

UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA EKSPLOATACIJE PNEUMATIKA

Gradimir Danon,
Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu

Milan Žeželj
Institut za puteve AD

Informacije koje se odnose na troškove eksploatacije vozila su od velikog značaja za donošenja poslovnih odluka u transportnim i saobraćajnim preduzećima. Korisnici pokušavaju da usklađivanjem karakteristika vozila i uslova eksploatacije, a vodeći pri tome vodeći računa o ograničenjima koja nameće okruženje, minimiziraju svoje troškove. Za uspešno obavljanje ovog posla potrebne su odgovarajuće informacije, softverski alati i znanje pre svega. Ukoliko bi rangirali po veličini pojedinačne troškove eksploatacije vozila troškovi pneumatika bi zauzeli drugo mesto, odmah iza troškova za gorivo. Nivo ovih troškova zavisi od velikog broja različitih međusobno spregnutih faktora, čije se delovanje može donekle predvideti i na koje se može delimično uticati. Ovo bi se teško moglo ostvariti bez odgovarajućeg informacionog sistema, kao i programa za analizu i predviđanja neophodnih za donošenje odluka.

Ključne reči: troškovi eksploatacije, pneumatici, izbor pneumatika, održavanje pneumatika, habanje protektora, zamor karkase, protektiranje pneumatika

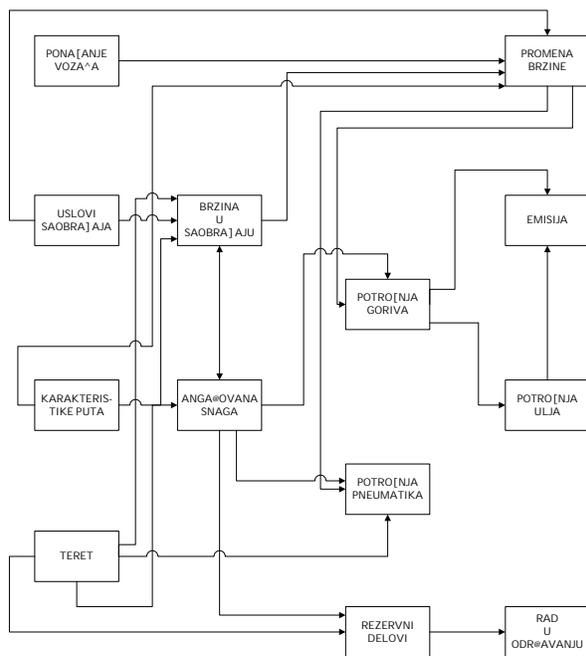
Prevoznici u svome redovnom poslu nastoje, i to sa promenljivim uspehom, da usklade karakteristike vozila i uslove eksploatacije, sa ciljem da što više smanje nivo troškova eksploatacije vozila, uz ograničenja koja im nameću raspoloživi resursi i okruženje. To je veoma složen, odgovoran i stručan posao, koji predpostavlja odgovarajuće informacije, softverske alate, ali i znanje pre svega.

Nivo ukupnih troškova eksploatacije vozila zavisi od delovanja različitih faktora u vezi samih vozila, načina i organizacije njihove eksploatacije, tehničko-eksploatacionih karakteristika puteva, uslova odvijanja saobraćaja na njima, sistema održavanja vozila, iskustva vozača i niza drugih faktora.

Za brzo i dovoljno tačno sračunavanje očekivanih troškova mogućih alternativa u transportu, menadžment mora biti osposobljen i opremljen na odgovarajući način. Postoje, za ovu namenu, razvijeni modeli i prateći računarski programi za predviđanje troškova eksploatacije vozila za odabrano vozilo na nekoj deonici puta. Koriste se empirijske jednačine koje simuliraju uticaj fizičkih karakteristika i stanja puta na eksploatacionu brzinu vozila, potrošnju goriva i maziva, potrošnju pneumatika i potrebe za održavanjem vozila (rezervni delovi

i rad), itd. Uz njihovu pomoć mogu se sračunati tzv "promenjivi" troškovi za obavljene rad vozača i mehaničara, gorivo, mazivo, delove i pneumatike. Na ovo treba dodati i odgovarajuće "fiksne" troškove, odnosno amortizaciju za vozilo, kamate i otplate, troškove režijske i ako je to potrebno troškove izgubljenog vremena putnika i tereta.

Da bi ove jednačine dale dovoljno tačne rezultate potrebno je, pre njihove primene, izvršiti odgovarajuća prilagođavanja – baždanjenja na lokalne uslove. To podrazumeva određena istraživanja, kao i prikupljanje informacija o putu i vozilu, načinu i stepenu njihovog korišćenja, jediničnim cenama vozila, delova i neophodnih resursa. Prikupljanje i obrada ovih podataka danas bi se teško mogla zamisliti bez odgovarajućeg informacionog sistema (IS). Funkcija programa za izračunavanje troškova eksploatacije vozila (VOC-vehicle operating cost), koji predstavlja nadgradnju na postojeće IS u transportnim i saobraćajnim preduzećima, bi bila da na osno-vu prikupljenih podataka, koristeći i podatke iz drugih delova i drugih IS, sračunava očekivane ukupne troškove eksploatacije vozila za zadate uslove eksploatacije, odnosno omogućiti analizu uticaja pojedinih faktora na ukupne troškove eksploatacije.



Slika 1: Faktori koji utiču na troškove eksploatacije i njihova međusobna povezanost /3/

TROŠKOVI EKSPLOATACIJE VOZILA

Ukupni troškovi eksploatacije vozila su kombinacija troškova goriva, ulja, pneumatika, rada i delova za održavanje, amortizacije... koji su različiti za različite tipove vozila i uslove eksploatacije. Ovi troškovi se mogu predstaviti u odgovarajućim fizičkim jedinicama (lit, kg, km), ili kao utrošeni novac za (na primer) 1000 kilometara pređenog puta, odnosno časova rada.

Faktori koji utiču na troškove mogu se podeliti u nekoliko velikih grupa /1,2/:

- Karakteristike vozila, obuhvataju fizičke i eksploatacione karakteristike vozila, kao na primer težina, nosivost, snaga motora, snaga sistema za kočenje, konstruktivne karakteristike oslanjanja, ...;
- Karakteristike puta, obuhvataju geometriju puta, karakteristike i stanje površine kolovoza (širina puta, usponi, krivine, ravnost, oštećenja na kolovozu...);
- Uslovi eksploatacije, gde spadaju atmosferski uslovi, gustina saobraćaj, brzina kretanja, stvarno opterećenje vozila, ponašanje vozača, ...;

- Regionalni faktori, koji obuhvataju odgovarajuće ekonomske, socijalne, tehnološke i institucionalne karakteristike regiona, na primer ograničenja brzina, cene goriva, cene novih vozila, cene delova i radne snage, osposobljenost vozača, ...

Svi ovi faktori su, na neki način, međusobno povezani (slika 1). Među njima najuticajni su oni iz grupe karakteristike puta, koji utiču na brzinu kretanja, ubrzanja i usporenja i angažovanu snagu motora. Od angažovane snage, opterećenja vozila, promene brzine kretanja i stanja površine kolovoza, zavise potrošnja goriva, guma i rezervnih delova. Potrošnja goriva ima direktan uticaj na potrošnju ulja i emisiju štetnih gasova u okolinu.

U tabeli 1 dati su osnovni pokazatelji troškova eksploatacije za neko konkretno vozilo na odgovarajućem putu.

Veličina	Jedinica mere
Potrošeno gorivo	Litara
Ulje	Litara
Pneumatici	Ekvivalentan novi pneumatik
Radno vreme posade	Časova
Vreme putnika	Časova
Zadržavanje tereta	Časova
Rad na održavanju	Časova
Rezervni delovi	% cene novog vozila
Umanjenje vrednosti	% cene novog vozila
Kamatna stopa	% cene novog vozila

Tabela 1: Pokazatelji troškova eksploatacije vozila

Osim fizičkih postoje i ekonomsko/finasijski indikatori. Prema važnosti, na prvom mestu je cena novog vozila, obzirom da je ona osnova za izračunavanje troškova rezervnih delova, amortizacije i kamatnih stopa. Ostalo su cene sredstava za podmazivanje i pneumatika, satnice vozača i mehaničara, nadoknade za kašnjenje putnika i tereta, kamatne stope i troškovi režije (tabela 2).

Množenjem fizičkih i ekonomsko/finasijskih pokazatelja dobijaju se pojedinačni troškovi eksploatacije (tabela 3). Suma ovih troškova daje direktne, odnosno zavisne troškove eksploatacije vozila.

Jedinične cene	Novčane jedinice (NJ)
Novog vozila	NJ za vozilo
Goriva	NJ za litar
Sredstava za podmazivanje	NJ za litar
Novi pneumatik	NJ za pneumatik
Protektiranje	NJ za pneumatik
Satnica vozača	NJ za sat rada
Kašnjenje putnika	NJ za sat rada
Satnica mehaničara	NJ za sat rada
Kašnjenje tereta	NJ za sat rada
Godišnja kamatna stopa	Procenata
Režiski troškovi	NJ za vozilo/km

Tabela 2: Jedinični troškovi

Da bi sračunali ukupne troškove eksploatacije na ove troškove treba dodati amortizaciju, kamate i režijske troškove, koji malo ili ni malo ne zavise od intenziteta eksploatacije i vezuju se za određeni vremenski period (nedelja, mesec, godina).

Vrsta troška	% od ukupnih troškova	Novaca
Direktni troškovi		
Gorivo		
Mazivo		
Pneumatici		
Posada		
Putnici		
Teret		
Rad na održavanju		
Rezervni delovi		
Indirektni troškovi		
Amortizacija		
Kamate		
Kredit		
Ukupni VOC za 1000 vozilo/km	100	

Tabela 3: Ukupni VOC za 1000 vozilo/km

TROŠKOVI EKSPLOATACIJE PNEUMATIKA

Troškovi pneumatika čine od 8% do 14% ukupnih troškova eksploatacije vozila /1/. Funkcionisanje pneumatika i njihov vek u velikoj meri zavise od uslova eksploatacije, stanja (ispravnosti) vozila i načina vožnje. Pneumatik se koristi sve do pojave otkaza, do koga može doći na različitim delovima i to: u spoljnoj gumi, zračnici, pojasu ili ventilu. Od svih otkaza najvažniji su otkazi spoljne gume i to postepeni

usled zamora noseće strukture i habanja protektora, ili slučajni usled nasilnih oštećenja.

Vek pneumatika je ograničen vekom noseće strukture. Degradacioni otkazi u nosećoj strukturi spoljne gume su posledica cikličkih termomehaničkih opterećenja materijala. Određen broj spoljnih guma strada i ranije, usled oštećenja od tvrdih predmeta, rupa na kolovozu, ivičnjaka i slično, koja se ne mogu, ili po zakonu ne smeju popravljati.

Habanje protektora spoljne gume ima važnost i sa ekonomskog i sa ekološkog stanovišta. Habanje predstavlja jedan kompleksan fenomen. Postoji pet različitih mehanizama habanja gume protektora i to: adhezivno, abrazivno, erozivno, korozivno i usled zamora /5/. Ovaj poslednji mehanizam je prema /6/ dominantan. Na dužinu veka pneumatika utiče veliki broj faktora, kao što su sastav gume protektora i dezen, vrsta vozila i način upotrebe, karakteristike puta i njegovo stanje, uslovi okoline (na primer temperatura) i mnogi drugi. Vek protektora je ograničen zapreminom habajućeg dela protektora.

Površina poprečnog preseka habajućeg dela protektora pneumatika računa se kao površina trapeza. Raščlanjenost dezena je u obrascu obuhvaćena veličinom PROFIL čija je vrednost 1 za pneumatike bez dezena, 0,9 za letnje, a 0,85 i manje za zimske pneumatike i pneumatike za terenska vozila).

$$POVRŠINA = \frac{LL - LU}{2} \cdot (TD - TD_{MIN}) \cdot PROFIL \quad [mm^2]$$

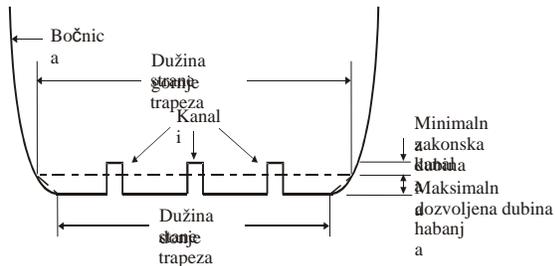
Zapremina habajućeg sloja gume se izračunava množenjem POVRŠINE obimom napumpanog neopteređenog pneumatika:

$$VOL = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot POVRŠINA}{1,000,000} \quad [dm^3]$$

Intenzitet habanja zavisi od karakteristika materijala i intenziteta generisanih sila u kontaktu, koje su uvek praćene odgovarajućim klizanjem. Postoji direktna korelacija između habanja i absorbovane energije u kontaktu /3/:

$$HABANJE = K_O \cdot E_{KLIZANJA} \left[\frac{dm^3}{1000km} \right]$$

Pri tome, za ovu vrstu razmatranja, nije preterano bitno da li se radi o klizanju u podužnom ili bočnom pravcu. Jedinica mere za energiju klizanja je $\left[\frac{J}{m} \right]$. K_O je mera otpora habanju gume protektora i ima jedinicu mere $\left[\frac{dm^3}{J} \right]$.



Slika 2: Skica preseka protektora pneumatika sa veličinama potrebnim za izračunavanje habajuće zapremine pneumatika /4/

Vek pneumatika bi se mogao izračunati kao:

$$VEK \text{ PROTEKTORA} = \frac{1000 \cdot VOL}{HABANJE} [km]$$

Savremeni pneumatiki, pre svega oni namenjeni komercijalnim vozilima, mogu se više puta protektirati. Pneumatik sa pohabanim protektorom se nakon pregleda, ukoliko zadovolji tehničke i ekonomske kriterijume, protektira i ponovo vraća u eksploataciju.

Već sa jednim protektiranjem troškovi eksploatacije pneumatika se snižavaju za 17% /1/. U ukupne troškove eksploatacije uključeni su troškovi nabavke novih pneumatika, troškovi protektiranja, kao i oni za održavanja pneumatika:

$$UT = CNP + CPP \cdot NP + TO [utrošenog \text{ novca}],$$

gde su:

UT - ukupni troškovi eksploatacije pneumatika,
 CNP - cena novog pneumatika,
 CPP - cena protektiranja,
 NP - broj protektiranja,
 TO - troškovi održavanja.

Ukupni put koji pneumatik pređe do otpisa može se predstaviti na sledeći način:

$$UP = DNP + \sum_{i=1}^{NP} DPP_i, \text{ odnosno } UP = DNP + DPP_{sr} \cdot NP [km]$$

gde su: UP - ukupni pređeni put do otpisa,
 DPP_i - pređeni put nakon i-tog protektiranja,
 DPP_{sr} - srednji pređeni put protetiranog pneumatika,
 NP - broj protektiranja.

Jedinični troškovi pneumatika se dobijaju kada se ukupni sračunati troškovi podele sa pređenom kilometražom:

$$JTP = 1000 \cdot \frac{UT}{UP} \left[\frac{\text{novcanih jedinica}}{1000km} \right].$$

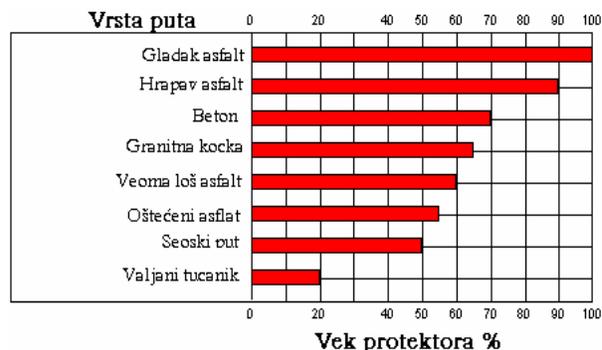
Na ovaj način izračunatu cenu treba pomnožiti sa brojem montiranih pneumatika na vozilu, kojih kod vučnih vozova može biti i 18. U uslovima kada cene na tržištu nisu stabilne, kao i za situacije kad se žele upoređenja sa sličnim troškovima u drugim zemljama, produktivnije je troškove predstaviti u "ekvivalentnim novim pneumaticima". To podrazumeva da se jednačina za izračunavanje ukupnih troškova pneumatika rearanžira na sledeći način:

$$UTP = 1 \cdot BTV \cdot \frac{(1 + NR \cdot K)}{UP} \left[\frac{\text{ekv. novi pneumatici}}{1000 \text{ km}} \right]$$

gde su: BTV - broj točkova na vozilu

K - odnos cene protektiranja i cene novog pneumatika (obično negde oko 0,5).

Na vek protektora utiče, kao što je već rečeno, veliki broj različitih faktora. Nihov uticaj može biti toliki da referentni vek, koji prema Š6Č iznosi 15000 km/mm dubine dezena, može biti i 10 puta kraći. Najduži vek bi pneumatik imao ukoliko bi se sve vreme koristio na ravnom putu sa površinom od glatkog asfalta, a najkraći ako bi se stalno koristio po valjanom tucaniku (vidi sliku 3).



Slika 3: Uticaj puta na vek protektora pneumatika

U prvom slučaju bi vek pneumatika bio pet puta duži nego u drugom. Između se nalaze vrednosti vek protektora za ostale puteve, čiji su kolovozi izrađeni od različitih materijala, koji su u različitom tehničkom stanju i imaju različite karakteristike.

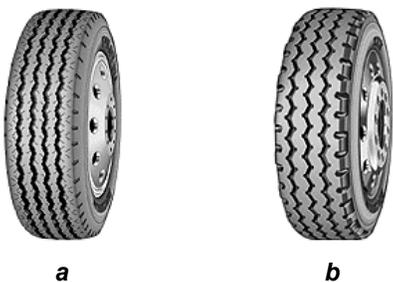
Na razlike u intenzitetu habanja protektora osim kolovozne površine utiču i profil puta (krivine, usponi i poprečni nagibi), tehničko stanje puta i uslovi saobraćaja, odnosno njegova gustina i struktura. karakteristike površine kolovoza utiču i na akumulaciju oštećenja u strukturi karkase. Makro neravnine, pogotovu rupe nastale usled propadanja kolovoza, utiču na akumulaciju oštećenja u materijalu pneumatika.

Uslovi rada (vertikalno opterećenje, pritisak vazduha u pneumatiku i brzina kretanja vozila) takođe utiču na vek pneumatika. Preporuka proizvođača pneumatika je da stvarno opterećenje pneumatika (uz odgovarajući pritisak vazduha) i brzina budu uvek niži od graničnih vrednosti. Poštovanjem ove preporuke vek pneumatika se znatno produžava. Na primer, ukoliko je stvarno opterećenje za 20% niže od nominalnog, vek pneumatika pri maksimalno dozvoljenoj brzini je 30% duži. Preopterećenje točka za 20% ima suprotan efekat.

Klimatski uslovi, odnosno uslovi okoline su jedan od faktora koji utiče na oštrinu eksploatacije pneumatika. Ovde se misli na spoljnu temperaturu i vlažnost vazduha, padavine (kiša i sneg) i koncentracija ozona. Klimatski uslovi se ne mogu kontrolisati, odnosno korisnik na njih ne može uticati. Vek pneumatika je kraći leti nego zimi kao i u krajevima sa toplijom klimom. U radu /6/ data se razlike u intenzitetu habanja pneumatika za teretna vozila leti i zimi. One se razlikuju od točka do točka i kreću se između 2% i 7% uz napomenu da su istraživanja obavljena u Italiji gde razlike klimi nisu velike. Nešto veće razlike (10%) ustanovljene su i u domaćim istraživanjima /7/.

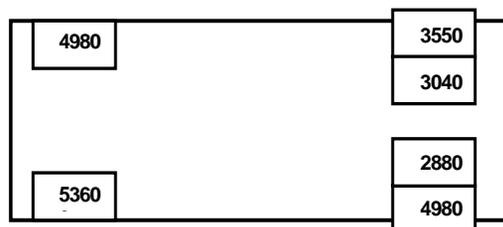
Na vek pneumatika velikog uticaja ima i položaj pneumatika na vozilu. Dezen i konstrukcija pneumatika mora biti prilagodjena nameni. Za komercijalna vozila na raspolaganju su različiti pneumatici za montažu na upravljačkim, pogonskim i slobodnim osovina. Dezen protektora pneumatika za prednje osovine se obavezno sastoji od uzdužnih kanala što obezbeđuje dobro vođenje upravljačkih točkova (slika 4a).

Pneumatici za pogonske osovine su obično sa rebrastim dezenom koji ima i uzdužne i poprečne kanale (slika 4b).

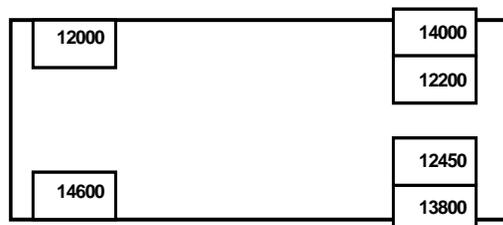


Slika 4: Pneumatici za autobuse namenjeni za montažu na
a) prednju osovину; b) pogonsku osovину

Razlike u habanju se mogu pojaviti i zavisno od strane vozila na kojoj je pneumatik montiran i da li se radi o unutrašnjim ili spoljnim pneumaticima kod osovina sa udvojenim točkovima. Na slici 5a dati su intenziteti habanja za teretno vozilo. Rezultati su uzeti iz projekta EU koji je još uvek u toku /6/. Interesantno je da je intenzitet habanja u prikazanom primeru između tri i četiri puta veći od referentnog. Opitna staza se sastoji od autoputeva, magistralnih i lokalnih puteva sa većim usponima i padovima.



a)



b)

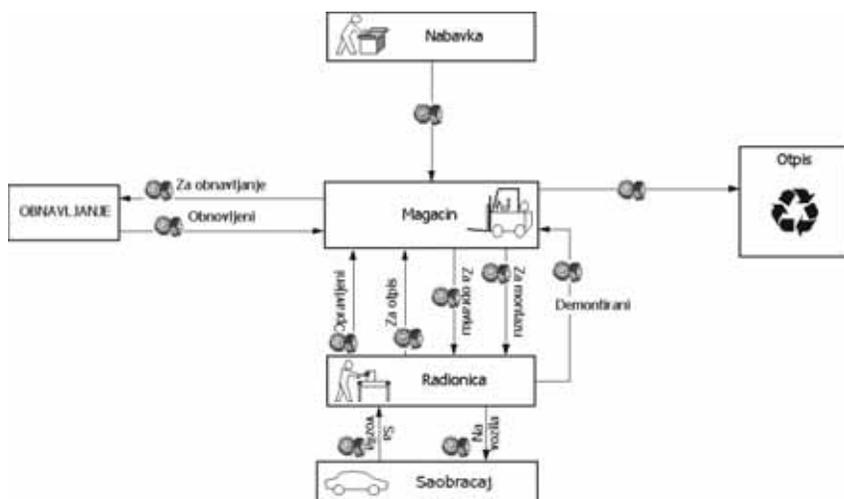
Slika 5: Intenziteti habanja pneumatika [km/mm] za a) kamion /6/; b) turistički autobus /7/

Na slici 5b dati su podaci iz istraživanja koje se radi za MNT R. Srbije. Praćeno je habanje pneumatika turističkih autobusa domaće firme koji održavaju linije do glavnih gradova zapadne Evrope /7/. Intenziteti habanja su znatno niži nego u prethodnom slučaju i više odgovaraju referentnim. U toku istih istraživanja praćeno je i habanje pneumatika autobusa u lokalnom saobraćaju, gde je utvrđeno mnogo intenzivnije habanje (3600 km/mm).

ODRŽAVANJE PNEUMATIKA

Pneumatici ne mogu ostvariti očekivane rezultate u eksploataciji ukoliko se ne održavaju pravilno. Briga počinje sa prijemom i skladištenjem, a završava se otpisom pneumatika /8/.

Kod preventivnog održavanja pneumatika kontrola pritiska vazduha je na prvom mestu. Pritisak vazduha se proverava najmanje jednom u dve nedelje i to isključivo kada su pneumatici "hladni", odnosno na temperaturi od oko 20°C. Nedovoljno napumpnan pneumatik se



Slika 6: Skica preseka protektora pneumatika sa veličinama potrebnim za izračunavanje habajuće zapremine pneumatika /4/

brže haba i ima veći otpor kotrljanju. Uz kontrolu pritiska vazduha vrši se i redovna kontrola habanja protektora. Nejednako ili intenzivno trošenje protektora je upozorenje u pogledu opšteg stanja pneumatika, ali i različitih sistema vozila čiji je pneumatik deo.

PRIMER ZA ANALIZU

Primer se odnosi na šest pneumatika različitih proizvođača namenjenih za gradske autobuse /9,10/, koji su eksploatisani u približno istim uslovima. Pneumatici su nabavljani u dužem vremenskom periodu bez jasno formulisanih kriterijuma, što je značajno uticalo na njihovo ponašanje u eksploataciji i napravljene troškove.

*Podaci u tabelama su dati relativno u odnosu na podatke za jedan od pneumatika (označen sa D).

U tabeli 4 dati su osnovni pokazatelji o posmatranim pneumaticima, koji su korišćeni za poređenje: nabavna cena, prosečan vek prote-

Marka pneumatika	Relativno u odnosu na pneumatik D*			Prosečan broj protektiranja
	Cena novog pneumatika	Srednji vek protektora	Srednji vek karkase	
A	1,35	0,89	1,41	1,57
B	1,81	0,99	0,87	0,47
C	1,57	1,07	1,41	1,11
D	1,00	1,00	1,00	0,61
E	1,28	0,99	1,11	0,80
F	1,28	0,81	0,61	0,21

Tabela 4: Osnovni pokazatelji o pneumaticima

ktora, prosečan vek karkase, odnosno prosečan broj protektiranja /11/.

Iz tabele 4 se vidi da najnižu cenu ima pneumatik označen sa D (tabela 4). Drugi pneumatici su skuplji od 28% do 81%. Ostali podaci dobijeni su analizom informacija o ponašanju navedenih pneumatika u eksploataciji, uz pomoć odgovarajućeg informacionog sistema i službe za analizu /10/. Najduži vek ima pneumatik označen sa C. Isti pneumatik deli prvo mesto sa pneumaticom A ako se

porede podaci o ukupnom veku pneumatika za svih šest pneumatika (vidi tabelu 5).

Redosled	Cena novog pneumatika	Vek protektora	Vek karkase
1	D	C	C i A
2	E i F	D	
3		B i E	E
4	A		D
5	C	A	B
6	B	F	F

Tabela 5: Redosledi pneumatika prema različitim osnovama

Nijedan od prikazanih pokazatelja sam za sebe ne daje kompletnu sliku i dovoljno informacija o troškovima životnog ciklusa pneumatika, odnosno ekonomičnosti pneumatika u eksploataciji.

Za dublju analizu potrebno je uračunati i troškove protektiranja (koji zavise od broja i cene pojedinačnog protektiranja) i troškove održavanja (preventivno i korektivno održavanje).

U tabeli 6 dati su uporedo relativni jedinični troškovi pneumatika u odnosu na pneumatik D. Obzirom da pneumatik označen sa D ima najniže jedinične troškove eksploatacije i još jedno prvo, jedno drugo i

jedno četvrto mesto moglo bi se reći da bi pređenu kilometražu vozila. U oba posmatrana slučaja pneumatik C ima prednost. U prvom slučaju je sam na prvom mestu, a u drugom prvo mesto deli sa pneumatikom A.

Marka pneumatika	Jedinični troškovi eksploatacije pneumatika (relativno u odnosu pneumatik D)	Redosled
A	1,25	4
B	1,66	6
C	1,23	3
D	1,00	1
E	1,16	2
F	1,61	5

Tabela 6: Jedinični troškovi eksploatacije [-]

pneumatik D, u razmatranom primeru, bio pravi izbor. Nabavkom ovih pneumatika bio bi ostvareni uslov da troškovi eksploatacije pneumatika u voznom parku bili minimalni.

Međutim, to ne mora baš uvek tako da bude. Ukoliko jedinične troškove eksploatacije pneumatika, umesto u novcu, izrazimo kao broj ekvivalentnih novih pneumatika koje vozilo utroši za neku određenu kilometražu (obično za 1000 kilometara) redosled dat u tabeli 6 će se promeniti. Sada je pneumatik označen sa C na prvom mestu, a pneumatik označen sa D je tek na petom (tabela 7).

Marka pneumatika	Upotrebljena energija [GJ/km]		Otpad [kg/km]	
	U odnosu na D	Redosled	U odnosu na D	Redosled
A	0,70	2	0,71	1-2
B	0,96	4	1,16	5
C	0,66	1	0,71	1-2
D	1,00	5	1,00	4
E	0,79	3	0,90	3
F	1,29	6	1,65	6

Tabela 7: Ostali podaci o pneumaticima

Kraći vek pneumatika ima uticaja i na globalnu energetska ekonomičnost i zagađenje životne sredine. /12/. Prosečna količina energije potrebna za proizvodnju jedne spoljne gume za autobuse iznosi približno 4 GJ. Količina energije potrebna za izradu protektora i protektiranje pneumatika je deset puta manja (0,4 GJ). Ova količina nije ista od proizvođača do proizvođača i ne zavisi, bar ne značajno, od kvaliteta proizvedenog pneumatika.

Ukoliko se ova energija svede na jedinicu puta u prvi plan će izaći pneumatici sa dužim vekom karkase (tabela 7). Slično se događa ako uporedimo masu odbačenih pneumatika po jedinici puta (tabela 7). Jedno protektiranje pneumatika znači uštedu od 17% za korisnika, ali 37% manji utrošak energije u proizvodnji i skoro 50% manje gumenog otpada za istu

UMESTO ZAKLJUČKA

Proizvođači pneumatika nastoje da sa što manje rada, materijala, energije i novca naprave što kvalitetniji pneumatik. Takođe se trude, da naprave pneumatik koji će u što većoj meri odgovarati veoma različitim zahtevima korisnika, čija će eksploatacija biti bezbedna i ekonomična. Drugačije ponašanje i nije moguće obzirom da je ponuda na tržištu veoma bogata i raznovrsna, a propisi, pogoto oni koji se odnose na bezbednost saobraćaja, restriktivni.

Korisnici u toj bogatoj ponudi treba da odaberu pneumatike koji će najviše odgovarati njihovim potrebama uz minimalne troškove eksploatacije. Ovaj izbor nije lak i zahteva obimnu analizu. Osnovni kriterijumi za izbor pneumatika

su bezbednost, ekonomičnost, komfor i zaštita životne sredine. Neki od ulaznih podataka potrebnih za analizu potiču sa tržišta, a ostali iz sopstvenog

informacionog sistema. Od kvaliteta ovih podataka zavisice i kvalitet odluke.

Bez odgovarajućih informacija i alata za njihovu analizu teško da je moguće doneti uvek ispravne odluke. Za pravilan izbor, sa stanovišta ekonomičnosti, bili bi merodavni troškovi eksploatacije, koji uzimaju u obzir uslove nabavke/kupovine, vek gume i mogućnost obnavljanja protektora. Manje utrošenih novih guma na hiljadu pređenih kilometara znači niže troškove eksploatacije, manje utrošene energije za proizvodnju pneumatika i manje odbačenih guma, odnosno manje zagađenje životne sredine.

Ovo potvrđuje i dati primer. Nabavka pneumatika B i F predstavljala je grešku. Ne radi se o jeftinim pneumaticima (F je 28% skuplji

a B čak 81% od pneumatika D), a nije velika razlika ni u prosečnom veku protektora (kod pneumatika B samo 1% a kod F 17%). Osnovni problem što navedeni pneumatici po svojoj konstrukciji i karakteristikama ugrađenog materijala nisu bili namenjeni za eksploataciju u gradskom uslovima. Pneumatici označeni sa C i D bili su dobar izbor koji, uz pravilnu eksploataciju i održavanje, garantuje dug vek i bezbednu vožnju.

ZAHVALNOST

U ovom radu je izložen i deo rezultata dobijenih istraživanjima u okviru projekta "Unapređenje upravljanja eksploatacijom i održavanjem pneumatika u organizovanim voznim parkovima" koje finansiraju Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Vlade Republike Srbije i SP Lasta Beograd.

LITERATURA

1. Danon, G., Gavrić, M., Vasić, B.: Pneumatici - karakteristike, izbor eksploatacija, monografija, NIRO OMO, Beograd, 1999.
2. Žeželj, M.: Istraživanje uticaja karakteristika puta na nivo operativnih troškova vozila relevantnih za organizaciju i tehnologiju drumskog transporta, Magistarski rad, Saobraćajni fakultet Beograd, 1997, p 230.
3. Danon, G., Vasić, B., Janković S.: Vehicle Operating Cost Management: Tire Example, EAEC 2001, Bratislava, Congress Proceedings CD, SAITS 01106, p 11.
4. Veith, G.: Review of Important Factors Affecting Treadwear, Rubber Reviews, No 65, 1992, pp 601-658.
5. Grosh, A.: Abrasion of rubber and its relation to wear, Rubber Chemistry and Technology, No 65, 1997, pp 78-106.
6. Lupker, H., et al: Truck Tyre Wear Assessment and Prediction, 7th International Symposium on Heavy Vehicle Weights&Dimensions, Delft, June 16-20 2002.
7. Vasić, B., Danon, G.: Praćenje pneumatika autobusa u međugradskom saobraćaju, Naučno-stručni skup MMV, Kragujevac, 2002.
8. Jovanović, A., Danon, G., Janković, S.: Projekat informacionog sistema za praćenje

eksploatacije i održavanja pneumatika metodom strukturne systemske analize, XXIV Majski skup održavalaca, Budva, juni 2001., pp 330 – 342.

9. Danon, G. et al. (1993): Troškovi pneumatika autobusa, Saobraćaj u gradovima, Broj 1-2 godina XXVI, 1993. godina, pp 16-19.
10. Gavrić, M., Danon, G., Runić, D. (1998): Unapređenje sistema održavanja pneumatika u S.P. "Lasta", XX Majski skup održavalaca, Kotor, 1998, pp. 23 -27.
11. Vasić, B., Ristić, J., Vukićević, I., Curović, D. (2000): Informacioni sistem za praćenje korišćenja i održavanja pneumatika, Naučno-stručni skup "Pneumatici 2000", Zbornik radova, OMO, Beograd, 2000., pp 207-212.
12. Danon, G. Gavrić, M. (2000): Razvoj pneumatika i očekivanja korisnika, Naučno-stručni skup "Pneumatici 2000", Zbornik radova, OMO, Beograd, 2000., pp 7-20.

TIRE OPERATING COST MANAGEMENT

Making business decision in transport and traffic companies strongly depends on the information related to the expenses of vehicle exploitation. General consideration indicates that customers try to minimize the expenses by adjusting the vehicle characteristics and the exploitation parameters, and taking into account the surrounding restrictions. In order to accomplish these goals successfully, appropriate information, software tools, and above all knowledge are requested. Following the fuel expenses, the tire expenses are ranked as the second highest expense in the vehicle exploitation. Level of these expenses depends on a number of different and mutually dependent factors, which might be predicted to a certain degree and only partially influenced. Information systems and programs for analyses and predictions represent an absolute necessity in achieving these goals

Key words: exploitation expenses, tire, tire selection, tire maintenance, tire wear, carcass fatigue, tire retread