

AUTOMOBILSKA GUMA ELEMENT ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U PROMETU

Sergej Kovbanovski, Hrvoje Glavaš, Tomislav Barić¹

Sažetak: Automobilaska guma, jedan od bitnih elemenata održavanja vozila, svojim svojstvima pridonosi energetske učinkovitosti transporta. Cestovni promet čini približno 23 % ukupne svjetske potrebe za energijom. EU prepoznaje promet kao segment u kojem je moguće smanjenje potrebe za energijom i od prvog studenog 2012. primjenjuje propis o označavanju energetske učinkovitosti guma. Rad daje pregled povezanost između programa učinkovitosti i drugih karakteristika guma kao što su sigurnost i trajnost guma.

Ključne riječi: energetska učinkovitost, cestovni promet, automobilaska guma

TIRE AS ELEMENT OF ENERGY EFFICIENCY IN TRANSPORT

Summary: Tire is one of the essential elements of vehicle maintaining. Properties of tire contribute to the energy efficiency of transport. Road transport presents 23 % world's total energy needs. The EU recognizes the traffic as energy intensive segment in which consumption reduction is possible. On 1st November 2012, the EU regulation on energy labeling of tires is applicable. Paper summarizes the energy efficiency of tire as well other characteristics such as tire safety and tire life.

Key words: energy efficiency, road transport, automobile tires

1. UVOD

Automobilaska guma je osnova cestovnog prometa i svojim karakteristikama pridonosi prvenstveno sigurnosti prometa, ali igra važnu ulogu u smanjenju potrošnje energenata. Promet predstavlja 23 % ukupne svjetske potrebe za energijom. Energetska učinkovitost u prometu provodi se kroz sinergiju tri osnovne strategije [1]. Učinkovita automobilaska guma predstavlja daljnju realizaciju prve strategije tj. poboljšanje energetske učinkovitosti postojećih oblika vozila. Zadana rada je predstaviti konačnu odluku EU da se sve gume na tržištu od 2012. g. moraju adekvatno označiti sa tri parametra. Prvi parametar govori o smanjenju potrošnje goriva koja u razredu G predstavlja dodatnih 6l goriva na 1000 km. Drugi parametar opisuje dužinu zaustavnog puta na mokroj podlozi. Za vozilo koje prometuje 80 km/h udaljenost zaustavnog puta se u prosjeku produljuje za 3 m između dva razreda pri čemu u slučaju razreda F dužina zaustavnog puta poprima vrijednost 18 m. Treći parametar odražava utjecaj gume na okolinu i predstavlja težnju smanjenja buke u blizini prometnice.

2. AUTOMOBILSKA GUMA

2.1. Osnovna obilježja automobilske gume

Funkcija automobilske gume je: podržavanje vozila, apsorpiranje udaraca kolnika, prijenos kinetičke energije motora na kolnik i praćenje pravca kretanja vozila. Kriteriji koje ona mora ispuniti su: sigurnost na mokrim i suhim podlogama (pri velikim brzinama i kročenju), udobnost u pogledu upijanja neravnina i smanjene buke, ušteda goriva i trajnost. Automobilaska guma je jedini dio automobila koji je u kontaktu s kolnikom. Najčešće se može podijeliti na osam različitih slojeva, slika 2.1.

¹ Sergej Kovbanovski, BSc, doc. dr. sc. Hrvoje Glavaš, doc. dr. sc. Tomislav Barić - Elektrotehnički fakultet Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku; kontakt e-mail: hrvoje.glavas@etfos.hr



Slika 2.1. Podjela automobilske gume na osam slojeva, izvor: [2]

Moderna automobilska guma može imati preko 200 pojedinačnih komponenti u svom sastavu. Ipak, većina tih komponenti može se razvrstati [2] unutar tri glavne skupine: - gume (prirodna i sintetska guma), punila (čada, silicij, i dr.) i aditivi (vulkanizacijski aditivi, antioksidanti, vosak za zaštitu od sunčeva zračenja i sl.)

Guma je mehanički čvrsta i vrlo elastična tvar koja se dobiva vulkanizacijom kaučuka, prirodnih i sintetskih. [3] U procesu vulkanizacije pomoću sumpora stvaraju se jaka kemijska umreženja između polimernih lanaca kaučuka uz otvaranje nekih dvostrukih veza. Kaučuk tada poprima elastična svojstva, a vlačna čvrstoća je i do deset puta veća u odnosu na nevulkanizirani kaučuk [4]. Mješavina prirodne (14 %) i sintetske gume (27 %) čine približno 40 % od komponenti moderne automobilske gume. Raspodjela opterećenja na profil gume mijenja se s obzirom na brzinu kretanja. Povećanjem brzine trag koji ostavlja guma mijenja oblik s kruga na četverokut. Prilikom umjerenih brzina kretanja gubitak energije u obliku topline odvija se najvećim dijelom preko gazeće površine automobilske gume. Pri većim brzinama kretanja gubitak energije se odvija najvećim dijelom preko unutarnje obloge i bočnica.



Slika 2.2. Gazeća površina automobilske gume, izvor: [2]

2.1. Kratka povijest razvoja automobilske gume

- 1844.g. - Charles Goodyear izmislio je vulkaniziranu gumu koja je kasnije postala glavna komponenta automobilske gume
- 1888. g. - John Dunlop je izmislio zrakom punjenu, odnosno pneumatsku gumu za bicikl
- 1895. g. - Michelin predstavlja prvu pneumatsku automobilsku gumu
- 1904. g. - Uporaba profila gume za bolje prijanjanje
- 1909. g. - Fritz Hofmann je izmislio sintetsku gumu

- 1910. g. - Čađa se dodaje bijeloj gumi
- 1946. g. - Michelin predstavlja prvu radijalnu gumu
- 1972. g. - DuPont je izmislio Kevlar, otporno sintetičko vlakno
- 1977. g. - Goodyear predstavlja cjelogodišnje gume
- 1992. g. - Michelin pripaja silicij unutar sastavnih komponenti gume

2.3. Parametri gume



Slika 2.3. Osnovni podaci o automobilskoj gumi, izvor: [5]

Osnovni podaci o automobilskoj gumi [6] prikazani na slici 2.3. su:

1. Širina gume – Širina gume od boka do boka izražena u milimetrima. Ova je guma široka 225 milimetara.
2. Poprečni presjek – Omjer između visine poprečnog presjeka gume i njezine širine. 55 znači da ta visina iznosi 55 % širine gume.
3. Konstrukcija - Govori nam o tome kako je guma sastavljena. R označava radijalnu konstrukciju, a odnosi se na kordne uloške. Ti kordni ulošci zapravo su slojevi tkanine koja čini konstrukciju gume i teku radijalno od stope do stope gume. B znači da guma ima dijagonalnu konstrukciju, tj. da kordni ulošci teku od stope do stope dijagonalno preko gume, a slojevi uložaka složeni su u izmjeničnom smjeru da ojačaju jedan drugi.
4. Promjer kotača - Širina kotača od jednoga kraja do drugoga. Promjer ovoga kotača je 18 palaca ili inča.
5. Indeks nosivosti – Označava najveće opterećenje u funtama koje guma podnosi kod pravilnoga tlaka zraka. Vrijednost najvećeg opterećenja naći ćete na boku u funtama i kilogramima.
6. Indeks brzine – Označava najveću dopuštenu brzinu vožnje s gumom. T znači da guma ima najveću radnu brzinu 190 km/h.



Slika 2.4. Godina proizvodnje automobilske gume, izvor: [5]

Godina proizvodnje svakako je vrlo bitna oznaka na gumi. Radi se o četiri znamenke, pri čemu prve dvije označavaju tjedan u godini, a druge dvije znamenke godinu proizvodnje. Na primjer 5008 - znači da je guma proizvedena u 50-om tjednu 2008. godine [7] .



Slika 2.5. Parametri koji određuju kvalitetu gume, izvor:[5]

Treadwear – Označava trošenje pneumatika. 100 je osnovni razred gume. U teoriji, guma s oznakom 200 bi trebala trajati dvostruko duže od gume koja nosi oznaku broj 100. Traction – označava ocjenu prianjanja, odnosno sposobnost gume da se zaustavi na mokroj podlozi. Ocjene su A, B i C. Guma koja je ocjenjena s ocjenom C ima najnižu ocjenu. Temperature – označava ocjenu za otpornost gume pri porastu temperature. Najviša ocjena je A, pa slijedi B i na kraju C. Bilo koja guma koja je ocjenjena ispod ocjene C je neprihvatljiva. [5] Zimska guma označena je na svojoj bočnoj strani oznakama: MS, M+S, M&S ili oznakom snježne pahuljice [8]. Tri glavne kategorije prema kojoj se dijele gume su: C1, C2 i C3, odnosno gume za osobna vozila, gume za laka gospodarska vozila i gume za teška gospodarska vozila. [9]

3. UNAPRJEĐENJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI GUMA

Pojedine države i regije su uvele jedan ili više programa unaprjeđenja energetske učinkovitosti guma, no niti jedna država ili regija nema potpuni program koji obuhvaća sve aspekte energetske učinkovitosti guma [10]. Kako bi se postigao takav program dane su slijedeće preporuke:

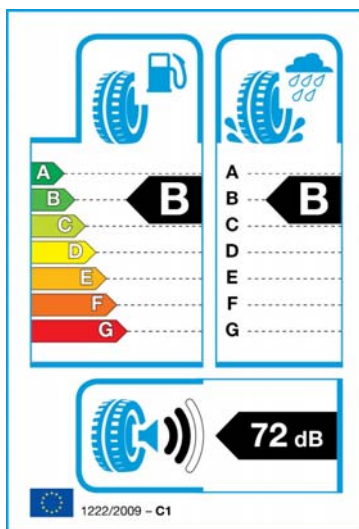
- **Uvođenje označavanja guma i njihovo rangiranje.** Uvođenje označavanja guma i njihovo rangiranje predstavlja važan prvi korak prema unaprjeđenju energetske učinkovitosti guma jer se na taj način omogućuje krajnjim korisnicima da odaberu, a prodavačima i proizvođačima da pruže energetski učinkovitiju gumu.
- **Postavljanje normi za energetske učinkovitost guma.** Kao što uvođenje označavanja guma i njihovo rangiranje može potaknuti proizvodnju guma visokih performansi, postavljanje minimalnih normi za energetske učinkovitost guma može potaknuti proizvodnju energetski učinkovitih, cjenovno prihvatljivih guma.
- **Uvođenje testiranja i provjera energetski učinkovitih guma.** Dodatnim testiranjem i provjerom guma dobili bi se podaci kojima bi se mogli unaprijediti ispravnost i vjerodostojnost označavanja i rangiranja guma.
- **Nadziranje tlaka u gumama.** Pravilan tlak u gumama preduvjet je za postizanje maksimalne energetske učinkovitosti guma, kao i nužan uvjet za ostvarivanje sigurnosti u prometu.
- **Uvođenje opsežnih propisa.** Uvođenjem opsežnih propisa, odnosno propisa koji sadrže više različitih normi sprječava kompromise i nenamjerne posljedice koje mogu nastati postavljanjem zahtjeva za ispunjavanje samo jedne norme. Na primjer, smanjenjem otpora kotrljanju ne smije se smanjiti sigurnost.

4. OZNAČAVANJE GUMA

4.1. Označavanje guma u Europskoj uniji

Od 1. Studenog 2012. Svaka nova guma u Europskoj uniji mora imati novu EU oznaku, odnosno EU ocjenu gume koja daje nezavisne ocjene za tri vrlo važna područja učinkovitosti gume, odnosno za uštedu goriva, prianjanje na mokrim podlogama i razinu vanjske buke. Jednim pogledom bit će vidljivi

sigurnosni aspekti gume i aspekti utjecaja gume na okoliš [11]. Gume su rangirane skalom od A (energetski najpovoljniji razred) do G (energetski najnepovoljniji razred).



Slika 4.1. Izgled EU oznake guma, izvor: [12]

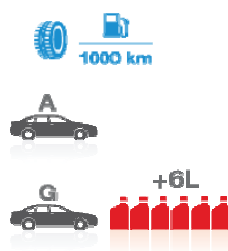
25. studenog 2009., Europska Komisija usvojila je Uredbu (EC) br. 1222/2009 o označavanju guma (izmijenjena i dopunjena Uredbom 228/2011). Cilj ove Uredbe jest pružiti jasnu i mjerodavnu informaciju krajnjim korisnicima o kvaliteti gume, te uputiti ih na proizvod koji će omogućiti veću uštedu goriva, imati bolje prianjanje na mokrom i imati manju razinu buke [12].

4.1.1. Razred uštede goriva

Razred uštede goriva određuje se na osnovi koeficijenta otpora kotrljanju RRC (engl. rolling resistance coefficient) te se svrstava u jedan od sedam razreda prema ljestvici od A do G, s time da A označava gumu s najvišom ocjenom uštede goriva, a G označava gumu s najnižom ocjenom uštede goriva [13]. Otpor kotrljanju je otpor koji se javlja prilikom kotrljanja gume na ravnoj površini. Koeficijent otpora kotrljanju je bezdimenzionalna jedinica koja se dobije tako da se sila otpora kotrljanja podjeli s okomitim opterećenjem kotača [14].

Tablica 4.1. Kriterij za dodjelu pojedinog razreda otpora kotrljanju, izvor: [13]

C1 gume		C2 gume		C3 gume	
RRC u kg/t	Razred	RRC u kg/t	Razred	RRC u kg/t	Razred
$RRC \leq 6,5$	A	$RRC \leq 5,5$	A	$RRC \leq 4,0$	A
$6,6 \leq RRC \leq 7,7$	B	$5,6 \leq RRC \leq 6,7$	B	$4,1 \leq RRC \leq 5,0$	B
$7,8 \leq RRC \leq 9,0$	C	$6,8 \leq RRC \leq 8,0$	C	$5,1 \leq RRC \leq 6,0$	C
	D		D	$6,1 \leq RRC \leq 7,0$	D
$9,1 \leq RRC \leq 10,5$	E	$8,1 \leq RRC \leq 9,2$	E	$7,1 \leq RRC \leq 8,0$	E
$10,6 \leq RRC \leq 12,0$	F	$9,3 \leq RRC \leq 10,5$	F	$RRC \geq 8,1$	F
$RRC \geq 12,1$	G	$RRC \geq 10,6$	G		G



Slika 4.2. Razlika u potrošnji goriva, izvor: [6]

4.1.2. Razred prijanjanja na mokrom

Razred prijanjanja na mokrom određuje se na osnovi indeksa prijanjanja na mokrom G (engl. wet grip index) te se svrstava u jedan od sedam razreda prema ljestvici od A do G, s time da A označava gumu s najboljim prijanjanjem, a G označava gumu s najgorim prijanjanjem, odnosno s najduljim zaustavnim putem.

Indeks prijanjanja na mokrom [13] određuje se pomoću izraza:

$$G = G(T) - 0.03 \quad (4-1)$$

gdje je $G(T)$ indeks prijanjanja na mokrom za testiranu gumu koji proizlazi iz:

$$G(T) = \left[\frac{\mu_{peak,ave}(T)}{\mu_{peak,ave}(R)} \cdot 125 + a \cdot (t - t_0) + b \cdot \left(\frac{\mu_{peak,ave}(R)}{\mu_{peak,ave}(R_0)} - 1.0 \right) \right] \cdot 10^{-2} \quad (4-2)$$

gdje su:

$\mu_{peak,ave}(T)$ – koeficijent srednje vršne snage kočenja referentne gume

$\mu_{peak,ave}(R)$ – koeficijent srednje vršne snage kočenja testirane gume

$\mu_{peak,ave}(R_0)$ – koeficijent srednje vršne snage kočenja testirane gume za referentne uvjete koji iznosi 0,85

a – koeficijent koji iznosi 0,4232 za ljetne i 0,7721 za zimske gume

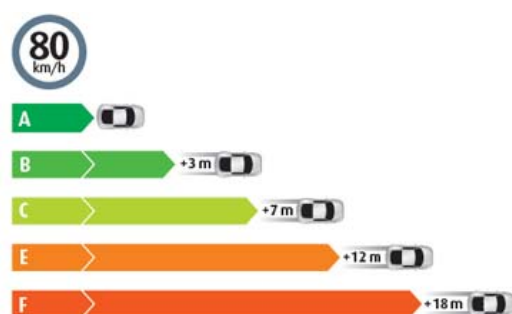
b – koeficijent koji iznosi 8,297 za ljetne i 31,18 za zimske gume

t – temperatura mokre površine za vrijeme provođenja ispitivanja izražena u $^{\circ}\text{C}$

t_0 – temperatura mokre površine za referentne uvjete koja iznosi 20°C za ljetne gume i 10°C za zimske gume

Tab. 4.2. Kriterij za dodjelu pojedinog razreda prijanjanja na mokrom, izvor: [13]

C1 gume		C2 gume		C3 gume	
G	Razred	G	Razred	G	Razred
$1,55 \leq G$	A	$1,40 \leq G$	A	$1,25 \leq G$	A
$1,40 \leq G \leq 1,54$	B	$1,25 \leq G \leq 1,39$	B	$1,10 \leq G \leq 1,24$	B
$1,25 \leq G \leq 1,39$	C	$1,10 \leq G \leq 1,24$	C	$0,95 \leq G \leq 1,09$	C
	D		D	$0,80 \leq G \leq 0,94$	D
$1,10 \leq G \leq 1,24$	E	$0,95 \leq G \leq 1,09$	E	$0,65 \leq G \leq 0,79$	E
$G \leq 1,09$	F	$G \leq 0,94$	F	$G \leq 0,64$	F
	G		G		G



Slika 4.3. Zaustavni put vozila, izvor: [6]

4.1.3. Razred vanjske buke kotrljanja

Vanjska buka kotrljanja mjeri se u decibelima i računa se u skladu s UNECE Uredbom Br. 117 i naknadnim izmjenama i dopunama.

Razred vanjske buke kotrljanja određuje se na osnovi graničnih vrijednosti LV (engl. limit values) koje su definirane u Prilogu 2 Uredbe (EC) br. 661/2009 [13].

Za C1 gume, referentne vrijednosti buke su:

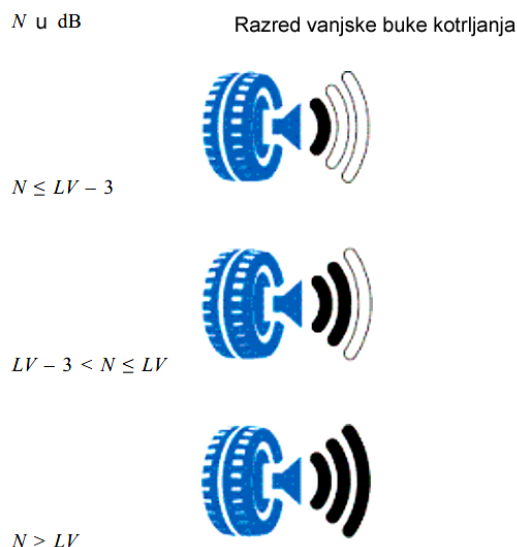
Tab. 4.3. Referentne vrijednosti buke za C1 gume, izvor: [13]

Razred gume	Nominalna širina (mm)	Granične vrijednosti u dB
C1A	≤ 185	70
C1B	$> 185 \leq 215$	71
C1C	$> 215 \leq 245$	71
C1D	$> 245 \leq 275$	72
C1E	> 275	74

Za C2 i C3 gume, referentne vrijednosti buke su:

Tab. 4.4. Referentne vrijednosti buke za C2 i C3 gume, izvor: [13]

Razred gume	Kategorija korištenja	Granične vrijednosti u dB
C2	Nepogonski kotači	72
	Pogonski kotači	73
C3	Nepogonski kotači	73
	Pogonski kotači	73



Slika 4.4. Kriterij za dodjelu razreda vanjske buke, izvor: [13]

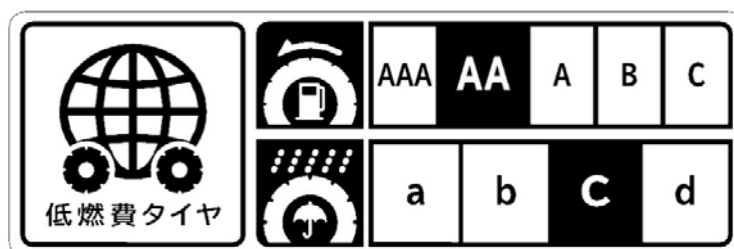
Jedan crni val prikazuje najbolju učinkovitost za buku, odnosno barem 3 dB ispod najavljenih europskih ograničenja za buku gume. Tri crna vala prikazuju lošu učinkovitost za buku, odnosno iznos koje je između trenutnog zakonskog ograničenja i najavljenog zakonskog ograničenja.

Razine decibela mjere se na logaritamskoj skali. Prema tome, nekoliko decibela predstavlja veliku razliku u razini buke. Naime, razlika od samo 3 dB udvostručuje količinu vanjske buke koju stvara guma [11].

4.3. Označavanje guma u zemljama izvan Europske unije

4.3.1. Japan

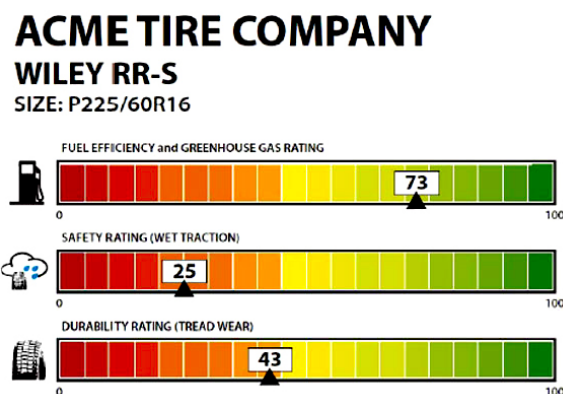
Od siječnja 2010., japanski proizvođači su uveli dobrovoljno označavanje učinkovitosti i sigurnosti ljetnih guma na osobnim automobila. Gume moraju imati barem 0.012 bezdimenzionalne veličine RRC (izražene kao 12.0 N/kN) i moraju zadovoljavati minimalne zahtjeve u pogledu prijanjanja na mokroj podlozi kako bi se kvalificirati za dobivanje oznaka. Trajnost guma i zimske gume trenutno nisu uključene u sustav označavanja. Program označavanja se temelji na ispitivanjima prema Japanskom industrijskom standardu (engl. Japanese Industrial Standards JIS) D4234:2009 koji je u skladu s ISO 28580, odnosno metodom ispitivanja usvojenom u Sjedinjenim Američkim Državama i Europskoj uniji [10].



Slika 4.5. Japanske oznake guma, izvor: [10]

4.3.2. SAD

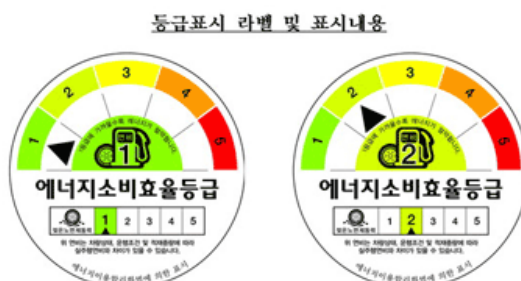
Konačna odluka o tome hoće li SAD uvesti svoju inačicu označavanja guma još nije donesena, ali tijelo koje predlaže njeno uvođenje, odnosno Nacionalna uprava za sigurnost cestovnog prometa (engl. National Highway Traffic Safety Administration NHTSA) donijela je prijedlog izgleda oznaka. SAD oznake sadrže tri ljestvice od 100 bodova kojima se ocjenjuje otpor kotrljanju, kočenje na mokrom i brzina trošenja, odnosno trajnost gume [16].



Slika 4.6. SAD oznake guma, izvor: [17]

4.3.3. Južna Koreja

Južna Koreja kao i Japan uzima samo dva kriterija prilikom ocjenjivanja automobilskih guma, odnosno uštedu goriva i držanje na mokroj podlozi pri čemu se uštedi goriva pridodaje veća pozornost. Oba kriterija su rangirana skalom od jedan do pet [18].



Slika 4.7. Južnokorejske oznake guma, izvor: [18]

5. CILJEVI UVOĐENJA EU OZNAKA

Unaprjeđenje dizajna gume i korištenje novih materijala, kao i pravilan pritisak u gumama te redovito održavanje, može smanjiti gubitak energije putem automobilskih guma. Unaprjeđenjem otpora kotrljanju zamjenskih guma za 10 % može smanjiti potrošnju goriva automobila koji koristi zamjenske gume za jedan do dva posto. Potrošnja goriva automobila koji je opremljen sustavom za nadzor tlaka u gumama može se smanjiti za 0,5 do 0,7 % u odnosu na automobil koji nije opremljen takvim sustavom.

Širokom primjenom programa za energetska učinkovitost guma u idućem desetljeću može smanjiti ukupnu potrošnju goriva za približno tri posto što može smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 100 milijuna tona godišnje u 2020. Ovakvim unaprjeđenjem spriječili bi emisiju približno 45 tisuća tona

dušikovih oksida godišnje i 10 tisuća tona štetnih čestica iz rafinerija godišnje. Potencijalna ušteda goriva od 30 milijardi litara bi predstavljala novčanu uštedu od 30 milijardi dolara pri cijeni goriva od jednog dolara po litri, te bi se na taj način značajno unaprijedila energetska sigurnost zemalja koje uvoze naftu.

5.1. Povezanost između programa učinkovitosti i drugih karakteristika guma

Postojeći programi učinkovitosti guma izravno su povezani i s drugim karakteristikama guma kao što su sigurnost i trajnost guma. Karakteristike poput udobnosti, ipak, nisu povezani. Takve karakteristike će biti određene tržištem, odnosno kupcem.

5.1.1. Sigurnost

Sigurnost je uključena u svim programima označavanja guma. Kao indikator sigurnosti koristi se prijanjanje na mokroj podlozi iako taj indikator ne pokazuje kako će se guma ponašati u stvarnim uvjetima, na primjer u zavojima. Smanjenjem otpora kotrljanju, smanjuje se prijanjanje na mokroj podlozi i obrnuto. Obuhvaćanjem obaju zahtjeva u označavanju guma proizvođači su dužni pronaći odgovarajući kompromis kako bi se postigla zadovoljavajuća sigurnost i ušteda goriva.

5.1.2. Trajnost guma

Gume sa smanjenim otporom kotrljanju općenito imaju produženu trajnost u odnosu na gume čiji je otpor kotrljanju veći. Za postizanje veće uštede goriva potrebno je smanjiti otpor kotrljanju te se na taj način povećava trajnost gume.

5.2. Trošak uvođenja EU oznaka

Cijena postizanja spomenutih ciljeva iznosi 10 dolara ili manje po gumi. Američka agencija za zaštitu okoliša je procijenila trošak od šest dolara po vozilu za unaprjeđenje otpora kotrljanju za 10 %. Komisija Europskih zajednica procijenila je trošak od 10 dolara po gumi za unaprjeđenje otpora kotrljanju za 25 % i prilagođavanje europskim standardima za prijanjanje na mokroj podlozi. Nacionalno istraživačko vijeće 2006. godine procjenjuje trošak od jednom dolara po gumi, a 2010. zbog veće uporabe silicija trošak od dva do pet dolara po gumi. Ovakve procjene ukazuju da će se inkrementalni troškovi guma sa smanjenim otporom kotrljanju otplatiti za približno 14 mjeseci, čak i uz procjenu troška od 10 dolara po gumi i uz cijenu goriva od samo jednog dolara za litru. [10]

6. ZAKLJUČAK

Automobilska guma predstavlja važan dio vozila kojim se može utjecati na potrošnju energenata te se stoga razmatra kao jedan od elemenata energetske učinkovitosti u prometu. Unaprjeđenje energetske učinkovitosti guma može se postići uvođenjem označavanja guma i njihovim rangiranjem, postavljanjem normi za energetske učinkovitost guma, uvođenjem testiranja i provjera energetske učinkovitosti guma, nadziranjem tlaka u gumama te uvođenjem opsežnih propisa, odnosno propisa koji sadrže više različitih normi kojima se sprječavaju kompromisi i nenamjerne posljedice koje mogu nastati postavljanjem zahtjeva za ispunjavanje samo jedne norme. Među svim navedenim mjerama najveći utjecaj na potrošnju ima označavanje energetske karakteristike guma. Propisivanjem obaveznog označavanja energetske karakteristike gumana području EU potaknut će se proizvođače guma na razvoj novih ekoloških guma, guma koje će omogućiti krajnjim korisnicima uštedu goriva na već postojećim automobilima, a da pri tome ne umanjuju svoju sigurnost niti sigurnost drugih sudionika u prometu. Osim toga, nove gume, trebale bi stvarati manju razinu buke i na taj način smanjiti negativni utjecaj prometa na okolinu. Uštedama u gorivu koje se predviđaju uvođenjem EU oznaka pridonosi smanjiti emisija štetnih plinova i povećati energetska sigurnost zemalja.

Literatura

- [1] Glavaš, Hrvoje; Ivanović, Milan; Keser, Tomislav, Energetska učinkovitost u cestovnom prometu // Tridesetdrugi skup o prometnim sustavima s međunarodnim sudjelovanjem Automatizacija u prometu 2012 / Zagreb, Croatia – Beč, Austrija 2012.
- [2] Green Tires Fact Book, (<http://lanxess.com/en/corporate/media/publications/fact-book/>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [3] Guma, (<http://proleksis.lzmk.hr/24887/>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [4] H. Jašarević, Kaučuk, (<http://hr.scribd.com/doc/23826877/Kau%C4%8Duk>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [5] Oznake na automobilskim gumama, (<http://prodajaguma.com/oznake-auto-guma>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [6] Objašnjenje EU oznake gume, (http://www.goodyear.eu/si_hr/tire-advice/eu-tire-label), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [7] Oznake na gumama, (<http://www.gume.vidiauto.com/oznake-na-gumama>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [8] Savjetodavni vodič, (http://www.autokreso.hr/gumeinaplatci/tehnicki_prirucnik_vodic.php), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [9] H.G. Jonasson, Rolling Noise Emission of Tyres – A Market Survey, ([http://tyrenoise.eu/tyre noise data/C1 C2 C3 tyre noise data Sweden SP Report Tyre noise 071106.pdf](http://tyrenoise.eu/tyre%20noise%20data/C1%20C2%20C3%20tyre%20noise%20data%20Sweden%20SP%20Report%20Tyre%20noise%20071106.pdf)), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [10] E. Pike, Opportunities to Improve Tire Energy Efficiency, (<http://www.theicct.org/tire-energy-efficiency>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [11] EU oznaka gume, (http://www.dunlop.eu/dunlop_hr/hr/what_sets_dunlop_apart/eu-tire-label-explained/index.jsp), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [12] Energy Efficiency, (http://ec.europa.eu/energy/efficiency/tyres/labelling_en.htm), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [13] EU Regulation 1222/2009, (<http://www.etrma.org/tyres/tyre-labelling>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [14] FAQ, (<http://www.bettertyres.org.uk/faqs>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [15] Commission Regulation 228/2011, (<http://www.etrma.org/tyres/tyre-labelling>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [16] Tyre labelling 101, (<http://www.tyrepress.com/News/LEGISLATION/labelling/26070.html>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [17] NHTSA introduces new tire labels, (<http://www.autoblog.com/2009/06/21/nhtsa-introduces-new-tire-labels/>), pristup ostvaren 09.01.2013.
- [18] Tyre labelling outside Europe, (<http://www.rezulteo-tyres.co.uk/tyre-label/tyre-labelling-outside-europe-5237>), pristup ostvaren 09.01.2013. [17] Blažević Damir, Slavek Ninoslav, Pešut Marina, Management Application for Distributed Production System Environment Machine Engineering, 5 (2005), 3 - 4; p.p. 173-180