vozila, povećanju kvaliteta usluge, povećanju energetske efikasnosti, efektivnijem korišćenju resursa i dr. Unapređenje znanja vozača sa aspekta načina vožnje može dovesti do smanjenja potrošnje energije 2-15%. Unapređenjem znanja vozača sa aspekta korišćenja radnog vremena, pauza i odmora utiče se na smanjenje broja prekršaja koji vozači mogu na načine u toku svog rada. Unapređenje rada vozača pozitivno utiče i na stepen poštovanja internih propisa u okviru kompanija.

Ocena efekata se vrši na osnovu izračunatih vrednosti pojedinačnih pokazatelja i sveobuhvatnog pokazatelja ukupne efektivnosti transportnog procesa OVE Human (potpoglavlje 5.3.).

## **6 Primena pokazatelja OVE Human i metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa – studija slučaja**

U skladu sa definisanim predmetom, ciljem i planom istraživanja i osnovnim teorijskim postavkama izloženim u prethodnim poglavljima disertacije, u ovom poglavlju je predstavljeno istraživanje na primeru voznog parka jednog privrednog društva u Republici Srbiji. U toku 2013. i 2014. godine istraživani su transportni procesi u više privrednih društava koja se bave prevozom tereta u drumskom saobraćaju. Na osnovu analize odlučeno je da se u 2015. godini sagledaju mogućnosti primene u konkretnom voznom parku i pripremi istraživanje, a u 2016. da se sprovede prva primena pokazatelja OVE Human i metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa u privrednom društvu koje se bavi prevozom tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju. U izabranom privrednom društvu raspoloživost i tačnost podataka je bila na veoma visokom nivou. Organizacione jedinice u privrednom društvu već duži vremenski period prikupljaju i čuvaju podatke koji su definisani internim aktima. Cilj istraživanja je da se na osnovu prikupljenih podataka izračuna pokazatelj OVE Human i potvrde hipoteze da se može definisati i u praksi primeniti sveobuhvatni pokazatelj efektivnosti

transportnog procesa kao i da se transportni proces može unaprediti upravljanjem i korišćenjem pokazatelja OVE Human.

### **6.1 Definisanje predmeta i cilja istraživanja**

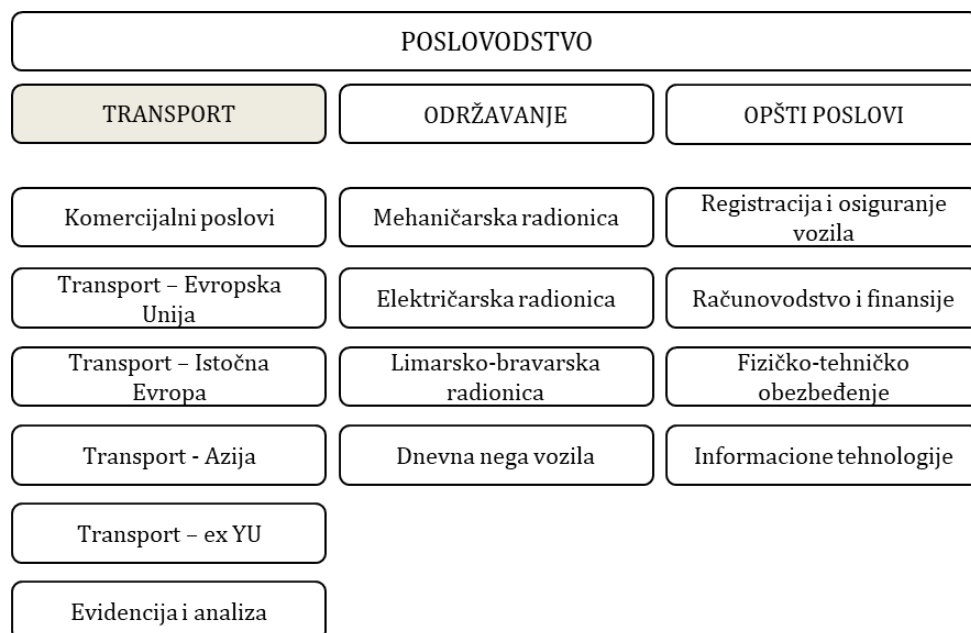
U okviru istraživanja predviđeno je da se u toku 2015. godine sprovede pilot istraživanje, odnosno da se prikupljaju podaci o radu voznog parka, kako bi se utvrdile postojeće mogućnosti za prikupljanje podataka i izračunavanje pokazatelja OVE Human. Nakon toga, u 2016. godini, predviđeno je da se na kvartalnom nivou podaci prikupljaju i obrađuju, te da se izračunava vrednost OVE Human. Na osnovu izračunatih kvartalnih vrednosti, definiše se i sprovodi program unapređenja i ocenjuju se efekti sprovedenog programa. Cilj je da se oceni mogućnost izračunavanja ukupne efektivnosti i ocene efekti primene mera unapređenja efektivnosti.

### **6.2 Analiza postojećeg stanja**

Privredno društvo koje je predmet istraživanje osnovano je 2003. godine. Osnovna delatnost privrednog društva je prevoz tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju. Organizaciona struktura privrednog društva utemeljena je na organizacionom modelu, odnosno privredno društvo je segmentirano prema organizacionim jedinicama. Naziv privrednog društva nije naveden u ovoj disertaciji, jer je neophodno da se sačuva tajnost poslovnih informacija. Organizaciona struktura privrednog društva, kao i položaj organizacionih jedinica i sektora prikazani su na narednoj slici (*Slika 6.1*).

Organizaciona jedinica (O) Transport obavlja usluge javnog prevoza tereta u međunarodnom drumskom transportu za potrebe eksternih korisnika. Ostale

organizacione jedinice u okviru ovog privrednog društva pružaju usluge osnovnoj organizacionoj jedinici, ali i samostalno pružaju usluge eksternim korisnicima (održavanje vozila, skladištenje robe, usluga smeštaja vozila i dr.).



Slika 6.1. Organizaciona struktura izabranog privrednog društva

Osnovne aktivnosti OJ Transport su prevoz tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju teretnim vozilima za potrebe korisnika, administrativni i stručni poslovi u okviru transportnog procesa. Opšti administrativni i stručni poslovi obuhvataju: izdavanje i zaključivanje radnih naloga, praćenje rada vozila i vozača, ažuriranje i evidenciju putnih naloga, zaduživanje vozila i vozača potrebnom dokumentacijom, pripremu vozača za rad (obuke, sticanje dozvola za rad i dr.), pripremu vozila za rad (pribavljanje uverenja i odgovarajućih dozvola za prevoz tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju), administrativne poslove na otklanjanju posledica, prekršaja, oštećenja tereta, saobraćajnih nezgoda i dr. OJ Transport za potrebe procesa osnovne delatnosti privrednog društva dolazi do eksternih korisnika učestvovanjem na tržištu transportnih usluga (neposredan kontakt sa klijentima, berze transporta, konkursi, javne nabavke i dr.). Broj zaposlenih u privrednom društvu na kraju 2016. godine iznosio je 178, od čega vozači čine 67%. Na čelu

organizacionih jedinica nalaze se rukovodioci. Struktura zaposlenih u privrednom društvu, po radnim mestima, prikazana je u narednoj tabeli (Tabela 6.1).

Tabela 6.1. Struktura zaposlenih u privrednom društvu

OJ Transport		OJ Održavanje		OJ Opšti poslovi	
Naziv radnog mesta	Broj izvršilaca	Naziv radnog mesta	Broj izvršilaca	Naziv radnog mesta	Broj izvršilaca
Rukovodilac transporta	1	Rukovodilac održavanja	1	Rukovodilac opštih poslova	1
Šef voznog parka	1	Šef servisa	1	Knjigovođa	4
Glavni dispečer	2	Automehaničar	7	Računovođa	2
Dispečer	8	Električar	3	Blagajnik	2
Administrator	3	Dijagnostičar	1	Higijeničar	3
Pomoćni radnik	2	Bravar	2	Magacioner	2
Evidentičar radnog vremena vozača	2	Vulkanizer	2	Operater informacionog sistema	4
Vozač	120	Perač	3	Kurir	1
<i>Ukupno</i>	<i>139</i>		<i>20</i>		<i>19</i>

Vozila su dodeljena u zaduženje vozačima i uglavnom jedan vozač koristi jedno vozilo. Na kraju 2016. godine vozni park privrednog društva se sastojao od 94 transportna sastava, odnosno skupa vozila (tegljač sa poluprikolicom). Poluprikolice su sa ceradom (oblik karoserije: fleksibilne stranice – cerada). Korisna nosivost vozila u voznom parku je oko 24 t, a zapremina tovarnog prostora je 102 m<sup>3</sup>. Jedna od karakteristika ovog voznog parka jeste homogenost po vrsti i tipu. Sa aspekta emisije zagađivača, vozila ispunjavaju EURO5, EEV i EURO6 normative. Starosna struktura voznog parka prikazana je u narednoj tabeli (Tabela 6.2)

Tabela 6.2. Starosna struktura voznog parka, decembar 2016. g.

Starost vozila (godina)	Broj vozila	(%)
0 do 3	46	49
4 do 6	27	29
6 do 10	16	17
Više od 10	5	5
Ukupno	94	100

Skoro polovina voznog parka je starosti do tri godine, dok vozila starosti preko 10 godina čine svega 5% voznog parka.

OJ Održavanje obezbeđuje spremnost vozila za rad, brine o tehničkom stanju vozila i ispunjenju administrativnih i zakonom propisanih uslova. Osnovne aktivnosti OJ Održavanje se obavljaju u sopstvenoj radionici i u spoljnim servisima. U sopstvenoj radionici se obavljaju intervencije manjeg i srednjeg obima i složenosti, dok se u spoljnim servisima, na osnovu dugoročnog ugovora sa ovlašćenim servisima, obavljaju složenije intervencije, generalne popravke motora i radovi većeg obima na karoseriji. Sektor nabavke sprovodi proces nabavke rezervnih delova i materijala, koji obuhvata naručivanje, kvantitativni i kvalitativni prijem rezervnih delova i materijala za potrebe intervencija na vozilima i sprovođenje reklamacija. OJ Održavanje vozila sprovodi aktivnosti za sticanje uslova za učešće vozila u saobraćaju - prva registracija vozila, produženje registracije, periodični tehnički pregled, osiguranje od autoodgovornosti, sertifikati za vozila i delove vozila, kao i prateće administrativne poslove koji obezbeđuju raspoloživost vozila za rad.

Za obavljanje delatnosti privredno društvo koristi više lokacija. Na centralnoj lokaciji se nalazi prostor za smeštaj vozila i poslovni objekti privrednog društva u kojima su smešteni poslovodstvo, OJ Transport (dispečerski centar, komercijala, administracija i dr.), OJ Održavanje i OJ Opšti poslovi. Osim na centralnoj lokaciji, pranje i smeštaj vozila se obavlja na više lokacija na teritoriji Republike Srbije. Većina tih lokacija su u vlasništvu trećih lica. Izdavanje putnih naloga vrši se svakodnevno vozačima za vozila koja se nalaze na centralnoj lokaciji, a ostalim vozačima prilikom dolaska vozača na centralnu lokaciju ili jednom mesečno. Praćenje i kontrola izvršenja transportnog procesa i analiza njegove realizacije vrši se kroz poslove delimičnog evidentiranja koji su proistekli iz delimično organizovanog sistema upravljanja ovim procesima, i u svrhu ispunjenja zakonskih obaveza.

U toku perioda istraživanja sprovedene su izmene u organizacionoj strukturi privrednog društva, povećan je broj sektora, izvršena je preraspodela zadataka između sektora i promenjena je struktura zaposlenih. U posmatranom periodu broj

vozila u voznom parku više puta je uvećan, sa 30 vozila u 2013. godini na 94 vozila u 2015. i 2016. godini. Broj realizovanih vožnji sa teretom je sa 2.950 u 2013. godini povećan na preko 9.000 u 2016. godini. Predmet doktorske disertacije su rezultati rada vozila i vozača realizovani u 2015. godini u okviru pilot istraživanja i rezultati rada vozila i vozača u 2016. godini.

### ***6.3 Merenje ukupne efektivnosti transportnog procesa***

Da bi se što preciznije izvršilo merenje ukupne efektivnosti u 2016. godini, sprovedeno je pilot istraživanje pokazatelja rada voznog parka u 2015. godini. Cilj je bio da se utvrde mogućnosti za prikupljanje i izračunavanje pokazatelja i da se izvršiocu u privrednom društvu upoznaju sa načinom prikupljanja podataka za ovo istraživanje. Korišćeni su podaci iz različitih izvora (automatizovani sistem za praćenje vozila, sistem za evidenciju radnog vremena zaposlenih, informacioni sistem za finansije, finansijska dokumentacija, putni nalozi, tahograf, ostali sistemi na vozilu i dr.) i u različitom obliku (štampani materijal, interna evidencija u elektronskom obliku, ručna evidencija, podaci iz informacionog sistema u elektronskom obliku i dr.).

Broj radnih dana voznog parka u toku 2015. godine iznosio je 252. U privrednom društvu je zaposleno 98 vozača, koji su prosečno radili po 218 dana. Vozila su bila sposobna za rad 33.290 auto dana, na radu su provela 21.290 auto dana, pri čemu je iskorišćenje voznog parka 62,05 %, a iskorišćenje sposobnog voznog parka 63,95%. Vozni park je na radu proveo 182.426 auto časova, od toga u vožnji 162.477 auto časova, sa iskorišćenjem radnog vremena od 89%. U vožnji su vozila prosečno dnevno provodila 7,63 h. Vozni park je ukupno prešao 8.245.600 auto kilometara, pri čemu je iskorišćenje pređenog puta 78%, odnosno vozila su sa teretom ostvarila 6.431.568 auto kilometara. Ukupno je obavljeno 9.024 vožnji sa teretom i prosečna dužina jedne vožnje sa teretom je iznosila 712,7 km. Ukupno je prevezeno 149.437 t

tereta. Iskorišćenje korisne nosivosti vozila je iznosilo 69%. Pokazatelji rada voznog parka u 2015. godini prikazani su u narednoj tabeli (Tabela 6.3).

Tabela 6.3. Izabrani pokazatelji rada voznog parka, 2015. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	Vrednost	Naziv pokazatelja	Oznaka	Vrednost
Inventarski vozni park	Ai	94	Auto kilometri sa teretom (km)	AK <sub>t</sub>	6.431.568
Radni vozni park	Ar	84,48	Nulti auto kilometri (km)	AK <sub>n</sub>	659.648
Auto dani inventarski	AD <sub>i</sub>	34.310	Prazni auto kilometri (km)	AK <sub>p</sub>	1.154.384
Ukupan broj auto dana kada su vozila bila neispravna	AD <sub>n</sub>	1.020	Koeficijent iskorišćenja pređenog puta (-)	$\omega$	0,78
Autodani kada su vozila ispravna ali ne rade	AD <sub>snp</sub>	358	Koeficijent nultog pređenog puta (-)	$\omega_n$	0,08
Auto dani na radu	AD <sub>r</sub>	21.290	Koeficijent praznog pređenog puta (-)	$\omega_e$	0,14
Auto dani sposobnih vozila za rad	AD <sub>s</sub>	33.290	Prosečan broj auto kilometara po vozilu u toku godine (km)	AK <sub>v</sub>	87.719
Koeficijent tehničke ispravnosti voznog parka (-)	$\alpha_t$	0,9703	Ukupan broj vožni sa teretom (vožnji)	A <sub>zλ</sub>	9.024
Koeficijent iskorišćenja sposobnog voznog parka (-)	$\alpha_v$	0,6395	Prosečan broj vožnji sa teretom po vozilu (vožnji)	A <sub>zlv</sub>	96
Koeficijent iskorišćenja voznog parka (-)	$\alpha$	0,6205	Prosečna dužina jedne vožnje sa teretom (km)	K <sub>stλ</sub>	712,72
Ukupno vreme rada vozača	VH <sub>r</sub>	182.426	Prosečan dnevni broj auto kilometara po vozilu (km)	K <sub>sd</sub>	387,30
Koeficijent iskorišćenja vremena u toku 24 časa (h)	$\rho$	0,3570	Koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila $\gamma$ (-)	$\gamma$	0,69
Prosečno vreme provedeno na radu vozača (h)	H <sub>rs</sub>	8,57	Ukupna količina prevezenog tereta (t)	Q	149.437
Ukupno vreme provedeno u vožnji (h)	VH <sub>ω</sub>	162.477	Najveći mogući (maksimalni) transportni rad (tkm)	U <sub>G</sub>	197.894.400
Koeficijent iskorišćenja radnog vremena (-)	$\delta$	0,89	Ostvareni transportni rad (tkm)	U <sub>N</sub>	106.506.766
Prosečno dnevno vreme vožnje vozača (h)	H <sub>ωs</sub>	7,63	Prosečna eksploataciona brzina (km/h)	V <sub>e</sub>	45,20
Ukupni auto kilometri (km)	AK	8.245.600	Prosečna saobraćajna brzina (km/h)	V <sub>s</sub>	50,75



Od ukupnog broja vožnji sa teretom, 6,72% ili 606 vožnji je ostvareno sa kašnjenjem, sa oštećenjem tereta ili su pogrešno dostavljene, dok 18 isporuka nije izvršeno (Tabela 6.4).

Tabela 6.4. Pokazatelji kvaliteta izvršene usluge, 2015. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	Vrednost	Učešće u ukupnom broju vožnji sa teretom (Az <sub>n</sub> )
Broj neusluženih korisnika	N <sub>off</sub>	18	0,20%
Broj kašnjenja sa isporukom	N <sub>delay</sub>	359	3,98%
Broj oštećenih pošiljki	N <sub>damage</sub>	188	2,08%
Broj pogrešnih dostavljanja	N <sub>fault</sub>	59	0,65%
Ukupno		624	6,91%

Vozači su napravili ukupno 521 prekršaj, odnosno u 5,77% svih vožnji sa teretom (Tabela 6.5). Prekršaji su se odnosili na radno vreme vozača, carinske procedure, učvršćivanje i vezivanje tereta, dokumentaciju i dr.

Tabela 6.5. Pokazatelji kvaliteta pružene usluge vozača, 2015. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	Vrednost	Učešće u ukupnom broju vožnji sa teretom (Az <sub>n</sub> )
Broj prekršaja vozača (interna kontrola)	N <sub>vin</sub>	224	2,48%
Broj prekršaja vozača (eksterna kontrola)	N <sub>vre</sub>	297	3,29%
Ukupno		521	5,77%

Ukupno je potrošeno 2.364.838 litara goriva, pri čemu je prosečna potrošnja goriva iznosila 28,68 l/100km. Prosečna utrošena energija po ostvarenom auto kilometru je iznosila 10,325 J, dok je prosečna utrošena energija po jedinici ostvarenog transportnog rada iznosila 0,799 MJ/tkm (Tabela 6.6).

Tabela 6.6. Pokazatelji energetske efikasnosti, 2015. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	Vrednost
Prosečna potrošnja goriva vozila sa teretom (l/km)	FC <sub>l</sub>	0,30
Prosečna potrošnja goriva praznog vozila (l/km)	FC <sub>e</sub>	0,24
Prosečna potrošnja goriva (l/km)	FC <sub>a</sub>	0,2868
Utrošeno gorivo vozila sa teretom (l)	TFC <sub>l</sub>	1.929.470
Utrošeno gorivo praznog vozila (l)	TFC <sub>e</sub>	435.368
Utrošeno goriva (l)	TFC	2.364.838
Utrošena energija (MJ)	E <sub>t</sub>	85.134.171
Prosečna utrošena energija po jedinici pređenog puta (MJ/km)	e <sub>km</sub>	10,325
Ostvarena jedinična potrošnje energije (MJ/tkm)	e <sub>net</sub>	0,799
Planirana jedinična potrošnje energije (MJ/tkm)	e <sub>plan</sub>	0,430

Na osnovu pokazatelja rada voznog parka, koristeći jednačine 5.1-5.9, izračunate su vrednosti iskorišćenja raspoloživosti vozila i vozača, učinka vozila i vozača, kvaliteta izvršene usluge, energetska efikasnost voznog parka, stepen poštovanja propisa i internih procedura u toku rada i vrednost pokazatelja OVE Human u 2015. godini (Tabela 6.7).

Tabela 6.7. Vrednosti OVE Human, 2015. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	Vrednost
Iskorišćenje raspoloživosti vozila (-)	$\alpha_v$	0,6395
Raspoloživost vozača (-)	$\alpha_d$	0,9965
Učinak vozila (-)	$\beta_v$	0,5382
Učinak vozača (-)	$\beta_d$	0,8480
Kvalitet izvršene usluge sa aspekta korisnika (-)	c <sub>s</sub>	0,9309
Energetska efikasnost voznog parka (-)	c <sub>v</sub>	0,4504
Stepen poštovanja propisa i internih procedura od strane vozača u toku rada (-)	c <sub>d</sub>	0,9423
<b>OVE Human</b>		0,1149

Maksimalna, odnosno idealna vrednost iskorišćenja raspoloživosti vozila  $\alpha_v$  je 1 (sva vozila rade svakog dana kada su sposobna za rad), raspoloživosti vozača  $\alpha_d$  je 1 (svi vozači rade svakog radnog dana kada su raspoloživi), učinka vozila  $\beta_v$  je 1 (svaki auto kilometar ostvaruje se sa potpunim iskorišćenjem korisne nosivosti vozila), učinka vozača  $\beta_d$  u voznom parku koji se razmatra je 0,9 (vozač provodi 90% radnog vremena u vožnji, usvojena interna praksa), kvaliteta izvršene usluge  $c_s$  je 1 (sve vožnje sa teretom su obavljene bez grešaka i gubitaka), kvaliteta pružene usluge vozila sa aspekta energetske efikasnosti  $c_v$  je 1 (pri maksimalnom transportnom radu ostvarena željena potrošnja energije po jedinici transportnog rada) i kvaliteta pružene usluge vozača  $c_d$  je 1 (sve aktivnosti vozača su obavljene bez grešaka i gubitaka). Prema tome, maksimalna vrednost OVE Human u posmatranom voznom parku je 0,9. Međutim, poznavajući rizike koje nosi transportni proces u svim oblicima obavljanja drumskog transporta tereta, jasno je da će uglavnom svi pojedinačni pokazatelji koji čine OVE Human biti manji od 1, te će i vrednost OVE Human biti znatno manja od 1.

Vrednost  $\alpha_v$  se u uobičajenim uslovima rada voznog parka kreće od 0,70 za petodnevnu radnu nedelju do 0,83 za šestodnevnu radnu nedelju. Realne vrednosti  $\alpha_d$  su bliske 1. Učinak vozila  $\beta_v$  je u velikoj meri uslovljen osobenostima transportnog procesa i transportnih zahteva, i za osobenosti posmatranog privrednog društva i transportnog rada očekivano je da najveća vrednost iznosi 0,6. Učinak vozača  $\beta_d$ , isto tako je uslovljen osobenostima transportnog procesa i transportnih zahteva. U ovom privrednom društvu usvojen je cilj da  $\beta_d$  iznosi 0,9. Za očekivati je da je cilj svakog privrednog društva da svi klijenti budu zadovoljni i da izvršiocu obavljaju svoje aktivnosti bez grešaka te ciljna vrednost  $c_s$  i  $c_d$  iznosi 1. I na energetska efikasnost utiču karakteristike transportnih procesa i transportnih zahteva. S obzirom da su transportni zahtevi blisko povezani sa iskorišćenjem korisne nosivosti vozila  $\gamma$  i sa prostornom distribucijom mesta utovara i istovara, uz težnju sa se organizacija realizacije transportnih zahteva sprovodi na najbolji mogući način, u ovom privrednom društvu teži se da se dostigne vrednost  $c_v$  od 0,6. Uzimajući u obzir prethodno elaborirano, ciljna vrednost OVE Human bi bila 0,23.

## **6.4 Definisane programe unapređenja**

Na osnovu izračunatih vrednosti OVE Human u svakom kvartalu 2016. godine, uočavane su oblasti za unapređenje rada voznog parka i pojedinih aktivnosti u okviru transportnog procesa. Nakon definisanih aktivnosti za unapređenje, iste su se sprovodile u manjem ili većem obimu, u zavisnosti od raspoloživih finansijskih sredstava, raspoloživih sopstvenih resursa za sprovođenje aktivnosti za poboljšanje i raspoloživosti izvršilaca.

Na osnovu pokazatelja rada voznog parka i vrednosti pokazatelja OVE Human u 2015. godini, u februaru 2016. godine sprovedena je procena sposobnosti vozača na uzorku od 30 vozača, sa ciljem povećanja brige o vozilima, smanjenja broja prekršaja vozača i poboljšanja kvaliteta pružene usluge. U okviru procene sposobnosti sprovedene su sledeće aktivnosti:

- procenjena je sposobnost vozača za vožnju,
- procenjene su lične osobine vozača,
- na osnovu procene izvršeno je vrednovanje i rangiranje vozača,
- izolovana je grupa od tri vozača sa neadekvatnim sposobnostima za vožnju.

Nakon izvršene procene vozača, realizovano je zaduživanje novonabavljenih vozila (mart 2016.) od strane vozača u okviru plana obnavljanja voznog parka. Vozači koji su na proceni sposobnosti bili najbolje rangirani zadužili su nova vozila (15 novih vozila).

Vrednosti pokazatelja rada voznog parka i pokazatelja OVE Human prikazani su u tabelama u narednom poglavlju (Tabela 6.8, Tabela 6.12).

Vrednost OVE Human u prvom kvartalu je iznosila 0,1082 i manja je od vrednosti za 2015. godinu (0,1149). Jedan od razloga za to su zimski eksploatacioni uslovi i veći broj praznika, koji uobičajeno za to doba godine, prouzrokuju manji obim transportnih zahteva. Zato su početkom aprila sprovedene dodatne aktivnosti na

poboljšanju prodaje transportnih usluga i održano je više sastanaka članova sektora za prodaju. Definisane su privredne grane i privredna društva koji za koje je procenjeno da mogu da budu novi klijenti i izrađen je plan poseta, koji je sproveden u srednjem obimu. Kako je broj gubitaka prilikom realizacije transportne usluge i broj prekršaja zadržao približne prosečne vrednosti kao u prethodnoj godini, održano je više sastanaka sa vozačima koji su prednjačili sa gubicima i greškama, pripremljena je i sprovedena obuka manjeg obima o sprečavanju ponavljanja gubitaka i prekršaja. Analizirani su gubici i načinjeni prekršaji, utvrđeno je na koji način su mogli da budu izbegnuti i vozači su upoznati sa tim postupcima. Izrađen je okvirni plan preventivnog održavanja vozila i utvrđen način komunikacije izvršilaca OJ Održavanje sa vozačima, izrađena je procedura za prijavu neispravnosti i definisani su postupci vozača u slučaju pojave neispravnosti vozila.

U drugom kvartalu, vrednost OVE Human, u odnosu na prvi kvartal, povećana je za 23,23 % , na 0,1333. Isto tako, veće su i vrednosti svih pokazatelja koji se koriste za izračunavanje OVE Human. Nastavljeno je sprovođenje obuka vozača o procedurama za smanjivanje gubitaka i grešaka. Rukovodstvo OJ Transport, rukovodilac, šefovi i dispečeri su održali nekoliko sastanaka sa ciljem iznalaženja bolje komunikacije sa vozačima.

Vrednost OVE Human, u trećem kvartalu, je neznatno povećana za 4,36%, što je rezultat smanjivanja gubitaka i prekršaja, kao i poboljšanja vrednosti svih ostalih pokazatelja, osim učinka vozača koji je posledica smanjenja iskorišćenja radnog vremena vozača. Utvrđeno je da su uzrok tome veća vremena zadržavanja na utovaru, istovaru i prilikom obavljanja administrativnih poslova, koja uglavnom nisu mogla da budu izbegnuta. Ponovo su analizirani gubici i prekršaji vozača i utvrđeni postupci za izbegavanje istih.

U četvrtom kvartalu, vrednost OVE Human je povećana za 6,5%, na 0,1482, iako je iskorišćenje raspoloživosti vozila manje u odnosu na treći kvartal za oko 3%. Predviđeno je da se nastavi sa obukom vozača, izrađen je plan obuke izvršilaca u OJ Održavanje za narednu godinu, uočeni su i ispravljani manji propusti u

evidentiranju troškova, utvrđeni su određeni propusti u nabavci rezervnih delova i definisan je plan na sprovođenju aktivnosti na njihovom otklanjanju.

Kako su po kvartalima izdvojene "najbolje od najboljih" vrednosti pokazatelja koji čine strukturu pokazatelja OVE Human (polja označena zelenom bojom, Tabela 6.12), određena je vrednost OVE Human od 0,1544 kao ciljna vrednost koju je potrebno dostići u prvom kvartalu 2017. godine.

### **6.5 Analiza efekata**

Nakon svakog kvartala vršeno je izračunavanje pokazatelja rada voznog parka i pokazatelja OVE Human, uočavane su oblasti za unapređenje i sprovedene mere za unapređenje efektivnosti. Pokazatelji rada voznog parka, vrednosti pokazatelja OVE Human, kao rezultati primene metode za unapređenje efektivnosti rada voznog parka po kvartalima 2016. godine prikazani su u narednim tabelama (Tabela 6.8- Tabela 6.12).

U 2016. godini ukupan broj auto dana na radu je za 165 auto dana veći nego u 2015. godini. Najveći broj auto dana na radu je u trećem kvartalu (Q3), u kome je zabeležen i najveći koeficijent iskorišćenja sposobnog voznog parka (0,6699), najveći broj auto časova na radu (49.123h) i auto časova u vožnji (43.744h). To je posledica manjeg iskorišćenja radnog vremena vozača.

Iskorišćenje pređenog puta je najveće u četvrtom kvartalu, u kome je ostvaren i najveći broj auto kilometara sa teretom (1.838.552), dok je najveći broj auto kilometara bez tereta ostvaren u prvom kvartalu (440.673). U drugom kvartalu je transportovana najveća količina tereta, najveći je prosečan dnevni broj auto kilometara (423,94) i najveća je prosečna saobraćajna brzina vozila (53,38 km/h).

Tabela 6.8. Pokazatelji rada voznog parka, 2015. i 2016. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	2015	Q1 2016	Q2 2016	Q3 2016	Q4 2016	2016
Inventarski vozni park	Ai	94	94	94	94	94	94
Radni vozni park	Ar	84,48	84,18	84,68	85,32	85,13	85,14
Auto dani inventarski	AD <sub>i</sub>	34.310	8.554	8.554	8.648	8.648	34.404
Ukupan broj auto dana kada su vozila bila neispravna	AD <sub>n</sub>	1.020	251	245	242	239	977
Autodani kada su vozila ispravna ali ne rade	AD <sub>snp</sub>	358	87	88	89	90	279
Auto dani na radu	AD <sub>r</sub>	21.290	5.051	5.250	5.631	5.448	21.455
Auto dani sposobnih vozila za rad	AD <sub>s</sub>	33.290	8.303	8.309	8.406	8.409	33.427
Koeficijent tehničke ispravnosti voznog parka (-)	$\alpha_t$	0,9703	0,9707	0,9714	0,9720	0,9724	0,9716
Koeficijent iskorišćenja sposobnog voznog parka (-)	$\alpha_v$	0,6395	0,6083	0,6318	0,6699	0,6479	0,6418
Koeficijent iskorišćenja voznog parka (-)	$\alpha$	0,6205	0,5905	0,6137	0,6511	0,6300	0,6236
Vreme koje vozači provedu na radu (h)	VH <sub>r</sub>	182.426	43.252	45.278	49.123	47.917	185.570
Koeficijent iskorišćenja vremena u toku 24 časa (h)	$\rho$	0,3570	0,3568	0,3593	0,3635	0,3665	0,3604
Prosečno vreme provedeno na radu vozača (h)	H <sub>rs</sub>	8,57	8,56	8,62	8,72	8,80	8,65
Ukupno vreme provedeno u vožnji (h)	VH <sub><math>\omega</math></sub>	162.477	39.314	41.896	43.774	43.156	168.140
Koeficijent iskorišćenja radnog vremena (-)	$\delta$	0,89	0,91	0,93	0,89	0,90	0,91
Prosečno dnevno vreme vožnje vozača (h)	H <sub><math>\omega_s</math></sub>	7,63	7,78	7,98	7,77	7,92	7,84
Ukupni auto kilometri (km)	AK	8.245.600	2.098.445	2.225.694	2.145.698	2.215.123	8.684.960
Auto kilometri sa teretom (km)	AK <sub>t</sub>	6.431.568	1.657.772	1.825.069	1.738.015	1.838.552	7.059.408
Nulti auto kilometri (km)	AK <sub>n</sub>	659.648	167.876	244.826	214.570	199.361	826.633
Prazni autokilometri (km)	AK <sub>p</sub>	1.154.384	272.798	155.799	193.113	177.210	798.919
Koeficijent iskorišćenja pređenog puta (-)	$\omega$	0,78	0,79	0,82	0,81	0,83	0,81
Koeficijent nultog pređenog puta (-)	$\omega_n$	0,08	0,08	0,11	0,10	0,09	0,08
Koeficijent praznog pređenog puta (-)	$\omega_e$	0,14	0,13	0,07	0,09	0,08	0,08
Prosečno auto kilometara po vozilu u određenom vremenskom periodu (km)	AK <sub>v</sub>	87.719	22.324	23.678	22.827	23.565	92.393
Ukupan broj vožni sa teretom (vožnji)	A <sub>z<math>\lambda</math></sub>	9.024	2.162	2.444	2.350	2.350	9.306
Prosečan broj vožnji sa teretom po vozilu (vožnji)	A <sub>z<math>\lambda_v</math></sub>	96	23	26	25	25	99
Prosečna dužina jedne vožnje sa teretom (km)	K <sub>st<math>\lambda</math></sub>	712,72	766,78	746,75	739,58	782,36	758,59
Prosečan dnevni broj auto kilometara po vozilu (km)	K <sub>sd</sub>	387,30	415,45	423,94	381,05	406,59	404,80
Prosečno rastojanje transporta jedne tone tereta (km)	K <sub>st1</sub>	712,72	766,78	746,75	739,58	782,36	758,69
Koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila $\gamma$ (-)	$\gamma$	0,69	0,71	0,71	0,72	0,73	0,72
Ukupna količina prevezenog tereta (t)	Q	149.437	36.840	41.646	40.608	41.172	160.266
Maksimalni transportni rad (tkm)	U <sub>G</sub>	197.894.400	50.362.680	53.416.656	51.496.752	53.162.952	208.439.040
Ostvareni transportni rad (tkm)	U <sub>N</sub>	106.506.766	28.248.427	31.099.177	30.032.906	32.211.433	121.591.943
Prosečna eksploataciona brzina (km/h)	V <sub>e</sub>	45,20	48,52	49,16	43,68	46,23	46,80
Prosečna saobraćajna brzina (km/h)	V <sub>s</sub>	50,75	53,38	53,12	49,02	51,33	51,65

U odnosu na 2015. godinu, u 2016. godini smanjen je ukupan broj neusluženih klijenata, kašnjenja, oštećenja i pogrešnih dostavljanja za 14,29% (624 u 2015., 546 u 2016.) (Tabela 6.9). Takođe, po kvartalima, postepeno se smanjuje broj ovih gubitaka.

Tabela 6.9. Pokazatelji kvaliteta izvršene usluge, 2015. i 2016. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	2015	Q1 2016	Q2 2016	Q3 2016	Q4 2016	2016
Broj neusluženih korisnika	N <sub>off</sub>	18	7	5	3	2	17
Broj kašnjenja sa isporukom	N <sub>delay</sub>	359	90	82	79	75	326
Broj oštećenih pošiljki	N <sub>damage</sub>	188	43	38	36	35	152
Broj pogrešnih dostavljanja	N <sub>fault</sub>	59	16	12	12	11	51
<b>Ukupno</b>		<b>624</b>	<b>156</b>	<b>137</b>	<b>130</b>	<b>123</b>	<b>546</b>
<i>Odnos pojedinih gubitaka u odnosu na ukupan broj vožnji sa teretom A<sub>zz</sub> po vremenskim periodima (godinama i kvartalima)</i>							
Procenat neusluženih korisnika	%	0,20	0,32	0,20	0,13	0,09	0,18
Procenat kašnjenja sa isporukom	%	3,98	4,16	3,36	3,36	3,19	3,50
Procenat oštećenih pošiljki	%	2,08	1,99	1,55	1,53	1,49	1,63
Procenat pogrešnih dostavljanja	%	0,65	0,74	0,49	0,51	0,47	0,55

Ukupan broj neusluženih korisnika je neznatno smanjen, sa 18 na 17. Ukupan broj kašnjenja sa isporukom je smanjen za 10,12% - sa 359 na 326, ukupan broj oštećenih pošiljki za 23,68% - sa 188 na 152 i ukupan broj pogrešnih dostavljanja za 15,69% - sa 59 na 51. Daleko je najveći broj kašnjenja sa isporukom, što je i razumljivo, s obzirom na brojne uticajne faktore u transportu na dugim relacijama (čekanje na graničnim prelazima, promenljivi uslovi odvijanja saobraćaja, skraćeni vremenski okviri za isporuku, korišćenje koncepta *just-in-time* i dr.)

Ukupan broj prekršaja vozača po kvartalima se postepeno smanjivao, tako da je u 2016. godini bilo ukupno manje prekršaja nego u 2015. godini i to za 13,51% (521 u 2015., 459 u 2016.) (Tabela 6.10). Ukupan broj prekršaja vozača utvrđenih internom kontrolom smanjen je sa 224 na 191, za 17,27%, dok je ukupan broj prekršaja utvrđenih eksternom kontrolom smanjen sa 297 na 268 – za 10,82%.



Tabela 6.10. Stepen poštovanja propisa i internih procedura od strane vozača u toku rada, 2015. i 2016. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	2015	Q1 2016	Q2 2016	Q3 2016	Q4 2016	2016
Broj prekršaja vozača (interna kontrola)	N <sub>vin</sub>	224	54	49	46	42	191
Broj prekršaja vozača (eksterna kontrola)	N <sub>vre</sub>	297	83	71	60	54	268
<b>Ukupno</b>		<b>521</b>	<b>137</b>	<b>120</b>	<b>106</b>	<b>96</b>	<b>459</b>
<i>Odnos pojedinih gubitaka u odnosu na ukupan broj vožnji sa teretom A<sub>zz</sub> po vremenskim periodima (godinama i kvartalima)</i>							
Procenat prekršaja vozača (interna kontrola)	%	2,48	2,50	2,00	1,96	1,79	2,05
Procenat prekršaja vozača (eksterna kontrola)	%	3,29	3,84	2,91	2,55	2,30	2,88

Prosečna potrošnja goriva je na približno istom nivou po kvartalima 2016. godine i prosečna potrošnja goriva u 2016. godini je veća za 1,78 l/100km u odnosu na 2015. godinu (Tabela 6.11). Znači, utrošena je veća energija za ostvarivanje transportnog rada, ali je prosečna utrošena energija po jedinici ostvarenog transportnog rada  $e_{net}$  (MJ/tkm) manja, i to za 2,06%. Prosečna potrošnja goriva vozila sa teretom najveća je u prvom kvartalu (0,3220 l/km), a najmanja u trećem (0,3180 l/km). Prosečna potrošnja goriva vozila bez tereta najveća je u četvrtom kvartalu (0,2420 l/km), kao i prosečna potrošnja goriva (0,3059 l/km). U 2016. godini je potrošeno 2,645 miliona litara goriva, što predstavlja značajan rast od 14,29% u odnosu na 2015. godinu kada je potrošeno ukupno 2,365 miliona litara goriva. To je posledica većeg ukupnog broja auto kilometara i većeg obima transportnog rada.

Vrednost prosečne utrošene energije po jedinici pređenog puta najveća je u četvrtom kvartalu 2016. godine (11.013 MJ/km), dok je jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  (MJ/tkm) najveća u prvom kvartalu (0,815 MJ/tkm), a najmanja u četvrtom (0,757 MJ/tkm). Planirana jedinična potrošnja energije (MJ/tkm) predstavlja vrednost koju vozni park želi da ostvari, odnosno ciljna vrednost koja bi mogla da se ostvari u približno idealnim uslovima.

Tabela 6.11. Pokazatelji energetske efikasnosti, 2015. i 2016. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	2015	Q1 2016	Q2 2016	Q3 2016	Q4 2016	2016
Prosečna potrošnja goriva vozila sa teretom (l/km)	FC <sub>i</sub>	0,3000	0,3220	0,3190	0,3180	0,3190	0,3195
Prosečna potrošnja goriva praznog vozila (l/km)	FC <sub>e</sub>	0,2400	0,2390	0,2380	0,2410	0,2420	0,2400
Prosečna potrošnja goriva (l/km)	FC <sub>a</sub>	0,2868	0,3046	0,3044	0,3034	0,3059	0,3046
Utrošeno gorivo za pređeni put sa teretom (l)	TFC <sub>i</sub>	1.929.470	533.802	582.197	552.689	586.498	2.255.186
Utrošeno gorivo za pređeni put bez tereta (l)	TFC <sub>e</sub>	435.368	105.321	95.349	98.252	91.130	390.051
Utrošeno goriva (l)	TFC	2.364.838	639.123	677.546	650.940	677.628	2.645.238
Utrošena energija (MJ)	E <sub>t</sub>	85.134.171	23.008.442	24.391.648	23.433.854	24.394.618	95.228.562
Prosečna utrošena energija po jedinici pređenog puta (MJ/km)	e <sub>km</sub>	10,325	10,965	10,959	10,921	11,013	10,965
Ostvarena jedinična potrošnje energije (MJ/tkm)	e <sub>net</sub>	<b>0,799</b>	0,815	0,784	0,780	0,757	<b>0,783</b>
Planirana jedinična potrošnje energije (MJ/tkm)	e <sub>plan</sub>	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360

Pojedinačno, svi pokazatelji koji čine strukturu pokazatelja OVE Human, ostvarili su blago povećanje vrednosti u odnosu na prvi kvartal 2016. godine. Veći broj pokazatelja, njih pet, najveće vrednosti dostižu u četvrtom kvartalu u kome je postignuta i najveća vrednost OVE Human, 0,1482. Iskorišćenje raspoloživosti vozila dostiže najveću vrednost u trećem kvartalu – 0,9907, a učinak vozača u drugom kvartalu 2016. godine – 0,8867. Te prethodno navedene najveće vrednosti

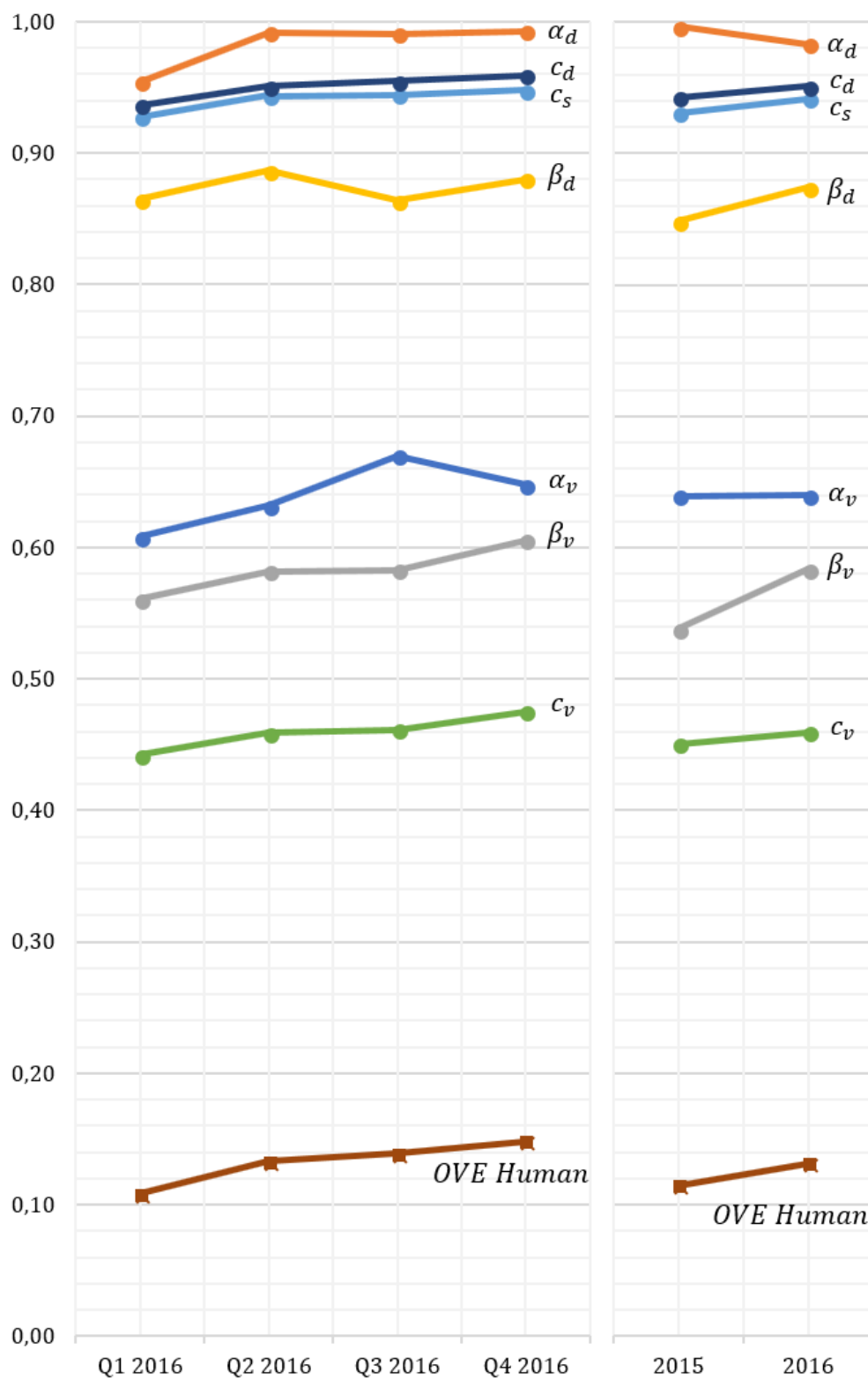
predstavljaju vrednosti "najbolje od najboljih" u posmatranom periodu, odnosno u 2016. godini.

U odnosu na 2015. godinu, u 2016. godini iskorišćenje raspoloživosti vozila je neznatno povećano - sa 0,6395 na 0,6396, raspoloživost vozača je smanjena sa 0,9965 na 0,9827, učinak vozila je povećan za 8,39% - sa 0,5382 na 0,5833, učinak vozača je povećan za 3,05% - sa 0,8480 na 0,8738, kvalitet izvršene usluge je povećan sa 0,9309 na 0,9413, energetska efikasnost voznog parka je povećana sa 0,4504 na 0,4597, dok je stepen poštovanja propisa i internih procedura povećan sa 0,9423 na 0,9507.

Vrednost pokazatelja OVE Human u četvrtom kvartalu (0,1482) je za skoro 37% veća u odnosu na prvi kvartal (0,1082), dok je vrednost OVE Human za 2016. godinu (0,1318) za 14,71% veća u odnosu na prethodnu (0,1149) (Tabela 6.12, Slika 6.2).

Tabela 6.12. Vrednosti OVE Human, 2015. i 2016. g.

Naziv pokazatelja	Oznaka	2015	Q1 2016	Q2 2016	Q3 2016	Q4 2016	2016
Iskorišćenje raspoloživosti vozila (-)	$\alpha_v$	0,6395	0,6083	0,6318	<b>0,6699</b>	0,6479	0,6396
Raspoloživost vozača (-)	$\alpha_d$	0,9965	0,9545	0,9921	0,9907	<b>0,9927</b>	0,9827
Učinak vozila (-)	$\beta_v$	0,5382	0,5609	0,5822	0,5832	<b>0,6059</b>	0,5833
Učinak vozača (-)	$\beta_d$	0,8480	0,8648	<b>0,8867</b>	0,8638	0,8802	0,8738
Kvalitet izvršene usluge sa aspekta korisnika (-)	$c_s$	0,9309	0,9278	0,9439	0,9447	<b>0,9477</b>	0,9413
Energetska efikasnost voznog parka (-)	$c_v$	0,4504	0,4420	0,4590	0,4614	<b>0,4754</b>	0,4597
Stepen poštovanja propisa i internih procedura od strane vozača u toku rada (-)	$c_d$	0,9423	0,9366	0,9509	0,9549	<b>0,9591</b>	0,9507
<b>OVE Human</b>		<b>0,1149</b>	<b>0,1082</b>	<b>0,1333</b>	<b>0,1391</b>	<b>0,1482</b>	<b>0,1318</b>



Slika 6.2. Vrednosti OVE Human, 2015. i 2016. g.

Na osnovu sprovedenog istraživanja i primene metode u posmatranom privrednom društvu može se zaključiti sledeće:

- da bi se metoda primenila u potpunosti potrebna su određena finansijska ulaganja za potrebe automatizacije evidentiranja pokazatelja rada voznog parka,
- na svim radnim mestima potrebno je angažovanje stručnih izvršilaca, što znači da su potrebna ulaganja u stručno osposobljavanje izvršilaca i, eventualno, izbor novih izvršilaca. Za određene uloge u procesu primene metode, potrebni su i visoko stručni izvršiocci,
- potrebno je veće vremensko angažovanje zaposlenih na sprovođenju aktivnosti na unapređenju efektivnosti,
- potrebno je mnogo veću pažnju posvetiti izgradnji svesti izvršilaca o brizi o vozilima i o načinu realizacije redovnih aktivnosti,
- potrebno je posebno unapređivati dostupnost potrebnih informacija unutar transportnog procesa, kao i načine prikupljanja informacija od korisnika i pružanja informacija korisnicima.

Uprkos tome, istraživanje je pokazalo, da se i sa manjim obimom ulaganja, ograničenim mogućnostima sprovođenja mera unapređenja i postepenim poboljšanjima pojedinih aktivnosti mogu ostvariti određena unapređenja efektivnosti rada voznog parka.

U narednom potpoglavlju analiziran je uticaj koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila i koeficijenta iskorišćenja pređenog puta na energetska efikasnost, i time na ukupnu efektivnost transportnog procesa.

## **6.6 Uticaj energetske efikasnosti na OVE Human**

Energetska efikasnost voznog parka može da se prikaže specifičnom potrošnjom goriva za pređeni put (l/km, l/100 km) ili specifičnom potrošnjom goriva za

obavljeni transportni rad (u l/tkm, l/100 tkm) (Vujanović i ostali, 2011). Autor u radovima (McKinnon, 1996, 1999), koristi sličan pokazatelj izražen kroz obavljeni transportni rad po jedinici utrošenog pogonskog goriva (tkm/l). Energetska efikasnost u transportnom procesu može da se predstavi kao odnos između transportnog rada i potrošene energije za ostvarivanje tog transportnog rada, a izražava se u tona kilometrima po kWh (tkm/kWh) ili u kilovat-časovima po tona kilometru (kWh/tkm). Takođe, može da se izrazi kao specifična potrošnja energije za ostvareni transportni rad u (MJ/tkm) (Manojlović i ostali, 2011, Radosavljević i ostali, 2018). Druge mogućnosti za predstavljanje pokazatelja energetske efikasnosti su: intenzitet potrošnje goriva (koe<sup>8</sup>/tkm), intenzitet emisije CO<sub>2</sub> (g CO<sub>2</sub>/tkm) kao i specifični intenzitet emisije CO<sub>2</sub> (tkm/kg CO<sub>2</sub>). Energetski sadržaj jednog litra dizel goriva iznosi približno 10,1 kWh/l, 36,3 MJ/l ili 0,87 koe/l. Sagorevanjem jednog litra dizel goriva stvara se približno 2,66 kg CO<sub>2</sub> (2,66 kg/l), (EP, 2009a, 2009b).

Na potrošnju energije po jedinici ostvarenog transportnog rada (MJ/tkm) utiče stepen iskorišćenja korisne nosivosti vozila i stepen iskorišćenja pređenog puta vozila, odnosno količina tereta u tovarnom prostoru vozila pri svakom pređenom kilometru vozila i pređeni vozila put sa teretom. Da bi se odredio stepen uticaja energetske efikasnosti na OVE Human razmatrana je promena pokazatelja OVE Human u zavisnosti od koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila, koeficijenta iskorišćenja pređenog puta i potrošnje energije po jedinici transportnog rada (MJ/tkm).

Proračun je izvršen za vrednosti ova dva pokazatelja u realnom opsegu mogućih vrednosti, odnosno za vrednosti stepena iskorišćenja korisne nosivosti vozila ( $\gamma$ ) od 0,4 do 1 i za vrednosti stepena iskorišćenja pređenog puta ( $\omega$ ) od 0,75 do 1, a prema pokazateljima rada voznog parka i transportnog procesa u posmatranom privrednom društvu u 2015. godini (Tabela 6.13, Slika 6.3) (Radosavljević i ostali, 2018).

---

<sup>8</sup> kilogram of oil equivalent - kilogram ekvivalentne nafte (1 koe = 41,868 MJ = 11,63 kWh )

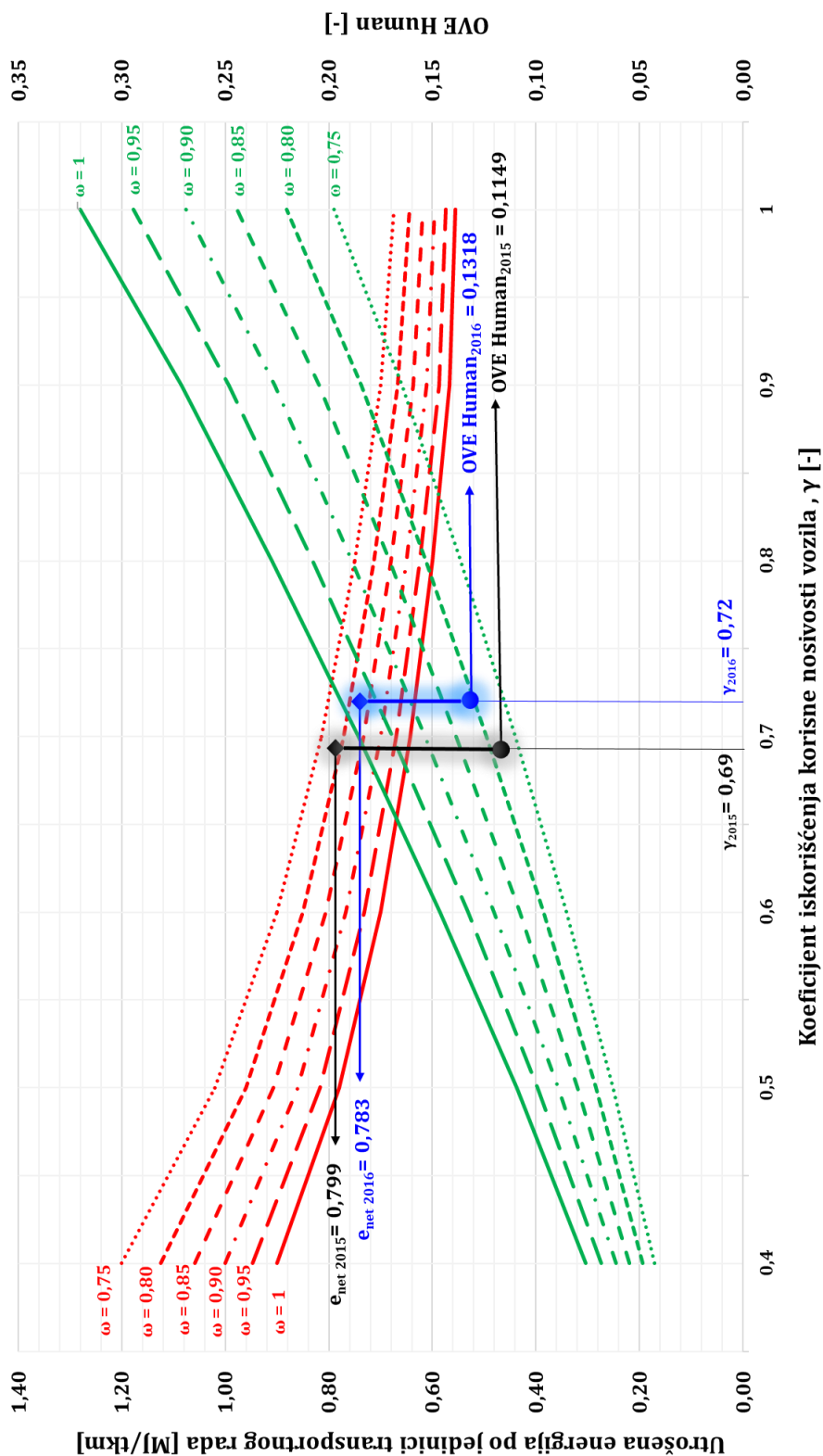
Tabela 6.13. Promena potrošnje energije po jedinici ostvarenog transportnog rada  $e_{ntkm}$  (MJ/tkm) i vrednosti OVE Human u zavisnosti od  $\gamma$  i  $\omega$

		$\omega = 0,75$	$\omega = 0,80$	$\omega = 0,85$	$\omega = 0,90$	$\omega = 0,95$	$\omega = 1$
$\gamma = 0,4$	$e_{net}$	1,20	1,13	1,06	1,00	0,95	0,90
	OVE Human	0,043	0,049	0,055	0,061	0,068	0,076
$\gamma = 0,5$	$e_{net}$	1,02	0,96	0,91	0,86	0,82	0,78
	OVE Human	0,063	0,071	0,08	0,089	0,099	0,109
$\gamma = 0,6$	$e_{net}$	0,90	0,85	0,81	0,77	0,73	0,70
	OVE Human	0,085	0,096	0,108	0,12	0,133	0,146
$\gamma = 0,7$	$e_{net}$	0,81	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64
	OVE Human	0,110	0,124	0,138	0,154	0,169	0,186
$\gamma = 0,8$	$e_{net}$	0,75	0,71	0,68	0,65	0,62	0,60
	OVE Human	0,137	0,153	0,171	0,189	0,208	0,228
$\gamma = 0,9$	$e_{net}$	0,70	0,67	0,64	0,61	0,59	0,57
	OVE Human	0,165	0,184	0,205	0,226	0,248	0,271
$\gamma = 1$	$e_{net}$	0,68	0,65	0,62	0,60	0,57	0,56
	OVE Human	0,198	0,220	0,244	0,269	0,294	0,320

Izvor: Radosavljević i ostali, 2018

Sa povećanjem koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila ( $\gamma$ ), za konstantne vrednosti koeficijenta iskorišćenja pređenog puta ( $\omega$ ) smanjuje se potrošnja energije po jedinici ostvarenog transportnog rada ( $e_{net}$ ), a povećava se vrednost OVE Human.

U posmatranom voznom parku, u 2015. godini, koeficijent iskorišćenja korisne nosivosti vozila ( $\gamma$ ) iznosi 0,69, koeficijent iskorišćenja pređenog puta ( $\omega$ ) iznosi 0,78, jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  iznosi 0,799 MJ/tkm, dok je vrednost OVE Human 0,1149. U slučaju kada bi se korisna nosivost vozila u potpunosti iskoristila ( $\gamma = 1$ ), pri istom koeficijentu iskorišćenja pređenog puta ( $\omega = 0,78$ ), za isti godišnji pređeni put voznog parka, jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  bi se smanjila za 17,77%, odnosno na 0,657 MJ/tkm, a OVE Human bi se povećao za 83,80%, na 0,2112 (Slika 6.3).



Slika 6.3. Promena potrošnje energije po jedinici ostvarenog transportnog rada i vrednosti OVE Human u zavisnosti od  $\gamma$  i  $\omega$  u 2015. i 2016. g.



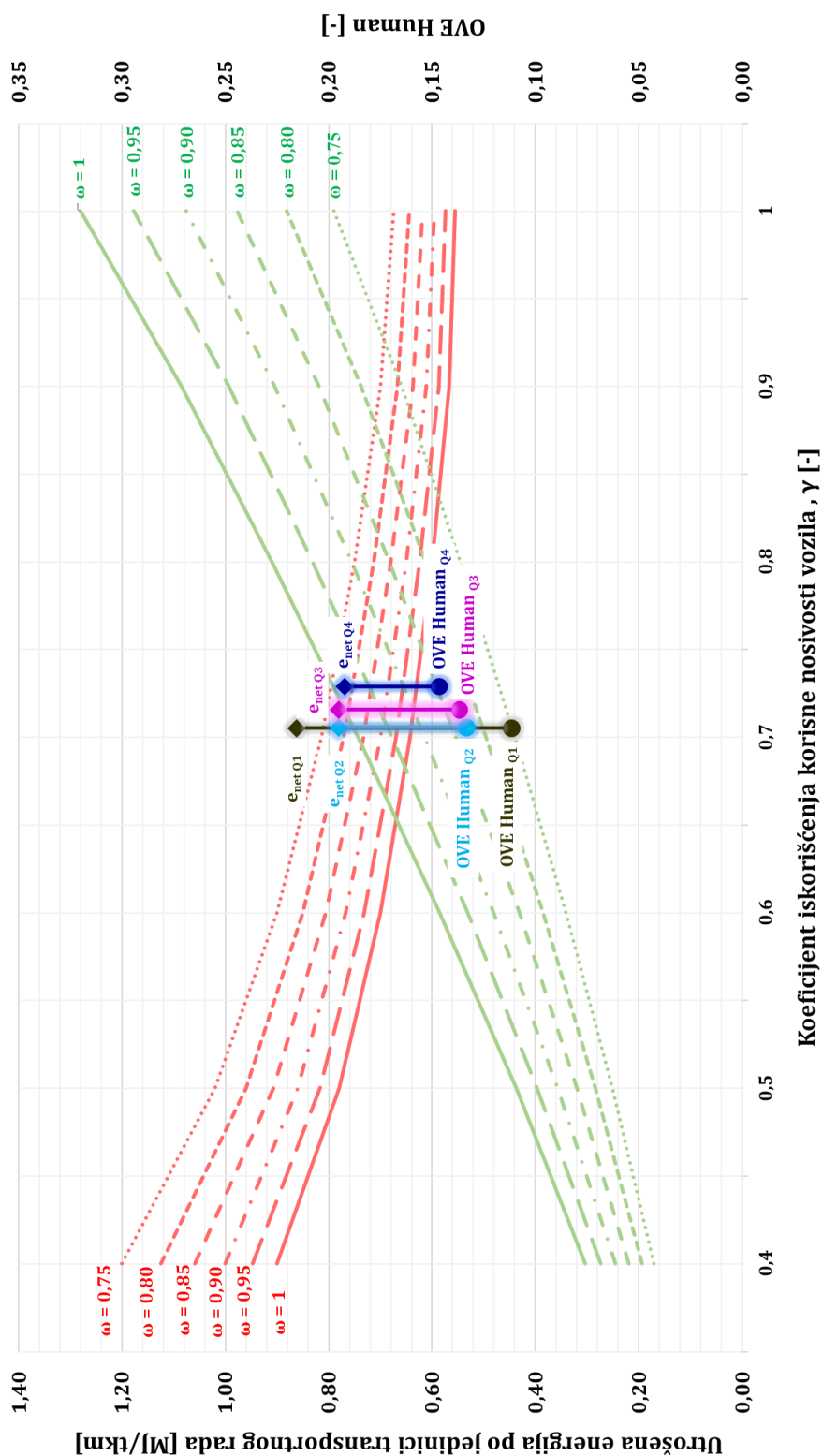
U slučaju da je u potpunosti iskorišćen pređeni put vozila ( $\omega = 1$ ), pri iskorišćenju korisne nosivosti  $\gamma = 0,69$ , jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  bi se smanjila za 18,40%, odnosno na 0,652 MJ/tkm, a OVE Human bi se povećao za 57,09%, na 0,1805. Povećanjem koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila ( $\gamma$ ) sa 0,4 na 1, potrošnja energije po ostvarenoj jedinici transportnog rada se smanjuje u opsegu od 38% (sa 0,90 na 0,56 MJ/tkm,  $\omega = 1$ ) do 43% (sa 1,20 na 0,68 MJ/tkm,  $\omega = 0,75$ ), dok se vrednost pokazatelja OVE Human povećava za preko četiri puta, sa 0,043 na 0,198 za  $\omega = 0,75$  i sa 0,075 na 0,320 za  $\omega = 1$ .

Sa povećanjem koeficijenta iskorišćenja pređenog puta ( $\omega$ ), za konstantne vrednosti koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila ( $\gamma$ ), smanjuje se potrošnja energije po jedinici ostvarenog transportnog rada ( $e_{net}$ ), a povećava se vrednost OVE Human.

Povećanjem koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila ( $\gamma$ ) sa 0,4 na 1, jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  se smanjuje u opsegu od 61% (sa 0,90 na 0,56 MJ/tkm,  $\omega = 1$ ) do 76% (sa 1,20 na 0,68 MJ/tkm,  $\omega = 0,75$ ), dok se vrednost pokazatelja OVE Human povećava za preko četiri puta, sa 0,043 na 0,198 za  $\omega = 0,75$  i sa 0,075 na 0,320 za  $\omega = 1$ .

Na istoj slici su prikazane vrednosti jedinične potrošnje energije  $e_{net}$  i OVE Human u 2015. i 2016. godini. U 2015. godini, pri  $\gamma = 0,69$  i  $\omega = 0,78$ , jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  iznosila je 0,799 MJ/tkm, a OVE Human je iznosio 0,1149. U 2016. godini, pri  $\gamma = 0,72$  i  $\omega = 0,81$ , jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  iznosila je 0,783 MJ/tkm, dok je OVE Human iznosio 0,1318.

U posmatranom privrednom društvu, za ostvareni obim transportnog rada po kvartalima u 2016. godini, za pripadajuće vrednosti koeficijenta iskorišćenja korisne nosivosti vozila ( $\gamma$ ) i koeficijenta iskorišćenja pređenog puta ( $\omega$ ) (Tabela 6.8), vrednosti potrošnje energije po jedinici ostvarenog transportnog rada  $e_{net}$  i OVE Human prikazane su na narednoj slici (Slika 6.4).



Slika 6.4. Promena potrošnje energije po jedinici ostvarenog transportnog rada i vrednosti OVE Human u zavisnosti od  $\gamma$  i  $\omega$  po kvartalima 2016. g.

U prvom kvartalu koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti ( $\gamma$ ) je 0,71, koeficijent iskorišćenja pređenog puta ( $\omega$ ) je 0,79, ostvarena jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  iznosi 0,815 MJ/tkm, a OVE Human je 0,1082. U drugom kvartalu, pri istoj vrednosti koeficijenta statičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila, i pri  $\omega = 0,82$ ,  $e_{net}$  se smanjuje na 0,784 MJ/tkm i OVE Human raste na 0,1333. U narednim kvartalima ( $\gamma$ ) se povećava, ( $\omega$ ) se prvo smanjuje, a zatim povećava, u četvrtom kvartalu, jedinična potrošnja energije  $e_{net}$  postepeno se smanjuje, a OVE Human raste do svoje najveće vrednosti, 0,1482.

## 7 Zaključna razmatranja

Transport treba da teži održivosti, koja se između ostalog definiše efikasnim korišćenjem obnovljivih energetske resursa. Iako ovaj cilj još uvek nije ostvariv, smernice razvoja transporta se ogledaju kroz energetske efikasnost, zaštitu životne sredine, korišćenje obnovljivih energetske izvora i dr. Težnja je da se razvije jedan racionalni transportni proces koji ispunjava ostvarive kriterijume koje pred njega istovremeno postavljaju društvena zajednica i privredno okruženje. Na drugoj strani potrebno je upravljati transportnim procesom u datom ambijentu i unaprediti ga u skladu sa ciljevima održivosti. Upravljanje transportnim procesom obuhvata prilagođavanje savremenim i budućim tehnološkim zahtevima

Polazi se od činjenice da su uslovi u kojima funkcionišu vozni parkovi karakteristični i sa osobenostima koje proističu iz transportnog procesa. Polazna hipoteza istraživanja je da postoji mogućnost da se definiše i u praksi primeni pokazatelj i metod unapređenja ukupne efektivnosti rada voznih parkova i transportnog procesa u celini.

Dva su osnovna cilja ove doktorske disertacije. Prvi cilj je da se utvrdi pokazatelj ukupne efektivnosti transportnog procesa, a drugi je da se definiše metoda unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa. Pokazatelj i metod

predstavljaju podršku odlučivanju rukovodiocima voznih parkova prilikom optimizacije odluka, korišćenja resursa i kontrole kvaliteta. Potrebno je da pokazatelj i metod unapređenja ukupne efektivnosti transportnog procesa budu sveobuhvatni kako bi mogli da se koriste kao operativni alat. Ukoliko bi sveobuhvatni pokazatelj i metod bili široko usvojeni i primenjeni kao alat postigla bi se koordinacija između državne politike, poslovnih interesa vlasnika voznih parkova i zahteva korisnika.

Da bi se došlo do odgovarajućeg metoda prvo je prikazan značaj istraživanja i upravljanja transportnim procesom. Zatim je prikazan proces realizacije održivog transporta i uloga svih činilaca koji uzajamno deluju u cilju dostizanja održivog transportnog procesa. Prikazana su i analizirana polja delovanja održivog transporta, između kojih se izdvaja efektivnost transportnog procesa.

U narednom delu rada prikazane su karakteristike metoda Totalno produktivno održavanje, pri čemu je posebna pažnja posvećena mogućnostima primene i dosadašnjim iskustvima u primeni ove metode. Takođe, predstavljen je i značaj pokazatelja ukupne efektivnosti sredstava za rad. Nakon toga su prikazani pokazatelji efektivnosti transportnog procesa. Detaljno su opisani najznačajniji pokazatelji efektivnosti rada vozila i data je uporedna analiza sa kritičkim osvrtom na nedostatke svakog od njih.

Prikazan je razvijeni metod i sveobuhvatni pokazatelj unapređenja ukupne efektivnosti rada voznih parkova i transportnog procesa. Prikazan je razvoj i proračun pokazatelja. Proračun se zasniva na određivanju iskorišćenja raspoloživosti vozila i vozača, učinka vozila i vozača, kvalitetu pružene usluge sa aspekta korisnika, energetske efikasnosti i izvršioca. Precizirana je prilagođena procedura i ciklus u okviru koga je neophodno funkcionisati kako bi se dostigli željeni efekti i unapređenje ukupne efektivnosti transportnog procesa. Dosledna primena metoda i pokazatelja zahteva određena ulaganja, kako vremena, tako i finansijskih sredstava. Metoda prilagođena datom okruženju pokazala se pogodnom za unapređenje ukupne efektivnosti transportnog procesa.

Razvijeni metod i pokazatelj su primenjeni na vozni park i transportni proces jednog privrednog društva za prevoz tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju u Republici Srbiji. Praćeni su pokazatelji rada voznog parka i transportnog procesa u toku jedne kalendarske godine. Analizirani su rezultati istraživanja.

Struktura i vrednosti pojedinih pokazatelja i sveobuhvatnog pokazatelja, pogodni su za prepoznavanje mogućih poboljšanja efektivnosti rada voznog parka i transportnog procesa. Takođe, pogodni su i kao podrška prilikom donošenja operativnih, taktičkih i strateških odluka vezanih za dimenzionisanje resursa voznog parka. Metod unapređenja ukupne efektivnosti daje sliku o efektivnosti korišćenja resursa voznog parka i izdvaja gubitke na koje treba delovati. Navedeni metod pruža naučno stručnu osnovu za unapređenje efektivnosti rada voznog parka i transportnog procesa.

U disertaciji je pokazano da su predloženi metod i pokazatelj pogodni za korišćenje u voznim parkovima u privrednim društvima za prevoz tereta u međunarodnom drumskom saobraćaju.

Doprinos rada predstavlja i definisanje specifičnih pokazatelja na osnovu kojih se određuje sveobuhvatni pokazatelj. Prikazan je uticaj pokazatelja energetske efikasnosti voznog parka na pokazatelj ukupne efektivnosti, kao i uticaj iskorišćenja korisne nosivosti vozila i iskorišćenja pređenog puta na energetske efikasnost.

Poseban značaj ovog rada je u tome što su u njemu prikazani rezultati primene metode i pokazatelja ukupne efektivnosti u jednom od najvećih voznih parkova međunarodnog drumskog transporta u Republici Srbiji.

Pravci daljih istraživanja bi trebalo da obuhvate:

- razvoj softverskog alata čiju osnovu čine ovaj metod i pokazatelj, koji bi omogućili pravovremen, jeftin i precizan postupak proračuna pokazatelja OVE Human, što bi predstavljalo podršku upravljanju transportnim procesom i planiranju rada vozila i vozača,

- istraživanje mogućnosti primene u voznim parkovima drugih privrednih društava u različitim oblastima drumskog transporta – distribucija robe na lokalnom i regionalnom nivou, transport specifičnih vrsta robe, transport u javnom sektoru i dr.,
- razvoj metodologije, zasnovane na gubicima, za formiranje cena u zavisnosti od korišćenja resursa voznog parka,
- kvantifikovanje uticaja učinka ostalih izvršilaca u transportnom procesu (dispečeri, radnici u održavanju, rukovodioci i dr.) na ukupnu efektivnost voznog parka i transportnog procesa.

## **Literatura i reference**

- Aarnink, S. , et al. (2012), Market barriers to increased efficiency in the European on-road freight sector, CE Delft, Delft, Netherlands
- Ahuja I.P.S., Khamba J.S., Choudhary R. (2006), Improved organizational behavior through strategic total productive maintenance implementation, Paper No. IMECE2006-15783, ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE), Chicago, IL, USA, November 5-10, pp. 1-8
- Ahuja I.P.S., Khamba J.S. (2007), An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 13 No. 4, pp. 338-352
- Ahuja I.P.S., Khamba, J.S. (2008a), Total productive maintenance: literature review and directions International Journal of Quality & Reliability Management Vol. 25 No. 7, pp. 709-756
- Ahuja I.P.S., Khamba J.S. (2008b), An evaluation of TPM initiatives in Indian industry for enhanced manufacturing performance”, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 25 No. 2, pp. 147-172
- Ahuja I.P.S., Khamba, J.S. (2008c), An assessment of maintenance management initiatives in Indian manufacturing industry, International Journal of Technology, Policy, Management, Vol. 8 No. 3, pp. 250-278



- Ahuja I.P.S., Khamba, J.S. (2008d), Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 14 No. 2
- Ahuja I.P.S., Singh T.P., Sushil M., Wadood, A. (2004), Total productive maintenance implementation at Tata Steel for achieving core competitiveness, *Productivity*, Vol. 45 No. 3, pp. 422-426
- Bakerjan R. (1994), *Tool and Manufacturing Engineers Handbook, Continuous Improvement*, Vol. 7, 4th ed., ASME, New York, NY, USA
- Bamber C.J., Sharp J.M., Hides, M. (1999), Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 5 No. 3, pp. 162-181
- Becker S.W. (1993), TQM does work: ten reasons why misguided efforts fail, *Management Review*, Vol. 82 No. 5, pp. 30-34
- Ben-Akiva M., Bonsall P., (2004) Increasing the relevance and utility to practice of transportation research, *Critical Issues Discussion, Transport Policy* 11 (2), pp.101-103
- Besterfield D.H., Besterfield-Michna C., Besterfield G.H., Besterfield-Sacre M. (1999), *Total Quality Management*, 2nd ed., Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, NJ, USA
- Bhadury B. (1988), *Total Productive Maintenance*, Allied Publishers Limited, New Delhi
- Bhadury B. (2000), Management of productivity through TPM, *Productivity*, Vol. 41 No. 2, pp. 240-251
- Blanchard B.S. (1997), An enhanced approach for implementing total productive maintenance in the manufacturing environment, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 3 No. 2, pp. 69-80
- Branninigan, C. , et al. (2015), Ex-post Evaluation of Directive 2009/33/EC on the promotion of clean and energy efficient road transport vehicles: Final Report, Ricardo Energy & Environment and TEPR for the European Commission, Brussels

- Capros, P. , et al. (2012), Technical report accompanying the analysis of options to move beyond 20% GHG emission reduction in the EU by 2020: Member State results, National Technical University of Athens, Athens
- Capros, P. , et al. (2013), Transport and GHG Emissions trends to 2050: Reference Scenario 2013, National Technical University of Athens, Athens
- Chaneski W.S. (2002), Total productive maintenance – an effective technique, *Modern Machine Shop*, Vol. 75 No. 2, pp. 46-48.
- Chow G., Heaver T.D., Henriksson L.E. (1994), Logistics performance: definition and measurement, *International Journal of Physical and Distribution Management*, Vol. 24, No 1, pp. 17–28
- Chowdhury C. (1995), NITIE and HINDALCO give a new dimension to TPM, *Udyog Pragati*, Vol. 22 No. 1, pp. 5-11
- Christopher M., Towill D.R. (2002). Developing market-specific supply chain strategies, *International Journal of Logistics Management*, 13(1), pp. 1–14.
- Christopher M., Towill, D.R. (2001), An integrated model for the design of agile supply chains, *International Journal Physical Distribution & Logistics*, 31(4): 234–246
- Conway T., Perry E. (1999), Incorporating statistical process control into the team-based TPM environment, *Semiconductor Manufacturing Conference Proceedings*, 1999 IEEE International Symposium, Santa Clare, CA, 11-13 October 1999, pp. 281-284
- Cooke F.L. (2000), Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17 No. 9, pp. 1003-1016
- Crawford K.M., Blackstone J.H. Jr. Cox J.F. (1988), A study of JIT implementation and operating problems, *International Journal of Production Research*, Vol. 26 No. 9, pp. 1561-1568
- Cua K.O., Mc.Kone K.E., Schroeder R.G. (2001), Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance, *Journal of Operations Management*, Vol. 19 No. 6, pp. 675-694
- Dal B., Tugwell P, Greatbanks, R. (2000), Overall equipment effectiveness as a measure for operational improvement: a practical analysis”, *International*

- Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 No. 12, pp. 1488-1502
- Davis R., Willmott P. (1999), Total Productive Maintenance, Alden Press, Oxford, UK
- Donselaar K., Kokke K., Allessie, M. (1998), Performance measurement in the transportation and distribution sector, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 28 No. 6, pp. 434-450
- Dossenbach T. (2006), Implementing total productive maintenance, Wood and Wood Products, Vol. 111 No. 2, pp. 29-32
- Dwyer J. (1999), More than a maintenance technique, Works Management, Vol. 52 No. 9, pp. 15-16
- EC (2011a), COM(2011) 144 final, White paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, European Commission, Brussels
- EC (2011b), COM(2011) 112 final, A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, European Commission, Brussels
- EC (2011c), COM(2011) 885 final, Energy Roadmap 2050, European Commission, Brussels
- EC (2014a), IP/14/54, 2030 climate and energy goals for a competitive, secure and low-carbon EU economy, European Commission, Brussels
- EC (2014b), COM(2014) 15 final, Communication from The Commission to The European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions, A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030, European Commission, Brussels, 2014
- EC (2014c), COM(2014) 285 final, Communication from The Commission to The Council and The European Parliament: Strategy for reducing Heavy-Duty Vehicles' fuel consumption and CO2 emissions, European Commission, Brussels
- EC (2016a), COM(2016) 501 final, A European Strategy for Low-Emission Mobility, European Commission, Brussels

- EC (2016b), COM(2016) 761 final, Proposal for a Directive of The European Parliament and of The Council amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency, European Commission, Brussels
- EC (2016c), Statistical Pocketbook 2016, EU Transport in figures, European Commission, Brussels
- EEA (2016), Report: Final energy consumption by mode of transport, European Environment Agency, Copenhagen
- EP (2009a), Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, European Parliament, Official Journal of the European Union, L140, 5.6.2009
- EP (2009b), Directive 2009/33/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of clean and energy-efficient road transport vehicles, European Parliament, Official Journal of the European Union, L120, 15.5.2009
- European Council (2014), EUCO 169/14, Conclusions on 2030 climate and energy policy framework, Brussels
- Forster, D. et al. (2012), Quantification of the effects on greenhouse gas emissions of policies and measures: Final report, AEA Technology Plc, Didcot, UK
- Fredendall L.D., Patterson J.W., Kennedy W.J. Griffin T. (1997), Maintenance modeling, its strategic impact, Journal of Managerial Issues, Vol. 9 No. 4, pp. 440-453
- Garza-Reyes J.A, et al. (2017), Improving Road Transport Operations using Lean Thinking, 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy, pp. 1900-1908
- Guan T.S., Mason R., Disney S.M. (2003), "MOVE: Modified Overall Vehicle Effectiveness", 8th International Symposium of Logistics, Seville, Spain, 6-8th July, pp. 641-649
- Gupta R.C., Sonwalkar, J. and Chitale, A.K. (2001), Overall equipment effectiveness through total productive maintenance, Prestige Journal of Management and Research, Vol. 5 No. 1, pp. 61-72

- Hall R. (2002), Introducing the Concept of Sustainable Transport to the U.S. DOT through the Reauthorization of TEA-21 in Technology and Policy Program, MIT, Massachusetts, USA
- Hansen R.C. (2002), Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profits, Industrial Press Inc., New York, NY, USA
- Hayes R.H., Pisano G.P. (1994), Beyond world class: the new manufacturing strategy, Harvard Business Review, Vol. 72 No. 1, pp. 77-84
- Hayes R.H., Wheelwright S.C. (1984), Matching process technology with product/market requirements, in Hayes, R.H. and Wheelwright, S.C. (Eds), Restoring Our Competitive Edge: Competing through Manufacturing, Wiley, New York, NY, USA
- Higgins L.R., Brautigam D.P., Mobley, R.K. (1995), Maintenance Engineering Handbook, 5th ed., McGraw-Hill Inc., New York, NY, USA
- Holmgren M. (2005), Maintenance-related losses at the Swedish Rail, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 11 No. 1, pp. 5-18
- Huang S.H., Dismukes J.P., Shi J., Su, Q. (2002), Manufacturing system modeling for productivity improvement, Journal of Manufacturing Systems, Vol. 21 No. 4, pp. 249-260
- Ireland F., Dale B.G. (2001), A study of total productive maintenance implementation, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 7 No. 3, pp. 183-191
- Jeong K.Y., Phillips D.T. (2001), Operational efficiency and effectiveness measurement, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21 No. 11, pp. 1404-1416
- Juric Z., Sanchez A.I., Goti, A. (2006), Money-based overall equipment effectiveness, Hydrocarbon Processing, Vol. 85 No. 5, pp. 43-45
- Labib A.W. (1999), A framework for benchmarking appropriate productive maintenance, Management Decision, Vol. 37 No. 10, pp. 792-799
- Lawrence J.L. (1999), Use mathematical modeling to give your TPM implementation effort an extra boost, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 5 No. 1, pp. 62-69

- Levitt J. (1996), *Managing Factory Maintenance*, Industrial Press Inc., New York, NY, USA
- Ljungberg O. (1998), Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 18 No. 5, pp. 495-507
- Magghard B.N., Bailey C.L., Moss D. (1989), Total productive maintenance: TPM that works, *Electronic Manufacturing Technology Symposium, Proceedings of the 7th IEEE/CHMT International*, 25-27 September, San Francisco, CA, USA pp. 13-17
- Magghard B.N., Rhyne D.M. (1992), Total productive maintenance: a timely integration of production and maintenance, *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 33 No. 4, pp. 6-10
- Maier F.H., Milling P.M., Hasenpusch J. (1998), *Total Productive Maintenance: An International Analysis of Implementation and Performance*, available at: <http://iswww.bwl.uni-mannheim.de/lehrstuhl/publikationen/tpm.pdf>
- Manojlović A., Papić V., Filipović S., Jovanović V. (2011), Fleet renewal: an Approach to Achieve Sustainable Road Transport, *Thermal Science*, Vol. 15 No. 4, pp. 1223-1236
- Mason R, Simons D, Gardner B, (2001), 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, pp. 362-367
- McAdam R., and Duffner, A.M. (1996), Implementation of total productive maintenance in support of an established total quality programme, *Total Quality Management&Business Excellence*, Vol. 7 No. 6, pp. 613-630
- McKellen C. (2005), *Total productive maintenance, MWP*, Vol. 149 No. 4, p. 18.
- McKinnon A.C. (1999) *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
- McKinnon A.C., Ge, Y. and Leuchars, D (2003), *Key Performance Indicators for the Food Supply Chain, Transport Energy Best Practice Programme, Benchmark Guide BG78*, Harwell, UK

- McKinnon A.C., Ge, Y. and Leuchars, D (2009), Key Performance Indicators for the Food Supply Chain, Transport Energy Best Practice Programme, Benchmark Guide BG78, Harwell, UK
- McKone K.E., Roger G.S., Cua K.O. (1999), Total productive maintenance: a contextual view", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, pp. 123-144
- McKone K.E., Roger G.S., Cua, K.O. (2001), The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance, *Journal of Operations Management*, Vol. 19 No. 1, pp. 39-58
- Medar, O.M., et al. (2014), Assessing the Impact of Transport Policy Instruments on Road Haulage Energy Efficiency, *Thermal Science*, 18, 1, pp. 323-337
- Moore R. (1997), Combining TPM and reliability-focused maintenance, *Plant Engineering*, Vol. 51, No. 6, pp. 88-90
- Mora E. (2002), The Right Ingredients for a Successful TPM or Lean Implementation, available at: [www.tpmonline.com](http://www.tpmonline.com)
- Nakajima S. (1988), *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*, Productivity Press, Portland, OR, USA
- Nakajima S. (1989), *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*, Productivity Press, Portland, OR, USA
- Noon M., Jenkins S. and Lucio M.M. (2000), FADS, techniques and control: the competing agendas of TPM and Tecax at the Royal Mail (UK), *Journal of Management Studies*, Vol. 37 No. 4, pp. 499-519
- OECD (1996), Environmental criteria for sustainable transport, Document OECD/GD(96)136, OECD Environment Directorate's Task Force on Transport
- Ollila A., Malmipuro M. (1999), Maintenance has a role in quality, *The TQM Magazine*, Vol. 11 No. 1, pp. 17-21
- Papić V. (2011), Predgovor u Zborniku radova, Ka održivom transportu 2011, Ivanjica, Srbija, str. 1-3
- Patterson J.W., Kennedy W.J., Fredendall, L.D. (1995), Total productive maintenance is not for this company, *Production and Inventory Management Journal*, Vol. 36 No. 2, pp. 61-64

- Radosavljević D., Manojlović A., Medar O., Bojović N. (2017a), Ocena ukupne efektivnosti transportnog procesa, Tehnika 5/17, str. 717-724
- Radosavljević D., Manojlović A., Medar O., Bojović N. (2018), Vehicle fleet energy efficiency: influence on overall vehicle effectiveness, Thermal Science, DOI: 10.2298/TSCI170926074R
- Radosavljević D., Manojlović A., Medar O., Bojović O., Bogićević D. (2017b), Managing the effectiveness of road freight transport, 6th International Conference „Towards a Humane City“, Novi Sad, Serbia, pp. 717-724
- Rhyne D.M. (1990), Total plant performance advantages through total productive maintenance, Conference Proceedings, APICS, Birmingham, pp. 683-686
- Rich N. (1999), Total Productive Maintenance, The Lean Approach, Bromborough, Tudor Business Publishing, UK
- Rich N., Francis M. (1998) Overall supply chain performance measurement: focusing improvements and stimulating change, Proceedings of the 2nd Annual Logistics Research Network Conference, Cranfield University, Cranfield, UK, pp. 442-455
- Riis J., Luxhoj J., Thorsteinsson U. (1997), A situational maintenance model, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 14 No. 4, pp. 349-366
- Robinson C.J. and Ginder A.P. (1995), Implementing TPM: The North American Experience, Productivity Press, Portland, OR, USA
- Rodrigues M. and Hatakeyama K. (2006), Analysis of the fall of TPM in companies, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 179 Nos 1-3, pp. 276-279
- Roup J. (1999), Moving beyond TPM to total plant reliability: redefining the concept to optimize benefits, Plant Engineering, Vol. 53 No. 2, pp. 32-35
- Samuel H.H., John P.D., Shi, J., Qi, S. (2002), Manufacturing system modeling for productivity improvement, Journal of Manufacturing Systems, Vol. 21 No. 4, pp. 249-260
- Sangameshwaran P., Jagannathan, R. (2002), HLL's manufacturing renaissance, Indian Management, November, pp. 30-35
- Schonberger L. (1996), World Class Manufacturing: The Next Decade: Building Power, Strength and Value, The Free Press, New York, NY, USA



- Sekine K., Arai, K. (1998), TPM for the lean Factory-Innovative Methods and Worksheets for Equipment Management, Productivity Press, Portland, OR, USA
- Shamsuddin A., Hassan M.H., Taha, Z. (2005), TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 11 No. 1, pp. 19-42
- Shirose K. (1989), Equipment Effectiveness, Chronic Losses, and Other TPM Improvement Concepts in TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance, Productivity Press, Portland, OR, USA
- Shirose K. (1992), TPM for Operators, Productivity Press Inc., Portland, OR, USA
- Shirose K. (1995), TPM Team Guide, Productivity Press Inc., Portland, OR, USA
- Shirose K. (1996), Total Productive Maintenance: New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries, Japan Institute of Plant Maintenance, Tokyo
- Simon D., Iliana I., Hans M., Jos Van H. (2013), Transportation performances measures and metrics: Overall Transportation Effectiveness (OTE) 46th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, pp 4186-4195
- Simons D., Mason R., and Gardner B. (2004), Overall Vehicle Effectiveness, International Journal of Logistics: Research and Applications, Vol. 7, pp. 119-135
- Sun H., Yam R., Wai-Keung, N. (2003), The implementation and evaluation of total productive maintenance (TPM) – an action case study in a Hong Kong manufacturing company”, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 22 No. 3, pp. 224-228
- Suzuki T. (1992), New Directions for TPM, Productivity Press, Cambridge, MA, USA
- Suzuki T. (1994), TPM in Process Industries, Productivity Press Inc., Portland, OR, USA
- Swanson L. (1997), An empirical study of the relationship between production technology and maintenance management, International Journal of Production Economics, Vol. 53 No. 2, pp. 191-207
- Swanson L. (2001), Linking maintenance strategies to performance, International Journal of Production Economics, Vol. 70 No. 3, pp. 237-244

- Topenčarević Lj. (1987), Organizacija i tehnologija drumskog transporta, Građevinska knjiga, Beograd
- Villarreal B. (2012), The transportation value stream map (TVSM), *European J. Industrial Engineering*, Vol. 6 No. 2, pp. 216–233
- Villarreal B., et al. (2014), Achieve Routing Leagility by Increasing Its Efficiency, Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014) "Excellence in Engineering To Enhance a Country's Productivity" July 22 - 24, Guayaquil, Ecuador
- Villarreal B., Garza-Reyes J.A., Kumar V., Lim M.K. (2016), Improving road transport operations through lean thinking: a case study, *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol 20, no. 2, pp. 163-180
- Voss C.A. (1995), Alternative paradigms for manufacturing strategy, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15 No. 4, pp. 5-16
- Voss C.A. (2005), Paradigms of manufacturing strategy re-visited, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25 No. 12, pp. 1223-1227
- Vujanović, D., et al. (2010), Energy efficiency as a criterion in the vehicle fleet management process, *Thermal Science*, 14, 4, pp. 865-878
- Wal R.W.E., Lynn D. (2002), Total productive maintenance in a South African pulp and paper company: a case study, *The TQM Magazine*, Vol. 14 No. 6, pp. 359-366
- Wang F.K. (2006), Evaluating the efficiency of implementing total productive maintenance, *Total Quality Management & Business Excellence*, Vol. 17 No. 5, pp. 655-667
- Wang F.K., Lee W. (2001), Learning curve analysis in total productive maintenance, *Omega International Journal of Management Science*, Vol. 29 No. 6, pp. 491-499
- Wauters F., Mathot J. (2007), OEE Overall Equipment Effectiveness, ABB Inc, preuzeto sa: <http://www.abb.com/oeef.pdf>, pristupljeno 14.04.2015.
- Willmott P. (1994), *Total Productive Maintenance: The Western way*. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, UK

Willmott P., McCarthy D. (2001), Total Productive Maintenance: A Route to World-Class Performance, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, UK

Witt C.E. (2006), TPM: the foundation of lean, Material Handling Management, Vol. 61 No. 8, pp. 42-45

## **Biografija autora**

Dušan Radosavljević rođen je 16.2.1982. godine u Nišu, gde je završio osnovnu školu "Njegoš" i gimnaziju "9. maj" sa odličnim uspehom. Nakon završene srednje škole, upisao je Saobraćajni fakultet u Beogradu, školske 2000/2001. godine, na Odseku za drumski i gradski saobraćaj i transport. Diplomirao je 2006. godine sa prosečnom ocenom 8,51 (osam i 51/100). Diplomski rad pod nazivom "Primena programa Transyt 7F u proračunu signalnih planova u zonskom upravljanju i vrednovanju rešenja - primer osnovna mreža grada Niša" ocenjen je ocenom 10 (deset). Za postignut uspeh u toku školske 2005/2006 godine nagrađen je od strane Fondacije "Nikola Oka".

Nakon diplomiranja 2006. godine angažovan je na Visokoj tehničkoj školi u Nišu kao saradnik u nastavi, a od 2010. godine zaposlen je kao asistent za uže naučne oblasti Saobraćajni i transportni sistemi i Bezbednost drumskog saobraćaja. Na Studijskom programu Drumski saobraćaj bio je angažovan na izvođenju vežbi na predmetima Javni gradski prevoz, Bezbednost saobraćaja, Tehnika bezbednosti i kontrole saobraćaja, Teorija i regulisanje saobraćajnih tokova, Tehnologija drumskog saobraćaja, Međunarodni transport i špedicija i Parkiranje i terminali u drumskom saobraćaju.

Dušan Radosavljević je od septembra 2006. do januara 2010. godine, bio zaposlen u privrednom društvu Niš-ekspres AD, Niš, na mestu Rukovodioca pogona za putnički saobraćaj.

U toku dosadašnjeg rada objavio je kao autor jedan rad u međunarodnom časopisu sa SCI liste iz kategorije M23, tri rada u domaćim časopisima, kao i više od dvadeset radova i saopštenja na domaćim i međunarodnim naučnim skupovima i konferencijama.

## Izjava o autorstvu

Potpisani Dušan M. Radosavljević

---

Broj upisa

---

### Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

UPRAVLJANJE RESURSIMA VOZNOG PARKA U CILJU UNAPREĐENJA

EFEKTIVNOSTI TRANSPORTNOG PROCESA

---

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis doktoranda:**

U Beogradu, 8. aprila 2018. godine

---

## Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora	Dušan M. Radosavljević
Broj upisa	
Studijski program	Saobraćaj
Naslov rada	UPRAVLJANJE RESURSIMA VOZNOG PARKA U CILJU UNAPREĐENJA EFEKTIVNOSTI TRANSPORTNOG PROCESA
Mentor	Dr Branko Milovanović, vanredni profesor

Potpisani: Dušan M. Radosavljević

izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis doktoranda:**

U Beogradu, 8. april 2018. godine

---

## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

UPRAVLJANJE RESURSIMA VOZNOG PARKA U CILJU UNAPREĐENJA

EFEKTIVNOSTI TRANSPORTNOG PROCESA

---

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

**Potpis doktoranda:**

U Beogradu, 8. april 2018. godine

---



1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.