

EKOLOŠKI EFEKTI EKSPLOATACIJE NOVE GENERACIJE AUTOBUSA IK-112N I IK-218N U SISTEMU JAVNOG GRADSKOG TRANSPORTA PUTNIKA U BEOGRADU

Mr Slaven TICA*

International Association of Public Transport

Slobodan MIŠANOVIĆ

GSP "Beograd"

Aktuelni problemi vremena u kome živimo, koji se ispoljavaju u najoštrijoj formi danas u svetu, su problem energije i problem zaštite životne sredine. Ekološki čistiji sistem javnog gradskog transporta putnika predstavlja imperativ održivog razvoja gradova. Ovaj sistem sa svojim podsistemima, i pored činjenice da predstavljaju najznačajniji servis mobilnosti građana u gradskim aglomeracijama, jedan je od glavnih uzroka urbanog zagađenja i emisije izduvnih gasova.

Problemi urbanog zagađenja su inicirali usvajanje niza sve strožijih standarada i propisa koji se odnose na ograničenje emisije izduvnih gasova, upotrebe i kvaliteta pogonske energije.

Autobuski podsistem kao nazastupljeniji podsistem javnog gradskog transporta putnika u gradovima je i najznačajniji nosilac funkcije javnog prevoza u Beogradu. U tom smislu sa stanovišta smanjenja emisije štetnih izduvnih gasova i buke, novi tipovi vozila koji koriste ekološki prihvatljiviju pogonsku energiju, dobijaju na sve većem značaju.

U radu su dati praktični rezultati korišćenja novih tipova autobusa u Beogradu i smernice politike razvoja koja stvara uslove za masovnije korišćenje ekološki "čistijih" vozila kao važnog segmenta održivog razvoja grada.

Ključne reči: ekologija, emisija, javni gradski transport putnika, autobuski podsistem

UVOD

Aktuelni problemi vremena u kome živimo koji se ispoljavaju u najoštrijoj formi danas u svetu su problem energije i problem zaštite životne sredine. Ekološki čistiji sistem javnog gradskog transporta putnika predstavlja imperativ održivog razvoja gradova. Ovaj sistem sa svojim podsistemima, i pored činjenice da predstavljaju najznačajniji servis mobilnosti građana u gradskim aglomeracijama, jedan je od glavnih uzroka urbanog zagađenja i emisije izduvnih gasova.

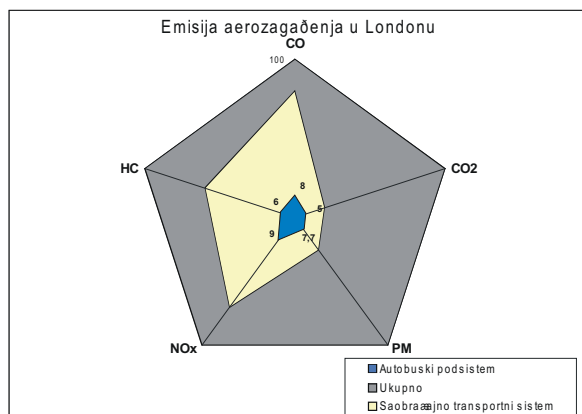
Enormno oslobađanje ugljen dioksida (CO₂) pre svega iz automobilskih motora i industrijskih postrojenja doveli su do globalnog zagrevanja i izazivanja tzv. efekta staklene bašte, nastajanje kiselih kiša i oštećenja gornjih slojeva atmosfere.

Vozila sa konvencionalnim pogonom, u koje danas spadaju i većina autobusa javnog gradskog transporta putnika su jedan od uzroka urbanog zagađenja i emisije izduvnih gasova u gradovima. Posebnu ugroženost imaju oni saobraćajni koridori unutar užeg gradskog jezgra gde su časovne frekvencije prolazaka vozila najveće, a stambeno tkivo i profili ulica takvi da onemogućavaju efikasno provetravanje što dovodi do koncentracije štetnih materija iznad dozvoljenih vrednosti.

Međutim sa druge strane u poređenju sa putničkim automobilima odgovornost vozila javnog prevoza u celini je izuzetno ograničena usled činjenice da je jedinična potrošnja energije tih vozila izražena u (l / mestakm) višestruko niža u odnosu na putnička vozila.

Tako na primer, prema istraživanjima obavljenim u Londonu (slika 1.), autobusi su odgovorni

za 8% emisije (CO), 6% ugljovodonika (HC), 9% emisije azotnih oksida (NOx), 7,7% emisiju čestica i 5% ugljen dioksida CO₂ (slika 3.). Slična situacija je i u Parizu gde je oko 4.000 autobusa u sistemu javnog prevoza odgovorno za ispod 5% zagađenja povezanog sa prevozom, dok u Berlinu oko 1.800 autobusa naspram milion putničkih automobila ima udeo u emisiji izduvnih gasova ispod 1 %.



Slika 1. Emisija aerizagađenja u Londonu od strane autobuskog podsistema JGTP [4]

STRATEGIJA RAZVOJA EKOLOŠKI ČISTOG SISTEMA JAVNOG PREVOZA U ZEMLJAMA EU

Polazeći od činjenice da je pored putničkih automobila samo u 50 najvećih gradova EU u upotrebi oko 55.000 autobusa [6], koji ostvare 80 % transportnog rada izraženog u vozilokm, dovelo je do usvajanja niza sve strožijih standarda koji se odnose na ograničenje emisije izduvnih gasova. Važno je naglasiti, da je godišnja potreba za nabavkom novih autobusa u zemljama EU za sektor javnog gradskog prevoza oko 4.500 jedinica. Danas pet najvećih proizvođača autobusa (MERCEDES, MAN, VOLVO, IVECO, RENAULT) proizvodi oko 12.000 autobusa na godišnjem nivou, što predstavlja je 60 % svetske produkcije autobusa. Ovi pokazatelji ukazuju da će autobuski podsistem prevoza sa pogonom na dizel gorivo zbog svog istorijskog investiranja u razvoj vozila i tehnologiju, ostati najdominantniji vid prevoza u narednih 20 godina.

Da bi se uticalo na dalje sprečavanje porasta zagađenja izazvanog korišćenjem fosilnih goriva najrazvijenije zemlje sveta ratifikovale su KYOTO sporazum kojim se ograničava emisija gasova u atmosferu pre svega CO₂. Zemlje članice EU imaju obavezu da smanje ukupnu emisiju za

8% do 2012. godine u odnosu na 1990. godinu.

Paralelno sa tim EU preko svojih tela kao što je Evropska komisija za energetiku i transport pokrenula je niz strateških pitanja u domenu razvoja alternativnih goriva i daljeg smanjenja emisije izduvnih gasova, čime dokazuje svoje lidersko mesto u svetu kada je ova problematika u pitanju.

Evropska komisija za energetiku 2001. godine pokrenula je akcioni plan kojim je planirano da se do 2020. godine postigne zamena 20% dizel goriva i benzina sa alternativnim gorivima. [1]

Alternativna goriva moraju da ispune određene uslove da bi postala konkurentna za masovnu upotrebu, a pre svega: konkurentna cena, pouzdanost – trajnost sistema, minimalno i lako održavanje, lako i brzo punjenje, autonomija od najmanje 250 km sa jednim punjenjem, bezbednost pri upotrebi, trenutni start, itd...

Danas mnoge zemlje primenjuju smernice budućeg koncepta „čistog javnog prevoza“, i to najčešće kroz doslednu primenu EURO propisa u pogledu emisije izduvnih gasova i direktiva koje preciziraju i regulišu kvalitet dizel goriva, a posebno maksimalni nivo sumpora.

Pored striktno primene zakonske regulative mnogi operateri u javnom prevozu koriste vrstoglav tehničko-tehnološki razvoj podsistema i to najčešće kroz korišćenje vozila sa pogonom na prirodni gas (CNG i LPG), masovnijim korišćenjem obnovljivih biogoriva, sve masovnijom upotrebom dizel-električnih (hibridnih) vozila i rehabilitacijom elektro podsistema javnog prevoza (trolejbus, tramvaj, LRT i sl.). [10]

Danas je u toku veoma važan projekat poznat pod imenom CUTE (Clean Urban Transport for Europe) –ECTOS (Ecological City Transport System) pristekao je na osnovu inicijative EU komisije za energetiku i transport u saradnji sa kompanijom EVOBUS sa osnovnim ciljem da se sagledaju tehnički, tehnološki, ekološki i ekonomski aspekti korišćenja tehnologije gorivih ćelija u vozilima za javni prevoz. Procenjeno je da upravo ova vrsta alternativnog goriva predstavlja moguće rešenje problema energije na globalnom planu. Ovo je do sada najveći projekat ove vrste u svetu, sa idejom da iskustva iz ovog projekta definitivno opredele buduću strategiju primene ove vrste alternativnog pogona za period posle 2025. godine. [9]

PROBLEM AEROZAGAĐENJA U BEOGRDU OD STRANE AUTOBUSKOG PODSISTEMA JAVNOG GRADSKOG TRANSPORTA PUTNIKA

Glavni štetni sastojci emisije današnjih motora koji koriste konvencionalno gorivo (dizel, i sl.) su: ugljen monoksid (CO), azotni oksidi (NO₂), ugljovodonici (C_xH_x), sumpordioksid (SO₂) čadj kao i emisija CO₂. Procenjuje se da je u atmosferi u gradskim aglomeracijama ima 91% ugljen monoksida, 56% azotnih oksida, 50% ugljovodonika i 10% ostalih čestica koje potiču od saobraćaja, odnosno produkovanih saogorevanjem fosilnog pogonskog goriva.

Sistem javnog gradskog prevoza putnika u Beogradu danas u modalnoj raspodeli učestvuje sa oko 53% u ukupnom broju putovanja građana metropole. Ciljno tržište sistema u Beogradu je usmereno na teritoriju od oko 322 hiljade hektara, gde živi oko 1.57 miliona stanovnika. Sistem javnog transporta putnika u Beogradu ima ukupno 1334 vozila, od čega autobuski podsistem učestvuje sa 1084 vozila u radu (oko 81% od ukupnog broja vozila). Respektivno posmatrano, od ukupnog broja autobusa koji se svakodnevno nalaze u eksploataciji, 693 autobusa pripada javnom gradskom operateru - GSP "Beograd" i 391 autobusa udruženjima privatnih prevoznika. Autobuski podsistem u Beogradu preveze oko 75% putnika i ostvari dnevni transportni rad od oko 330.000 vozilokm.

Izuzetno velika zastupljenost autobusnog podsistema u funkciji mobilnosti građana daje za pravo da se autobuski podsistem u Beogradu

smatra najznačajnijim servisom mobilnosti građana, ali sa druge strane inicira istovremeno sve veće ekološke probleme.

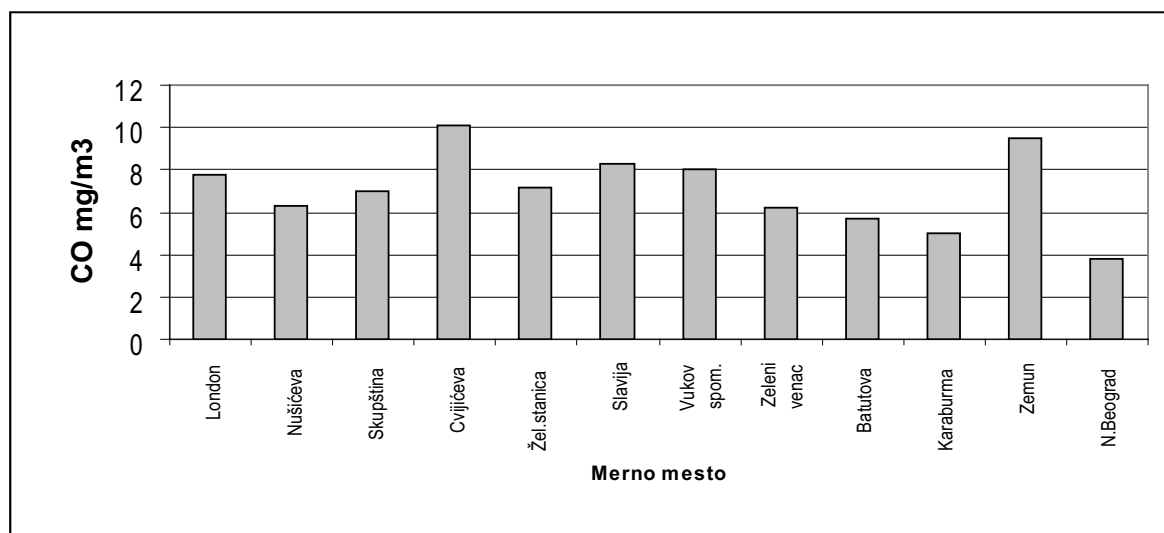
Polazeći od činjenice da samo autobusni strateškog gradskog operatera GSP "Beograd" za realizaciju planiranog dnevnog transportnog rada, utroši oko 101.000 litara ebpo-dizel goriva, navodi na zaključak da se efekti smanjenja aerozagađenja u Beogradu mogu značajno postići energetske i tehničko-tehnološkim upravljanjem u autobusnim podsistemom javnog gradskog prevoza.

U Beogradu posebnu ugroženost imaju oni saobraćajni koridori unutar užeg gradskog jezgra gde su časovne frekvencije prolazaka autobusa i ostalih vozila najveće, a stambeno tkivo i profili ulica takvi da onemogućavaju efikasno provetranje što dovodi do koncentracije štetnih materija iznad dozvoljenih vrednosti (tabela 1.)

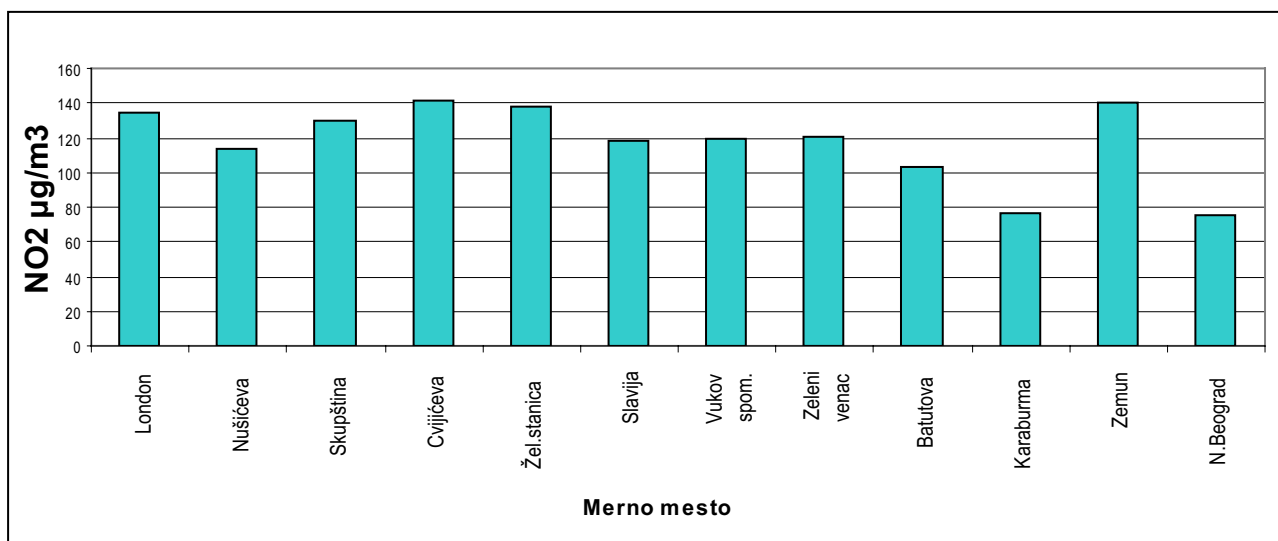
Tabela 1. Maksimalno dozvoljene vrednosti koncentracije CO, NO₂, SO₂

Štetni sastojci iz emisije	Gornje granične vrednosti
CO	3 mg/m ³
NO₂	60 µg/m ³
SO₂	150 mg/m ³

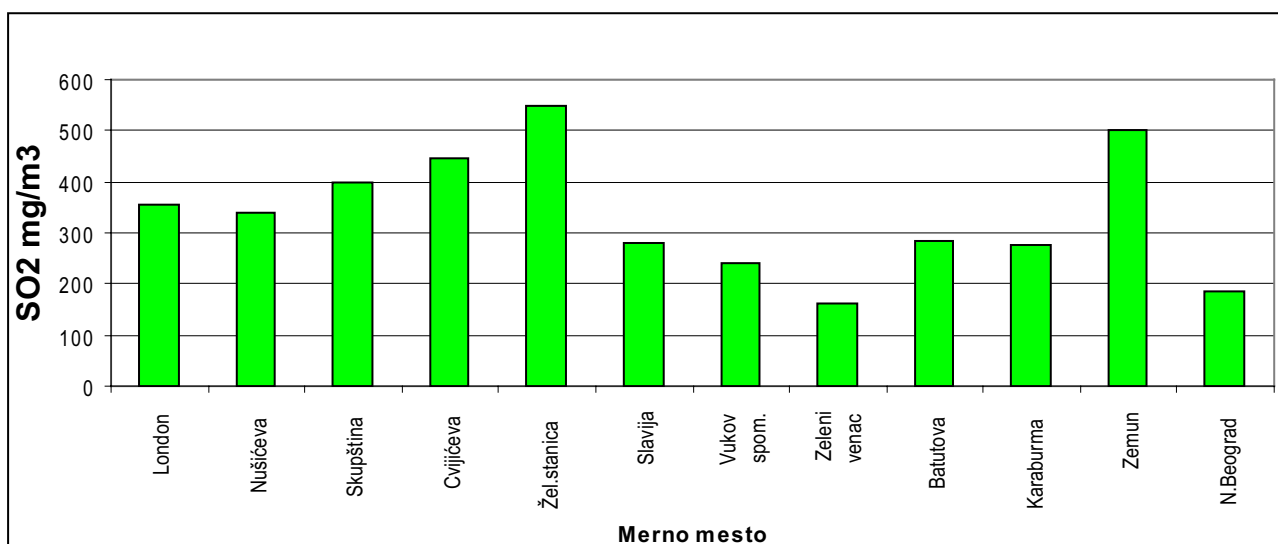
Konkretnim merenjem na odabranim mernim mestima, gde funkcionišu autobusi javnog prevoza uočena je visoka emisija štetnih materija, a gotovo sva merna mesta pokazuju vrednosti zagađenja koje su višestruko veće od dopuštenih, što je prikazano na narednim slikama.



Slika 2. Koncentracija CO po gradskim zonama Beograda



Slika 3. Koncentracija NO2 po gradskim zonama Beograda



Slika 4. Koncentracija SO2 po gradskim zonama Beograda

Rezultati konkretnih merenja na pojedinim mikro-lokacijama u gradu Beogradu ukazuju na hitno stvaranje akcionog plana sa jasnim i preciznim aktivnostima koje bi bile usmerene i obavezujuće za sve aktere mobilnosti na području grada Beograda.

PROJEKAT "BEOBUS"

U uslovima ograničenih resursa, kompanija GSP "Beograd" sa veoma malim investicionim potencijalom, a kao strateški operater u sistemu transporta putnika u Beogradu, pokrenuo je projekat pod nazivom BEOBUS, sa osnovnom idejom definisanja strategije razvoja održivog autobusnog podsistema javnog prevoza u Beogradu. Posebna pažnja je posvećena tehničkim i ekološkim efektima eksploatacije, što je u prvom

fazi primene između ostalog podrazumevalo uvođenje u eksploataciju vozila koje minimum zadovoljavaju EURO 4 standard. [2]

Prvi korak, 2003. godine bila je proizvodnja prototipa niskopodnog solo autobusa, oznake IK-112.3 Osnovni cilj bio je da se u realnim uslovima sagledaju sve tehničko-eksploatacione karakteristike vozila, kao i da se evidentiraju i otklone svi eventualni nedostaci ili predlože novi zahtevi. [7] Nakon više od dve godine eksploatacije i detaljnog eksploatacionog praćenja, stručni tim GSP "Beograd" je sačinio detaljan i precizan tehnički opis autobusa, koja odgovara potrebama gradskog javnog prevoza za uslove eksploatacije u Beogradu. Od izuzetnog značaja su bila i iskustva stranih kompanija za javni gradski prevoz, članica UITP-BUS Committee, kao i

renomiranih svetskih proizvođača autobusa. Konačna realizacija projekta finalizovana je u julu 2008. godine, isporukom 55 zglobnih autobusa IK-218 N i 45 solo IK-112 N.

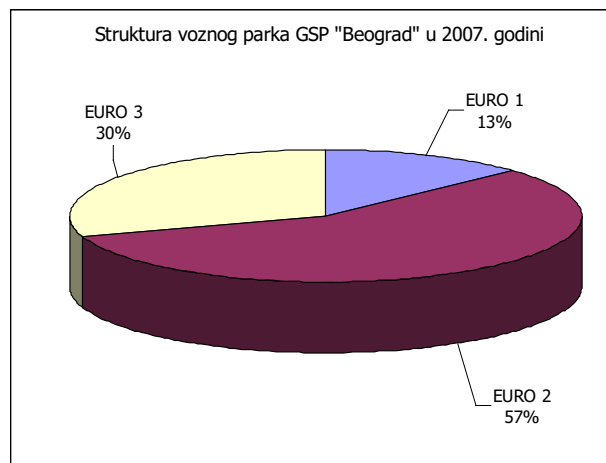
Posebno važan aspekt eksploatacije ovih autobusa je doprinos smanjenju emisije izduvnih gasova, obzirom da autobusi imaju pogonske agregate sa EURO 4 normama. Uvođenjem 100 novih autobusa u eksplataciju i rashodom 49 autobusa sa motorima starije generacije EURO 0, EURO 1 u 2008. godini značajno je poboljšana



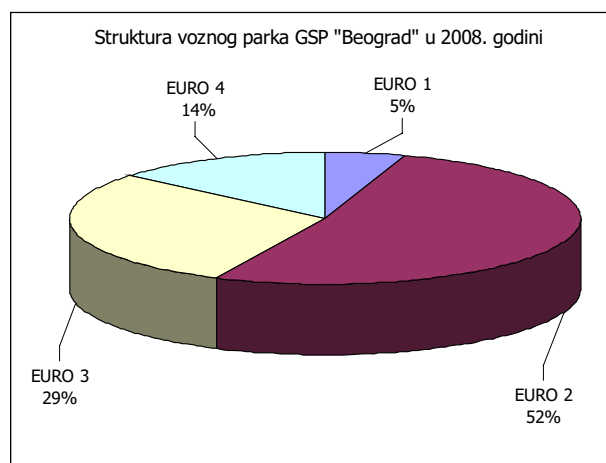
Slika 5. Savremeni niskopodni autobusi u sistemu transporta putnika u Beogradu

struktura vozila u radu GSP "Beograd", koja emituju manju emisiju štetnih gasova. Startom projekta „BEOBUS“ napravljen je vidan pomak u promeni strukture voznog parka GSP „Beograd“, u pogledu zastupljenosti ekološki prihvatljivijih vozila po pitanju tipa motora, što je prikazano na narednim slikama.

Ako se analiziraju najznačajiji i najfrekventniji koridori u gradu Beogradu, kojima svakodnevno funkcionišu autobusi javnog gradskog prevoza dolazi se do zaključka da u vršnom opterećenju, kada je režim funkcionisanja dinamičkog saobraćaja veoma složen, oko 590 autobusa



Slika 6a. Struktura vozila u radu GSP „Beograd“ po tipu pogonskog agregata u 2008. godini



Slika 6b. Struktura vozila u radu GSP „Beograd“ po tipu pogonskog agregata u 2007. godini

koji koriste konvencionalno fosilno gorivo svakodnevno funkcioniše ulicama grada i značajno doprinose stvaranju negativne situacije. U narednoj tabeli prikazani su saobraćajni koridori u Beogradu sa najvećim frekvencijama nailazaka autobusa javnog prevoza u vršnom opterećenju.

Primeru radi, emisija štetnih izduvnih gasova u Brankovoj ulici (Deonica Brankov most – Terazijski tunel) na dnevnom, mesečnom i godišnjem nivou predstavljena je u narednoj tabeli. Na osnovu strukture vozila u radu, prosečne potrošnje goriva po tipu vozila, ostvarenih vozilo kilometara i tabličnih vrednosti emisije zagađenja datim u EURO standardima emisije zagađenja (ESC TEST Dir.1999/96/EC), proračunata je emisija štetnih gasova izraženo u kg .

Ako uporedimo dobijene rezultate emisije štetnih gasova sa podacima iz 2002. godine na istoj

Tabela 2. Opterećenje koridora autobuskim podsistemom u Beogradu u vršnom času (voz/čas)

Ulica	Autobuske linije	Frekvencija (voz /čas)
Bulevar Despota Stefana	16,27e,32e,35,43,58,95,96	75
Brankova ulica	15,16,60,65,67,68,71,72,75,84,95,704,706,707	130
Kneza Miloša	23,37,51,52,53,56,56l,58	69
Bulevar Živojina Mišića (Sajam)	23,37,51,52,53,55,56,56l,58,88,91,92,511	112
Glavna (Zemun)	17,45,73,83,84,704,706,707	74
Bulevar JA	30,31,33,39,42,47,48,59	67

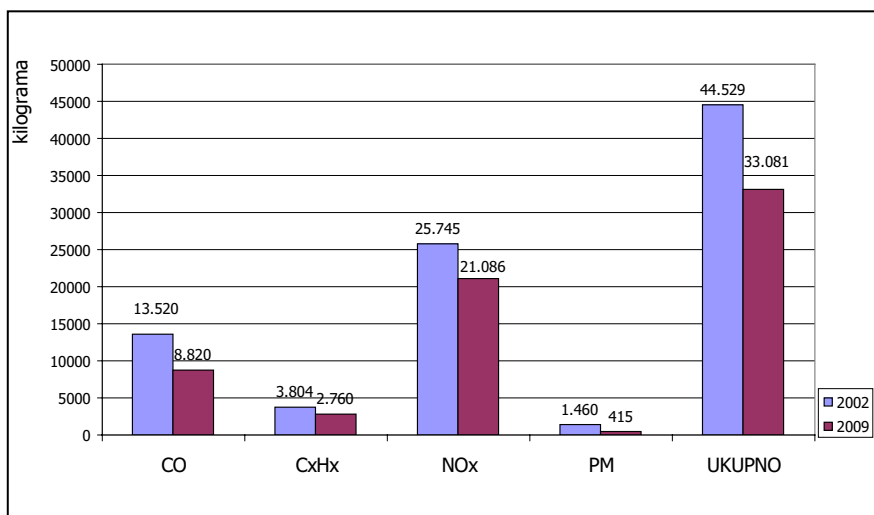
deonici, (slika br.7), jasno se vidi da je ukupna emisija zagađenja (CO, CxHx, NOx, PM) u 2009. godini za oko 25 % manja.

Važno je napomenuti da je u 2009. godini na deonici "Brankov most – Terazijski tunel" ostvareno 1.769.015 vozilo kilometara, što je za oko

30% više u odnosu na 2002. godinu kada je realizovano oko 1.350.000 vozilo kilometara. U tom periodu najveći broj autobusa GSP "Beograd" bio je opremljen motorima EURO 1 i EURO 2 standarda (80%) dok je 20% autobusa bilo sa EURO 0 standardom emisije. Kod autobusa privatnih prevoznika u tom periodu struktura je bila izrazito

Tabela 3. Emisija štetnih izduvnih gasova u Brankovoj ulici (Deonica Brankov most – Terazijski tunel)

Autobuske linije	Deonica "Brankov most –Terazijski tunel"		
	vozk/dnevno	vozk/mesečno	vozk/godišnje
15,16,60,65,67,68,71,72,75,84,95,704,706,707	5.747	155.176	1.769.015
Emisija gasova (kg)	dnevno	mesečno	godišnje
CO	28,7	773,7	8.820,3
CxHx	9,0	242,7	2.766,7
NOx	68,5	1.849,7	21.086,7
PM	1,35	36,5	415,7
Ukupno	107,5	2.902,6	33.089,4
CO2	8.011	216.315	2.466.007



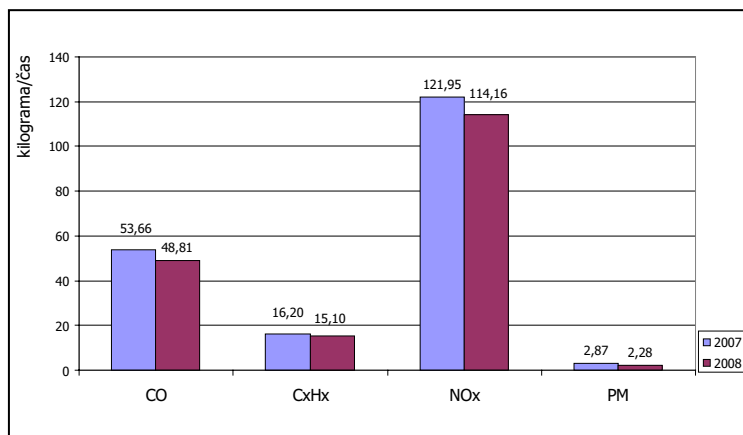
Slika 7. Uporedni prikaz emisije štetnih gasova na deonici "Brankov most-Terazijski tunel"

nepovoljna 85% autobusa imao je motore EURO 0 dok je svega 15% autobusa imalo EURO 1 i EURO 2 standard. U tom periodu kao pogonsko gorivo isključivo se koristilo dizel gorivo D-2, što je takodje uticalo na povećanu emisiju gasova posebno sumpor dioksida SO₂.

Ako se analiziraju ekološki efekti uvođenja u eksploataciju autobusa sa standardom EURO 4. i činjenicu da je promenjena struktura voznog

parka GSP „Beograd“ u smislu odnosa pogonskih agregata sa različitim EURO normama, na sledećoj slici prikazane su uporedne vrednosti emisije zagađenja od strane autobusa u 2007. i 2008. godini, odnosno pre i posle uvođenja vozila sa pogonskim agregatima sa EURO 4 normama.

Sa slike se jasno uočava da je u 2008. godini posle uvođenja u eksploataciju nove serije



Slika 8. Emisija štetnih gasova u 2007. i 2008. godini od strane autobusnog voznog parka GSP „Beograd“

autobusa IK-112N i IK-218N došlo do smanjenja emisije štetnih gasova na koridorima gde funkcionišu autobusi javnog prevoza, i to respektivno : ugljen monoksid (CO) za oko 9 %, ugljo vodonici (CxHx) za 6,7 %, azotni oksidi (NOx) za 6,3 % i čestice (PM) za 20,2 %.

BUDUĆA STRATEGIJA SMANJENJA EMISIJE IZDUVNIH GASOVA OD STRANE VOZILA U SISTEMU JAVNOG GRADSKOG TRANSPORTA PUTNIKA

Smanjenje štetne emisije izduvnih gasova koje je ostvareno u 2008. godini predstavlja dobru polaznu i smernice za budući razvoj autobusnog podsistema u Beogradu. Kao prvi korak poželjno bi bilo da svi autobuski operateri u saradnji sa nadležnim organima lokalne uprave definišu buduću strategiju uvođenja u eksploataciju ekološki čistih vozila. [9]

U ovom trenutku, imajući realne mogućnosti i snagu aktera mobilnosti, mogući pravci strategije smanjenja emisije štetnih gasova su u Beogradu su:

- Korišćenje vozila sa konvencionalnim pogonskim gorivom sa manjom emisijom štetnih gasova - EURO 4 i EURO 5 standard, a u perspektivi uvođenje i EEV standarda sa još

manjom emisijom zagađenja.

- Masovnije korišćenje alternativnih goriva kao što su: komprimovani prirodni gas (CNG ili LPG), biodizel.
- Uvođenje u eksploataciju autobusa sa hibridnim pogonom, odnosno dizel-električnim pogonom.
- Snažan razvoj i modernizacija elektro podsistema javnog gradskog transporta putnika.
- Napraviti fizibiliti analizu da se vozila koja imaju motore starijih generacija EURO 3, opreme katalitičkim konvertorima koji dodatno smanjuju nivo emisije zagađenja.
- Harmonizacija standarda i propisa iz oblasti emisije sa EU
- Striktna primena i poštovanje načela KYOTO sporazuma

ZAKLJUČAK

Ekološki čist sistem javnog prevoza predstavlja imperativ održivog razvoja gradova u Evropskoj uniji. Sagledavanje zakonskih regulativa i raspoloživih mogućnosti korišćenja alternativnih goriva u zemljama EU, treba da aktuelizuje i inicira ovu problematiku i u okvirima Republike Srbije.

Uvođenje u eksploataciju nove serije autobusa IK-112 N i IK-218 N dat je mali doprinos smanjenju emisije štetnih gasova u Beogradu, ali veliki početni korak u razvoju svesti održivog transportnog sistema. Trend nabavke ekološki čistih vozila, uvođenje pravne regulative predstavlja jedan od prioriteta i permanentnih zadataka u koji moraju biti uključeni operateri i nadležne institucije lokalne uprave.

Iskustva kompanija za javni gradski prevoz i lokalnih uprava gradova EU, vezanih za održivi razvoj predstavljaju putokaz ka iznalaženju rešenja koje će učiniti da sistem javnog transporta putnika u Beogradu bude promotor održivog razvoja grada. Konačan cilj je da se Beograd priključi "zelenoj" mapi Evrope.

LITERATURA

- 1) Environmental compatibility and efficiency: The fuel choice Official Position Paper of the UITP, 2005
- 2) Projekat BEOBUSTica S, Lazarević S, Mišanović S: 83. UITP-Bus Committee, Verona 2007
- 3) Tehnološke inovacije i metode predviđanja Tica S, Stošić B, Curović D: Časopis IIPP, br. 9, Beograd
- 4) Clean Fuels for road public transport UITP-Bus Committee, 2004
- 5) Experience of the fuel cell buses operation in Stockholm CUTE Conference, 2005
- 6) Public transport in 2020: from vision to action Official Paper of the UITP, 2005
- 7) Hidroforming tehnologija u službi projektovanja i proizvodnje vozila Stanojević N., Vasić B: Časopis Istraživanja i projektovanja za privredu, br. 1, Beograd
- 8) Kvalitet životne sredine grada Beograda u 2007. godini Sekretarijat za zaštitu životne sredine grada Beograda
- 9) Ekološki zahtevi autobuskom podsystemu javnog prevoza u zemljama EU, projekat CUTE-ECTOS Tica S, Mišanović S: Časopis TEHNIKA-Saobraćaj 2007 br.2
- 10) Obnova tramvajskog voznog parka u Beogradu Danon G, Tica S, Vasić B: Časopis Istraživanja i projektovanja za privredu, br. 11, Beograd

ECOLOGICAL EFFECTS OF EXPLOITATION OF NEW GENERATION BUSES IK-112N I IK-218N IN THE SYSTEM OF URBAN PASSENGER PUBLIC TRANSPORT IN BELGRADE

Current problems of the time we live in, which appear in the sharpest form in the world, are problems of energy and environmental protection. Ecologically cleaner urbane passenger public transport system is an imperative of sustainable development of cities. Despite the fact that this system and its subsystems represent the most important service of mobility in urbane agglomerations, it is also one of the main sources of urbane pollution and exhaust gases emission.

Problems of urbane pollution have initiated adoption of series of strict standards and regulations regarding limitations of exhaust gases emission, as well as usage and quality of operative energy.

Bus subsystem, as a subsystem with the largest share in urban passenger public transport in cities, is also the most significant bearer public transport function in Belgrade. In that sense, from the aspect of reduction of exhaust gases emission and noise, new types of vehicles, which use ecologically acceptable energy, are becoming increasingly important.

The paper presents practical results of usage of new types of buses in Belgrade, as well as guidelines of development policy which creates conditions for mass usage of ecologically clean vehicles as an important segment of sustainable development of the city.

Key words: ecology, emission, urban passenger public transport, bus subsystem

Rad poslat na recenziju: 15.01.2010.

Rad spreman za objavu: 01.04.2010.