

Doc. dr. sc. Maja Ahac, dipl. ing. građ.
 Prof. dr. sc. Stjepan Lakušić, dipl. ing. građ.
 Mate Ivančev, mag. ing. aedif.
 Ana Čudina, mag. ing. aedif.

IDEJNO RJEŠENJE ŽELJEZNIČKE PRUGE SPLIT - TROGIR

1. Uvod

U radu je prikazana analiza mogućnosti povezivanja Glavnog željezničkog kolodvora Split, Zračne luke Split i grada Trogira tračničkom vezom uz priključivanje nove željezničke jednokolosiječne pruge za dizelsku vuču na postojeću trasu Split-Kaštel Gomilica, te izgradnju pruge do zračne luke i Trogira uz djelomično korištenje infrastrukturnog koridora definiranog GUP-om grada Kaštela.

Značajan razvoj turizma u posljednjem desetljeću pozitivno se odrazio na razvoj prometne infrastrukture u Republici Hrvatskoj, posebice cestovne i zračne. Danas Hrvatsku s ostatkom Europe i svijeta povezuje 1.300 km autocesta i čak sedam međunarodnih zračnih luka, od kojih su redom najveće, prema broju putnika, smještene u neposrednoj blizini Zagreba, Splita i Dubrovnika. Radi stalnog porasta zračnog prometa u posljednjih je nekoliko godina pokrenuto niz visokovrijednih investicija u planiranje i provedbu radova na proširenju i modernizaciji luka u cilju povećanja njihova kapaciteta. Ipak, razvoj zračnih luka nije popraćen istovremenim razvojem sustava javnih prometnih veza s gradovima odnosno regijama koje one opslužuju, a koje su jednako važan čimbenik za redovito odvijanje i konkurentnost zračnog drugim granama prometa. Te su veze danas ostvarene isključivo cestovnim prometnicama čiji kapaciteti u vršnim satima, zbog specifičnosti okruženja u kojima se luke nalaze, već danas nisu zadovoljavajući. Također, postojeća prometna slika je složena i na razini samih gradova, posebice u području javnog gradskog prometa. To ukazuje na nužnost potrage za novim rješenjima povezivanja zračnih luka i gradova, a koja bi ujedno potakla putnike na korištenje sredstava javnog masovnog prometa [1].

Budući da suvremeni optimizirani javni gradski i/ili prigradski prometni sustav treba biti održiv s gospodarskog i sociološkog stajališta te stajališta zaštite okoliša, željeznica se ovdje ističe kao prijevozni sustav s velikim potencijalom. Željeznički promet emitira i do 30 puta manju količinu štetnih plinova od cestovnog prometa,

što ga u ekološkom aspektu čini najboljim izborom za kopneno prometovanje. Primjena željezničkog prometnog sustava donosi veliku uštedu energije pa je tako primjerice potrošnja energije po jednom putniku u osobnom automobilu 12 puta veća nego na željeznici. Željeznički prometni sustav nije osjetljiv na vremenske nepogode te svoje usluge nudi u kontinuitetu [2]. Također, zbog iznimno strogih kriterija sigurnosti odvijanja željezničkog prometa, definiranih zbog tehničkih karakteristika samog sustava ali i pojedinih dramatičnih nesreća u povijesti, vožnja vlakom je danas 2,5 puta sigurnija od vožnje autobusom, a 24 puta sigurnija od vožnje osobnim automobilom [3].

Unatoč svim nabrojanim prednostima, prilikom planiranja i uređenja gradova često je prisutan manjak vizije u određivanju uloge tračničkih sustava u ukupnom gradsko-prigradskom prometnom infrastrukturnom sustavu, prvenstveno zbog visokih investicijskih troškova. Naveden problem prisutan je i u gradovima kao što su Zagreb i Split, a koji već imaju razvijenu željezničku mrežu čije bi proširenje znatno poboljšalo njihovu prometnu povezanost ne samo sa zračnim lukama već i rastućim prigradskim područjima duž takvih novih tračničkih koridora.

Proširenje tračničkog sustava od Zagreba prema zračnoj luci godinama je predmet brojnih analiza i rasprava [4], a u nastavku je dan prijedlog rješenja problema prometne povezanosti zračne luke i šireg područja Splita (slika 1) razrađen u sklopu diplomskog rada na diplomskom studiju usmjerenja Prometnice Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu [5].

2. Postojeće stanje

2.1. Stanje u prostoru i zračni promet

Zračna luka Split smještena je u središtu srednjedalmatinske regije, a pokriva potrebe priobalnog zračnog prometa od Makarske do Šibenika, otoka Brača, Hvara, Šolte i drugih. Grad Split smješten je 25 km istočno od zračne luke na Splitskom (Marjanskom) poluoto-



Slika 1. Područje Zračne luke Split

ku u čijem se zaleđu pružaju planina Mosor te brda Kozjak i Perun. Grad sa 178.000 stanovnika druga je po veličini hrvatska luka i treća luka na Mediteranu po broju putnika.

Zbog smještaja zračne luke i grada Splita, geomorfoloških značajki područja, prirasta i dnevnih migracija lokalnog stanovništva, analizi rješenja uspostave kvalitetne tračničke veze između zračne luke i grada kao centra regije nije moguće pristupiti bez uzimanja u obzir okolnih manjih gradskih područja: Trogira i Kaštela. Grad Trogir, koji broji više od 13.000 stanovnika, dijelom se proteže kopnom, a dijelom otokom Čiovom, smješten je svega 5 km zapadno od Zračne luke Split, na sjeverozapadnom kraju Kaštelanskog zaljeva. Između Trogira te zračne luke i grada Splita proteže se sedam Kaštela, to jest niz spojenih naselja s više od 38.000 stanovnika.

Zbog centralizacije, promjena na tržištu te nespremnosti na promjene, šira splitska regija godinama je bilježila svojevrsnu stagnaciju. Ipak, u posljednjih desetak godina, svjedoci smo određenih pozitivnih pomaka. Izgradnjom autoceste Zagreb-Split (A1) prekinuta je prometna izoliranost, općina Dugopolje u splitskom zaleđu postala je velika industrijska zona, a Split, Trogir i Kaštela donose nove prostorne planove čime se stvara preduvjet za razmatranje suvremenih rješenja razvitka njihove prometne povezanosti. Dodatno, s povratkom turizma u južnu Hrvatsku u posljednjem desetljeću, dolazi i do porasta prometa u zračnoj luci. Tako je 2016. godine luka ostvarila porast broja putnika za 17%, a očekuje se da će ove godine ukupan broj putnika prijeći 2,7 milijuna (slika 2) [6].

Nakon proširenja putničkog terminala splitske luke 2009. godine i izgradnje stajanke 2011. godine, u cilju prilagodbe putničkog terminala za primitak očekivanih 2.500 putnika u vršnom satu (tj. 3,5 milijuna putnika godišnje), početkom 2017. godine započeli su radovi na njegovoj rekonstrukciji i dogradnji s rokom dovršetka do kraja 2019. godine [7].

Proširenje zračne luke u cilju povećanja njezinog kapaciteta bez istodobnog poboljšanja kvalitete po-

stojećeg javnog prijevoza na relacijama Trogir-Zračna luka-Kaštela-Split moglo bi uzrokovati značajne probleme u funkcioniranju prometnih sustava čitavog područja. U nastavku je dana analiza postojeće prometne povezanosti razmatranih centara aktivnosti.

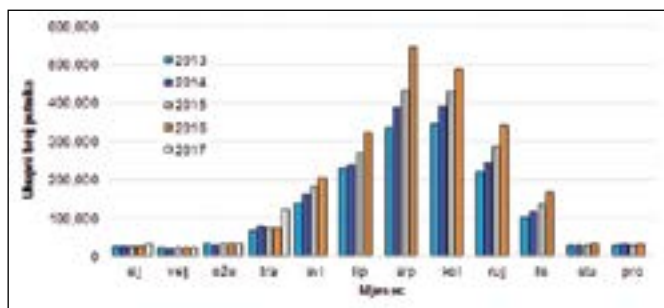
2.2. Cestovni promet

Cestovni promet Splita i okolice odvija se prvenstveno osobnim automobilima, autobusima i taksi službama. Na području Splitsko-dalmatinske županije kategorizirano je 2.505 km suvremenih cesta, od čega je 781 km državnih, 785 km županijskih i 939 km lokalnih cesta, ne uključujući cestovne gradske mreže [8].

Okosnicu cestovnog prometa između promatranih centara čini državna cesta D8, poznatija kao „jadranska magistrala“. Prema službenim podacima Hrvatskih cesta iz 2015. godine, prosječni godišnji dnevni promet (PGDP) vozila iz smjera Splita prema Trogiru duž D8 iznosio je 41.707 vozila, dok se ljeti broj vozila povećao na 48.561 dnevno [9]. Jasno je da takav PGDP (i PLDP) izaziva velike zastoje prometa na magistrali. Zbog nedovoljnog kapaciteta prometnice da primi toliki broj vozila i pruži zadovoljavajuću razinu uslužnosti, u sklopu projekta izgradnje splitske obilaznice pokrenuti su radovi proširenja državne ceste D8 (slika 3) u duljini od 11,5 km, koji podrazumijevaju obnovu postojećeg južnog kolnika i izgradnju novog sjevernog kolnika od kojih će svaki imati dva prometna traka. Dionica na relaciji Plano-Kaštel Sućurac je prva od tri dionice planirane splitske obilaznice, a predstavlja zapadni ulaz/pristup Trogiru, Kaštelima i Splitu.

Radovi na posljednjoj poddionici kroz grad Kaštela tj. poddionici od Kaštel Starog do Kaštel Sućurca u duljini od 5,6 km, danas su u završnoj fazi. Ova će prometnica, kada se dovrši, s postojećom trogirskom obilaznicom činiti funkcionalnu cjelinu i zasigurno poboljšati protočnost prometa između Splita i Trogira kroz smanjenje prometnog zagušenja i otklanjanje uskih grla, poboljšanje regionalne dostupnosti i povezanosti, dostupnosti Splitskoj aglomeraciji i gradu Splitu kao glavnom intermodalnom čvorištu ovog dijela Hrvatske te lokalne dostupnosti i povezanosti unutar Splitsko-dalmatinske županije [10]. Također, novi most Trogir-Čiovo, koji je trenutno u izgradnji, trebao bi znatno umanjiti zastoje u prometovanju cestovnih vozila na ulazu i izlazu iz Trogira.

Današnji sustav javnog prijevoza u Splitu, Kaštelima i Trogiru temelji se na autobusnom prijevozu kojeg karakterizira nepouzdanost, sporost, nekoordiniranost, neatraktivnost, vizualna neprepoznatljivost vozila i prateće urbane opreme [11]. Javni gradski i prigradski



Slika 2. Porast broja putnika u Zračnoj luci Split



Slika 3. Zapadna obilaznica Splita prema Trogiru

prijevoz obavlja javno komunalno poduzeće „Promet“. Dodatno, na relaciji Zračna luka Split- Autobusni kolodvor Split, prometuje autobus službenog prijevoznika „Pleso“. Tim je autobusom dostupan prijevoz putnika od 5 do 19 sati, s polascima u razmaku od sat vremena, dok vrijeme vožnje iznosi 30 minuta. Prigradski autobusni prijevoz od Splita prema Kaštelima i Trogiru, kao i autobusni prijevoz do zračne luke ostvaruje se državnom cestom D8.

Analiza mreže linija i voznog reda postojećeg autobusnog prometnog sustava pokazala je da u smjeru Split centar-Zračna luka Split te Split centar-Trogir prometuje ukupno 135 autobusa. Uz pretpostavku prijevoznog kapaciteta vozila od 40 putnika po autobusu te 70% popunjenosti, može se pretpostaviti da autobusni sustav dnevno nudi 5.400 putničkih mjesta, što znači da je danas iz smjera Splita na godišnjoj razini moguće prevesti nešto manje od 2 milijuna putnika (tablica 1).

Tablica 1: Dnevni broj polazaka autobusa (Split - Kaštela - Trogir)

LINIJA	RELACIJA	AUTOBUSA/ DAN	PUTNIKA/ DAN	MIL PUTNIKA/ GOD
37	Split – Trogir	55	2,200	0,80
38	Split – Resnik	15	600	0,22
2	Split – Kaštel Sućurac	11	440	0,16
Pleso prijevoz	Split – ZL Split	19	760	0,28
Međugradski	Split - Trogir	35	1,400	0,51

2.3. Željeznički promet

Željeznički sustav Splita i okolice čini jednokolosiječna neelektrificirana pruga za međunarodni promet oznake M604 Split Predgrađe-Knin-Gospić-Oštarije, priključna pruga na RH2 TEN-T Mediteranski koridor Budimpešta-Rijeka, građevinske duljine kolosijeka od 322 km [2].



Slika 4. Željeznička pruga M604 sa stajalištima na širem splitskom području

Trasa željezničke pruge u promatranom je području uvelike uvjetovana reljefom i prati položaj Kaštelskog zaljeva. Pruga je na pojedinim kraćim potezima položena u uzdužnom nagibu i do 25 % [11] sve do podvožnjaka u Kaštel Kambelovcu, odakle se preko Solina i Vranjičkog zaljeva spušta prema Splitu. Svojim pružanjem trasa pruge dijeli područje od Split Predgrađa do Kaštel Sućurca na stambenu i industrijsku zonu (uz more), a između Splita i Kaštel Starog postoji pet stajališta: Split, Split predgrađe, Solin, Kaštel Sućurac, Kaštel Gomilica, Kaštel Kambelovac i Kaštel Stari (slika 4). Najistočnija razmatrana željeznička stanica (Kaštel Stari) udaljena je 10 km od Trogira. Od Splita do Kaštel Starog pruga je jednokolosiječna u duljini od 18 km, a iznimka na čitavom potezu je kratka dvokolosiječna dionica pruge Split-Split Predgrađe.

Na relaciji Split-Kaštel Stari svakodnevno prometuju tri izravna vlaka u razmaku od šest sati. Međutim, za ovo razmatranje zanimljivo je devet vlakova koji tijekom radnih dana prometuju na toj relaciji a staju na stanicama kroz Kaštela. Ti vlakovi prometuju jednom dnevno, a od Splita do Kaštel Starog vrijeme vožnje iznosi trideset minuta [12]. Na temelju podataka HŽ PP-a o prodanim kartama veljači 2014. godine, tjedno na relaciji Split-Kaštel Stari putuje tristotinjak putnika, pa možemo pretpostaviti da željeznica u prijevozu duž ovog uskog područja sudjeluje sa, u usporedbi sa cestovnim sustavom zanemarivih, 0,02 prevezenih milijuna putnika godišnje.

2.4. Zaključci analize

Analiza postojećeg stanja prometne povezanosti promatranog područja pokazala je da je danas pristup Zračnoj luci iz Splita i okolice moguć isključivo cestovnim pravcima. Postojeća cestovna infrastruktura koja povezuje središte grada Splita (za potrebe ovog rada definiranog lokacijom Glavnog željezničkog kolodvora), putnički terminal Zračne luke Split i grad Trogir, ne zadovoljava postojeću potražnju. Zbog toga svakodnevno

u cestovnom prometnom sustavu ovog područja dolazi do zagušenja, tj. do pojave uskih grla. Ona uzrokuju stvaranje prometnih čepova i velika kašnjenja, što pak za posljedicu ima povećanje potrošnje goriva i gubitka vremena, štetne utjecaje na okoliš i učestalost prometnih nesreća. U nadolazećim godinama, s obzirom na prirodni prirast stanovništva, produljenja trajanja turističke sezone i povećanja broja noćenja te proširenja zračne luke, taj će problem biti još veći ako se ne pristupi poboljšanju njihove prometne povezanosti.

Kako bi se riješio prometni problem povezivanja grada Splita, Kaštela, Zračne luke Split i Trogira, tj. da bi se smanjile prometne gužve na cestovnim prometnicama koje ih povezuju, optimalno rješenje u postojećoj situaciji predstavljalo bi proširenje postojećeg, danas vrlo slabo iskorištenog, željezničkog prometnog sustava koje bi omogućilo uspostavu kvalitetnog i održivog gradskog i prigradskog prometa. U cilju utvrđivanja najbolje prakse primjenjive za splitsko područje, prije pristupanja razradi rješenja proširenja postojeće tračničke mreže, izvršen je pregled niza rješenja povezivanja zračnih luka sa središtima gradova koje opslužuju tračničkim sustavom.

3. Pregled inozemne prakse

U tablici 2 dan je pregled europskih zračnih luka u sklopu kojih je u upotrebi takozvani „airport rail link“-a, tj. modela prijevoza koji podrazumijeva povezivanje zračnih luka sa središtem grada tračničkim sustavom.

Potrebno je naglasiti da su za potrebe razrade varijantnih rješenja u prvoj fazi pregleda inozemne prakse razmatrane isključivo europske međunarodne luke srednjeg obima putničkog prometa, kakvog bi nakon nadogradnje ostvarivala i Zračna luka Split.

Pregled navedenih rješenja (slika 5) [13] pokazao je da se, u pogledu lokacije tj. izravnosti veze između željezničkog stajališta i putničkog terminala zračne luke razlikuju dva osnovna pristupa, čija je primjena najčešće ovisi o financijskim mogućnostima: izgradnja stajališta na postojećoj pruzi u neposrednoj blizini zračne luke od kojeg putnici do terminala pješake obično natkrivenim stazama ili izgradnja novih kolosijeka radi povezivanja na postojeću tračničku infrastrukturu i stajališta u sklopu zračne luke koje putnicima omogućuje putovanje izravno do zone za prijavu leta.

Za povezivanje se podjednako koriste: nacionalni ili brzi međugradski (regionalni) željeznički putnički prijevoz te javni gradski prijevoz lakom gradskom željeznicom ili tramvajem, pri čemu je vlasništvo nad tračničkom infrastrukturom i pravo na naplatu prijevoza do zračne luke (individualno - tračnička veza je vlasništvo države tj. grada ili same zračne luke) ili integrirano (to podrazumijeva savez odnosno podjelu ovlasti i obveza između zračne luke i upravitelja infrastrukture na koju se tračnička veza do zračne luke nadovezuje).

Proširenje nacionalne željezničke mreže primijenjeno u slučajevima kada je zračna luka udaljena okolnih sustava javnog gradskog prijevoza. Osnovna prednost ovakvog rješenja je brz prijevoz putnika bez učestalog

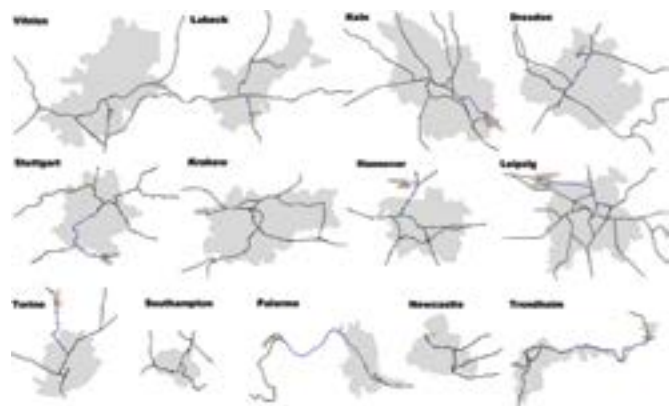
Tablica 2. Pregled karakteristika tračničkih veza europskih zračnih luka srednjeg obima putničkog prometa [13]

ZRAČNA LUKA	BROJ PUTNIKA LUKE [MIL/GOD]	UDALJENOST [KM]	VRIJEME PUTOVANJA [MIN]	FREKVENCIJA POLAZAKA [MIN]
Vilnius, Litva	2,9	4	< 10	30 - 90
Southampton, Velika Britanija	1,7	7	< 10	10 - 30
Lübeck, Njemačka	0,4	8	< 10	60
Dresden, Njemačka	1,8	9	20	30
Newcastle, Velika Britanija	4,4	9	20 - 30	30
Leipzig, Njemačka	2,3	10	10 - 20	10 - 30
Hannover, Njemačka	5,3	11	10 - 20	30
Stuttgart, Njemačka	9,7	13	30	10 - 30
Kraków, Poljska	3,8	15	10 - 20	30
Torino, Italija	3,4	15	20	30
Cologne Bonn, Njemačka	9,0	16	10 - 20	60
Trondheim, Norveška	4,4	19	30 - 40	30 - 60
Palermo, Italija	4,6	35	40 - 50	10 - 30

zaustavljanja na međustanicama koje produljuje vrijeme vožnje. Ipak, glavni je nedostatak relativno mala frekvencija vlakova, pogotovo ako je stajalište zračne luke samo jedna od prolaznih stanica međugradske željeznice. Za zračne luke izgrađene unutar ili u neposrednoj blizini gradskih područja, produženje linija javnog gradskog prometa do putničkih terminala luke omogućava potpunu integraciju s ostalim vidovima javnog gradskog prijevoza a tako i jednostavan pristup putnicima svim djelovima grada. Glavni nedostatak je vrijeme putovanja jer se, unatoč njihovoj visokoj frekvenciji, vozila zaustavljaju na većem broju stajališta prije nego što stignu do centra grada.

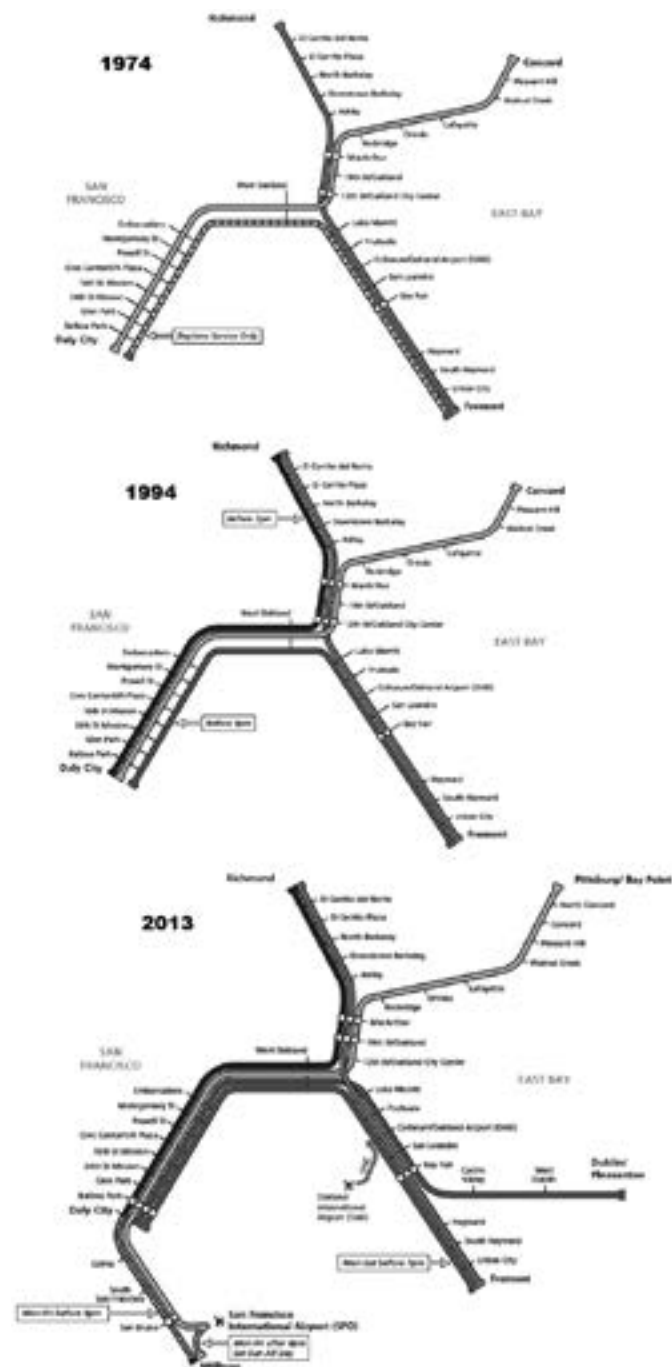
Pored prometnih karakteristika, važan parametar pri uvođenju tračničkog sustava u neko područje, a koji je nemoguće zanemariti u slučaju širenja splitskog željezničke mreže, su prostorna tj. obilježja terena. Analizom navedenih europskih rješenja uspostave „airport rail link“-a, uočeno je da su ona na većini razmatranih područja vrlo povoljna za vođenje željezničkih trasa. Naime, riječ je prvenstveno o planski rastućim urbanim cjelinama smještenima u ravničarskom terenu, što je najvjerojatnije znatno olakšalo postupak planiranja i izgradnje tračničke mreže. Iznimku čine jedino analizirana područja Palermo, Trondheima i Southamptona. Njihov longitudinalni oblik uzrokovan topografskim ograničenjima relativno uskog obalnog pojasa kojeg zauzimaju, znatno podsjeća na situaciju područja između Trogira i Splita.

Kako bi se dodatno opravdalo uvođenje „krutog“ tračničkog sustava u specifičnu topografiju lokacije Zračne luke Split koju karakterizira veći broj što prirodnih što umjetnih prostornih zapreka, u drugoj fazi pregleda inozemne prakse provedla se daljnja potraga za postojećim sličnim rješenjima. Ona je dovela do San Francisco zaljeva smještenog na zapadnoj obali



Slika 5. Pregled smještaja i povezanosti europskih zračnih luka srednjeg obima putničkog prometa središtima gradova tračničkim sustavom [1]

SAD-a. Navedeno područje duž kojeg se prostire deset općina i na kojem su, na suprotnim stranama zaljeva, smještene čak dvije međunarodne zračne luke (San Francisco i Oakland International Airport) opslužuje tračnički sustav Bay Area Rapid Transit (BART). Riječ je o sustavu čiji je razvoj započeo 1972. godine koji se danas sastoji od 180 km pruga (od kojih se 25% nalazi u tunelu, a 30% na vijaduktima) i koji godišnje prevozi više od 126 milijuna putnika te tako predstavlja vitalni dio regionalne kulture i gospodarstva [14]. Zaključeno



Slika 6. Razvoj mreže BART sustava [14]

je da BART sustav predstavlja vrlo dobar primjer kako se postepenim razvitkom javnog masovnog tračničkog prijevoza (slika 6, [15]), gotovo neovisno o prostornim ograničenjima, može osigurati dugoročno održiv razvoj nekog područja.

Pregledom inozemne prakse utvrđeno je da je povezivanje zračnih luka i gradova tračničkim sustavom kojim je ostvarena visokokvalitetna usluga izravnog prijevoza putnika od zračne luke do središta grada kojeg opslužuje, uz prosječnu brzinu putovanja od 60 km/h, vrijeme putovanja od oko 30 minuta, bez presjedanja na druge vidove prijevoza te uz minimalni broj pažljivo lociranih stajališta, vrlo dobro rješenje. U nastavku su prikazani i vrednovani prijedlozi niza varijantnih rješenja uspostave željezničke veze između grada Splita, Kaštela, Zračne luke Split i Trogira, razrađeni temeljem ranije navedenih zaključaka.

4. Prijedlog varijantnih rješenja trase

Osnovni ciljni parametri pri polaganju trase pruge namijenjene putničkom prometu su brzina i vrijeme putovanja te gustoća (međusobni razmak) službenih mjesta na pruži. Pri izradi idejnih rješenja pruge Split-Kaštela-Zračna luka Split-Trogir kao referentan odabran je prigradski tip željezničkog prometa. Ovaj tip prometa najčešće obuhvaća područje na kojem se ostvaruje vrijeme putovanja vlakom od oko 60 minuta (iznimno do 90 minuta – ovisno o frekvenciji prometa). Ciljana brzina putovanja iznosi 60 do 80 km/h, dok je razmak službenih mjesta obično 2 do 5 km. Analiza prometnog sustava na splitskom području pokazuje da je postojeću željezničku vezu od Splita u smjeru Trogira moguće nadograditi u više varijantnih rješenja, uz primjenu sljedećih projektnih parametara za maksimalnu brzinu od 80(70) km/h:

- minimalni polumjer luka koji se može primijeniti iznosi 300 m (275 m);
- normalno nadvišenje vanjske tračnice u krivini iznosi 130 mm;
- minimalna dužina pravolinijske rampe iznosi 85 m;
- dužina stajališta iznosi najmanje 100 m (za DMV dužine 70 m);
- maksimalni uzdužni nagib nivelete iznosi 35‰;
- minimalni polumjer vertikalne krivine iznosi 7000 m.

Povezivanje Glavnog željezničkog kolodvora Split, Zračne luke Split i grada Trogira tračničkom vezom predviđaju priključivanje nove željezničke jednoko-

losiječne pruge za dizelsku vuču na postojeću trasu Split-Kaštel Gomilica, te izgradnju pruge do zračne luke i Trogira uz djelomično korištenje infrastrukturnog koridora definiranog GUP-om grada Kaštela [16]. Poštujući prethodno definirane projektne parametre, razrađena su četiri varijantna rješenja: 1A i 1B te 2A i 2B jednokolosiječne neelektrificirane pruge (slika 7).

Osnovna razlika varijanti 1 i 2 je što trase varijante 1 u zoni Kaštela prolaze sa sjeverne strane državne ceste D8 (tj. nove obilaznice Ivana Pavla Drugog) dok trase varijante 2 prolaze s njezine južne strane, kroz samo naselje, prateći u najvećoj mogućoj mjeri infrastrukturni koridor planiran GUP-om koji se proteže između obilaznice i Ulice dr. F. Tuđmana.

Navedene varijante razlikuju se i u predviđenoj lokaciji priključka novog na postojeći kolosijek. Tako varijante 1 predviđaju lokaciju priključka na postojeći kolosijek neposredno nakon Kambelovačkog mosta, dok se varijante 2 odvajaju od postojećeg kolosijeka 3 km istočnije, na samom ulasku u Kaštela. Smještaj početnog dijela trase varijante 1 sa sjeverne strane D8 nalaže izgradnju željezničkog nadvožnjaka u Kaštel Štafiliću koji bi omogućio prijelaz željezničkog kolosijeka preko te četverotračne državne ceste u smjeru zračne luke.

Osnovna razlika u pružanju trasa varijanti A i B je u lokaciji željezničkog stajališta u zoni Zračne luke Split. Varijante A predviđaju njegovo smještanje sa sjeverne strane luke, uz uzletno-sletnu stazu, na udaljenosti od 500 m od putničkog terminala, dok varijante B predviđaju njegovo smještanje s južne strane luke, neposredno uz putnički terminal.

Sve četiri varijante trase prolaze kroz izrazito naseljeno područje Kaštela u niskom nasipu i presijecaju postojeću cestovnu mrežu na većem broju lokacija. Izvedba željezničko-cestovnih prijalaza u razini zsigurno bi uzrokovala probleme u osiguranju kontinuiteta cestovnog prometa, stoga je predviđeno svođenje sabirnih cesta čime se broj ŽCP-a u razini u slučaju svih varijanti reducirao na pet.

Zbog specifičnosti terena i izgrađenosti područja na dionici pruge od zračne luke prema Trogiru potrebna je izgradnja tri objekta: dva vijadukta i jednog tunela. Na izlasku iz područja Zračne luke Split u smjeru Trogira predviđen je vijadukt Pantan. Izdizanje pruge na vijadukt predviđeno je kako bi se jednostavnije savladala geografska prepreka - brdo Sv. Osjak u smjeru Trogira. U slučaju varijanti B njegova dodatna svrha je zaobilazanje močvarnog područja Pantan koje se pruža uz zapadni kraj zračne luke a koje je od iznimne ekološke važnosti. Dodatno, vijadukt Pantan



Slika 7. Varijantna rješenja trase

omogućava rješenje križanja pruge i Ulice kneza Trpimira van razine koje je nužno iz razloga osiguranja kontinuiteta i sigurnosti odvijanja prometa. Na vijadukt Pantan nastavlja se tunel Trogir. Izvedbom ta dva objekta rješava se problem geografske prepreke brda Sv. Osjak. Nakon izlaska iz tunela kolosijek se pruža prema zapadu sa sjeverne strane Ulice kneza Trpimira. Potreban prelazak željeznice na južnu stranu Ulice kneza Trpimira omogućava vijadukt Kopilice nakon kojeg pruga nastavlja prema Trogiru i završava stajalištem u neposrednoj blizini postojećeg Autobusnog kolodvora Trogir.

5. Vrednovanje varijantnih rješenja trase

Osnovne karakteristike varijantnih rješenja trasa nove pruge prikazane su u tablici 3. Na slici 8 prikazani su njihovi procijenjeni investicijski troškovi.

Tablica 3. Osnovne karakteristike varijantnih rješenja trasa

VARIJANTA TRASE	1A	1B	2A	2B
Duljina pruge [km]	12,02	12,29	14,04	14,33
Peroni i pristupi [km]	0,80	0,30	0,90	0,40
Vijadukti i nadvožnjaci [km]	1,52	1,25	1,39	0,86
Tuneli [km]	0,39	0,18	0,39	0,42
ŽCP-i u razini [kom]	5	5	5	5

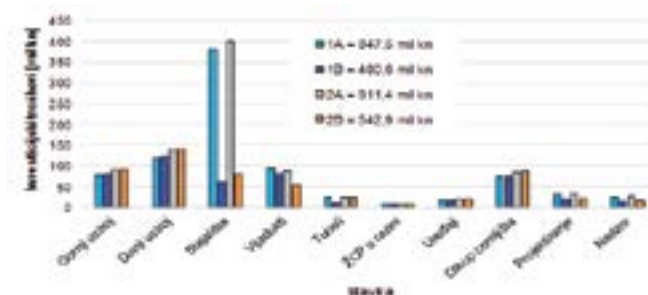
Varijante A pokazale su se financijski nepovoljnijima za izvedbu upravo zbog sjevernog položaja željezničkog stajališta zračne luke. Analiza procijenjenih investicijskih troškova pokazala je da najveći nedostatak ovih varijanti predstavlja izgradnja podzemne željezničke stanice uz putnički terminal te potrebna izvedba podzemnih pješačkih komunikacija ispod same uzletno-sletne staze, što je u najmanju ruku zahtjevan i iznimno skup poduhvat.

Pri odabiru optimalnog rješenja između dvaju varijanti B, kao prioritarnom karakteristikom trase pokazala

se mogućnost povezivanja ne samo Trogira i Zračne luke već i čitavog područja Kaštela sa centrom Splita. Veća udaljenost stajališta tračničkog sustava od centara aktivnosti općenito ima negativan utjecaj na mogućnost privlačenja budućih korisnika, zbog čega je zaključeno je da varijanta 2B zbog svog centralnog smještaja u odnosu na naseljena područja Kaštela, unatoč većim investicijskim troškovima, predstavlja optimalnije rješenje.

Budući da prilikom ocjene isplativosti rješenja povezivanja zračne luke i gradskih cjelina koje joj gravitiraju treba voditi računa i o mogućim ostvarenjima prijevoznog kapaciteta te brzine tj. vremena, sigurnosti i udobnosti vožnje te kako bi se prijevozna mogućnost predloženog rješenja mogla usporediti s postojećom ponudom cestovnog prometa, izvršen je proračun prijevoznih karakteristika varijante jednokolosiječne pruge 2B.

Vrijeme putovanja postojećom prugom od Splita do Kaštel Kambelovca preuzeto je iz voznog reda [12]. Za potrebe proračuna prijevozne sposobnosti novoplanirane pruge, trasa pruge od odvojka na ulazu u Kaštel Kambelovac podijeljena je na dionice definirane službenim mjestima (stajalištima). U proračunu su uzeta u obzir tri nova željeznička stajališta: Kaštel Kambelovac, Zračna luka Split i Trogir. Odabranim varijantnim rješenjem 2B predviđeno je da se u Kaštel Kambelovcu kao najnaseljenijem od Kaštela izgradi stanica za željeznički promet, a svakako se u budućnosti, ovisno o razvitku ostalih naselja uz kolosijek, naknadno mogu



Slika 8. Procijenjeni investicijski troškovi varijantnih rješenja trase

definirati dodatna stajališta. Varijanta 2B tako predviđa i izgradnju stajališta u Kaštel Strarom, no ono se radi pojednostavljenja proračuna nije uzelo u obzir.

Za svaku novoplaniranu dionicu izračunan mjerodavni nagib pruge ovisan o otporima od uspona, od krivina i u tunelu. Otpori vozila proračunani su za niskopodni dieselmotorni vlak za gradsko-prigradski prijevoz duljine do 70 m, maksimalnog kapaciteta do 410 putnika [17]. Na temelju izračunatog specifičnog otpora vlaka i specifične vuče sile određena je linija voznih sila koja je korištena za određivanje vremena slijeda vlakova na međustaničnim razmacima. U proračun je uzeto u obzir zaustavljanje vlaka na stajalištima u trajanju od 2 minute, te identično vrijeme pokretanja i zaustavljanja vlaka. Temeljem rezultata proračuna vremena slijeda vlakova, definirano je potrebno vrijeme putovanja između krajnjih stanica trase. Proračun vremena slijeda vlakova nužan je za proračun kapaciteta pruge. Na temelju izračunatog najdužeg vremena slijeda vlakova te uz pretpostavku odvijanja željezničkog prometa 18 sati dnevno, određena je realna propusna sposobnost pruge na pojedinim dionicama. Rezultati proračuna prikazani su u tablici 4.

Tablica 4: Rezultati proračuna

DIONICA		SPLIT K. KAMBELOVAC	K. KAMBELOVAC ZL SPLIT	ZL SPLIT TROGIR
Duljina dionice [km]		-	7,6	4,9
Mjerodavni nagib pruge [%]	uspon	-	22	19
	pad	-	21	17
Trajanje vožnje u jednom smjeru [min]		20	10	6
Propusna sposobnost [pari vlakova/dan]		27		
Prijevozna sposobnost (70% popunjenosti) [putnika/dan]		15,500		

Prema proračunu, ukupno trajanje putovanja od Glavnog kolodvora Split do Zračne luke Split sa zaustavljanjima iznosilo bi 30 minuta, što je jednako vremenu putovanja autobusom, a do Trogira 36 minuta. Najmanja realna propusna sposobnost pruge proračunana je na dionici Split-Kaštel Kambelovac, a iznosi 27 parova vlakova u danu. Ta vrijednost mjerodavna je za utvrđivanje prijevozne sposobnosti čitave pruge, a ona bi za projektirane i pretpostavljene parametre na godišnjoj razini iznosila 5,6 milijuna putnika.

6. Zaključak

Postojeća prometna situacija na razmatranom području gradova Splita, Kaštela i Trogira je vrlo složena. U posljednjih desetak godina se razvoj gospodarstva, prvenstveno turizma kao dominantne grane u ovom području, te demografski rast pokušavaju uskladiti s investicijama u prometnu infrastrukturu koje su u prvom redu usmjerene poboljšanju usluge cestovnog i zračnog prometnog sustava. Unatoč tome, cestovni je prometni sustav, dominantan u ovom području, zbog svakodnevnih migracija stanovništva često zaugušen. Razvoj Zračne luke Split dodatno će pridonijeti pogoršanju prometne situacije na cestovnoj mreži, kojom trenutno na godišnjoj razini putuje više od 20 milijuna korisnika osobnih automobila i autobusa. To ukazuje na nužnost potrage za novim rješenjima povezivanja navedenih centara aktivnosti, a koja bi ujedno potakla putnike na korištenje sredstava javnog masovnog prometa. Budući da moderni optimizirani javni gradski i/ili prigradski prometni sustav treba biti održiv sa gospodarskog i sociološkog stajališta te stajališta zaštite okoliša, željeznica se ovdje ističe kao prijevozni sustav s velikim potencijalom, posebice ako uzmemo u obzir da grad Split već ima izgrađenu željezničku infrastrukturu čija ga trasa vođena do samog središta, neposredno uz trajektni i autobusni terminal, čini glavnim intermodalnim čvorištem ovog dijela Hrvatske.

Analiza idejnih rješenja izgradnje nove jednokolosiječne pruge od Kaštel Kambelovca do Trogira koja bi omogućila spoj grada Splita, Kaštela, Trogira i Zračne luke Split pokazala je da bi pruga lokalnom stanovništvu i korisnicima zračne luke pružila vrlo dobru alternativu korištenju cestovnog sustava čime bi se povećala kvaliteta i sigurnost življenja na čitavom području. Obzirom na postojeću prometnu povezanost područja te predviđanja o rastu dnevnih migracija, kapacitet i vrijeme putovanja odabranim varijantnim rješenjem trase nove jednokolosiječne željezničke pruge duljine 14,3 km je zadovoljavajuće.

Rješenjem prometne povezanosti promatranog područja gradsko-prigradskim željezničkim sustavom postigao bi se ekonomski i nadasve ekološki cilj preusmjeravanja najmanje četvrtine današnjih putnika s osobnog na javni vid prijevoza, što je jedna od važnijih razvojnih smjernica koje je postavila Europska Unija. Iz istog razloga (prioriteta razvoja željezničke infrastrukture) moguće je i barem djelomično financiranje ovog projekta od strane EU, tj. iz povezanih izvora financiranja, fondova regionalnog razvoja i kohezijskih fondova.

Literatura:

- [1] Lakušić, S.; Ahac, M.: Povezivanje zračne luke i centra grada željezničkom prugom – idejna rješenja za Dubrovnik, Split i Zagreb; Dani ovlaštenih inženjera građevinarstva, Opatija, Hrvatska, 09-11.06.; HKIG (ur.). Zagreb: Hrvatska komora inženjera građevinarstva, 2016.
- [2] Izvješće o mreži 2017., HŽ infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2016.
- [3] Željeznički gradski i prigradski prijevoz – okosnica rješavanja javnog prijevoza u Zagrebu, HŽ putnički prijevoz d.o.o., Zagreb, 2009.
- [4] Ahac, M.; Jagatić, M.; Lakušić, S.: Idejno rješenje tračničke veze: Zagreb Glavni kolodvor – Međunarodna zračna luka Zagreb (Velika Gorica), Željeznice 21: stručni časopis inženjera i tehničara Hrvatskih željeznica (1333-7971) 4/2014 (2014), 4; Str. 7-14
- [5] Ivančev, M.: Idejno rješenje željezničke pruge Split-Trogir, završni rad - diplomski/integralni studij, mentor: Lakušić, S., neposredni voditelj: Ahac, M.; Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, 2015.
- [6] Statistika Zračne luke Split: http://www.split-airport.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=160&Itemid=115&lang=hr (travanj 2017.)
- [7] Poslovni dnevnik: Zračna luka Split očekuje 2,7 milijuna putnika: <http://www.poslovnih.hr> (veljača 2017.)
- [8] Hrvatska gospodarska komora: Gospodarski profil Splitsko-dalmatinske županije: <http://www.hgk.hr/gospodarski-profil/cestovni-zelj-i-zracni-promet> (srpanj 2016.)
- [9] Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2015., Publikacija Hrvatskih cesta d.o.o., PROMETIS d.o.o., Zagreb, Zagreb, 2016.
- [10] Hrvatske ceste d.o.o.: Obilaznica Splita, Dionica 1: Plano-Kaštel Gomilica/ Kaštel Sućurac, LOT 2: Kaštel Stari-Kaštel Sućurac/Kaštel Gomilica, http://www.mppi.hr/UserDocsImages/HC_Kastela_LOT2_konferencija.pdf (lipanj 2016.)
- [11] Klarić, N.: Prigradski željeznički promet na području splitske konurbacije <http://www.szz.hr/wp-content/uploads/2009/09/prigradski-zeljeznicki-promet-na-podrucju-splitske-konurbacije.pdf> (lipanj 2016.)
- [12] HŽ Putnički prijevoz d.o.o.: Vozni red <https://prodaja.hzpp.hr> (svibanj 2017.)
- [13] Ahac, M.; Lakušić, S.: Tračnička veza Glavni kolodvor Zagreb - Međunarodna zračna luka Zagreb (Velika Gorica); Kvaliteta prometne infrastrukture - ključ razvoja gospodarstva; Lakušić, S. (ur.). Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za prometnice, 2015. Str. 83-110
- [14] BART Factsheet 2016: https://www.bart.gov/sites/default/files/docs/2016Factsheet_v11.pdf (svibanj 2017.)
- [15] BART Sustainable Communities Operations Analysis: <https://www.bart.gov/sites/default/files/docs/BART%20SCOA%20Final%20Report%20June%202013.pdf> (svibanj 2017.)
- [16] Generalni urbanistički plan Kaštela, Portal grada Kaštela: <http://kastela.org/ostalo/gup/gup/01%20namjena%20gup%20060324.pdf> (svibanj 2016.)
- [17] Tvornica željezničkih vozila Gredelj: Niskopodni dizel-motorni vlak: <http://www.tzv-gredelj.hr/component/attachments/download/385.html> (svibanj 2017.)

UDK: 625.11

Adresa autora:

doc. dr. sc. Maja Ahac, dipl. ing. građ.
mahac@grad.hr
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

prof. dr. sc. Stjepan Lakušić, dipl. ing. građ.
laki@grad.hr
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mate Ivančev, mag. ing. aedif.
mate.ivancev@tenzor.hr
Tenzor d.o.o.

Ana Čudina, mag. ing. aedif.
cudinana@gmail.com
IPZ - NISKOGRADNJA d.o.o.

SAŽETAK

Kvalitetna prometna veza između Zračne luke Split i regije koju opslužuje važan je čimbenik za redovito odvijanje i konkurentnost zračnog drugim granama prometa. Radovi na proširenju zračne luke su u tijeku, a kapacitet cestovne mreže između Splita, Kaštela, Trogira i luke u vršnim satima već danas nije zadovoljavajući. To ukazuje na nužnost potrage za novim rješenjima prometnog povezivanja na postojećoj tračničkoj infrastrukturi u vidu proširenja mreže gradskog i prigradskog prometa na relaciji Split-Zračna luka Split-Trogir. U radu je predložen i vrednovan niz varijantnih rješenja izgradnje jednokolosiječne pruge od Kaštel Kambelovca do Trogira, a u obzir su uzeti postojeći infrastrukturni koridori, procijenjeni troškovi gradnje, prijevozna sposobnost pruge te vrijeme putovanja.

Ključne riječi: zračna luka Split, prigradski prometni sustav, željeznička veza, varijantna rješenja

Kategorizacija: izvorni znanstveni članak

SUMMARY

CONCEPT DESIGN FOR THE SPLIT-TROGIR RAILWAY LINE

A quality transport link between Split Airport and the region it serves is an important factor for regular operation and the competitiveness of air to other transport modes. Airports expansion is in progress, and road traffic routes between Split, Kaštela and Trogir are even today over capacity. This indicates the necessity of searching for new traffic link solutions on the existing rail infrastructure by expanding urban-suburban rail network from Split via Split Airport to Trogir. In this paper, a number of variant solutions for the construction of a single track railway line from Kaštel Kambelovac to Trogir have been proposed and evaluated, taking into account the existing infrastructure corridors, estimated construction costs, transportation capacity and travel time.

Key words: Split Airport, suburban transport system, rail link, variant solutions

Categorizatio: original research paper