

EKSPLOATACIJA I ODRŽAVANJE PNEUMATIKA KOMERCIJALNIH VOZILA

Predrag Gavrić, dipl. ing. saobraćaja
Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Gradimir Danon
Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu

Mr Vladimir Momčilović
Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Steva Bunčić
Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu

Ovaj rad je baziran na novim saznanjima koja se tiču eksploatacije pneumatika i njihovog održavanja. U radu su predstavljeni opšti pojmovi vezani za pneumatike što podrazumeva konstrukciju pneumatika, podelu i njihovo obeležavanje. Data je i analiza tržišta pneumatika komercijalnih vozila u svetu i kod nas u pogledu cena. Pažnja je zatim posvećena metodama preventivnog i korektivnog održavanja pneumatika komercijalnih vozila, kao i njihovim osnovnim karakteristikama. Analiziran je eksploatacioni vek pneumatika u pogledu isplativosti tj. odnosa cene i njihovog eksploatacionog veka na konkretnom primeru SP „Lasta“. Na kraju rada dat je predlog strategije održavanja i zamene pneumatika.

Ključne reči: pneumatik, eksploatacioni vek pneumatika, strategija održavanja pneumatika

UVOD

Pneumatici igraju veoma važnu ulogu u eksploatacionim troškovima komercijalnih vozila, a posebno voznih parkova koji učestvuju u prevozu robe i putnika. Dugi niz godina pneumatici su konstruisani i proizvođeni na osnovu čiste empirije. Materijali su birani na osnovu iskustava, a do unapređenja u konstrukciji dolazilo se probanjem. Od sredine 70' godina ovakav pristup je promenjen. Postavljene su teorijske osnove za bolje razumevanje ponašanja kompozitnih materijala od kojih je pneumatik izrađen i razvijaju se odgovarajući matematički modeli za opisivanje performansi pneumatika. Mnogo je urađeno u oblasti teorije trenja, prianjanja i habanja što je uticalo na povećanje bezbednosti vozila, bolje iskorišćenje performansi vozila i duži vek pneumatika. Tome je pomogao i brzi napredak računara, razvoj odgovarajućih softvera, instrumenata i tehnika merenja.

Danas se na tržištu može nabaviti veliki broj pneumatika, različite konstrukcije, izrađenih od

različitih materijala, prilagođenih određenoj vrsti vozila i određenoj nameni.

Troškovi pneumatika predstavljaju drugu stavku u ukupnim troškovima vozila i to odmah iza troškova pogonskog goriva. Pored toga pneumatik u velikoj meri utiče na bezbednost putnika, osoblja i tereta u saobraćaju. S' toga dimenzije i karakteristike pneumatika moraju biti usklađene sa karakteristikama vozila i sa njegovom očekivanom namenom, odnosno uslovima eksploatacije.

Dobar izbor pneumatika ne garantuje njihov dug vek i bezbednu vožnju, ukoliko se oni ne koriste pravilno. Briga o pneumaticima počinje njihovim prijemom i skladištenjem, a završava se odbacivanjem pohabanog pneumatika. Pravilno korišćenje i održavanje pneumatika podrazumeva pravilno skladištenje, montažu i demontažu pneumatika, preventivno, ali i pravilno i blagovremeno korektivno održavanje pneumatika. Sve aktivnosti treba da koordinira i vrši odgovarajuća služba u preduzeću, uz puno angažovanje svih zaposlenih, a posebno vozača.

U svakoj radnoj organizaciji, koja u eksploataciji ima veći broj vozila, uobičajeno je da se vodi evidencija o pređenoj kilometraži pneumatika i

Kontakt: Dr Predrag Gavrić
Institut Kirilo Savić, Beograd
Vojvode Stepe 51, 11000 Beograd
E-mail: mpm@eunet.rs

beleže podaci o eventualnim popravkama, remontu i protektiranju pneumatika. Novi pneumatici se odmah po nabavci evidentiraju. Evidencija treba da bude kompjuterizovana. Postojanje elektronske baze podataka, umesto klasičnih kartoteka, ima prednost u pogledu tačnosti, ažurnosti i broja podataka, koji su na raspolaganju za pravljenje različitih izveštaja i analiza. Navedena baza je izvor podataka za izračunavanje troškova eksploatacije pneumatika i olakšava poređenje troškova pneumatika između dva različita tipa vozila na istoj relaciji, ili vozila istog tipa na različitim relacijama.

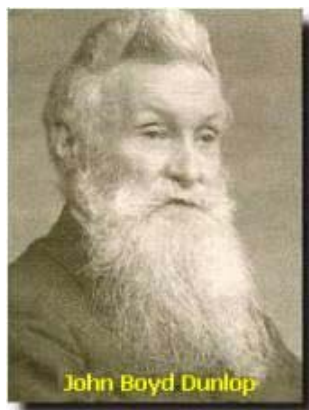
Polazna osnova u okviru ovog rada je presek stanja tržišta pneumatika u svetu i kod nas, prosečan vek pneumatika u eksploataciji, ostvareni nivo u održavanju pneumatika. Paralelno se vrši odnos cene i eksploatacionog veka pneumatika različitih proizvođača na osnovu kojeg će se precizno videti koji je pneumatik najekonomičniji za konkretne uslove eksploatacije pneumatika za autobuse.

Na osnovu prethodno iznetog formiran je predlog strategije za unapređenje upravljanja eksploatacijom i održavanjem pneumatika. Ovaj predlog sadrži: unapređene postupke preventivnog i korektivnog održavanja pneumatika koji podrazumevaju na primer primenu TPMS-a, primenu azota i svakako veću zastupljenost protektiranja pneumatika.

OPŠTI POJMOVI O PNEUMATICIMA ZA KOMERCIJALNA VOZILA

Točkovi postoje više od 5000 godina i u svome razvoju su prešli put od drvenih diskova, preko gvozdениh točkova, do savremenih točkova koji se ugrađuju na današnja motorna i priključna vozila.

Prednost elastičnog točka u odnosu na drveni ili čelični točak prvi je shvatio Škot John Boyd Dunlop (Džon Bojd Danlop), koji je kao veterinar radio u Belfastu. Naime, jednog hladnog zimskog popodneva 1888. godine došao je kući iscrpljen poslom. Umesto fotelje i odmora dočekala ga je buka drvenih točkova sinovljevog tricikla. Dunlop je bio toliko iziritiran nesnosnom bukom drvenih točkova, da je



trenutno počeo da razmišlja šta bi mogao da učini da to spreči, a da detetu ne oduzme dragocenu igračku. Par dana kasnije došao je na ideju da zalepi parčiće gume na kolut i da na njega lepljenjem pričvrsti ventil od gumene lopte. Naduvao je kolut i lepkom i užetom ga pričvrstio na točkove tricikla. Rezultat je bio odličan. Ne samo da je vožnja tricikla bila tiša, već je bila i znatno udobnija. Tako je Dunlop-u palo u čast da izmisli gumeni kolut punjen vazduhom, tzv. pneumatik.

Konstrukcija pneumatika

Pneumatik se sastoji iz protektora koji jedini dolazi u dodir sa podlogom. Ovaj deo se pravi od čvrste gume i veoma je otporan na habanje. Pored toga pneumatik se sastoji i iz ramena pneumatika, bočnice pneumatika, pojasa ili štitnika pneumatika, naplatka i karkase koja je osnovni deo pneumatika i sastoji se od većeg broja vlakana, tzv. korda, koja mogu biti tekstilna, viskozna ili čelična. Njena uloga je da obezbedi čvrstoću i elastičnost pneumatika.

Pneumatici se prema rasporedu niti u tkivu karkase dele na dijagonalne pneumatika kod kojih niti korda zaklapaju sa uzdužnom osom pneumatika ugao manji od 90° i radijalne pneumatike kod kojih taj ugao iznosi 90° (slika 1). Radijalan tip pneumatika ima znatno bolja mehanička svojstva i znatno je otporniji na dejstvo udara pri nailasku točka na neravnine.



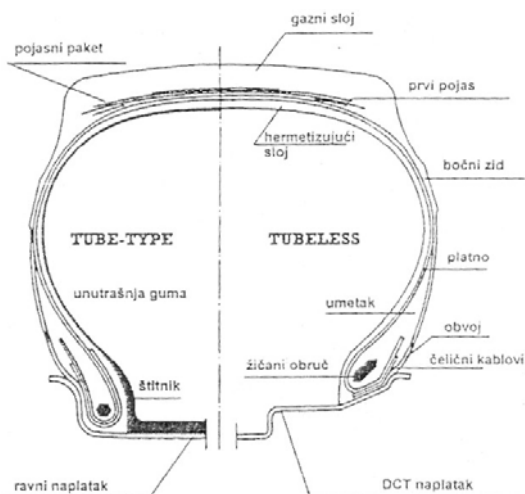
Dijagonalni

Radijalni

Slika 1. Izgled dijagonalnog i radijalnog pneumatika /1/

Danas su u upotrebi skoro isključivo radijalni pneumatici. Dijagonalni pneumatici se koriste uglavnom kod terenskih vozila i za radna vozila u građevinarstvu.

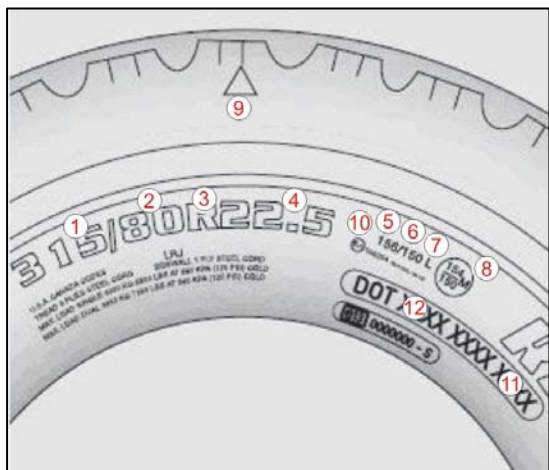
Prema načinu sklopa na naplatku razlikuju se dva tipa pneumatika i to pneumatici sa zračnicom (TUBE-TYPE) i pneumatici bez zračnice (TUBELESS) (slika 2).



Slika 2. Pneuamatici TUBETYPE i TUBELESS /1/

TUBELESS pneumatici su povoljniji za upotrebu sa stanovišta bezbednosti, jer u slučaju defekta (proboja) postepeno gube vazduh ostavljajući vozaču dovoljno vremena da promenu i uoči. Kod TUBE-TYPE postoji mogućnost naglog gubitka pritiska u pneumaticu pri prodiranju oštrog tela (u nekim slučajevima se manifestuje čak i "eksplozijom" pneumatika).

Svaki pneumatik ima na sebi određeni broj oznaka. Izgled oznaka na pneumaticima prikazan je na slici 3.



Slika 3. Tipičan izgled oznake na pneumaticima/1/

Među najznačajnijim su sledeće oznake:

1. Širina pneumatika (gazeće površine - protektora) u milimetrima
2. Profil pneumatika - odnos između visine bočnog zida i širine gazeće površine (protektora) izražen u procentima
3. R - označava radijalnu konstrukciju
4. Prečnik naplatka (u inčima - colima)

5. Indeks opterećenja (max. za jedan pneumatik) - koji označava maksimalno opterećenje pneumatika izraženo u kilogramima
6. Indeks opterećenja (max. za udvojene pneumatike)
7. Indeks brzine - maksimalno dozvoljenoj brzini za koju je pneumatik namenjen
8. Oznaka alternativnih indeksa opterećenja i brzine
9. TWI - (Tread Wear Indicator) Indikator istrošenosti pneumatika
10. Evropski homologacioni broj
11. Datum proizvodnje (nedelja i godina)
12. DOT - (Department of Transport) oznaka da pneumatik zadovoljava propise američkog ministarstva saobraćaja.

TRŽIŠTE PNEUMATIKA

U svetu postoji više od 1000 fabrika za proizvodnju pneumatika za sve tipove vozila, ali samo njih manje od 200 su nezavisne ili uslovno zavisne. Groupe Michelin, Bridgestone Corp. i Goodyear Tire&Rubber Co. kao prve tri kompanije čine više od 50% svetske proizvodnje i prodaje pneumatika.

Proizvodnja i prodaja pneumatika u svetu u zadnjih nekoliko godina veoma blago rastu. U periodu od 2004. do 2008. godine primetan je godišnji porast od 6,7% /2/.

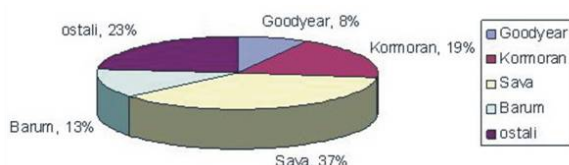
Vrednost od prodaje pneumatika na globalnom nivou u toku 2008. godine je iznosila 119,3 milijarde dolara. Trendovi u sledećih nekoliko godina pokazuju da će u 2013. godini ta vrednost iznositi 140,4 milijardi dolara, što je za 17,8% više nego što je bilo u 2008. godini (tabela 1). To znači da će godišnji porast u periodu od 2008. do 2013. godine iznositi 3,3% /2/.

Tabela 1. Trendovi vrednosti od prodaje pneumatika na svetskom nivou od 2008. do 2013. god. /2/

Godina	[\$] u milijardama	[%]
2008	119,3	0,00
2009	117,6	-1,40
2010	122,8	4,50
2011	127,2	3,50
2012	132,9	4,50
2013	140,4	5,60
Prosek 2008-2013		3,30 [%]

STANJE NA TRŽIŠTU PNEUMATIKA U SRBIJI

Na tržištu Republike Srbije danas primat imaju pneumatice proizvođača „Sava“ /1/. Takođe prisutni su i pneumatice ostalih proizvođača što je i prikazano na sledećoj slici.



Slika 4. Stanje na tržištu pneumatika u Srbiji /1/

Domaće fabrike pneumatika koje su prisutne na tržištu pneumatika su TIGAR MICHELIN HOLLAND (TMH) iz Pirota, Trayal Korporacija iz Kruševca čiji je većinski vlasnik od kraja 2006. godine bugarska kompanija, Rumaguma iz Rume koja je 2000. godine prodana američkoj firmi GALAXY TIRE & WHEEL specijalizovanoj za proizvodnju i prodaju pneumatika za poljoprivredu, građevinarstvo i unutrašnji transport. Četvrta fabrika je Rekord-VIZAHM iz Beograda koja veoma slabo radi. /1/.

Stanje na tržištu u pogledu uvoza i izvoza pneumatika

„Gumarska industrija“ po svojim kapacitetima značajno prevazilazi domaće potrebe, koje su u 2002. godini iznosile oko 900.000 pneumatika /3/. Proizvodni program je ranijih godina bio usklađen sa voznim parkom, uglavnom domaćeg i istočnog porekla. Obzirom da je gumarska industrija sve vreme ostala izvozno orijentisana, izvozni proizvodni program je morao biti prilagođen i potrebama stranih kupaca. Izvoze se uglavnom pneumatice za putnička vozila i traktore, dok se pneumatice za kamione i autobuse uglavnom uvoze. Količine pneumatika koje su uvežene i izvežene u toku poslednjih godina prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2. Prikaz uvoza i izvoza novih pneumatika za komercijalna vozila za Srbiju /4/

Godina	Količina u tonama		Vrednost u hiljadama USD	
	izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
2005.	382	7002	1348	24714
2006.	599	7707	2114	28856
2007.	966	8728	4097	37533

Stanje na tržištu u pogledu cena novih pneumatika za turističke autobuse visoke klase

Ekonomija je faktor koji najviše interesuje i proizvođače i korisnike vozila, odnosno pneumatika. Iz ugla korisnika priča o ekonomiji počinje nabavkom pneumatika, odnosno nabavnom cenom pneumatika. Nabavna cena pneumatika može biti veoma raznolika, zavisno od proizvođača i samog kvaliteta tj. sastava pneumatika. Što se tiče proizvođača pneumatika za komercijalna vozila u Srbiji su prisutni Bridgestone, Firestone, Michelin, Kormoran, Matador, Fulda, Goodyear, Dunlop, Sava itd. Cene pneumatika različitih proizvođača se razlikuju pre svega po vrsti pneumatika, ali i po kvalitetu i sastavu pneumatika, kao i po položaju na vozilu, odnosno na koju osovinu se postavljaju itd. Cene pneumatika određenih proizvođača date su u narednoj tabeli i obeležene su slovnim oznakama A, B, C, D, E i F.

Tabela 3. Cene pneumatika za turističke autobuse visoke klase na domaćem tržištu tokom 2008. god. (/5/, /6/, /7/)

Oznaka pneumatika	Cena sa PDV-om [RSD]
A	38.774
B	52.911
C	34.267
D	40.868
E	44.914
F	33.929

TEHNIČKO ODRŽAVANJE PNEUMATIKA U SP „LASTA“ A.D.

Briga o pneumaticima u SP „Lasta“ počinje njihovim prijemom i skladištenjem, završava se odbacivanjem pohabanog pneumatika. Pravilno korišćenje i održavanje pneumatika podrazumeva preduzimanje sledećih mera:

- Prijem i skladištenje
- Montaža i demontaža pneumatika
- Preventivno održavanje pneumatika
- Korektivno održavanje i obnavljanje pneumatika

Preventivno održavanje pneumatika

Od više metoda za preventivno održavanje pneumatika preporučuje se metoda OPS (održavanje prema stanju). Održavanje prema stanju pneumatika sprovodi se u vidu dnevnih i

nedeljnih pregleda. Ovi pregledi obuhvataju merenje i dovođenje na normu pritiska vazduha, proveru tehničkog stanja pneumatika, naplataka, zaptivnih prstenova, ventila, graničnika i prisustvo poklopca. U slučaju potrebe vrši se zamena oštećenih i neispravnih delova ili se pneumatiki šalju na opravku /1/.

Korektivno održavanje

Korektivno održavanje pneumatika podrazumeva opravku pneumatika, urezivanje dezena u pneumatik i protektiranje ili obnavljanje protektora pneumatika.

a) Opravka pneumatika

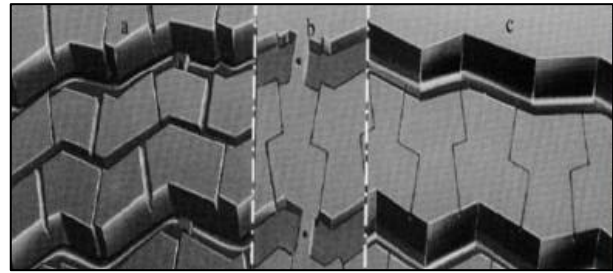
Oštećenja na točkovima najčešće nastaju nailaskom na čvrsti predmet na putu, rupu u kolovozu ili ivičnjak. Do oštećenja može doći kako na metalnom delu točka tako i na pneumatiku. Najizloženiji deo pneumatika je protektor pa onda bokovi i na kraju pete. Na protektoru najčešća mesta oštećenja su kanali, ramena protektora i spoljna rebra.

Moguće faze procesa prilikom opravke pneumatika probušenog ekserom su /1/:

1. postavljanje pneumatika na postolje za opravku,
2. proširivanje rupe od eksera pneumatskom bušilicom (ujedno i čišćenje rupe),
3. čišćenje unutrašnjosti pneumatika oko rupe,
4. postavljanje šablona za fleku zavisno od mesta rupe,
5. ocrtavanje okvira šablona,
6. brušenje i čišćenje unutrašnjosti šablona,
7. popunjavanje rupe sa unutrašnje i spoljašnje strane pneumatika,
8. mazanje površine lepkom unutar ocrtanog šablona,
9. lepljenje odgovarajuće fleke,
10. ostaviti fleku da se osuši i zalepi.

b) Urezivanje dezena

Urezivanje novih šara u već pohaban protektor je dozvoljeno uz određene uslove. To se sme raditi samo kod pneumatika za teretna vozila i autobuse koja imaju oznaku „Regroovable“. Ovu operaciju smeju obavljati samo obučeni vulkanizeri uz primenu odgovarajuće opreme. Na slici 5 su prikazani izgledi novog (a), pohabanog (b) i ponovo urezanog dezena protektora (c).



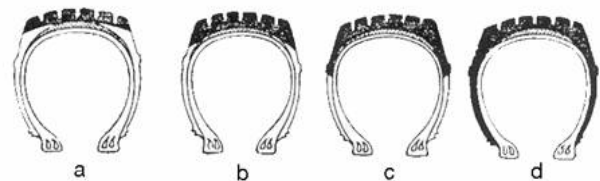
Slika 5. Prikaz novog, pohabanog i ponovo urezanog dezena protektora /8/

Pneumatik sa urezanim dezenom se ponovo montira na naplatak. Pneumatike sa urezanim protektorom ne bi trebalo postavljati na prednju, odnosno upravljačku osovину. Pri montaži treba voditi računa o uparivanju i o tome da je prečnik pneumatika sa urezanim protektorom dvadesetak milimetara manji nego kod novog /8/.

c) Protektiranje pneumatika

Obnavljanje protektora pneumatika odnosno protektiranje predstavlja postupak regeneracije pneumatika. Obnovljeni pneumatik obezbeđuje sigurnu i pouzdanu eksploataciju, zadržava dobre osobine starog pneumatika, produžen mu je eksploatacioni vek, a samim tim se smanjuju ukupni troškovi za eksploataciju saobraćajnog sredstva.

Pneumatik je moguće obnoviti u delu protektora, protektora sa blagim prelazom prema boku, od boka do boka ili od pete do pete (slika 6).



Slika 6. Načini protektiranja /8/

a) protektora; b) protektora sa blagim prelazom prema boku; c) od boka do boka; d) od pete do pete

Postoje dva osnovna načina protektiranja a to su:

- Topli postupak ili vulkanizacija gde se ceo pneumatik stavlja u kalup odgovarajuće veličine na temperaturi od oko 140°C (slika 7). Nedostatak ovog postupka je što se zbog visoke temperature pneumatik može obnoviti samo jednom i što je za svaku dimenziju pneumatika potrebno imati odgovarajući kalup, što znatno povećava troško-ve opreme za protektiranje /1/.



Slika 7, Presa za toplo protektiranje /1/

- Drugi način protektiranja je hladni postupak, kod kojeg se protektor u obliku trake (što se i vrši u sklopu SP „Lasta“) ili prstena koja na sebi ima šaru, nanosi na gazeću površinu (slika 8 i 9). Ta traka se lepi na istrošeni pneumatik u postupku koji, kao i topli metod, podrazumeva zagrevanje, ali ne u kalupu nego u posebnoj komori tkz. autoklavima, na temperaturi nižoj od 100OC. To zagrevanje ne utiče na strukturu gume, tako da hladni postupak može da se primeni više puta na istom pneumatiku /1/.



Slika 8. Postavljanje protektora u vidu trake /1/



Slika 9. Protektor u obliku prstena /1/

EKSPLOATACIJA AUTOBUSA I PNEUMATIKA U SP „LASTA“ A.D.

SP „Lasta“ je lider u oblasti autobusnog saobraćaja na domaćem tržištu, koja ima poslovne organizacije širom Srbije i u kojoj je već puno urađeno u oblasti organizacije održavanja vozila i pneumatika. Postala je i prva domaća članica evropske autoprevoznice organizacije „EUROLINES“. Autobusi SP „Lasta“ su za 61 godinu prešli više od milijardu i po kilometara – od poljskih puteva, makadamskih i asfaltnih, do najmodernijih evropskih autostrada. „Lasta“ je do sada prevezla preko dve milijarde putnika /9/.

Uslovi eksploatacije autobusa u SP „Lasta“

SP „Lasta“ danas ima oko 2400 polazaka dnevno u prigradskom i preko 500 polazaka u međugradskom i međunarodnom saobraćaju /9/.

SP „Lasta“ vrši prevoz putnika u svim vidovima autobusnog prevoza: međunarodni prevoz na teritoriji većeg dela Evrope; međumjesni prevoz na teritoriji cele Srbije povezujući sve veće gradske centre; prigradski prevoz na teritoriji grada Beograda i u delu Srema i Banata; lokalni prevoz na teritoriji opština i gradsko prigradski prevoz u pojedinim gradovima u kojima se nalaze „Lastine“ profitne organizacije i radne jedinice Beograd, Smederevo, Smederevska Palanka, Mladenovac, Sopot, Barajevo, Lazarevac, Obrenovac, Stara Pazova, Indija i Valjevo i kao i na teritoriji pojedinih susednih opština (Pećinci, Lajkovac Mionica i Osečina) kao i prigradski prevoz na teritoriji grada Beograda i u delu Srema (opštine Stara Pazova i Pećinci) i Banata (opština Opovo).

SP „Lasta“ obavlja ugovoreni prevoz radnika velikih privrednih sistema i učenika osnovnih i srednjih škola, kao i vanlinijski prevoz u zemlji i inostranstvu za potrebe sopstvenih turističkih agencija, i vrši iznajmljivanje autobusa drugim preduzećima.

Kvalitet i bezbednost prevoza putnika u međunarodnom saobraćaju obezbeđuju autobusi visokoturističke kategorije i profesionalno vozno osoblje. U međunarodnom saobraćaju na 35 linija SP „Lasta“ pokriva teritorije Italije, Švajcarske, Belgije, Francuske, Holandije, Češke, Danske, Švedske, Slovenije, Hrvatske, Federacije BiH od čega je većina linija za Republiku Srpsku. Vozni park SP „Lasta“ je sačinjen od sledećih autobusa /9/:

SOR (88 vozila)



Setra (4 vozila)



Sanos (126 vozila)



Mercedes (27 vozila)



MAN (6 vozila)



Isuzu (22 vozila)



Ikarbus (321 vozila)



FAP (5 vozila)



BOVA (9 vozila)



DAF (11 vozila)



Berkhof (130 vozila)



Ayats (24 vozila)



Odnos cene i eksploatacionog veka pneumatika koji su korišćeni na visokoturističkim autobusima SP „Lasta“

Da bi preduzeće koje se bavi transportom dobro poslovalo, potrebno je da se, pored praćenja eksploatacionog veka pneumatika i cene pneumatika na tržištu, vrši i analiza odnosa cene i realnog eksploatacionog veka pneumatika. Upravo iz tog odnosa se vidi koji je *Istraživanja i projektovanja za privredu 25-2009*

pneumatik najekonomičniji pri datim uslovima eksploatacije /1/.

Iz tog razloga izvršena je analiza pneumatika koji su bili postavljeni na turističkim autobusima visoke klase SP „Lasta“ tokom 2008. godine. Autobusi su saobraćali u međunarodnom i međugradskom saobraćaju, a pneumatici su sa pogonske osovine /1/.

Eksploatacioni vek pneumatika pojedinih proizvođača dat je u narednoj tabeli tako što pneumatici obeleženi slovnim oznakama A, B, C, D, E i F (analogno tabeli 3 gde su prikazane njihove cene).

Na osnovu cena i eksploatacionog veka pneumatika koji su korišćeni u SP „Lasta“ tokom 2008. godine na autobusima za obavljanje prevoza putnika u međunarodnom i međugradskom transportu, izvršena je analiza odnosa ova dva pokazatelja i data u tabeli 5.

Tabela 4. Prosečna pređena kilometraža pneumatika turističkih autobusa u 2008. god. /1/

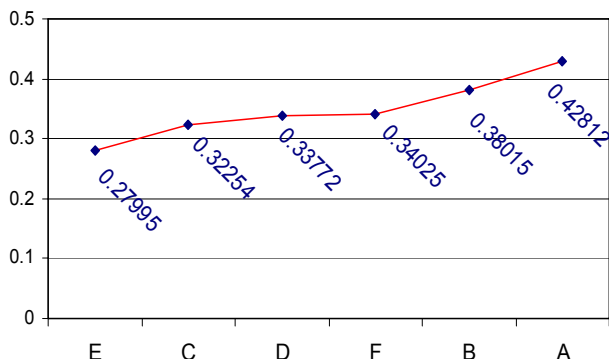
Period posmatranja 2008. godina		Prosečno pređeno kilometara [km]
Oznaka pneumatika	A	90.569
	B	139.184
	C	106.241
	D	121.013
	E	160.439
	F	90.041

Tabela 5. Odnos cene i realnog eksploatacionog veka posmatranih pneumatika /1/

Oznaka pneumatika	Cena sa PDV-om [RSD]	Prosečno pređeno kilometara [km]	Odnos cene i pređene kilometraže pneumatika [RSD/km]
E	44.914	160.439	0,27995
C	34.267	106.241	0,32254
D	40.868	121.013	0,33772
F	33.929	90.041	0,34025
B	52.911	139.184	0,38015
A	38.774	90.569	0,42812

Iz tabele 5 i sa slike 10 vidi se da su pneumatici proizvođača „E“ najbolji za zadate uslove eksploatacije. Njihova cena po pređenom kilometru puta iznosi 0,27995 din/km. Nakon njih slede pneumatici proizvođača „C“ sa cenom od 0,32254 din/km. Kao najlošiji

pneumatici, tj. pneumatici koji imaju najveću cenu po kilometru pređenog puta, pokazali su se pneumatici proizvođača „A“ sa cenom od 0,42812 din/km.



Slika 10. Odnos cene i prosečne pređene kilometraže pneumatika /1/

Cilj ove analize je bio da se utvrdi koji pneumatik najviše odgovara zadatim uslovima eksploatacije tj. koji je najekonomičniji. Na osnovu analize došlo se do zaključka da za zadate uslove eksploatacije pneumatika, najbolji je pneumatik proizvođača „E“.

PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE ODRŽAVANJA PNEUMATIKA

Povećavanjem nivoa održavanja može se očekivati produžavanje veka trajanja pneumatika. U tom smislu, treba preduzeti sledeće mere:

- posvetiti najveću pažnju održavanju propisanih pritisaka u pneumaticima i to primenom sistema za praćenje pritiska u pneumaticima - Tyre Pressure Monitoring Systems (TPMS),
- punjenje pneumatika azotom,
- povećati učešće protektiranih pneumatika.

Sistem za praćenje pritiska u pneumaticima

Sistemi za praćenje pritiska u pneumaticima - Tyre Pressure Monitoring Systems (TPMS) (slika 11) upozoravaju vozača da je pritisak pneumatika znatno ispod propisanog. Održavanje propisanog pritiska u pneumaticima je važno i zbog ekonomične potrošnje goriva i zbog boljih voznih karakteristika pneumatika. Ispunjeni pneumatici mogu izazvati do 4% veću potrošnju goriva i smanjenje životnog veka pneumatika do 45%. Pneumatici mogu gubiti 3-6% vazduha mesečno, a da vozač to i ne primeti /10/.



Slika 11. Tyre Pressure Monitoring Systems (TPMS)/10/

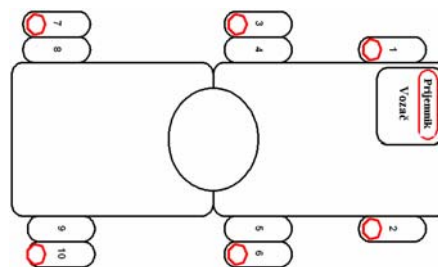
Uređaj se sastoji iz prijemnika koji se postavlja u kabinu vozača i davača koji se postavljaju na ventile pneumatika.

Tokom 2007. godine izvršeno je istraživanje uticaja TPMS-a na troškove eksploatacije u gradskom saobraćajnom preduzeću u Beogradu. Istraživanje je vršeno na zglobnom autobusu MAN SG 313 (slika 12a) koji saobraća na liniji 23 koja povezuje Karaburmu i Vidikovac. Postavljeno je ukupno šest davača sa prijemnikom prema šemi koja je prikazana na slici 12b.

a)

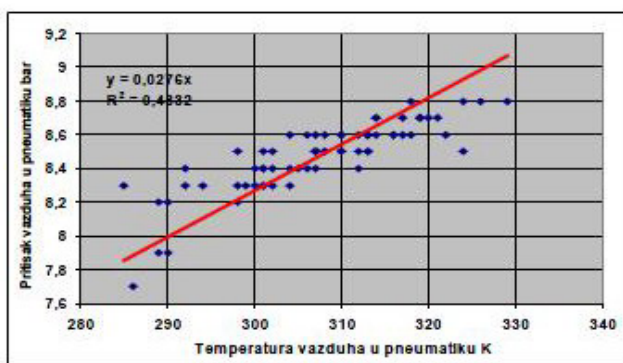


b)



Slika 12. Autobus MAN SG313 na kojem je vršeno ispitivanje sa rasporedom davača i prijemnika /10/

Tokom eksperimenta pritisak vazduha u pneumaticima opada i to različito od točka do točka. Temperatura pneumatika varira i njena srednja vrednost na prednjim točkovima je iznosila 34°C a na točkovima srednje osovine 27°C /10/. Zavisnost pritiska i temperature vazduha u pneumaticima prikazana je na slici 13. Sa slike se vidi da stvarni podaci odstupaju od teorijskih vrednosti. Verovatni razlog tome je uticaj spoljašnje temperature na vrednost izmerene temperature vazduha u pneumaticu.



Slika 13. Zavisnost temperature i pritiska vazduha u pneumaticima /10/

Istraživanja su pokazala da se korišćenjem ove opreme dobijaju dovoljno pouzdani podaci da se izbegnu neprijatnosti i opasnosti od gubitka pritiska u pneumaticima.

Sledeće pitanje koje se može postaviti je da li nabavka TPMS ima i svoje ekonomsko opravdanje. To se može proveriti na osnovu analize troškova i koristi (*Cost Benefit*), i to poređenjem ukupnih troškova za uvođenje ovog sistema na autobuse (700 eura) i mogućih ušteda (407 eura) na godišnjem nivou. Time se dobija da se sredstva uložena u ugradnju TPMS-a u pneumaticima vraćaju za 21 mesec (1,72 godine) /10/.

Punjenje pneumatika azotom

Punjenje pneumatika azotom je nova tehnologija koja koristi azot (N_2) umesto vazduha. Azot je manje reaktivan gas, što znači da teže može da gori ili eksplodira /11/.

Prednosti korišćenja azota u pneumaticima mogu biti trenutne i to su:

- poboljšava se konstantnost pritiska u pneumaticima, pa pneumatik duže traje (azot tri do četiri puta sporije curi kroz zidove pneumatika od kiseonika jer ima veće molekule),
- time se utiče na smanjenje potrošnje goriva,
- (brže hlađenje jer je azot manje reaktivan, čist gas koji oslobađa toplotu brže nego vazduh pod pritiskom).

Prednosti korišćenja azota u pneumaticima mogu biti i dugoročne a to su:

- produžavanje eksploatacionog veka pneumatika usled smanjenja habanja,
- veća trajnost karkase, pa se samim tim i povećava mogućnost obnavljanja pneumatika,

- obzirom da je azot potpuno suv gas, eliminiše se oksidacija i usporava se hemijsko starenje.

Veća primena protektiranja pneumatika

Tehnologija protektiranja pneumatika je danas prihvaćena svuda u svetu. Korišćenjem protektiranih pneumatika ne ugrožava se bezbednost, povećava se ekonomičnost i štiti životna sredina. To su dovoljni razlozi da protektiranje pneumatika dobije veću primenu nego što je to trenutno slučaj.

Pored ovih razloga, veoma bitan razlog veće primene protektiranja pneumatika je smanjenje troškova eksploatacije, što je i prikazano u narednoj tabeli na primeru pneumatika proizvođača „E“.

Sa (a) je označen slučaj eksploatacije dva nova pneumatika proizvođača „E“ koji se nakon korišćenja odbacuju. U primeru (b) pohabani pneumatik se ne otpisuje, već se protektor obnavlja i pneumatik ponovo vraća na vozilo.

U drugom slučaju (tabela 6b) su jedinični troškovi eksploatacije po kilometru za 17% niži nego u slučaju (a). Pri tome je pretpostavljeno da troškovi obnavljanja iznose 50% nabavne cene novog pneumatika i da je vek obnovljenog protektora za 20% kraći od veka novog, kao i da se pneumatik samo jednom obnavlja /1/. Dakle, u ovom slučaju su jedinični troškovi za 17% niži nego u prvom slučaju što je dovoljan razlog za veću primenu protektiranja pneumatika, pored prethodno navedenih.

ZAKLJUČAK

Iz prethodno izloženog može se zaključiti, pre svega, da ne znači da je uvek najskuplji pneumatik i najkvalitetniji sa aspekta isplativosti odnosno troškova na bazi eksploatacionog veka (po jedinici pređenog puta). Tako na primer, iako je pneumatik proizvođača „B“ najskuplji spada u grupu najlošijih pneumatika, jer ima velike eksploatacione troškove po jedinici pređenog puta.

Takođe se može zaključiti da se redovnom kontrolom pritiska vazduha u pneumaticima najviše može uticati na povećanje eksploatacionog veka pneumatika. I na kraju treba povećati primenu protektiranja pneumatika jer se pre svega time smanjuju troškovi eksploatacije.

Tabela 6. Mogućnosti povećavanja ekonomičnosti eksploatacije pneumatika /1/

a)	Nov pneumatik "E"	Nov pneumatik "E"	Ukupno		Jed.trošak [RSD/km]
Troškovi [RSD]	44.914	44.914	→	89.828	=0.28
Vek [km]	160.439	160.439	→	320.878	

b)	Nov pneumatik "E"	Protektiran pneumatik "E"	Ukupno		Jed. trošak [RSD/km]
Troškovi [RSD]	44.914	22.457	→	67.371	=0.23
Vek [km]	160.439	128.351	→	288.790	

LITERATURA

- /1/ Gavrić, P., Eksploatacija i održavanje pneumatika komercijalnih vozila, *Diplomski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd 2009.*
- /2/ Global Tires and Rubber, *Reference Code: 0199-2148, Publication date: March 2009*
- /3/ Danon, G., Ristić, R., Aktuelno stanje i tendencije u oblasti proizvodnje pneumatika, *Naučno-stručni skup Pneumatici 2004*
- /4/ Republički zavod za statistiku, <http://webrzs.stat.gov.rs/axd/spoljna/indexp51.php?ind1=0>
- /5/ www.kemoimpex.com
- /6/ www.autogume.net/veleprodaje/kelena
- /7/ www.coningdoo.com
- /8/ Danon, G., Gavrić, M., Vasić, B., PNEUMATICI-karakteristike, izbor, eksploatacija, NIRO „OMO“ – *Održavanje mašina i opreme, Beograd 1999*
- /9/ SP „Lasta“ A.D. Beograd, www.lasta.co.rs
- /10/ Danon, G., Mitrović, Ć., Mogući efekti primene TPMS na gradskim autobusima, *XXXIII Naučno stručni skup ODRŽAVANJE MAŠINA I OPREME, OMO 2008*

- /11/ Marinković, V., Sistemi za punjenje pneumatika, *Marinković-Hofmann*
- /12/ Danon, G., Žeželj, S., Upravljanje troškovima eksploatacije pneumatika, *Naučno-stručni časopis Istraživanja i projektovanja za privredu 2003, vol.1, br.1, str. 55-62*

EXPLOATATION AND MAINTENANCE OF COMERCIAL VEHICLE TIRES

This paper is based on new findings regarding tire operation and their maintenance. In this paper the general concepts regarding tires are presented, including their construction, classification and marking. The market analysis for commercial vehicle tires in the world and in our country in terms of price has been realized. Subsequently the methods of preventive and corrective commercial vehicles' tire maintenance have been carefully studied along with their basic characteristics. Tires' lifecycle has been analyzed regarding their cost effectiveness i.e. ratio of their price and lifecycle on the case of SP "Lasta" (large Serbian bus operator). Finally, at the end of the paper a strategy proposal on tire maintenance and replacement has been presented.

Keywords: tire, tire lifecycle, tire maintenance strategy

Rad poslat na recenziju: 15.04.2009. godine

Rad spreman za objavu: 22.04.2009. godine