

Analiza projekt rekonstrukcije postojećeg i izgradnja novog kolosijeka na dionici pruge Križevci-Koprivnica-Državna granica

Banovec, Elena

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:034605>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-04**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Elena Banovec

**ANALIZA PROJEKT REKONSTRUKCIJE
POSTOJEĆEG I IZGRADNJA NOVOG
KOLOSIJEKA NA DIONICI PRUGE KRIŽEVCI –
KOPRIVNICA – DRŽAVNA GRANICA**

ZAVRŠNI ISPIT

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Elena Banovec

**ANALIZA PROJEKT REKONSTRUKCIJE
POSTOJEĆEG I IZGRADNJA NOVOG
KOLOSIJEKA NA DIONICI PRUGE KRIŽEVCI –
KOPRIVNICA – DRŽAVNA GRANICA**

ZAVRŠNI ISPIT

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ivo Haladin

Komentor: Dr. sc. Katarina Vranešić

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Elena Banovec

**ANALYSIS OF THE PROJECT RECONSTRUCTION
AND MODERNIZATION OF THE KRIŽEVCI –
KOPRIVNICA – STATE BORDER RAILWAY LINE
SECTION**

FINAL EXAM

Supervisors: Assoc. prof. Ivo Haladin

Dr. Katarina Vranešić

Zagreb, 2024.



OBRAZAC 3

POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Student/ica :

(Ime i prezime)

(JMBAG)

zadovoljio/la je na pisanom dijelu završnog ispita pod naslovom:

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

(Naslov teme završnog ispita na engleskom jeziku)

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

(Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

(Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)

Datum:

Mentor:

Potpis mentora:

Komentor:



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja :

Elena Banobvec, 0082066512

(Ime i prezime, JMBAG)

student/ica Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta ovim putem izjavljujem da je moj pisani dio završnog ispita pod naslovom:

Analiza projekta rekonstrukcije postojećeg i ugradnja drugog kolosijeka na dionici pruge Križevci - Koprivnica - državna granica

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

17.09.2024.

Potpis:

Banobvec



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Ja:

Elena Banovec, 0082066512

(Ime i prezime, OIB)

ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog pisanog dijela završnog ispita i da sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti odgovara sadržaju dovršenog i obranjenog pisanog dijela završnog ispita pod naslovom:

Analiza projekta rekonstrukcije postojećeg i ugradnja drugog kolosijeka na dionici pruge Križevci - Koprivnica - državna granica

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

koji je izrađen na sveučilišnom prijediplomskom studiju Građevinarstvo Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta pod mentorstvom:

Ivo Haladin, Katarina Vranešić

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

24.09.2024.

(Datum obrane)

Suglasan/suglasna sam da pisani dio završnog ispita bude javno dostupan, te da se trajno pohrani u digitalnom repozitoriju Građevinskog fakulteta, repozitoriju Sveučilišta u Zagrebu te nacionalnom repozitoriju.

Datum:

17.09.2024.

Potpis:

Banovec

ZAHVALE

Ovaj rad izrađen je pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ive Haladina i dr.sc Katarine Vranešić. Ovim putem im zahvaljujem na pruženoj pomoći i savjetima prilikom izrade završnog rada.

Najviše se zahvaljujem svojoj obitelji, posebno roditeljima, na strpljenju i podršci tijekom mog fakultetskog obrazovanja.

SAŽETAK

U ovome je radu prikazan značaj Hrvatske za TEN-T mrežu te su opisani koridori na kojima se nalazi Hrvatska. Također, detaljno je obrađena strateška važnost željezničke pruge Rijeka – Zagreb – Budimpešta za povezivanje Hrvatske s ostatkom Europe. Zbog dosadašnjih neadekvatnih ulaganja u željezničku infrastrukturu u Hrvatskoj, kapacitet ove pruge nije iskorišten u punom potencijalu, zbog čega se planira njena rekonstrukcija, a trenutno se provodi rekonstrukcija postojećeg i izgradnja novog kolosijeka na dionici Križevci-Koprivnica-državna granica. Ovaj je projekt sufinanciran od strane Europske unije, a njegova vrijednost iznosi 350 milijuna EUR. Projektom je predviđena izgradnja dvokolosiječne pruge duljine 42,6 km, modernizacija kolodvora, perona, pothodnika te poboljšanje elektroenergetskih i sigurnosnih sustava. Cilj je postizanje brzina vlakova do 160 km/h. Projekt je podijeljen u četiri faze, a najvažnije karakteristike projekta prikazane su u ovome radu. Završetak radova planiran je do kraja 2025. godine, pri čemu je trenutno dovršeno oko dvije trećine radova.

Ključne riječi: željeznička infrastruktura, TEN-T mreža, RH2 koridor, Mediteranski koridor

SUMMARY

This paper presents the importance of Croatia for the TEN-T network and describes the corridors on which Croatia is located. It also provides a detailed analysis of the strategic significance of the Rijeka – Zagreb – Budapest railway line for connecting Croatia with the rest of Europe. Due to previous inadequate investments in railway infrastructure in Croatia, the full potential of this railway line has not been utilized, which is why its reconstruction is planned. Currently, the reconstruction of the existing and construction of a new track on the Križevci - Koprivnica - state border section is underway. This project is co-financed by the European Union and is valued at 350 million EUR. The project involves the construction of a 426 km double-track railway, modernization of stations, platforms, underpasses, as well as improvements to the electrical and safety systems. The goal is to achieve train speeds of up to 160 km/h. The project is divided into four phases, and the key characteristics of the project are outlined in this paper. The completion of the work is planned by the end of 2025, with approximately two-thirds of the project currently completed.

Key words: railway infrastructure, TEN-T network, RH2 corridor, Mediterranean corridor

SADRŽAJ

ZAHVALE	i
SAŽETAK	ii
SUMMARY	iii
SADRŽAJ	iv
1. UVOD	6
2. TEN – T MREŽA.....	7
2.1. KORIDOR RAJNA – DUNAV.....	9
2.2. KORIDOR BALTIK – JADRAN	10
2.3. KORIDOR ZAPADNI BALKAN ISTOČNI MEDITERAN	11
2.4. MEDITERANSKI KORIDOR.....	12
3. ŽELJEZNIČKA PRUGA RIJEKA – ZAGREB – BUDIMPEŠTA	13
3.1. VAŽNOST PRUGE RIJEKA – ZAGREB – BUDIMPEŠTA.....	14
3.2. TRENUTNO STANJE I POTENCIJAL PRUGE RIJEKA – ZAGREB – BUDIMPEŠTA	15
3.2.1. KARAKTERISTIKE TERENA I PRUGE.....	16
3.2.2. KOLOSIJEČNA KONSTRUKCIJA.....	17
4. DIONICA PRUGE KRIŽEVCI – KOPRIVNICA – DRŽAVNA GRANICA	19
4.1. TRENUTNO STANJE PRUGE	20
4.2. PLAN PROJEKTA	21
4.2.1. IZVOĐENJE GORNJEG USTROJA KOLOSIJEKA.....	23
4.2.2. OBJEKTI NA PRUZI.....	24
4.2.3. FAZA A.....	25
4.2.4. REKONSTRUKCIJA STAJALIŠTA	26
4.2.4.1. KOLODVOR LEPAVINA.....	27
4.2.4.2. VIJADUKTI	28
4.2.4.3. NADVOŽNJACI.....	29
4.2.4.4. CESTOVNI PODVOŽNJAK.....	30
4.2.5. FAZA B.....	30
4.2.5.1. KOLODVOR KOPRIVNICA.....	30
4.2.5.2. MOST KOPRIVNICA	33
4.2.5.3. PRIJELAZ ZA ŽIVOTINJE VELIKA MUČNA	33
4.2.6. FAZA C.....	34
4.2.6.1. MOST GLIBOKI	34
4.2.6.2. KOLODVOR NOVO DRNJE	34
4.2.6.3. CESTOVNI NADVOŽNJAK DANICA.....	35

4.2.7.	FAZA D.....	36
4.2.7.1.	MOST DRAVA	36
4.3.	TREKUTNO STANJE PROJEKTA.....	39
5.	ZAKLJUČAK	40
	POPIS LITERATURE	41
	POPIS SLIKA	44
	POPIS TABLICA.....	45

1. UVOD

Konkurentnost nekog oblika prometa opisuje se njegovim najvažnijim ekonomskim i tehničkim komponentama, odnosno kapacitetu, pouzdanosti, brzini, cijeni, sigurnosti i utjecaju na okoliš [1].

Uzevši u obzir navedene karakteristike željezničkog prometa jedna od najvećih njegovih prednosti je mogućnost prijevoza velike količine tereta na duže relacije uz relativno niske troškove. Kapacitet željezničkog prometa znatno je veći od cestovnog. Nadalje, željeznički promet pruža visoku razinu pouzdanosti i sigurnosti. Teretni željeznički promet odvija se određenim rasporedom, a putnički prijevoz planiran je voznim redom što željezničkom prijevozu daje karakteristiku vrlo pouzdanog prometa. Također, on vrlo malo ovisi o vremenskim i klimatskim promjenama za razliku od zračnog, cestovnog i pomorskog prometa. Kada govorimo o elektrificiranoj željeznici, ona je najbolje rješenje uzevši u obzir utjecaj prometa na okoliš. Nema primjene fosilnih goriva i emisije stakleničkih plinova u atmosferu [1-3].

Željeznička mreža u Republici Hrvatskoj ukupne je duljine 2617 km. Na mreži se nalazi 549 kolodvora i stajališta, 1448 željezničko-cestovnih prijelaza, 109 tunela i 543 mosta. Mnogi od tih objekata su i zaštićena kulturna baština [4]. Neke od dionica željezničke pruge u Hrvatskoj od velikog su značenja za željeznički promet u Europi te su dio TEN-T mreže čiji su koridori detaljnije objašnjeni u poglavlju 2 ovoga rada. Ovaj rad opisuje i najvažnije željezničke pruge u RH, a u poglavlju 4 detaljno je razrađen projekt Rekonstrukcija postojećeg i izgradnja drugog kolosijeka na dionici pruge Križevci – Koprivnica – državna granica koji je započeo 2020. godine, a kraj radova očekuje se 2025. godine.

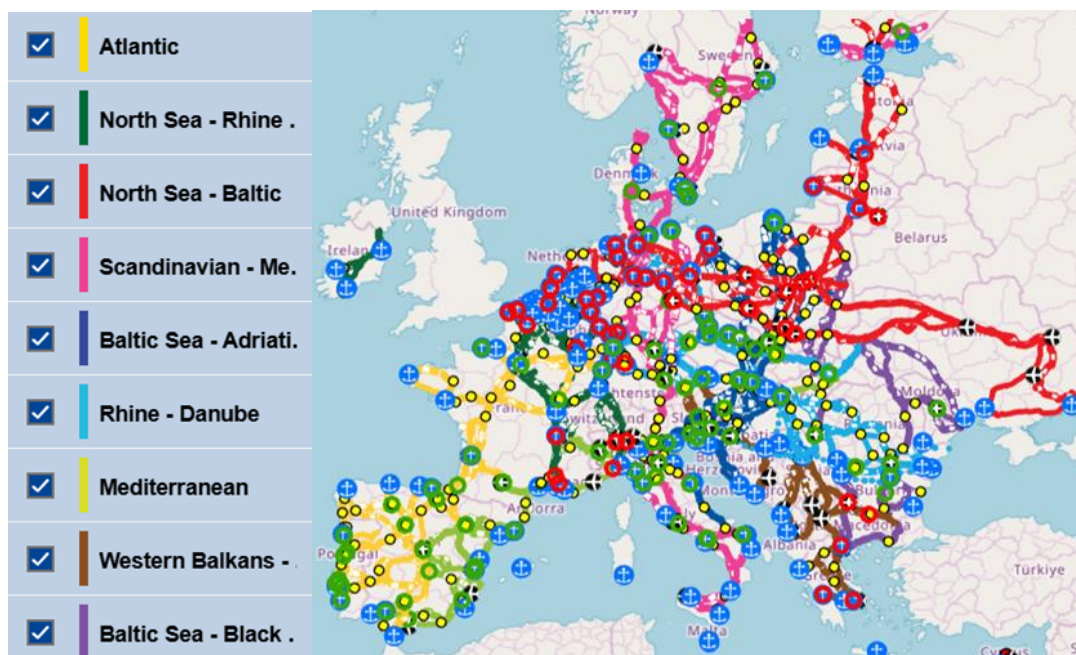
2. TEN – T MREŽA

TEN – T mreža (Trans-European Transport Network) predstavlja jedinstvenu Transeuropsku mrežu prometnica čiji je glavni zadatak razvoj i izgradnja učinkovite, kvalitetne prometne infrastrukture diljem Europe. Njezin je krajnji cilj je uklanjanje uskih grla, povećanje sigurnosti i udobnosti prometovanja uz smanjenje utjecaja prometa na okoliš.

Sadrži osnovnu, proširenu osnovnu i sveobuhvatnu mrežu. Osnovne mreže predstavljaju veze između najvažnijih prometnih čvorišta, a njihova rekonstrukcija i modernizacija planirana je do 2030. godine. Zadatak osnovne mreže je povećanje brzina prometovanja vlakova na najmanje 160 km/h za putničke i 100 km/h za teretne vlakove kako bi se smanjilo vrijeme putovanja. Nastoji se bolje integrirati gradska čvorišta u mrežu te se potiče razvoj intermodalnog prijevoza. Također, Europski sustav upravljanja željezničkim prometom (ERTMS) mora se uvesti unutar kompletne TEN – T mreže kao jedinstveni signalno-sigurnosni sustav. Postojeći sustavi postupno će se stavljati izvan pogona kako bi željeznica postala sigurnija i učinkovitija [5].

Odlukom donesenom 2013. godine osnovna mreža podijeljena je na devet koridora (Slika 1) koji spajaju glavne gradove europskih zemalja i njihove najveće luke. Podjela je nastala u svrhu lakšeg planiranja ulaganja u prometnu infrastrukturu Europe. Svaki od koridora mora sadržavati najmanje tri vrste prometa, prolaziti kroz tri članice Europske unije i dva granična prijelaza, a koridori su sljedeći [6]:

- Atlantski (Atlantic)
- Sjeverno more – Rajna – Mediteran (North Sea – Rhine – Mediterranean)
- Sjeverno more – Baltik (North Sea – Baltic)
- Skandinavsko – mediteranski (Scandinavian - Mediterranean)
- Baltik – Jadran (Baltic Sea– Adriatic Sea)
- Rajna – Dunav (Rhine – Danuabe)
- Mediteranski (Mediterranean)
- Zapadni Balkan – Istočni Mediteran (Western Balkans - Eastern Mediterranean)
- Baltičko more – Crno more (Baltic Sea – Black Sea)



Slika 1. Prikaz koridora TEN-T mreže [5]

Sveobuhvatna mreža uključuje veze čija je uloga povezivanje svih regija EU-a s osnovnom mrežom, a njihova rekonstrukcija i modernizacija planirana je do 2050. godine. Nakon što je Europsko vijeće na inicijativu Europske Komisije 2019. godine prihvatilo projekt zeleni val, u TEN-T mrežu uključuje se proširena osnovna mreža koja se planira izgraditi do 2040. godine. Razlog uvođenja proširene osnovne mreže je ubrzati izgradnju osnovne mreže uz ekološki prihvatljivo rješenje.

Europski zeleni plan je skup političkih inicijativa kojim se želi osigurati zelena tranzicija Europske unije. Krajnji cilj je postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine. Inicijative su iz područja klime, okoliša, energetike, prometa, industrije, poljoprivrede i održivog financiranja. U sklopu plana donesen je zakon o klimi po kojem države članice EU moraju smanjiti neto emisiju stakleničkih plinova za minimalno 55 % u odnosu na razine zabilježene 1990.

Zadatak proširene osnovne mreže je potaknuti smanjenje emisije stakleničkih plinova za 90 % u prometnom sektoru preusmjerenjem većeg broja putnika i tereta na održive načine prijevoza. Također, kako bi se zajamčili bolji radni uvjeti i odmor za profesionalne vozače u planu je uvođenje sigurnih i zaštićenih parkirališta na udaljenosti otprilike svakih 150 km. [6]

Uključivanjem RH u TEN – T mrežu ona postaje čvorište jugoistočne Europe. Zbog svog povoljnog geografskog položaja Republika Hrvatska nalazi se na koridorima: Mediteranski koridor, koridor Rajna – Dunav te od 2023. godine uvrštena je na još dva, Zapadni Balkan – Istočni Mediteran, Baltičko more – Jadransko more.

Uvrštavanje Hrvatske u TEN – T mrežu otvorilo je mogućnost korištenja sredstva CEF – a i povlačenje sredstava iz EU fondova u svrhu sufinanciranja projekata modernizacije željeznica. Također, važnost TEN – T mreže očituje se u tome što se koridorima odvija najviše, odnosno

skoro cijeli transport robe i putnika diljem Europe što je pozitivno utječe na čvorišta koja se nalaze na koridorima.

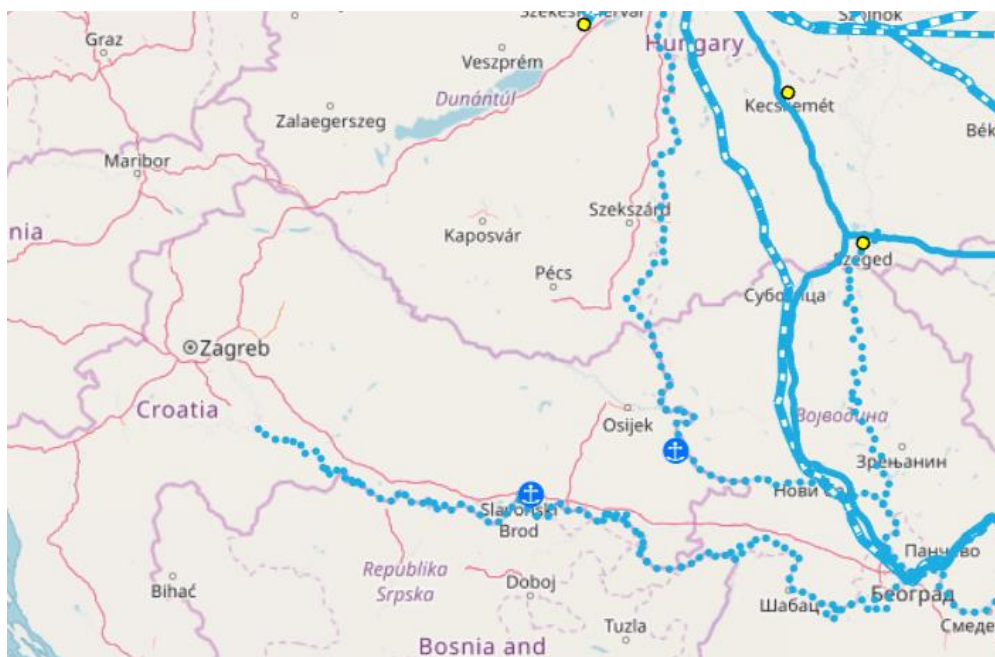
Budući da TEN-T mreža spaja najveće luke i gradove diljem EU, veliku važnost za Hrvatsku imaju Zagrebačka zračna luka i pomorska luka Rijeka. Uz njih Europski parlament i Vijeće, dodavanjem Hrvatske na nova dva koridora, uvrstilo je i pomorske luke Ploče i Split među značajne točke koridora. To Hrvatskoj daje još značajniju ulogu u prometnom i gospodarskom sustavu EU i otvara nove mogućnosti za sufinanciranje iz europskih fondova u prometnu infrastrukturu Dalmacije i Slavonije [7].

2.1. KORIDOR RAJNA – DUNAV

Ključan dio koridora Rajna-Dunav čine vodni putevi rijeka Majne i Dunava. Koridor povezuje centralne regije oko Strasbourga i Frankfurta kroz južnu Njemačku prema Beču, Bratislavi, Budimpešti sve do Crnog mora. Koridor se u nekoliko segmenata preklapa sa koridorom Zapadni Balkan – Istočni Mediteran.

Ključni projekti koji su trenutno aktualni na ovome koridori odnose se na uklanjanje uskih grla duž unutarnjih plovnih putova i željezničkih dionica. Rijeka Dunav ima važnu ulogu u funkcioniranju koridora na zapadnom Balkanu, stoga se moraju postići jednaki standardi plovidbe kao kod dijela Majna – Dunav.

Također, potrebno je bolje integrirati rijeku Savu u koridor kako bi se povećala njena propusna moć, odnosno omogućio transport većih tereta u sklopu TEN-T mreže. Važne luke su Slavonki Brod i Vukovar. Slika 2 prikazuje dio koridora Rajna – Dunav koji prolazi kroz RH [6].



Slika 2. Prikaz koridora Rajna – Dunav [6]

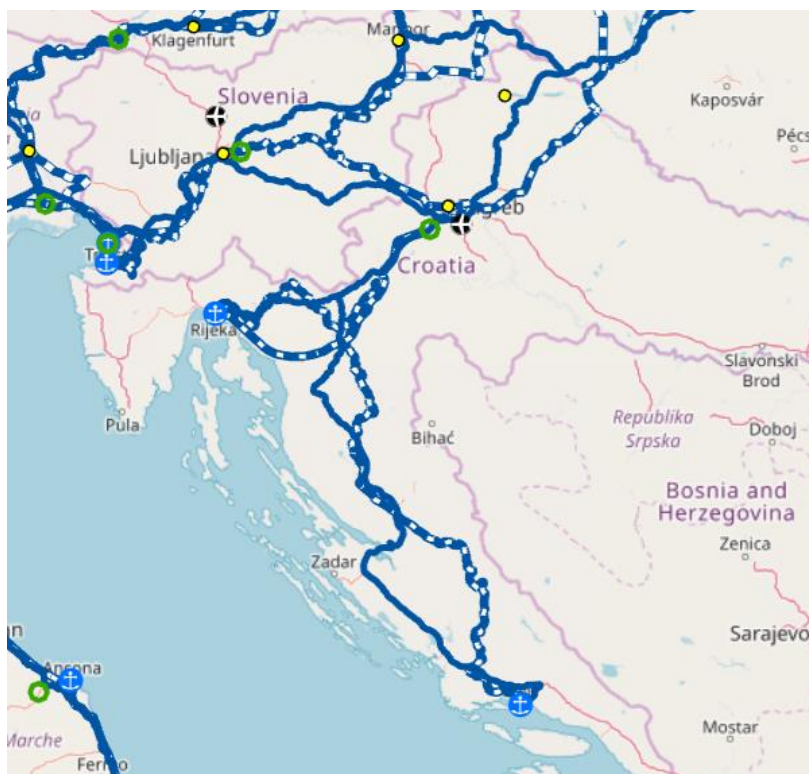
2.2. KORIDOR BALTIK – JADRAN

Koridor Baltičko more – Jadransko more povezuje poljske luke na Baltičkom moru preko Kłodzka, Krakova i regije Katowice sa Brnom u Češkoj i Bratislavom u Slovačkoj. Proteže se dalje do Beča u Austriji i Budimpešte u Mađarskoj, a njegov istočni ogranak završava u slovenskoj luci Kopar i hrvatskim lukama Rijeci i Splitu.

U pogledu cesta i željeznica, jedan je od najvažnijih koridora, a obuhvaća više od 10.000 km željezničkih pruga i 5.500 km cesta. Povezuje multimodalne teretne terminale u 12 morskih i 5 luka unutarnjih plovnih putova duž Dunava. Ukupno 52 urbana čvorišta dio su koridora, uključujući glavne gradove Varšavu, Beč, Bratislavu, Budimpeštu, Ljubljanu i Zagreb. Najveće zračne luke su Varšava, Beč i Budimpešta sa godišnjim prometom od 12 milijuna putnika.

Od strateške je važnosti modernizirati željezničku infrastrukturu i razviti infrastrukturu koridora u gradskim čvorovima te ih integrirati u mrežu TEN-T. Među ključnim projektima su bazni tunel Semmering u Austriji, brze željezničke pruge u Češkoj i Poljskoj, drugi željeznički kolosijek između Kopra i Divače, nova željeznička pruga između Rijeke i Zagreba u Hrvatskoj te Središnje komunikacijsko čvorište u Poljskoj.

Uvrštavanjem RH na ovaj koridor pruga Rijeka – Karlovac – Zagreb dobiva na važnosti i postaje prioritet prilikom rekonstrukcije i izgradnje. Također, luka Split se uključuje u međunarodni transport TEN-T mreže što pozitivno utječe na njezin ekonomski i infrastrukturni razvoj. Prikaz koridora kroz RH prikazan je na slici 3 [6].



Slika 3. Prikaz koridora Baltik – Jadran kroz RH [6]

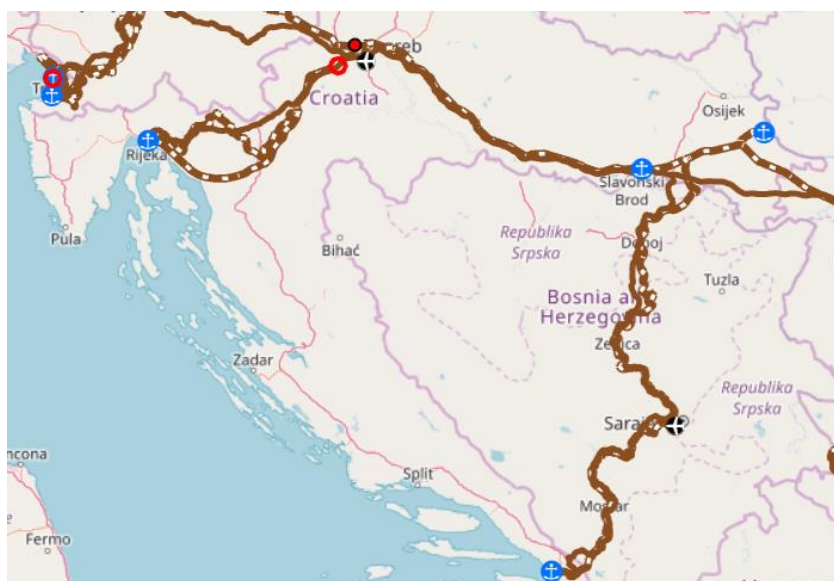
2.3. KORIDOR ZAPADNI BALKAN ISTOČNI MEDITERAN

Koridor zapadni Balkan – istočni Mediteran sadrži dijelove bivšeg koridora Bliski Istok – Istočni Mediteran. Povezuje srednjoeuropske države članice EU Mađarsku, Austriju i Sloveniju preko Hrvatske sa Bugarskom, Grčkom i Ciprom. Također, koridor prolazi i Srbijom, Bosnom i Hercegovinom, Crnom Gorom, Kosovom, Albanijom i Sjeverom Makedonijom. Djelomično se preklapa s Mediteranskim koridorom, koridorom Rajna – Dunav, Baltičko more – Crno more – Egejsko more i Baltičko more – Jadransko more.

Koridor je multimodalan, ali ne uključuje unutarnje plovne putove. Zbog nedostatka ulaganja tijekom više desetljeća, prometna infrastruktura na zapadnom Balkanu znatno je slabije razvijena nego u EU. Također, problem je ne predviđanje resursa za odgovarajuće održavanje. Kod cesta potrebna su unapređenja u upravljanju prometom, održavanju i sigurnosti na cestama.

Cestovni prijevoz u srednjem i jugoistočnom dijelu koridora je najkorišteniji način prijevoza što je veoma skupo za prijevoz teških tereta. Željeznice karakterizira neuravnotežena, spora ili nepostojeća provedba ERTMS-a i nedostaci u elektrifikaciji. Željeznice uvelike ovise o fosilnim gorivima, a prema podacima iz 2020. manje od polovice mreže bilo je elektrificirano. Niske brzine prometovanja i dalje su glavni izazov za željeznički prijevoz tereta na velike udaljenosti. Željezničko-cestovni terminali većinom ne postoje ili slabo funkcioniraju zbog zastarjele infrastrukture i opreme za rukovanje. Zračne luke većinom nemaju izravnu željezničku vezu.

Najvažniji hrvatski gradovi na ovom koridoru su Rijeka, Zagreb, Slavonski Brod, Osijek i Ploče. Uvođenjem RH u ovaj koridor otvaraju se mogućnosti za izgradnju bolje željezničke infrastrukture u Slavoniji pomoću sredstava iz EU fondova. Također, pomorska luka Ploče uvedena je na koridor i ima veću ulogu u međunarodnom transportu robe i putnika. Ona će sa ostatkom koridora biti povezana preko BiH. Prikaz koridora kroz RH nalazi se na slici 4 [6].



Slika 4. Koridor Zapadni Balkan – Rajna – Mediteran kroz RH [6]

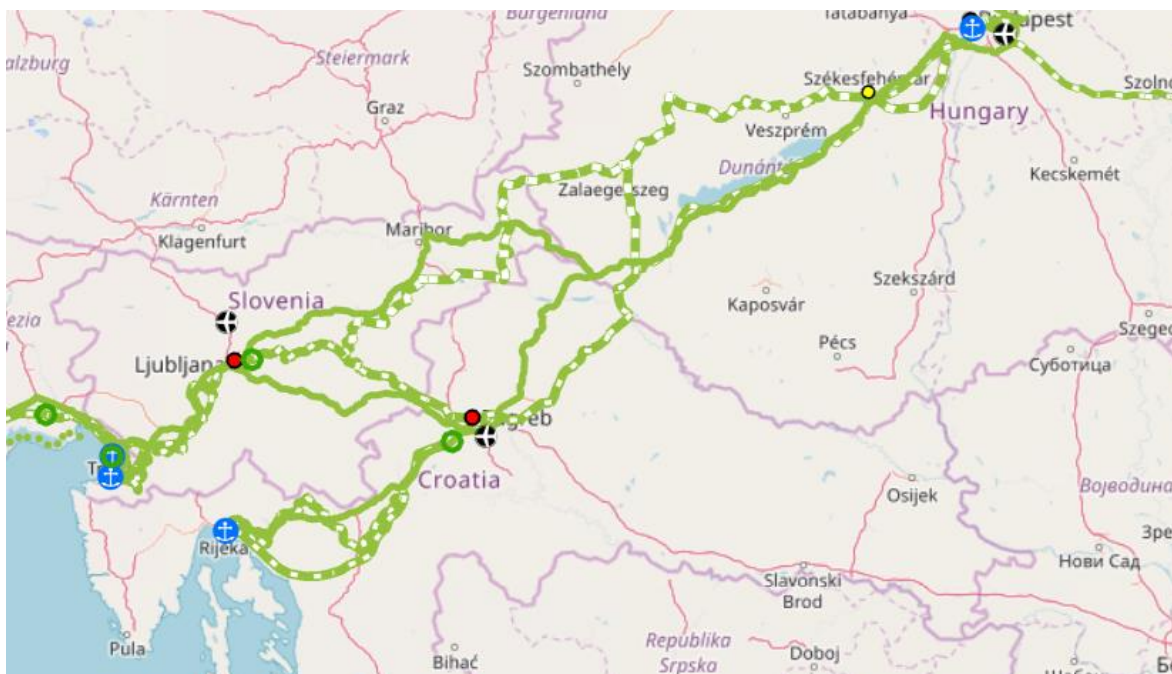
2.4. MEDITERANSKI KORIDOR

Jedan od važnijih koridora za RH je Mediteranski koridor koji povezuje najznačajnije španjolske luke, mediteransku obalu Francuske prolazeći preko Alpa do sjeverne Italije, Slovenije, Hrvatske i Mađarske. Dugačak je otprilike 3000 km, a uključuje željeznice, ceste, zračne, pomorske i riječne luke.

Jedan od najvećih problema na ovom koridoru predstavljaju različite širine kolosijeka. U Španjolskoj to je 1668 mm dok je u svim ostalim zemljama standardna širina od 1435 mm.

Sastavni dio Mediteranskog koridora je dionica Rijeka – Zagreb – Budimpešta koja obuhvaća cestovni i željeznički promet. Značajna je zbog povezivanja Riječke luke sa kopnenom Hrvatskom i ostatkom Europe. Za cestovni promet važne su autoceste A1 (Zagreb – Split – Ploče), A4 (Zagreb – Sveta Helena – Goričan) i A6 (Bosiljevo – Rijeka) [6].

Što se tiče željeznice, pruga Rijeka – Zagreb – Budimpešta nije u skladu s uredbama TEN-T mreže. Pruga je jednokolosiječna, a karakteriziraju ju uska grla, mali polumjeri krivina i slabo održavanje. Stoga je ona prioritet prilikom rekonstrukcije i izgradnje. Projekt modernizacije dionica u RH napravljen je, a rekonstrukcija pojedinih već je počela. Plan je kvalitetnije konstruirati čvorišta Rijeku i Zagreb te ih bolje integrirati u mrežu. Nadalje, na dionici Rijeka – Zagreb plan je izgraditi drugi kolosijek uz rekonstrukciju postojećeg kolosijeka na pojedinim dionicama promijeniti trasu pruge kako bi se izbjegli mali polumjeri krivina i postigle brzine vlakova prema normama TEN-T mreže. Na slici 5 prikazan je Mediteranski koridor u RH [4].



Slika 5. Mediteranski koridor kroz RH [6]

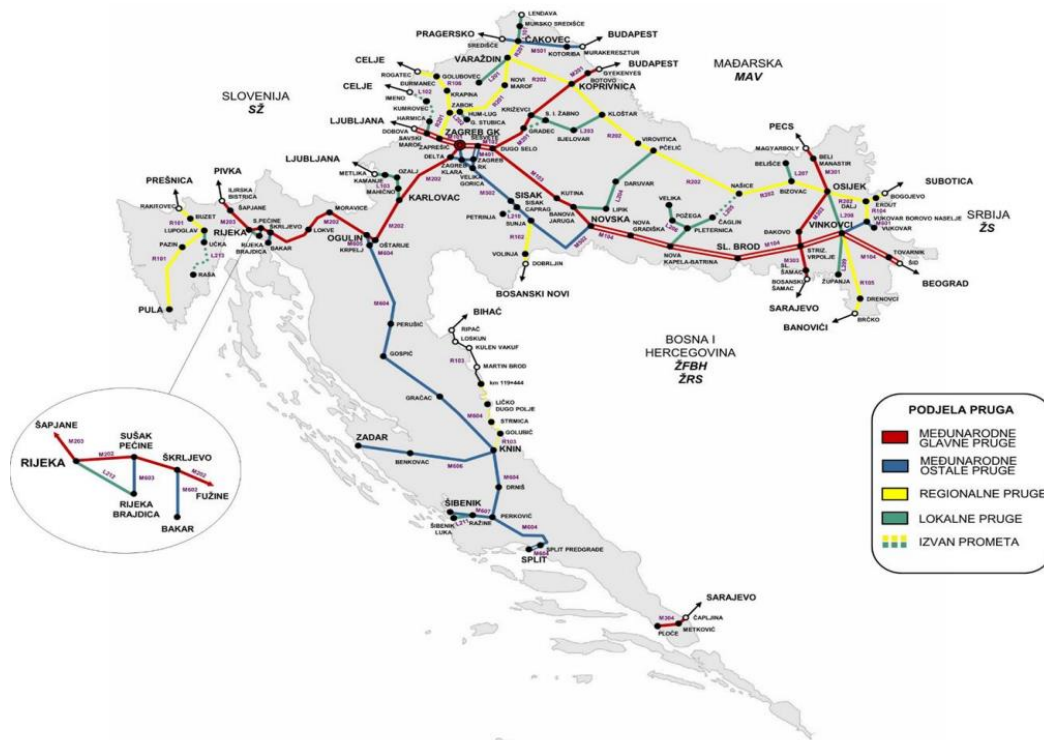
3. ŽELJEZNIČKA PRUGA RIJEKA – ZAGREB – BUDIMPEŠTA

Prema Uredbi o razvrstavanju željezničkih pruga [8] donesenoj od strane Vlade Republike Hrvatske, željezničke pruge u RH razvrstavaju se na:

- željezničke pruge za međunarodni promet
- željezničke pruge za regionalni promet
- željezničke pruge za lokalni promet

Podjela pruga nastala je zbog određivanja načina upravljanja i gospodarenja željezničkom infrastrukturom te planiranja njezinoga razvoja, a prikazana je na slici 6. Tako su željezničke pruge za međunarodni promet svrstane u osnovnu TEN-T mrežu te su prioritet kod financiranja izgradnje i modernizacije. Koridor RH2, odnosno dionica Rijeka – Zagreb – Budimpešta pripada prugama međunarodnog prometa i ima prioritet u razvojnim planovima Hrvatskih željeznica.

Stara željeznička infrastruktura u RH, zajedno sa neadekvatnim održavanjem dovela je do smanjivanja brzina prometovanja vlakova, što je posljedično uzrokovalo i smanjenje prijevoznog kapaciteta. U cilju modernizacije željezničke infrastrukture, naročito koridora bitnih za TEN-T mrežu, u narednim godinama očekuju se velike investicije u željeznički promet u Hrvatskoj. Jedan od takvih trenutno aktualnih projekata jest rekonstrukcija postojećeg i izgradnja drugog kolosijeka pruge Rijeka – Zagreb -Budimpešta.



Slika 6. Podjela željezničkih pruga u RH [4]

Željeznička pruga Rijeka – Zagreb – Budimpešta izgrađena je u vrijeme kada je Hrvatska bila dio Austro-Ugarske Monarhije, a puštena je u promet 1873. godine. Pravac Rijeka – Zagreb – Budimpešta najvažniji je pravac za Republiku Hrvatsku jer spaja Primorje, Gorski Kotar i unutrašnjost, ali također regiju Jadran – Podunavlje. Ogranak je bivšeg takozvanog paneuropskog koridora Vb koji je danas sastavni dio Mediteranskog koridora. Kategorizirana je kao glavna pruga, a na njoj se odvija međunarodni, regionalni i lokalni mješoviti promet [9].

Dionica pripada osnovnoj transeuropskoj mreži te je prioritet za sufinanciranje iz europskih fondova CEF – a (Connecting Europe Facility) [4].

Također, potrebno je istaknuti važnost pomorske luke Rijeka koja je sastavni dio tri koridora TEN-T mreže : Mediteranski, Zapadni Balkan – Istočni Mediteran i Baltik – Jadran. Nalazi se u Kvarnerskom zaljevu, te s obzirom na zemljopisni status ima sjajan geoprometni položaj.

Ujedno je i jedna od najvećih hrvatskih luka za prihvata generalnog tereta, kontejnera i rasutog tereta. Da bi prometni pravci na kojima se nalazi luka Rijeka privukli robu, trebaju pružiti kompletnu uslugu, koja se sastoji od prirodnih karakteristika, kvalitetne prometne infrastrukture i usluga koje se na tom prometnom pravcu pružaju. Izgradnja novih terminala u Luci Rijeka, te izgradnja nove dvokolosiječne pruge od Zagreba do Rijeke mogli bi pružiti dodatni poticaj za znatnije povećanje prometa.

Obzirom na njezin geoprometni položaj i položaj u TEN-T mreži javlja se potreba sa rekonstrukcijom i izgradnjom željezničkog čvorišta u Rijeci pod nazivom Zagrebačko pristanište. Projekt je obuhvaćao rekonstrukciju 12 kolosijeka, radove na kontaktnoj mreži, izgradnju sustav kabelaških kanala, ugradnju telekomunikacijskih kabela. Također, izgrađeno je 4 400 m duge tračnice i 2 kolosijeka za portalne dizalice. Projekt je u vrijednosti 25,2 miliona eura, a sufinancirao se iz CEF-a (Connecting Europe Facility) [4][7].

3.1. VAŽNOST PRUGE RIJEKA – ZAGREB – BUDIMPEŠTA

Pruga ima odličan geografski položaj te je integrirana u međunarodnu željezničku prometnu mrežu. Povezuje sjeverni Jadran sa ostatkom Hrvatske i srednjom Europom. S obzirom na to željeznički koridor Rijeka – Karlovac – Zagreb – Dugo Selo – Križevci – Koprivnica – državna granica kategoriziran je kao glavni željeznički pravac Republike Hrvatske. Pruga je prikaza na slici 7.

Jadransko more najjuvučenije je u kopno Europe te zbog toga Riječka luka ima veliku važnost u transportu velikih tereta. Plovidbom do sjevernog Jadrana koristi se najjeftiniji prijevoz, odnosno izbjegava skupi kopneni transport. To je prirodni najbrži i najekonomičniji put kojim se Europa povezuje sa Sredozemljem te nadalje plovidbom kroz Sueski kanal sa zemljama Azije, Australije i Afrike. Plovna udaljenost između Sueskog kanala i Riječke luke iznosi 1254 kilometra. U usporedbi s tim, udaljenost luka Sjevernog mora je trostruko veća, a putovanje je od 10 do 14 dana duže. S obzirom na poskupljenje pogonskog goriva, prednost geoprometnog položaja Rijeke postaje sve izraženija.

U blizini Rijeke nalazi se planina Učka kao nastavak planinskog lanca Dinaridi koji je na tom položaju najuži. Zbog prirodno najpovoljnijih uvjeta pruga od Rijeke do Zagreba te dalje do Budimpešte bila je najpogodnija za izgradnju. Uzevši u obzir ostale hrvatske pomorske luke, baš ova dionica pruge je najekonomičnija i najkraća poveznica Jadrana i Podunavlja [4].

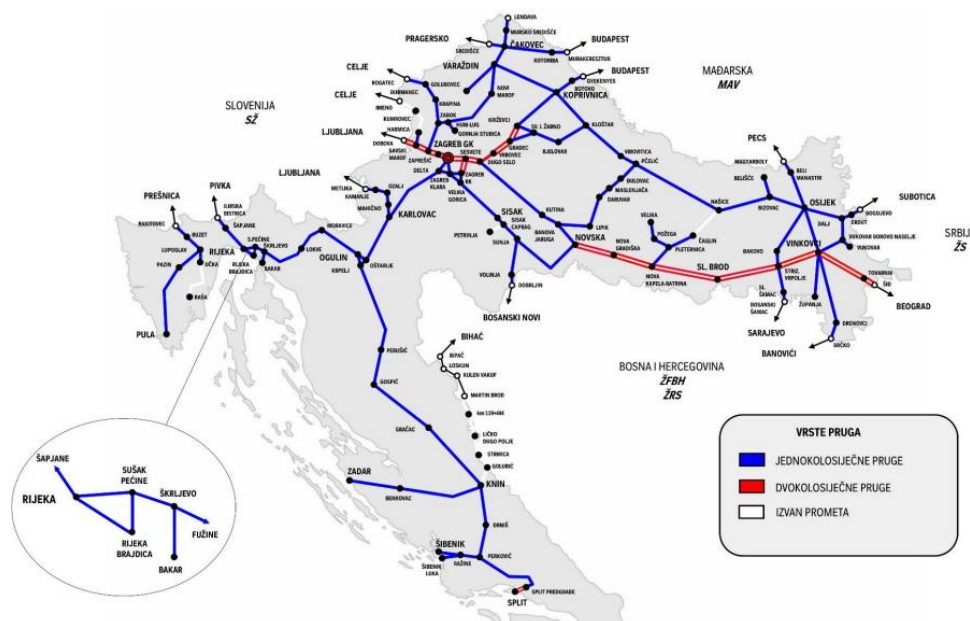


Slika 7. Dionica pruge Rijeka – Zagreb – Budimpešta kroz Republiku Hrvatsku [6]

3.2. TRENUTNO STANJE I POTENCIJAL PRUGE RIJEKA – ZAGREB – BUDIMPEŠTA

Pruga je ukupne duljine 308 kilometara. Pretežno je jednokolosiječna osim na dionici Zagreb – Dugo Selo – Križevci gdje se promet odvija na dva kolosijeka. Prikaz podijele pruga s obzirom na broj kolosijeka prikazan je na slici 8. Ograničene je propusne moći zbog malih polumjera krivina i velikih uspona, a vlakovi rijetko postižu veće brzine. Pruga je elektrificirana izmjeničnim sustavom električne vuče 25 kV, 50 Hz. Trasa je nepotrebno produžena jer se izbjegavala gradnja većih tunela i vijadukata [8].

Minimalni radijus krivine iznosi 275 m, a maksimalni uzdužni nagib je 8 ‰. Korištene su tračnice tipa 49E1 i 60E1 koje preuzimaju osovinsko opterećenje od 22,5 t po osovini [4].



Slika 8. Prikaz dionica pruge s obzirom na broj kolosijeka [4]

Prema Uredbi o razvrstavanju željezničkih pruga [8], pruga Rijeka – Zagreb - Budimpešta podijeljena je na dionice :

- M102 Zagreb GK – Dugo Selo (21,2 km)
- M201 (Gyekenyes) – Državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo (79,6 km)
- M202 Zagreb GK – Rijeka (227,9 km)

Obzirom na stanje pruge, ona nije prilagođena za primjenu intermodalnog prijevoza iako ima veliki potencijal. Intermodalni prijevoz predstavlja prijevoz robe bez pretovara i prekrcaja pri čemu se to ne odnosi na pomicanje kontejnera već na pretovar i utovar robe iz jednog u drugi kontejner ili prikolicu. To je način prijevoza koji za transport tereta koristi jednu prijevoznu jedinicu pomoću dva ili više oblika prijevoza, primjerice plovni i željeznički prijevoz [9].

Potencijal pruge je taj što ona počinje u luci Rijeka gdje završava pomorski promet. Luka je spojena željeznicom odnosno integrirana u željezničku mrežu RH prugom Rijeka – Zagreb – Budimpešta koja je sastavni dio Mediteranskog koridora. Poboljšanjem željezničke infrastrukture na ovoj dionici luka Rijeka mogla bi biti jedna od najvažnijih na Jadranu, a količina dobara i prijevozni kapaciteti drastično bi se povećali. Međutim, problem su administrativne, organizacijske i tehničko – tehnološke teškoće te infrastrukturna i kadrovska neprilagođenost [11-12].

3.2.1. KARAKTERISTIKE TERENA I PRUGE

Projekti izgradnje pruge bili su odvojeni na dionice:

- Gyekenyes – Koprivnica – Zagreb
- Zagreb – Karlovac
- Karlovac – Rijeka [13]

Godine 1863. počeli su radovi na izgradnji dionice Zagreb – Karlovac u duljini od 53 kilometra. Pruga leži u dolini između Save i Kupe, a jedina prepreka su obronci Vukomeričkih gorica, odnosno 86% pruge nalazi se u pravcu, dok samo 14 % u krivini. Najmanji polumjer krivine je 316 m na ulazu u kolodvor Karlovac. Najveći nagib nivelete iznosi 6,66 ‰. Ograničenja brzine na ovoj dionici iznose od 45 do 90 km/h.

Gradnja dionice Gyekenyes – Koprivnica – Zagreb započela je sredinom 1868. godine. Pruga prelazi Dravu neposredno ispod Gyekenyesa i kroz njenu dolinu prostire se prema Koprivnici. Od Koprivnice do Križevaca trasa je vođena dolinom Koprivničke rijeke. Najteži dio trase po primijenjenim elementima i geomehaničkim obilježjima je dionica između Lepavine i Carevdara gdje prelazi vododijelnicu savskog i dravskog sliva. Pruga je dugačka 104 km i nalazi se pretežno u ravničarskom terenu, čak 85,7 % pruge, izuzev dionice kod Lepavine. Najmanji polumjer krivine je 500 m, a najveći nagib nivelete iznosi 7 ‰. Korišteni su drveni impregnirani pragovi od hrasta i bukve. Brzine prometovanja ograničene su na većem dijelu pruge između 40 do 60 km/h te na manjem dijelu od 100 do 120 km/h.

U ljeto 1869. godine počeli su radovi na izgradnji pruge Karlovac – Rijeka. Obzirom na karakteristike i tehničke zahtjeve prugu dijelimo na dionice Karlovac – Moravica i Moravica – Rijeka. Dionicu Karlovac – Moravica možemo karakterizirati kao ravničarsku prugu jer nagibi nivelete ne prelaze 7 ‰. Trasa je duga 86,1 m i 46 % nalazi se u pravcu, a minimalni polumjer krivine iznosi 275 m. Dionica Moravica – Rijeka položena je na teškom terenu i ima karakteristike planinske pruge. Pretežno su primijenjeni minimalni polumjeri krivina od 275 m i maksimalni uzdužni nagibi od 25 ‰. Izbjegavani su veći tuneli i vijadukti zbog smanjenja troškova izgradnje pa ova dionica nije prilagođena prometovanju većim brzinama. Ukupna duljina pruge Karlovac – Rijeka jednaka je 176,24 km. Brzine vlakova ograničene su između 45 i 80 km/h [13-15] .

3.2.2. KOLOSIJEČNA KONSTRUKCIJA

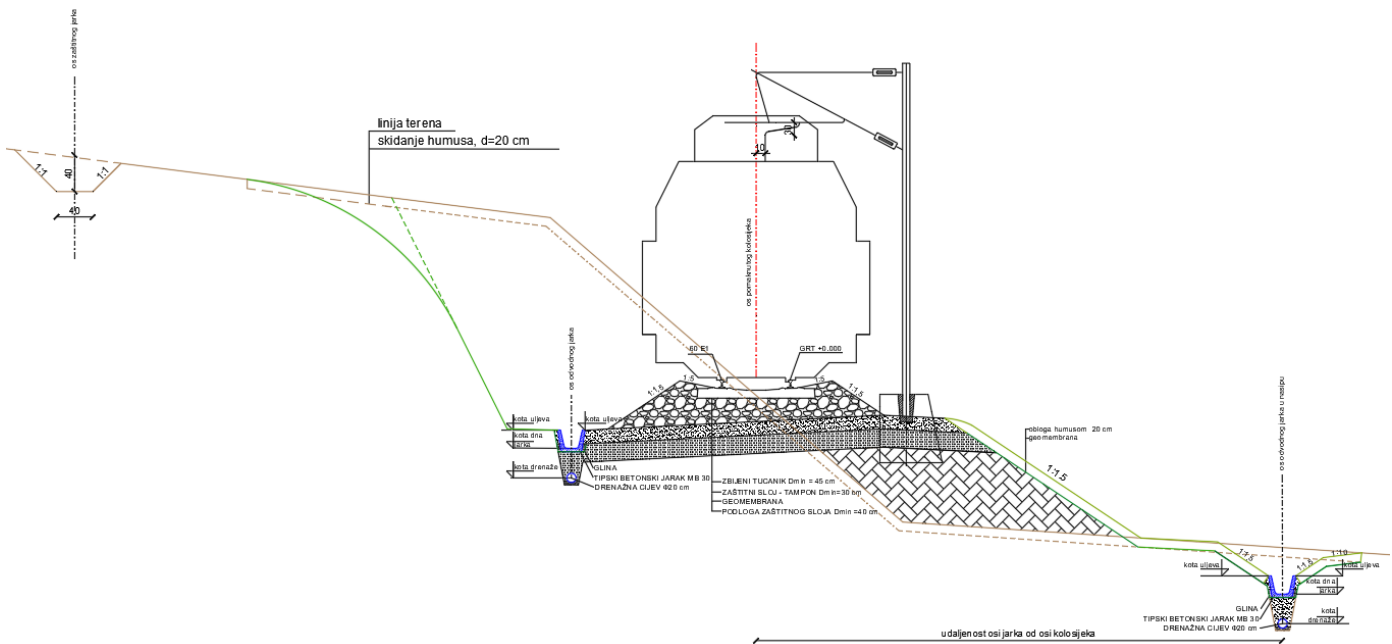
Kolosijeci su standardne širine, odnosno 1435 milimetara. Pruga je osposobljena da podnese opterećenje do 22,5 tone po osovini odnosno 8 tona po metru dužnom prema UIC (International Union of Railways) kategorizaciji odgovara modelu opterećenja D4. [16]

Na željezničkoj pruzi Rijeka-Zagreb-Budimpešta primijenjena je klasična kolosiječna konstrukcija sa zastornom prizmom. Kod ovog tipa kolosijeka tračnica se oslanja na drvene ili betonske pragove, a pragovi na zastornu prizmu. Tračnice su za pragove pričvršćene koristeći različite sustave pričvršćenja [16-17]. Normalni poprečni presjek kolosijeka sa zastornom prizmom prikazan je na slici 9.

Općenito, zastorni materijal treba biti dovoljno čvrst da se odupre lomu pod udarcem i abraziji zbog kontakta između čestica. Zastor ima zadaću osigurati vertikalnu i horizontalnu stabilnost kolosiječne rešetke na koju djeluju dinamička opterećenja tračničkih vozila i temperaturno naprezanje tračnica Također, treba biti dovoljno zbijen da se odupre bočnom udaru sile i mora držati pragove na mjestu. Kod dimenzioniranja zastorne prizme treba voditi računa o: vrsti

zastornog materijala, tipu tračnica, vrsti pragova, osnom razmaku pragova, nosivost podloge, parametri eksploatacije (osovinska opterećenja, brzine vlakova, učestalost prometa) [18].

Zastorna prizma mora bi izgrađena od kvalitetnog kamena ,od eruptivnih i sedimentnih stijena, očišćenog od ostalih štetnih materijala. Tučenac mora biti proizveden u kamenolomu od iste stijenske mase i ispitanih mehaničkih svojstava. Nagib pokosa zastora varira između 1:2,5 i 1:1,5 [17-18].



Slika 9. Normalni poprečni presjek kolosijeka za zastornom prizmom [19]

Tračnice preuzimaju vertikalne i horizontalne sile te ih preko male dodirne površine prenose na gornji pružni ustroj. Oslanjaju se na pragove u razmaku od 60 do 80 centimetara. Pričvršćene su za pragove elastično ili kruto pomoću pričvrsnog pribora koji služi još i za povećanje stabilnosti kolosijeka. Najčešće korištene tračnice su tračnice tipa 49E1 koje preuzimaju opterećenje do 200 kN i brzine vozila do 100 km/h te tračnice nove generacije tipa 60E1 koje preuzimaju opterećenje do 300 kN i brzine do 200 km/h [20].

Pragovi mogu biti drveni, betonski ili čelični izvedeni kao pojedinačni oslonci, poprečni pragovi, uzdužnih pragovi ili kao specijalne armirano-betonske konstrukcije. Najčešće se koriste drveni poprečni pragovi. Prednost drvenih pragova u odnosu na betonske i čelične je bolja prilagodba lošim terenima, jeftiniji su, jednostavnija im je izvedba, ravnomjerno prenose opterećenje te lakše održavaju i zamjenjuju [20].

4. DIONICA PRUGE KRIŽEVCI – KOPRIVNICA – DRŽAVNA GRANICA

Ova dionica je dio Mediteranskog koridora, odnosno nekadašnjeg koridora Vb Rijeka – Zagreb – Budimpešta. Pruga je jednokolosiječna, a trasa je izgrađena u pretežno nizinskom nasipu s iznimkom dionice na brdskom dijelu Križevci – Lepavina.

Nakon ulaska Republike Hrvatske u Europsku Uniju otvorile su se mogućnosti sufinanciranja projekata unaprjeđenja hrvatskih željeznica preko europskih fondova. Unazad nekoliko godina započela je obnova i veliko ulaganje u poboljšanje hrvatskih željeznica. Jedan od takvih projekata je i projekt „Rekonstrukcija postojećeg i izgradnja novog kolosijeka na dionici pruge Križevci – Koprivnica – državna granica“, koji je trenutno najveći infrastrukturni željeznički projekt RH u vrijednosti od 350 milijuna eura. Projekt se sufinancira iz Instrumenta za povezivanje Europe (CEF), a ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava sklopljen je 2016. između Izvršne agencije za inovacije i mreže (CINEA), na temelju ovlasti dobivene od Europske komisije, i HŽ Infrastrukture. Radovi se izvode uz stalno prometovanje vlakova na postojećoj pruzi što predstavlja problem izvođačima prilikom radova. Prikaz trase pruge nalazi se na slici 10 [4] [21].



Slika 10. Prikaz planirane pruge Križevci – Koprivnica – državna granica [4]

4.1. TRENUTNO STANJE PRUGE

Pruge je jednokolosiječna s velikim međukolodvorskim razmacima. Zbog zaustavljanja vlaka na kolodvorima, maksimalna duljina vlaka koji može prometovati na ovoj pruzi je 521 m. Ograničenje brzine za prometovanje vlakova iznosi 100 km/h na otvorenoj pruzi i 40 km/h u kolodvorima [4].

Trasa većim dijelom prolazi kroz poljoprivredna zemljišta i naselja te manjim dijelom kroz šumovite predjele. Postojeća željeznička pruga nalazi se većinom na nasipu visine od dva do tri metra, s iznimkom na dionici pruge od Vojakovačkog Kloštara do Carevdara, gdje je nasip visine 15 metara. Nasipi su izvedeni u nagibu pokosa koji varira od 1:1,5 do 1:2. Nasipi su mjestimično veoma niski, a u nekim dijelovima i neadekvatne širine što uzrokuje oštećenje zastorne prizme. Također, na dijelovima trase donji ustroj kolosijeka je u lošem stanju, odnosno potrebna je njegova rekonstrukcija.

Korištene su tračnice tipa 49E1 oslonjene na drvene impregnirane pragove. Minimalni radijus horizontalne krivine iznosi 452 m, a maksimalni nagib nivelete je 8‰.

Sadašnji odvodni sustav izveden je zemljanim i betonskim jarcima. Uzdužni nagibi kanala kreću se od 0,6 % do 1 %. Zemljani kanali nalaze se minimalno 0,2 metra ispod podloge, a široki su 0,35 m [22-23].

Navedena dionica pruge elektrificirana je sustavom izmjenične struje 25 kV, 50 Hz i osigurana APB–om (automatski blok), a relejni uređaji postavljeni su u stanicama [4].

APB je uređaj za osiguranje prometa na otvorenoj pruzi, odnosno između izlaznog signala na jednom kolodvoru i ulaznog signala na sljedećem kolodvoru. Područje između dva kolodvora dijeli se na prostorne odsječke. Za svaki prostorni odsječak odgovorna je jedna APB kućica sa pripadajućim APB uređajem koja je prikazana na slici 11. U kućici je smješten relejni uređaj čija je funkcija da isključi sustav ili signalizira opasnost ako se dogodi nekakav kvar ili smetnja [24].



Slika 11. Prikaz APB kućice. [24]

Postojeći sustav zaštite vlakova je autostop uređaj (AS) INDUSI (I 60). On informacije sa željezničke pruge prenosi na vučno vozilo u kretanju. Uzrokuje prisilno kočenje vlaka ako strojovođa ne reagira pravilno na nailazeće signalne znakove ili ako je brzina vlaka veća od dopuštene kada se autostopom kontrolira brzina vlaka. Trenutno je ugrađeno 1676 baliza frekvencije 1000 Hz, 2000 Hz i 500 Hz. Balize imaju svoju funkciju ovisno o jačini, a uključuju se kada se radi određenih događanja na pruzi. Balize frekvencije 2000 Hz uvode brzo kočenje vlaka kada glavni signal zabranjuje daljnju vožnju, kada je on neosvijetljen ili kada signalizira ograničenje brzine. Baliza frekvencije 1000 Hz zahtijeva od strojovođe potvrdu budnosti i smanjenje brzine vlaka na zadanu vrijednost prema kategoriji vlaka. Baliza 500 Hz namijenjena je provjeri brzine vlaka na određenoj udaljenosti ispred glavnog signala kod kojeg je aktivna baliza 2000 Hz. Životni vijek baliza je oko 15 godina [24].

Na pruzi se nalazi osam mostova od kojih je najveći most Drava dugačak 291 m, dok su ostali dužine do 24 m. Na dionici pruge nalazi se 13 željezničko - cestovnih prijelaza u razini te četiri cestovna podvožnjaka i jedan cestovni nadvožnjak [22-23].

4.2. PLAN PROJEKTA

Cilj projekta „Rekonstrukcija postojećeg i izgradnja novog kolosijeka na dionici pruge Križevci – Koprivnica – državna granica“ je izgraditi dvokolosiječnu prugu koja omogućava brže prometovanje vlakova uz povećanu sigurnost te ju prilagoditi normama intermodalnog prijevoza i TEN – T mreže Europe.

Izvodit će se radovi rekonstrukcije postojećeg kolosijeka i radovi uspostave novog kolosijeka ukupne duljine 42,6 kilometara. Trasa pruge biti će skraćena sa 43,2 kilometra na 42,6 km. Na kolodvorima i stajalištima izgradit će se novi peroni, pothodnici i parkirališta. Također, planirana je modernizacija kontaktne mreže, elektroenergetskih postrojenja, signalno - sigurnosnih i telekomunikacijskih uređaja [4][21].

Cilj je postići brzine vlakova od 160 kilometar na sat, uz ograničenje prometovanja na 150 i 100 km/h u gradskim područjima. Pruga će u potpunosti biti elektrificirana sustavom izmjenične struje 25 kV, 50 Hz. Koristit će se tračnice tipa 60E1 međusobno zavarene u dugi trak tračnica i postavljene na prednapregnute betonske pragove na razmaku od 60 cm koje mogu preuzeti opterećenje od 300kN. Pragovi se postavljaju na sloj zastorne prizme minimalne debljine 40 cm. Najmanji polumjer krivine je 500 m, a najveći nagib nivelete iznosi 7 ‰. Nakon rekonstrukcije maksimalna dopuštena duljina vlakova biti će 750 m za teretne i 400 m za putničke vlakove, najveće dopuštene mase 25 t/o.

Na temelju analiza zaključeno je da većina postojećih objekata (mostovi i vijadukti) nije u skladu sa sadašnjim normama i ne mogu preuzeti propisana opterećenja te je odlučeno da će se oni srušiti i izgraditi novi. Zadržat će se cestovni podvožnjak i pješački podvožnjak na kolodvoru Koprivnica. Jedan od zahtjevnijih zahvata je izgradnja novog čeličnog mosta Drava sa dva kolosijeka i tri raspona od 100 m.

Uz izgradnju novih nasipa, također se izvode radovi na proširenju postojećih nasipa i poboljšanju njihove podloge. Postojeći nasipi izvedeni su s nagibom pokosa koji varira od 1:1,5 do 1:2. Izgradnja novih nasipa izvodi se u skladu sa geotehničkim projektom. Nasip se ovisno o vrsti materijala zbija vibracijskim valjcima i kompaktorima, a punjenje se vrši u slojevima debljine do 30 centimetara. Površina mora biti u nagibu od 5 % kako bi se osigurala drenaža.

Kako bi se osigurala učinkovita odvodnja, predviđen je dvostrešni nagib posteljice u iznosu od 5 % pomoću kojeg će se voda izljevati u odvodne jarke do odvodnih cijevi. Za veći dio trase predviđeni su zemljani trapezni jarci. Betonski jarci biti će postavljeni na mjesta gdje nedostaje prostora, to jest u usjecima kako bi se smanjili iskopi i na lokacijama gdje je uzdužni nagib rova prenizak za adekvatnu drenažu. Također, u sklopu sustava odvodnje planirana je izgradnja 18 propusta koji će međusobno biti povezani željezničkim kanalima [23][26].

Kao što je već spomenuto, sukladno pravilima TEN-T mreže, sve pruge moraju biti osigurane ERTMS sustavom za upravljanje željezničkim prometom. ERTMS sustav sastoji se od dva podsustava. Jedan sustav odnosi se na prugu, a drugi na sami vlak. Na taj način dolazi do konstantne razmjene informacija između stanja na pruzi i stanja u vozilu. Puštanje sustava u rad na ovoj dionici predviđeno je nakon završetka projekta. Također, sukladno s posljednjim pravilnicima, ETCS sustav razine 2 treba se ugraditi na svim željezničkim prugama TEN-T koridora. ETCS (eng. European Train Control System) je sustav u željezničkom prometu koji omogućuje prijenos upravljačkih informacija ograničenja brzine vlaka i nadzor reakcija strojovođe na dane informacije. Sustav uspoređuje brzinu vlaka s najvećom dopuštenom brzinom na određenoj dionici pruge. Ukoliko strojovođa propisano ne reagira na navedena ograničenja, sustav automatski upozorava te u krajnjem slučaju preuzima kontrolu nad sustavom za kočenje [25].

Projekt obuhvaća :

- rekonstrukciju dva kolodvora: Lepavina i Koprivnica
- izgradnju novoga kolodvora Novo Drnje
- rekonstrukciju četiri stajališta: Majurec, Carevdar, Vojakovački Kloštar i Sokolovac
- izgradnju novog stajališta Peteranec i prenamjena postojećeg kolodvora Mučna Reka u stajalište
- izgradnju sedam mostova, jedne galerije i triju vijadukta, od čega je jedan prijelaz za divlje životinje
- izgradnju osam cestovnih nadvožnjaka, triju cestovnih podvožnjaka i devet pothodnika
- izgradnju svodnih i paralelnih cesta uz trasu željezničke pruge
- radove na izgradnji i rekonstrukciji kontaktne mreže te ostalim elektroenergetskim postrojenjima
- radove na ugradnji novih elemenata i uređaja na signalno-sigurnosnome, prometno-upravljačkome i telekomunikacijskome sustavu [23]

Radi lakše organizacije i realizacije projekt je podijeljen u četiri faze:

- Faza A : Križevci – Lepavina

- Faza B : Lepavina - Koprivnica
- Faza C : Koprivnica – Novo Drnje
- Faza D : Novo Drnje – državna granica [23]

U tablici 1 navedeni su planirani kolodvori i stajališta nakon provedene rekonstrukcije pruge i izgradnje drugog kolosijeka.

Tablica 1 Planirani kolodvori i stajališta na pruzi nakon izvedenih radova [26]

BROJ	NAZIV	NAMJENA	POZICIJA[km]	BROJ KOLOSIJEKA
1	Majurec	stajalište	485+454,85	2
2	Vojakovački Kloštar	stajalište	480+961,07	2
3	Carevdar	stajalište	491+750,00	2
4	Lepavina	kolodvor	497+436,16	6
5	Sokolovac	stajalište	499+580,64	2
6	Mučna Reka	stajalište	504+123,63	2
7	Koprivnica	kolodvor	510+668,89	14
8	Peteranec	stajalište	515+498,27	2
9	Novo Drnje	kolodvor	520+197,89	6
10	Botovo	kolodvor	522+762,51	3

4.2.1. IZVOĐENJE GORNJEG USTROJA KOLOSIJEKA

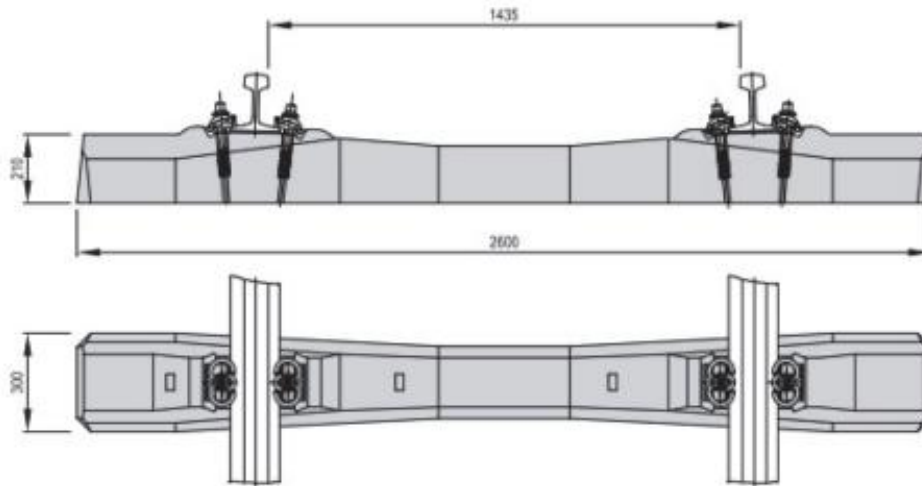
Nakon izvedbe donjeg ustroja ugrađuje se prvi sloj tucanika koji podupire pragove i sprečava pomicanje kolosijeka na krajevima pragova. Prvi sloj tucanika ugrađuje se finišerima i grejderima. Drugi i završni sloj ugrađuju se vagonom za tucanik nakon postavljanja tračnica, pragova i spojne opreme. Prvi sloj se zbija valjkom, a drugi podbijačicom u koju su unesene vrijednosti kota kako bi se postigla tražena projektna kota.

Tračnice duže od 100 m na gradilište se dopremaju posebnim transportnim vagonima i istovaruju odmah pored kolosijeka pomoću vagona i kolica za istovar.

Pragovi koji se ugrađuju su tipa B70, a dopremaju se na gradilište vagonima i poluprikolicama. Prikaz pragova nalazi se na slici 12. Ugrađuju se na prvi sloj tucanika uređajem koji je zakačen za željeznički bager. Uređaj istovremeno zahvaća četiri praga i postavlja ih na razmak od 60 cm sa odstupanjem od +/- 2 cm. Na pragove se postavljaju podtračnički podlošci na koje se tračnice ugrađuju posebnim uređajem zakačenim lancem za kraj bagera ili posebnim podiznim uređajem. Pričvrtni pribor koji se koristi su zatezna stezaljka i vijci za pragove. Zavarivanje tračnica izvodi se aluminotermijskom metodom zavarivanja. S obzirom da su tračnice određeno vrijeme izložen zavarivanju u njima se javlja napon koji je potrebno ukloniti. On se uklanja zagrijavanjem tračnica ili pomoću hidrauličkog izvlačaka.

Skretnice se također ugrađuju na prvi sloj tucanika pomoću dizalica, a pričvršćenje spojnih sredstava izvodi se tirfonkom.

Kada se na pojedinoj dionici izgradi novi kolosijek i pusti u promet, izvode se radovi na starom kolosijeku koji podrazumijevaju njegovu rekonstrukciju. Prvo se izvodi demontaža kolosijeka. Tračnice se režu na duljine od otprilike 20 m i zajedno sa pragovima odlažu pored kolosijeka te prikladno zbrinjavaju. Dalje se izvode radovi na poboljšanju stabilnosti donjeg ustroja. Kada su svi parametri zadovoljeni prelazi se na izgradnju gornjeg ustroja slično kao i kod novoizgrađenog kolosijeka [27].



Slika 12. Betonski prag B70 [28]

4.2.2. OBJEKTI NA PRUZI

Objekti koji se planiraju izgraditi su: mostovi, vijadukti podvožnjaci, nadvožnjaci, pothodnici, prijelazi za životinje i zaštitne konstrukcije.

Oni se razvrstavaju prema:

- gradivu : metalni i betonski
- položaju: na pružnoj trasi ili izvan nje
- položaju: na postojećoj ili novoizgrađenoj pruzi
- načinu izvođenja: monolitni i montažni

Betonske konstrukcije korištene su za rasponne maksimalne duljine 25 m. Razlog tome je veliko opterećenje željezničke dvokolosiječne pruge u usporedbi sa cestovnim opterećenjem. Potrebni su višestruko veći montažni nosači za jednake rasponne što stvara problem kod transporta i ugradnje. Za rasponne do 15 m kao optimalno rješenje odabrana je armiranobetonska monolitna ploča bez ležaja i prijelaznih naprava čime je osigurano jeftino i jednostavno održavanje. Kod raspona od 15 do 25 m predviđene su prednapete armiranobetonske ploče spregnute s armiranobetonskim nosačima temeljenim na pilotima. Čelične rasponske konstrukcije korištene su kod raspona većih od 25 m.

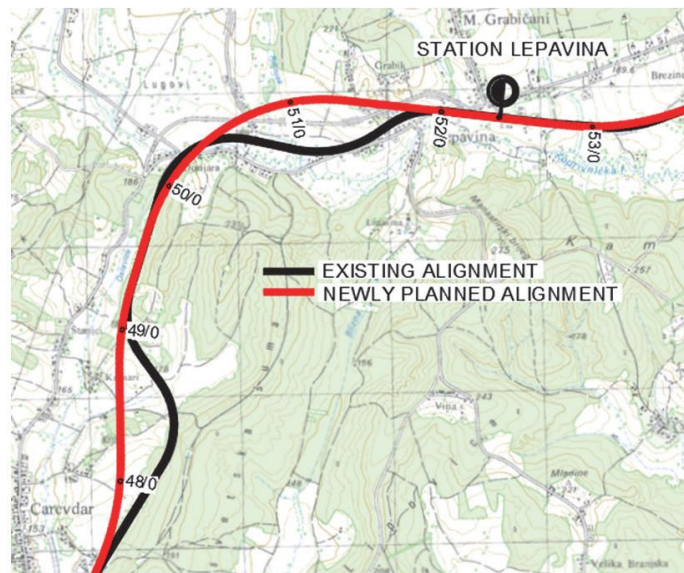
Obzirom na položaj prometni objekti na trasi dijele se na pružne objekte i cestovne objekte. Glavna razlika je opterećenje kojom je konstrukcija opterećena. Pružni objekti opterećeni su znatno većim opterećenjem za razliku od cestovnih, stoga se njihove konstrukcije veoma razlikuju.

Ako je izgradnja novog objekta planirana na novoj trasi pruge gradnja samog objekta ne ovisi o prometu na pruzi. U tim uvjetima moguće je odabrati optimalno rješenje neovisno o prometu. Prilikom gradnje objekata koji se nalaze na postojećem kolosijeku, problem se očituje u tome što trenutni promet ne smije biti zaustavljen na duže vremensko razdoblje. Sve konstrukcije moraju biti prilagođene tome, odnosno njihova izgradnja ne smije zahtijevati prekid prometa na više od 48 sati [29].

4.2.3. FAZA A

Faza A predstavlja modernizaciju dionice pruge od Križevaca do Lepavine dugačke 17,5 km. Najveći dio radova izvodit će se prije samog kolodvora Lepavina na dionici dužine 5 km, gdje će nova dvokolosiječna pruga biti sagrađena na novoj trasi. Nakon izgradnje nove pruge starom jednokolosiječnom prugom više neće prometovati vlakovi. Shema nove i stare trase prikazana je na slici 13.

Odlučeno je da se promijeni trasa pruge jer se žele izbjeći mali radijusi krivina, što je karakteristika stare pruge, odnosno gradnjom nove pruge postići će se veći radijusi koji omogućuju postizanje većih brzine vlakova.



Slika 13. Postojeća pruga(crna) i predviđena trasa nove pruge(crvena). [23]

Uz rekonstrukciju i izgradnju same pruge najznačajniji zahvati su:

- rekonstrukcija stajališta Majurec, Vojakovački Kloštar i Carevdar
- rekonstrukcija kolodvora Lepavina
- gradnja pružnih vijadukata Vojakovački Kloštar, Carevdar i Komari

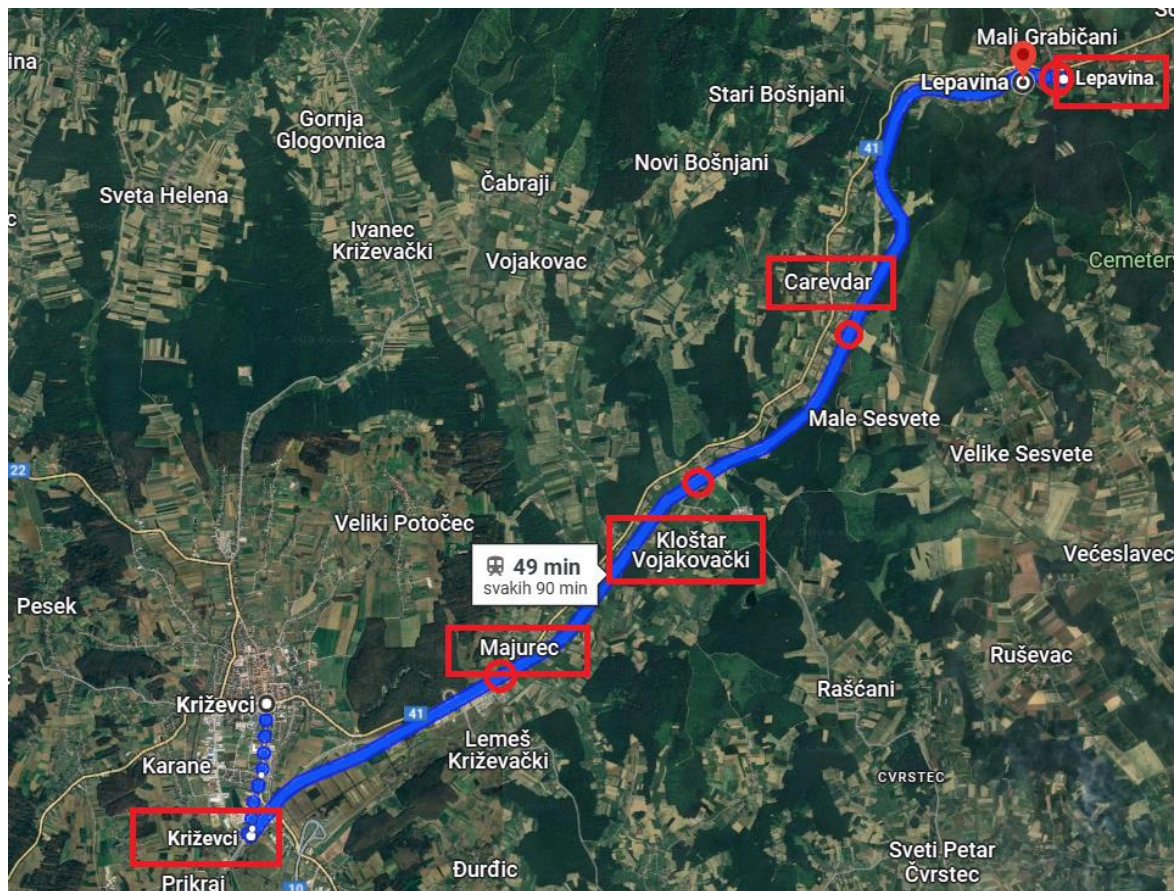
- izgradnja cestovnih nadvožnjaka Lepavina 1, Lepavina 2, Križevci i Vuk
- izgradnja podvožnjaka Vojakovački Kloštar [23]

4.2.4. REKONSTRUKCIJA STAJALIŠTA

U fazi A rekonstruiraju se stajališta Majurec, Vojakovački Kloštar i Carevdar koja se nalaze između kolodvora Križevci i Lepavina. Lokacije stajališta prikazane su na slici 14.

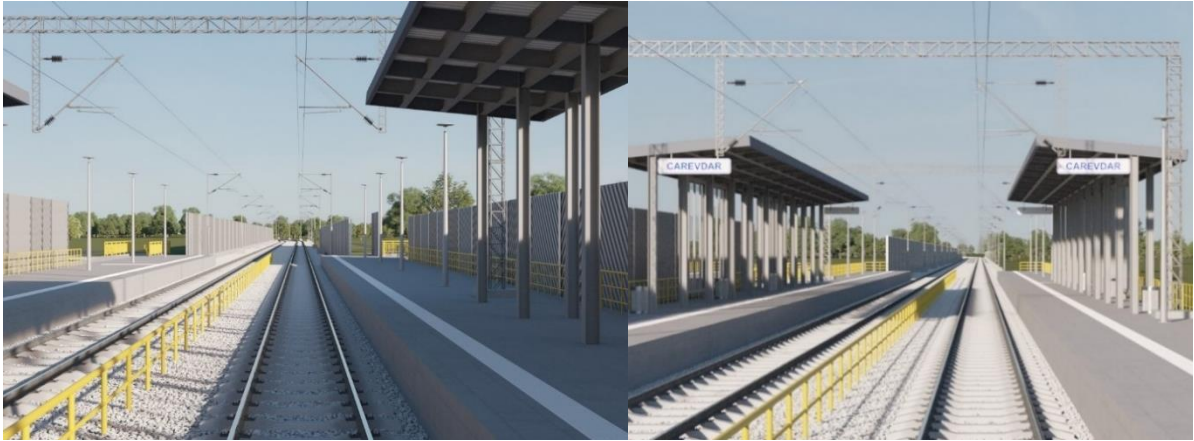
Dionica od Križevaca do Lepavine osigurana je prostornim signalima.

Postojeći peroni nalaze se uz kolosijek i dugi su 100 m. Stajališta nisu opremljena adekvatnom opremom te je potrebna njihova rekonstrukcija [30].



Slika 14. Prikaz željezničke pruge od Križevaca do Lepavine [31]

Kod rekonstrukcije stajališta izvode se radovi rekonstrukcije postojećeg kolosijeka, izgradnja novog kolosijeka te izgradnja pješačkih pothodnika. Planirana je izgradnja nadstrešnica, sigurnosnih ograda i modernizacija sigurnosno – signalnih uređaja. Također, gradi se i novi peron za drugi kolosijek. Vizualizacija stajališta prikazana je na 15 [23].



Slika 15. Vizualizacija stajališta Majurec i Carevdar [4]

4.2.4.1. KOLODVOR LEPAVINA

Kolodvor Lepavina je međukolodvor na pruzi M201 koji se nalazi u KM 497+631. To je najviši kolodvor na nadmorskoj visini 185,66 m. U njemu se odvija prijem i otprema putnika te prihvata i otprema vagonskih pošiljaka.

Kolosiječna mreža sastoji se od četiri glavna prijemna otpremna kolosijeka i tri sporedna kolosijeka. Prikaz kolodvora nalazi se na slici 16. Glavni kolosijeci prikazani su brojevima 2, 3, 4, i 5 od čega su drugi i treći kolosijek prijemno-otpremni kolosijeci za sve putničke vlakove, četvrti je glavni prolazni kolosijek, a peti je prijemno-otpremni kolosijek za teretne vlakove koji dolaze na križanje s drugim vlakovima. Također, povremeno služi kao kolosijek za deponiranje raspuštenih vlakova. Peron se nalazi između drugog i trećeg kolosijeka u duljini od 200m. Između ostalih kolosijeka su uređene površine koje nisu u skladu s EU normama i nisu prilagođene za osobe s invaliditetom [30].

Kolodvor Lepavina osiguran je sljedećim signalima:

- ulazni signal A (KM 496+818), a štiti skretnicu br. 1 (KM 497+314)
- ulazni signal B (KM 498+763), a štiti skretnicu br. 10 (KM 498+271)
- izlazni signal C2 (KM 497+518), a štiti skretnicu br. 5 (KM 497+458)
- izlazni signal C3 (KM 497+419), a štiti skretnicu br. 3 (KM 497+359)
- izlazni signal C4 (KM 497+500), a štiti skretnicu br. 2 (KM 497+347)
- izlazni signal C5 (KM 497+419), a štiti skretnicu br. 2 (KM 497+347)
- izlazni signal D2 (KM 498+165), a štiti skretnicu br. 8 (KM 498+225)
- izlazni signal D3 (KM 498+169), a štiti skretnicu br. 8 (KM 498+225)
- izlazni signal D4 (KM 498+162), a štiti skretnicu br. 9 (KM 498+237)
- izlazni signal D5 (KM 498+174), a štiti skretnicu br. 9 (KM 498+237) [30]

Nakon rekonstrukcije kolodvora, kolodvor imat će šest kolosijeka za prijem i otpremu vlakova. Glavni prolazni kolosijeci biti će treći i četvrti kolosijek.



Slika 16. Kolodvor Lepavina. [27]

Kolodvor će se osigurati elektroničkim signalno-sigurnosnim uređajima. Pristup peronu osiguran je pothodnikom. Također, rekonstruirat će se i zgrada samog kolodvora te nadstrešnice i sigurnosne ograde. Vizualizacija novog kolodvora prikazana je na slici 17 [4].



Slika 17. Vizualizacija kolodvora Lepavina [4]

4.2.4.2. VIJADUKTI

Pružni vijadukti Vojakovački Kloštar, Komari i Carevdar projektirani su kao statički sustavi proste grede oslonjene na sferne ležajeve. Imaju jednak rasponski sklop od predgotovljenih prednapetih armiranobetonskih nosača spregnutih s armiranobetonskom pločom raspona 25 m. Stupišta su monolitne armiranobetonske konstrukcije, a temeljeni su na pilotima. Vijadukti se razlikuju po visini stupova i broju raspona. Vijadukt Komari prikazan je na slici 18 [29].

Vijadukt Carevdar je najveći objekt na pruzi duljine 645 m (Slika 18). Predviđeno je da se prepliće sa još neizgrađenom brzom cestom od Križevaca do Koprivnice.

Poprečni presjek gornjeg ustroja je u obliku dvostruke T ploče s ukupnom visinom od 210 cm i širinom od 13,50 m. Visina stupova varira od 10,50 do 13,50 metara iznad tla.

Sustav samohodne skele "STRUKTURAS", koji će se koristiti za izgradnju gornje konstrukcije, prilagođen je ovom poprečnom presjeku, ali se može prilagoditi gotovo svim drugim oblicima poprečnih presjeka mostova. Sustav je jednostavan, s malim brojem unutarnjih pokretnih dijelova i komponenti, što omogućuje lakše rukovanje i rad.

Vijadukt se sastoji od 25 raspona duljine 25 m koji su izvedeni kao armiranobetske konstrukcije. Težina jednog raspona iznosi 615 t. Ležajevi su naizmjenično postavljeni, pomični i nepomični, radi zadovoljavanja stabilnosti [28].



Slika 18. Vijadukti Komari(lijevo) i Carevdar(desno) [4]

4.2.4.3. NADVOŽNJACI

Prema zakonima o preplitanju pruga i cesta, križanje u više razina potrebno je izvesti samo u slučaju križanja željeznice sa autocestom, cestom za prometovanje motornih vozila te državnom cestom. U svim ostalim slučajevima moguće je izvesti križanje u razini osigurano rampama.

Ovisno o tome nalazi li se nadvožnjak iznad nove ili postojeće konstrukcije razlikuje se njegova konstrukcija. Oni izvedeni iznad nove pruge sastavljeni su od integralne armiranobetske konstrukcije od tri do četiri raspona. Taj tip konstrukcije odabran je radi lakšeg održavanja i kao najjednostavnije rješenje. Nadvožnjaci iznad postojeće konstrukcije projektirani su tako da promet iznad pruge bude što kraće prekinut. Odabrana je konstrukcija od predgotovljenih prednapetih armiranobetskih elemenata spregnutih sa armiranobetonskom pločom. Stupovi i upornjaci sastavljeni su od armiranog betona i temeljeni na bušenim armiranobetonskim pilotima te projektirani na najsigurniji i najpouzdaniji način u slučaj udara vlaka u njih [29].

4.2.4.4. CESTOVNI PODVOŽNJAK

U ovoj fazi projekta izvodi se cestovni podvožnjak Vojakovački Kloštar prikazan na slici 19. On se izvodi ispod postojeće pruge. Tijekom njegove gradnje na dionici pruge privremeno je bio obustavljen promet. Izveden je kao okvirna konstrukcija sa armiranobetonskim elementima. Ispod razine pruge izvedena je cesta.

Općenito svi podvožnjaci na dionici pruge M201 projektirani su kao tipski, odnosno sve konstrukcije su jednake, a razlika im je u duljini [29].



Slika 19. Podvožnjak Vojakovački Kloštar [4]

4.2.5. FAZA B

Faza B odnosi se na dionicu pruge Lepavina – Koprivnica. Dionica je duga 13,2 km. Obuhvaća radove:

- rekonstrukcija kolodvora Koprivnica
- rekonstrukcija stajališta Sokolovac i prenamjena kolodvora Mučna Reka u stajalište
- izgradnja mosta Koprivnica
- izgradnja nadvožnjaka Sokolovac
- izgradnja prijelaza za životinje Velika Mučna
- izgradnja podvožnjaka Ivanečki [23]

4.2.5.1. KOLODVOR KOPRIVNICA

Jedan od najzahtjevnijih pothvata je rekonstrukcija kolodvora Koprivnica. Kolodvor je vrlo važan zbog blizine Mađarske granice, a problem predstavlja složeni splet kolosijeka koji moraju biti izvedeni. Osim toga potrebna je dobra organizacija poslova jer se rad kolodvora ne smije prekidati, a promet se mora nesmetano odvijati, stoga je potrebno složeno planiranje i preusmjeravanje prometa. Također, izvode se radovi na gornjem pružnom ustroju i na sigurnosno – signalnom upravljačkom sustavu [26]

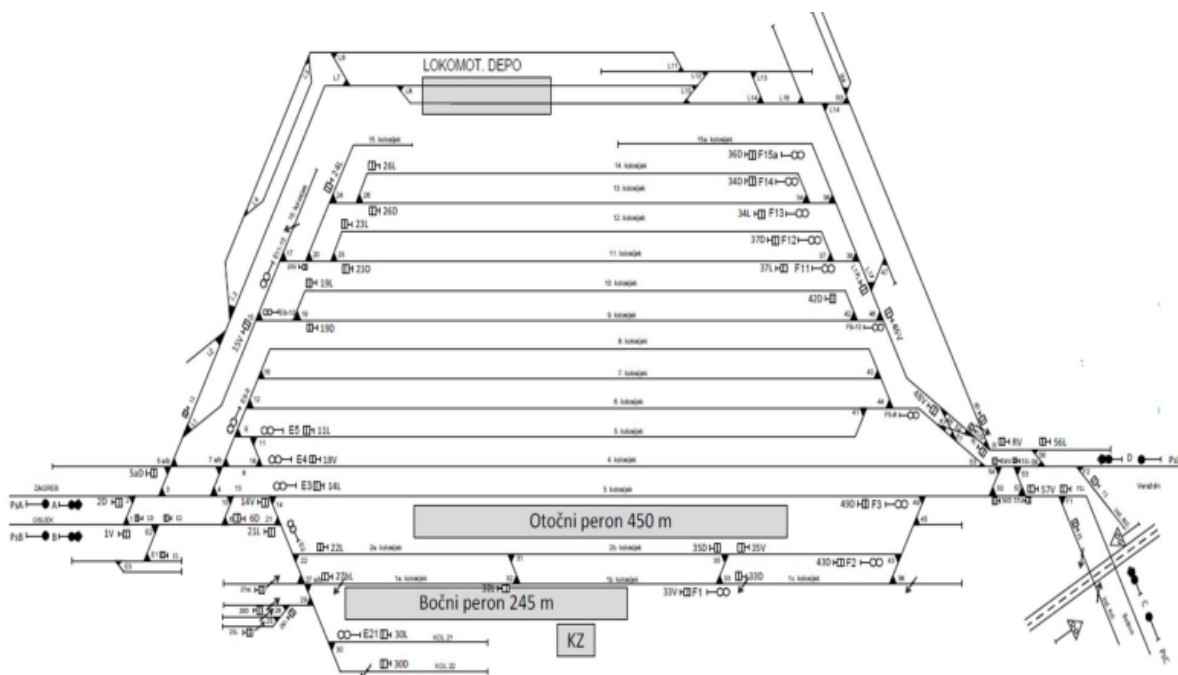
Nadmorska visina kolodvora je 131,5 m. S obzirom na funkcije koje kolodvor obavlja kategoriziran je kao ranžirni, rasporedni i granični. Na kolodvoru se sastavljaju i rastavljaju teretni vlakovi, stoga je na sporednim kolosijecima omogućeno manevriranje vlakova. Također, na kolodvoru se odvija regulacija prometa, vlakovi se uvode u promet ili otkazuju. Kolodvor je otvoren je za potpuni prijem i otpremu putnika i vagonskih pošiljaka u unutarnjem i međunarodnom prometu. On je sukladno sporazumu i odredbama kategoriziran kao granični od strane RH i Mađarske te ima funkciju komunikacije i reguliranja prometa između dvije susjedne željezničke uprave.

Trenutno su kolosijeci na kolodvoru podijeljeni u više skupina s obzirom na svoju funkciju. Podjela kolosijeka obzirom na funkciju je:

- kolosijeci namijenjeni za prijem i otpremu putničkih vlakova : 1, 2, 2a, 2b, 3 i 21
- kolosijeci za prijem i otpremu teretnih i lokomotivskih vlakova : 4, 5, 6, 7 i 8
- kolosijeci za ranžiranje i otpremu teretnih i lokomotivskih vlakova : 9, 10, 11, 12, 13 i 14

Schema kolosijeka prikazana je na slici 20. Glavni prolazni kolosijek je treći kolosijek. Peron se nalazi između drugog i trećeg kolosijeka, a dugačak je 451m. Između ostalih kolosijeka su uređene površine koje nisu u skladu s EU normama i nisu prilagođene za osobe s invaliditetom. Kolodvor Koprivnica osiguran je relejnim SS uređajem tipa Sp Dr L 30 "ISKRA -LORENZ". Induktivni uređaj za automatsko zaustavljanje I 60 koristi se radi sigurnosti postaje. Također, ugrađeni su i granični signali zbog podijeljenosti kolosijeka koji se postavljaju na granici između kolodvorskog područja i lokomotivskog depoa te na mjestima gdje iz tehničkih razloga nije moguća ugradnja manevarskog signala za zaštitu voznog puta.

Najveća dopuštena brzina prolaska kroz kolodvor je 80 km/h, a u skretanje iznosi 35 km/h. Trenutno stanje kolodvora Koprivnica prikazano je na slici 21 [30].

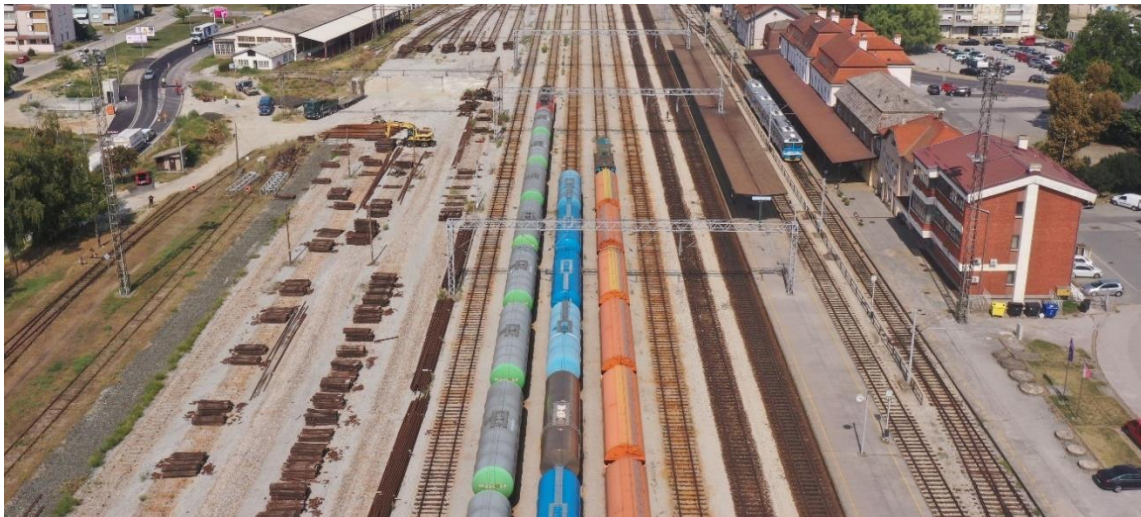


Slika 20. Shema kolodvora Koprivnica. [30]

Prije početka rekonstrukcije kolodvora Koprivnica, potrebno je najprije otvoriti kolodvor Novo Drnje za promet kako bi se teretni vlakovi mogli premjestiti. Nakon toga, promet će biti preusmjeren na kolosijeke 9-15, a zatim će se pristupiti rekonstrukciji preostalog dijela kolodvora [28].

Nakon rekonstrukcije kolodvora dionica od Lepavine do Koprivnice osigurat će se ERTMS sustavom za upravljanje željezničkim prometom Glavni prolazni kolosijeci biti će kolosijeci 3 i 4 [4].

Također, u sklopu kolodvora planirana je izgradnja dva podvožnjaka, jedan pješački, a drugi biciklistički. Pješački pothodnik biti će širine četiri metra i dužine 175 m. Nalaziti će se na mjestu postojećeg pothodnika kod kolodvorske zgrade, a drugi kraj prolaziti će ispod Zagrebačke ceste. Površina oko izlaza iz pothodnika uredit će se sadnjom ukrasnog drva i grmlja. Na slici 22 prikazana je vizualizacija kolodvora Koprivnica [4].



Slika 21. Prikaz kolodvora Koprivnica stanju.[28]



Slika 22. Vizualizacija kolodvora Koprivnica [4]

4.2.5.2. MOST KOPRIVNICA

Za most Koprivnica odabrana je okvirna konstrukcija koju čine armiranobetonska ploča oslonjena na naglavnu gredu i armiranobetonske pilote. Prvo se izvodi izgradnja mosta na novom kolosijeku, a potom na postojećem. Tijekom izgradnje novog nasipa, nasip postojeće pruge osigurava se talpama. Kada se dovrši gradnja novog kolosijeka, promet se preusmjerava na njega i izvodi se rekonstrukcija postojećeg. Most se temelji načinom dubokog temeljenja zbog loših karakteristika tla i relativno visoke razine podzemne vode [29].

4.2.5.3. PRIJELAZ ZA ŽIVOTINJE VELIKA MUČNA

Prijelaz se nalazi na mjestu gdje se postojeći kolosijek renovira, a uz njega se gradi drugi. Trebalo je zadovoljiti uvjet da se promet prekida na najkraći mogući period i uvjet da se stabilnost postojeće trase ne narušava. Zbog toga izvedena je montažna rasponska konstrukcija sa dubokim temeljenjem na bušenim pilotima. Plitko temeljenje nije bilo moguće izvesti jer bi se dogodila dodatna slijeganja postojeće pruge i nedozvoljeno vitoperenje.

Najprije su izvedeni bušeni piloti i naglavna greda uz minimalne iskope, zatim armiranobetonski zidovi okvirne konstrukcije. Kasnije su postavljene montažne ploče zalivene betonom koje zajedno sa ostalim elementima čine okvirnu konstrukciju. Prije zatrpavanja zemljanim materijalom postavljena je hidroizolacija. Prijelaz za životinje prikazan je na slici 23 [29].



Slika 23. Prikaz prijelaza za životinje Velika Mučna [4]

4.2.6. FAZA C

U fazu C projekta ubrajamo stajalište Petrevec i kolodvor Novo Drnje. Najznačajniji radovi u ovoj fazi su :

- izgradnja mosta Gliboki
- izgradnja nadvožnjaka Danica
- izgradnja kolodvora Novo Drnje
- izgradnja stajališta Petrevec

4.2.6.1. MOST GLIBOKI

Most Gliboki izveden je na sličan način kao most Koprivnica. Ima okvirnu armiranobetonsku konstrukcija koju čine armiranobetonska ploča oslonjena na gredu i armiranobetonske pilote. Nasip je osiguran talpama. Također je odabrano duboko temeljenje radi loših karakteristika tla i relativno visoke razine podzemne vode. Prikaz mosta nalazi se na slici 24 [29].



Slika 24. Prikaz mosta Gliboki. [4]

4.2.6.2. KOLODVOR NOVO DRNJE

Kolodvor Novo Drnje je novoizgrađeni kolodvor na pruzi M201 i nalazi se u km 75+158. To je međukolodvor između Koprivnice i državne granice.

Postojeći kolodvor Drnje zatvorit će se, odnosno prometovanje vlakova kroz njega više neće biti moguće, a sav promet preusmjerit će se na kolodvor Novo Drnje. Trenutno stanje kolodvora prikazano je na slici 25 [29].

Radovi na izgradnji kolodvora podijeljeni su na slijedeće faze:

- dogradnja novog desnog kolosijeka od km 73+560 do km 74+208
- izgradnja južnog dijela kolodvora Novo Drnje
- izgradnja sjevernog dijela kolodvora Novo Drnje
- rekonstrukcija postojećeg kolosijeka od km 73+560 do km 74+208

- uklanjanje kolosijeka i drugih objekata u kolodvoru Drnje
- izgradnja spojnog industrijskog kolosijeka i ugradnja skretnica

Kolodvor će imati šest kolosijeka od kojih je jedan putnički prijemno – otpremni, drugi i treći kolosijek su glavni prolazni kolosijeci, a kolosijeci 4, 5, i 6 biti će ranžirno – otpremni. Također, izvode se radovi postavljanja sigurnosnih ograda i izgradnja dva perona sa nadstrešnicama. U sklopu kolodvora nalazit će se parkiralište.

Svaki od kolosijeka biti će osiguran je izlaznim dvoznačnim kolosiječnim signalima. Dionica od Koprivnice do Novog Drnja osigurat će se ERTMS sustavom za upravljanje željezničkim prometom [28] [4].



Slika 25. Prikaz kolodvora Novo Drnje [4]

4.2.6.3. CESTOVNI NADVOŽNJAK DANICA

Cestovni nadvožnjak Danica izgrađen je u svrhu spajanja državnih cesta DC-41 i DC-20. Povezuje državnu cestu prema Mađarskoj i industrijsku zonu u Koprivnici. Priključak dvije državne ceste dug je 832 m. Projekt ovog nadvožnjaka jedan je od ključnih jer se njegovom izgradnjom zatvara željezničko – cestovni prijelaz u razini.

Obzirom da je nadvožnjak građen iznad postojeće pružne trase, odabrana je konstrukcija od predgotovljenih prednapetih armiranobetonskih elemenata, a stupovi i upornjaci temeljeni su na armiranobetonskim pilotima. Nadvožnjak je prikazan na slici 26.

Osim nadvožnjaka izgrađen je pješačko-biciklistički pothodnik Danica koji prolazi ispod postojeće pruge [29].



Slika 26. Prikaz cestovni nadvožnjaka i pješačko – biciklistički podvožnjak Danica [4]

4.2.7. FAZA D

Faza D projekta obuhvaća dionicu od Novog Drnja do državne granice. Najznačajnija konstrukcija u ovoj fazi projekta je most Drava, ujedno i jedan od najvažnijih i najzahtjevnijih objekata na pruzi M201.

4.2.7.1. MOST DRAVA

Postojeći most na Drave nalazi se na izlaznoj strani kolodvora Botovo prema mađarskoj granici. Sagrađen je 1962. godine i od tada je više puta obnavljan. Nakon analize mosta, ustanovljeno je da nije isplativa rekonstrukcija mosta te je odabrano rješenje građenja novog dvokolosiječnog mosta Drava. Kada se izgradi novi dvokolosiječni most, stari most Drava će se ukloniti. Prikaz novog i starog mosta Drava nalazi se na slici 28.

Postojeći most je jednokolosiječan. Prelazi preko rijeke Drave pod kutom od oko 50° i nalazi se u pravcu. Obzirom na statički sustav, most je kontinuirani nosač na tri raspona, izveden kao čelična rešetkasta konstrukcija. Ukupna duljina mosta iznosi 301,3m. Posljednja sanacija mosta Drava Botovo bila je izvedena 2017 godine. Saniran je temelj stupa S3 kako bi se spriječila erozija temeljne stope i osigurala stabilnosti mosta. Također, izvedeno je ojačanje mosta, odnosno postavljanje novoga armiranobetonskog plašta oko stupa S3 i ojačanje njegovih ležajeva. Čelična konstrukcija zaštićena je antikorozivnom zaštitom [33-35].

Novi most Drava jedan je od najvećih objekata na trasi sa najvećim rasponskim sklopom. Svaki raspon dug je 100 m. Širina mosta iznosi oko 11 m, a duljina otprilike 300 m. Izveden je kao čelična rešetkasta konstrukcija od tri raspona sa dva stupa i dva upornjaka koji su temeljeni na 134 pilota ukopanih na trideset metara dubine. Most je prikazan na slici 27 [34] [4].

Građenje se izvodi metodom uzdužnog potiskivanja koja je prvi puta primijenjena kod izgradnje željezničke konstrukcije u Hrvatskoj. Tehnološki postupci gradnje mosta su:

- Izrada nasipa od upornjaka U1 do stupa S1. Na temelju podataka dobivenih od DHMZ (Državni hidrometeorološki zavod) odlučeno je da se nasip neće učvršćivati talpama jer je vjerojatnost plavljenja vrlo mala.
- Izrada nasipa od stupa S1 do stupa S2 koji se zaštićuje talpama.
- Izgradnja privremenog mosta na pristupnoj rampi S1 – S2. izvodi se privremeni most od prefabriciranih armirano – betonskih greda debljine 50 cm.
- Podbijanje vanjskog oboda talpi. Odabrani tip talpi je „Larssen“ 22 10/10, a dubine zbijanja kreću se od 7,00 m sa bočne strane prije pristupa mostu, do 16,00 m. One su određene su statičkim proračunom.
- Izrada temelja (bunara)
- Izrada stupova
- Montaža rasponske konstrukcije [28]

Most se oslanja na dva upornjaka i dva stupa. Upornjaci su puni i u obliku slova U i temeljeni na 15 pilota, dužine 37 m i promjera 150 cm. Stupovi su punog eliptičnog poprečnog presjeka, a visina stupa S1 iznosi 7,71 m, dok je stup S2 visok 11,10 m. Na vrhu stupova nalazi se nosiva greda na kojoj su smještene su nosiva postolja koja podržavaju trajnu konstrukciju mosta.

Čelična konstrukcija povlači se pomoću preša preko dodatne konstrukcije na upornjaku, koristeći dvije čelične šipke tipa "feyssibar". Freyssibar se sastoji od više segmenata dužine 5,8 m, s ukupnom dužinom od 35 m, poduprt konstrukcijom skele. Cijeli sustav klizi po betonskim osloncima i teflonskim pločama. Zbog progiba konstrukcije, koji je iznosio gotovo 90 cm, izrađen je poseban kljun kako bi se omogućio prijelaz konstrukcije na stupove S1 i S2. Naguravanje se izvodilo u dvije faze.

U prvoj fazi, konstrukcija je povučena za 100 m odnosno do stupa S1. Tijekom lansiranja, kretanje konstrukcije stalno se prati, a smjer se ispravlja bočnim vodilicama ako se dogodi bočni pomak.

U drugoj fazi, most se povlači posljednjih 200 m, čime se dolazi do stupa S2 i konačnog položaja na upornjaku U2. Kao i u prvoj fazi, smjer kretanja se kontinuirano prati i po potrebi ispravlja bočnim vodilicama [28].

Radovi na obali uključuju sklapanje konstrukcije mosta varenjem, pjeskarenje i bojanje mosta [4].



Slika 27. Prikaz rasponske konstrukcije novog mosta Drava [4]

Vrijednost projekta izgradnje novog mosta iznosi 26,3 milijuna eura. Utrošeno je otprilike 6000 metara kubnih betona i 400 tona čelika uključujući rasponsku konstrukciju i armaturu [4].



Slika 28. Prikaz novog i starog mosta Drava [4]

4.3. TRENUTNO STANJE PROJEKTA

Prema zadnjim izvještajima izvedeno je otprilike dvije trećine radova na projektu, a dosad je u promet ukupno pušteno 20 km nove pruge [4].

Trenutno se izvode radovi na dionicama D i A, dok na dionici C nema radova. Na dionici D trenutno se radi na rekonstrukciji starog, lijevog kolosijeka na potezu od kilometra 76+500 do 77+600. Na dionici C trenutno nema aktivnosti, ali će uskoro početi radovi na gornjoj konstrukciji starog, lijevog kolosijeka od kilometra 66+800 do 72+000, gdje je novi kolosijek već izgrađen i u prometu. Na dionici A izvode se radovi polaganja tucanika od kilometra 50+100 do 50+700 [28].

Radovi koji se očekuju u tekućoj i sljedećoj godini su preusmjeravanje velikog dijela prometa na novoizgrađenu prugu kako bi se preostali radovi na postojećem dijelu pruge mogli završiti.

Tako je planirano preusmjeravanje prometa krajem listopada kada se planira otvoriti promet na novoizgrađenu dionicu otvorene pruge i dijela kolodvora ukupne duljine 20 km od stajališta Majurec do stajališta Mučna Reka. Preusmjeravanje će započeti prije stajališta Majurec, gdje će se promet vlakova usmjeriti na novi ,budući lijevi, kolosijek preko vijadukata Carevdar i Komari te kroz dio kolodvora Lepavina te budući lijevi kolosijek otvorene pruge na dionici Lepavina – Mučna Reka. Nakon što se preusmjeri promet omogućit će se daljnja rekonstrukcija preostalog dijela otvoren kolosijeka i kolodvora Lepavina. Planirano je da se na tom dijelu pruge svi građevinski radovi završe u prvoj polovici 2025. godine [4][36].

Radovi koji su najavljeni za 2025. godinu je rekonstrukcija kolodvora Koprivnica, što je jedan od najzahtjevnijih zahvata koji su preostali. Problem predstavlja preusmjeravanje i organiziranje prometa. Planirano je najprije kolodvor Novo Drnje pustiti u promet i premjestiti teretne vlakove i zatim započeti s rekonstrukcijom Kolodvora Koprivnice [28].

Cilj je postići sve rokove, a završetak projekta najavljuje se do kraja 2025. godine [4].

5. ZAKLJUČAK

Važnost željeznice očituje se u tome što je ona ekonomski i ekološki najisplativiji oblik kopnenog prometa. Također, pruža najveću udobnost i sigurnost prilikom vožnje.

Trenutno stanje željeznica u Republici Hrvatskoj ne odgovara europskim standardima. Pruge su jednokolosiječne, stajališta i kolodvori nisu opremljeni prikladnom opremom, a vlakovi prometuju manjim brzinama zbog čega je smanjena propusna moć. Potrebna su velika ulaganja u infrastrukturu kako bi se postigli zadovoljavajući standardi. Uvrštavanjem RH na četiri koridora TEN-T mreže, otvorile su se mogućnosti za sufinanciranje iz europskih fondova i ulaganje u željezničku infrastrukturu.

Najvažnija dionica za RH je dionica pruge Rijeka – Zagreb – Budimpešta koja je sastavni dio Mediteranskog koridora te povezuje Sjeverni Jadran sa unutrašnjom i istočnom Europom. Najveći projekt koji se izvodi je projekt „Rekonstrukcija postojećeg i izgradnja novog kolosijeka na dionici pruge Križevci – Koprivnica – državna granica“. Izgradnjom nove kolosiječne pruge omogućit će se veće brzine prometovanja vlakova i veća propusna moć željeznice te bolja integracija hrvatskih čvorišta u TEN-T mrežu.

Gradnja pruge započela je 2020. godine. Trasa postojeće pruge će se skratiti, izgradit će se drugi kolosijek uz postojeću prugu. Također cijela pruga bit će elektrificirana, a vlakovi će moći postići brzine od 160 km/h. Najzahtjevnija dionica je dionica od Križevaca do Lepavine jer se na tom dijelu gradi potpuno nova dvokolosiječna pruga na drugoj lokaciji.

Najveći problem pri realizaciji projekta je to što se ne smije prekidati promet u duljem vremenskom periodu na postojećem kolosijeku. Zbog toga potrebna su detaljna planiranja radova i preusmjeravanje prometa na druge dionice ili omogućiti putnicima prometovanje drugim vrstama prijevoza.

Izvedbom ovog projekta omogućit će se uvođenje visokokvalitetnog prigradskog prijevoza putnika, povećanje mobilnosti, povećanje doprinosa javnog putničkog prijevoza. Projekt je u vrijednosti 350 milijuna eura, a kraj radova predviđa se 2025. godine.

POPIS LITERATURE

- [1] Affuso L, Masson J, Newbery D.: *Comparing investments on new transport infrastructure: Roads vs. Railways*, NERA and London Business School, Department of Applied Economics, University of Cambridge, 2023.
- [2] Stamenković D, Vasin L, Milošević M. *Road and rail freight transport*. The sixth International Conference of Transport and Logistic, (TIL); 2017.
- [3] Leksikografski zavod Miroslava Krleža
Dostupno: <https://tehnika.lzmk.hr/zeljeznicki-promet/> [Pristupljeno : 10.rujna2024.]
- [4] HŽ – infrastruktura. Dostupno: <https://www.hzinfra.hr/> [Pristupljeno : 5.kolovoza2024.]
- [5] Europska komisija
Dostupno: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en [Pristupljeno : 5.kolovoza2024.]
- [6] Abtolini A.: *Common – Environmental issues, TEN-T: TEN-T network as key instrument to ensure better connectivity within the EU and neighbouring countries, including Ukraine and Moldova*, The Nippon Foundation; 2023
- [7] Vlada Republike Hrvatske
Dostupno: <https://vlada.gov.hr/vijesti/povijesna-odluka-za-hrvatsku-u-okviru-ten-t-mreze-bit-ce-uvrstena-na-dva-dodatna-prometna-koridora/40603> [Pristupljeno : 7.srpnja 2024.]
- [8] *Uredba o razvrstavanju željezničkih pruga*. Narodne novine, br. 32/19. i 20/21
- [9] Vilke S, Šantić L, Smojver Ž.: *Luka Rijeka – referentna točka prometnog koridora Podunavlje – Jadran, Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa*, 2011; 3-4; 219 - 223
- [10] Žgaljić S, Perkušić Z, Schiozzi D.: *Značenje multimodalnog, intermodalnog i kombiniranog prijevoza u razvoju pomorskih prometnica*, Pomorski zbornik; 2015.
- [11] Božičević J.: *Prometna valorizacija Hrvatske*, Zagreb: HAZU Znanstveni savjet za promet; 1992.
- [12] Šubat. D.: *Intermodalni prijevoz u Hrvatskoj s prijedlogom programa smjernicama razvoja*, 2. izdanje, Zagreb: Željeznička tiskara; 2009.
- [13] Lakušić S.: *Kvaliteta prometne infrastrukture - ključ razvoja gospodarstva*, Zagreb: Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2015.
- [14] Mikulić J.: *Željezničke pružne građevine – projektiranje, gradnja i održavanje*, Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske; 1999.
- [15] Alačević J.: *Građenje željeznica*, Zagreb: Nakladni zavod hrvatske; 1950.

- [16] Stipetić A.: *Gornji ustroj željezničkog kolosijeka*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2008.
- [17] Sluganović V, Lakušić S, Lazarević D.: Modeliranje kolosiječnog zastora prizme metodom diskretnih elemenata, *Građevinar*, 2019; str. 589-600
- [18] Lakušić S.: *Gornji ustroj željeznica*, Predavanja za studente, Zagreb; 2006. Dostupno: https://www.academia.edu/25141897/SVEU%C4%8CILI%C5%A0TE_U_ZAGREBU_GORNJI_US_TROJ_%C5%BD_E_L_J_E_Z_N_I_C_A_Stjepan_Laku%C5%A1i%C4%87 [Pristupljeno : 13. rujna 2024.]
- [19] Vranešić K.: *Idejno rješenje rekonstrukcije pruge Zagreb- Rijeka, dionica Oštarije-Delnice*, Diplomski rad, Zagreb: Građevinsku fakultet, Sveučilište u Zagrebu; 2015.
- [20] Kostelić H.: Praćenje ispravnosti konstruktivnih elemenata gornjeg pružnog ustroja, *Željeznice 21*, 2022; 2; str. 13-24.
- [21] Bogdan. A.: Modernizacija pruge – konkurentnost koridora među regijama, *Željezničar*, 2022; 5; str. 4-7.
- [22] Petrović P.: *Željeznička pruga Botovo – Koprivnica – Dugo Selo*, Koprivnica: RO Željeznički prijevoz; 1987.
- [23] Belinić B, Šantek P.: Detailed design of stage a Križevci-Koprivnica railway corridor, *Cetra*; 11.-13. svibnja 2022; Pula; str. 121-126
- [24] Matanić D.: Sučelje između relejnog automatskog pružnog bloka i elektroničkoga željezničko – cestovnog prijelaza, *Željeznice 21*, 2019; vol. 18 br. 3; str. 7-14
- [25] Ministarstvo mora prometa i infrastrukture
Dostupno: https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Nacinalni%20provedbeni%20plan%20TSI%20PUSS%2022-01_18.pdf [Pristupljeno : 13. rujna 2024.]
- [26] Opačić N, Zboromirska J.: Railway M201, section Križevci – Koprivnica – state border: upgrade and construction of second track; *Cetra*; 28.-30. travnja 2022; Split; str. 59-64
- [27] Intervju s inženjerom Nikicom Kordom, Zagreb, 16.09.2024.
- [28] Zovkić I, Lakušić S.: Trajnost armiranobetonskih željezničkih pragova, 5. simpozij doktorskog studija građevinarstva; 2019; str. 151 - 162
- [29] Pezer M.: Metalne i betonske građevine prometne infrastrukture na željezničkoj pruzi M201 na dionici Križevci – Koprivnica – državna granica; *Željeznice 21*, vol. 15 br. 4, 2016.
- [30] Herceg A.: *Modeliranje i analiza učinkovitosti željezničkog prometa na relaciji Zagreb glavni kolodvor – Dugo Selo – Koprivnica*, Diplomski rad, Zagreb, Pomorski fakultet, Sveučilište u Zagrebu; 2015.
- [31] Google maps

Dostupno:https://www.google.com/maps/@45.9212814,16.411106,11z?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MDkxMC4wIKXMDS0ASAFQAw%3D%3D [Pristupljeno : 10 rujna2024.]

[32] Zadro I.: Završene dvije trećine najvećeg željezničkog projekta u Hrvatskoj, *Građevinar*; svibanj 2024; str. 4-7

[33] Skrba D, Lalić D.: Sanacija željezničkog mosta Botovo ; *Željeznice 21*, vol. 16 br. 2, 2017; str. 27-33

[34] Miša Ž.: Kolodvor Botovo odlazi u povijest; *Građevinar*; srpanj 2024; str. 14-23

[35] Miša Ž.: U promet pušten gotovo kilometar nove pruge između Križevaca i Lepavine; *Građevinar*; kolovoz 2024; str 4-5

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz koridora TEN-T mreže [5]	8
Slika 2. Prikaz koridora Rajna – Dunav [6]	9
Slika 3. Prikaz koridora Baltik – Jadran kroz RH [6].....	10
Slika 4. Koridor Zapadni Balkan – Rajna – Mediteran kroz RH [6].....	11
Slika 5. Mediteranski koridor kroz RH [6]	12
Slika 6. Podjela željezničkih pruga u RH [4]	13
Slika 7. Dionica pruge Rijeka – Zagreb – Budimpešta kroz Republiku Hrvatsku [6]	15
Slika 8. Prikaz dionica pruge s obzirom na broj kolosijeka [4]	16
Slika 9. Normalni poprečni presjek kolosijeka za zastornom prizmom [19].....	18
Slika 10. Prikaz planirane pruge Križevci – Koprivnica – državna granica [4]	19
Slika 11. Prikaz APB kućice. [24]	20
Slika 12. Betonski prag B70 [28]	24
Slika 13. Postojeća pruga(crna) i predviđena trasa nove pruge(crvena). [23]	25
Slika 14. Prikaz željezničke pruge od Križevaca do Lepavine [31].....	26
Slika 15. Vizualizacija stajališta Majurec i Carevdar [4]	27
Slika 16. Kolodvor Lepavina. [27]	28
Slika 17. Vizualizacija kolodvora Lepavina [4].....	28
Slika 18. Vijadukti Komari(lijevo) i Carevdar(desno) [4]	29
Slika 19. Podvožnjak Vojakovački Kloštar [4]	30
Slika 20. Shema kolodvora Koprivnica. [30]	31
Slika 21. Prikaz kolodvora Koprivnica stanju.[35]	32
Slika 22. Vizualizacija kolodvora Koprivnica [4]	32
Slika 23. Prikaz prijelaza za životinje Velika Mučna [4].....	33
Slika 24. Prikaz mosta Gliboki. [4].....	34
Slika 25. Prikaz kolodvora Novo Drnje [4].....	35
Slika 26. Prikaz cestovni nadvožnjaka i pješačko – biciklistički podvožnjak Danica [4]	36
Slika 27. Prikaz rasponske konstrukcije novog mosta Drava [4]	38
Slika 28. Prikaz novog i starog mosta Drava [4]	38

POPIS TABLICA

Tablica 1 Planirani kolodvori i stajališta na pruzi nakon izvedenih radova [26] 23