

Železnica i ekologija

Dr Dragutin Jovanović, dipl.inž.¹⁾

Uticaj saobraćajnog sistema na životnu sredinu, u ekološkom smislu, danas je sve izraženiji. Saobraćajna sredstva na različite načine i u različitoj meri stvaraju određene ekološke probleme sa manjim ili većim posledicama. Posebno je posmatran uticaj železnice i date su preporuke za preduzimanje mera u cilju smanjenja štetnih uticaja, buke i vibracija, i poboljšanja ekoloških karakteristika železnice.

Ključne reči: Železnica, buka, vibracije, zagađenje, ekologija.

Uvod

UGROŽAVANJE životne sredine, odnosno stvaranje, korišćenje i odlaganje materija koje svojim štetnim dejstvom narušavaju prirodnu celinu Zemlje je danas sve veći problem. U prilog tome, može da se doda tvrdnja pojedinih organizacija za zaštitu čovekove sredine da treći milenijum neće dočekati 20% biljnih i životinjskih vrsta koje danas postoje. Životna sredina se danas ugrožava na svakom koraku, a kao najveći zagađivači mogu da se izdvoje industrija i saobraćaj.

Saobraćaj, kao sastavni deo naseljenih mesta, svojim sredstvima i komunikacijama ima centralno mesto u problemu ugrožavanja životne sredine.

Uticaj saobraćajnog sistema na ugrožavanje životne sredine moguće je posmatrati sa tri aspekta:

- zagađenje vazduha,
- stvaranje buke i
- zauzimanje zemljišnog i vazdušnog prostora.

Zagađenje vazduha

Zagađenje vazduha potiče, uglavnom, od sumpor-dioksida, ugljen-monoksida, čađi, industrijske prašine i azotnih oksida. Prisutni su i ugljovodonici, jedinjenja halogenih elemenata i teški metali, čije supstance, u većoj ili manjoj meri, negativno utiču na organizam čoveka izazivajući mnoga oboljenja.

Saobraćajna sredstva drumskog, vazdušnog i železničkog saobraćaja, s obzirom na svoje specifičnosti, različito utiču na zagađenje vazduha. Kada se govori o zagađenju vazduha, prvenstveno se misli na motorna vozila, jer se u drumskom saobraćaju troši najviše tečnih goriva.

Učešće saobraćaja u ukupnoj potrošnji energije je relativno veliko. U saobraćajnom sistemu troši se blizu 20-25% ukupne energije.

Saobraćajni sistem u SFRJ se zasnivao najvećim delom na potrošnji tečnih goriva.

Ta potrošnja je u 1980. god. iznosila 96% ukupne količine energije potrošene u saobraćaju [1]. Najveći potrošači tečnih goriva su drumski i pomorski saobraćaj, dok su manji potrošači železnički, gradski, rečni i jezerski saobraćaj.

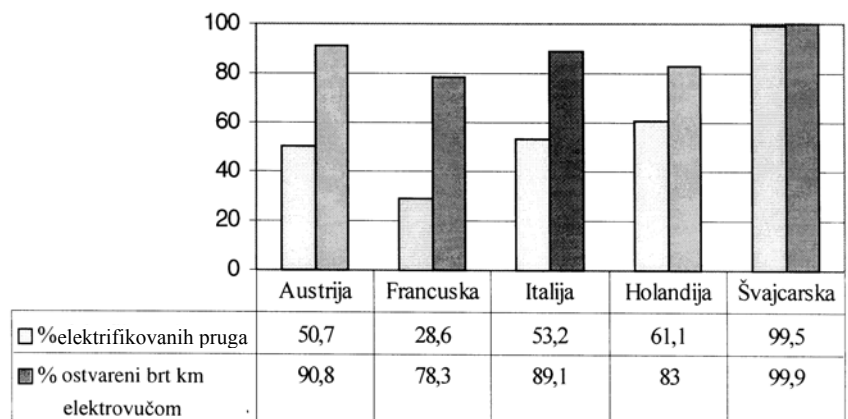
Elektroenergiju u saobraćaju troši železnički i gradski saobraćaj. Potrošnja elektroenergije u železničkom saobraćaju pokazuje blagi trend rasta.

U zemljama Zapadne Evrope od ukupne energije potrošene u saobraćaju u drumskom saobraćaju se troši od 71,8% do 92,4%, a u železničkom od 1,9% do 5,9%.

Vidljiva razlika u potrošnji energije u drumskom i železničkom saobraćaju nastaje kao posledica toga što je drumski saobraćaj, uglavnom, potrošač tečnog goriva koje ima najniži stepen efikasnosti. To je jedan od bitnih razloga pristupanja mnogih zemalja Evrope ubrzanom elektrifikaciji železnice. Procenat elektrifikovanih pruga u Švajcarskoj je blizu 99,5% [2] (sl.1).

S obzirom na takvo kretanje elektrifikacije železničke mreže u Evropi, i naša je zemlja uložila znatne napore u što bržu elektrifikaciju sopstvene mreže. Tako je *Jugoslovenska železnica* krajem 1996.god. raspolagala sa blizu 30% elektrifikovanih pruga.

Elektrifikacijom železnice može da se poveća obim



Slika 1. Stepem elektrifikovanosti železničke mreže nekih evropskih zemalja

¹⁾ Vojnotehnička akademija VJ, 11000 Beograd, Ratka Resanovića 1

prevoženja, a da se znatnije ne poveća potrošnja energije u odnosu na ostvareni obim, što železnici daje prednost u odnosu na ostale grane saobraćaja.

Drumski saobraćaj, kao najveći potrošač energije, troši do 83% ukupne energije, ostatak od 17% energije se troši u drugim granama saobraćaja. Ta činjenica, kao i mogućnost železnice da sve više koristi elektroenergiju kao domaće dobro, obezbeđuje železnici veoma značajno mesto u saobraćajnom sistemu.

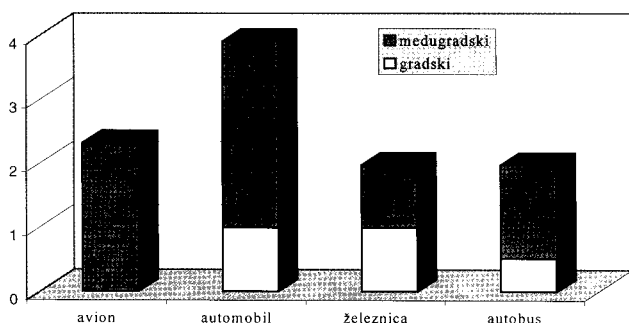
Energija, kao faktor koji određuje mesto železnice u saobraćajnom sistemu, mora da se posmatra i sa stanovišta specifične potrošnje u saobraćaju. Specifična potrošnja je jedan od osnovnih ekonomskih pokazatelja u saobraćaju, jer se troškovi energije odražavaju na ukupne transportne troškove.

Specifična potrošnja energije u saobraćaju zavisi od više faktora:

- tehničkih karakteristika transportnih sredstava,
- stepena iskorišćenja nosivosti transportnih sredstava i
- tehničko-eksploatacionih karakteristika prevoznog puta i dr.

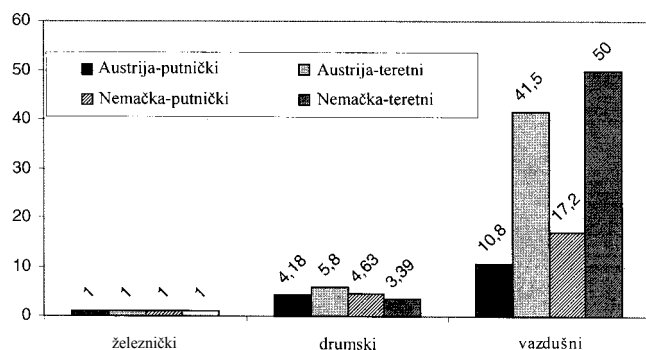
Brojna istraživanja u svetu govore, da su odnosi u specifičnoj potrošnji energije u saobraćaju različiti od zemlje do zemlje, što umnogome zavisi od saobraćajnih uslova u pojedinim zemljama.

Istraživanja sprovedena u SAD pokazuju da je specifična potrošnja u putničkom međugradskom avionskom saobraćaju veća 2,65 puta, dok je u automobilskom saobraćaju 1,14 puta veća nego u železničkom saobraćaju [2], (sl.2). U gradskom putničkom saobraćaju u SAD specifična potrošnja je veća i u automobilskom saobraćaju 2,57 puta nego u železničkom (sl.2).



Slika 2. Relativni odnos specifične potrošnje u putničkom saobraćaju u SAD

Istraživanja u Austriji i Nemačkoj su pokazala da je specifična potrošnja po jednom putničkom kilometru (pkm), odnosno neto tonskom kilometru (ntkm) mnogo manja u železničkom saobraćaju nego u ostalim granama saobraćaja (sl.3).



Slika 3. Relativni odnos u potrošnji energije po jednom pkm (ntkm) u Austriji i Nemačkoj

Svetski eksperti za energiju ističu da prava energetska kriza tek predstoji, a ubrzano se vrše istraživanja na pronalaženju novih izvora energije i preorijentaciji u strukturi energetskih izvora. S obzirom da se u putničkom i vazdušnom saobraćaju troše tečna goriva (približno 90% ukupne potrošnje energije u saobraćaju) i da se sve više crpe izvori goriva fosilnog porekla, to se u saobraćajnom sistemu treba orijentisati na intenzivnu elektrifikaciju železnice.

Železnica sa svojom elektrovoćom troši električnu energiju domaće proizvodnje sa visokom efikasnošću po jedinici usluge, što joj obezbeđuje značajno mesto u saobraćajnom sistemu.

U izduvnim gasovima motornih vozila, zbog nepotpunog sagorevanja goriva, ostaje visok stepen otrovnih materija. Smrtonosnim se smatra ugljen-monoksid (CO). On se snažno vezuje za krvni pigment u crvenim krvnim zrnima-hemoglobin i sprečava pristup kiseoniku. U sredinama zagađenim ugljen-monoksidom dokazana su vezivanja ugljen-monoksida za hemoglobin i do 20% [3].

U svetu su rađene brojne studije i istraživanja na temu zagađenosti vazduha. Istraživanja u Nemačkoj i Francuskoj, rađena pre tridesetak godina, govore da samo u Nemačkoj vozila izbacuju 2,3 miliona tona ugljen-monoksida, a u Francuskoj 4,845 miliona tona ugljen-monoksida. Tada je koncentracija ugljen-monoksida u vazduhu u 50 zapadnoevropskih gradova bila 0,03%, a on je smrtonosan u koncentraciji 0,18 - 0,26%. Tako otrovni gasovi dopiru u ljudski orgnizam direktnim udisanjem i indirektno putem hrane koja je izložena taloženju gasova. Istaknuto je da 2000 motornih vozila svakog sata izbacuju 40 - 60 grama olova u širini od 100 m sa obe strane autoputa [2].

Saobraćajna sredstva, pored ugljen-monoksida, izbacuju i druge štetne materije i to: azotni oksid, ugljen-vodonik, sumpor-oksid, krute čestice i ostale nusprodukte. U tabeli 1 dat je pregled štetnih materija po pojedinim saobraćajnim granama.

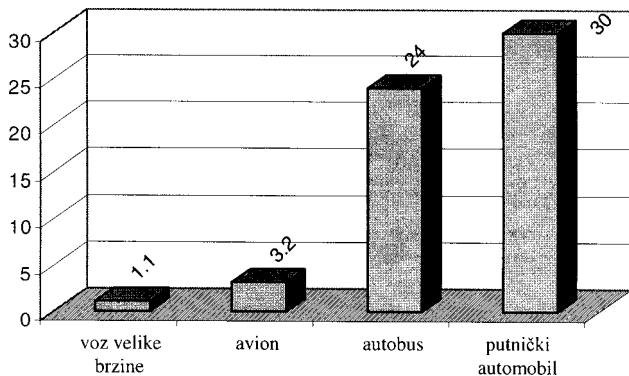
Tabela 1. Pregled emisije štetnih materija kod pojedinih saobraćajnih grana [1]

Naziv štetne materije	% u jedin. količine	% po saobraćajnim granama			
		železnički	drumski	vazdušni	vodni
Ugljen-monoksid (CO)	68	1	98		0,8
Azot. oksid (NO ²)	17	4	90,5	0,5	5
Ugljen-vodonik (CH)	9	1	95	1	3
Sumpor -oksid (SO ²)	2	10	74	2	14
Čvrste čestice	1	5	85	3	7
Ostali (olovo, guma, asfalt i sl.)	3				

Podaci prikazani u prethodnoj tabeli su dokaz da je železnica neuporedivo manji zagađivač vazduha od sredstava drumskog saobraćaja. U prilog toj konstataciji govore i izmereni relativni odnosi zagađivanja vazduha različitim saobraćajnim sredstvima na najgušće naseljenom saobraćajnom pravcu u SAD-u Boston - Njujork - Vašington. Na tom pravcu autobusi zagađuju vazduh za približno 24 puta više, a putnički automobili za čak 30 puta više od železnice [2], (sl.4).

U poslednjih desetak godina postignuti su veliki pomaci u smanjenju ispuštanja štetnih gasova iz izduvnih sistema

motornih vozila, uvođenjem dodatnog sagorevanja - katalizatora, korišćenjem motornog bezolovnog benzina, ugradnjom motora koji koriste alternativni pogon (kombinacija elektromotora i benzinskog motora) itd. Svi veći gradovi



Slika 4. Relativni odnos u zagađenju vazduha na saobraćajnom pravcu Boston, Njujork, Vašington

u svetu organizacionim merama pokušavaju da smanje nivo zagađenja vazduha u gradskoj zoni zabranom kretanja motornih vozila koja koriste tečna goriva.

Imajući u vidu da je iz energetskih i ekoloških razloga sve veće učešće elektrolokomotiva u saobraćaju, koje ne emituju štetne gasove, jasna je prednost železnice u odnosu na ostale saobraćajne grane, što joj obezbeđuje centralno mesto u saobraćajnom sistemu.

Buka

Pored zagađenja vazduha, štetni uticaj na životnu sredinu ima i buka koju stvaraju različita saobraćajna sredstva, a koja direktno deluje na centralni i vegetativni nervni sistem čoveka izazivajući niz teških nervnih poremećaja.

Buka izaziva određena fiziološka i psihološka dejstva, izražena u obliku:

- psihosomatskih efekata—glavobolja, mučnina, umor i nervoza,
- fizičkih efekata—uticaj na telo ili telesne funkcije,
- ometanja aktivnosti—uticaj na san, odmor, rekreaciju, govor i funkcionisanje organizma u celini.

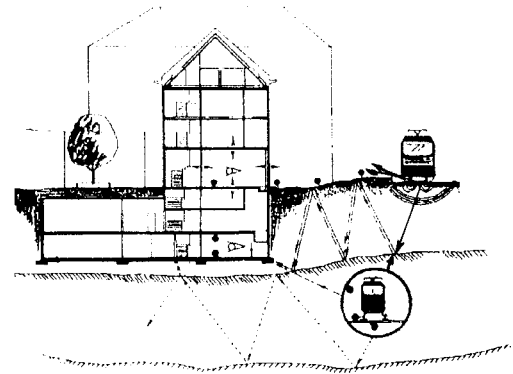
Sve izraženiji postaje problem uticaja buke i vibracija na ljude izazvan železničkim (šinskim) saobraćajem, u vozovima, na peronima, kao i u građevinskim objektima pored železničke pruge. Nadzemni šinski saobraćaj izaziva primarnu i sekundarnu vazдушnu buku i vibracije. Putnici u vozovima najviše osećaju uticaj primarne imisije, dok se u objektima uz prugu, pored primarne, oseća i uticaj strukturne i sekundarne imisije buke i vibracija. Strukturna buka nastaje u nekom čvrstom telu ili na njegovoj površini, dok je sekundarna buka odzračena od zidova i tavanica nekog objekta i predstavlja čujni rezultat strukturne buke. Prema tome, osnovni izvor sekundarne vazdušne buke i vibracija su tavanice i zidovi građevinskih objekata, koje prolazak železničkih kompozicija pobuđuje na vibriranje i emisiju sekundarne buke [5,6].

Na sl.5 su prikazana mesta izvora buke i vibracija u železničkom saobraćaju, putevi njihovog prostiranja i mesta na kojima se njihovo dejstvo ispoljava (imisija).

Na nastanak buke i vibracija na železnici presudan uticaj ima gornji stroj. Pobude mogu nastati usled odignutih pragova, usled prelaska preko skretnica, nekvalitetno obrađenih mesta varova na šinama, na izolacionim sastavima itd. Dominantna je buka koju proizvode točkovi u dodiru sa šinama. Nivo buke zavisi od karakteristika

točka, pohabanosti ivice točka, vrste kočnica, konstrukcije sanduka kola itd. Buka se povećava i s brzinom kretanja voza. Na železničkim mostovima vibracije i buka su izraženiji kod čeličnih nego kod betonskih mostova, i kod mostova bez tucaničkog zastora.

↓ mesta nastanka pobude (emisija) i dopunski pobuđivači
 ↓ emisija vazdušne buke
 ↓ emisija strukturne buke i vibracija
 ↓ emisija strukturne buke i vibracija



Slika 5. Prikaz mesta nastanka (emisije) vibracija i buke u železničkom saobraćaju, putevi njihovog prenosa i mesta (imisije) gde se ispoljava njihovo dejstvo

Pri kretanju vozova ograničenim brzinama, kao i u toku stajanja u stanicama, preovlađuje buka od motora ili drugih delova lokomotive (kompresori, ventilatori itd). Električne lokomotive proizvode manje buke od dizel-lokomotiva. U ranžirnim stanicama u toku noćnih aktivnosti, počev od razdvajanja i spajanja kompozicija, rada određene pomoćne opreme i sl., javlja se buka veoma visokog nivoa, a pripada kategoriji industrijske buke.

Dati podaci [2] o odnosima buke koju izazivaju različita saobraćajna sredstva dobijeni su kroz istraživanja Međunarodne železničke unije (UIC), tabela 2.

Tabela 2. Pregled buke koju stvaraju saobraćajna sredstva [2]

Vrsta saobraćajnog sredstva	Prosečna vrednost buke(dB)
Drumski automobil ispod 700 cm ³	85
Drumski automobil 700-1200 cm ³	82
Drumski automobil iznad 1200 cm ³	82
Teško teretno vozilo	103
Avion pri uzletanju i sletanju	106
Šinsko vozilo (25 m na obe strane)	65-75
Teretni voz ($V = 120$ km/h)	60
Brzi voz	65
Prigradski voz	70

Podaci prikazani u tabeli 2 dokazuju da je železnica sa svojim saobraćajnim sredstvima najmanji izazivač buke.

Mere za smanjenje buke

Radi smanjenja vibracija i buke primenjuju se različite mere i to: aktivne mere na mestu emisije(nastanka) buke, pasivne mere na putu prenošenja buke i pasivne mere na objektu imisije (ispoljavanja dejstva) buke.

Aktivne mere zaštite na mestu emisije obuhvataju mere za izbegavanje ili smanjenje pobude, odnosno otklanjanje uzroka nastanka vibracija i buke. Mere zaštite su:

- smanjenje intenziteta i brzine saobraćaja,
- smanjenje obima noćnog saobraćaja,
- uvođenje u saobraćaj novih savremenijih voznih

sredstava koja emituju manje buke,

- ugradnja pokretnog srca skretnica,
- izbegavanje skretnica u zonama u blizini naselja,
- brušenje vozne površine šina,
- redovno održavanje tucaničkog zastora,
- promena brzine kretanja železničke kompozicije,
- promena razmaka oslonca šine,
- izbegavanje suviše glatke površine ispod koloseka itd.

Pasivne mere smanjenja buke odnose se na postavljanje prepreka na putu prenošenja zvuka (zidovi za zaštitu od buke, zaštitni pojasevi drveća). Zidovima i zaštitnim pojasevima se preusmerava i apsorbuje emisija buke.

Za smanjenje vibracija mogu da se koriste odgovarajući elastomeri, koji se ugrađuju u gornji stroj koloseka, ispod glave i stope šina, ispod rebraste ploče, ispod praga, ispod tucaničkog zastora. Pored ovih mera, mogu da se preduzmu i određene mere zaštite na mestu imisije uticaja ugradnjom zvučne izolacije na zgradama, određenih apsorpcionih panela, specijalnih stakala i sl.

Dozvoljeni nivoi buke na železnici moraju da se ograniče na standardne vrednosti, i to u okviru međunarodnih standarda koji važe na mreži *Zajednice evropskih železnica*. Devedesetih godina su pojedine zemlje Evrope počele da donose nacionalne propise o dozvoljenim nivoima buke koja potiče od železničkog saobraćaja, što je uzrokovalo razvoj različitih tehničkih rešenja i primenu raznovrsnih mera zaštite.

Primene pojedinih mera dale su različite efekte. Najbolje efekte postižu:

- visoki standardi kvaliteta parametara infrastrukture i njenog održavanja,
- gradnja niskih barijera pored pruge,
- akustička optimizacija novih vozničkih sredstava zasnovana na jedinstvenim međunarodnim standardima o dozvoljenim nivoima buke koju stvaraju i
- akustička modifikacija na postojećim vozničkim sredstvima, posebno na teretnim kolima.

Evropski železnički institut za istraživanje i razvoj, u saradnji sa pojedinim železničkim upravama i industrijom, pokrenuo je nekoliko projekata za snižavanje nivoa buke. Najznačajniji projekti su:

- Projekat *Tiha pruga* (Silent Track) akustički podobne železničke infrastrukture koji treba da snizi nivo buke teretnih vozova za ~ 10 dB,
- Projekat *Tihi teret* (Silent Freight) koji se odnosi na optimizaciju parametara teretnih kola s ciljem smanjenja generacije buke na dodiru točak/šina,
- Projekat *Tihi voz* (Low-Noise-Train) koji ima za cilj snižavanje nivoa buke teretnih kola za ~ 23 dB i smanjenje troškova životnog ciklusa za 30%.

Troškovi buke i zagađenja

Troškovi buke se kreću od 0,02 % do 2,27 % nacionalnog dohotka pojedinih zemalja, gde se i različito procenjuju.

Troškovi buke se sastoje iz: direktnih i indirektnih troškova. Direktni troškovi obuhvataju: gubitke u proizvodnji, izdatke za medicinske usluge i umanjenu vrednost nekretnina. Indirektni troškovi obuhvataju: troškove za vozila radi smanjenja buke, troškove vezane za saobraćajnice u cilju smanjenja buke i troškove vezane za zgrade u cilju smanjenja buke. Na procenu troškova utiče i usvojena granica do koje se buka smatra tolerantnom. U

tabelama 3 i 4 su dati procenjeni relativni troškovi buke i zagađenja i njihova struktura u saobraćajnom sistemu Jugoslavije u 1990. godini.

Brojne naučne analize poslednjih godina se bave pitanjem eksternih troškova saobraćaja, pokušavajući da smanje njegov štetni uticaj na životnu sredinu. Eksterne troškove u saobraćaju teško je potpuno definisati, vrednovati i naplatiti kroz odgovarajuće ekonomske mehanizme. Otuda nastaju određene paušalne procene, zloupotrebe i uprošćavanja.

Tabela 3. Procenjeni relativni troškovi buke i zagađenja u saobraćajnom sistemu u Jugoslaviji u 1990. godini izraženi u US dolarima na 1000 pkm i 1000 tkm

Vrsta troškova	Drumski saobraćaj		Železnički saobraćaj	Vazdušni saobraćaj
	Putn. autom.	Autobusi		
Buka	0.5	0.5	0.30	0.3
Zagađenje	8.2	4.2	3.10	8.2
Ukupno	8.7	4.7	3.30	8.5

Vrsta troškova	Drumski saobraćaj	Rečni saobraćaj	Železnički saobraćaj	Vazdušni saobraćaj
Buka	3.2	1.05	-	4.1
Zagađenje	17.7	1.12	3.4	47.8
Ukupno	20.9	2.17	3.4	51.9

Evropska iskustva u rešavanju problema eksternih troškova se zasnivaju na primeni principa zagađivač plaća (Polluter Pays Principle-PPP). Suština ovog principa je u tome, da zagađivač, koji direktno ili indirektno oštećuje sredinu ili stvara uslove koji dovode do oštećenja, plaća troškove mera koje je potrebno preduzeti da bi se eliminisalo oštećenje, ili samo redukovalo do nivoa koji zadovoljava standard ili odgovarajuće mere zakonom predviđene. Teorijski posmatrano, polazi se od činjenice da bi životna sredina mogla biti potpuno zaštićena internalizacijom troškova, ukoliko se izvrši tačna procena troškova oštećenja sredine i ukoliko se oni naplate od odgovornih za oštećenje ili potencijalno oštećenje. Vrednost troškova oštećenja životne sredine treba da predstavlja motiv da se oštećenja izbegnu.

Tabela 4. Struktura procenjenih troškova buke i zagađenja u saobraćajnom sistemu u Jugoslaviji 1990. god.

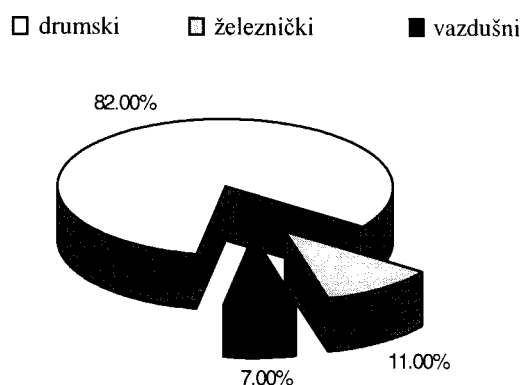
Vrste troškova	Drumski			Železnički	Vazdušni	Ukupno
	svoga	put. aut.	autobusi			
Buka	80.9	39.3	42.6	7.6	11.5	100
Zagađenje	71.2	45.5	25.7	5.9	22.9	100
Ukupno	76.1	41.9	34.2	6.8	17.2	100

Vrste troškova	Drumski	Železnički	Vazdušni	Rečni	Ukupno
Buka	82.5	16.5	1.0	-	100
Zagađenje	89.4	3.5	2.6	4.5	100
Ukupno	86.0	10.0	1.8	2.3	100

Zauzimanje prostora

Životnu sredinu znatno ugrožavaju pojedine grane saobraćaja zauzimanjem određenih zemljišnih i vazdušnih prostora. Najveće zemljišne površine zauzimaju saobraćajnice drumskog saobraćaja. U gradovima razvijenih zemalja putevi najčešće zauzimaju 15-25% ukupnog urbanog prostora. Pri urbanizaciji gradova za automobilski saobraćaj rezerviše se 40-60% prostora za ulice, parkirališne prostore i sl. Za gradnju jednog kilometra autoputa sa 2-3 kolovozne trake potrebno je najmanje 2,5 ha, što odgovara površini potrebnoj za izgradnju približno 500 stambenih jedinica prosečne površine 50 m². Za gradnju jedne kompleksne raskrsnice potrebna je površina i do 400 ha [2].

U SAD je 1974.god. bilo zauzeto saobraćajnicama 11,4 miliona hektara zemljišta, što čini 1,2% ukupne površine. Od ukupno zauzete površine najviše (82%) je zauzimao drumski saobraćaj [4] (sl.6).



Slika 6. Zauzetost zemljišnog prostora pojedinim granama saobraćaja u SAD

Prema tome, za odvijanje železničkog saobraćaja potrebno je višestruko manje prostora pri istom obimu rada.

U [2] se navodi primer prema kojem je za izgradnju jednog autoputa u međugradskom saobraćaju potreban prostor širine 26m, a za izgradnju dvokolosečne pruge prostor širine 12m. To znači, da je u međugradskom saobraćaju za odvijanje železničkog saobraćaja potreban 2,3 puta manji prostor od prostora neophodnog za drumski saobraćaj. U većim gradovima, u gradsko-prigradskom saobraćaju, za isti obim usluge potreban je prostor sledeće širine:

- železnički saobraćaj, dvokolosečnom prugom: 12m,
- autobuski saobraćaj, autoputem sa 6-12sb. traka: 27-48m,
- putničkim automobilima, autoputem sa 7-36sb. traka: 29-130m.

Zauzimanjem prostora uništavaju se zelene površine i šume, čime se narušava ekološka ravnoteža i znatno sužava životni prostor stanovništva.

Na osnovu izloženog, konstatovano je da železnica zauzima znatno manje prostora od drumskog saobraćaja, što joj daje značajnu prednost, a time i centralno mesto u sistemu kopnenog saobraćaja. To je jedan od ključnih razloga zbog koga su se razvijene zemlje opredelile za punu reafirmaciju železnice u saobraćajnom sistemu. Značaj bi mogao da bude mnogo veći ukoliko ekološki zahtevi, zaštita životne sredine, nađu adekvatniju ulogu kroz donošenje investicionih odluka u razvoju železničkog saobraćaja i preduzimanje preventivnih mera za odstranjenje štetnih materija koje utiču na zagađenje

životne sredine.

Na konferenciji grupe koordinatora *Međunarodne železničke unije za zaštitu životne sredine* (Oslo, Norveška, 10-12. septembar 1998. godine), usvojena je *Deklaracija* kao osnovni, polazni dokument *Međunarodne železničke unije* u oblasti zaštite životne sredine. Dokument je usvojilo 60 predstavnika 26 železničkih kompanija, uključujući predstavnike *Jugoslovenskih železnica*. *Deklaracija* je zamišljena kao podsticaj članicama *Međunarodne železničke unije* da obrate dodatnu pažnju na zaštitu okruženja i iskoriste komparativne ekološke prednosti železnice za ostvarivanje boljih tržišnih uslova i pozicija.

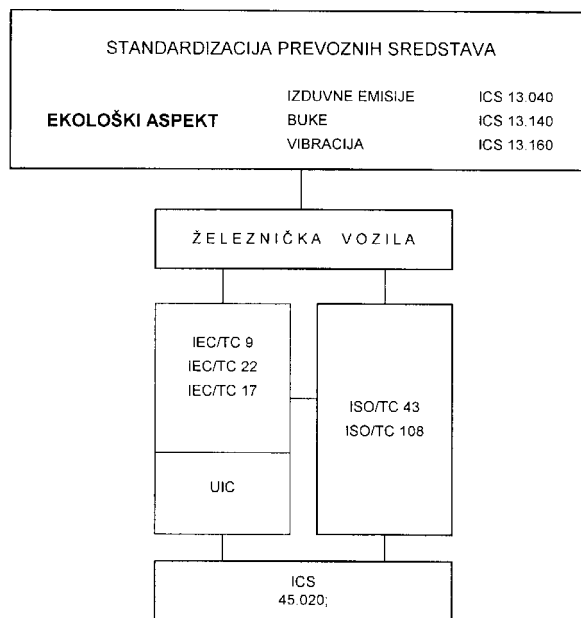
Dakle, ekološki normativi treba da postanu sastavni deo razvoja i unapređenja železničkog saobraćaja kao savremenog poslovnog sistema.

Ekološki aspekt u standardizaciji

Bezbedno prevoženje tereta i putnika se određuje odgovarajućim standardima, nacionalnim i međunarodnim. Standardima se, u suštini, definišu zahtevi u bezbednosti, zaštiti ljudi i okoline i sl.

Međunarodna i evropska standardizacija u oblasti transportnih sredstava, posmatrana sa ekološkog aspekta, jedan je od najuticajnijih faktora međunarodnih standarda i propisa.

Problematikom prevoznih sredstava se bave tehnički komiteti *Međunarodne organizacije za standardizaciju* (ISO/TC). U okviru *Međunarodne železničke unije* (UIC) razvijena je standardizacija železničkih vozila. Druge standarde u oblasti železnice donose odgovarajući ISO i IEC tehnički komiteti. Buka i vibracije su poslovi kojima se bave tehnički komiteti: ISO/TC 43- buka, ISO/TC 108- vibracije, sl.7.



Slika 7. Pregled tehničkih komiteta i međunarodnih organizacija koje donose standarde i tehničke propise za železnička vozila

Buka prevoznih sredstava je zajednički predmet rada pojedinih tehničkih komiteta za prevozna sredstva i ISO/TC 43- akustika. Standardi iz ove oblasti su obuhvaćeni grupama ICS 13.140 – uticaj buke na čoveka, ICS 45.020- železnička vozila.

Vibracije prevoznih sredstava su zajednički problem

tehničkih komiteta i ISO/TC 108- vibracije. Standardi iz ove oblasti su obuhvaćeni grupama ICS 13.160 – uticaj vibracija na čoveka, ICS 45.020- železnička vozila [10,11].

Između *Saveznog zavoda za standardizaciju* i *Zajednice jugoslovenskih železnica (ZJŽ)* sklopljen je 1991.godine sporazum o izradi nove klasifikacije Jugoslovenskih standarda, urađenih na bazi UIC objava, koji su prešli u nadležnost ZJŽ kao granski standardi (JŽS), a opšti standardi, kao što su standardi za buku i vibracije železničkih vozila, na bazi ISO su ostali kao Jugoslovenski standardi (JUS).

Železnica i poboljšanje životne sredine

Ekološke prednosti železnice u odnosu na druge vidove i grane saobraćaja, izražene kroz manje zagađenje životne sredine, manje zauzimanje prostora, manje opasnosti pri prevozu opasnih materija i sl. potiču, pre svega, od njenih tehničko-tehnoloških karakteristika. Pored toga, loše organizovanje prevoza i neefikasno upravljanje železničkim saobraćajem može da dovede do umanjivanja postojećih ekoloških prednosti, pa čak i do bitnijeg narušavanja kvaliteta životne sredine. Stoga i ekološka politika čini jednu od glavnih komponenti uspostavljanja unutrašnjeg tržišta EU. Visok nivo zaštite životne sredine postiže se primenom principa da zagađivač plaća, kao i da šteta treba da se ispravi tamo gde je i učinjena.

Danas se u saobraćajnim vidovima i granama preduzima niz savremenih mera za smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu, da bi se ublažio ekološki zaostatak u odnosu na železnicu. Zato železnica mora preduzimati niz mera za poboljšanje svojih ekoloških karakteristika u domenu:

- infrastrukture (primena raznovrsnih sredstava za prigušivanje buke, primena različitih rešenja za smanjenje vibracija i sl.);
- voznih sredstava (razvoj kočionih sistema, primena raznovrsnih materijala za prigušivanje buke i sl.) i
- organizacije rada (razvoj i primena različitih postupaka održavanja radi smanjenja spoljašnje buke, naročito kod kontakta točak/ šina).

Nepovoljni uticaji saobraćaja, a time i železnice, ne mogu se u potpunosti eliminisati. Jedan od glavnih ekoloških ciljeva saobraćajne politike mora da bude umanjivanje mogućnosti njihovog ispoljavanja i štetnog delovanja. To se postiže uvođenjem i primenom različitih mera zabrane i ograničenja kretanja onih sredstava koja zagađuju ili na drugi način ugrožavaju životnu sredinu. Ključnu ulogu u očuvanju i poboljšanju ekološkog kvaliteta, odnosno u smanjenju štetnih uticaja saobraćajnih sredstava, ima primena principa da zagađivač plaća, kao i sveobuhvatno ekološko obrazovanje u saobraćajnom sistemu.

Ekološka prednost železnice kao faktor razvoja gradsko-prigradskog saobraćaja

Savremeni razvoj gradova nameće potrebu uvođenja kvalitetnijih, ekonomičnijih a iznad svega ekološki prihvatljivijih sistema masovnog javnog prevoza putnika. S obzirom na ekološke prednosti železnice kao saobraćajne grane, posebno s aspekta zagađenja životne sredine i zauzimanja zemljišnog prostora, njena revitalizacija u gradsko-prigradskom saobraćaju velikih gradova predstavlja imperativ njihovog razvoja.

Intenzivniji razvoj gradova u našoj zemlji i u celoj jugoistočnoj Evropi, sredinom 20. veka, pratio je razvoj

autobuskog javnog prevoza putnika, bez sagledavanja sveukupnih ekoloških, ekonomskih i brojnih drugih dugoročnih posledica takvih rešenja. Uloga železnice u gradovima gde je tada postojala, smanjena je u korist autobuskog javnog prevoza. To je dovelo do ukidanja tramvajskih i trolejbuskih sistema prevoza u gradovima koji su ih do tada posedovali. U zadnjoj deceniji prošlog veka došlo je do intenzivnijeg izučavanja štetnih posledica razvoja gradsko-prigradskog prevoza putnika na životnu sredinu i planiranja uvođenja novih i unapređenja postojećih ekološki bezbednijih sistema javnog prevoza. To se, pre svega, odnosi na železnicu i njeno veće angažovanje u gradsko-prigradskom prevozu putnika.

Posebnu prednost u tome pruža postojeća železnička infrastruktura, koja ima potencijalnu mogućnost za potpuno ili delimično uključivanje u sistem javnog gradsko-prigradskog prevoza putnika. Troškovi prilagođavanja postojeće železničke infrastrukture i nabavke adekvatnih voznih sredstava su mnogo manji od investicija potrebnih za gradnju i uvođenje potpuno novih sistema prevoza. Izučavanje problema uključivanja železnice u sistem javnog gradsko-pri-gradskog prevoza putnika, po prirodi stvari, ukazuje da u prvom koraku treba rešavati prigradski javni prevoz. Opravdanost ovakvog stava je u sledećem:

- prigradski prevoz je nastao razvojem i usavršavanjem prigradskog železničkog prevoza;
- organizacija prigradskog saobraćaja (javnog prevoza) je preduslov razvoja gradskog železničkog prevoza;
- tehničko-tehnološke karakteristike železnice pružaju veću mogućnost njene primene u prigradskom prevozu;
- železnica sa svojom postojećom organizacijom već učestvuje u realizaciji određenih kategorija prigradskih drumskih prevoženja.

Gradski javni prevoz železnicom nastao je kao posledica odvijanja prigradskog železničkog prevoza uvođenjem većeg broja stanica na gradskom području radi bolje distribucije prigradskih putnika po gradu. Tome je značajan doprinos dalo bolje povezivanje i usklađivanje prigradskih i gradskih vozova na relacijama u gradskom području. Bržem razvoju gradskog železničkog prevoza suprostavljene su veće učestalosti polazaka u autobuskom prevozu i njegova gušća mreža stajališta, kao i neizgrađene navike putnika u korišćenju gradske železnice.

S ekološkog aspekta zaštite gradskih zona s velikim brojem stanovnika, železnica u javnom gradskom prevozu ima izuzetnu važnost, što se pre svega odnosi na stvaranje manje buke i zagađenja, kao i zauzimanje manje gradskih zemljišnih prostora. Tako posmatrano železnica u budućnosti treba da čini okosnicu javnog gradskog prevoza, a ostali vidovi gradskog prevoza (trolejbuski, autobuski i tramvajski), treba da budu dopuna za pokrivanje pravaca van koridora železničke gradske mreže.

Teretni gradski saobraćaj, u pravilu, podrazumeva angažovanje velikog broja drumskih transportnih sredstava, koja u znatnoj meri zagađuju gradsku životnu sredinu. Rešavanje problema gradskog teretnog saobraćaja je u primeni koncepta i strategije *city* logistike, koja podrazumeva skup koordiniranih operativnih delatnosti za efikasno snabdevanje gradova potrebnim robama, odvoženje materijala i sekundarnih sirovina na specijalizovane deponije.

U međugradskom teretnom saobraćaju železnica ima izuzetno važnu ulogu i značaj sa ekološkog stanovišta. Intencije razvijenih evropskih zemalja idu pravcem

preusmeravanja teretnog saobraćaja uglavnom na železnicu, što se naročito odnosi na transport kontejnera. Integralni transport u železničkom saobraćaju smatra se čistom tehnologijom koja ne izaziva veće ekološke probleme, a čiji pozitivni efekti se ogledaju u smanjenju potrošnje goriva, smanjenju troškova prevoza, povećanju bezbednosti saobraćaja, boljem iskorišćavanju transportnih kapaciteta i dr.

Preusmeravanje robnih tokova na železnicu preko *hucke-pack* sistema transporta daje značajne ekološke, ekonomske i bezbednosne efekte.

Najosetljivija faza transportnog procesa u pogledu mogućeg štetnog delovanja tereta na okolinu je utovar, istovar i pretovar. To se, pre svega, odnosi na opasne materije, i u takvim uslovima integralni sistemi transporta daju povoljna rešenja.

Zaključak

Saobraćajni sistem u znatnoj meri ugrožava životnu sredinu uzrokujući određene ekološke posledice: zagađenje vazduha, buka i vibracije, zauzimanje plodnog zemljišta i narušavanje prirodnog ambijenta.

Proučavajući celokupni saobraćajni sistem uočene su ekološke prednosti železnice, izražene kroz manje zagađenje životne sredine, zauzimanje prostora, rizike pri prevozu opasnih materija, a sve zahvaljujući njenim tehničko-tehno-loškim karakteristikama.

Odvijanjem železničkog saobraćaja nastaju neželjeni uticaji buke i vibracija. S ciljem njihovog smanjenja primenjuju se raznovrsne aktivne mere na mestu nastanka i pasivne mere na putu prenošenja i objektu ispoljavanja dejstva. Primena ovih mera izaziva određene indirektno troškove.

Direktni i indirektni troškovi oštećenja životne sredine treba da se realno procenjuju - utvrđuju i naplaćuju od subjekata odgovornih za njihovo izazivanje. Njihova

vrednost treba da bude motiv da se oštećenja životne sredine izbegnu.

S ekološkog aspekta razvoja sistema javnog gradskog i prigradskog saobraćaja, posebno značajnu ulogu ima železnica, pre svega, zbog manjeg stvaranja buke i zagađivanja, i manjeg zauzimanja gradskog zemljišnog prostora. To mora uticati na opredeljenje da budućnost javnog gradskog i prigradskog saobraćaja treba da pripadne na železnici.

Literatura

- [1] JOVANOVIĆ, D. *Železnički saobraćaj i transport*. Centar visokih vojnih škola KoV JNA, Zagreb, SRJ, 1989.
- [2] KOLARIĆ, N. *Savremene koncepcije u saobraćajnoj politici i upravljanju saobraćajnim sistemom*. Zavod za NIP delatnost JŽ, Beograd, 1987.
- [3] ĐORĐEVIĆ, S. *Uticaj zagađenja sredine na zdravlje čoveka*. Izdavačko preduzeće Rad, Beograd, 1977.
- [4] ZLATIĆ, M. *Zauzimanje prostora u prometne svrhe*. Zbornik radova simpozijuma "Ekološki problemi savremenog prometa", Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta Zagreb, 1988.
- [5] WEISS, T., GAUTIER, P.E., BIRD, W. - Research on railway noise in Europe, 1995.
- [6] SIMONOVIĆ, M., KALIĆ, D., PRAVICA, P.: *Buka-Niš*, 1982.
- [7] THOMPSON, LOUIS, S. 1994. *Assesing Energy Use in the Transport Sector*. Paper prepared for the OECD Confeerence on Clean Transport, Mexico Citz, March, 1994.
- [8] BARRES, R., MADHAVAN, SH. *European economic integration and sustainable development-Institution*. Issues and Policies, McGrawHill, London, 1996.
- [9] *Internalising the Social Cost of Transport*, ECMT, Paris, 1994.
- [10] ISO 14001:1996, Environmental menagment systems-Specification with guidance for use, 1996.
- [11] ISO 14004:1996, Environmental menagment systems-General guideline on principles, systems and supporting techniques, 1996.

Rad primljen: 8.2.2001.god.

