

JAVNI PUTNIČKI SAOBRAĆAJ NA RAZDALJINAMA DO 800 KM

prof.dr Zdenka Popović, dipl.građ.inž.

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, zdenka@grf.bg.ac.rs

Luka Lazarević, master građ.inž.;

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, llazarevic@grf.bg.ac.rs

Stručni rad

Rezime: *Povećanje prosečne temperature Zemljine atmosfere i okeana preko 2°C dovelo bi do značajne promene klime i razornog uticaja na živi svet. Zato je neophodno da se smanji emisija gasa u svim sektorima, uključujući saobraćaj. Ovaj rad, na osnovu velikog broja primera sa više kontinenata, istražuje mogući transfer putnika sa vazdušnog i drumskog na železnički saobraćaj za velike brzine, na dužinama putovanja do 800 km. Cilj planskog transfera putnika je redukovanje emisije CO₂. U radu se daju smernice za razvoj održivog javnog putničkog saobraćaja, koji je zasnovan na ekološkim, ekonomskim i sociološkim zahtevima.*

Ključne reči: *održivi razvoj, putnički saobraćaj, železničke pruge za velike brzine, karbonski otisak*

PUBLIC PASSENGER TRANSPORT FOR DISTANCES UP TO 800 KM

Zdenko Popovic, Ph.D. CE

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, zdenka@grf.bg.ac.rs

Luka Lazarevic, M.Sc. CE

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering, llazarevic@grf.bg.ac.rs

Professional paper

Abstract: *The increase in the average temperature of Earth's atmosphere and oceans more than 2°C would lead to dangerous climate change and the devastating impact on wildlife. Therefore, it is necessary to reduce the gas emission in all the sectors, including transport. Based on a large number of examples from different continents, this paper researches the possible shift of passengers from air and road to high speed rail traffic, on the trip lengths up to 800 km. The goal of the planned shift to other modes are reducing CO₂ emission. The paper provides guidelines for the development of sustainable public passenger transport, which is environmental, economic and social required.*

Keywords: *sustainable development, passenger transport, high-speed railway, carbon footprint*

1. UVOD

Savremeni pristup planiranju i projektovanju saobraćajne infrastrukture ne dozvoljava nezavisno razmatranje pojedinačnih vidova saobraćaja.

Strategija razvoja saobraćaja uključuje intermodalni pristup, koji je zasnovan na globalnoj interakciji različitih vidova saobraćaja u cilju održivog razvoja društva. Ovakvim pristupom spaja se briga o živom svetu i prirodnim resursima na Zemlji sa društvenim i ekonomskim izazovima.

Ovaj rad, na osnovu velikog broja primera sa više kontinenata, istražuje mogući doprinos strategije održivog razvoja intermodalnog putničkog saobraćaja u rešavanju problema, koji nastaju zbog degradacije životne sredine. Pored ekološkog aspekta u razmatranja su uključeni ekonomski i sociološki aspekti.

Svi vidovi saobraćaja direktnom i indirektnom emisijom gasova doprinose stvaranju efekta globalnog zagrevanja Zemlje i doprinose promenama u količini padavina, rastu nivoa mora i mnoštvu drugih neželjenih uticaja na biljke, životinje i ljude. Ovaj doprinos je različit za različite vidove putničkog saobraćaja.

Iako ne postoji naučni konsenzus o uzrocima globalnog zagrevanja, najzastupljenija je teorija po kojoj je globalno zagrevanje posledica ljudskih aktivnosti na planeti iskazanih kroz emisiju ugljen-dioksida (CO₂), vodene pare (H₂O), azot-dioksida (N₂O), metana (CH₄) i ozona (O₃). Prema toj teoriji, povećana koncentracija pomenutih gasova dovodi do takozvanog efekta staklene bašte u atmosferi. Vlade najvećeg broja zemalja su prihvatile tu teoriju i potpisale Protokol iz Kjotoa, čiji je cilj smanjenje emisije pomenutih gasova. Smatra se da bi povećanje prosečne temperature Zemljine atmosfere i okeana već iznad 2°C dovelo do značajne promene klime i razornog uticaja na živi svet. Republika Srbija je, takođe, potpisala i prihvatila Protokol 24. septembra 2007. godine [1].

Cilj rada je definisanje optimalnih rastojanja za prevoz putnika pomoću različitih vidova javnog saobraćaja. U analizi se primarno koristi aspekt održivog razvoja. Prednost se daje vidovima prevoza sa najmanjom emisijom gasova, koji doprinose globalnom zagrevanju (GHG, eng. greenhouse gases – gasovi koji utiču na efekat staklene bašte). U radu su analizirana brojna inostrana iskustva, koja u realnim okolnostima dokazuju moguću prednost železničkog saobraćaja za konvencionalne i/ili velike brzine u smislu preuzimanja prevoza od vazdušnog saobraćaja na tzv. "kraćim rastojanjima", što bi za posledicu imalo redukovanje emisije GHG. Aktivnim uključivanjem Vlada velikog broja zemalja širom sveta u definisanju i sprovođenju strategije održivog razvoja saobraćaja, stvorena su teorijska i praktična iskustva o realnim mogućnostima prevoza putnika korišćenjem železničkog sistema za konvencionalne i/ili velike brzine.

U radu se daje odgovor na pitanje na kojim transportnim dužinama i pod kojim uslovima postoji mogućnost da se putnici preusmere na sisteme javnog prevoza sa najmanjom emisijom GHG. Odgovor na ovo pitanje je podržan odgovarajućom analizom troškova izgradnje, eksploatacije i održavanja saobraćajne infrastrukture, kao i analizom potreba savremenog putnika.

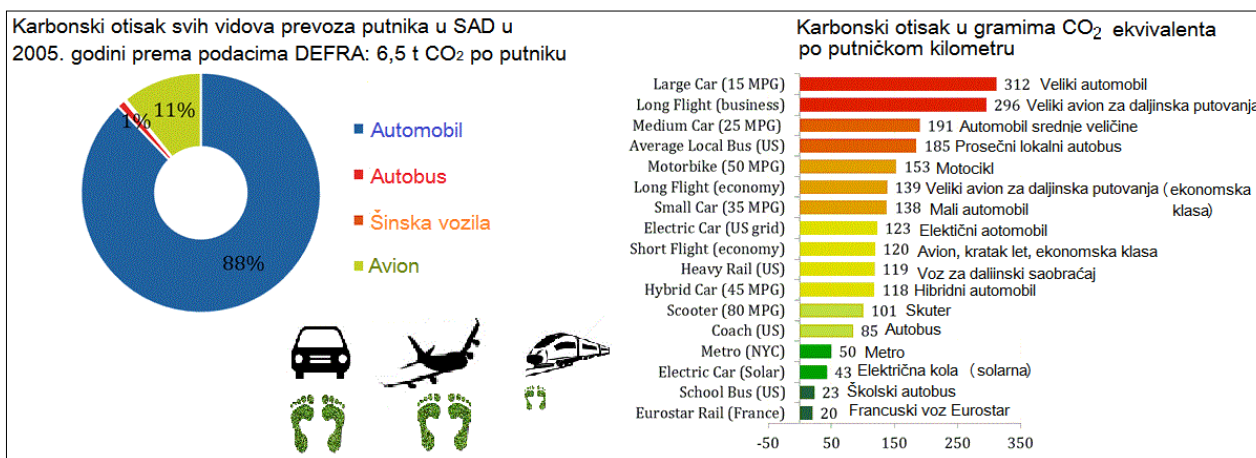
U radu se polazi od pretpostavke da postoji donja i gornja granica optimalne transportne dužine za svaki vid saobraćaja. Optimalna transportna dužina se određuje na osnovu ekonomskih i ekoloških uslova, sa osvrtnom na sociološki aspekt. Saobraćaj se razmatra globalno: svi vidovi saobraćaja se integrišu u jedinstveni transportni lanac, koji omogućuje prevoz putnika od "vrata do vrata".

Na mestima presecanja tokova putnika iskazuju se zahtevi za presedanjem putnika sa jednog vida saobraćaja na drugi. Putnik donosi odluku o izboru vida saobraćaja na osnovu prednosti koju taj vid saobraćaja pruža i lične preferencije. Ponuđena saobraćajna infrastruktura i prateće usluge utiču na odluku koju putnik donosi i na taj način oblikuju mobilnost putnika.

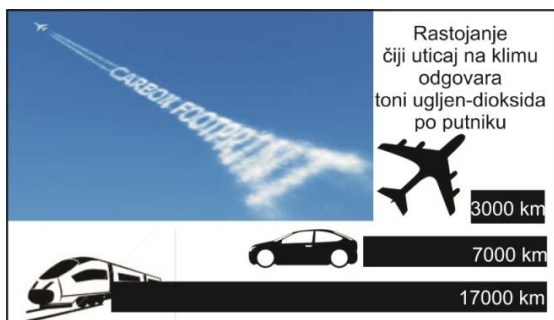
2. KARBONSKI OTISAK RAZLIČITIH VIDOVA PUTNIČKOG SAOBRAĆAJA

Karbonski otisak je uobičajena veličina, koja se koristi za iskazivanje uticaja čoveka na životnu sredinu i klimatske promene. Ova veličina se izražava u tonama ili kilogramima ekvivalenta ugljen-dioksida (CO₂), zato što ovaj gas najznačajnije utiče na globalno zagrevanje. CO₂ se oslobađa sagorevanjem uglja, nafte, naftnih derivata i gasa. Svako prevozno sredstvo ima sopstveni karbonski otisak, koji predstavlja ukupnu količinu GHG u tonama (ili kilogramima) ekvivalenta ugljen-dioksida. Karbonski otisak je suma svih emisija CO₂ i njegovih ekvivalenta, koje su izazvane svim aktivnostima vezanim za funkcionisanje vozila u određenom vremenskom periodu. Karbonski otisci različitih sredstava za prevoz putnika (putnički automobil, voz, avion) se međusobno drastično razlikuju (Slika 1).

Da bi proizveo uticaj na klimu, koji odgovara jednoj toni CO₂ po putniku, avion treba da preleti 3000 km, automobil da pređe 7000 km, dok se vozom za istu količinu gasa po putniku može preći 17000 km [3]. Na taj način avion je prevozno sredstvo koje u odnosu na putnički kilometar proizvodi najveću količinu CO₂ (Slika 2).



Slika 1. Karbonski otisak različitih vrsta vozila za prevoz putnika (sastavljen prema podacima DEFRA - Department for Environment, Food and Rural Affairs [2])



Slika 2. Uticaj saobraćaja na klimu prema [3]

S obzirom na to da su očigledni i dobro poznati nedostaci individualnog prevoza putnika (ekonomski, ekološki i prostorni aspekt), u radu se primarno istražuje javni prevoz putnika avionom i železničkim vozilima na rastojanjima do 800 km.

2.1 Karbonski otisak vazdušnog saobraćaja

Prema podacima Međunarodne asocijacije za vazdušni prevoz (IATA - International Air Transport Association), koja okuplja 240 vazdušnih kompanija u 115 zemalja širom sveta, u 2011. godini je od vazdušnog saobraćaja emitovano 650 miliona tona CO₂ [4].

Ova količina odgovara količini CO₂, koju emituju za godinu dana svi stanovnici Španije i Francuske zajedno. Doduše, prema zvaničnoj statistici IATA, civilnom vazдушnom saobraćaju pripada samo 21% globalne emisije CO₂.

Uticaj vazdušnog saobraćaja na klimu se ne ostvaruje samo na osnovu emisije CO₂. Avioni produkuju i druge gasove, koji doprinose efektu staklene bašte, kao što su azotni oksidi, aerosoli i vodena para, koji imaju značajan uticaj na globalno zagrevanje. Kao posledica produkovanja vodene pare nastaju kondenzacijski tragovi i cirus oblaci, koji su odgovorni za najmanje polovinu uticaja na zagrevanje od emisije gasova u vazдушnom saobraćaju (Slika 3).

Kondenzacijski tragovi su vidljivi tragovi kondenzovane vodene pare koji se stvaraju iza izduvnog ispusta mlaznog motora aviona. Uobičajeno nastaju pri letu aviona iznad 8000 m, gde je temperatura vazduha ispod -40°C. Prilikom hlađenja vrućeg mlaza iza aviona nastaje oblak sićušnih kapljica vode. Ako je okolni vazduh dovoljno hladan, trag koji ostaje iza aviona sastoji se od sitnih kristala leda. Zavisno od atmosferskih uslova, kondenzacijski tragovi mogu biti vidljivi samo nekoliko sekundi ili minuta, a ponekad traju i više sati. Ovi tragovu su čest predmet rasprave uznemirene javnosti zbog sumnje da sadrže hemijske materije, koje se namerno ispuštaju iz aviona (tragovi zaprašivanja nepoznatog sastava – chemtrail) [5, 6].

Cirus (lat. cirrus - pramen) je vrsta oblaka koji se razvijaju na visinama od 8000 m do 9000 m. Zbog izgleda (usamljeni pramenovi, perjasta vlakna, pramičci i sl.) nazivaju se još i perjasto - pramenasti oblaci. Nastaju smrzavanjem vodene pare, koja prelazi u ledene kristale, tako da se sastoje od krupnih kristala leda. Cirusi imaju nežnu vlaknastu strukturu, bele su boje i svilastog sjaja, i ne prave senku na Zemlji.



Slika 3. Gore: Tragovi iz ispusta aviona [6], Dole: Cirus pramenasti oblaci

Nakon zadržke zbog svetske finansijske krize, vazdušni saobraćaj se razvija brzim tempom širom sveta. IATA očekuje da će u periodu do 2016. godine godišnji rast potražnje iznositi 5,3%. Veliki deo ovog razvoja odnosi se na razvijene i zemlje u razvoju, pre svih Latinsku Ameriku i Aziju. Sedam od deset najprometnijih vazdušnih linija nalazi se u azijsko - pacifičkoj regiji. Tako npr. od 2010. do 2011. godine porastao je vazdušni saobraćaj u Čileu za 21%, u Brazilu za 17%, Filipinima 15% i Indoneziji 11% [7]. Na 600 km dugoj trasi između Berlina i Minhena, između 2009. i 2010. godine, vazdušni saobraćaj je porastao za 4%. Sa 5,1% rasta na vazдушnom rastojanju 540 km (800 km mereno drumskim saobraćajnicama) između Rima i Katanije na Siciliji ostvaren je evropski rekordni rast [7].

Veliki rast saobraćaja će i pored povećanja efikasnosti goriva dovesti do povećanja emisije CO₂ od vazdušnog saobraćaja. Uprkos tehnološkom napretku, još uvek se beleži godišnji porast potrošnje energije i porast emisije CO₂ za 3,5% godišnje. Doduše, u periodu od 1970. do 2000. godine prepolovljena je potrošnja energije po jednom putniku, ali broj kilometara preletanja je upetostručen. Prema studiji [8], koja je objavljena 2008. godine, potrošnja energije i emisija CO₂ se udvostručila tokom razmatranog perioda od 20 godina. Cilj studije [8] je bio da iznošenjem u javnost upozoravajućih numeričkih podataka, koji su već godinama poznati uskim stručnim krugovima, izazove reakciju i dovede do zaokreta u nemačkoj saobraćajnoj politici, a po mogućstvu i šire.

Nažalost, do 2020. godine EU Komisija očekuje evropski porast emisije CO₂ od vazdušnog saobraćaja za 84% u odnosu na 2005. godinu.

Baveći se strategijom održivog razvoja saobraćaja, EU je 2011. godine u Beloj knjizi za saobraćaj za 2050. godinu istakla niz ciljeva [9]. Tako npr. potrebno je da se za 60% redukuje emisija CO₂ u sektoru saobraćaja kao i da se 50% putničkog i teretnog saobraćaja sa puteva na prevoznim daljinama preko 300 km prebaci na železnički i vodni saobraćaj. Evropski aerodromi magistralne saobraćajne mreže treba da se povežu sa železničkom mrežom, a dužina pruga za velike brzine treba da se utrostruči [10].

Ipak, politička volja za prebacivanjem vazdušnog saobraćaja na kraćim rastojanjima (do 1500km) na železnički saobraćaj je slabo izražena. Iako bi teško bilo moguće prebacivanje vazdušnog saobraćaja na srednjim i dugačkim rastojanjima na druge vidove saobraćaja, u ovom segmentu bi se dugoročno najverovatnije mogle ostvariti uštede u emisiji CO₂. Ovome treba dodati da je emisija CO₂ po kilometru na letovima na kratkim dužinama posebno nepovoljna [11].

To je zato što kratka rastojanja zahtevaju mnogo energije, jer se let primarno sastoji od podizanja i spuštanja aviona. Osim toga, avio kompanije za kratke letove angažuju manje avione, čiji su kapaciteti često loše iskorišćeni. Nasuprot tome, letovi na srednjim i velikim dužinama imaju prednost, jer prosečna potrošnja goriva po putničkom kilometru opada sa porastom rastojanja. Ovo može dovesti do toga da je potrošnja goriva po putničkom kilometru na kratkim letovima čak duplo veća u odnosu na letove na srednjim i dugim rastojanjima.

Ipak, letovi na kratkim rastojanjima nisu samo relativno iskorišćeni, nego u većini slučajeva avio kompanije ne daju za njih povoljnosti u smislu nižih cena putovanja. Većina avio kompanija smatra da su kratki letovi svi letovi čija je vazдушna trasa kraća od 1500 km. Veliki troškovi energije i loša iskorišćenost kapaciteta dovode do drastičnog rasta troškova za jedno sedište u avionu. Suprotno tome, troškovi putovanja železnicom po jednom sedištu na rastojanju koje odgovara kratkim letovima iznose 30 do 40% u odnosu na avion. Tako npr. nemačka aviokompanija Lufthansa je u oktobru 2012. godine bila primorana da najveći deo poslova, koji su donosili gubitke na kratkim letovima prenese na čerku firmu [7]. Slična iskustva je imala britanska kompanija British Airways već 2009. godine [7].

Aviokompanije često zadržavaju kratke letove samo da bi putnike prevozile do glavnih aerodroma, gde bi mogli da pređu na letove na velikim rastojanjima. U konkurenciji sa drugim avio kompanijama treba na naj način da se poboljša opterećenje profitabilnih letova na srednjim i dugim rastojanjima. Ukoliko bi se takvi glavni aerodromi povezali sa prugama za velike brzine prilikom planiranja železničke mreže (kao npr. u slučaju aerodroma u Frankfurtu "Flughafen Frankfurt am Main" ili aerodroma „Charles de Gaulle“ u Parizu), postojala bi mogućnost da se železnicom preveze značajni deo putnika koji putuju avionom [7, 9, 10].

U velikim broju evropskih zemalja (ovo važi i za Srbiju) ni jedan let unutar granica, kao ni veliki broj letova u susedne zemlje, ne prelazi rastojanje od 800 km. U teorijskom smislu, sva putovanja do 800 km unutar državnih granica spadaju u oblast, koju može da pokrije železnički saobraćaj za velike brzine.

Iskustva razvijenih zemalja (Japan, Kina, Francuska, Nemačka) pokazuju da je pomoću optimalno izgrađene mreže pruga za velike brzine sa savremeno opremljenim stanicama prolaznog tipa, koje su deo intermodalnog prevoznog lanca, moguće međusobno povezivanje gotovo svih urbanih aglomeracija do najviše 4 sata putovanja [7]. Ovakvom saobraćajnom politikom, smanjuje se potreba za kratkim letovima.

Prema podacima iz studije [12], preusmeravanje 25% vazdušnog i drumskog saobraćaja na železnički saobraćaj dovelo bi do 2020. godine do 21% smanjenja u emisiji CO₂. Na taj način bi se do 2020. godine izbeglo stvaranje 1900 miliona tona CO₂.

2.2 Karbonski otisak železničkog saobraćaja za velike brzine

Na početku izlaganja treba definisati pojam "pruge za velike brzine", naročito zbog toga što se u javnim debatama u Srbiji još uvek železnički saobraćaj za velike brzine koristi kao apstraktan pojam. Zato je neophodno da se najpre objasni šta je to železnički sistem za velike brzine, u kojoj meri se on razlikuje od konvencionalnog železničkog sistema, kao i da se objasni njegov razvoj i ukaže na faktore koji su uticali na razvoj.

Jedinstvena definicija za pruge za velike brzine ne postoji (eng. termin: high-speed rail; nem. termin: hochgeschwindigkeitsstrecke - HGS). Postoji veliki broj međusobno različitih definicija. U SAD-u, Federal Railroad Administration (FRA) pod pojmom high-speed rail podrazumevaju se pruge za brzine preko 90 mph (145 km/h).

Druga definicija koju koristi FRA u studiji [13], opisuje pruge za velike brzine na način koji je delom blizak razmatranjima u ovom radu (na osnovu tržišnog pristupa i transportnih dužina kraćih od 800 km), ali i dovoljno različit (obuhvata i sisteme prevoza vozilom sa magnetnom levitacijom, koji se u Evropi izdvajaju kao zaseban sistem prevoza putnika), te je kao takav vredan citiranja: „A High-Speed Rail Transportation is self-guided intercity passenger ground transportation — by steel-wheel railroad or magnetic levitation (Maglev) — that is time-competitive with air and/or auto for travel markets in the approximate range of 100 to 500 miles (ca. 150 - 750 km)“.

U Nemačkoj, Austriji i Švajcarskoj se govori o brzinama na HGS koje su veće od 200 km/h [7].

Najčešća je, ipak, definicija Evropske Unije, koja utvrđuje maksimalne brzine u regularnom saobraćaju prema redu vožnje, u zavisnosti od vrste železničke pruge [14]:

- nove pruge za velike brzine sa maksimalnom brzinom $V \geq 250$ km/h u normalnim uslovima saobraćaja,
- konvencionalne pruge sa maksimalnom brzinom 200 km/h u normalnim uslovima saobraćaja nakon rekonstrukcije.

Takođe, poznat je pojam "very high speed" za pruge na kojima brzine vozova prelaze 300 km/h. Za sada ovaj pojam može da se koristi za prugu Madrid – Barcelona (310 km/h) u Španiji, prugu LGV Est i LGV Rhin - Rhone u Francuskoj, kao i od marta 2013. godine za Tohoku Shinkansen (Tokyo – Shin Aomori) u Japanu. Na poslednje tri navedene pruge maksimalna brzina dostiže 320 km/h. Nedavno su na pojedinim prugama u Kini saobraćali vozovi brzinama 350 km/h, ali su iz ekonomskih razloga brzine redukovane na 300 km/h.

U ovom radu će se pojam "pruga za velike brzine" odnositi na sve pruge na kojima u normalnim uslovima odvijanja saobraćaja vozovi dostižu brzine $V > 200$ km/h.

U svakom slučaju, prilikom projektovanja, građenja i eksploatacije pruga za velike brzine dolazi do emisije CO₂. Radi se o emisiji po tzv. putničkom kilometru, koja je višestruko manja u odnosu na vazdušni saobraćaj. Neke železničke kompanije na svojim komercijalnim sajtovima daju mogućnost automatskog računanja karbonskog otiska aviona, automobila i voza za odabrane destinacije, kao i strukturu otiska za voz, apelujući na savest javnosti da se opredeli za voz, kao ekološki najpodobnije sredstvo putovanja (Slike 4 i 5).



Slika 4. Proračun emisije CO₂ na sajtu železničke kompanije Thalys [15]



Slika 5. Struktura karbonskog otiska na sajtu železničke kompanije Thalys [15]

U strukturi karbonskog otiska ulaze različiti izvori emisije CO₂. Prema sveobuhvatnom istraživanju [16], koje je sproveo UIC 2011. godine, izvori emisije CO₂ za ceo železnički sistem za velike brzine mogu se grubo podeliti u 6 kategorija:

- projektovanje pruga za velike brzine,
- zemljani radovi pri građenju pruge,
- građenje inženjerskih objekata (tuneli, galerije, vijadukti, mostovi),
- radovi na polaganju i uređenju smera i nivelete koloseka,
- postavljanje opreme i uređaja za prenos energije i telekomunikacije,
- građenje železničkih stanica i infrastrukturnih sadržaja za putnike.

Na osnovu zaključaka ove studije, građenje jednog kilometra pruge za velike brzine ima za posledicu godišnju emisiju od 60 do 180 tona CO₂ po kilometru pruge. Velike razlike se dobijaju zbog uticaja topografije na troškove građenja, eksploatacije i održavanja. Tako npr. pruge u ravničarskim oblastima (npr. "South Europe Atlantic Project" u Francuskoj od Tura do Bordo) sa malim brojem tunela i mostova imaju u proseku godišnju emisiju CO₂ oko 60 tona po kilometru pruge. Pruge koje se nalaze u planinskim oblastima imaju godišnju emisiju CO₂ od oko 140 tona (npr. pruga Peking - Tianjin u Kini) do 180 tona po jednom kilometru (npr. nova pruga od Tajpeja do Kaosjunga u Tajvanu, Slika 6). Što je veći udeo tunela, vijadukata i mostova, veća je i ukupna emisija CO₂.



Slika 6. Pruga za velike brzine u Tajvanu sa velikim brojem objekata i sa najvećom emisijom CO₂ od 180 t po km pruge [17]

U saobraćajnoj studiji [16] je za različite vozove za velike brzine u Francuskoj, Kini i Tajvanu izračunato da se u toku građenja pruga za velike brzine emituje od 3,7 g do 8,9 g CO₂ po kilometru pruge. Pored toga, u studiji je određena emisija CO₂ od saobraćaja na različitim prugama za velike brzine. Ukupna emisija CO₂, koja uključuje građenje i saobraćaj, iznosi od 10,4 g do 52,7 g po putničkom kilometru pruge. Za vazdušni saobraćaj ova vrednost iznosi 160 g CO₂ po putničkom kilometru. U poređenju sa vazdušnim saobraćajem karbonski otisak železničkog saobraćaja za velike brzine je u najboljem slučaju niži skoro 16 puta [16]. Kao što se bezrezervno ne mogu uzeti podaci sa komercijalnih sajtova (npr. [15]), tako se ni rezultati studije [16] ne mogu koristiti za neke druge pruge, bez razmatranja specifičnosti koje mogu da utiču na emisiju CO₂.

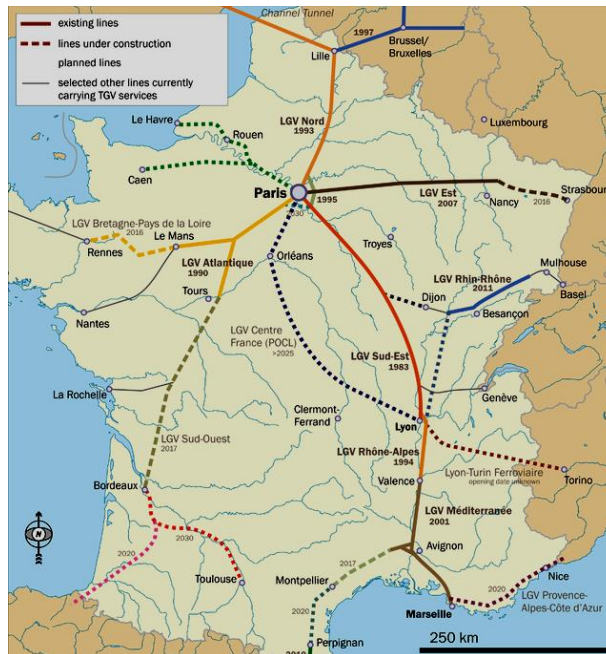
S tim u vezi, u izveštaju [7] se navodi da je u Nemačkoj u 2012. godini, 56% energije za proizvodnju električne energije činilo fosilno gorivo, tako da vrednosti emisije CO₂ za železnički putnički saobraćaj prema podacima Saveza železničke industrije u Nemačkoj (VBD - Verband der Bahnindustrie in Deutschland) iznose čak 60 g po putničkom kilometru, dok za letove unutar Nemačke ova vrednost iznosi 185 g. U svakom konkretnom slučaju odeđivanje karbonskog otiska pruge mora da bude predmet sveobuhvatne studije.

U izveštaju [7] se, takođe, navodi primer detaljne studije za prugu za velike brzine na jugu Francuske LGV Méditerranée dužine 250 km, koja je projektovana za brzinu 300 km/h i koja je poslednji segment povezivanja Pariza i Marseja železnicom za velike brzine u ukupnoj dužini 740 km (Slika 7). Studiju je izradila francuska železnička uprava RFF (Réseau Ferré de France). Preuzimanjem putnika od vazdušnog i drumskog saobraćaja, LGV Méditerranée doprinosi godišnjoj uštedi emisije CO₂ u iznosu preko 200000 tona [7].

Do sličnih zaključaka su došli RFF i francuska državna železnica SNCF (Société national de chemins de fer Français) u zajedničkom istraživanju [19], koje je sprovedeno 2011. godine. U okviru ove studije, analizom saobraćaja na LGV Rhin - Rhone (pruga za velike brzine Rajna - Rona), razvijen je postupak za proračun karbonskog otiska pruge za velike brzine. Pruga LGV Rhin - Rhone, čija je dužina 140 km, otvorena je za saobraćaj u decembru 2011. godine. Maksimalna brzina na pruzi u normalnim uslovima odvijanja saobraćaja iznosi 320 km/h. Cilj studije [19] je bio da se razmatranjem tridesetogodišnjeg vremenskog perioda (2012 - 2042. godina) sračuna emisija CO₂ na pruzi LGV Rhin - Rhone.

Proračun emisije CO₂ je sproveden na osnovu tri najvažnije faze u životnom veku pruge: planiranje i projektovanje, građenje pruga i službenih mesta, eksploatacija i održavanje. Najvažniji elementi LGV pruge na kojima je sprovedena analiza su: infrastruktura, stanice i vozila. Stanice su izdvojene kao zaseban element zbog složene povezanosti sa okruženjem, velikog broja komercijalnih aktivnosti i aktivnosti vezanih za upravljanje saobraćajem, kao i kompleksne infrastrukture i opreme. Došlo se do rezultata da će tokom 30 godina (uključujući planiranje, projektovanje, građenje, saobraćaj i održavanje) LGV Rhin - Rhone proizvesti 2 miliona tona CO₂. Saobraćaj i održavanje čine 57% ovog iznosa, dok planiranje, projektovanje i građenje čine preostalih 43%. Studija [19] navodi detaljniju strukturu emisije CO₂: 53% za vuču vozova, 22% za građenje pruge (14% za tunele i mostove, 8% za proizvodnju 30 šinskih vozila), 20% za građenje železničkih postrojenja i zgrada, 4% za saobraćaj vozova i radove na održavanju pruge, 1% u fazi projektovanja.

Važno je uočiti da pri razmatranju vremenskog perioda 30 godina najveći deo emisije CO₂ ne potiče od građenja, već od vuče vozova. Što je niži udeo fosilnih goriva u proizvodnji energije za vuču vozova u elektranama, utoliko je povoljniji karbonski otisak železničkog saobraćaja za velike brzine. Na osnovu toga sledi neophodnost smanjenja udela fosilnih goriva u proizvodnji električne energije za vuču vozova, što je jedan od proklamovanih ciljeva EU [9].



Slika 7. Prikaz TGV sistema u Francuskoj [18]

U okviru studije RFF i SCNF [19] došlo se do zaključka da železnica godišnje preuzima 1,2 miliona putnika koji su se ranije vozili automobilom ili avionom. Ove promene u izboru sredstva putovanja (tzv. Modal - Split sistem) dovešće u periodu od 30 godina do uštede od ukupno 3,9 miliona tona CO₂.

Samo od prelaska putnika sa vazdušnog saobraćaja na prevoz železnicom smanjuje se emisija CO₂ za 2,8 miliona tona za 30 godina. Studija zaključuje da će se posle 12 godina rada, na osnovu opisanih povoljnih ekoloških efekata, amortizovati emisija CO₂ koja je nastala tokom projektovanja, građenja i eksploatacije pruge LGV Rhin - Rhone.

2.3 Karbonski otisak drumskog saobraćaja

Prema podacima izveštaja [20] najveći izvor emisije CO₂ u sektoru saobraćaja su drumska vozila (Slika 8). Ovo je očekivani zaključak izveštaja imajući u vidu raspoloživost i udobnost koju drumska vozila pružaju putnicima, ali i činjenicu da za pogon koriste fosilna goriva.



Slika 8. Podaci izveštaja [20] Nemačke industrije o emisiji CO₂ ekvivalenta u Evropi

S tim u vezi, evropska saobraćajna politika za period do 2050. godine, koja je promovisana u [9], zahteva razvoj i primenu novih i održivih goriva i pogonskih sistema. Do 2030. godine treba smanjiti na polovinu broj putničkih vozila sa konvencionalnim tipovima goriva u gradskom saobraćaju i isključiti takve vrste vozila u gradovima do 2050. godine. Potrebno je uspostaviti gradsku logistiku bez emisije CO₂ u većim gradskim centrima do 2030. godine.

Jedan od načina da se smanji učešće drumskih vozila na većim dužinama putovanja je optimizacija kapaciteta multimodalnih lanaca transporta i intenzivnijom primenom energetski efikasnih vidova saobraćaja. Prema [9], do 2050. godine većinu putničkog saobraćaja na srednjim rastojanjima treba preusmeriti na železnicu. Za ostvarenje ovih ciljeva neophodno je sprovođenje principa „korisnik plaća“ i „zagađivač plaća“, čime bi se ostvarili prihodi za finansiranje održivih vidova saobraćaja.

3. ISKUSTVA U RAZVOJU PRUGA ZA VELIKE BRZINE

Železnica bi, kao ekološki podoban sistem, mogla da konkuriše na većim rastojanjima automobilu i avionu nudeći konkurentno vreme putovanja. Zato je u zemljama koje nisu gusto naseljene neophodno povećati brzine preko 200 km/h. Prednosti železničkog saobraćaja za velike brzine, u odnosu na konvencionalnu železnicu, dolaze do izražaja već na rastojanjima od 200 km, dok je njihov učinak na rastojanjima kraćim od 150 km ograničen [7, 21]. Idealno područje primene su pruge dužine od 250 km do 800 km, na kojima se na osnovu velike brzine postiže vreme putovanja od 70 minuta do 4 sata. Tako npr. na konvencionalnoj pruzi za rastojanje 550 km vreme putovanja iznosi 5,5 sati. Na pruzi za brzine 250 - 300 km/h ovo rastojanje se može preći za 2,5 do 3 sata. U poređenju sa avionom, voz na pomenutoj pruzi emituje sedminu CO₂ i na taj način je višestruko ekološki podobnije sredstvo prevoza. Pruge za velike brzine se ne razlikuju od konvencionalnog železničkog saobraćaja samo na osnovu veće brzine vozova u normalnim uslovima odvijanja saobraćaja.

Za shvatanje razlike neophodno je razumevanje celokupnog kompleksnog sistema železničkog saobraćaja za velike brzine. Ovaj sistem može da funkcioniše besprekorno i da u potpunosti iskaže svoje prednosti samo ukoliko su međusobno usaglašene njegove komponente: odgovarajuća infrastruktura novih ili rekonstruisanih pruga, odgovarajuća vozila, specijalni sistemi za upravljanje saobraćajem (npr. signali pored koloseka pri brzinama većim od 200 km/h nisu uočljivi). Takođe, na prugama za velike brzine se primenjuje standardna širina koloseka 1435 mm (tzv. normalna širina koloseka, od koje jedino odstupa pruga za velike brzine od Moskve do St. Petersburga, čije se puštanje u saobraćaj planira 2018. godine, brzinom 400 km/h), koloseci sa šinama zavarenim u duge trakove, kako bi se smanjila buka i vibracije, primena električnog pogona, denivelisano ukrštanje sa ostalim saobraćajnicama iz bezbednosnih razloga. Zbog poslednjeg navedenog zahteva, u nekim zemljama, kao npr. u Kini i Japanu, pruge za velike brzine se postavljaju prevashodno na vijadukte (Slika 9). Na osnovu velike brzine vozova u normalnim uslovima saobraćaja, tipična pruga za velike brzine ima radijuse horizontalnih krivina od 3000 m do 7000 m.



Slika 9. Pruga Peking - Šangaj, stanica Kunshan [22]

3.1 Troškovi građenja pruga za velike brzine

Iskustva širom sveta pokazuju da građenje pruga za velike brzine podrazumeva velike troškove. Prema podacima UIC građenje kilometra pruge za velike brzine u zavisnosti od topografije košta 10 do 30 miliona evra [7, 23, 24]. Prema istraživanju [25], koje je obuhvatilo 45 pruga za velike brzine, jedan kilometar pruge za velike brzine širom sveta prosečno košta 18 miliona evra. U oblastima sa teškim topografskim uslovima jedan kilometar pruge za velike brzine može da košta do 46 miliona evra. U uslovima ekstremnih troškova eksproprijacije, strogih zakonskih uslova i velikog broja inženjerskih objekata troškovi planirane pruge za velike brzine između Londona i Birmingema procenjeni su na čak 70 miliona evra po kilometru (puštanje u rad planira se 2026. godine). Izuzetno je skupo građenje nove pruge za velike brzine u velikim gradovima, naročito u gusto naseljenim oblastima, kao i uvođenje pruge u velike gradove, zbog čega se kao poslednja deonica često koriste konvencionalne pruge (npr. u Nemačkoj, Francuskoj, ali ne i u Japanu ili Španiji).

U Nemačkoj mnoge pruge za velike brzine prolaze kroz planinske oblasti, tako da su investicioni troškovi veliki. Nova pruga za velike brzine Rajna - Majna (180 km) imala je npr. troškove 28 miliona evra po kilometru (pruga je građena od 1995. do 2002. god.). U oblastima sa topografijom, koja nije zahtevna, kao npr. u Francuskoj, troškovi građenja jednog kilometra pruge za velike brzine iznose između 9 i 12 miliona evra. Za 260 km dugu prugu za velike brzine od Hanovera do Berlina troškovi građenja jednog kilometra su iznosili 9,7 miliona evra (pruga je građena od 1992. do 1997. god.).

Nešto povoljnije je osposobljavanje postojećih pruga za veće brzine. Ovo se postiže npr. "ispravljanjem" trase, odnosno povećanjem radijusa krivina, ugradnjom sistema za automatsko upravljanje saobraćajem, građenjem denivelisanih ukrštanja sa drugim saobraćajnicama i sl. U zavisnosti od cene građevinskih radova, jedan kilometar može da iznosi između 2,4 do 10 miliona evra. Na takvim rekonstruisanim prugama, može se dostići brzina 200 - 230 km/h, a u nekim slučajevima i do 250 km/h. Poređenja radi, u zavisnosti od parametara trase, građevinskih radova i lokalnih uslova jedan kilometar autoputa, prema navodima EU, košta između 7,1 i 26,8 miliona evra [7]. Eksterni troškovi nisu obuhvaćeni u ovim primerima.

Prilikom upoređenja troškova građenja različitih pruga za velike brzine pored topografije, gustine naseljenosti i projektne brzine obavezno treba uzeti u obzir godinu građenja, pošto se u slučaju ovako velikih infrastrukturnih projekata povećanje troškova usled inflacije posebno uzima u okviru predmera i predračuna.

3.2 Optimalna brzina na prugama

Širom sveta na većini novih železničkih pruga za velike brzine vozovi u normalnim uslovima saobraćaja dostižu brzine 250 - 300 km/h. Sa značajnim povećanjem brzina raste trošenje materijala, potrošnja energije i emisija buke, zbog čega saobraćaj sa brzinama iznad 320 km/h iz ekoloških i ekonomskih razloga za sada nije prihvatljiv. Danas već postoji železnička infrastruktura za veće brzine u Aziji i Evropi. Takva je npr. infrastruktura na pruzi Peking - Šangaj koja je projektovana za 380 km/h. Međutim, upravo u Kini, gde su od avgusta 2008. godine do jula 2011. godine saobraćali vozovi brzinom 350 km/h, donesena je odluka da se zbog velikih troškova i iz bezbednosnih razloga brzina smanji na 300 km/h. Sa tehničkim unapređenjem vozova za velike brzine, npr. u smislu energetske efikasnosti i emisije buke, može se u periodu do 2020/2030. god. očekivati povećanje maksimalne brzine na koloseku u pravcu na 350 - 400 km/h.

Npr. japanska železnička uprava „JR East“ je najavila 2012. godine da će do 2020. godine povećati eksploatacionu brzinu na pruzi Tohoku - Šinkansen na 360 km/h.

Upravo na prugama, između velikih urbanih aglomeracija, sa dužinama 1000 do 1500 km i malim brojem usputnih stajanja vozova (kao npr. Peking - Šangaj, Sidnej - Melburn, Njujork - Čikago) mogu se ostvariti velike uštede vremena putovanja i dati dalji doprinos konceptu Modal - Split (opredeljenje putnika za vid prevoza u transportnom lancu sa uređenim presedalištima). U Kini, Južnoj Koreji, Japanu, Brazilu, SAD, Španiji, Velikoj Britaniji, Rusiji i Francuskoj je već sada u fazi građenja, ili bar izrade tehničke dokumentacije za železničku infrastrukturu za brzine 350 - 400 km/h.

Na osnovu raspodele stanovništva u Evropi, kao i malog rastojanja između velikih gradova, razvoj sistema železničkih pruga za velike brzine ima smisla samo u pojedinim slučajevima. Ne mogu se preslikati rešenja iz drugih zemalja bez prethodne analize merodavnih zahteva i ograničenja.

Optimalna brzina železničkog sistema za velike brzine u normalnim uslovima saobraćaja zavisi od vremena vožnje, koje se planira za određenu dužinu putovanja. Ona mora da bude rezultat sveobuhvatne analize. Pored socio - ekonomskih faktora (npr. kupovna moć ciljne grupe, očekivana potražnja, kao i vreme putovanja konkurentnog vida saobraćaja), važnu ulogu mogu da igraju tehnički (npr. uticaj topografije na troškove građenja pruge) i saobraćajni aspekti (npr. mešoviti saobraćaj sa velikim brojem prigradskih i teretnih vozova).

Bilo bi pogrešno da se kapacitet sistema za velike brzine određuje samo na osnovu najveće brzine. Odlučujuću ulogu ima organizacija celokupnog sistema javnog saobraćaja, kao i usaglašavanje njegovih komponenata (autobuski prevoz, konvencionalna železnica, gradska železnica itd.). Prema stavovima eksperata za saobraćaj, sistem javnog saobraćaja ne treba projektovati na osnovu devize "najbrže moguće" nego prema devizi "toliko brzo koliko je neophodno" [7].

Pri tome u prvom planu treba da stoji razvijanje integralnog saobraćajnog sistema sastavljenog od svih modula javnog saobraćaja i uz optimiziranje presedanja sa svakog na svaki modul. Kao ugledni primer treba da posluži projekat švajcarske železnice „Bahn 2000“ [26] u kome je dosledno primenjen koncept integralnog reda vožnje. Prema [26], međusobno se usaglašavaju vremena prispeća i otpreme svih vrsta vozila javnog saobraćaja, tako da se u čvorovima (gde se presecaju tokovi putnika) vrše optimalna presedanja putnika.

Švajcarski primer pokazuje da povezivanje sistema za velike brzine sa konvencionalnim železničkim sistemom, kao i lokalnim prigradskim i gradskim železničkim i autobuskim saobraćajem ima smisla, jer omogućuje efikasno presedanje putnika. Slično švajcarskom pristupu, japanski sistem Šinkansen se ne odlikuje primarno svojom brzinom (npr. francuski TGV postiže veće brzine), nego velikom prosečnom brzinom, velikom frekvencijom, apsolutnom pouzdanošću i optimalnom vezom sa ostalim vidovima saobraćaja.

4. FAKTORI KOJI UTIČU NA IZBOR VIDA PREVOZA

Kao što su pokazale mnogobrojne naučne studije [27, 28], ukupno vreme putovanja je najvažniji kriterijum za donošenje odluke prilikom izbora vida saobraćaja za prevoz putnika, a odmah za njim slede cena putovanja, učestalost saobraćajne usluge i komfor. Istraživanja [27] su pokazala da je za većinu stanovništva u Nemačkoj značajan faktor ekološka podobnost saobraćajnog sistema: 82% upitanika u anketi odgovorilo je da je za njih značajna ekološka podobnost prevoznog sredstva. Interesantno je da ovaj kriterijum nije od značaja za građane Beograda pri izboru sredstva putovanja [28] (ispitanici u Beogradu su ovom kriterijumu dali najmanji značaj i njegovu važnost su ocenili ocenom 1,7, pri rasponu ocena 1 do 5). Rezultati ankete, koja je prikazana u [28], pored ostalog ukazuju da u Srbiji ne postoji aktivno uključivanje ekologije u obrazovni sistem i edukaciju javnosti putem medija, kao što je to slučaj u zemljama EU. Dugogodišnja izolacija, ratovi i loš životni standard doprineli su da pitanje očuvanja životne sredine u Srbiji bude gotovo potpuno zapostavljeno. Skraćenje vremena putovanja, na osnovu velikog značaja prilikom izbora vida saobraćaja, uvek utiče na promene u sistemu Modal - Split. U svakom slučaju, ulogu ima i svrha putovanja, tako da različite zahteve imaju putnici koji javnim prevozom odlaze svakodnevno na posao ili poslovna putovanja u odnosu na putnike koji odlaze na odmor ili putuju u slobodno vreme.

Putnici koji javnim prevozom odlaze na posao ili poslovna putovanja manje obraćaju pažnju na cenu putovanja, ali su izuzetno osetljivi na vremenske termine. Mogućnost da se termin odlaska i povratka realizuje u toku istog dana ima za ovu kategoriju putnika izuzetan značaj pri izboru saobraćajnog sredstva. Kako bi se ova kategorija putnika motivisala da sa vazdušnog saobraćaja pređe na železnicu, neophodno je ponuditi atraktivno vreme putovanja. S obzirom na to da se radi o grupi putnika koja je najzastupljenija u pogledu broja putovanja u unutrašnjem vazdušnom saobraćaju, ona je posebno interesantna za železnički sistem za velike brzine.

Različite studije su pokazale da je za ovu grupu putnika železnički prevoz povoljan ukoliko vreme putovanja nije duže od 2 do 3 sata. Takođe, za nju je važna tačnost, fleksibilnost u smislu velikog broja polazaka, komfor i prateće usluge.

Aerodromi se nalaze izvan centralne urbane zone, tako da putnici najviše vremena troše na dolazak i odlazak sa aerodroma, čekiranje i bezbednosne kontrole. Zbog dugačkog vremena pristupa i pripreme za let, često vreme leta na kratkim dužinama iznosi 20% ukupnog vremena putovanja. Sa druge strane, stanice na prugama za velike brzine se u normalnim slučajevima nalaze u centralnim zonama gradova, tako da je vreme potrebno za dolazak/odlazak na stanicu kratko. Uprkos manjoj brzini voza u odnosu na avion, za određene dužine putovanja, poboljšava se odnos vremena i dužine putovanja u korist železnice. Pored toga, voz u odnosu na avion ima niz prednosti za putovanja na razdaljinama do 800 km: karte se mogu kupiti spontano i fleksibilno rezervirati, ne postoje kontrole i procedure predaje i preuzimanja prtljaga kao na aerodromu, vozovi nude udobna sedišta koja su oblikovana prema ljudskom telu (npr. sa odgovarajućim prostorom za noge, Slika 10), moguće je korišćenje interneta i mobilnog telefona za rad ili zabavu sve vreme tokom putovanja, postoji više prostora za slobodno kretanje, dostupan je veliki broj serviskih usluga i ne postoji obaveza vezivanja.



Slika 10. Sedišta u kineskom vozu CRH380AL

Za putnike koji putuju na odmor i u slobodno vreme, vreme putovanja ima manji značaj. Za njih veliku ulogu igra mogućnost presedanja (takođe i direktne veze) i cena. Ova grupa putnika je spremna da se odluči za duže vreme putovanja, ako to podrazumeva komfornu direktnu vezu. Takođe, socio - demografske i ekonomske determinante igraju ulogu pri izboru sredstva putovanja. Za mlade (đaci, studenti) i one sa niskim primanjima cena igra odučujuću ulogu. S obzirom na optimalno vreme putovanja, ciljna grupa putnika koja koristi vozove za velike brzine se može podeliti u 3 klase [29]:

- putnici koji redovno putuju na posao: vreme putovanja 1 sat ili manje,
- najveći broj putnika: vreme putovanja 1,5 do 2,5 sata,
- putnici na dugim putovanjima: vreme putovanja od 2,5 sata do maksimalno 4 sata.

Širom sveta vozovi za velike brzine se koriste za svakodnevni odlazak i povratak sa posla. Vreme putovanja 60 - 70 minuta je tipično putovanje vozom za velike brzine na razdaljini 150 - 250 km. U ovoj oblasti razdaljina voz je po pravilu konkurentan putničkom automobilu, ređe avionu.

Primarno tržište železnice za velike brzine su putovanja koja traju 1,5 do 2,5 sata. Za to vreme vozom se prelazi od 250 km do 550 km. Glavna grupa poslovnih putnika dobija mogućnost da u istom danu ode i vrati se vozom sa poslovnog puta.

Kod vremena putovanja od 2,5 do 4 sata, što odgovara rastojanjima od 550 km do 800 km, mogućnost odlaska i povratka u istom danu je moguća, ali manje verovatna. Za vremena putovanja duža od 3 sata vozovi mogu da preuzmu značajan broj putnika od vazdušnog saobraćaja, samo ukoliko nude i druge povoljnosti, kao npr. direktan prevoz do centra grada.

5. ZAKLJUČAK

U 21. veku borba protiv klimatskih promena je jedan od najvećih izazova za čovečanstvo. Neophodne su drastične i brze redukcije emisije CO₂. Širom sveta moraju se napustiti izvori energije zasnovani na fosilnim gorivima. Takav društveni zaokret mora da obuhvati sve sektore. Svoj doprinos mora da da i sektor saobraćaja, koji zavisi od fosilnih goriva i koji je odgovoran za preko 20% emisije CO₂ nastale sagorevanjem energenata. U okviru sektora saobraćaja značajan udeo u zagađenju životne sredine pripada drumskom saobraćaju. Takođe, usled emisije CO₂, azotnih oksida, aerosola i vodene pare u vidu kondenznih tragova i cirus oblaka, izuzetno negativan uticaj na zagađenje ima vazdušni saobraćaj. EU Komisija je došla do zaključka da će emisija CO₂ od vazdušnog saobraćaja širom Evrope porasti do 2020. godine za 84% u odnosu na 2005. godinu, ukoliko se sprovede program razvoja vazdušnog saobraćaja prema planovima avio kompanija. Postoji realna opasnost da se ne realizuje internacionalna politika smanjenja emisije zagađenja. Iz tih razloga ovaj rad daje pregled istraživanja i praktičnih primera širom sveta u kojima pruge za velike brzine preuzmaju deo vazdušnog saobraćaja na kraćim rastojanjima do 800 km. U strategijama razvoja saobraćaja razvijenih zemalja, pruge za velike brzine su alternativa vazdušnom saobraćaju, koje će omogućiti održiv razvoj saobraćaja. Pod pojmom pruga za velike brzine u ovom radu se smatraju železničke pruge na kojima u normalnim uslovima saobraćaju vozovi brzinom preko 200 km/h. Ovakav pristup je omogućio razmatranje železničkih sistema za velike brzine na različitim kontinentima, gde se na različit način definiše pojam pruga za velike brzine.

Takođe, u radu se pod vazdušnim prevozom na kraćim razdaljinama podrazumevaju vazdušna rastojanja do 1500 km. Razmatran je mogući konkurentski odnos železnice i vazdušnog saobraćaja na dužinama prevoza putnika do 800 km. Mnogobrojna istraživanja su pokazala da je prilikom izbora saobraćajnog sredstva najvažniji kriterijum ukupno vreme putovanja. Pored tog kriterijuma, važnu ulogu igraju komfor, cena putovanja, učestalost polazaka, sloboda presedanja na druge vidove saobraćaja, ekološka podobnost i drugo. Promene u vremenu putovanja dovode do promene u izboru vida saobraćaja (Modal - Split), odnosno u delu svakog od vidova saobraćaja na ukupnom saobraćajnom tržištu. Ukoliko je vreme putovanja oko dva do tri sata, odnosno ukoliko ne prelazi vrednost praga od 4 do 4,5 sata, obično ili bar u većini slučajeva putnik donosi odluku u korist vozova za velike brzine. Ovo naročito važi za putnike čija je odluka vezana za vremenske termine, kao što su npr. poslovni putnici koji čine najveću grupu osoba u vazdušnom saobraćaju. Zato je ova grupa putnika posebno interesantna za prevoz vozovima za velike brzine.

U slučaju optimalno razvijenog sistema pruga za velike brzine, moguće je u vremenskom intervalu 4 do 4,5 sati pokriti rastojanja od 500 km do 800 km. Najveće skraćanje vremena putovanja vozom za velike brzine dobija se na dužinama od 300 km do 600 km. Pri tome ušteda vremena značajno zavisi od udela novih i rekonstruisanih pruga na posmatranoj dužini putovanja vozom. Da bi se ostvarila ekonomska i ekološka dobit od sistema pruga za velike brzine, nije dovoljna samo velika brzina između stanica, potrebna je i velika prosečna brzina u saobraćajnom lancu na putu od "vrata do vrata". Ukoliko putnik gubi čekanjem na presedanje dragoceno vreme, koje je uštedeo (i platio) vozeći se vozom za velike brzine, onda ceo koncept pruga za velike brzine gubi smisao.

Saobraćaj na prugama za velike brzine čija je dužina do 150 km teško može da iskaže svoj potencijal. Na prugama dužine od 150 km do 400 km železnički saobraćaj je brži u odnosu na vazdušni saobraćaj. Ukoliko je maksimalna brzina konvencionalne železnice 160 km/h, onda je ušteda vremena 35 minuta za rastojanje 450 km (što odgovara rastojanju od Subotice do Niša), U svakom konkretnom slučaju treba ispitati da li ovakva ušteda vremena putovanja opravdava velike troškove građenja pruga za velike brzine.

Za rastojanja preko 400 km železnički saobraćaj ima kraće vreme vožnje u odnosu na vazdušni saobraćaj. Neophodno je da postoji dovoljan broj zainteresovanih putnika za putovanje na toj relaciji, uključujući i tranzitni saobraćaj.

Najveće skraćenje vremena putovanja u odnosu na druge vidove saobraćaja železnica za velike brzine može da postigne na prugama dužine 300 - 600 km. Na ovim rastojanjima vreme vožnje je 70 minuta do 2,5 sata.

Cena kilometra pruge za velike brzine izrazito zavisi od lokalnih faktora, kao što su: topografija, zakonski uslovi, uslovi eksproprijacije, gustina naseljenosti, izgrađenost ostale infrastrukture i sl.

Zahvalnica

Ovaj rad je rezultat istraživanja u okviru Tehnološkog projekta 36012 „Istraživanje tehničko tehnološke, kadrovske i organizacione osposobljenosti Železnica Srbije sa aspekta sadašnjih i budućih zahteva EU“ koje finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura:

- [1] Zakon o potvrđivanju Kjoto protokola uz okvirnu konvenciju Ujedinjenih nacija o promeni klime Službeni glasnik Republike Srbije – Međunarodni ugovori, br.88/07
- [2] <http://shrinkthatfootprint.com/shrink-your-travel-footprint>
- [3] Germanwatch: Fakten, die Sie nicht überfliegen sollten (<https://germanwatch.org/de/download/8053.pdf>)
- [4] Industry Committed to Emissions Reductions - Europe Should Abandon Misguided ETS Plans (<http://www.iata.org/pressroom/pr/pages/2011-09-27-01.aspx>)
- [5] Press online, repblika Srpska 2012. (http://pressrs.ba/sr/vesti/vesti_dana/story/25994/Hrvati+kriju+%C4%8Diji+avioni+truju+Srpsku.html)
- [6] <http://www.geoengineeringwatch.org/chemtrails-a-planetary-catastrophe-created-by-geo-engineering/>
- [7] Schwarzer, C., Treber, M.: Emissionsminderung durch Hochgeschwindigkeitszüge, 2013. (<http://germanwatch.org/de/download/8108.pdf>)
- [8] Karl Otto Schallaböck, K. O.: Luftverkehrsstudie: Im Steigflug in die Klimakatastrophe?, Wuppertal, 2008. (http://www.dffd.de/Downloads/BUND_0804xx_WuppertalStudie.pdf)
- [9] European Commission: White paper, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels, 2011.
- [10] Popović, Z., Lazarević, L.: The role of railway in the European transport policy, Izgradnja, vol. 67, iss. 7-8, pp. 285-291, 2013.
- [11] Verband Deutsches Reisemanagement: CO2-Berechnung Geschäftsreise, 2011. (https://www.atmosfair.de/portal/documents/10184/35898/DR_Reportingstandard_Teil1_Methoden.pdf/c0de1c79-e2d9-4c2e-bb07-92012485f6c7)
- [12] Eelco den Boer et al.: Study on the projected effects on GHG emissions and transport volumes, Delft, 2011.
- [13] Department of Transportation, Federal Railroad Administration (FRA): High Speed Ground Transportation for America: CFS Report To Congress, 1997. (<https://www.fra.dot.gov/eLib/details/L02519>)
- [14] European Commission: Technical Specification for Interoperability – Subsystem Infrastructure, Official Journal of the European Communities, 2011.
- [15] <https://www.thalys.com/de/en/sustainable-development/carbon-footprint>
- [16] UIC International Union of Railways: Carbon Footprint of High Speed Rail, Report, Paris, 2011. (http://www.uic.org/IMG/pdf/hsr_sustainability_carbon_footprint_final.pdf)
- [17] The New York Times: Taipei Journal - Taiwan's Bullet Trains Can't Outrun Controversy (http://www.nytimes.com/2007/01/04/world/asia/04taipei.html?_r=0)
- [18] <http://en.wikipedia.org/wiki/TGV>
- [19] RFF et SNCF: Bilan Carbone® ferroviaire global - La Ligne à Grande Vitesse Rhin-Rhône au service d'une Europe durable (<http://www.rff.fr/IMG/Bilan-Carbone-LGV-RR.pdf>)
- [20] Die Bahnindustrie in Deutschland: Zahlen und Fakten zum Bahnmarkt und –verkehr, 2014.
- [21] Europäische Union 2010: Der Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa – Eine nachhaltige Verbindung zwischen den Bürgern; (http://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/studies/doc/2010_high_speed_rail_de.pdf)
- [22] <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1265631&page=108>
- [23] Peterman, D., R., Frittelli, J., Mallett, W. J.: High Speed Rail (HSR) in the United States, 2009. (<http://fas.org/sgp/crs/misc/R40973.pdf>)
- [24] UIC: High speed rail - Fast track to sustainable mobility (http://www.uic.org/img/pdf/20101124_uic_brochure_high_speed.pdf)
- [25] Joint transport research centre, Discussion Paper No. 2008-16: The Economic Effects of High Speed Rail Investment, 2012. (<http://www.internationaltransportforum.org/itrc/discussionpapers/dp200816.pdf>)
- [26] Hesse, W.: Deutsche Spinne oder Schweizer Netz? – Netz- und Fahrplanentwicklungen im Vergleich, Eisenbahn-Revue International 2/2006, S. 98-102(2006) (http://www.bahn-fuer-alle.de/media/docs/2006/VglCH_D.pdf)
- [27] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Umweltbewusstsein in Deutschland 2012, Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage (<http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4396.pdf>)
- [28] Popović, Z., Puzavac, L., Lazarević, L.: Passenger railway in Serbia – state of the art and potential, Technics technologies education management, Volume 8 / Number 3 / 2013, pp. 1312-1317
- [29] Greengauge 21, HIGH SPEED TRAINS AND THE DEVELOPMENT AND REGENERATION OF CITIES, 2006. (<http://www.greengauge21.net/wp-content/uploads/hsr-regeneration-of-cities.pdf>)