

## NEKI TEHNIČKO-EKONOMSKI ASPEKTI PRUGA ZA VELIKE BRZINE

**Branko Davidović** | Visoka tehnička škola strukovnih studija Kragujevac, Kosovska 8, iwtbg@beotel.net  
**Milivoje Vuković** | Železnice Srbije, Nemanjina 6, Beograd, milivoje.vukovic1982@gmail.com

**Rezime:** *Danas u svetu veliki broj zemalja ima u eksploataciji pruge za velike brzine, grade nove i/ili vrše rekonstrukciju postojećih pruga jer vide stimulans za razvoj svojih država sve u skladu sa međunarodnim i domaćim sporazumima i dokumentima (AGC/AGCT, ETCS, GSM-R mrežama, SEECF, SEETO, Strategijom saobraćaja Republike, Master planom, Akcionim planom). Ukupna dužina pruga za velike brzine u svetu iznosi preko 20000 km. Evropa u 2014 raspolaže sa 11419 km, pod rekonstrukcijom 6330 km, planirano je do 2020 godine daljih 6321 km što ukupno iznosi 24070 km. Procenjuje se, da će do 2025 godine u svetu biti preko 45000 km pruga za velike brzine. Reč je o prugama za tzv. „InterCity Rail Passenger Service“ putnički i uslovno pogodnim za teretni saobraćaj. Pod pokroviteljstvom UICa, železničkih uprava i drugih organizacija, svake godine se širom sveta organizuju konferencije vezane za pruge velikih brzina na kojima se mogu videti iskustava i dalje perspektive razvoja.*

*Osnovni problem pruga za velike brzine nije tehnološki, već ekonomski, koji se ogleda u vrlo visokim troškovima gradnje infrastrukture. Na koridorima sa nedovoljnim brojem putnika odnosno niskom gustinom saobraćaja, troškovi po putniku su izuzetno visoki, koji ne daju finansijsku stabilnost i ekonomsku opravdanost izvodljivim jer investicije imaju sumnjiv karakter. Ključno pitanje je, da li su očekivane prednosti veće od troškova gradnje i eksploatacije u prugu za velike brzine, odnosno da li država želi takvu prugu i da li je spremna da i dalje plaća subvencije železnici. U daljem radu biće date neke činjenice koji mogu uticati na konačnu odluku gradnje.*

**Ključne reči:** *Pruge, iskustva, uslovi gradnje, ekonomski razvoj*

**JEL:** R42

## ISKUSTVA RAZVIJENIH ZEMALJA I POSTOJEĆI TRANSPORTNI USLOVI

Formiranje zajedničke Evropske transportne politike je glavni cilj nastao još od formiranja EEZ-a tokom 1950-tih. Sa formiranjem EU, usvojene su mnoge direktive Evropske komisije vezane za razvoj železnice i Evropskih koridora. Jedan od glavnih aspekata ovih reformi, odnosio se na železnicu i odvajanja upravljanja infrastrukturom od upravljanja prevozom. Donet je veliki broj direktiva, kao što su: Directive 91/440/EEC, vezana je za razdvajanje upravljanja infrastrukturom od prevoza, Directiva 95/19/EC oko naplate korišćenja infrastrukture, prvi paket (2001/12/EC, 2001/13/EC i 2001/14/EC) definiše preduslove i principe formiranja sistema pruga za velike brzine, ekološki aspekt, tržište i sl., drugi paket (2004/49/EC, 2004/50/EC i 2004/51/EC) bavio se oko interoperabilnosti i bezbednosti železničke mreže, treći paket (2007/58/EC, 2007/59/EC, i 2007/60/EC, poznate kao EC regulativa (EC) Nos. 1370/2007, 1371/2007 i 1372/2007) bavi se konkurencijom na međunarodnom tržištu. Četvrti paket iz 2012 bavi se liberalizacijom tržišta putničkih usluga i strukturom regulatornih tela. Ima i drugih direktiva kojima se reguliše ostala problematika pruga za velike brzine. Ima i drugih direktiva i posebno vrlo detaljno razrađenih i usvojenih standarda. Ciljevi donošenja mnogih direktiva i standarda (CEN, UIC) bili su: unapređenje celokupnog transportnog sistema kroz regulisanje masovnog putničkog prevoza, smanjenje vremena putovanja po svim segmentima najmanje za 90%, povećanje učestalost usluga duž koridora, privlačenje dodatnih putnika na železnicu uz povećani kvalitet usluga i relativno nižu cenu prevoza, smanjenje automobilskih putovanja čime se smanjuje zagušenje autoputa, smanjenje smetnji u teretnom železničkom saobraćaju kod početno-završnih operacija i na prevoznom putu, primena standarda gradnje, interoperabilnost kao i potreba finansiranja razvojnih projekata od strane EU i dr.

Prema (ECD 96/48, UIC 2008) pruge za velike brzine, su sve one elektro pruge napajanja 25 kV 50 Hz, svrstane u tri tipa pruga: tip 1 - posebno građene pruge i opremljene za brzine kretanja vozova od najmanje 250 km/h a pod posebnim uslovima i brzinama većim od 300 km/h, tip 2 - poboljšane konvencionalne opremljene za brzine od 200 km/h i tip 3 - ostale konvencionalne pruge koje imaju posebne zahteve usled topografskih ili planova ograničenja korišćenja zemljišta, čija brzina mora da bude prilagođena zahtevima deonice, odnosno kod kojih je brzina prilagođena topografskim, reljefnim ili urbanističkim ograničenjima. Takođe, uključuju pruge koje spajaju mreže železničkog sistema velikih brzina i konvencionalne mreže, pruge na području železničkih službenih mesta, priključne industrijske koloseke, terminale, depoe i sl. na kojima vozovi za velike brzine saobraćaju brzinama konvencionalnih vozova.

**Tabela 1.** Stanja pruga za velike brzine u svetu 2014

Država	Postojeće stanje			Pod rekonstrukcijom		Planirano		Ukupno	
	Km	%	V <sub>max</sub> (km/h)	Km	%	Km	%	Km	%
Austrija	48	0.2	250	201	1.5			249	0.6
Belgija	249	1.2	260-300					249	0.6
Francuska	2036	9.5	300-320	757	5.9	2407	22	5200	11.5
Holandija	125	0.6	300					125	0.3
Italija	923	4.3	250-300	125	1	221	2	1269	2.8
Japan	2704	12.7	240-320	512	4	427	4	3643	8.1
J.Koreja	600	2.8	305-350			271	2.5	871	1.9
Kina	5554	26	350	6093	47	2917	27	14564	32.3
Poljska	712	3.3	300					712	1.6
Nemačka	1352	6.3	230-300	466	3.6	324	3	2142	4.8
Portugalija	1006	4.7	250-350					1006	2.2
Rusija	1496	7	250	3150	24.4			4646	10.3
Taiwan	332	1.6	300			16	0.1	348	0.7
Turska	465	2.1	250	251	2	374	3.4	1090	2.4
Španija	2515	12	270-300	1308	10	1702	15.7	5525	12
Švedska						750	7	750	1.7
Švajcarska	35	0.2	250	72	0.6			107	0.2
V.Britanija	113	0.5	225-300			543	5	656	1.5
USA	730	3.4	240			906	8.3	1636	3.6
Uzbekistan	344	1.6	250					344	0.8
<b>Ukupno</b>	<b>21339</b>	<b>100</b>		<b>12935</b>	<b>100</b>	<b>10858</b>	<b>100</b>	<b>45132</b>	<b>100</b>

**Izvor:** [2]

Železnički sistem velikih brzina nije samo pruga za velike brzine već je to mreža tehnoloških elemenata lokomotiva i kola, sistema za upravljanje saobraćajem i automatsku kontrolu, sistema za praćenje i navigaciju, uređaja za obradu podataka i telekomunikacioni sistemi koji su namenjeni za bezbedno i usklađeno korišćenje pruge, kao i efikasno upravljanje saobraćajem. Ovako složen sistem zahteva da javni i privatni sektor zajedno identifikuju najbolje prakse za implementaciju pruga za velike brzine u svakoj fazi od planiranja, finansiranja i gradnje (period do pet godina) do operativnog upravljanja prugom (do 50 godina njenog eksploatacionog perioda i voza do 30 god). Svaki kraći period je neekonomičan a svaki duži period je nerealan za analizu. Veliki broj tehničkih faktora utiče na izbor karakteristika pruga pre svih geografski i klimatski uslovi, geološko stanje zemljišta, harmonizacije standarada zemalja EU, operativni uslovi, radijusi horizontalnih i vertikalnih krivina, zaštita životne sredine i dr.

Pruge, mogu biti posebno građene po kojima se kreću vozovi velikih brzina, razdvojene od konvencionalnih pruga po kojima se kreću konvencionalni vozovi (Shinkansen, JNR), jednokolosečne ili dvokolosečne (razmaka osa koloseka 4 m ako je  $V \leq 250$  km/h, 4.2 m ako je  $250 < V \leq 300$  i 4.5 m ako je  $V > 300$  km/h). Kod nekih zemalja je mešoviti sistem kod kojih se vozovi velikih brzina kreću konvencionalnim prugama (TGV, SNCF, niža cena gradnje), ili se koristi mešani konvencionalni (AVE TALGO, RENFE) i/ili potpuno mešoviti saobraćaj (ICE, DB). Po vrstama saobraćaja, pruge mogu biti namenjene za sve vrste putničkih vozova uključujući i teretne vozove velikih masa, za brze vozove i teretne vozove manjih masa (lake komadne teret, poštanski saobraćaj) i samo za putnički saobraćaj. Vozovi u putničkom saobraćaju imaju različite zahteve od teretnih vozova u vezi standarda i tehničkih uslova gradnje. Stanje pruga za velike brzine, ukazuje da su Japan, Rusija, Kina, Francuska i Španija najznačajniji nosioci razvoja, tabela 1.

Prve u svetu, krenule su Japanske železnice sa deonicom pruge Tokaido Shinkansen (1964) a zatim i prugom Sanyo-Shinkansen (1972), dužine 553.7 km, koja je i projektovana za maksimalnu brzinu od 285 km/h na nekim deonicama do 300 km/h. Danas, na ovoj pruzi saobraća 39 vozova sa 16 kola i 43 voza sa 8 kola sa prosečno 1323 mesta u vozu sa kapacitetom 330000 put/dan. Stabilnim redom vožnje prevazilaze konkurenciju ostalih vidova prevoza. Ukoliko dođe do bilo kakvih poremećaja, manjeg ili većeg obima rada, ne pokreću određeni voz ili dodaju druge garniture iz rezervnog sastava sve u cilju smanjenja uticaja na druge vozove i njihov red vožnje. U Japanu se prosečno preveze oko 100 mil. putnika godišnje vozovima velikih brzina dok u Evropi, u zavisnosti od države, u proseku se prevoze oko 50 miliona godišnje.

U Rusiji su kolocesi širine 1520 mm za razliku od standarda u Evropi od 1435 mm. Pruga St.Petersburg-Moskva (Sapsan, 10 kola, 650 km) otvorena je 2009 za osam vozova na dan i najkraćim vremenom putovanja 3h i 45 min, sa maksimalnom brzinom voza do 250 km/h. Krajem 2010 otvorena je linija St.Petersburg-Helsinki (Finska) sa dva voza na dan (Allegro, sedam kola, 388 km), vreme putovanja 4 h i 41 min i brzinom od 220 km/h. Za FIFA svetski kup koji će biti održan u Rusiji 2018 godine planira se da postojeće brzine prerastu između 300 km/h i 400 km/h a na prugama nižeg ranga biće ostvarene brzine 160 km/h do 200 km/h.

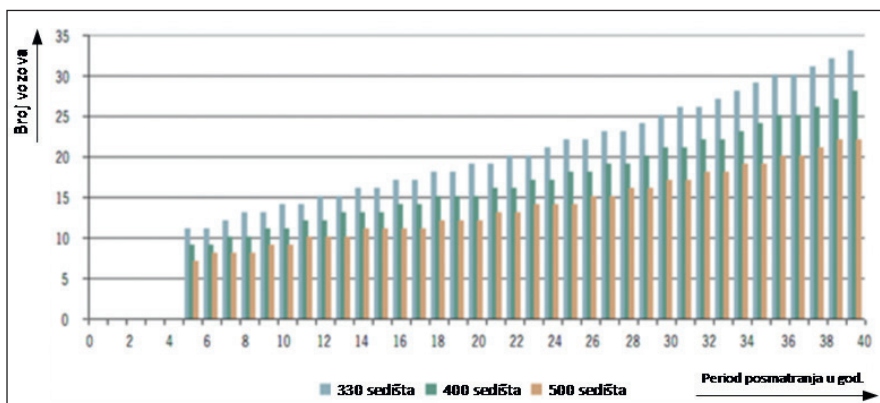
Od 10 najdužih pruga na svetu šest pruga je izgrađeno u Kini, dok su ostale u Španiji (804 km), Rusiji (650 km), Engleskoj (645 km) i Japanu (581 km). Na pruzi Beijing-Shanghai, 1318 km, brzina je 300 km/h, dužina putovanja 5 h i 37 min (nekada bilo oko 15 sati). Cena prevoznih karata iznose: prva klasa 136 € -

25 mesta, druga klasa 81 € - 419 mesta i poslovna klasa 255 € - 5 mesta, broj mesta ukupno 449, sa ukupno devet zaustavljanja). Klase u kolima imaju nekoliko pod kategorija VIP (duža sedišta nego kod prve klase, do kabine mašinovođe, do prozora, tri reda sedišta sa okretanjem do 360 stepeni.....), SOFT seat (oblik sedišta između prve i druge klase znatno mekša i udobnija za sedenja) ili Hard seat (tvrda i najmanja sedišta). Kina je razvila više od 20 modela kola za velike brzine sa različitim tehničkim karakteristikama koji se kreću brzinama 200 km/h do 350 km/h. Pokreću i vozove do 1000 putnika što zavisi od topografije terena duž trase, broja putnika na liniji, zauzetosti i troškovi otkupa zemljišta, gradnje i veličine profila (vijadukta, tunela), vremenskih uslova, položaja i veličine stanica kroz koje prolazi, platežne moći putnika. U Kini ima 10000 km pruga preko 200 km/h a do 2020 biće oko 50.000 km. Pruge za velike brzine u Kini povezuju nekoliko velikih gradova kod kojih se javlja sledeći broj putnika Beijing 600000 put/dan, Shanghai, Guangzhou, Shenyang, Tianjin, Wuhan, Xi'an i Chengdu sa po 200000. Na trasi Beijing-Shanghai preveze se prosečno oko 160000 put/dan i 180000 put/dan u danu vršnog opterećenja što zavisi od praznika i sezone. Osnovni principi korisnika kod korišćenja vozova za velike brzine jesu zahtevi za direktnim masovnim prevozom mada je položaj glavnih i među stanica daleko od centra grada, obezbeđenje dalje veze autobusima, vreme čekanje na uslugu je humanizovano i svedeno na minimum, pouzdan prevoz. Većina vozova imaju linijski karakter, sa vrlo kratkim zadržavanja po međustanicama. Kina trenutno troši oko 9% svog BDP-a na infrastrukturu u odnosu na 5% u Evropi i samo 2,4% u Americi. U Americi, od Oktobra 2010 do Juna 2014, ostvarena su značajna povećanja obima u prevezenom broju putnika na železnici. Na pruzi Washington-Newport za 21%, Blue Water Line u Mičigenu za 21%, Piedmont Line u Severnoj Karolini preko 50%, Chicago-Carbondale za 19% i dr.

Kada je krenuo AVE voz na relaciji Madrid-Sevilja (471 km) broj nedeljnih letova je u roku od samo šest meseci, smanjen sa 71 na 40 čime je avio saobraćaj izgubio više od 20% potencijalnih korisnika. Pre uvođenja AVE voza, vazdušni saobraćaj je obuhvatao 40%, železnicom je prevoženo 16% i autobusom/privatnim automobilima 44% da bi nakon uvođenja struktura prevoza putnika bila znatno izmenjena tako da je prevezeno 13% avionom, 51% železnicom i 36% drumskim vozilima. Sličan primer se desio kod TGVa na relaciji Paris-Marselj (700 km) gde je avionski prevoz opao sa 31% na 7%, prevoz železnicom je povećan sa 40% na 72% i drumski saobraćaj je opao sa 29% na 21%. MMF planira da će prosečan rast obima prevoza u broju putnika na železnici rasti po stopi od 1% godišnje. Postoji više modela koji se koriste za procenu obima prevoza, određivanje mogućih prednosti i uštede u troškovima i vremenu po zainteresovanim licima u prevozu.

## KAPACITET VOZA

U svetu ima preko 2100 vozova velikih brzina koji saobraćaju brzinama oko 250 km/h (Evropa 1243, Azija 839, Severna Amerika 20). Statički kapacitet voza ili raspoloživi broj mesta za sedenje, može se svrstati u tri grupe: malog kapaciteta (200 do 250 mesta, AVE Renfe), srednjeg kapaciteta (300 do 400 mesta, TGV SNVF) i velikog kapaciteta preko 500 mesta (TGV duplex) što je prosečno oko 330 mesta po vozu. U Francuskoj TGV duplex ima 510 mesta, ostali vozovi 377 mesta. U Nemačkoj ICE-T ima 357 mesta do ICE-1 sa 627 mesta. U Italiji ETR 480 ima 480 mesta i ETR 500 ima 590 mesta. U Španiji AVE voz ima 329 mesta. Postoji nekoliko metoda kojima se određuje izbor optimalnog broja sedišta u vozu. Smatra se dobrim iskorišćenjem ako su kola odnosno voz popunjeni sa 70% mesta što znači da bi sa 248 putnika po vozu bilo dovoljno za pokretanje voza. Kapacitet i interval sleđenja vozova predstavljaju osnovne parametre potrebne za dimenzionisanje usluge na određenom koridoru.

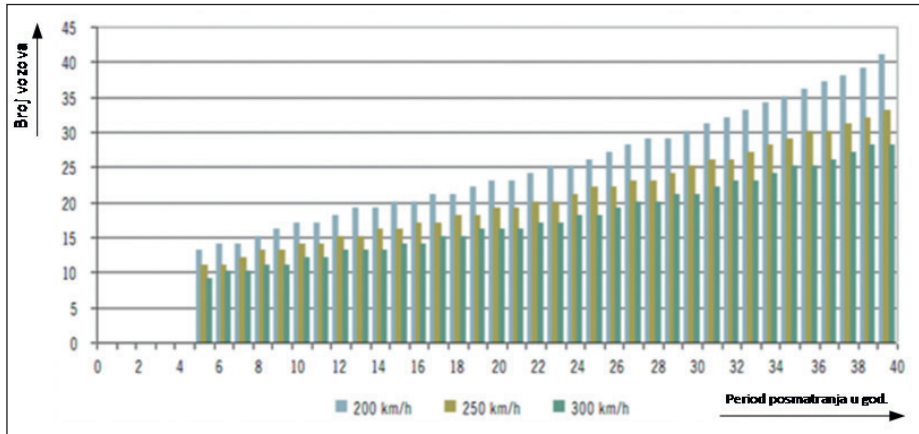


Izvor: [1]

Slika 1. Broj vozova u zavisnosti od broja mesta

Potreban broj vozova prema kapacitetu dat je na slici 1. Očigledna je linearna zavisnost, što ukazuje da će voz sa 330 mesta za 40 godina, biti potrebno 33 voz/dan u odnosu na projektovano stanje od 12 voz/dan. Kod vozova sa 400 i 500 mesta, na prosečnom rastojanju od 300 km do 500 km, broj vozova na dan iznosi 7 i 9 dok bi za 40 godina taj broj iznosio 28 i 22 na dan u jednom smeru.

Ako bi se analizirao broj vozova prema brzinama koje razvijaju, takođe je linearna zavisnost pri čemu se može uočiti da je potreban broj vozova približno isti za 330 mesta i brzinu od 250 km/h, slika 2. Za poznati broj putnika i kapacitet kola može se lako odrediti interval sleđenja vozova a time i minimalan potreban broj vozova na trasi.



Izvor: [1]

Slika 2. Broj vozova u zavisnosti od brzine

Brojne pretpostavke su učinjene u vezi sa performansama voza i vremena putovanja. “UIC” voz za velike brzine je definisan tako da ima 10 kola, mase 430 tona, dužine 200 metara sa prosečnim kapacitetom od 500 mesta. Osovinsko opterećenje ovakvih vozova iznosi 11 t/osovini do 17 t/osovini za brzine do 300 km/h. Ova konfiguracija voza se koristi kao bazna konfiguraciju za analizu kod ocene efekata gradnje pruga za velike brzine. Smatra se da je rentabilan prevoz ako prosečna popunjenost zauzetih mesta iznosi oko 65% ili više što odgovara broju 325 do 330 ili više putnika u jednom vozu. Postoje vozovi sa 350, 750 i 1000 mesta. Različitost broj mesta i njihova popunjenost ima značajan uticaja na ukupne troškove i cenu prevoza. Ovi vozovi prosečno dnevno rade 16 sati i godišnje prelaze do 500000 km/god.

## BRZINE NA ŽELEZNICI

Železnički sistem velikih brzina zvuči odlično, ali realnost je da taj sistem ne znači velike brzine putovanja. Nije brzina najbitnija karakteristika pruge za velike brzine i ako mnoge fascinira buduća brzina i na osnovu njene veličine donose odgovarajuće zaključke. Kada se govori ili piše o prugama za velike brzine, mnogi zvaničnici, iskazuju određene vrednosti velikih brzina kao osnovne karakteristike pruga ne praveći razliku da li je reč o putničkom ili teretnom saobraćaju, o kojoj brzini je reč, nagibu terena na kome se ostvaruju određene brzine, dozvoljenim brzinama železničkih putničkih kola i lokomotiva i dr. Njihove vrednosti su različite jer se koriste u različitim analizama ili ostvaruju u praksi što zavisi od



stanja pruga i tehničko-eksploatacionih karakteristika kola i vučnih karakteristika lokomotiva, signalizacije i dr. Na željeznici se analizira čitav „spektar“ brzina (oko 35 naziva) od kojih se najčešće koriste projektovana (projektna) i komercijalna brzina. Moguće brzine kretanja vozova nisu u svim slučajevima najbolji indikator zbog prolaska kroz tunele (najduži u Japanu 54 km) i vijadukte (brzina se smanjuje na 160 km/h do 180 km/h i manje), prolaza kroz naseljena mesta (bezbednosni rizik) što zavisi i od konstrukcije i broja koloseka. I ako su pruge u svetu, građene za brzine preko 250 km/h, mnogi regionalni putnički vozovi ostvaruju manje prosečne komercijalne brzine oko 150 km/h i teretni vozovi oko 80 km/h što je znatno manje od maksimalne projektovane brzine i ako se u raznim kalkulacijama ulazi sa manjim brzinama 20 km/h do 25 km/h od projektovanih.

Velike brzine su ostvarivane mnogo godina ranije. Tako je u Nemačkoj parnom, vučom 1936 god. na pruzi Hamburg-Berlin ostvarena brzina 200 km/h, da bi 1939 na istoj pruzi dizel vučom ostvarili brzinu preko 215 km/h. Još 1903 elektro vučom u Nemačkoj na pruzi Marienfelde – Zossen, testiran je voz AEG Railcar sa kojim je ostvarena brzina od 210 km/h. U savremenoj električnoj vuči koriste se linerani motori koji u principu rade kao asinhroni sem što kod linearnih ne postoje obrtni delovi već samo translatorno kretanje kod kojih praktično ne postoji brzinsko ograničenje. Za oslanjanje na podlogu koriste se magnetna levitacija, vazdušni jastuk ili točkovi koji nisu pogonski. Na osnovu novih tehnologija, nedavno je u Japanu izvršeno testiranje voza Maglev koji je ostvario brzinu od 603 km/h. Ovaj voz će u buduću saobraćati sa putnicima brzinom od 530 km/h. Cena gradnje ove pruge u dužini od 280 km iznosi \$100 bn. Lebdenje je od značaja za ostvarenje velikih brzina, preko 500 km/h. Sličan voz Maglev u Kini je ostvario maksimalnu brzinu kretanja 430 km/h. Mana ovakvih vozova je u malom stepenu iskorišćenja motora  $\eta=0.65-0.68$ . Pored ovog, zbog velikih brzina, krivine „pruga“ moraju biti blage, jer bi voz pri brzini od 500 km/h u slučaju izletanja izvan pruge predstavljao „metak“ od par desetina tona. Projektanti uglavnom izbegavaju tunele radi velike promene pritiska pri prolasku voza velikom brzinom. Stvara se jak prasak i buka. Poređenja radi maksimalna brzina kretanja „Formule 1“ je oko 320 km/h. Maksimalno ubrzanje voza 0 km/h do 300 km/h iznosi 10 km do 30 km što praktično znači da 1 km pređe za 12 sec, 5 km za 60 sec i tako dalje. Kod kočenja, zaustavni put pri brzini od 200 km/h je oko 1900 m, za brzine 250 km/h iznosi oko 3100 m, za 300 km/h iznosi oko 4700 m, za 330 km/h iznosi oko 5800 m i konačno za 350 km/h iznosi oko 6700 m.

U razvijenim zemljama, brzine putničkih vozova su različite jer zavise od vrste voza, međustaničnih rastojanja ukupne dužine pruge i dr. Klasični konvencionali



vozovi na rastojanjima prevoza oko 160 km i više razvijaju brzine 127 km/h do 159 km/h, regionalni ekspresni vozovi na rastojanjima 160 km do 800 km razvijaju brzine 177 km/h do 241 km/h. Najveće brzine preko 250 km/h razvijaju vozovi koji se kreću posebno ograđenim prugama na rastojanjima 320 km do 965 km. U Americi voz Amtraks Acela, između New Yorka i Washingtona, ima maksimalnu brzinu od 217 km/h i prosečnu od 130 km/h. Prosečna brzina na pruzi Tokyo-Osaka, Shinkansen iznosi 209 km/h. U Španiji na relaciji Madrid-Barselona AVE ostvaruje 299 km/h. U Francuskoj TGV ostvaruje 257 km/h i ako je postignut rekord od 574 km/h.

Na Železnicama Srbije, maksimalna projektovana brzina na glavnim pravcima iznosi 120 km/h sa tendencijom 160 km/h do 2020 god, što se posebno odnosi na koridor 10 na delu dvokolosečne pruge. Ako se planira rekonstrukcija pruge (BG-N.Sad) do 200 km/h, i dela (N.Sad-Subotica) do 160 km/h ulaskom Srbije u EU biće postavljen zahtev za brzine 250 km/h, onda ostaje pitanje kakvu prugu graditi. Prosečna projektovana brzina na mreži Železnica Srbije iznosi 93 km/h dok je propisana prosečna brzina 66% manja od projektovane brzine. Komercijalna brzina u teretnom saobraćaju iznosi 27,9 km/h dok je u putničkom 43,3 km/h. Cilj je povećanje prosečnih komercijalnih brzina na projektovane brzine.

#### **4. UTICAJNI FAKTORI NA ŽIVOTNU SREDINU**

Koliki je značaj tehničkih uslova gradnje za prostorno planiranje projektovanja pruge, vidi se na primeru, potrebnog min. radijusa horizontalnih krivina za mešoviti saobraćaj (za 200 km/h - 1888 m, 250 km/h - 2950 m, 280 km/h - 3700 m, 300 km/h - 4248 m, 330 km/h - 5140 m, 350 km/h - 5782 m). Radijusi horizontalnih krivina za isključivo putnički saobraćaj vozova velikih brzina su znatno veći i kreće su 3200 m do 9800 m. Značajni su i radijusi vertikalnih krivina za različite brzine (za 200 km/h 6400 m do 16900 m, 250 km/h (10000 m do 26500 m, 280 km/h, 280 km/h (12544 m do 33200 m), 300 km/h (14400 m do 38160 m), 330 km/h (17424 m do 46100 m), 350 km/h (19600 m do 51800 m) što zavisi od vrste saobraćaja, konfiguracije terena, trodimenzionalne geometrije koloseka i dr. [4].

U EU-27 (2010) drumski saobraćaj učestvuje sa 70.9 % (1/3 teretna i 2/3 putnička vozila), železnica 0.6 %, vodni 15.3%, avio sa 12.5% i ostali sa 0.7 % svih emisija. Vozovi velikih brzina u Evropi i Japanu emituju prosečno 4 kg CO<sub>2</sub>/100 pkm do 7 kg CO<sub>2</sub>/100 pkm, automobili emituju prosečno 14 kg/100 pkm dok avioni emituju prosečno oko 17 kg/100 pkm. Smatra se da je 71% manja emi-

sija CO<sub>2</sub>/pkm u železničkom saobraćaju kod vozova velikih brzina u odnosu na konvencionalne vozove i znatno manja na ne elektrificiranim prugama (kada se koristi dizel vuča). U visoko razvijenim zemljama, neki smatraju da je uticaj vozova velikih brzina na zaštitu životne sredine kontraverzan jer se u nekim graničnim vrednostima polutanata poklapaju sa drugim vidovima prevoza. Ipak, treba prihvatiti, u odnosu na auto i avionski saobraćaj, da vozovi velikih brzina imaju manje emisije polutanata što predstavlja jedan od efekata gradnje pruga za velike brzine. Kod nas, ne postoje jasno definisani standardi o potrošnji goriva pojedinih vidova prevoza (npr. CAFÉ Standard u Americi) što govori da emisije neće bitnije uticati na gradnju pruga za velike brzine, tako da se vozovi velikih brzina ne mogu porediti sa ostalim vidovima prevoza u smislu potrošnje energije kao i njihov uticaj na životnu sredinu, tabela 1.

**Tabela 1.** Standardi šest osnovnih polutanata

Polutant	Primarni uticaj		Sekundarni uticaj	
	Ppm	µg/m <sup>3</sup>	ppm	µg/m <sup>3</sup>
<b>Ugljen monoksid (CO)</b>				
8-sati prosečno	9	10.000	Nema	
1-sat prosečno	35	40.000		
<b>Olovo</b>				
3-meseca prosečno	Np	0.15	Np	0.15
<b>Natrijum dioksid (NO<sub>2</sub>)</b>				
1-sat prosečno	0.100	189	Nema	
Prosečno godišnje	0.053	100	0.053	100
<b>Ozon (O<sub>3</sub>)</b>				
8-sati prosečno	0.075	150	0.075	150
<b>PM<sub>10</sub></b>				
24-sata prosečno	Np	150	Np	150
<b>PM<sub>2,5</sub></b>				
Prosečno godišnje	Np	12	Np	15
24-sata prosečno	Np	35	Np	35
<b>Sumpor dioksid (SO<sub>2</sub>)</b>				
1-sat prosečno	0.075	196	Np	Np
Max.3-sata, prosek	Np	Np	0.50	1.300

**Izvor:** National Ambient Air Quality Standards (NAAQS), USA, Np-neprimenljivo

Ako se zna da potrošnja energije utiče na emisije polutanata, uočljiva je bolja energetska efikasnost kod vozova velikih brzina 2.5 l, dok je kod auto i avionskog saobraćaja potrošnja respektivno 6 l do 7 l na 100 pkm, tabela 2.

**Tabela 2.** Potrošnja energije prema popunjenosti voza [MJ/pkm]

Vid prevoza	Niska popunjenost (20%)	Srednja popunjenost (50%)	Visoka popunjenost (100%)
<b>Vozovi velikih brzina</b>	3.55	1.42	0.71
<b>Konvencionalni vozovi</b>	3.60	1.44	0.72
<b>Automobili</b>	4.20	1.68	0.84
<b>Avion</b>	7.30	2.92	1.46

Ne treba zanemariti ni uticaj buke i kvalitet voda duž trase pruge i šire, koji u zavisnosti od voza i brzine kretanja iznosi 80 dB do 90 dB, dok je na otvorenoj pruži oko 55 dB pri brzini od 280 km/h što je znatno povoljnije od drumskog a posebno avio saobraćaja. Koliko je značajno manja buka od vozila drumskog saobraćaja može su uporediti po kategorijama vozila prema ECE Pravilnik br. 51/95, kod koga je buka za vozila M1-74dB, M2 i M3 - 78 dB do 80 dB, M2 i M3 i N1 - 76 dB do 77 dB, N2 i N3 - 77 dB do 80 dB.

Pored ušteda u emisiji, smanjenoj buci i vibracijama, treba razmišljati o još nekim elementima značajni kod projektovanja pruge. Trasa koridora 10 prolazi 95% poljoprivrednim zemljištem, glavni rezervati pitke vode su baš na koridoru. Sleganje zemljišta znatno utiče na troškove održavanja pruge i njen životni vek. Prema iskustvima na prugama (Shijiazhuang-Taiyuan CHSR, Yunlin- Changhua THSR), gde ima podvodnih voda dolazi do znatnog sleganja zemljišta a tako i pruga za osam santimetara godišnje što izaziva lagane vožnje ili prekid saobraćaja. Močvare i prirodni rezervati su važni biološki resursi koji obavljaju više funkcija, uključujući prihranjivanje podzemnih voda, slabljenje toka poplava, kontrola erozije i poboljšanja kvaliteta vode. Oni takođe pružaju stanište za mnoge biljke i životinje, uključujući ugrožene. Istorijske i kulturne baštine, parkovi, rekreativni i sportski objekti, estetski izgled područja kroz koja prolazi pruga, položaj farmi, objekata za proizvodnju hrane i dr. treba sačuvati i dati odgovarajuće programe zaštite ukoliko takvi postoje na trasi pruge za velike brzine.

## **KADA INVESTIRATI U PRUGE ZA VELIKE BRZINE**

Kod gradnje pruga za velike brzine, bitna je promocija potpunog korišćenja kapaciteta pruge, kola i niske emisije štetnih polutanata. Kod opredeljenja gradnje većina zemalja je kao osnov svih kalkulacija u razmatranje uzimala dužinu pruge od 500 km i brzinu kretanja voza od 250 km/h tako da se ostvari prosečno vreme putovanja od dva sata.

Vozovi velikih brzina u svetu predstavljaju komplementaran način prevoza na određenim relacijama i obično se pre ulaganja, kao strategije kod ulaganja u infrastrukturu pominju:

1. Razmatranje koristi i negativni uticaji gradnje pruga za velike brzine na društveno-ekonomsko okruženje prema postojećim uslovima, moguće alternative, uključujući i demografska kretanja, uticaj na trgovinu, zaposlenost, naselja, životnu sredinu, regionalne ekonomije i evolucije njihovih programa u dužem vremenskom periodu.
2. Precizna i sveobuhvatna prognoza obima prevoza potencijalnih domaćih i tranzitnih putnika, mogućnost održavanja i uklapanje redova vožnje vidova prevoza na koridoru i gravitacionim centrima.
3. Stanice na trasi pruge za velike brzine treba locirati u blizini aerodroma (15 km do 25 km) ili na lokacija sa lakim pristupom putnika i drumskih vozila zbog integracije i planiranja tokova putnika.
4. Integracijom vazdušnog i intermodalnog putničkog kopnenog prevoza smanjuje se opterećenost vidova prevoza, povećava se korišćenje železnice posebno u slučaju vremenskih nepogoda, manja zagušenja kod sletanja ili poletanja aviona, mogućnost preuzimanja viška putnika i organizovanja feeder autobuskih prevoza u gravitacionim zonama stanica i međustanica.

Prema našem Zakonu o železnici (Sl. Glasnik.45/2013), neophodno je obezbediti da: postoji čist pružni pojas i vazdušni prostor iznad pruge u visini od 12 m, odnosno 14 m kod dalekovoda napona 220 kV, računajući iznad GIŠa, razmak između dva ukrštanja železničke infrastrukture i javnog puta ne može da bude manji od 2 km. Sada u pružnom pojasu ima dosta izgrađenih stambenih i poslovnih objekata na udaljenosti manjoj od 25 m od ose krajnjih koloseka. Takođe i zaštitni pojas, u širini od 100 m sa obe strane pruge je opterećen raznim objektima što može stvarati poteškoću kod postavljanje trase magistralne pruge za velike brzine. Izgradnja železničke infrastrukture vrši se u skladu sa zakonom kojim se uređuje prostorno planiranje i izgradnju objekata, pri čemu odluku o gradnji pruge donose predstavnici domaćih i stranih upravljača infrastrukturom. Kod nas ne postoje definisani državni standardi tehničkih uslova gradnje pruga za velike brzine. Svaka zemlja koristi odgovarajuće standarde gradnje usklađene sa standardima UICa.

Troškovi gradnje zavise od karakteristika pruge i opremljenosti. U svetu prosečna cena gradnje prilično varira od slučaja do slučaja u zavisnosti od okolnosti u određenoj državi. Tako su u 2005 ostvareni prosečni troškovi gradnje u Francuskoj, kao lideru u primeni ove tehnologije iznosili 4.7 mil.e/km da bi sa potpunom opremom dostigla cenu od 18,8 mil.e/km, u Belgiji 16,1 mil.e/km, Nemačkoj 15,0 mil.e/km do 28,8 mil.e/km, Italiji 25.5 mil.e/km, Španiji 7.8 mil.e/km do 20,0 mil.e/km. Troškovi gradnje u Francuskoj i Španiji bili su niži nego u Nemačkoj, Italiji i Belgiji, što je uslovljeno nagibom pruga do 3,5% i gde je više od 1,5%,

pruga nije dozvoljena za saobraćaj mešovitih vozova. U Americi prosečna cena gradnje pruge Los Angeles-San Francisco iznosila je 12,5 mil. e/km, u Koreji 34,2 mil.e/km, u Taiwan-u 39,5 mil.e/km, Japanu 20.0 mil.e/km od 30.9 mil.e/km i dr. Prema, sadašnjim izveštajima svetske banke, danas Kina ima najnižu ukupnu cenu gradnje koja se kreće 19 mil.e/km do 20 mil.e/km što zavisi od konfiguracije terena, potrebnih mostova, tunela i dr. U Evropi prosečna cena gradnje iznosi 22 mil.e/km do 34,5 mil.e/km. U Americi cena gradnje iznosi 22 mil.e/km do 49 mil.e/km (na jednoj pruzi u Kaliforniji cena gradnje iznosila je 50 mil.e/km), Novom Zelandu 43 mil.e/km, Australiji 60 mil.e/km, Japanu 20,0 mil.e/km od 30,9 mil.e/km itd. U Kini je i najbrža gradnja koja iznosi 10 m/dan. U proseku potrebno je 3 do 5 godina za gradnju i 2 do 5 godina za prateće radove i testiranje. Ovim troškovima treba dodati cenu garnitura, koja iznosi oko 300 mil.e za 20 kola. Ako bi cena gradnje i opremanja pruge za velike brzine, kod nas dostigla minimalnu cenu od 16 mil.e/km minimalan broj putnika koji bi opravdao gradnju iznosio bi 3 do 4,5 miliona putnika godišnje. Za troškove gradnje do 27 mil e/km bilo bi potrebno oko 8,8 mil.put./god, za 40 mil.e/km bilo bi potrebno čak oko 19,20 mil.put./god. U Srbiji se prosečno preveze oko 10 mil.put/god na svim prugama.

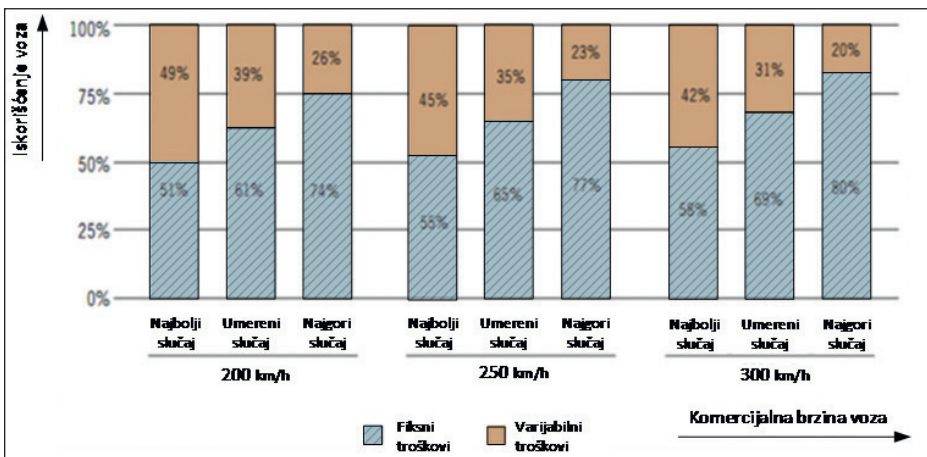
Kina troši oko 9 % svog BDP-a na infrastrukturu u odnosu na 5% koliki je prosek u Evropi i samo 2,4 % u Americi. Zemlje sa najvećim dužinama brzih pruga imaju tendenciju da budu najviše globalno konkurentne u pojedinim ekonomskim regijama, uključujući Kinu, Francusku i Nemačku. Prosečno pruge za velike brzine zauzimaju 3,2 ha/km dok autoputevi zauzimaju oko 9,3 ha/km. Uticaj na korišćenje zemljišta može biti značajno smanjena ukoliko nova pruga bude postavljena paralelno sa postojećim autoputem i ukoliko parametri „*layout*“ -a to dozvoljavaju, što predstavlja dobru priliku za nadogradnju i renoviranje okolnog prostora i pejzaža.

Ukupni troškovi održavanja za jedno kolosečnu prugu su **takođe** različiti po državama od 12919 e/km u Italiji, 28420 e/km u Francuskoj, 31683 e/km u Belgiji, 33450 e/km u Španiji i dr. Preko 40% ukupnih troškova održavanja otpada na održavanje koloseka, 25% na signalizaciju, 17% na održavanje telekomunikacione opreme itd. Vrednost troškova održavanja infrastrukture je nemoguće homogenizovati usled različitih tehničkih faktora (propisanih rokova kontrole, geometrije koloseka, opterećenja i dr.) tako da se u zavisnosti od pruge kreću od 40 do 67% dok troškovi održavanja signalizacije variraju 10% do 35% od ukupnih troškova održavanja. Prema [8], smatra se da je potrebno oko 30000 e/km ili oko 30 mil. e/god za održavanje pruge dužine 500 km. U nekim državama troškovi održavanja dostižu blizu 100 mil.e/god. Ako bi se cena održavanja sve-la na putnika u prevozu na 500 km, sa 100% iskorišćenjem mesta u vozu, sa

prosečnom cenom karte 40 e do 90 e, prosečno bi trebalo obezbediti oko 53000 e/god. Troškovi održavanja variraju od kapaciteta voza, prosečne dužine trčanja, sati rada, konfiguracije terena, vrste objekata na pruzi i dr.

Vrlo je značajno poznavati visinu troškova u zavisnosti od komercijalne brzine, (slika 3), kapaciteta voza (slika 4) i dužine prevoza (slika 5). Međuzavisnost bitnih performansi data je kroz tri varijante: najbolja, prosečna i najlošija. Ako bi se posmatrala međuzavisnost statičkog kapaciteta voza po broju mesta sa projektovanom brzinom, može se uočiti, da su niži troškovi eksploatacije ukoliko je popunjenost voza veća u odnosu na broj raspoloživih mesta i da broj mesta u vozu bitnije ne utiče na promenljive troškove. Za državu je bitno da smanji fiksne troškove infrastrukture, koji su u njenom vlasništvu kod svih zemalja u kojima su građene pruge za velike brzine. Varijabilni troškovi pripadaju operaterima. Različiost učešća pojedinih troškova ukazuje da mora postojati visoka koordinacija aktivnosti između društava za prevoz tereta i putnika i društva za infrastrukturu, sve u cilju optimizacije troškova. Proizilazi da su najniži fiksni troškovi kada je iskorišćenost voza oko 50% sa brzinom kretanja od 200 km/h, slika 3.

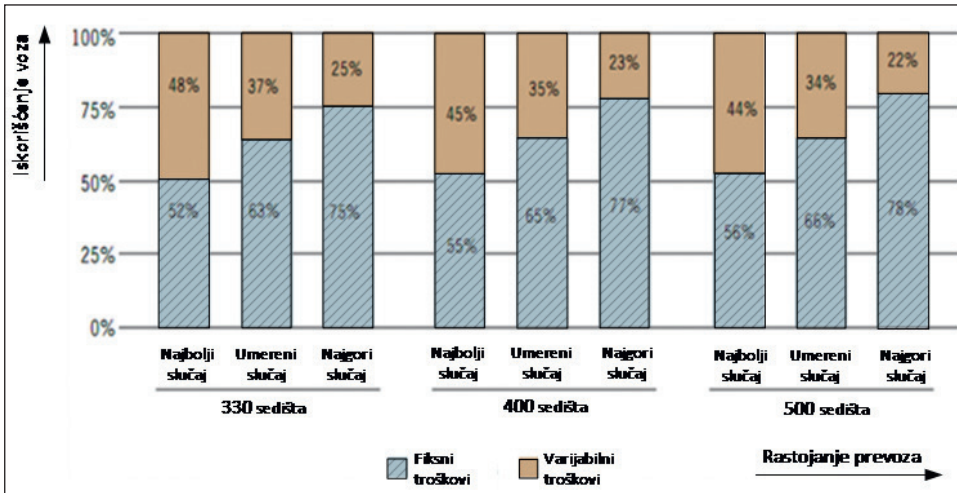
Kod analize, međuzavisnosti statičkog kapaciteta i stepena korišćenja, moguće je uočiti da se promenljivi troškovi smanjuju sa povećanjem broja mesta u vozu i procentom iskorišćenja mesta. Najniži operativni troškovi se ostvaruju kod vozova sa 500 mesta i njihovim iskorišćenjem preko 75% odnosno ukoliko je stepen popunjenosti veći od 375 putnika, slika 4.



Izvor: [1]

Slika 3. Karakteristike troškova u zavisnosti od komercijalne brzine

Ako bi se posmatrala međuzavisnost rastojanja prevoza i stepena korišćenja odnosno popunjenost voza, uočljivo je da su najveći fiksni troškovi kod najdužih rastojanja kao najgora varijanta, slika 5. Najniži promenljivi troškovi su najniži u slučaju popunjenosti voza preko 75%. U svim varijantama popunjenost voza predstavlja najznačajni element za sve analize. Ovakve i slične “analize osetljivosti” treba prikazati u fizibility studiji pre izbora konačnog rešenja projekta.

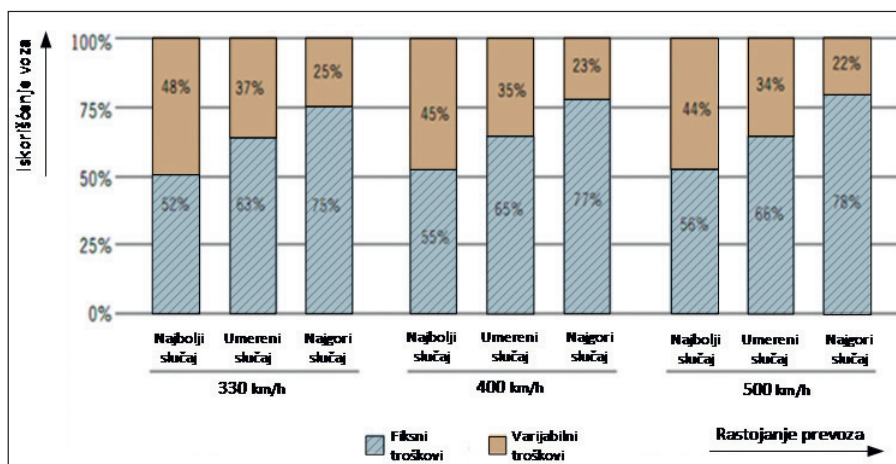


Izvor: [1]

Slika 4. Karakteristike troškova u zavisnosti od kapaciteta voza

Upoređivanjem cene i vremena između konvencionalnih i vozova za velike brzine u prevozu “od vrata do vrata” uočava se značajna korelacija sa dužinom putovanja. Na dužim relacijama preko 700 km, putnici na železnici nisu voljni da plaćaju veću cenu pogotovo ako kod konvencionalnih vozova imaju kola sa ležajima ili spavaća kola u kom slučaju putnici ne plaćaju hotelski smeštaj nego koriste noćnu uslugu jer je ekonomičnija za oko 16%. Visoke cene karata treba prilagoditi širokim masama sa niskim primanjima po članu domaćinstva, a ne poslovnim ljudima koji mogu da plaćaju takve cene.





Izvor: [1]

Slika 5. Karakteristike troškova u zavisnosti od rastojanja prevoza

Kada bi se vozovi velikih brzina poredili sa vazдушnim saobraćajem, značajan broj putnika se orijentiše na brze vozove zbog nižih troškova i platežne moći, udobnosti, pristupačnosti, praktičnosti, veće bezbednosti i uslovno ukupnog vremena putovanja, što je značajno na relacijama preko 1000 km. Ako putnik planira putovanje avionom od “vrata do vrata”, prolazi kroz različite vremenske intervale (od mesta polaska do aerodroma-A, čekanje na ukrcaj u avion-B, vreme leta-C, vreme preuzimanja prtljaga-D, prevoz od aerodroma taksijem ili autobusom-E do konačnog odredišta ili terminala. U obzir nisu uzeta moguća zagušenja u drumskom saobraćaju, bezbednosna provera lica i prtljaga, i dr., <http://ditu.baidu.com>). Poređenje prosečnih vremena trajanja putovanja dato je u tabeli 2 i troškova na istoj relaciji u tabeli 3. Ušteda vremena postoji kod avio prevoza.

Tabela 2. Upoređenje prosečnih vremena trajanja putovanja

Vid prevoza	Vreme-A	Vreme-B	Vreme-C	Vreme-D	Vreme-E	Ukupno u Min.
Voz velikih brzina	43	30	76	0	71	340
Avion	72	40-90	95	0-20	51	260-328

Primer, se odnosi na relaciju Donghu CBD, Wuhang to Beijing Road, Guangzhou)

Tabela 3. Poređenje troškova na istoj relaciji

Vid prevoza	Cena prevoza	Dodatni troškovi	Takse	Ukupno \$
Voz velikih brzina	75.38	0	19	94.38
Avion	132.3	24,7	24,6	181.6

U avio prevozu cena se odnosi na standardnu ekonomik klasu. Evidentno je da ukupni troškovi prevoza avionom jesu duplo skuplji od prevoza vozom velikih brzina na odabranoj relaciji. Avio prevoznik bi trebalo da smanji cenu za oko 40% što bi za njih bilo neprihvatljivo. Ima još mnogo sličnih primera, i na dužim relacijama kojih nema u Srbiji a koje ukazuju da je vreme putovanja avionom kraće da je ukupna cena prevoza veća. Pitanje opredeljenja srednje klase putnika jeste, da li putovati kraće a skuplje ili duže a jeftinije.

## ZAKLJUČAK

Predstavnici železnica Srbije i Mađarske potpisali su 2013, Memorandum o razumevanju čiji je cilj modernizacija železničkog saobraćaja na relaciji Beograd-Budimpešta, čija ukupna vrednost projekta oko 1,5 milijardi evra od čega Srbija plaća 870 mil. evra. Radi se o deonici E 85: (Beograd) - Stara Pazova - Novi Sad - Subotica - državna granica - (Kelebija) dužine 177,4 km i dalje do Budimpešte (MAV), koja je duga oko 400 kilometara, a na kojoj bi bilo moguće postići brzine veće od 160 km/h do  $200 \pm 20$  km/h. Takođe se obavljaju razgovori sa Kineskom vladom oko gradnje dela pruge kroz Srbiju.

U ovom radu, data su iskustva nekih zemalja u vezi gradnje pruga za velike brzine kao i neki bitni tehnički detalji vezani za eksploataciju, na osnovu čega se mogu izvesti određeni zaključci kod izrade „*cost-benefit*“ analize i gradnje u našim uslovima. Neosporno je da postoje potrebe gradnje pruge za velike brzine, jer se Srbija uključuje u projekte izgradnje transevropske mreže, čime daje svoj doprinos procesu sveukupnih integracija evropska zemlja na putu ka EU, kao prioritet i osnov budućeg prostornog razvoja Srbije.

Međutim, pitanje širih ekonomskih koristi i dalje jedna od najzahtevnijih analiza jer sve zavisi od obima prevoza, koji treba da se kreće u rasponu minimum tri do 17 miliona putnika godišnje. Smatra se, da je 10% do 15%, u nekim sredinama i manje od 5%, poslovnih kompanija locirano u centralnim gradskim područjima što poslovnim ljudima nameće korišćenje dodatnih usluga prevoza čime gradski prevozi nemaju takav značaj a to znači da motivacija većina ljudi neće naći pogodnost za poslovna putovanja. Sa tipičnim troškovima gradnje, uštedama vremena, očekivanog rasta obima prevoza i dr, za opravdane uslove poslovanja biće potrebno najmanje devet miliona put./god za 500 km pruge u prvoj godini eksploatacije. U Francuskoj ima preko 15 mil.put/god što sasvim opravdava gradnju, Japanu oko 35 mil.put./god, dok je u Španije broj putnika ispod pet miliona i manje što njihove pruge čini nerentabilnim. ***Samo dve pruge***

za velike brzine u svetu (*Tokio-Osaka* i *Pariz-Lion*), ostvaruju dovoljan **prihod za pokrivanje investicionih i operativnih troškova**. Međutim, teško je opravdati izgradnju pruge za velike brzine samo radi povećanja brzine prevoza, odnosno uštede u vremenu putovanja, izuzev ukoliko je obim prevoza veoma veliki i kada treba graditi novu nepostojeću prugu. Gradnja u velikoj meri zavisi od budućeg ekonomskog rasta i pretpostavke da će potražnja za putničkim prevozom na dugim relacijama kao i teretni saobraćaj nastaviti da rastu, znači treba uzeti u obzir procenu mogućih efekata za teretni saobraćaj, lokalne i regionalne putničke vozove i promene u nivou kvaliteta usluga u vezi sa konvencionalnim linijama na celoj mreži.

Na osnovu većeg broja studija i objavljenih tehničkih informacija poželjna i opravdano rastojanje prevoza za pruge velikih brzina je oko 750 km između kojih se nalazi četiri do šest međustanica. Na srednjim rastojanjima 300 km do 800 km vozovi velikih brzina su rentabilniji u odnosu na avio prevoz u među regionalnim putovanjima. Kada je rastojanje između 800 km i 1050 km, železnica je atraktivnija pri čemu se smatra da će oko 50% putnika iz avio prevoza preći na vozove velikih brzina. Kada je rastojanje iznad 1050 kilometara, avio prevoz je u prednosti. U svakom slučaju, neophodna je interakcija železničkog i avio prevoza.

Pruge za velike brzine se grade radi skraćivanja putovanja za više od 90% smanjenja sati usled zagušenja saobraćajnica i aerodroma, povećanja mobilnosti putnika i učestalosti usluga, povećanja kapaciteta kola i vozova, komercijalnih potreba za većim brzinama, povećanja bezbednosti (smanjenje saobraćajnih nezgoda u 2014 manja oko 8% u odnosu na 2012 i 2013 godinu u drumskom saobraćaju), ušteda novca od smanjenog korišćenja drumskih vozila, ušteda razlika u ceni od prevoza u avio saobraćaju. **Vozovi velikih brzina su** uspješniji u konkurenciji sa avio prevozom a još više sa automobilom, a postoje analize da je tri (3) sata putovanja optimalan prag jer je povećana bezbednost, smanjena zagušenja na aerodromima i dr., tako da se može očekivati priliv znatnog broja putnika iz vazdušnog saobraćaja. Međutim, vozovi velikih brzina dele osnovni problem sa skoro svim ostalim **“održivim”** high-tech rešenjima koja se plasiraju kod nas: oni su suviše skupi da postanu glavni prevoznik na potencijalnoj trasi. U svetu se objašnjava zašto gradnja 10000 km pruga za velike brzine vozova nije zaustavila rast putničkog vazdušnog saobraćaja u Evropi. Od 1993. do 2009. godine, vazdušni saobraćaj u Evropi je porastao u proseku za 3% do 5% godišnje. Procenjuje se da će imati dalji rast za još 50% do 2030. godine, uprkos sadašnjoj ekonomskoj krizi i planiranoj gradnji 20000 km novih pruga za velike brzine. U Americi, od Los Anđelesa to San Franciska ima oko 5 miliona putnika godišnje čija karta iznosi 71 € do 80 € za ukupno vreme putovanja nešto kraće od tri

sata. Poređenje sa avio saobraćajem gde je prosečna cena 125 €, sa oko 90 min leta cena prevoza brzim vozom je ekonomski isplativija ali je vreme putovanja avionom upola kraće.

Pored toga, „*pro-business*“ politikom, mega projektom pruga za velike brzine, očekuje se dodatni profit od policentričnog razvoja gradova i šire kao globalne strategija konkurencije, fleksibilni programi investiranja privatnog sektora uz olakšan položaj pratećih privrednih aktivnosti, valorizacija zemljišta kroz bilansiranje globalnih privrednih profita i lokalnih javnih interesa, promocija visoko kvalitetnog tranzita, veći devizni priliv i dr. Kao efekat pojavljuje se gradnja novih stambenih i ugostiteljskih objekata, povećanje cena nekretnina i broja stanovnika u gradovima na trasi, disperzija populacije u blizini tranzitnih stanica što će povećati ulaganja privatnog sektora. Takođe se očekuje da putnici sa konvencionalnih vozova pređu na vozove velikih brzina, da se ukinu neki konvencionalni vozovi i time poveća propusna sposobnost pruge uz eventualno korišćenje pruge za neke teretne vozove. Međutim, u većini zemalja predhodno navedeni ciljevi nisu ostvareni između ostalog zbog znatno visoke cene prevoznih karata u vozovima velikih brzina čime je ograničena potražnje na manje razvijenim područjima, neke relacije su postale ekonomski neodržive i dr.

Predug rok povraćaja sredstava i ulaženje u novi dug su potpuno ne opravdani bez obzira da li MAV u svojim razvojnim planovima planira ili ne izgradnju pruge za velike brzine. Bez dovoljnog broja putnika, gradnja pruge za velike brzine nije u stanju da pokaže bilo kakve prednosti i uticaj na okruženje u poređenju sa drugim vidovima transporta na planiranoj trasi u Srbiji. Kod nas bi vozovi umerenih brzina do 160 km/h (pa i 120 km/h), bili znatno pristupačniji i jeftiniji od vozova velikih brzina. Problem je u tome, što mi nemamo varijantna rešenja tako da ne možemo porediti prugu za velike brzine Beograd-Subotica sa alternativnim prevozom, posebno avio prevozom ili nekom drugom trasom.

Privatizacija i davanje koncesija za puteve, pruge i delove avio sistema su dobri primeri prakse smanjenja državnog plaćanja, mada u svetu nepostoji ni jedna pruga građena privatnim kapitalom. Drugo, postoje stalni fiskalni pritisci sa kojima se suočavaju ekonomija i država kako smanjiti udeo sredstava koja će finansirati vlada. Treće, postoji sve veći pritisak da se u potpunosti održi visok kvaliteta životne sredine, smanje buka, zagušenja i troškovi bezbednosti što sve treba da uđe u cenu karte koje plaćaju korisnici takvih vozova. Bez obzira što mnoge države ulažu u železnički sistem velikih brzina, pojava hibridnih automobila opremljenih najsavremenijim upravljačkim tehnologijama i gradnjom novih puteva

biće buduća alternativa za mnoge oblike železničkog putovanja koji relativno brzo zastarevaju.

Sve u svemu, isplativa pruga za velike brzine za železnički sistem je fantazija. Savremeni avioni lete brže od najbržih vozova i ne zahtevaju skupu infrastrukturu duž cele njihove putanje. Ogromne državne investicije u pruge za velike brzine ne bi verovatno obuhvatile više od 1% putnika zainteresovanih za putovanje ovom prugom radi čega je povoljnije za našu državu i narod privemeno odustati od ideje gradnje jer će stotine miliona eura biti ubačeni u „*crnu rupu*“, sa eksploatacijom zanemarljive koristi i mnogo većim gubicima a mogla bi sredstva biti uložena u rentabilnije projekte ili da krene u projekat modernizacije postojeće pruge za brzine do 160 km/h što bi predstavljalo znatno efektivnije rešenje. Za takvo rešenje potrebno je definisati i doneti optimalnu strategiju modernizacije postojeće pruge. Ostaje da se vidi, da li će, pruga za velike brzine Beograd-Subotica biti još jedna čisto promašena i kontraverzna investicija i da li će se Srbija zadužiti sa još jednim nerentabilnim kreditom.

## LITERATURA

- Barron, I., et al. (2009). *Economic Analysis of High Speed in Europe*, Fundacion BBVA, Bilbao.
- High Speed lines in the World. (2014). UIC High Speed Department, Paris.
- Koridor 10 održivi put integracija, Zbornik radova, Beograd: Institut Kirilo Savić, 2010.
- Levinson, D., et al. (1997). The full cost of high-speed rail: an engineering approach. *The Annals of Regional Science*. California.
- Lindahl, M. (2001). Track geometry for high-speed railways. A literature survey and simulation of dynamic vehicle response. *Railway Technology*, department of vehicle Engineering Rpyal Institute of Technology, Stocholm.
- Min, C., Hailong, T., Kun, Z. (2014). Some Critical Issues in the Development of Chinese High-Speed Rail: Challenges and Coping Strategies. *Journal of Transportation Technologies*, 4, 164-174.
- Murakami, J., Cervero, R. (2012). *High-Speed Rail and Economic Development, Business Agglomerations and Policy Implications*, UC Berkeley.
- Nash, C. (2009). *When to Invest in High-Speed Rail Links and Networks, University of Leeds United Kingdom. ITF*. Discussion Paper No. 2009-16.
- Prostorni plan Republike Srbije 2010-2014-2020. Predlog, Beograd 2010.
- Romo, E., et al. (2012). *Research on Optimum Speed for High Speed Lines, Volume II*, UIC.
- The Economics of Investment in High-Speed Rail*. International Transport Forum, OECD. 2014.
- The Pan-European Corridors and Network: Viewpoint of UIC East-West Task Force*, (<http://www.uic.org/IMG/doc/eo1.doc>)

UIC study on railway infrastructure charges in Europe, INFRACHARGES, UIC – High Speed,  
Final report, November 2012.

[www.abb.com/review](http://www.abb.com/review)

[www.bepress.com/jbca/vol2/iss1/2](http://www.bepress.com/jbca/vol2/iss1/2)

[www.downsizinggovernment.org/transportation/high-speed-rail#sthash.585XnJGk.dpuf](http://www.downsizinggovernment.org/transportation/high-speed-rail#sthash.585XnJGk.dpuf)

[www.epa.gov/air/criteria.html](http://www.epa.gov/air/criteria.html)

[www.uic.org/etf](http://www.uic.org/etf)

[www.uic.org/highspeed](http://www.uic.org/highspeed)

---

## SOME TECHNICAL-ECONOMIC ASPECTS OF HIGH RAILWAY SPEED

**Abstract:** *Many countries investment and building high speed rail (HSR) infrastructure because produces social benefits and costs. The potential benefits are basically time savings, higher reliability, comfort, safety and the release of capacity in the conventional rail network, enviromental roads and airport infrastructure. The costs are high, and sunk in a significant proportion; therefore, the social profitability of the project requires that HSR users' and other beneficiaries' willingness to pay is high enough to compensate the sunk and variable costs of maintaining and operating the line plus any other external cost during construction and project life.*

*Problem for our country, is number of passengers to justify a new high speed line. It is very variable, ranging from 3 millions to 17 millions in the first year of operation under possible assumptions examined, but typically even under favourable conditions at least 9 millions passengers per annum will be needed. The economic evaluation of long-lived infrastructure requires a careful construction of the contrafactual and there are many assumptions that might seriously bias the results. This is the case of transport pricing during the lifespan of the project. Pricing policy needs to be explicitly treated.*

**Key words:** *high-speed lines, requirements and experience in construction, economic justification*

**JEL:** R42