

POKAZATELJI EKSPLOATACIJE VOZILA U SISTEMU SAKUPLJANJA OTPADA

Goran Radoičić¹, Peđa Milosavljević²

¹ Jkp „Mediana“ Niš, Mramorska 10, 18000 Niš, Srbija,

² Mašinski Fakultet Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

REZIME

Mnoge lokalne sredine u Srbiji, a posebno one manje razvijene, skoro da ne vode evidenciju o vrstama i količini otpada, ili to čine bez izražene želje za naročitom tačnošću podataka. Vozila za sakupljanje otpada mogu biti generatori velikog broja podataka koji jednovremeno ukazuju na efektivnost i efikasnost sistema upravljanja otpadom, bilo da se radi o manjoj ili većoj lokalnoj sredini. Veoma je interesantno razmotriti pokazatelje eksploatacije vozila u sistemu sakupljanja otpada kao što su: utrošak goriva po jedinici sakupljenog otpada (l/kg, l/t), pređena kilometraža vozila po toni sakupljenog otpada (km/t), vreme rada vozila potrošeno za sakupljanje masene jedinice otpada (h/kg, h/t). Podatke o količini otpada možemo prikazati u funkciji vremena (kg/h) ili zapremine utošenog energenta za pokretanje vozila (kg/l). Ako ove pokazatelje pratimo u dužem vremenskom periodu možemo doneti kvalitetne zaključke o funkcionisanju sistema upravljanja otpadom. Ovakav pristup možemo smatrati nekom vrstom obrasca za sistematizaciju i analizu informacija koje su neophodne za efektivno funkcionisanje sistema. Upoređivanjem dobijenih podataka možemo empirijski definisati normative pojedinih funkcija. Posebno je važno da se ovakva praćenja ustanove na nivou države i da preko odgovarajuće agencije ovi podaci mogu biti dostupni svima, što bi omogućilo komparaciju dvaju i više sistema, različitih lokalnih ili regionalnih sredina. U oblasti upravljanja otpadom još uvek nisu precizno definisani standardi kada su u pitanju pokazatelji efektivnosti pa ovaj rad istovremeno predstavlja i pokušaj inicijalnog utvrđivanja standarda za veličine koje se mogu smatrati relevantnim pokazateljima eksploatacije vozila u komunalnim sistemima.

ključne reči: indikatori, otpad, kilometraža, potrošnja goriva, moto-čas, ukupna dozvoljena masa.

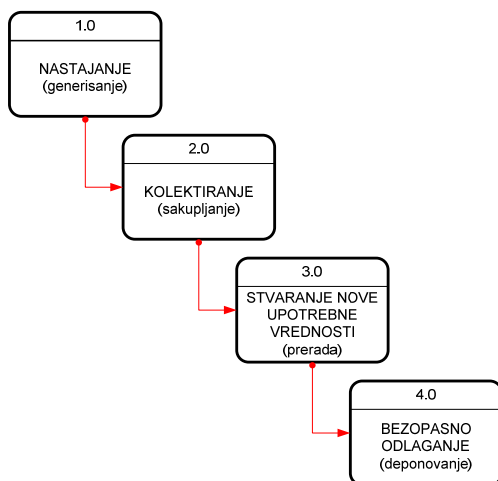
1. UVOD

Upravljanje otpadom vrši se u nekoliko nivoa od kojih su, može se reći, najvažnija tri: državni, pokrajinski i lokalni (regionalni - više jedinica lokalne samouprave) /1/. Sakupljanje, transport i odlaganje otpada čine elemente integralnog sistema upravljanja otpadom u Srbiji i predstavljaju vidove postupanja sa otpadom u nadležnosti lokalnih samouprava. Navedene funkcije postupanja sa otpadom zajedno čine jednu od najznačajnijih komunalnih delatnosti /2/. Otpad iz domaćinstva (kućni otpad, eng. *household waste*) je najzastupljenija vrsta otpada kod nas. Sa velikom tačnošću se može reći da je sakupljanje ove vrste otpada najorganizovanije i prilično transparentno, sa značajnim učešćem građana u njemu. Lokalna samouprava najčešće poslove sakupljanja otpada poverava javnom komunalnom preduzeću. U novije vreme ima primera ustupanja delatnosti sakupljanja i deponovanja otpada koncesionaru u skladu sa zakonom.

Otpad se u našim uslovima sakuplja uglavnom primenom dve vrste vozila. Tako se u ovu svrhu koriste vozila sa otvorenim sandukom za samoistovar i specijalna vozila za

kompaktiranje otpada. Vozila sa otvorenim sandukom za samoistovar se uobičajeno nazivaju kiperima. Specijalna vozila za kompaktiranje otpada poseduju sposobnost sabijanja otpada u zatvorenoj komori i istovara sadržaja posredstvom odgovarajućeg mehanizma /3/. Najveći broj ovih vozila poseduje mehanizam za utovar otpada, najčešće sa hidrauličnim pogonom (/4/,/5/,/6/).

Generisanje otpada (sl.1) je zapravo privremeno odlaganje otpada koje može biti kontrolisano i nekontrolisano. Kontrolisano odlaganje otpada podrazumeva upotrebu predviđenih i propisanih sredstava i metoda za njegovo prihvatanje i preuzimanje bez negativnog uticaja na okolinu i prirodu. Tehnologija sakupljanja i preuzimanja otpada mora biti osnova sistema menadžmenta otpadom. Veoma važna operacija, koju svakako treba primeniti, jeste merenje preuzetog, odnosno sakupljenog otpada. Merenje količine otpada može se izvršiti na ulazu u proces kolektiranja ili izlazu iz njega. Bilo kako, masu sakupljenog otpada neophodno je izmeriti pre ulaza u proces prerade, odnosno stvaranja nove upotrebne vrednosti iz otpada (sl.1).



Slika 1. Glavni procesi upravljanja otpadom

2. INDIKATORI UPRAVLJANJA OTPADOM

Pokazatelje značajne za analizu sistema upravljanja otpadom nazivamo indikatorima upravljanja otpadom. Jedan broj osnovnih kvantitativnih činjenica, na osnovu kojih se može vršiti procena efektivnosti i efikasnosti sistema upravljanja otpadom, prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1: Indikatori vezani za upravljanje otpadom

Naziv indikatora	Oznaka	Jedinica mere
Zapremina otpada	Z	m ³
Broj ciklusa-tura kamiona	C	-
Broj vozila (kamiona) u upotrebi	K	-
Broj korisnika usluge (stanovnika)	S	-
Zapremina prosečne ture	\bar{z}	m ³ /kamion
Gustina otpada	ρ, ρ'	kg/m ³
Količina utrošenog goriva	G	l
Masa otpada	M	kg, t
Pređeni put vozila	P	km
Radno vreme kamiona - broj motočasova	R	h

Pored prikazanih indikatora možemo uvesti i kombinovane indikatore. To su specifični pokazatelji međusobnog odnosa pojedinih indikatora iz tabele 1. Za potrebe analize sistema upravljanja otpadom, a pre svega, sa aspekta efektivnosti vozila koja se koriste u sistemu, mogu se uvesti sledeći indikatori:

- M/G [kg/l] - masa otpada po utošenom gorivu,
- M/P [kg/km] - masa otpada prema pređenoj kilometraži,
- M/R [kg/h] - masa otpada po moto-času vozila.

Funkcija M/G ukazuje nam na količinu otpada u masenim jedinicama, npr. tonama, koju možemo transportovati u skladu sa izabranom tehnologijom postupanja sa otpadom sa jednim litrom goriva. Međutim, sistemi se razlikuju po mnogim karakteristikama, pre svega po broju korisnika usluge sakupljanja otpada, kao i veličini i tehničkom stanju voznog parka, pa se ova funkcija može uporediti sa funkcijama M/P, kojom se definiše masa otpada prevežena po kilometru, odnosno M/R što predstavlja masu otpada po času rada vozila. Da bi imali tačniju sliku o sistemu upravljanja otpadom, kao uporedni indikator možemo koristiti broj pređenih kilometara po korisniku usluge P/S.

Za analizu efektivnosti vozila u eksploataciji na poslovima sakupljanja otpada pogotovo su interesantne inverzne vrednosti prethodnih indikatora koje možemo prikazati kao:

- G/M [l/t] – utrošak goriva po jedinici sakupljenog otpada,
- P/M [km/t] – pređeni put po jedinici otpada,
- R/M [čas/t] – utrošeno vreme rada na sakupljanju jedinice otpada.

Navedeni indikatori nam zapravo nude korisne tehničke informacije o količini potrošenih resursa u odnosu na jedinicu sakupljenog i transportovanog otpada. Unutar ovih funkcija možemo analizirati i podfunkcije kao na primer G_i/M_i koja pokazuje potrošnju goriva G_i određene konstrukciono-tehnološko-eksploatacione grupe vozila (npr. Mercedes Benz) u odnosu na preveženu količinu otpada M_i istom grupom vozila. Indeks „i“ ima vrednost $1 \div n$, pri čemu „n“ odgovara broju KTE grupa vozila za sakupljanje otpada. Pomoću ovih indikatora možemo upoređivati pogodnost eksploatacije pojedinih grupa vozila ali i efektivnost posada na vozilima u postupanju sa otpadom, konkretno u procesu kolektiranja otpada.

3. MERENJE MASE OTPADA

Posmatrajući sisteme lokalnih samouprava danas u Srbiji, možemo zaključiti da postoji priličan broj komunalnih službi koje ne poseduju adekvatnu opremu za kolektiranje otpada, kao i najveći broj onih u kojima se ne vrši tretman otpada, podrazumevajući i merenje količine. To će reći, da se danas kod nas, generalno, ne može precizno izraziti količina generisanog i sakupljenog otpada! Za uvrđivanje masenih količina otpada uglavnom se koriste dve metode i to:

- procena na osnovu zapremine tovarnog prostora kamiona,
- merenje kamiona na kolskoj vagi.

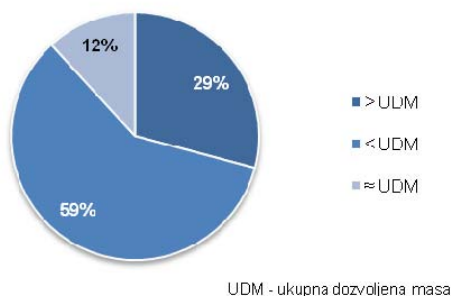
Najčešća metoda, zbog male razvijenosti najvećeg broja lokalnih sistema upravljanja otpadom, je procena na osnovu zapremine. Poznavajući karakteristike vozila sa kojima rade (pre svega zapremine sanduka ili kontejnera) vlasnici procesa kolektiranja otpada opredeljuju se za metodu procene mase utovarenog sadržaja. Pri tome se koriste različite empirijske forme, kao npr. izraz [1] koji određuje gustinu otpada ρ iz domaćinstva u rastresitom stanju /7/ pre postupka kompaktiranja u kontejneru vozila, odnosno izraz [2] koji predstavlja gustinu otpada ρ' nakon sabijanja /8/.

$$\rho = 230 \div 320 \text{ kg/m}^3 = 0,23 \div 0,32 \text{ t/m}^3 \quad [1]$$

$$\rho' = 0,47 \div 0,53 \text{ t/m}^3 \quad [2]$$

Kod metode procene mase postoji mogućnost pojave greške jer se u principu ne poznaje tačan sastav otpada. Vozila za prevoz otpada, koja se koriste u našem okruženju, najčešće ne poseduju mogućnost registrovanja mase utovarenog sadržaja pa napunjenost tovarnog sanduka procenjuju iskustveno opslužiooci vozila. Kako bi sprečili pojavu preopterećenja, rukovaoci, u mnogim slučajevima, završavaju proces utovara tereta pre nego je to potrebno, što uzrokuje manju ukupnu masu vozila od dozvoljene. Pored toga, vozila rade sa različitim stanjima tehničke ispravnosti hidrauličnih sistema za kompaktiranje otpada, tako da se često ne može računati na projektovanu vrednost stepena sabijanja.

Preopterećenje vozila najčešće se konstatuje prilikom unutrašnje kontrole, kada se vozila ciljano isključuju iz saobraćaja i upućuju na merenje mase. Ovakve kontrole u jednom komunalnom servisu, koji svojom uslugom sakupljanja i odvoza otpada obuhvata nešto preko 200.000 stanovnika (Grad Niš), dale su sledeće rezultate. U periodu 2007.-2009. izvršeno je 127 kontrola preopterećenosti tj. ukupne težine vozila. Rezultati kontrole prikazani su na sl.2. Većina kontrolisanih vozila bila je nedovoljno opterećena, a svega 12% u granicama dozvoljenog opterećenja. Opseg tolerancije mase iznosi ± 200 kg. Posmatrani komunalni servis u proseku dnevno angažuje 15 specijalnih vozila za transport otpada. Ukoliko primenimo procenite sa sl.2 doći ćemo do zaključka da se dnevno preoptereći 4,37 vozila, da je 8,86 vozila nedovoljno opterećeno i da je 1,77 vozila u optimalnim granicama opterećenosti. Greška procene mase, samo na primeru kontrolisanih vozila, iznosi oko 80 tona što ukazuje na potrebu za pouzdanijom metodom merenja (ili procene količine) u toku samog procesa rada.



Slika 2. Rezultati merenja UDM vozila

Da je kontrola preopterećenosti vršena češće verovatno da bi ovi podaci bili nešto drugačiji ali i ovako daju određene zaključke o ponašanju vozača i radu vozila na sakupljanju otpada. Na osnovu raspoloživog uzorka može se zaključiti da je:

- mali broj dnevno angažovanih vozila kod kojih je tovarni prostor optimalno popunjen,
- skoro trećina angažovanih vozila preopterećena,
- najviše onih vozila kod kojih je izmerena ukupna masa manja od dozvoljene,
- evidentan strah kod većine vozača od preopterećenja vozila tokom rada na sakupljanju otpada,
- potrebno osmisliti način za automatsko praćenje popunjenosti tovarnog prostora (u toku rada vozila).

4. INDIKATORI EKSPLOATACIJE VOZILA ZA SAKUPLJANJE OTPADA

Broj vozila sa osnovnom funkcijom sakupljanja otpada u voznom parku izabranog komunalnog servisa varirao je iz godine u godinu, a njegovo kretanje u poslednjih pet godina

prikazano je u tabeli 2. Vozila za kolektiranje otpada kao pogonsko gorivo koriste plinsko ulje tj. dizel gorivo. Podaci o utrošenom gorivu dobijeni su iz internih zapisa, a pre svega izveštaja o dnevnom točenju goriva sa interne benzinske pumpe u komunalnom preduzeću. Pređena kilometraža i broj moto-časova su elementi koji se prate pomoću: a) hronotahometarskog zapisa (tzv. tahografskog uloška), b) GPS tehnologije. Analiza obuhvata period od pet godina (2004.-2008.).

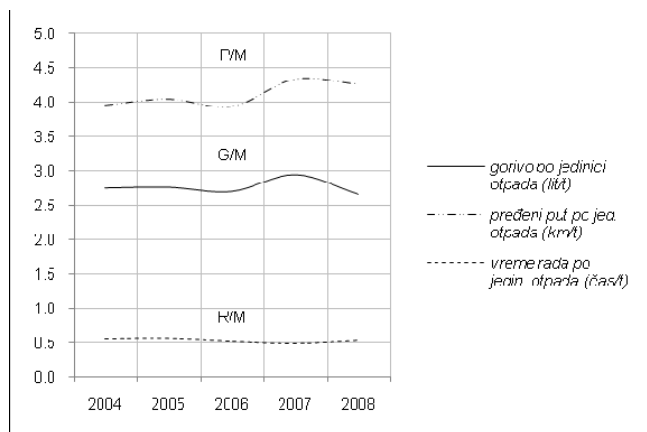
Tabela 2: Broj vozila za sakupljanje otpada

Godina	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Br. vozila	23	22	21	24	26

Zadovoljenje zahteva za optimalnim brojem vozila u sistemu zavisi od tri ključna uslova: a) obima pružanja usluge sakupljanja otpada, koji se iz godine u godinu povećava, što znači i povećanje broja korisnika, b) ekonomske sposobnosti, koja se ogleda kroz nabavku novih vozila i c) kvalitetnog održavanja vozila.

Na sl.3 prikazana je promena triju indikatora eksploatacije vozila za sakupljanje otpada konkretnog komunalnog servisa (potrošnje goriva, pređenog puta i uloženog vremena rada u odnosu na masu preveženog otpada). Kriva crta-tačka P/M predstavlja odnos osnovnih indikatora upravljanja otpadom i to pređenog puta vozila i mase sakupljenog otpada, puna kriva G/M prikazuje odnos utrošenog goriva i mase otpada, a isprekidana kriva R/M odnos radnog vremena kamiona i mase otpada po godinama u posmatranom periodu.

Posmatrajući krive sa sl.3 možemo zaključiti da nije bilo previše odstupanja od srednjih vrednosti, osim kada je u pitanju 2007. godina, u kojoj dolazi do porasta veličine pređenog puta vozila, kao i goriva po toni preveženog otpada, dok je broj časova rada vozila nešto smanjen. Pojave se mogu objasniti povećanjem broja vozila u eksploataciji u odnosu na prethodnu 2006. godinu za 14,3% (tabela 2) kao i povećanjem delokruga rada čime su u sistem sakupljanja otpada uključeni novi korisnici usluge koji se nalaze na većoj udaljenosti od mesta konačnog odlaganja otpada (periferija grada, seoske sredine itd). Tako da imamo situaciju u kojoj nova vozila opslužuju duže relacije sa manjim količinama otpada što uslovljava brži porast pređene kilometraže i potrošnje goriva u odnosu na porast količine otpada.



Slika 3. Indikatori eksploatacije vozila.

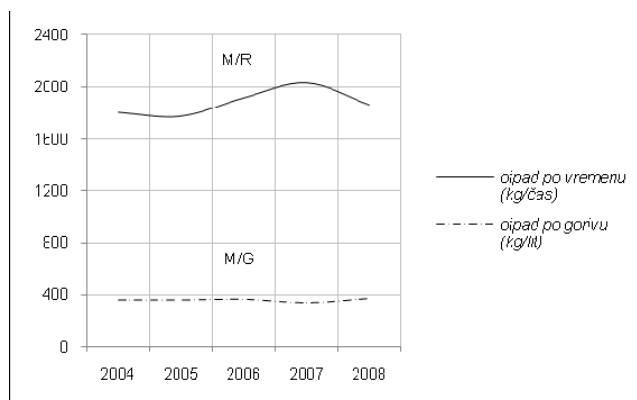
Na osnovu dobijenog skupa veličina tj. vrednosti godišnjih indikatora možemo utvrditi prosečne vrednosti triju indikatora eksploatacije vozila za sakupljanje otpada. Posmatrajući tabelu 3 zaključujemo da je u sistemu koji opslužuje oko 200.000 korisnika, pod uslovima primene metode merenja otpada koja podrazumeva konverziju zapremine u masu primenom

obrasca [2], za sakupljanje i transport 1 tone otpada potrebno utrošiti 0,53 sati (ili 31 min i 48 sec) rada vozila (motora) i 2,76 l dizel goriva, kao i preći 4,12 km puta.

Tabela 3: Indikatori eksploatacije vozila

Oznaka indikatora	G/M [l/t]	P/M [km/t]	R/M [h/t]
Prosečna vrednost	2,76	4,12	0,53

Inverzne vrednosti indikatora eksploatacije vozila ukazuju nam na količine otpada u funkciji vremena rada, zapremine utrošenog energenta ili pređenog puta vozila. Ovde ćemo se osvrnuti na prve dve. Dijagram sa sl.4 prikazuje promenu indikatora količine otpada po jedinici vremena rada (M/R) kao i količine otpada po utrošenom gorivu (M/G) u toku perioda praćenja, pri čemu x-osa predstavlja godišnje periode.



Slika 4. Indikatori koji ukazuju na količine otpada

Opadajući trend indikatora M/R na kraju perioda ukazuje na uključivanje većeg broja vozila u proces iako je evidentno permanentno povećanje ukupne mase produkovanog otpada i broja korisnika usluge. Trend indikatora M/G na samom kraju perioda je umereno rastući što bi trebalo da ukazuje na korišćenje boljih tehničkih rešenja vozila sa manjom potrošnjom goriva kao i bolji odnos vozača (i ekipe u celini) u rukovanju sa vozilom i pored povećanja broja vozila u upotrebi. Takođe, može se izvesti zaključak da komunalni servis sa pripadajućim brojem vozila i postojećom organizacijom procesa rada sakupi u proseku 1879 kg otpada po jednom satu rada vozila, odnosno 362 kg otpada po jednom litru utrošenog pogonskog goriva (tabela 4).

Tabela 4: Indikatori specifičnih masa otpada

Oznaka indikatora	M/R [kg/h]	M/G [kg/l]
Prosečna vrednost	1879	362

Broj obveznika plaćanja naknade (domaćinstava) za izvršenu uslugu sakupljanja i odvoza otpada u konkretnom komunalnom sistemu raste iz godine u godinu. U poslednjih 5 godina, prosečno 73.000 domaćinstava koristi ovu uslugu (to je i broj mesečno izdatih računa). Prevedeno na broj građana, u posmatranom periodu, oko 200.000 stanovnika u proseku koristi usluge ovog komunalnog preduzeća. Stavljajući u odnos indikatore M i S iz tabele 1 dobićemo novi, indikator prosečne specifične produkovane količine otpada po glavi

stanovnika i on u konkretnom slučaju ima vrednost $M_{SGod}=337$ kg na godišnjem, odnosno $M_{SDn}=923$ gr na dnevnom nivou.

Dobijene vrednosti indikatora M_{SGod} i M_{SDn} možemo uporediti sa onima iz dokumenta /9/ u kome se iznose podaci o srednjoj godišnjoj, odnosno dnevnoj količini komunalnog otpada po stanovniku:

$$M_{SGod}=0,337 \text{ t} < M_{SGod/9}=0,346 \text{ t, odnosno} \quad [3]$$

$$M_{SDn}=0,923 \text{ kg} < M_{SDn/9}=0,95 \text{ kg} \quad [4]$$

Podaci u navedenom dokumentu /9/ odnose se na period 2006.-2008., a za poređenje uzete su vrednosti iz poslednje godine kao najtačnije zbog činjenice da je vremenom došlo do značajnog unapređenja prikupljanja podataka u lokalnim zajednicama. Tako možemo reći da su prosečne vrednosti indikatora M_{SGod} i M_{SDn} razmatranog sistema sakupljanja otpada (Grad Niš) nešto manje od prosečnih vrednosti na nivou Republike Srbije prema podacima iz dokumenta /9/. Ako bi smo posmatrali godinu za godinu onda bi isti indikatori razmatranog sistema u 2008. bili veoma bliski republičkim vrednostima:

$$M_{SGod2008}=0,341 \text{ t} \approx M_{SGod/9}=0,346 \text{ t} \quad [5]$$

$$M_{SDn2008}=0,934 \text{ kg} \approx M_{SDn/9}=0,95 \text{ kg} \quad [6]$$

Već je rečeno da se u cilju boljeg sagledavanja veličina u sistemu upravljanja otpadom može koristiti indikator pređenih kilometara vozila po jednom korisniku usluge (stanovniku). Interesantno je analizirati ovu specifičnu kilometražu na dva načina, kao godišnju veličinu i veličinu u funkciji broja izvršenih usluga. Stavljanjem u odnos ukupnu godišnju pređenu kilometražu za potrebe procesa kolektiranja otpada sa brojem stanovnika posmatrane lokalne sredine dobijena je vrednost indikatora $P_{SGod}=1,4$ km/st/god. Uzimajući u obzir da se usluga odvoženja otpada u načelu vrši jednom nedeljno, godišnja kilometraža P_{SGod} podeljena sa brojem ciklusa (sedmica) daje vrednost indikatora $P_{Scik}=0,027$ km/st/cikl.

5. OSNOVNI INDIKATORI U ODNOSU NA JEDINICU VOZILA

Interesantno je videti kako jedinično vozilo radi na poslovima sakupljanja otpada u toku godine. To se može učiniti analizom osnovnih indikatora kao što su: broj moto-časoava, broj pređenih kilometara, količina utrošenog goriva i masa preveženog otpada. Na osnovu izvorne evidencije konkretnog komunalnog servisa nacrtane su krive promene godišnjih indikatora u odnosu na jedinicu vozila (sl.5) i izračunate njihove prosečne vrednosti (tabela 5).

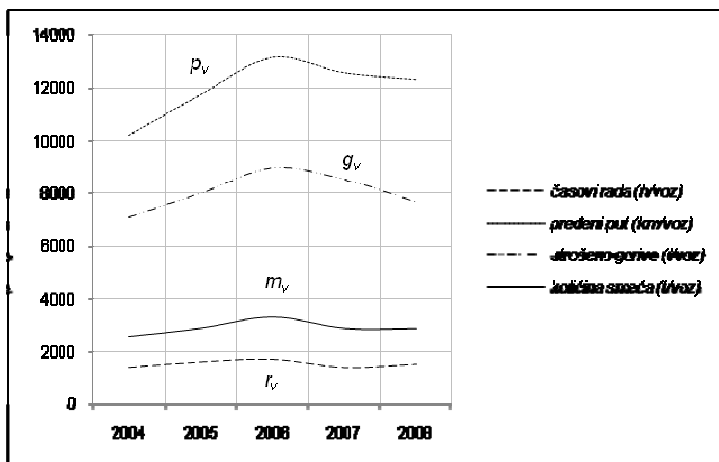
Posmatrajući tabelu 5 i dijagram sa sl.5 možemo izneti nekoliko zapažanja:

- Nakon dvogodišnjeg rasta, broj pređenih kilometara jednog vozila (kriva p_v) opada u drugom delu perioda, što ukazuje na upotrebu većeg broja vozila kao i bolju organizaciju procesa (optimizaciju ruta). U proseku jedno vozilo godišnje pređe u transportu skoro 12000 km.
- Druga polovina perioda odlikuje se smanjenjem potrošnje goriva (g_v) što ukazuje na trend korišćenja većeg broja vozila i bolju organizaciju procesa rada, pri čemu prosečno vozilo utroši nešto više od 8000 l goriva na godišnjem nivou.
- Na osnovu analize vremena rada (r_v) možemo zaključiti da posle prve polovine perioda, u kome se povećavalo angažovanje po jednom vozilu, dolazi do povećanja broja vozila, a time i njihovog rasterećenja. Jedno vozilo u proseku ostvaruje 1552 efektivnih časova rada u toku godine.
- Trend porasta u prvoj polovini perioda, a zatim opadanja, ima i masa preveženog otpada po vozilu (m_v), zbog uticaja promene broja vozila (tabela 2), a zatim, u drugom delu perioda i

drugačije organizacije procesa rada. Prosečna vrednost sakupljenog otpada po vozilu iznosi 2913 t godišnje.

Tabela 5: Prosečna vrednost indikatora u odnosu na jedinicu vozila

Naziv indikatora	Časovi rada [h/voz]	Kilometra ža [km/voz]	Potrošnja goriva [l/voz]	Preveženo otpada [t/voz]
Vrednost indikatora	1552	11994	8049	2913



Slika 5. Pokazatelji eksploatacije u odnosu na jedinicu vozila

6. ZAKLJUČAK

Specijalna vozila za sakupljanje otpada izabranog voznog parka za pokretanje motora koriste dizel gorivo čija je cena 0,88 €/l kada je u pitanju dizel D-2, odnosno 1,1 €/l kada je reč o evro-dizelu. Imajući u vidu prosečnu potrošnju i srednju cenu dizel goriva, jedno vozilo ovog sistema na gorivu potroši ≈ 7900 €, a kompletna flota, koja obavlja poslove sakupljanja otpada, za potrebe goriva utroši blizu 185.000 € na godišnjem nivou. Ako potrošnju goriva stavimo u odnos sa kilometražom dobićemo da se na svakih 100 km puta u svrhu prevoza otpada utroši 67 litara dizel goriva, što u finansijskom smislu predstavlja rashod u vrednosti od ≈ 66 €/100 km.

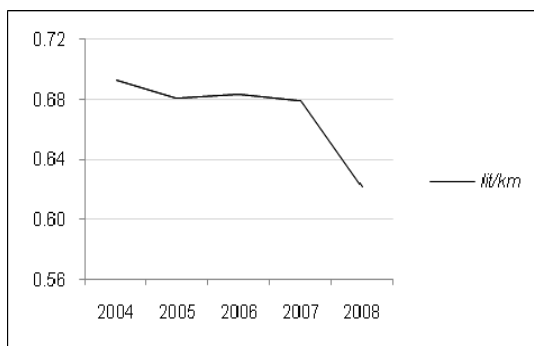
Prema jednom od pristupa /10/, troškovi životnog ciklusa vozila mogu se razvrstati na tri osnovne grupe i to: troškove vlasništva, troškove rada i troškove održavanja. Takođe, troškovi ŽC vozila za odvoz otpada $T_{\text{ŽC}}$ mogu se podeliti na: troškove proizvodnje i puštanja u rad T_{PP} , troškove održavanja T_{O} i troškove korišćenja T_{K} . Ovde, posebno interesantne troškove korišćenja T_{K} dalje možemo podeliti na:

- troškove goriva T_{G} ,
- troškove osiguranja i registracije T_{OR} i
- troškove ličnog dohotka opslužilaca T_{LD} /11/.

Na troškove osiguranja i registracije vozila ne možemo uticati obzirom da se ove oblasti propisuju zakonom. Na troškove ličnog dohotka možemo uticati ali samo smanjenjem broja pratioaca vozila što opet zavisi od mogućnosti primene novih tehnologija i bolje organizacije

procesa. Jedno je sigurno, boljom organizacijom i pristupom u realizaciji poslova, troškove goriva možemo smanjiti, jer su ovako veoma visoki!

Bolju organizaciju procesa moguće je ostvariti na više načina od kojih je jedan primena GPS monitoringa vozila. Informacije dobijene putem GPS-a mogu se odnositi, između ostalog, i na tri bitna saobraćajna elementa: kretanje, mirovanje i prekoračenje brzine kretanja vozila. U procesu sakupljanja otpada veoma je značajno praćenje zadržavanja vozila za šta je potrebno prethodno definisati trajanje perioda dozvoljenog zadržavanja (npr. zadržavanja duža od 15 min smatraju se nepodobnim). Uočena duža zadržavanja treba analizirati u smislu da li su opravdana (kvar, povreda i sl.) ili ne. Ovakav pristup može doneti značajne promene ka optimizaciji vremena rada pa i na uštedi u potrošnji goriva jer su duža zadržavanja u najvećem broju slučajeva praćena nepotrebnim radom motora. Na sl.6 prikazana je promena indikatora potrošnje goriva po jedinici pređenog puta u izabranom komunalnom sistemu od početka korišćenja GPS tehnologije (2007. godina) sa koje se jasno može uočiti pad potrošnje energenta za pokretanje motora u odnosu na pređenu kilometražu. Sa druge strane, prekoračenja brzine u pojedinim intervalima kretanja vozila mogu prouzrokovati neželjene posledice (saobraćajnu nezgodu ili prekršaj) pa je potrebno analizirati učestalost takvih događaja i preduzimati mere preventive (sastanci sa vozačima itd).



Slika 6. Potrošnja goriva po kilometru puta

Ako se osvrnemo na izračunati broj pređenih kilometara po stanovniku u procesu vršenja usluge sakupljanja otpada, možemo zaključiti da izabrana lokalna sredina ima zadovoljavajuću gustinu naseljenosti što izuzetno pogoduje održivosti sistema upravljanja otpadom, odnosno povećanju efikasnosti rada i održavanja sistema i njegovih elemenata. Pređeni put kamiona za sakupljanje otpada od 27 m po stanovniku i jednom sakupljanju nije veliki i govori o dobrim uslovima za optimalni rad. Ovde treba istaći da data vrednost uključuje i transport otpada do konačnog odlagališta (deponije) i povratak vozila na rejon procesa rada.

Postojeći sistem kolektiranja otpada ima prostora za dalja poboljšanja. Njih treba očekivati, pre svega u operativnom delu procesa. Malim izmenama u tehnologiji procesa rada moguće je ostvariti pozitivne promene. Mera poboljšanja koju prevashodno treba primeniti jeste tipizacija posuda za prihvatanje otpada u domaćinstvima. Danas se tipizirane posude uglavnom koriste u objektima za masovno stanovanje i kod privrednih subjekata (firmi). Tipizacija posuda bi omogućila smanjenje vremena manipulacije (donošenje, pražnjenje, odnošenje posude /7/) i stvorila uslove za uvođenje mehanizovanog utovara u potpunosti, ali i utvrđivanje tačne zapremine produkovanog otpada po domaćinstvu. Sledeći korak poboljšanja procesa je uvođenje nove tehnologije koja će služiti za pojedinačno merenje mase posude prilikom utovara u vozilo. Tehnologija bi omogućila i registrovanje podataka o merenju.

Pojedinačno merenje posuda bi pogodovalo uvođenju novog načina naplate naknade za izvršenu uslugu koji bi bio zasnovan na količini (masi) generisanog otpada. Takođe, na mestima za preuzimanje sakupljenog otpada, bilo da je reč o sanitarnim deponijama, reciklažnim centrima ili postrojenjima za dobijanje energije iz otpada, treba predvideti sisteme za merenje otpada na samom fizičkom ulazu ovih lokacija.

Evidencija otpada, čiji se dalji tretman planira na jedan od poznatih načina, mora biti precizna i orijentisana prema vrsti otpada (prema Zakonu /1/). Dakle, nameće se potreba za stalnim unapređenjem informacionog sistema u upravljanju otpadom koji mora obezbediti sve važne podatke o otpadu kao i elementima transportnog sistema (radna ekipa, vozilo, posude itd). Informacioni sistem u upravljanju otpadom treba da sadrži:

- Tahografske uređaje u svakom vozilu,
- GPS primopredajnike na svakom vozilu,
- Monitoring centar,
- Obradu putnih naloga, tahografskih uložaka i naloga za trebovanje goriva,
- Instrumente merenja i registrovanja mase sakupljenog otpada,
- Kvalitetno održavanje vozila i opreme informacionog sistema.

7. LITERATURA

- [1] ZAKON O UPRAVLJANJU OTPADOM, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br.36/09, Beograd, maj 2009.
- [2] ZAKON O KOMUNALNIM DELATNOSTIMA, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br.16/97, 42/98, Beograd, 1997.-1998.
- [3] G. Radoičić, SPECIFIČNOST KRITERIJUMA ZA IZBOR VOZILA ZA SAKUPLJANJE OTPADA, naučno-stručni časopis *Istraživanja i projektovanja za privredu*, br.21, ISSN 1451-4117 UDC 33, Beograd, 2008.
- [4] www.faan.com
- [5] www.fariduk.com
- [6] www.zoeller-kipper.de
- [7] M. Krznar, B. Tkalčec, V. Bogadi, I. Banek, D. Borovčak, PRIRUČNIK ZA NORMIRANJE – SAKUPLJANJE I ODVOZ KRUTIH OTPADNIH TVARI, str. 106, Privredna komora Jugoslavije, Beograd, 1974.
- [8] ***, *Interna operativno-tehnička dokumentacija*, JKP „Mediana“ Niš, 2004.-2008.
- [9] ***, *Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2008. godinu*, Republika Srbija, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine, www.sepa.gov.rs
- [10] J. Todorović, INŽENJERSTVO ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SISTEMA, str. 31, ISBN 86-80941-07-7, Jugoslovensko društvo za motore i vozila, Beograd, 1993.
- [11] G. Radoičić, TROŠKOVI ŽIVOTNOG CIKLUSA SPECIJALNIH VOZILA ZA SAKUPLJANJE, SABIJANJE I TRANSPORT OTPADA, stručni skup *Upravljanje životnim ciklusom mehanizacije i transportnih sredstava*, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu – Institut za istraživanja i projektovanja u privredi – Društvo održavalaca tehničkih sistema, Tara, 21.-24. mart 2006.