

Organizacijska unaprijeđenja putničkog prijevoza na dionici pruge Zagreb Glavni kolodvor - Zabok

Goluban, Martin

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:906756>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-08**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



Zagreb, 26. ožujka 2019.

Zavod: **Zavod za željeznički promet**
Predmet: **Organizacija prijevoza putnika željeznicom**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 5024

Pristupnik: **Martin Goluban (0135233056)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Željeznički promet**

Zadatak: **Organizacijska unaprijeđenja putničkog prijevoza na dionici pruge Zagreb
Glavni kolodvor - Zabok**

Opis zadatka:

U radu će se analizirati stanje na promatranoj dionici pruge prije te poslije modernizacije. Definirat će se parametri kvalitete usluge prijevoza putnika te će se predložiti mjere koje bi unaprijedile organizaciju prijevoza putnika na promatranoj dionici. Kako bi bilo moguće ocijeniti pojedine mjere izradit će se model promatrane dionice te će se svaka mjera simulirati u modelu.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Marjana Petrović

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Martin Goluban

**ORGANIZACIJSKA UNAPREĐENJA PUTNIČKOG PRIJEVOZA NA
DIONICI PRUGE ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**ORGANIZACIJSKA UNAPREĐENJA PUTNIČKOG PRIJEVOZA NA
DIONICI PRUGE ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK**

***IMPROVEMENT OF RAILWAY PASSENGER TRANSPORT
ORGANIZATION BETWEEN ZAGREB MAIN STATION AND ZABOK***

Predmet: Organizacija prijevoza putnika željeznicom
Mentorica: doc. dr. sc. Marjana Petrović
Student: Martin Goluban JMBAG: 0135233056

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK

Na širem području grada Zagreba odvija se najintenzivniji željeznički putnički promet u cijeloj Hrvatskoj. U taj „zagrebački prsten“ pripada i dionica pruge između Zagreb Glavnog kolodvora i Zaboka koja s brojem vlakova i prevezenim putnicima ima značajan udio u ukupnom željezničkom prometu. Trenutno je infrastrukturno stanje pruge prilično loše što rezultira malim brzinama. Rekonstrukcijom i elektrifikacijom dijela dionice pruge R201 između kolodvora Zaprešić i Zabok to stanje bi se trebalo popraviti u pogledu vremena i kvalitete pružene usluge. Organizacija putničkog prijevoza ima vrlo važnu ulogu u kvaliteti pružene usluge. Razmatrajući kvalitetu usluge, stavlja se naglasak na vrijeme putovanja. Dobrom organizacijom putničkog prijevoza može se postići maksimalno smanjenje vremena putovanja između Zagreb Glavnog kolodvora i Zaboka. Potrebno je provesti mjere za unapređenje organizacije prijevoza putnika na dionici Zagreb Glavni kolodvor – Zabok kao što je nezaustavljavanje vlakova ili rekonstrukcija i podizanje brzine na 120 km/h između Zaprešića i Zapadnog kolodvora, direktna vožnja dizel vlakova iz smjera Varaždina prema Zagrebu bez presjedanja putnika u Zaboku i sl. Predložene mjere organizacijskog unapređenja prijevoza putnika ispitane su se u softverskom paketu OpenTrack.

Ključne riječi: organizacija prijevoza putnika, kvaliteta usluge, vrijeme putovanja, rekonstrukcija, mjere unapređenja organizacije;

SUMMARY

The most intensive passenger rail transport in Croatia is in the wider area of Zagreb. The railway line between Zagreb Main Station – Zabok also belongs to the Zagreb railway area and has a significant share in total number of trains and passengers. Currently, the infrastructure condition is very bad which results in low speed. Reconstruction and electrification of the section R201 between Zaprešić and Zabok should improve this situation with regard to the time and quality of the provided service. Considering the quality of the service, emphasis is on the travel time. Good organization of passenger transport can achieve maximum reduction of travel time between Zagreb Main Station and Zabok. It is necessary to carry out measures to improve the organization of passenger transport between Zagreb Main Station – Zabok such as unladen trains or reconstruction and speeding up to 120 km/h railway between Zagreb West Station and Zaprešić, direct drive of diesel trains from Varaždin to Zagreb without transfer of passengers at Zabok.

Proposed measures for organization improvement of passenger transport have been tested in software package OpenTrack,.

Keywords: organization of passenger transport, quality of service, travel time, reconstruction, improvement measures of the organization;

SADRŽAJ

1	UVOD.....	1
2	ANALIZA TRENUTNOG STANJA DIONICE PRUGE ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK.....	3
2.1	MEĐUNARODNA PRUGA M101 NA DIONICI ZAGREB GL. KOL. - ZAPREŠIĆ	4
2.1.1	Tehničke značajke Zagreb Glavnog kolodvora	6
2.1.2	Tehničke značajke Zagreb Zapadnog kolodvor	9
2.1.3	Tehničke značajke kolodvora Podsused Tvornica	13
2.1.4	Tehničke značajke kolodvora Zaprešić.....	16
2.2	REGIONALNA PRUGA R201 NA DIONICI ZAPREŠIĆ - ZABOK	20
2.2.1	Dodatni tehnički parametri trase postojeće željezničke pruge	21
2.2.2	Tehničke značajke kolodvora Novi Dvori.....	22
2.2.3	Tehničke značajke kolodvora Luka.....	24
2.2.4	Tehničke značajke kolodvora Veliko Trgovišće.....	26
2.2.5	Tehničke značajke kolodvora Zabok	28
3	ANALIZA STANJA NAKON MODERNIZACIJE.....	31
3.1	ANALIZA STANJA NAKON MODERNIZACIJE DIONICE R201 ZAPREŠIĆ – ZABOK.....	31
3.2	KOLODVOR ZAPREŠIĆ.....	35
3.3	KOLODVOR NOVI DVORI.....	37
3.4	KOLODVOR LUKA	39
3.5	KOLODVOR VELIKO TRGOVIŠĆE.....	41
3.6	KOLODVOR ZABOK	43
3.7	STAJALIŠTE ZAPREŠIĆ PUTINE.....	48
3.8	STAJALIŠTA POJATNO, KUPLJENOVO I ŽEINCI	49
4	DEFINIRANJE KVALITETE USLUGE PRIJEVOZA PUTNIKA	52
4.1	DEFINIRANJE ČIMBENIKA KVALITETE PRIJEVOZNE USLUGE	52
4.2	OSVRT NA ORGANIZACIJU I STANJE PRUGE.....	54
5	PRIJEDLOG MJERA ZA UNAPRJEĐENJE ORGANIZACIJE PRIJEVOZA PUTNIKA NA DIONICI ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK.....	56

6	IZRADA RAČUNALNOG MODELA PRUŽNE DIONICE ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK.....	61
7	SIMULACIJE PREDLOŽENIH MJERA	68
7.1	VARIJANTA 1.....	68
7.2	VARIJANTA 2.....	71
7.3	VARIJANTA 3.....	74
7.4	VARIJANTA 4.....	76
7.5	VARIJANTA 5.....	78
8	ZAKLJUČAK.....	80
	LITERATURA	82
	POPIS SLIKA	85
	POPIS TABLICA	87

1 UVOD

Područje oko Grada Zagreba ima najintenzivniji željeznički putnički promet. U taj „zagrebački prsten“ gravitira i sjeverozapadni dio Hrvatske tj. Hrvatsko zagorje. Stanovnici Hrvatskog zagorja tradicionalno u Zagreb putuju vlakom, putovanje vlakom na neki način je sastavni dio života. Najvažniju ulogu u tome ima pruga od regionalnog značaja R201 Zaprešić – Zabok – Varaždin - Čakovec koja se u kolodvoru Zaprešić odvaja od pruge međunarodnog značaja M101 DG – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor. Zbog nedovoljnog ulaganja u održavanje regionalne pruge R201 došlo je do snižavanja kvalitete usluge željezničkog putničkog prijevoza i to najviše u pogledu vremena putovanja što u konačnici rezultira padom broja putnika na spomenutoj dionici. Najviše putnika generira kolodvor Zabok sa svojim priključnim prugama od strane Đurmanca i Gornje Stubice zajedno s vlakovima iz smjera Varaždina. Modernizacija i elektrifikacija pruge Zaprešić – Čakovec (R201) na dionici Zaprešić – Zabok i priključenje Zaboka u prigradski promet grada Zagreba trebalo bi podići kvalitetu željezničkog putničkog prijevoza i smanjiti vrijeme putovanja između Zaboka i Zagreba. Vrlo važnu ulogu u svemu ima i organizacija putničkog prijevoza jer dobrom organizacijom može se puno postići i puno uštedjeti. Svrha ovog diplomskog rada je dati prijedloge mjera unapređenja organizacije prijevoza putnika na relaciji Zagreb Glavni kolodvor – Zabok. Cilj ovog rada je izraditi model pružne dionice Zagreb Glavni kolodvor – Zabok u programskom paketu OpenTrack te simulirati predložene mjere koje bi unaprijedile kvalitetu prijevozne usluge. Rad je podijeljen u osam cjelina:

1. Uvod
2. Analiza trenutnog stanja dionice pruge Zagreb Glavni kolodvor – Zabok
3. Analiza stanja nakon modernizacije dionice Zaprešić - Zabok
4. Definiranje kvalitete usluge prijevoza putnika
5. Prijedlog mjera za unapređenje organizacije prijevoza putnika na dionici Zagreb Glavni kolodvor – Zabok
6. Izrada računalnog modela pružne dionice Zagreb Glavni kolodvor - Zabok
7. Simulacije predloženih mjera
8. Zaključak

U drugom poglavlju kratko se analizira trenutno stanje dionice pruge Zagreb Glavni kolodvor – Zabok.

S obzirom da se mjere unapređenja organizacije temelje na modernizaciji i elektrifikaciji dionice Zaprešić – Zabok, u trećem poglavlju ovog diplomskog rada analizira se stanje spomenute dionice nakon modernizacije.

Kada se govori o prijevozu putnika važno je napomenuti i kvalitetu pružene usluge. U četvrtom poglavlju definira se kvaliteta i njezini čimbenici s naglaskom na vrijeme putovanja.

Peto poglavlje obrađuje same mjere za unapređenje organizacije prijevoza putnika na dionici Zagreb Glavni kolodvor – Zabok. Mjere obuhvaćaju pet varijanti. Prva je početna gdje se vlakovi zaustavljaju na svim kolodvorima i stajalištima između Zagreba i Zaboka, a brzina od Glavnog kolodvora do Zaprešića 60 km/h (postojeća) dok je od Zaprešića do Zaboka 120 km/h. Druga varijanta je kao i prva ali vlakovi se ne zaustavljaju od Zapadnog kolodvora do Zaprešića. Treća varijanta prati drugu ali na dionici između Glavnog kolodvora i Zaprešića je brzina 120 km/h. Kad govorimo o četvrtoj varijanti, brzina od Glavnog kolodvora do Zaprešića je 60 km/h (postojeća), od Zaprešića do Zaboka 120 km/h, vlakovi se ne zaustavljaju između Zapadnog kolodvora i Zaprešića te zbog povećanja kvalitete prijevozne usluge vlakovi u jutarnjoj i popodnevnoj špici voze direktno prema Zagrebu bez presjedanja putnika u Zaboku. Peta i posljednja varijanta prati četvrtu varijantu uz povećanje brzine na 120 km/h na dionici Glavni kolodvor – Zaprešić.

Šesto poglavlje nam daje kratki opis računalnog modela pružne dionice Zagreb GK – Zabok te opisuje programski paket OpenTrack.

Simulacije predloženih mjera organizacijskog unapređenja putničkog prijevoza i njezini rezultati izloženi su u sedmom poglavlju.

2 ANALIZA TRENUTNOG STANJA DIONICE PRUGE ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK

U sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske (RH) nalazi se Krapinsko – zagorska županija (KZZ) i pripada prostoru središnje Hrvatske. KZZ površinom jedna je od manjih županija (1229 km²), ali prema gustoći naseljenosti od 108,1 stan./km² iznad je prosjeka RH koji iznosi 75,8 stan./km², te je uz Međimursku i Varaždinsku županiju najgušće naseljeno područje RH¹. Za žitelje Hrvatskog zagorja željeznica ima jedan tradicionalni značaj kao vrsta prijevoza. Oduvijek su stanovnici Zagorja gravitirali Gradu Zagrebu zbog poslovnih, obrazovnih i drugih prilika. Regionalna pruga R201 Zaprešić – Zabok - Varaždin – Čakovec, koja se odvaja u kolodvoru Zaprešić od međunarodne pruge M101 DG – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor (GK) žila je kucavica u prijevozu putnika. Kad je 4. rujna 1886. godine otvorena, bila je jedina poveznica između Zagorja i Zagreba. Iste godine, željeznicom su povezani Zabok i Krapina.² Gravitacijska područja putnika podijeljena su na dva dijela i to na: do kolodvora Budinščina (granični kolodvor između KZZ i Varaždinske županije) gravitiranje je prema Zagrebu, a od kolodvora Budinščina prema Varaždinu. Najintenzivniji putnički promet je na dionici Zaprešić – Zabok s priključnim prugama: regionalna pruga R106 Zabok – Krapina – Đurmanec – DG i lokalna pruga L202 Zabok – Hum Lug – Gornja Stubica. Dnevne migracije su izrazito velike. Upravo iz tog razloga odlučeno je da se kolodvor Zabok priključi prigradskom prometu grada Zagreba. Da bi se to ostvarilo na kvalitetan način osnovni preduvjet je rekonstrukcija dionice pruge R201 između Zaprešića i Zaboka s obzirom da posljednji ozbiljni zahvat u smislu izmjena pružnog gornjeg ustroja datira još iz osamdesetih godina prošlog stoljeća. Također, s obzirom da se koristi još uvijek dizel vuča, potrebno je provesti i elektrifikaciju spomenute dionice jer je cijeli zagrebački čvor već elektrificiran. Da se lakše analizira stanje dionice Zagreb GK – Zabok, prikazano je u dva dijela: prvi dio M101 od Zagreb GK – Zaprešić i drugi dio R201 Zaprešić – Zabok. Trenutna situacija pruga zagrebačkog čvora prikazano je na Slici 1.

¹ Krapinsko-zagorska županija. Preuzeto sa: <http://www.kzz.hr/opcenito> [Pristupljeno: 01.06 2019.]

² Zagorski Zug. Preuzeto sa: <https://www.youtube.com/watch?v=h1Vmz4Bhabw> [Pristupljeno: 01.06. 2019.]



Slika 1. Postojeće stanje željezničkog čvora Zagreb

Izvor: Pintarić Lj., Osnove karakteristike tržišta željezničkog gradsko – prigradskog putničkog prijevoza (GPPP-a). *Željeznice 21*. 2014; 2/2014: 21-30.
 Preuzeto sa: http://www.hdzi.hr/images/casopis/2014_2.pdf [Pristupljeno: 01. lipnja 2019.]

2.1 Međunarodna pruga M101 na dionici Zagreb Gl. kol. - Zaprešić

Dvokolosijska pruga M101 Zagreb GK – Savski Marof – DG - (Dobova) je pruga od značaja za međunarodni promet (TEN-T koridor, Mediteranski koridor za željeznički teretni prijevoz). Osim za međunarodni promet pruga ima veliki značaj za prigradski željeznički promet kojim se Zagrebačka županija povezuje s gradom Zagrebom, kao i za gradski željeznički promet u Zagrebu. Prugom se odvija mješoviti promet.

Cijela dionica pruge po karakteristikama je ravničarska pruga.³ Pruga M101 ima jedan od najvećih udjela u ukupnom broju prevezenih putnika u željezničkom prometu. U postojećem stanju na cijeloj duljini izveden je neprekinuto zavareni kolosijek. Na pružnoj dionici ugrađene su tračnice tipa 49E1, bukovi impregnirani pragovi, posredno pričvršćenje s krutim pričvrstnim priborom tipa K na rebrastim podložnim pločama te zastor od tučenca. Tamponski sloj ugrađen je na pružnim dionicama DG – Savski Marof i Zagreb Zapadni kolodvor (ZK) – Zagreb GK. Gornji ustroj prijemno – otpremnih i većine ostalih kolosijeka izveden je s tračnicama tipa 49E1 ili S – 45. Kolosijeci su izgrađeni od rabljenog građiva i uglavnom su dotrajali. Drenažni sustav ili nije cjelovit ili je zapušten. Stanje pružnog tijela na dijelu pruge je zadovoljavajuće, dok je na pojedinim dijelovima nešto lošije.⁴ Na cijeloj dionici pruge pa tako i na dijelu između Zagreb GK – Zaprešić dozvoljeno osovinsko opterećenje je 22,5 t te je prema tome svrstana u D4 kategoriju pruga. Opremljena je uređajima za električnu vuču, sustav elektrifikacije je 25 kV, 50 Hz.⁵ Način sporazumijevanja na pruzi je radio dispečerskim sustavom te kolodvori Zagreb GK, Zagreb ZK, Podsused Tvornica i Zaprešić imaju izgrađenu UHF – radijsku mrežu. Ugrađeni su telefonski ormari te je pruga osigurana autostop uređajima. Način upravljanja prometom je APB (automatski pružni blok) signalima. Zaustavni put između Zagreb GK – Zagreb ZK je 700 m, a između Zagreb ZK – Zaprešić je 1000 m.⁶ Dopuštene brzine na dionici Zagreb GK – Zaprešić prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1. Pregled dopuštenih brzina na dionici Zagreb Glavni kolodvor - Zaprešić i brzine preko skretnica

Dopuštena brzina na pruzi [km/h]		Službena mjesta	Brzina preko skretnica [km/h]		
Desni kolosijek	Lijevi kolosijek		Pravac	Skretanje	Nep. kol.
60	60	Zagreb GK	50	30	30
		Zagreb ZK	60	35	35
		Podsused TV	60	20	20
		Zaprešić	60	40	40

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Priručnik o željezničkim prugama za vozni red 2018./2019.*, Tablica IV – 7

³ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Plan upravljanja okolišem, Obnova (remont) željezničke pruge M101 DG – S.MAROF – ZAGREB GK na dionici SAVSKI MAROF (uklj.) – ZAGREB ZAPADNI KOLODVOR (isklj.)*, Zagreb, veljača 2019., p. 5

⁴ *Ibid.*, p. 9

⁵ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Izješće o mreži 2019.*, p. 3.5 – 2, 3.6 - 1

⁶ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Priručnik o željezničkim prugama za vozni red 2018./2019.*, Tablica II - 2

Najveći uspon na dionici između Zagreb GK – Zaprešić iznosi 5 %, a najveći pad iznosi 3 %. I uspon i pad nalaze se na kratkoj dionici pruge od samo jednog kilometra. Ostatak pruge uglavnom je ravničarski.⁷ Na gore navedenoj dionici nalaze se četiri kolodvora i četiri stajališta.

2.1.1 Tehničke značajke Zagreb Glavnog kolodvora

Sredina kolodvorske prihvatne zgrade nalazi se u KM 424 + 423,10 glavne magistralne pruge Tovarnik DG – Novska – Sisak – Zagreb GK – Dugo Selo. Iz Zagreb GK odvajaju se pruge: M101 DG - Savski Marof – Zagreb GK od KM 424 + 423,10 i M202 Zagreb GK – Rijeka od KM 424 + 423,10. Prema zadaći u reguliranju prometa Zagreb GK je rasporedni i otvoren je za promet putnika i ograničeni promet robe i to za: prihvat i otpremu putnika i prijevoz pošiljaka za potrebe HŽ Carga d.o.o. Shematski prikaz Zagreb GK prikazuje Slika 2.

Granice kolodvorskog područja Zagreb GK u odnosu na otvorenu prugu su:

- Na glavnoj pruzi prema kolodvoru Zagreb Borongaj ulazni signal „G“ u KM 425 + 785
- na spojnoj pruzi prema kolodvoru Zagreb Borongaj ulazni signal „H“ u KM 425 + 785
- prema Zagreb ZK ulazni signal „C1“ u KM 425 + 392
- prema Zagreb ZK ulazni signal „C2“ u KM 425 + 392
- prema kolodvoru Hrvatski Leskovac ulazni signal „B“ u KM 425 + 299
- prema kolodvoru Zagreb Klara ulazni signal „A“ u KM 423 + 548⁸

U Zagreb GK nalazi se više kolosiječnih skupina: kolosijeci za prijem i otpremu teretnih vlakova, kolosiječna skupina za garažiranje putničkih garnitura, kolosiječna skupina za garažiranje i čišćenje putničkih garnitura, za izvlačenje garnitura i manevriranje i kolosiječna skupina za prijem i otpremu vlakova za prijevoz putnika koja je prikazana u Tablici 2. zajedno s korisnim duljinama kolosijeka iskazano u metrima.⁹ Kolodvor ima ukupno 92 skretnice.¹⁰

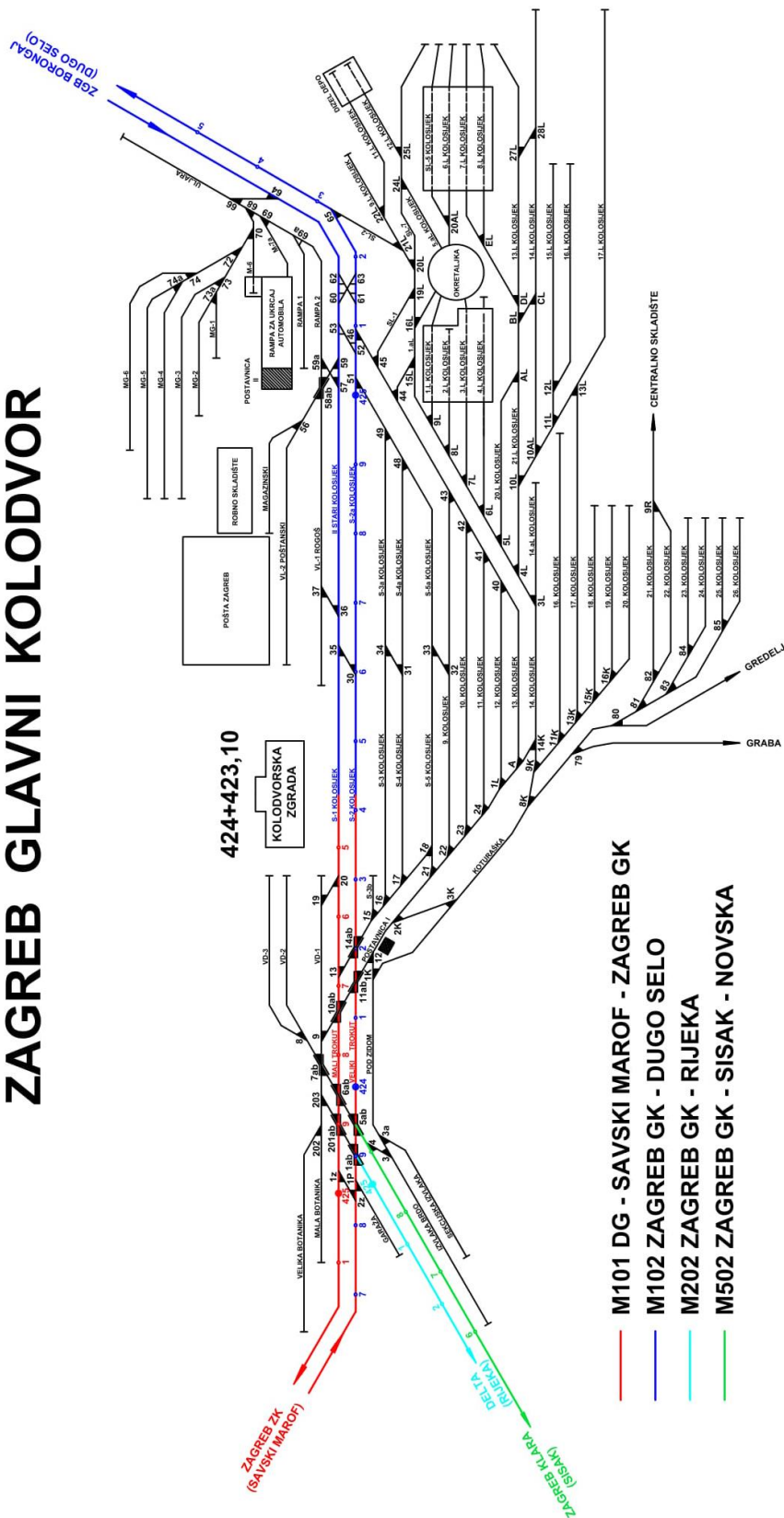
⁷ Ibid., Tablica VII - 5

⁸ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Glavni kolodvor I. dio*, 2018., p. 9

⁹ Ibid., p. 11

¹⁰ Ibid., p. 26

KOLODVOR ZAGREB GLAVNI KOLODVOR



Slika 2. Shematski prikaz kolosiječne situacije Zagreb Glavnog kolodvora

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: Područna radna jedinica za održavanje građevinskog infrastrukturnog podsustava Centar, Nadzorno središte Zagreb

Tablica 2. Kolosijeci za prijem i otpremu putničkih vlakova s korisnim duljinama Zagreb Glavnog kolodvora

KOLOSIJEK	KORISNA DULJINA [m]	
	SMJER A – B	SMJER B- A
S - 1	393	385
II STARI	277	268
S - 2	322	321
S – 2a	342	357
S - 3	283	273
S – 3a	279	262
S - 4	256	257
S – 4a	267	275
S - 5	211	198
S – 5a	207	205
VD - 1	197	203
VD - 2	184	200
VD - 1	185	201
VL - 1	233	237
VL - 2	310	310
ROGOŠ	105	105

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Glavni kolodvor I. dio*, 2018., p. 13

Od ostalih stabilnih postrojenja Zagreb GK ima čeonu rampu u KM 425 + 244 na M – 7a i služi za utovar automobila, bočnu rampu u KM 425 + 040, magazinsku rampu u KM 424 + 770 i kolodvorske perone. Ukupno ima 8 perona različitih dimenzija i položaja u odnosu na kolosijeke koji su prikazani u Tablici 3. Peroni II, IIA, III i IIIA povezani su pothodnikom.¹¹ Zagreb GK osiguran je elektroničko signalno – sigurnosnim uređajem (ESSU) kod kojeg se sve potrebne zavisnosti između signala, skretnica, međusobnih uvjetovanosti vlakovnih i manevarskih voznih putova ostvaruju softverskim postupcima. Ulaznim i izlaznim signalima, ponavljajućima glavnih signala, dopunskim, graničnim kolosiječnim i manevarskim signalima te skretnicama rukuje se uređajem koji se nalazi u zgradi Postavnice.¹²

¹¹ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Glavni kolodvor I. dio*, 2018., p. 15

¹² Ibid., p. 19

Svi ulazni, izlazni, zaštitni i prostorni signali su dvoznačni i označavaju se crveno – bijelim poljima dužine 0,5 m. Ponavljači pred signaliziranja označavaju se crno – bijelim poljima dužine 0,5 m.¹³

Tablica 3. Vrste perona Zagreb Glavnog kolodvora

PERON	VRSTA PERONA	DUŽINA [m]	ŠIRINA [m]
I	bočni	270	1
II	otočni	315	6,6
IIA	otočni	335	6,43
III	otočni	280	6,7
IIIA	otočni	274	6,73
IV	otočni	183	5,7
V	bočni	183	5,5
VI	otočni	377	6,2

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Glavni kolodvor I. dio*, 2018., p. 16

2.1.2 Tehničke značajke Zagreb Zapadnog kolodvor

Zagreb ZK sastoji se od dva kolodvorska područja koja čine jednu tehnološku cjelinu: Zagreb ZK (putnički dio) i Zagreb ZK (teretni dio). Putnički dio kolodvora (sredina kolodvorske zgrade), kako prikazuje Slika 3, nalazi se u KM 426 + 571, a teretni dio kolodvora u KM 428 + 433 pruge M101 (Dobova) – DG – Savski Marof – Zagreb GK i na nadmorskoj visini od 121,2 m. Kolodvor Zagreb ZK je međukolodvor na pruzi Zagreb GK – Savski Marof – DG – (Dobova), te odvojni kolodvor na pruzi Zagreb ZK – rasputnica „Trešnjevka“ (M405) prema kolodvorima Zagreb Klara i Hrvatski Leskovac. Pruga Zagreb ZK – rasputnica „Trešnjevka“ (M405) odvaja se od pruge Zagreb GK – Savski Marof – DG – (Dobova) (M101) skretnicom br. 1. u KM 426 + 239. Teretni dio kolodvora je dio kolodvora u kojem se obavlja sastavljanje i rastavljanje vlakova, kao i prerada određenih teretnih vlakova.¹⁴ U ovome radu opisan je samo putnički dio kolodvora jer se rad bavi organizacijom putničkih vlakova.

¹³ Ibid., p. 19

¹⁴ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Zapadni kolodvor I. dio*, 2010., p. 10

Zagreb ZK prema imeniku željezničkih kolodvora otvoren je za: prijem i otpremu putnika, prijem i otpremu vagnskih pošiljaka, carinske poslove, za manipulaciju svim vrstama kontejnera (KT „Vrapče“), djelomičan utovar i istovar. Granicu kolodvorskog područja u odnosu na otvorenu prugu čini:

- od strane Zagreb GK ulazni signal „A“ u KM 425 + 910
- od strane rasputnica „Trešnjevka“ ulazni signal „B“ u KM 0 + 650
- od strane kolodvora Podsused Tvornica ulazni signal „C“ u KM 429 + 095¹⁵

U putničkom dijelu kolodvora nalaze se: prijemno otpremni kolosijeci, glavni prolazni, manipulativni, spojni, posebni i industrijski kolosijeci. 1a i 1b kolosijeci su prijemno – otpremni za putničke vlakove. Drugi kolosijek je glavni prolazni dvokolosiječne pruge za pravac GK / rasputnica „Trešnjevka“ / – Savski Marof – DG – (Dobova). Treći kolosijek je glavni prolazni dvokolosiječne pruge za pravac (Dobova) – DG – Savski Marof – GK / rasputnica „Trešnjevka“ /. Četvrti kolosijek je glavni kolosijek za prijem, otpremu i prolaz vlakova za pravac GK / rasputnica „Trešnjevka“ / - Savski Marof – DG – (Dobova) i obratno. Peti kolosijek je glavni kolosijek za prijem, otpremu i prolaz teretnih vlakova za pravac rasputnica „Trešnjevka“ – Savski Marof – DG – (Dobova) i obratno. Šesti kolosijek je manipulativni. Sedmi, osmi, deveti, deseti, jedanaesti, dvanaesti, trinaesti, četrnaesti, petnaesti, šesnaesti, A, B i C kolosijeci su manipulativni, spojni i posebni kolosijeci za potrebe pretovara, utovara i carine. Korisne duljine prijemno otpremnih kolosijeka koji su važni za putničke vlakove prikazane su u Tablici 4.

Od stabilnih postrojenja Zagreb ZK ima skladišnu rampu dužine 255 m i širine 13 m na kojoj se nalaze tri skladišta, dvije bočne rampe i jedna čeona rampa. Elektronska vagnska vaga smještena je na prvom kolosijeku, nosivosti 100 t, dugačka 20 m i ima dva mosta. Natkriveni peron koji omogućuje brz izlaz i ulaz putnika. Peron je dužine 95 m i širine 5,5 m. Nalazi se između kolodvorske zgrade putničkog dijela kolodvora i 1a kolosijeka. Osim gore navedenog perona kolodvor ima i uređene površine za ulazak i izlazak putnika presvučene asfaltnim slojem koja nije natkrivena i to između prvog i drugog kolosijeka dužine 160 m i između drugog i trećeg kolosijeka dužine 151 m.¹⁶

¹⁵ Ibid., p. 10

¹⁶ Ibid., p. 17

Tablica 4. Korisne duljine prijemno otpremnih kolosijeka za putničke vlakove Zagreb Zapadnog kolodvora

KOLOSIJEK	KORISNA DULJINA [m]	
	SMJER A - B	SMJER B - A
1.cijeli	332	325
1.a	113	105
1.b	144	146
2.	359	354
3.	483	485
4.	541	517
5.	526	518
6.	498	498

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Zapadni kolodvor I. dio*, 2010., p. 14

Službena i radna mjesta podređena kolodvoru Zagreb ZK su stajalište Kustošija u KM 428 + 700, Vrapče u KM 431 + 100 i Gajnice u KM 432 + 900 međunarodne pruge (Dobova) – DG – Savski Marof – Zaprešić – GK¹⁷ Stajalište „Kustošija“ ima dva natkrivena perona uz lijevi i desni kolosijek pruge Zagreb ZK – Podsused Tvornica i to uz desni kolosijek duljine 160 m i širine 3 m te uz lijevi kolosijek duljine 160 m i širine 3 m. Peroni su izgrađeni od betonske osnove presvučene završnim asfaltnim slojem. Stajalište „Vrapče“ nalazi se između kolodvora Zagreb ZK i Podsused Tvornica. Ima izgrađena dva natkrivena perona uz lijevi i desni kolosijek i to uz desni kolosijek duljine 157 m i širine 3 m te uz lijevi kolosijek duljine 165 m i širine 3. Peroni su izvedeni kao i u prethodnom slučaju te su međusobno povezani pješačkim pothodnikom. Stajalište „Gajnice“ nalazi se između kolodvora Zagreb ZK – Podsused Tvornica. Ima izgrađena dva natkrivena perona uz lijevi i desni kolosijek i to uz desni kolosijek duljine 122 m i širine 3 m te uz lijevi kolosijek duljine 121 m i širine 3 m. Peroni su izvedeni kao i u prethodnim slučajevima i povezani pješačkim pothodnikom.¹⁸

¹⁷ Ibid., p. 10

¹⁸ Ibid., p. 18

Kolodvor Zagreb ZK osiguran je elektrotelegrafnim signalno – sigurnosnim uređajem tipa SpDrL 30 „Lorenz“. Uređaj se sastoji od komandnog stola koji se nalazi u prometnom uredu putničkog dijela kolodvora, a kojim se centralno rukuje ulaznim i izlaznim svjetlosnim signalima, manevarskim signalima te skretnicama i iskliznicama kao i cestovnim prijelazima.

Putnički dio kolodvora ima ukupno 34 skretnice.¹⁹ Od toga su skretnice broj 15, 19, 29 i 30 pritvrđene skretničkom bravom za vožnju u pravac. Na području kolodvora nalaze se 3 željezničko cestovna prijelaza (ŽCP): „Republike Austrije“ u KM 429 + 823, „Vodovodna“ u KM 427 + 014 i „Sokolska“ u KM 428 + 853.²⁰

2.1.3 Tehničke značajke kolodvora Podsused Tvornica

Kolodvor Podsused Tvornica je prema svojoj zadaći u reguliranju prometa međukolodvor. Kolodvorska prihvatna zgrada nalazi se u KM 434 + 010 međunarodne pruge M101 Zagreb GK – Savski Marof – DG – (Dobova). Kolodvor nema podređenih službenih mjesta. Prema obavljanju zadaća u prijevozu putnika i robe kolodvor je otvoren za cjelokupnu vagonsku službu tj. prijem i otpremu vagonskih pošiljaka, dok je za prijem i otpremu putnika i prtljage kolodvor zatvoren. Područje kolodvora Podsused Tvornica graniči sa otvorenom prugom prema Zagreb ZK kod ulaznog signala u KM 433 + 090, a prema kolodvoru Zaprešić kod ulaznog signala u KM 434 + 690.²¹

Podsused Tvornica ima 8 kolosijeka čija je namjena i korisna duljina za oba smjera prikazana u Tablici 5, a kolosiječnu situaciju prikazuje Slika 4. Iz kolodvora se odvaja i 7 industrijskih kolosijeka.

¹⁹ Ibid., p. 22

²⁰ Ibid., p. 24

²¹ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Podsused Tvornica I. dio*, 2010., p. 1

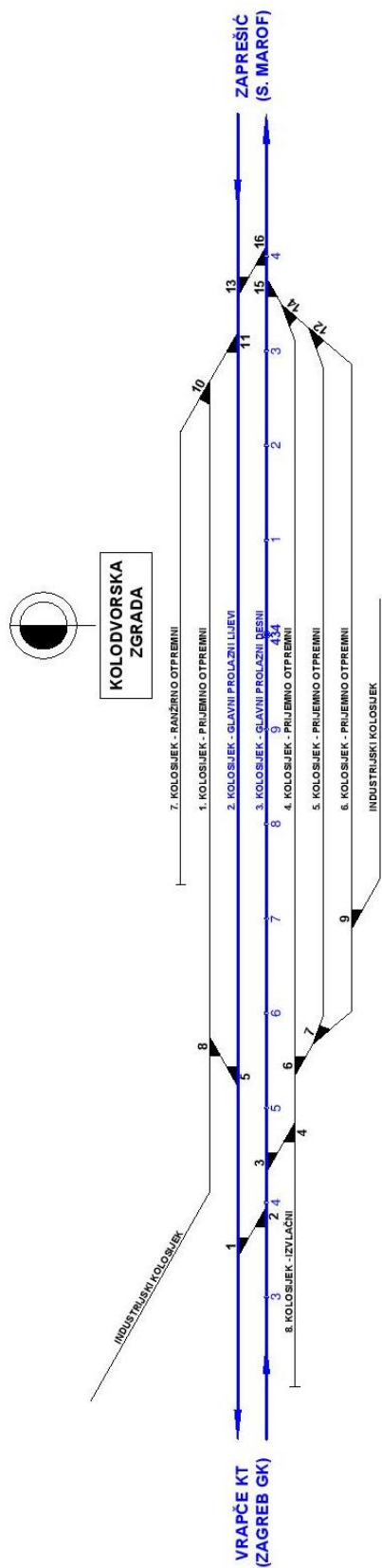
Tablica 5. Korisna duljina kolosijeka i njihova namjena u kolodvoru Podsused Tvornica

KOLOSIIJEK	KORISNA DULJINA [m]	NAMJENA
1.	630	prijem i otprema teretnih vlakova
2.	690	glavni prolazni
3.	836	glavni prolazni
4.	721	prijem i otprema teretnih vlakova, prerada
5.	694	prijem i otprema teretnih vlakova, prerada
6.	589	glavni, prijem i otprema teretnih vlakova
7. „ŠTOK“	429	manipulativni, utovar i istovar vag. Pošiljaka
8.	232	izvlačnjak

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Podsused Tvornica I. dio*, 2010., p. 2

KOLODVOR PODSUSED TV

434+009,86



Slika 4. Shematski prikaz kolosiječne situacije Podsused Tvornica

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: Područna radna jedinica za održavanje građevinskog infrastrukturnog podsustava Centar, Nadzorno središte Zagreb

Od stabilnih postrojenja kolodvor Podsused Tvornica ima čeonu istovarnu rampu za istovar automobila za primatelja „Špoljar Transport“ na kraju krnjeg kolosijeka „Štok“ u KM 433 + 800. Blok I u KM 433 + 544, objekt je kontejner koji zaposjeda skretničar i manevarsko osoblje te Blok II u KM 434 + 360, objekt zidan ciglom te ga zaposjeda skretničar prema potrebi.²²

Kolodvor je osiguran elektrotelegrafnim signalno – sigurnosnim uređajem tipa Sp – Dr - L 30 „Lorenz“, a zaštićen glavnim dvoznačnim svjetlosnim signalima. Sve skretnice u kolodvoru od broja 1 – 16 i iskliznice I – 1, I – 2 i I – 3 uključene su u signalno – sigurnosni uređaj i postavljaju je i zabranjuju iz središnjeg mjesta, a u takvoj su tehničkoj ovisnosti s glavnim signalima da se oni mogu postaviti da signaliziraju signalni znak za dopuštenu vožnju ako su skretnice postavljene za određeni vozni put u pravilan položaj.²³

2.1.4 Tehničke značajke kolodvora Zaprešić

Kolodvorsko prihvatna zgrada kolodvora Zaprešić nalazi se u KM 439 + 567 pruge M101 Zagreb GK – Zaprešić - Savski Marof – DG – (Dobova) i ujedno se nalazi u nultom kilometru R201 Zaprešić – Zabok – Varaždin – Kotoriba – DG – (Murakeresztur). Prema zadaći u reguliranju prometa međukolodvor je na pruzi M101, a odvojni je kolodvor za prugu R201. Kolodvoru Zaprešić podređena su službena mjesta Podsused stajalište i Zaprešić Savska. Kolodvor je otvoren za prijem i otpremu putnika, vagonskih pošiljaka i živih životinja. Granice kolodvorskog područja u odnosu na otvorenu prugu čine ulazni signali:

- od strane kolodvora Podsused Tvornica ulazni signal „A“ u KM 438 + 538 pruge M101
- od strane kolodvora Savski Marof ulazni signal „B“ u KM 440 + 180 pruge M101
- od strane kolodvora Novi Dvori ulazni signal „C“ u KM 0 + 830 pruge R201.

Granice kolodvorskog područja u odnosu na kolosijek „Pro – reg“ i mehaničke radione je skretnica br. 18 u KM 439 + 691.²⁴

²² Ibid., p. 3

²³ Ibid., p. 3, 5

²⁴ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zaprešić I dio*, 2010., p. 8

Kolodvor Zaprešić ima ukupno 15 kolosijeka čije su korisne duljine i namjena prikazane u Tablici 6., a kolosiječnu situaciju prikazuje Slika 5.

Tablica 6. Korisna duljina kolosijeka i njihova namjena u kolodvoru Zaprešić

KOLOSIIJEK	KORISNA DULJINA [m]	NAMJENA
1.	492	glavni prihvatno otpremni za R201
2.	593	glavni za pretjecanje vlakova
3.	664	glavni prolazni u smjeru Savskog Marofa
4.	671	glavni prolazni u smjeru Zagreba
5.	709	glavni kolosijek za pretjecanje u smjeru ZG
6.	688	glavni za smještaj vl. koji čekaju dispoziciju
7.	531	sporedni za garažiranje vagona
8.	133	sporedni za garažiranje vagona
9.	609	sporedni utovarno - istovarni
10.	105	sporedni krnji kolosijek
11.	269	sporedni skladišno - manipulativni
12.	326	sporedni krnji kolosijek
13.	208	sporedni krnji kolosijek
14.	164	manipulacijski kolosijek
15.	167	spojni između skretnica br. 19 i 27

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zaprešić I. dio*, 2010., p. 9

S prvog kolosijeka od skretnice br. 13 u KM 439 + 588 odvaja se krnji kolosijek korisnika tvornice kemijskih proizvoda „Karbon nova d.d.“ čija je korisna duljina 298 m. Od njega se odvaja u KM 0 +145 još jedan krnji kolosijek duljine 193 m. S kolosiječne lire između 4. i 6. kolosijeka od skretnice br. 18 u KM 436 + 691 odvaja se posebni kolosijek „Pro – reg d.o.o.“ te „Mehaničke radionice“. Kolosijek ide paralelno s prugom M101 u smjeru Savskog Marofa do KM 439 + 800 gdje se dijeli u dva kraka (kolosijeka) kod skretnice br. 1, a završavaju kako krnji kolosijeci. Kod skretnice br. 2 odvaja se grupa od 6 krnjih kolosijeka „Mehaničke radionice“.²⁵

²⁵ Ibid., p. 11

Od stabilnih postrojenja kolodvor Zaprešić ima skladišnu rampu smještenu uz 11. kolosijek u KM 439 + 341 do KM 439 + 391. Uz 1. kolosijek od KM 439 + 509 do KM 439 + 592 proteže se 1. peron duljinom od 93 m namijenjen za manipulaciju putnika. Omeđen je betonskim okvirom, asfaltirane gornje površine, a širina mu je 4 – 6 m. Između 2. i 3. kolosijeka od KM 439 + 469 do KM 439 + 630 širine 1.60 m i duljine 161 m nalazi se 2. peron, također asfaltiran. Između 3. i 4. kolosijeka nalazi se 3. peron od KM 439 + 469 do KM 439 + 630, širine 1.54 m i duljine 161 m. Omeđen betonskim okvirom i asfaltiran. U Podsused stajalištu od stabilnih postrojenja nalazi se uz desni kolosijek peron od KM 435 + 645 do KM 435 + 799, širine 2.25 m i duljine 154 m. Uz lijevi kolosijek nalazi se peron od KM 435 + 640 do KM 435 + 794, širine 2.20 m i duljine 154 m. Oba perona izvedeni su betonskim okvirom i asfaltiranom površinom.²⁶

Kolodvor Zaprešić osiguran je elektrolejnim signalno – sigurnosnim uređajem tipa Sp Lorenz 30 s automatskim pružnim blokom (APB) u međukolodvorskim odsjecima između kolodvora Zaprešić – Podsused Tvornica i Zaprešić – Savski Marof. Svi glavni signali kolodvora Zaprešić su svjetlosni. Ulazni signali su dvoznačni kao i svi izlazni osim izlaznih E1, E2 i E3 koju si za vožnju vlakova u međukolodvorskom odsjeku Zaprešić – Novi Dvori jednoznačni, a za vožnju u međukolodvorskom odsjeku Zaprešić – Savski Marof su dvoznačni. Stupovi navedenih signala obojani su naizmjenice bijelom i crvenom bojom s lijeve strane te bijelom i crnom s desne strane, što pokazuje za koji smjer su jednoznačni, a za koji dvoznačni. Također, kolodvor ima i manevarske signale koji su označeni brojem skretnice i slovima koja signaliziraju: „V“ ako je ugrađen ispred vrha skretnice, „L“ ako je ugrađen uz lijevi krak skretnice gledano od vrha skretnice, „D“ ako je ugrađen uz desni krak skretnice gledano od vrha skretnice.²⁷

Zaprešić ima ukupno 27 skretnica, od kojih 2., 5., 14., 15. i 16. nisu osigurane i nemaju zavisnost s glavnim signalima, a ostale su osigurane relejno. Kolodvor je opremljen s 6 iskliznica kojima se rukuje centralno kao i sa skretnicama osim onih koje nisu osigurane, one se postavljaju ručno. Unutar kolodvorskog područja postoje dva ŽCP-a i to na dvokolosiječnoj pruzi prema Savskom Marofu u KM 440 6 074 i na jednokolosiječnoj pruzi prema Novim Dvorima u KM 0 + 722.²⁸

²⁶ Ibid., p. 11, 12

²⁷ Ibid., p. 13, 15

²⁸ Ibid., p. 16, 17

2.2 Regionalna pruga R201 na dionici Zaprešić - Zabok

Željeznička pruga od značaja za regionalni promet R201 Zaprešić – Zabok – Čakovec je jednokolosiječna neelektrificirana željeznička pruga građevinske duljine 100,554 km namijenjena mješovitom željezničkom prometu. Ova željeznička pruga važna je za regionalni promet između središnje i sjeverozapadne Hrvatske.²⁹

Pružna dionica Zaprešić – Zabok stvarne duljine 23,860 m danas je najprometniji dio željezničke pruge R201. Na toj dionici najveći je broj putnika (do Zaboka kao krajnjeg odredišta, ali i dalje prema Krapini i Gornjoj Stubici, željezničkim prugama koje se odvajaju u Zaboku) te nešto veći prijevoz robe nego na ostalom dijelu pruge (osim dionice Varaždin – Čakovec). Najveća dopuštena masa vlakova na pružnoj dionici Zaprešić – Zabok danas odgovara kategoriji prema modelu opterećenja B2 (18,0 t/o i 6,4 t/m). Slobodni profil odgovara kategoriji GC³⁰. Mjerodavni uzdužni nagib iznosi 2mm/m, a mjerodavni otpor 3 daN/t. Projektirana kolosiječna geometrija omogućuje projektiranu građevinsku brzinu po odsjecima od 80 do 120 km/h. Najveća dopuštena brzina prema voznom redu 2009./10. po pod-dionicama iznosi: Zaprešić – Veliko Trgovišće 60 km/h i Veliko Trgovišće – Zabok 40km/h, uz ograničenje od 35 km/h preko pritrđenih skretnica u Zaboku te 20 km/h preko nestabilnog nasipa na pod-dionici Veliko Trgovišće – Zabok. Uz navedene prometne uvijete, vozno vrijeme vlakova za prijevoz putnika (ovisno o rangu vlaka) iznosi od 31 do 36 minuta. Važno je napomenuti da se vozno vrijeme odnosi samo na dionicu Zaprešić – Zabok, ne Zagreb GK – Zabok. Na otvorenoj pruži nema uređaja za osiguravanje, dok su u kolodvorima ugrađeni relejni ili elektro-mehanički uređaji. Promet se odvija u kolodvorskom razmaku. Zaustavni put iznosi 700 m. Ukupni ostvareni promet u 2008. godini na dionici Zaprešić – Zabok iznosio je 2,35 mln brt. Najveća dopuštena duljina vlaka na pruži s obzirom na korisnu duljinu glavnih kolosijeka iznosi 178/178 m. Prema podacima iz 2008., na dionici Zaprešić – Zabok (ograničavajući međukolodvorski razmak Novi Dvori – Luka) dnevna propusna moć pruge iznosi 56 vlakova, godišnja prijevozna moć pruge iznosi 12,6 mln brt., iskorištenje propusne moći pruge 66,1 %, a iskorištenje prijevozne moći pruge iznosi 18,6 %. Zadnja obnova (remont) obavljena je rabljenim gradivom 1977. i 1978. godine.³¹

²⁹ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0*, Zagreb, veljača 2016., p. list 3/167

³⁰ Kinematički profil vozila, kontura koju opisuju rubovi vozila u pokretu

³¹ Ibid., p. list 3/167

2.2.1 Dodatni tehnički parametri trase postojeće željezničke pruge

Na cijeloj duljini željezničke pruge izvedeni su vodoravni kružni lukovi s vodoravnim prijelaznim lukovima oblika popravljene kubne parabole. Najmanji polumjer ima vodoravni luk na pružnoj dionici Zaprešić – Novi Dvori, smješten je na izlazu iz kolodvora Zaprešić (250 m). Preostali vodoravni kružni lukovi različitih su polumjera (od 500 do 2.630 m), a duljine vodoravnih prijelaznih lukova isto tako su dosta različite (od 20 do 130 m).³² Vodoravni lukovi s kratkim prijelaznim lukovima i nadvisivanjem kolosijeka ograničavaju projektiranu građevinsku brzinu na 100 do 120 km/h. Vodoravni luk na izlazu iz kolodvora Zaprešić uvjetuje ograničenje do 40 km/h. Ako se izuzme taj vodoravni luk, na cijeloj pružnoj dionici, uz povećanje nadvišenja u svim lukovima i produljenjem prijelaznih lukova na svega dva mjesta, moguće je ostvariti brzinu od 100 do 120 km/h. Mjerodavni uzdužni nagib kolosijeka (na duljini od 1 km) niti na jednom međukolodvorskom razmaku nije veći od 4%.³³ Na cijeloj duljini pružne dionice izveden je neprekinuto zavareni kolosijek. Ugrađene su pretežno rabljenje tračnice tipa 49E1, a mjestimice i rabljenje tračnice tipa S-45, bukovi impregnirani pragovi, posredno pričvršćenje, djelomice s krutim pričvrsnim priborom tipa K, a djelomice s elastičnim pričvrsnim priborom tipa Sk1-2, na rebrastim podložnim pločama te zastor od tučenca i tamponski sloj debljine od 20 do 30 cm.³⁴ U kolodvorima se primjenjuju djelomice električno, a djelomice ručno postavljanje skretnica na mjestu ugradbe. Skretnice su uglavnom izrađene od tračnica tipa 49 E1 i S-45, s polumjerom odvajanja 200 m i 300 m. Pruga se cijelim dijelom nalazi u nasipu dok većih usjeka nema. Nasipi su većinom niski i ne prelaze visinu od 8,0 m. Ravnik pruge je promjenjive širine, od 5 m do 7 m. Bankine su većinom uske ili nedostaju. Od KM 4 + 800 do KM 10 + 980 evidentirana je nestabilna dionica s deformacijama pružnog nasipa. Posebno je problematična lokacija u KM 11 + 600 i dionica pruge od KM 19 + 100 do KM 21 + 545 na kojoj su nestabilnosti evidentirane prije niza godina te ih se već u nekoliko navrata pokušalo sanirati, ali neuspješno. Trasa pruge ima ukupno 4 čelična mosta. Na pružnoj dionici ukupno ima 21 željezničko - cestovni prijelaz, a od toga je 10 s uređajem za osiguravanje prijelaza i 11 osiguranih samo s cestovnim prometnim znakovima.³⁵

³² Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0.OPĆA MAPA, R201-GP-FAZA I-ND-131-0*, Zagreb, listopad 2015., p. list 11/167

³³ Ibid., p. list 12/167

³⁴ Ibid., p. list 13/167

³⁵ Ibid., p. list 13/167, 15/167, 18/167

2.2.2 Tehničke značajke kolodvora Novi Dvori

Kolodvor Novi Dvori je međukolodvor smješten u KM 4 + 210 pruge R201 Zaprešić – Zabok – Varaždin – Čakovec. Kolodvor je otvoren za prijem i otpremu putnika te vagonskih pošiljaka u unutarnjem i međunarodnom prometu. Granicu kolodvorskog područja u odnosu na otvorenu prugu čine ulazni signali: od strane Zaprešića u KM 3 + 361, te od strane kolodvora Luka u KM 5 + 030. Granicu područja prema industrijskim kolosijecima „Inker“ i „Unija“ čine iskliznice industrijskih kolosijeka. Podređeno službeno mjesto je stajalište Pojatno u KM 7 + 538, kojima je kolodvor Novi Dvori zaštićen.³⁶ Kolodvor Novi Dvori ima tri kolosijeka koji služe za:

- 1. kolosijek: utovarno – istovarni i skladišni, korisne duljine 523, 7 m
- 2. kolosijek: glavni za prijem i otpremu vlakova, korisne duljine 616, 3 m
- 3. kolosijek: glavni prolazni za prijem i otpremu vlakova, korisne duljine 616, 3 m

Korisna duljina, odnosno najveća dopuštena duljina vlaka prema Uputi 52 iznosi 482, 00 m za drugi i treći kolosijek. Situaciju kolodvora Novi Dvori prikazuje Slika 6.

Od stabilnih postrojenja, kolodvor raspolaže blok kućicom kod skretnice br. 9. u KM 4 + 622, betonskom skladišnom rampom ispred robnog skladišta u KM 4 + 326, zgrada WC-a u KM 4 + 177, prijemne zgrade u KM 4 + 210, zgrade skladišta u KM 4 + 308 te uzdignuti peron za ulaz i izlaz putnika od KM 4 + 167 do KM 4 + 305, ukupne duljine 137. U podređenom službenom mjestu nalazi se prijemna zgrada u KM 7 + 538 te uzdignuti peron za ulaz i izlaz putnika u KM 7 + 491 do KM 7 + 583 ukupne duljine 92 m.³⁷

Kolodvor Novi Dvori ima ukupno 9 skretnica, od kojih sve imaju redoviti položaj u pravac osim skretnica br. 2 i 8 koje imaju redoviti položaj u skretanje. Skretnice br. 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8 opremljene su skretničkim bravama tipa „Robel“ i postavljaju se i zaključavaju na licu mjesta. Skretnice br. 1 i 9 opremljene su elektropostavnim spravama za postavljanje iz središnjeg mjesta, a u ovisnosti su s ulaznim signalima. U kolodvoru se nalaze i 4 iskliznice.³⁸ Novi Dvori osigurani su relejno signalno - sigurnosnim uređajem tipa „SS-74“ koji obuhvaća svjetlosne ulazne signale s predsignalima i skupnim izlaznim signalima.

³⁶ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Novi Dvori I. dio*, 2012., p. 1

³⁷ Ibid., p. 2

³⁸ Ibid., p. 3

2.2.3 Tehničke značajke kolodvora Luka

Kolodvor Luka prema zadaći u reguliranju prometa je međukolodvor pruge Zaprešić – Čakovec. Sredina kolodvorske prihvatne zgrade nalazi se u KM 12 + 913. Kolodvoru Luka podređeno službeno mjesto je stajalište Kupljenovo u KM 10 + 364 pruge Zaprešić – Čakovec. Kolodvor je otvoren za prijem i otpremu putnika u unutarnjem prometu, te vagonskim pošiljaka u unutarnjem i međunarodnom prometu za tvrtku „Lagermax Autotransporti“ d.o.o. Vlasnik, odnosno korisnik 3. kolosijeka je tvrtka „Lagermax Autotransporti“ d.o.o. te za rad s vagonskim pošiljkama drugih korisnika kolodvor nije otvoren jer nema manipulativni kolosijek, a ni manipulativni prostor. Granice kolodvorskog područja u odnosu na otvorenu prugu u smjeru kolodvora Novi Dvori je ulazni signal „A“ u KM 12 + 194, a u smjeru kolodvora Veliko Trgovišće je ulazni signal „B“ u KM 13 + 605. Kolodvorsko područje nalazi se u usponu od 1,80 ‰. Kolodvor Luka ima 4 kolosijeka čija je situacija prikazana na Slici 7.:

- 1. kolosijek je glavni i služi za prijem i otpremu vlakova, korisne duljine 564 m
- 2. kolosijek je glavni prolazni i služi za prijem i otpremu vlakova, korisne duljine 564 m
- 3. kolosijek je industrijski kolosijek „Lagermax“ i služi za dopremu vagona vlasniku, korisne duljine 324 m
- 4. kolosijek je krnji te služi za dostavu vagona na istovarnu čeonu rampu, a završava prsobranom, korisne duljine 30 m⁴⁰.

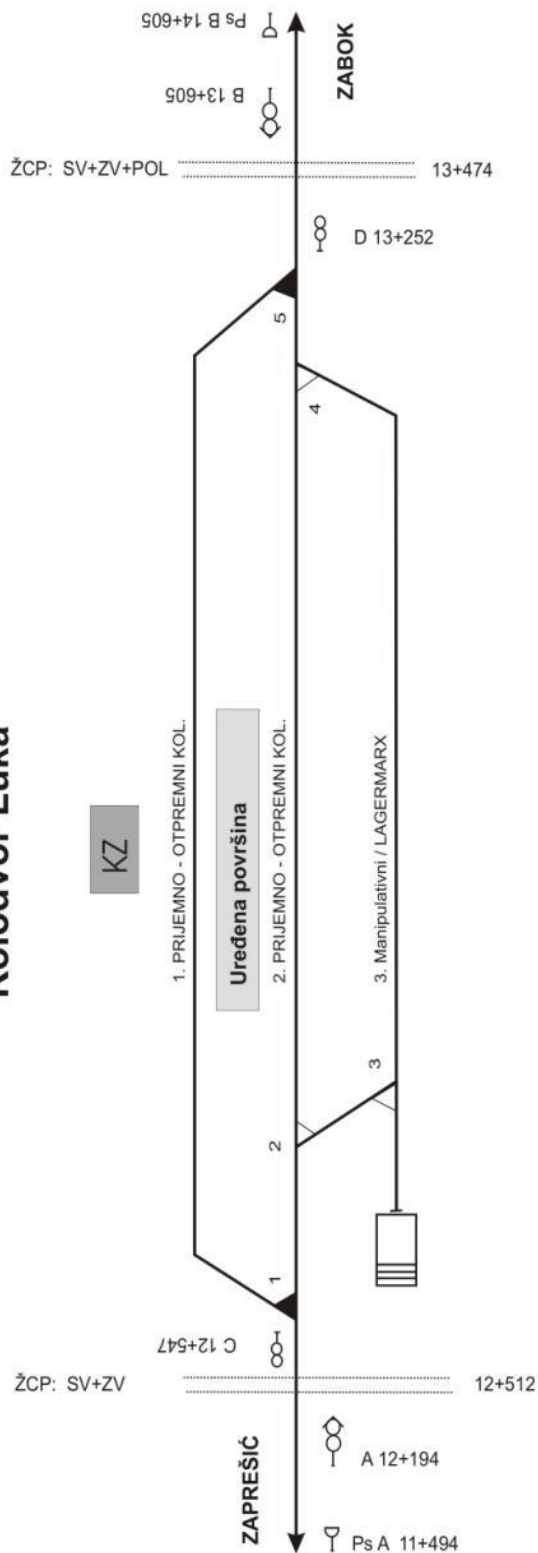
Od stabilnih postrojenja kolodvor Luka raspolaže peronom broj 1 između prijemne kolodvorske zgrade i prvog kolosijeka od KM 12 + 891 do KM 12 + 983 duljine 92 m, širine 5 m, asfaltiran je i visine 0,2 m iznad gornjeg ruba tračnice (GRT). Drugi peron nalazi se između prvog i drugog kolosijeka od KM 12 + 751 do KM 12 + 889, duljine 138 m, širine 1,20 m i visine 0,2 m iznad GRT-a. U stajalištu Kupljenovo nalazi se peron od KM 10 + 390 do KM 10 + 482 duljine 92 m, širine 1,20 m i 0,2 m od GRT-a.

Kolodvor Luka osiguran je relejno signalno – sigurnosnim uređajem tipa „SS-74“ koji obuhvaća svjetlosne ulazne signale s predsignalima i skupnim izlaznim signalima. Kolodvor ima 5 skretnica i jednu iskliznicu. Ulazne skretnice (1 i 5) postavljaju se iz središnjeg mjesta, a ostale na samom mjestu skretnice.⁴¹

⁴⁰ Hrvatske željeznice: *Poslovni red kolodvora Luka I dio*, 2002., p. 1

⁴¹ Ibid., p. 2, 3

Kolodvor Luka



Slika 7. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Luka

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o., 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA I-LU-131-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 21/167

2.2.4 Tehničke značajke kolodvora Veliko Trgovišće

S obzirom na obavljanje prometne službe, kolodvor Veliko Trgovišće je međukolodvor na pruzi Zaprešić – Čakovec i smješten je u KM 18 + 421. Otvoren je za prijem i otpremu putnika u unutarnjem putničkom prometu, vagnskih pošiljaka u unutarnjem i međunarodnom prometu. Kolodvoru je podređeno stajalište Žeinci u KM 16 + 248. Granice kolodvorskog područja u odnosu na otvorenu prugu čine svjetlosni jednoznačni ulazni signali i to: od kolodvora Luka svjetlosni ulazni signal „A“ u KM 17 + 816 i od kolodvora Zabok svjetlosni ulazni signal „B“ u KM 18 + 996. Kolodvor je smješten u usponu od 0,25‰ do 2,25‰. Kolodvor ima ukupno 3 kolosijeka čija je situacija prikazana na Slici 8.:

- 1. kolosijek je manipulacijski i služi za utovar i istovar vagona, korisne duljine 219 m
- 2. kolosijek služi za prijem i otpremu vlakova, korisne duljine 372 m
- 3. kolosijek je glavni prolazni i služi za prijem i otpremu svih vlakova koji ne čekaju križanje ili pretjecanje, korisne duljine 398 m.

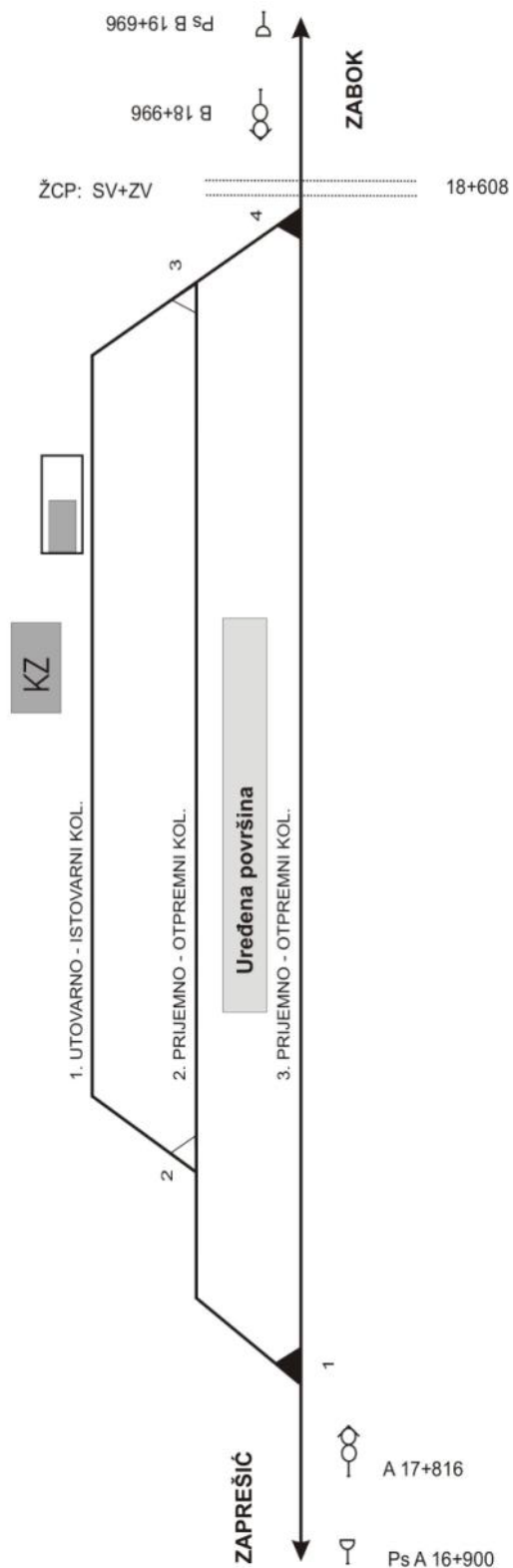
Od stabilnih postrojenja kolodvor Veliko Trgovišće posjeduje asfaltirani peron između drugog i trećeg kolosijeka od KM 18 + 318 do KM 18 + 445, duljine 128 m, širine 1,6 m i visine 0,3 m od GRT-a. Ima pretovarnu rampu u KM 18 + 468 i do nje skladište. Podređeno službeno mjesto Žeinci imaju asfaltirani peron od KM 16 + 200 do KM 16 + 320, duljine 120 m, širine 1,6 m i visine 0,3 m od GRT-a.⁴²

Kolodvor je osiguran relejnim uređajem tipa „INSTITUT“ ZJŽ Beograd sa svjetlosnim jednoznačnim ulaznim signalima. Uređaj omogućava centralno rukovanje skretnicama 1 i 4 i omogućava osiguranje puta vožnje za ulazak, izlazak, odnosno prolazak vlakova na treći i drugi kolosijek. Kolodvor ima 4 skretnice i 2 iskliznice. Od toga jedino skretnica broj 3 ima redoviti položaj u skretanje dok su ostale postavljene u pravac. Skretnicama 2 i 3 rukuje se na licu mjesta isto kao i iskliznicama. Na području kolodvora nalazi se cestovni prijelaz u smjeru Zaboka u KM 18 + 610 osiguran cestovnim svjetlosnim signalima s jako zvučnim budilicama. Između kolodvora Veliko Trgovišće i Luka nalaze se prijelazi preko pruge u: KM 17 + 659, KM 16 + 196, KM 14 + 765, KM 13 + 475.⁴³

⁴² HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Veliko Trgovišće I dio*, 2012., p. 6

⁴³ *Ibid.*, p. 7, 8

Kolodvor Veliko Trgovišće



Slika 8. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Veliko Trgovišće

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o., 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA I-LU-131-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 22/167

2.2.5 Tehničke značajke kolodvora Zabok

Kolodvor se nalazi u KM 23 + 851 kao međukolodvor na pruzi Zaprešić – Čakovec te kao rasporedni kolodvor za prugu Zabok – Đurmanec – DG i Zabok – Gornja Stubica. Iz rasputnice Hum Lug odvaja se pruga Zabok – Gornja Stubica. Kolodvoru Zabok podređena su sljedeća službena mjesta: stajalište Oroslavje, Stubičke Toplice, Donja Stubica i Dubrava Zabočka. Otvoren je za prijem i otpremu putnika u unutarnjem prometu, te svih vagonskih pošiljaka u unutarnjem i međunarodnom prometu. Granice kolodvorskog područja su svjetlosni ulazni signali iz pravca: A – Veliko Trgovišće u KM 23 + 289, B – Bedekovčina u KM 24 + 533 i C – Sveti Križ Začretje u KM 0 + 744. Kolodvor se nalazi u uspnu od 0,87‰ do 1,67‰.⁴⁴ Kolodvor ima ukupno 11 kolosijeka čija je situacija prikazana na Slici 9., a namjena i korisna duljina prikazane su u Tablici 7.

Tablica 7. Korisna duljina i namjena kolosijeka u kolodvoru Zabok

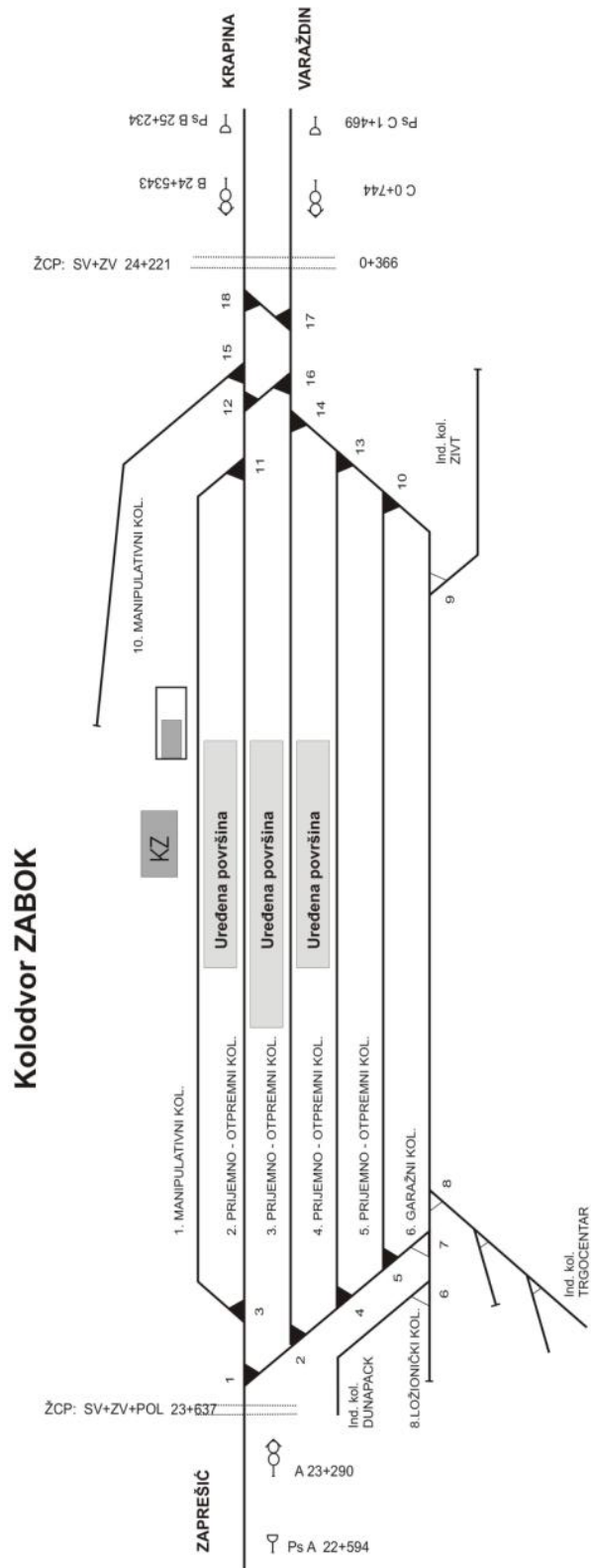
KOLOSIIJEK	KORISNA DULJINA [m]	NAMJENA
1.	314	manipulacijski
2.	408	glavni prolazni za putničke vlakove
3.	349	glavni prolazni za putničke vlakove
4.	295	prijemno – otpremni za putničke i teretne vl.
5.	246	prijemno otpremni za teretne vlakove
6.	246	garažni
7.	46	spojni
8.	54	ložionički
9.	121	ložionički
10.	170	manipulacijski
11	41	spojni skretnica 12 – skretnica 18

Izvor: HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zabok I dio*, 2013., p. 2, 3

Iz kolodvora se odvajaju dva industrijska kolosijeka: „TRGOCENTAR“ odvaja se u KM 23 + 749 s 9. ložioničkog kolosijeka skretnicom broj 6a te industrijski kolosijek „DUNAPACK“ odvaja se u KM 23 + 654 od 7. kolosijeka skretnicom broj 6.⁴⁵

⁴⁴ HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zabok I dio*, 2013., p. 3

⁴⁵ Ibid., p. 3



Slika 9. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Zabok

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA I-LU-131-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 23/167

Od stabilnih postrojenja kolodvor Zabok ima: blok kućicu I i II za skretničare, priručna skladišta, zgradu u kojoj je prostor TK dionice Varaždin, priručna skladišta Prometne sekcije, zgradu tzv. konačište u kojoj je sjedište dionice održavanja signalno – sigurnosnih uređaja Zabok, bočnu rampu u produžetku skladišta, vagonsku vagu 16 m duljine i nosivosti 80 t, napojnik za dizel lokomotive, uređaj za namirivanje vučnih vozila naftom. Peroni se nalaze:

- između 1. i 2. kolosijeka od KM 23 + 871 do KM 23 + 960, duljine 89 m i širine 1,63 m
- između 2. i 3. kolosijeka od KM 23 + 773 do KM 23 + 966, duljine 193 m i širine 1,59 m
- između 3. i 4. kolosijeka od KM 23 + 871 do KM 23 + 966, duljine 95 m i širine 1,64 m.

Kolodvor Zabok osiguran je pojednostavljenim relejnim privolnim signalno – sigurnosnim uređajem sa svjetlosnim jednoznačnim ulaznim signalima, predsignalima i s ključevnom ovisnošću položaja skretnica. Kolodvor nema izlazne signale. Uređaj omogućuje osiguranje ulaznih voznih putova na kolosijeke 2, 3, 4 i 5 od strane Zaprešića, Varaždina i Krapine, kao i pritvrđivanje skretnica u voznom putu za izlazne vožnje u smjeru Varaždina i Krapine. Uređaj se sastoji on komandnog uređaja u prometnom uredu i privolnih uređaja u blokovima I i II. Skretnicama se rukuje na licu mjesta i zaključava Robel bravama. Predsignalima i ulaznim signalima rukuje prometnik vlakova, a uređaj je izveden bez izoliranih odsjeka te vraćanje signala u redoviti položaj obavlja ručno prometnik vlakova. U kolodvorskom području nalaze se i dva ŽCP-a: od strane Zaprešića u KM 23 + 637 osiguran cestovnim svjetlosnim signalima s jakozvučnim budilicama i polubranicama kojim rukuje skretničar bloka I, isti je u električnoj ovisnosti s voznim putevima od strane Zaprešića. Od strane Varaždina i Krapine u KM 24 + 221 cestovni prijelaz osiguran jakozvučnim budilicama i svjetlosnim signalima i isti je u električnoj ovisnosti s voznim putevima od strane Varaždina i Krapine, njime rukuje skretničar bloka II.⁴⁶ Između kolodvora Veliko Trgovišće i Zabok nalaze se prijelazi preko pruge u: KM 18 + 610, KM 20 + 225, KM 22 + 201 i KM 22 + 817.⁴⁷

Kolodvor Zabok ima ukupno 18 skretnica od kojih 2., 4., 5., 7., 10 i 13. imaju redoviti položaj u skretanje, dok ostale skretnice imaju redoviti položaj u pravac. Skretnice 7 i 8 nemaju nikakvog osiguranja ni u pravac ni su skretanje. Kolodvor ima 4 iskliznice.

⁴⁶ Ibid., p. 4

⁴⁷ Ibid., p. 6

3 ANALIZA STANJA NAKON MODERNIZACIJE

Projekt za obnovu i modernizaciju dionice pruge M101 Savski Marof – Zagreb GK izrađen je još tijekom 2013./2014. godine. U njemu se predviđa završetak obnove ove dionice najkasnije do 2020. godine.⁴⁸ U trenutku pisanja ovog rada obnova gore spomenute dionice nije ni započela te stanje dionice ostaje isto do daljnjeg. Stoga će se u daljnjem tekstu analiza stanja nakon modernizacije opisati samo za dionicu pruge R201 Zaprešić – Zabok.

3.1 Analiza stanja nakon modernizacije dionice R201 Zaprešić – Zabok

S obzirom na veliki broj svakodnevnih putnika, kako u prošlosti, tako i danas, ova je dionica jedna od prvih koje su predviđene za osposobljavanje na uključivanje u prigradski željeznički prometni sustav. Radi potpunog uključivanja pružne dionice Zaprešić – Zabok u sustav prigradskog željezničkog prometa Grada Zagreba, potrebno je ispuniti zahtjeve kojima će u konačnici morati udovoljavati sve željezničke pruge namijenjene prigradskom prometu⁴⁹:

- dva kolosijeka na otvorenoj pruži (kada se za to steknu uvjeti s obzirom na prometne zahtjeve), u ovom slučaju rekonstruira se jednokolosiječna pruga, a križanja s cestama izvan razine rješavaju se za konačno stanje
- elektrifikacija izmjeničnim jednofaznim elektrifikacijskim sustavom 25 kV, 50 Hz
- nazivna projektirana građevinska brzina 120 km/h (uz ograničenja u urbaniziranim područjima uvjetovana plansko – urbanističkim razlozima)
- najveća dopuštena masa željezničkih vozila na željezničkim prugama namijenjenim mješovitom prometu 22,5 t/o i 8 t/m (model opterećenja D4)
- novosagrađeni mostovi za uspravno prometno opterećenje
- korisna duljina perona najmanje 160 m (osim dodatnih perona u kolodvoru Zabok korisne dužine 80 m)
- duljina zaustavnoga puta 1.000 m

⁴⁸ Istraživanje i projektiranje u prometu d.o.o.: *Studija razvoja željezničkog čvora Zagreb*, Zagreb, 20. listopada 2016., p. 8

⁴⁹ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8262G*, Zagreb, veljača 2016., p. 4/15

-
- opremljenost suvremenim podsustavima za vođenje prometa (kada se za to steknu uvjeti s obzirom na opremanje koridorskih željezničkih pruga koje prolaze kroz Zagreb)
 - elektronički signalno-sigurnosni uređaji (kada se za to steknu uvjeti s obzirom na prometne zahtjeve i opremljenost susjednih koridorskih pruga)
 - telekomunikacijski uređaji (kada se za to steknu uvjeti s obzirom na opremanje koridorskih željezničkih pruga koje prolaze kroz Zagreb).

Rekonstrukcija dionice pruge R201 Zaprešić – Zabok odvija u 6 faza izgradnje:⁵⁰

Prve četiri faze obuhvaćaju obnovu/rekonstrukciju i/ili izgradnju novih devijacija željezničke pruge na svakoj od četiri poddionice pruge Zaprešić (isključivo) – Zabok (uključivo) od KM cca 439 + 971 (= 0 + 403,12) do KM cca 24 + 250. U petoj fazi predviđena je izgradnja stabilnih postrojenja za električnu vuču, osiguranje otvorene pruge i kolodvora te ugradnja TK uređaja na cijeloj duljini pružne dionice kao i postavljanje signala i signalnih oznaka koji se odnose na stabilna postrojenja za električnu vuču i postavljanje opreme za grijanje skretnica na pruzi Zaprešić (isključivo) – Zabok (uključivo) od KM cca 0 + 000 do KM cca 28 + 625 zajedno sa prugom Zabok – Đurmanec – DG (R106) do KM cca 3 + 233 i prugom Hum - Lug – Gornja Stubica (L202) do KM cca 2 + 700.⁵¹

1. faza: rekonstrukcija pruge na I poddionici: kolodvor Zaprešić (isključivo) – kolodvor Novi Dvori (uključivo) od KM cca 0 + 403 do KM cca 4 + 692 (V_{max} do 120 km/h – osim na dijelovima od km cca 0 + 400 do KM cca 1 + 589 i od KM cca 0 + 570 do KM cca 1 + 426 gdje se zadržava postojeća brzina)

2. faza: rekonstrukcija pruge na II poddionici: kolodvor Novi Dvori (isključivo) – kolodvor Luka (uključivo) od KM cca 4 + 692 do KM cca 13 + 255 (V_{max} do 120 km/h – osim na dijelovima od km 7 + 945 do KM 8 + 755, od KM 9 + 922 do KM cca 10 + 315 i od KM cca 10 + 475 do KM cca 11 + 100 gdje se zadržava postojeća brzina)

⁵⁰ Ibid., p. 2/15

⁵¹ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE – 1/2, 8262D*, Zagreb, veljača 2016., p. 1/22

3. faza: rekonstrukcija pruge na III poddionici: kolodvor Luka (isključivo) – kolodvor Veliko Trgovišće (uključivo) od KM cca 13 + 255 do KM cca 18 + 604 (V_{\max} do 120 km/h – osim na dijelovima od KM cca 16 + 259 do KM cca 16 + 590, od KM cca 16 + 931 do KM cca 17 + 600 i od KM cca 17 + 760 do KM cca 18 + 145 gdje se zadržava postojeća brzina)

4. faza: rekonstrukcija pruge na IV poddionici: kolodvor Veliko Trgovišće (isključivo) – kolodvor Zabok (uključivo) od KM cca 18 + 604 do KM cca 24 + 250 (V_{\max} do 120 km/h – osim na dijelovima od KM cca 21 + 880 do KM cca 22 + 760 i od KM cca 22 + 921 do KM cca 23 + 580 gdje se zadržava postojeća brzina)

5. faza: elektrifikacija i ugradnja signalno-sigurnosnih uređaja na pruzi Zaprešić (isključivo) – Zabok (uključivo) od KM cca 0 + 000 do KM cca 28 + 625, uključujući pruge R106 Zabok – Đurmanec – DG do KM cca 3 + 233 te L202 Hum - Lug – Gornja Stubica do KM cca 2 + 700, sa pripadnim građevinama i opremom (uz gore navedena ograničenja brzine)

6. faza: izgradnja objekata za zaštitu od buke na pruzi Zaprešić (isključivo) – Zabok (uključivo) od KM cca 0 + 403 do KM 24 + 250 (osposobljavanje za brzinu do 120 km/h prilagodbom prometne signalizacije).

Kolosiječna konstrukcija sastoji se od tračnica tipa 60E1 razreda tvrdoće najmanje R260, elastičnoga kolosiječnoga pričvrsnog pribora (neposredno pričvršćenje bez podložne ploče), prednapetih armirano-betonskih pragova, zastora od tučenca odgovarajuće kakvoće. Izvedena je konstrukcija neprekinuto zavarenog kolosijeka. Pragovi se ugrađuju na osnovnom razmaku od 60 cm (1670 kom/km). Izvedena je konstrukcija neprekinuto zavarenoga kolosijeka. Tračnice u kolosijeku ugrađuju se s nagibom 40:1 prema ravnini kolosijeka, pri čemu je naležna površina za nožicu tračnice u nagibu 1:40. Konstrukcija pružnog gornjeg ustroja odgovara zahtjevima za željezničke pruge osnovne transeuropske željezničke mreže predviđene za promet:

- teretnih vlakova mase do najviše 22,5 t/o i 8,0 t/m (kategorija opterećenja D4) najvećom dopuštenom brzinom od 120 km/h
- vlakova za prijevoz putnika mase do najviše 18,0 t/o i 6,4 t/m (kategorija modela opterećenja B2) najvećom dopuštenom brzinom od 120 km/h⁵².

⁵² Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8261G*, Zagreb, listopad 2016., p. 11/14

Na dionici Zaprešić – Zabok ugradit će se suvremeno tehnološko rješenje centraliziranog uređaja automatskog pružnog bloka u elektroničkoj izvedbi, kojim će se osiguravati obostrani promet vlakova uz njihovo slijeđenje, pri čemu komponente uređaja APB-a moraju imati razinu sigurnosnog integriteta SIL 4. Sukladno tome, međukolodvorski razmaci će se podijeliti na prostorne odsjeke minimalnog razmaka 1000 m (uz dozvoljene tolerancije od – 5%), koliko iznosi zaustavni put za maksimalnu brzinu od 120 km/h. Prostorne odsjeke odjeljivat će prostorni signali opremljeni balizama autostop uređaja s rezonantnim krugovima 1000/2000 Hz. U službenim mjestima predsignalni će se u odnosu na pripadajuće ulazne signale nalaziti na udaljenosti od 1000 m, a svi prijamno – otpremi kolosijeci bit će opremljeni izlaznim signalima za oba smjera. Kontrola zauzetosti ulaznih, kolosiječnih i skretničkih odsjeka u kolodvorima te prostornih odsjeka izvest će se brojačima osovina. Svi elementi osiguranja međukolodvorskog razmaka i njihova stanja (odsjeci, signali, itd.) moraju biti prikazani na monitoru računala prometnika vlakova.⁵³

Što se tiče željezničko cestovnih prijelaza, neki su projektom predviđeni za ukidanje, neki na svođenje na susjedni željezničko cestovni prijelaz, dok su neki predviđeni za denivelaciju. ŽCP i pješački prijelazi koji ostaju u razini pruge bit će popođeni montažnim sintetičkim elementima. Osiguranje ŽCP-a izvest će se svjetlosnom i zvučnom signalizacijom te polubranicama. Projektom se predviđa gradnja novog stajališta između kolodvora Zaprešić i Novi Dvori: Zaprešić Putine u KM 1 + 153.

U daljnjem tekstu prikazat će se buduća stanja službenih mjesta na dionici pruge Zaprešić – Zabok. Iznimka je kolodvor Zaprešić jer se idejnim projektom rekonstrukcije i modernizacije pruge predviđaju i promjene u Zaprešiću, a kad se promatra glavni projekt onda to nije slučaj, kolodvor Zaprešić je isključen iz projekta. Unatoč tome u radu će se prikazati i promjene u gore spomenutom kolodvoru.

⁵³ Mikulčić, M.: *Organizacija željezničkog putničkog prijevoza nakon modernizacije dionice pruge Zaprešić – Zabok*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017., p. 34

3.2 Kolodvor Zaprešić

Osnovna funkcija kolodvora Zaprešić je da je on međukolodvor na pruzi Zagreb GK – Savski Marof i da je odvojni kolodvor za prugu Zaprešić – Varaždin – Čakovec. Buduće rješenje mora zadovoljiti ove dvije funkcije, a to znači da je potrebno izgraditi peronske kapacitete koji omogućuju mimoilaženje odnosno križanje vlakova.

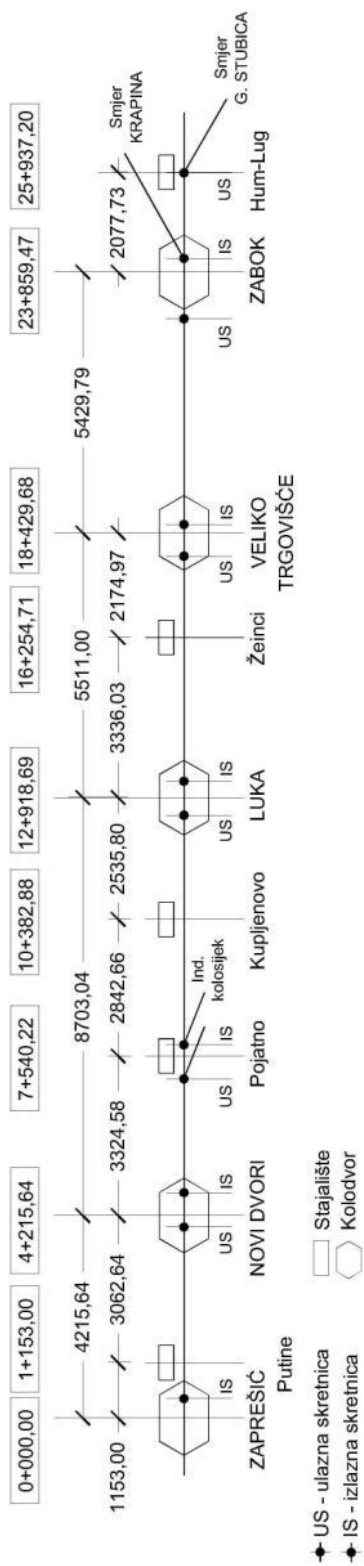
Da bi se osigurali dovoljni peronski kapaciteti potrebno je izgraditi otočni peron i urediti postojeći bočni peron. Ovim projektom se predlaže ugradnja otočnog perona na mjesto današnjeg 3. kolosijeka. Da bi se to moglo ostvariti potrebno je izvesti razmicanje ulaznih kolosijeka dvokolosiječne pruge iz smjera Savskog Marofa, za omogućavanje prolaza vlakova smjera Zagreb Gl. kol. – Savski Marof, a koji ne stoje u Zaprešiću s $V_{\max} = 120$ km/h.

Uz otočni peron potrebno je rekonstruirati postojeći bočni peron. Dužina oba perona treba biti 250 m kako bi se mogli prihvaćati daljinski vlakovi smjera Zaboka klasičnog sastava 8 vagona. Širina otočnog perona je 6,1 m, a bočnog 4,0 m. Visina 0,55 m iznad GRT. Razmicanje kolosijeka je potrebno izvesti tako da se u perspektivi otočni peron može produljiti na dužinu od 400 m.

U kolodvoru je sa obje strane potrebno izgraditi nedostajuće veze između glavnih prolaznih kolosijeka, kako bi se u slučaju potrebe moglo izvršiti pretjecanje vlakova. Kako ne bi došlo do smanjenja kolosiječnih kapaciteta zbog izgradnje otočnog perona, predlaže se prenamjena postojećeg 7. garažnog kolosijeka u prijemno otpremni kolosijek. Perone je potrebno povezati podhodnikom širine 5,0 m, a stubište na otočnom peronu izvesti dvostrano. Na peronima je potrebno izvesti nadstrešnice dužine 120 m na otočnom peronu i 80 m na bočnom peronu.⁵⁴

Tehnološka shema (raster) službenih mjesta na rekonstruiranoj pružnoj dionici R201 Zaprešić – Zabok prikazana je na Slici 10.

⁵⁴ Inženjering d.o.o.: *Modernizacija željezničke pruge I. reda – 1101 Zaprešić – Varaždin – Čakovec, Dionica: Zaprešić – Zabok*, idejni projekt, 0506/04, Zagreb, listopad 2004., p. list 14/26, 15/26



Slika 10. Tehnološka shema (raster) službenih mjesta nakon rekonstrukcije dionice Zaprješić – Zabok

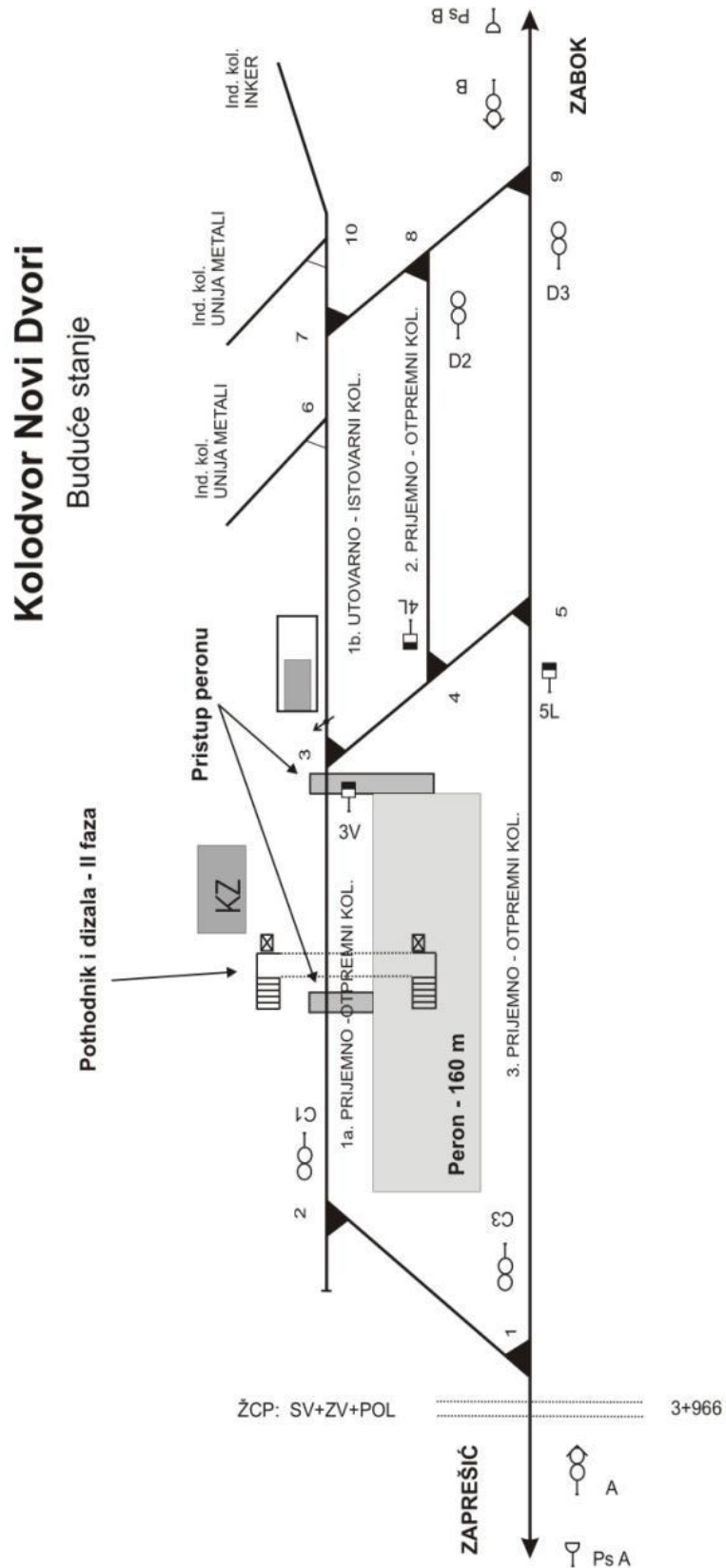
Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 101/167

3.3 Kolodvor Novi Dvori

Kolodvor će se rekonstruirati na način da se izgradi otočni peron na mjestu sadašnjeg drugog kolosijeka, a prvi i treći kolosijek se dijele na dva dijela tako da se povećaju prometni kapaciteti za prijem i otpremu vlakova. Kolosiječna situacija nakon rekonstrukcije prikazana je na Slici 11. Visina perona je 0,55 m iznad GRT, duljina 160 m, širina 6,15 m. Rub perona će od osi kolosijeka biti udaljen 1,70 m. Na peronu je predviđena nadstrešnica duljine 61,6 m. Bit će dvostrešna s poprečnim nagibom krovnih ploha prema središnjoj osi. Visina mjerena od ruba perona je 495 cm. Druga nadstrešnica bit će izvedena na kolodvorskoj strani iznad pristupnih površina odnosno stepeništa i dizala u duljini 18,4 m i širini 6,10 m. Visina od ruba platoa je 495 cm. Pristup peronu je kroz pothodnik koji se izvodi kao armiranobetonska okvirna konstrukcija duljine 12,775 m pravokutnog oblika 470 x 350 cm. Pothodnik će imati ugrađeno dizalo. Visina iznosi 259 cm, a širina 400 cm. Kod pružnog donjeg ustroja ugrađuje se zaštitni sloj od 40 cm, geotekstil i geomreža čime će se povećati nosivi sklop pružnog tijela. Kolodvor će se osigurati novim elektroničkim signalno – sigurnosnim uređajima (ESSU). Svaki kolosijek imat će izlazne signale te skretnice s električnim grijanjem. Ulaznim, izlaznim signalima, predsignalima glavnih signala, skretnicama i iskliznicama upravljat će se centralno iz prometnog ureda. Skretnice moraju biti osigurane trofaznim elektro – hidrauličnim postavnim spravama. Omogućeno je upravljanje iz kolodvora Novi Dvori odvojnim skretnicama za industrijski kolosijek „Vijadukt“ na međukolodvorskom razmaku Novi Dvori – Luka, ispred stajališta Pojatno, kao i skretnicom za industrijski kolosijek „Špoljar“ na istom međukolodvorskom razmaku iza stajališta Pojatno. ESSU obuhvaća i osiguranje međukolodvorskog razmaka prema Zaprešiću, kao i dio prema kolodvoru Luka. Osiguranje se izvodi automatskim pružnim blokom (APB). Na prostoru uz kolodvor osigurano je 60 parkirnih mjesta te će se izvesti osvjjetljenje duž cijelog kolodvora (od ulazne do izlazne skretnice).⁵⁵ Željezničko cestovni prijelaz između kolodvora Zaprešić i Novi Dvori u KM 0 + 723 („Zagrebačka“) izvest će se križanjem izvan razine. Predviđa se izgradnja cestovnog podvožnjaka, a prijelaz u razini se ukida. Drugi ŽCP u KM 1 + 055 leži u pravcu, cesta siječe prugu po kutom od 89°. Popođenje sa sintetičkim elementima u širini 9,60 m. Osiguranje prijelaza izvest će se svjetlosnim i zvučnim signalima te polubranicama.⁵⁶

⁵⁵ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0*, Zagreb, veljača 2016., p. list 102/167

⁵⁶ Ibid., p. list 109/167



Slika 11. Shematski prikaz situacije kolodvora Novi Dvori nakon rekonstrukcije

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 102/167

3.4 Kolodvor Luka

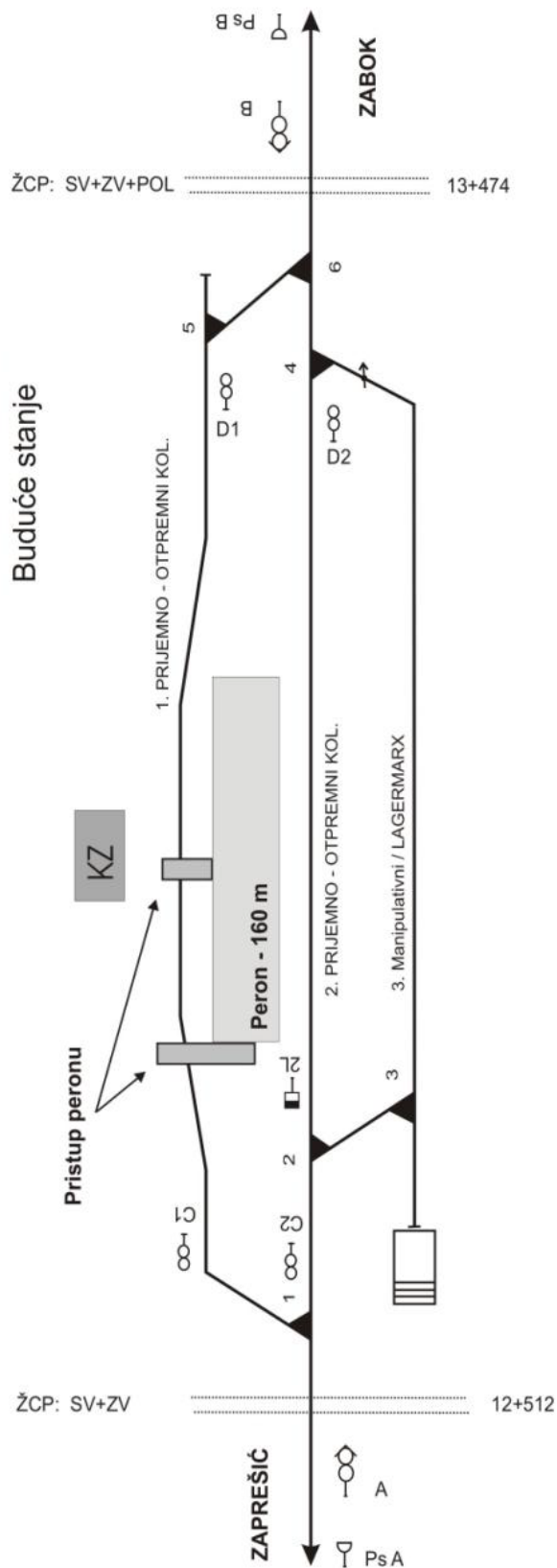
Rekonstrukcija kolodvora predviđa gradnju otočnog perona između 1. i 2. kolosijeka, što će se postići razmicanjem kolosijeka. Na Slici 12. prikazana je situacija nakon rekonstrukcije. Peron je visine 55 cm iznad GRT-a, duljine 160 m te širine 5,1 m. Pristup peronu je osiguran s čela perona. Rub perona će od osi kolosijeka biti udaljen 1,70 m. Na peronu se izvodi otočna nadstrešnica duljine 52 m, a širine 5,10 m. Nadstrešnica je dvostrešna s poprečnim nagibom krovnih ploha prema središnjoj osi. Visina mjerena od ruba perona je 495 cm. Nadstrešnica na kolodvorskoj strani postavljena je iznad pristupnih površina odnosno stepeništa i dizala. Duljine 18,4 m, širine 6,10 m i visine od ruba platoa 495 cm.⁵⁷ Također, u kolodvoru Luka u KM 12 + 931 izgradit će se pješački pothodnik u svrhu pristupa otočnom peronu. Na zapadnoj strani kolodvora predviđa se parkiralište s 20 mjesta za automobile. Komunikacija parkiralište – pothodnik, kao i peron pothodnik, omogućena je stubištima postavljenim okomito na os pothodnika te s neprohodnim dizalom. Pothodnik je duljine 12,725 m, pravokutnog oblika 470 x 351, visine 260 cm, širine 400 cm. Stube se izvode kao dvokrake s među podestom širine 160 cm. Dizalo ima nosivost 630 kg ili 8 osoba.⁵⁸ Kolodvor će biti osvijetljen novom rasvjetom. Sve skretnice u kolodvoru biti će od tračnica tipa 60E1 i ugrađivat će se na betonskim pragovima. Polumjer odvajanja je $R = 300$ m, osim skretnice broj 4 čiji je polumjer $R = 200$ m. Skretnice se izvode s električnim grijanjem. Kolodvor Luka osigurat će se novim ESSU s LED svjetlosnim signalima, s centralnim postavljanjem skretnica. ESSU se sastoji od vanjskih uređaja i unutrašnjih uređaja. Unutrašnji su smješteni u postojeću zgradu odakle se rukuje uređajem iz prometnog ureda. Novi ESSU obuhvaća i osiguranje: dijela međukolodvorskog razmaka prema kolodvoru Novi Dvori centraliziranim uređajem APB-a, sam kolodvor Luka, dio međukolodvorskog razmaka prema kolodvoru Veliko Trgovišće, također centraliziranim uređajem APB-a, te sučelja prema ŽCP-ima (u KM 9 + 805, 10 + 392, 12 + 504, 13 + 465, 14 + 754, u 12. i 13. kilometru su kolodvorski ŽCP-i).⁵⁹

⁵⁷ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE*, 8262 DK, Zagreb, veljača 2016., p.

⁵⁸ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.4. Pothodnik, II.4.1. Građevinski dio, R201-GP-FAZA I-LU*, Zagreb, veljača 2016., p. 2/11

⁵⁹ Zagreb signal d.o.o.: *SS.2 SIGNALNO SIGURNOSI UREĐAJI KOLODVORA LUKA, P-420/13*, Zagreb, veljača 2016., p. list 5/55

Kolodvor Luka Buduće stanje



Slika 12. Shematski prikaz situacije kolodvora Luka nakon rekonstrukcije

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 103/167

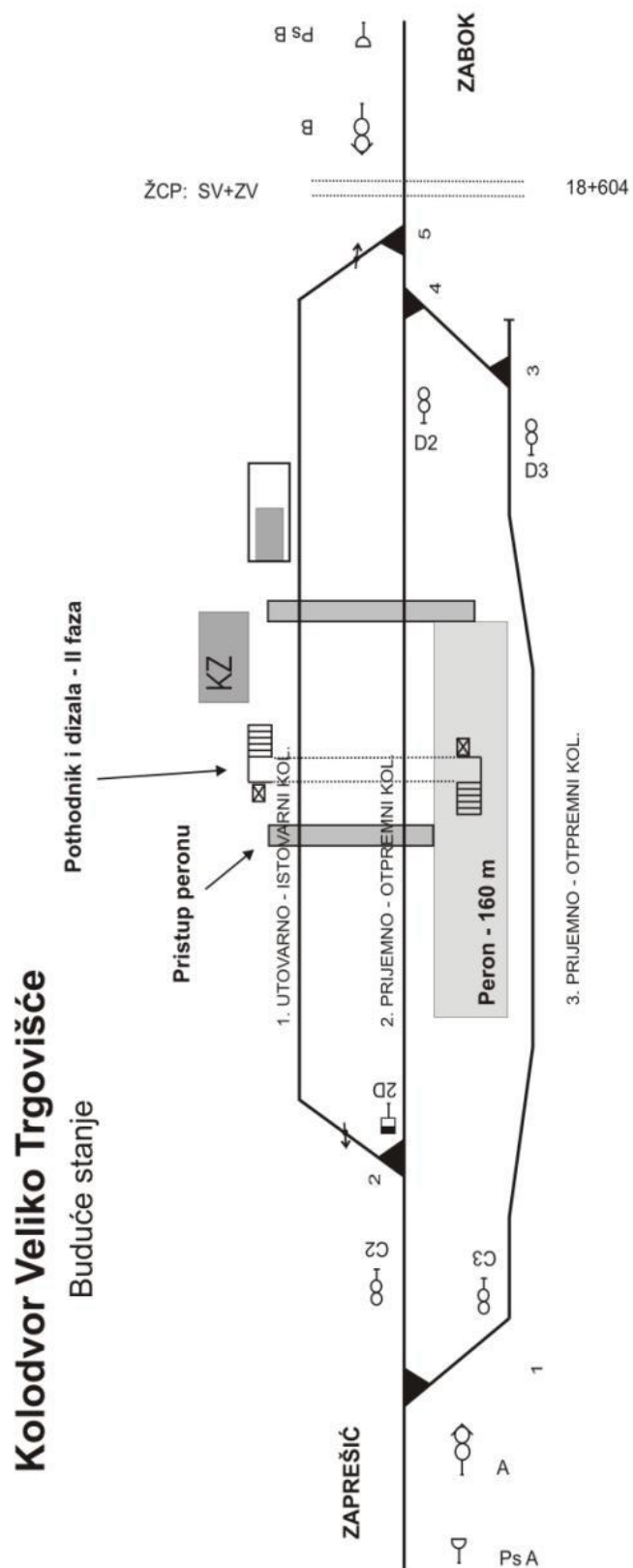
ŽCP-i između kolodvora Novi Dvori i Luka u KM 7 + 729 i 10 + 392 osigurat će se novim elektroničkim uređajem za automatsko osiguranje, s novim svjetlo – zvučnim signalima i polubranicima. Na isti način osigurat će se i kolodvorski ŽCP-i koji su gore navedeni. Prijelazi u KM 6 + 325 i 9 + 805 ostaju osigurani prometnim znakom. Svi će biti popođeni novim montažnim sintetičkim materijalom. Prijelazi u KM 8 + 450 i 11 + 916 ukidaju se.

3.5 Kolodvor Veliko Trgovišće

Na kolodvoru Veliko Trgovišće predviđa se izgradnja otočnog perona između 2. i 3. kolosijeka. Novi otočni peron duljine je 160 m, širine 6,6 m i visine 55 cm iznad GRT-a. Rub perona će od osi kolosijeka biti udaljen 1,70 m. Nova situacija nakon rekonstrukcije prikazana je na Slici 13. Pristup peronu osigurat će se izgradnjom novog pothodnika i dva dizala. Pothodnik se izvodi u KM 18 + 387, duljine 18,5 m pravokutnog oblika 470 x 353 cm, visine 262 cm, širine 400 cm. Stubišta se izvode kao dvokraka s međupodestom širine 160 cm. Na ulazu u pothodnik od strane predviđenog parkirališta širina iznosi 260 cm, a na peronskoj strani 180 cm. Dizala su definirana kao osobna i za prijevoz osoba s invaliditetom. Predviđena je otočna nadstrešnica duljine 61,6 m, širine 6,10 m, dvostrešna s poprečnim nagibom krovnih ploha prema središnjoj osi. Visina nadstrešnice mjerena od ruba perona je 495 m. Nadstrešnica na kolodvorskoj strani postavljena je iznad pristupnih površina odnosno stepeništa i dizala. Duljine 18,4 m, širine 6,10 m i visine 495 cm od ruba platoa.⁶⁰ Skretnice u kolodvoru izvode se s električnim grijačima i tračnicama tipa 60E1. Skretnice na glavnom prolaznom kolosijeku su radijusa 300 m i na prijemno otpremnom kolosijeku radijusa 200 m. Ugrađuju se prednapeti armiranobetonski pragovi s elastičnim kolosiječnim pričvrsnim priborom kao i bukovi impregnirani kolosiječni pragovi te hrastovi impregnirani skretnički pragovi.⁶¹ Novi ESSU kolodvora Veliko Trgovišće obuhvaća osiguranje međukolodvorskog razmaka prema kolodvoru Luka centraliziranim uređajem APB-a, sam kolodvor Veliko Trgovišće, dio međukolodvorskog razmaka prema kolodvoru Zabok, te sučelja prema ŽCP-ima (u KM 16 + 187 , 18 + 612 koji je kolodvorski i 20 + 228).

⁶⁰ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE, 8263K*, Zagreb, srpanj 2014., p. 14/19, 15/19

⁶¹ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8263K*, Zagreb, siječanj 2016., p. 10/13, 11/13



Slika 13. Shematski prikaz situacije kolodvora Veliko Trgovišće nakon rekonstrukcije

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 103/167

Na dionici Luka – Veliko Trgovišće međukolodvorski razmak podijelit će se na tri prostorna odsjeka od kojih je jedan pod nadzorom Luka, a dva su pod nadzorom kolodvora Veliko Trgovišće. Na dionici Veliko Trgovišće – Zabok međukolodvorski razmak podijelit će se na tri prostorna odsjeka od kojih su dva pod nadzorom Velikog Trgovišća, a jedan je pod nadzorom kolodvora Zabok.⁶² Na drugi glavni prolazni prijemno – otpremni kolosijek i na treći prijemno - otpremni kolosijek postavljaju se izlazni signali iz kolodvora kojima se kao i skretnicama te ulaznim signalima rukuje centralno iz prometnog ureda. Signali su izvedeni kao svjetlosni s LED žaruljama. Prvi kolosijek, utovarno istovarni ostaje neosiguran.⁶³ ŽCP-i kao i pješački prijelazi izvest će se s popođenjem od novog sintetičkog montažnog materijala. ŽCP Žeinci u KM 16 + 187 i ŽCP u KM 18 + 612 osigurati će se novim elektroničkim uređajem za automatsko osiguranje, s novim svjetlosno – zvučnim signalima i polubranicama. Ukida se prijelaz u KM 17 + 659 pred ulazom u kolodvor Veliko Trgovišće. Kolodvor će biti osvjetljen novom rasvjetom.⁶⁴

3.6 Kolodvor Zabok

Kolodvor Zabok dijeli se na dva dijela: putnički i teretni dio.

U putničkom dijelu kolodvora predviđa se izgradnja dva bočna i jednog otočnog perona. Novi bočni peroni duljine 80 m, širine 3,0 m i visine 55 cm od GRT-a izvest će se uz prvi kolosijek. Novi otočni peron između kolosijeka 2 i 3 duljine 290 m, širine 6,6 m i visine 55 cm iznad GRT-a izvest će se na mjestu današnjeg trećeg kolosijeka. Rub perona će od osi kolosijeka biti udaljen 1,70 m. Pristup bočnim peronima izvest će se pješačkim površinama dok će se pristup na otočni peron osigurati izgradnjom novog pothodnika. Komunikacija kolodvorski plato – pothodnik te otočni peron – pothodnik omogućena je sa tri stubišta postavljena okomito na os kolosijeka i dvama prohodnim dizalima, a komunikacija pothodnik – parkiralište jednim stubištem postavljenim paralelno s osi pothodnika i prohodnim dizalom.⁶⁵

⁶² Zagreb signal d.o.o.: *SS.3 SIGNALNO SIGURNOSNI UREĐAJI KOLODVORA VELIKO TRGOVIŠĆE, P-421/13*, Zagreb, veljača 2016., p. 5/50, 7/50

⁶³ Ibid., p. 9/50

⁶⁴ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.6. GRAĐEVINSKO UREĐENJE ŽCPR-a, 8263P*, Zagreb, svibanj 2014., p. 8/15, 9/15

⁶⁵ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE, 8264DK*, Zagreb, siječanj 2016., p. 16/22

Otočna nadstrešnica u Zaboku dugačka je 119,2 m, a široka 6,1 m. Nadstrešnica je dvostrešna s poprečnim nagibom krovnih ploha prema središnjoj osi. Visina nadstrešnice mjerena od ruba perona je 495 cm. Nadstrešnica na kolodvorskoj strani postavljena je iznad pristupnih površina odnosno stepeništa i dizala. Dugačka je 13,6 m, a široka 6,00 m. Visina nadstrešnice mjerena od ruba platoa je 525 cm. Nadstrešnica je dvostrešna s poprečnim nagibom krovnih ploha prema središnjoj osi. Na parkiralištu „P2“ na B strani kolodvora Zabok iznad pothodnika u KM 23+888 postavljena je nadstrešnica dugačka 12,6 m, široka 6,10 m. Visina nadstrešnice mjerena od razine parkirališta je 495 cm. Nadstrešnica je dvostrešna s poprečnim nagibom krovnih ploha prema središnjoj osi. Lijevo i desno od kolodvorske zgrade u Zaboku na peronima duljine 80 m postavljene su bočne nadstrešnice duljine 20 m. Nadstrešnice su širine 2,10 m te visine 3,00 m u odnosu na rub perona.⁶⁶ U kolodvoru Zabok biti će 3 asfaltirana parkirališta „P1“, „P2“ i „P3“, ukupnog kapaciteta 215 mjesta. „P1“ (lijevo) i „P3“ (desno) smješteni su bočno od kolodvorskog platoa, a „P2“ smješteno je nasuprot kolodvorske zgrade i kolosijeka. Skretnice na glavnim prolaznim i prijamno otpremnim kolosijecima na kolodvoru su tipa 60E1 s radijusom 300 m i 60E1 s radijusom 200 m. Skretnice na manipulativnim, štitnim i garažnim kolosijecima su tipa 49E1 s radijusom 200 m. Ugrađeni su prednapeti armirano - betonski kolosiječni pragovi, prednapeti armirano – betonski skretnički pragovi te bukovi impregnirani kolosiječni pragovi mjera 260 x 26 x 16 cm. Koristi se elastični kolosiječni pričvrtni pribor.⁶⁷ Novi ESSU kolodvora Zabok obuhvaća osiguranje međukolodvorskog razmaka prema kolodvoru Veliko Trgovišće centraliziranim uređajem automatskog pružnog bloka (APB), sam kolodvor Zabok, osiguranje rasputnice Hum - Lug, te sučelja prema ŽCP-ima (u KM 22 + 816, 24 + 223, 25 + 581 i 26 + 383). Prostorni signali ugrađeni su na način da se osigurava put proklizavanja od 75 m. Prostorni signali opremljeni su AS balizama 1000/2000 Hz.⁶⁸

⁶⁶ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE, 8264DK*, Zagreb, siječanj 2016., p. 16/22, 18/22, 19/22

⁶⁷ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8264GK*, Zagreb, siječanj 2016., p. 13/16

⁶⁸ Zagreb signal d.o.o.: *SS.4 SIGNALNO SIGURNOSNI UREĐAJI KOLODVORA ZABOK, P-422/13*, Zagreb, veljača 2016., p. 6/71, 7/71, 8/71

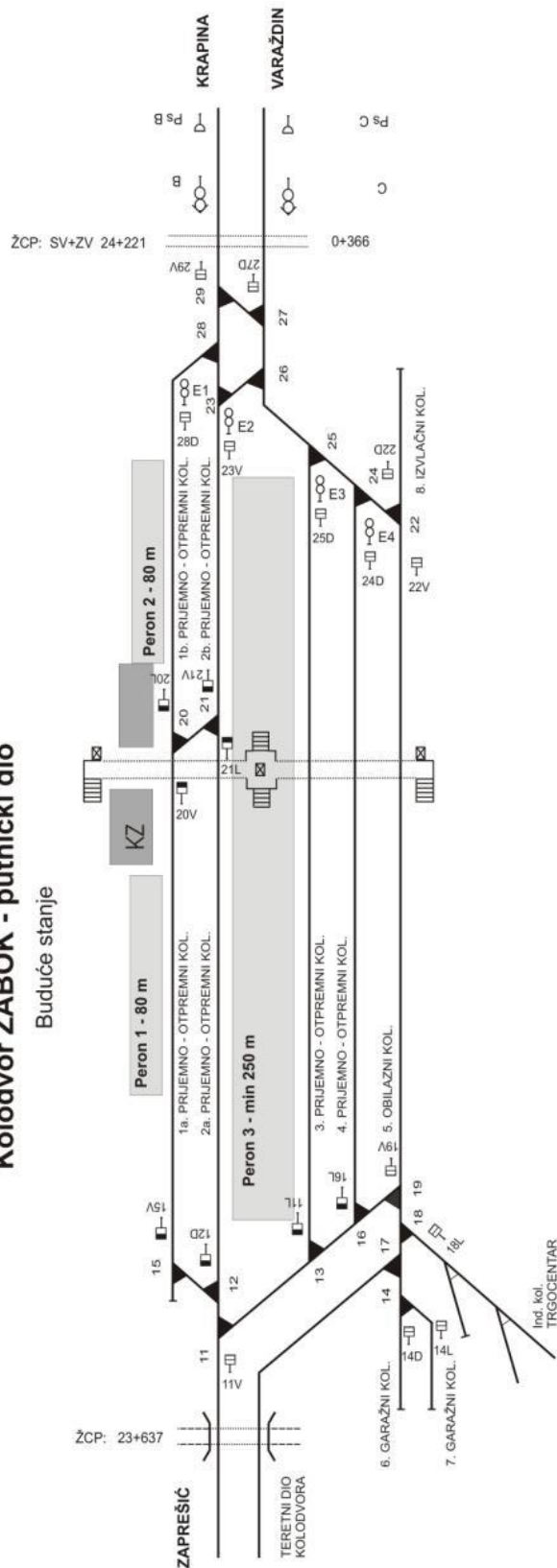
Prema definiciji kolodvorsko područje obuhvaća sve uređaje od ulaznog signala A (na strani prema Zaprešiću) do ulaznog signala B (na strani prema rasputnici Hum - Lug) i ulaznog signala C (na strani prema Krapini). Kolodvorski ESSU sastoji se od vanjskih i unutrašnjih uređaja. U kolodvoru Zabok predviđaju se tzv. kratke i duge ulazne i izlazne vlakovne vožnje. Duge ulazne vožnje iz smjera Velikog Trgovišća počinju kod ulaznog signala A, a završavaju na izlaznim signalima E1c, E2, E3 ili E4, dok kratke ulazne vožnje završavaju na graničnim kolosiječnim signalima Gs6D, Gs7D, Gs9D, Gs20V ili Gs21L. Duge ulazne vožnje iz smjera rasputnice Hum - Lug počinju kod ulaznog signala B, a završavaju na izlaznim signalima D12, D13 ili D14, dok kratke ulazne vožnje završavaju na graničnim kolosiječnim signalima Gs12D, Gs13L, Gs14V, Gs17L ili Gs21V. Duge ulazne vožnje iz smjera Krapine počinju kod ulaznog signala C, a završavaju na izlaznim signalima D12, D13 ili D14, dok kratke ulazne vožnje završavaju na graničnim kolosiječnim signalima Gs12D, Gs13L, Gs14V, Gs17L, Gs20L ili Gs21V. Kratke izlazne vožnje počinju kod izlaznih signala, a duge kod graničnih kolosiječnih signala. U kolodvor Zabok povezuju se dva industrijska kolosijeka: „Trgocentar“ i „Dunapack“. U kolodvoru se zbog priključaka industrijskih kolosijeka i ranžiranja vlakova iz četiri smjera očekuje povećan opseg manevriranja vlakova. Za osiguranje manevarskih vožnju u kolodvoru je potrebno ugraditi 22 manevarska signala. Signali su izvedeni kao svjetlosni i opremljeni su LED svjetiljkama. Svim ulaznim i izlaznim signalima, kao i graničnim signalima manevarskih vožnji te skretnicama i iskliznicama rukuje se centralno iz prometnog ureda.⁶⁹ Između kolodvora Veliko Trgovišće i kolodvora Zabok nalaze se sljedeći ŽCP-i: u KM 20 + 225, 22 + 817 i 24 + 221 osigurat će se novim svjetlo – zvučnim signalima i polubranicama te će biti popođeni sintetičkim montažnim materijalom. ŽCP-i u KM 22 + 201 i 23 + 637 ukidaju se. ŽCP u KM 23 + 637 se ukida jer ulazi u kolosijeka između putničkog i teretnog dijela kolodvora Zabok te kao takav više nije izvediv. Kolodvor Zabok osvjetlit će se novom rasvjetom kao i parkirališta oko kolodvora.⁷⁰ U novom teretnom dijelu kolodvora predviđena je izgradnja dodatna tri kolosijeka, i to dva prijemno – otpremna i jedan manipulativni s rampom i pripadajućim skladištima. Kolodvor će se osigurati s novim signalno – sigurnosnim uređajem i bit će povezan s putničkim dijelom kolodvora. Kako izgleda situacija putničkog i teretnog dijela kolodvora prikazuju Slika 14. i Slika 15.

⁶⁹ Ibid., p. 9/71

⁷⁰ Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.6. GRAĐEVINSKO UREĐENJE ŽCPR-a, 8264P*, Zagreb, siječanj 2016., p. 8/17 – 12/17

Kolodvor ZABOK - putnički dio

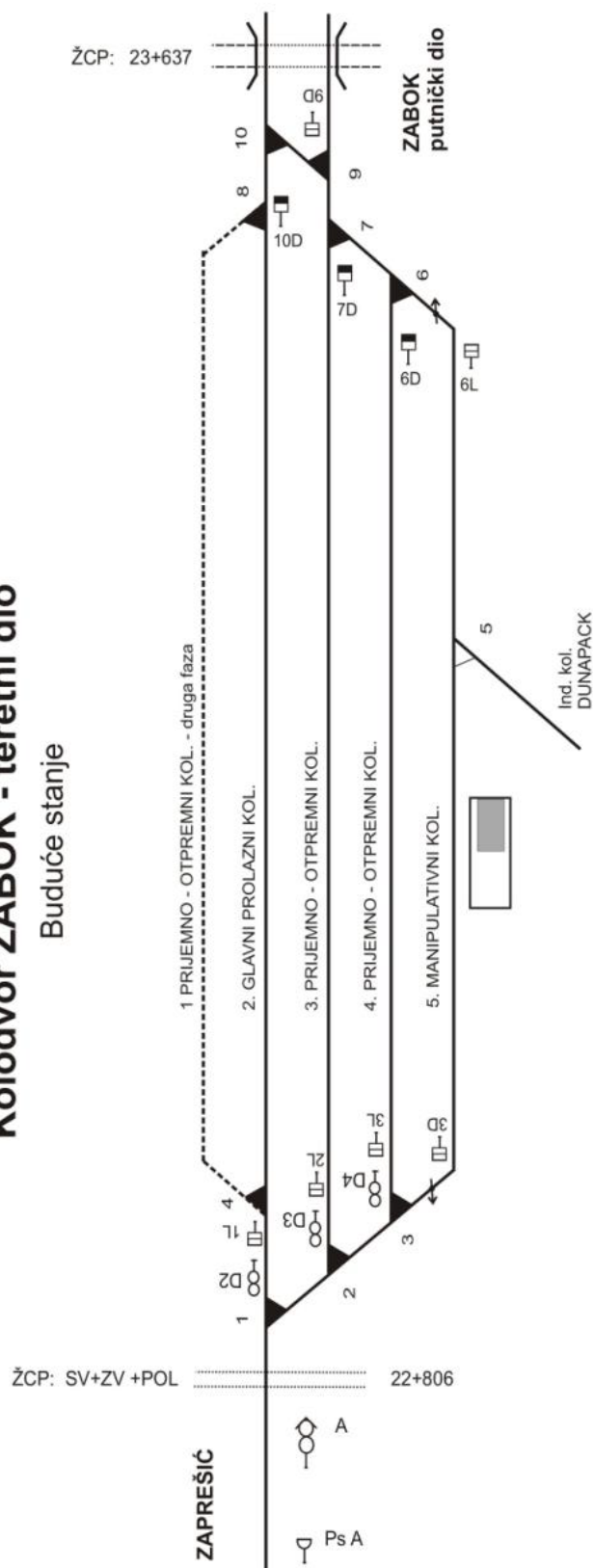
Buduće stanje



Slika 14. Shematski prikaz situacije putničkog dijela kolodvora Zabok nakon rekonstrukcije

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 104/167

Kolodvor ZABOK - teretni dio Buduće stanje



Slika 15. Shematski prikaz situacije novog teretnog dijela kolodvora Zabok

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 105/167

U svim kolodvorima na dionici ugradit će se novi digitalni kolodvorski telekomunikacijski uređaji koji će omogućiti komunikaciju sa svim korisnicima HŽ komunikacijske infrastrukture. Uređaji će također biti opremljeni za povezivanje na željezničku automatsku telefoniju (ŽAT), javnu telefonsku mrežu, LB linije, CB priključke, putnički i službeni razglas te interfone. U kolodvoru Zabok ugradit će se novi registrofoni i ŽAT centrala u novosagrađeni objekt za signalno – sigurnosne i telekomunikacijske uređaje smješten na lijevu stranu od kolodvorske zgrade. Zabok će se opremiti i bežičnim sustavom veza odnosno UHF kolodvorskom radijskom mrežom. Na svim kolodvorima i stajalištima izvest će se sustav informiranja putnika koji će omogućiti davanje vizualnih i govornih informacija, kao i informacija o točnom vremenu. Digitalne informacijske ploče moraju sadržavati: planirano vrijeme odlaska, odnosno dolaska vlakova, kategoriju vlaka, iz pravca za pravac, oznaku perona i kolosijeka i vrijeme kašnjenja vlaka. Također predviđa se ugradnja *WiFi Hot Spot*-ova, putem kojih će putnici dobivati sve relevantne informacije vezane uz prolazak i odlazak vlakova. Kod govornog informiranja putnika, centralni server bit će u Zaboku. Satovi za točno vrijeme bit će na pročeljima kolodvorskih zgrada, kao i na nadstrešnicama perona.⁷¹

3.7 Stajalište Zaprešić Putine

Projektom novog stajališta Zaprešić Putine u KM 1 + 153 željezničke pruge R201 Zaprešić – Čakovec s lijeve strane pruge u odnosu na smjer stacioniranja, predviđena je izgradnja bočnog perona duljine 160 m, širine 3 m i visine 55 cm iznad GRT-a, s uobičajenom urbanom opremom i nadstrešnicom iznad perona dimenzija 15,25 x 2,45 x 2,77 m, kao i prostorom za prodaju karata. Pristup peronu predviđen je stubama i pristupnom pješačkom rampom. Neposredno iza perona uredit će se pristupna cesta i parkiralište, a predviđena je i nadstrešnica za bicikle i rasvjeta. Situacija stajališta prikazana je na Slici 16.⁷²

⁷¹ TEB Inženjering d.d.: *TK 4. Ugradnja telekomunikacijskih uređaja*, TEB 3329/V-4, Zagreb, veljača 2016., p. sve

⁷² Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0*, Zagreb, veljača 2016., p. list 105/167



Slika 16. Shematski prikaz situacije stajališta Zaprešić Putine

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0*, Zagreb, veljača 2016., p. list 105/167

3.8 Stajališta Pojatno, Kupljenovo i Žeinci

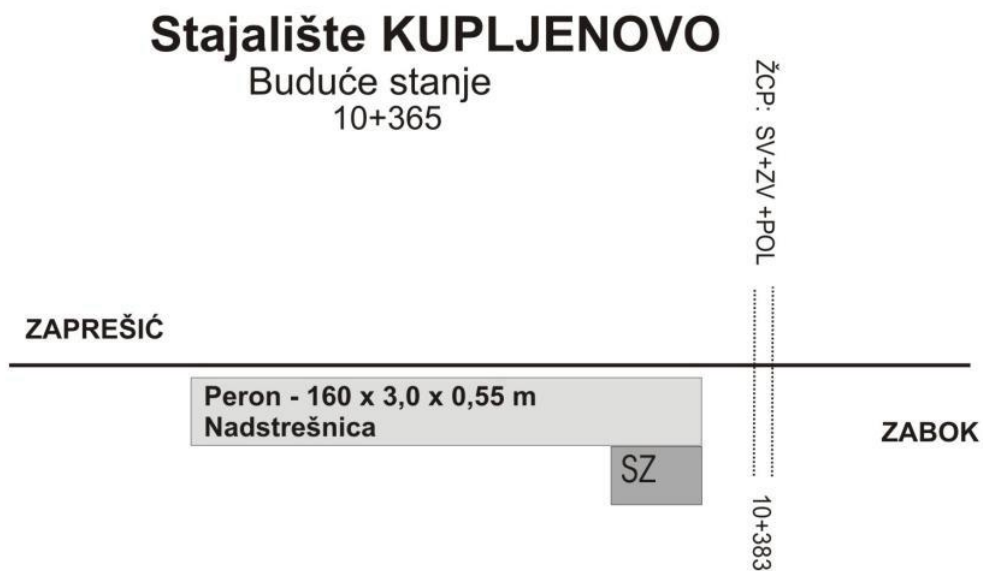
Idejnim projektom predviđa se izgradnja perona duljine 160 m, širine 3 m i visine 55 cm iznad GRT-a, s peronskom nadstrešnicom i rasvjetom, pristupom peronu i parkiralištem kapaciteta 25 mjesta. Peron i ostali sadržaji predviđeni su s lijeve strane pruge u smjeru stacioniranja. Na sva tri stajališta predviđa se ista izvedba. Situacije stajališta nakon rekonstrukcije prikazane su na Slici 17., 18. i 19.⁷³

⁷³ Ibid., p. 105/167



Slika 17. Shematski prikaz stajališta Pojatno nakon rekonstrukcije

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 106/167



Slika 18. Shematski prikaz stajališta Kupljenovo nakon rekonstrukcije

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: 0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 106/167



Slika 19. Shematski prikaz stajališta Žeinci nakon rekonstrukcije

Izvor: Inženjerski biro za željeznice d.o.o: 0. OPCA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0, Zagreb, veljača 2016., p. list 106/167

4 DEFINIRANJE KVALITETE USLUGE PRIJEVOZA PUTNIKA

Najvažniji aspekt željezničkog putničkog prijevoza je kvaliteta usluge. Javni željeznički putnički prijevoz jedan od najvažnijih oblika masovnog putničkog prijevoza stoga je za njega kvaliteta od velikog značaja jer o kvaliteti istog ovisi zadovoljstvo ili nezadovoljstvo putnika. Zadovoljstvo putnika određenom uslugom može doprinijeti većem broju putnika, a nezadovoljstvo manjem broju.⁷⁴

4.1 Definiranje čimbenika kvalitete prijevozne usluge

U prvom redu potrebno je definirati koji su to čimbenici kvalitete u prijevozu putnika željeznicom. Prema studiji o cijenama i kvaliteti željezničkog putničkog prijevoza u prvom redu navode čimbenike kao što su cijena prijevozna usluge, vrijeme putovanja, frekvencija polazaka te trošak povezan s dolaskom do željezničkog prijevoza. Osim navedenih čimbenika, autori nabrajaju i zahtjeve putnika, prvenstveno u pogledu prijevoznog sredstva. Tako su čimbenici kvalitete u prijevozu putnika vlakom čistoća, ugođaj, dostupnost informacija u vlaku, sigurnost, catering i slično⁷⁵.

HŽ Putnički prijevoz je proveo istraživanje o zadovoljstvu korisnika prijevoznom uslugom. U istraživanju je sudjelovalo 1104 ispitanika i od tog broja njih 93% koristi željeznički prijevoz. S obzirom da se istraživanje provodilo putem interneta, najviše ispitanika (39%) je bilo između 19 i 29 godina. 31% ispitanika koristi svakodnevno željeznički prijevoz, a tek 3% jedanput godišnje, pa se prema tome može zaključiti da su anketu ispunjavali redoviti korisnici željezničkog prijevoza. Najviše ispitanika (24%) koristi vlak zbog dostupnosti prijevoza, a 23% zbog povoljne cijene. Samo 7% ispitanika koristi željeznički prijevoz zbog učestalosti, što pokazuje da trenutačna frekvencija prijevoza ne udovoljava potrebama većine korisnika. Isto tako u pogledu brzine i udobnosti, zastupljene su samo 16%, odnosno 15%, što također ostavlja prostora za poboljšanje kvalitete. Nešto više od 34% ispitanika ocijenilo je cijenu prijevozne karte ocjenom dobar⁷⁶.

⁷⁴ Petrović, M., Kamenščak S.: Analiza kvalitete usluge željezničkog gradsko – prigradskog putničkog prijevoza, *Željeznice 21*, 2018; ISSN 1333-7971; UDK 625.1-6; 629.4; 656.2-4; p. 23 – 32

Preuzeto sa: http://www.hdzi.hr/images/casopis/2018_1.pdf [Pristupljeno: 09. rujna 2019.]

⁷⁵ Steer Davies Gleave: Study on the prices and quality of rail passenger services, studija, European Commission, Directorate General for Mobility and Transport; 2016.

⁷⁶ HŽPP. Preuzeto sa: <http://www.hzpp.hr/provedena-anketa-o-zadovoljstvu-putnika> [Pristupljeno: 09. rujna 2019.]

Njih 60% odlučilo se za lošije ocjene vezane za učestalost prijevoza. Udobnost putovanja ima prednost pred ostalim vrstama prijevoza, 12% ispitanika smatra odličnom, a 58% vrlo dobrom. 30% ispitanika ocijenilo je trajanje putovanja nedovoljnom ocjenom.

Također, točnost je jedan od važnijih pokazatelja kvalitete željezničkog prijevoza, a ukupno 59% ispitanika taj je pokazatelj ocijenilo ocjenom dobar i više. Uslužnost osoblja je 33% ispitanika ocijenilo vrlo dobrom, a 26% odličnom ocjenom. U kategorijama čistoće, te grijanja i hlađenja vlakova prevladavaju ocjene dobar (oko 30% ispitanika). Zabrinjavajući je podatak da se 79% ispitanika žalilo prijevozniku.

Osim navedenog pri FPZ-u je u više navrata rađeno istraživanje o zadovoljstvu korisnika u željezničkom putničkom prijevozu. Istraživanja su provodili zainteresirani studenti ili kroz izradu diplomskog rada ili seminarskih radova za pojedine kolegije. U nastavku će se kratko spomenuti istraživanje u sklopu jednog diplomskog rada provedeno 2017. godine⁷⁷.

U radu je ispitano zadovoljstvo putnika željezničkom uslugom na dionici gradsko-prigradske željeznice od kolodvora Dugo Selo do Harmice uz pomoć anketnih upitnika. U rješavanju anketnih upitnika sudjelovalo je 254 ispitanika koji su ispunili anketu pravovaljano. Najviše ispitanika je bilo između 14 i 26 godina, i to njih 41,7%. U dobnoj skupini od 27 do 40 godina bilo je 34,6 ispitanika, a u skupini od 40 do 65 godina njih 23,2%. Sudjelovalo je najviše zaposlenih ispitanika, čak 64,1%, dok su studenti bili zastupljeni s 29,1%. 67,3% ispitanika putuje vlakom 5 puta tjedno i to njih 64,1% na posao. Najviše njih kupuje kartu u kolodvorima ili stajalištima i to dnevne i mjesečne karte. Njih 34,3% vrlo dobro je zadovoljno s uslugom kupnje karte na kolodvoru ili stajalištu. Također, putnici su jako zadovoljni s uslugom kupnje karte u vlaku kod vlakopratnog osoblja jer uvođenjem novog sustava naplate kupnja karte kod konduktera je znatno brža i jednostavnija. Ispitanici nisu zadovoljni s informiranjem putnika o dolasku i odlasku vlakova te kašnjenjima. Većina je dala loše ocjene jer smatra kako informiranje putnika o kašnjenju vlakova uopće ne zadovoljava. 30,3% nije zadovoljno s cijenom prijevozne karte, dok 42,5% smatra da cijena zadovoljava. Da je cijena dobra smatra njih 17,7%, a jako dobra njih 9,4%. Velik broj ispitanika nije zadovoljan s kvalitetom usluge i pripadajućom infrastrukturom kolodvora/stajališta.

⁷⁷ Petrović, M., Kamenščak S.: Analiza kvalitete usluge željezničkog gradsko – prigradskog putničkog prijevoza, *Željeznice 21*, 2018.; ISSN 1333-7971; UDK 625.1-6; 629.4; 656.2-4; p. 23 – 32
Preuzeto sa: http://www.hdzi.hr/images/casopis/2018_1.pdf [Pristupljeno: 09. rujna 2019.]

Stajališta nemaju čekaonice, a u kolodvorima nema dovoljno mjesta za sjedenje pa mnogi moraju čekati ispred kolodvorske zgrade. Da je učestalost polazaka dobra smatra 43,3%. Njih 48% jako je zadovoljno sa sigurnošću putovanja vlakom.

Kada se govori o ukupnome zadovoljstvu korisnika željezničkom uslugom, situacija je jako dobra. Četrdeset posto korisnika smatra kako je usluga dobra (ocjena 4), dok njih 36 posto smatra kako je usluga zadovoljavajuća (ocjena 3).

4.2 Osvrt na organizaciju i stanje pruge

Ako se promatra organizacija putničkog prijevoza na dionici Zagreb GK – Zabok i kvaliteta pružene usluge prema dosadašnjem stanju ne može se baš najbolje ocijeniti. Putovanje vlaka na spomenutoj dionici nije nikad bilo prema voznom redu. Vlak je često kasnio minimalno pet minuta, pa je vrijeme vožnje umjesto 59 minuta, trajalo 65 ili više minuta. U točnost voznog reda kao čimbenika kvalitete se nije moglo pouzdati. Što se tiče pouzdanosti, vlakovi su bili redoviti osim u slučaju kvara vučnog vozila, što je bilo često. Stajališta i kolodvori na dionici Zaprešić - Zabok, nisu bili obnovljeni više od 20 godina, osim kolodvora Zabok u koji se ipak povremeno ulagalo. Stajališta su bila posebno neprilagođena putnicima. Peroni u kolodvorima i stajalištima su bili preniski za ulazak u vlak. Sustav informiranja putnika postojao je samo u kolodvoru Zabok. Niti uz jedan kolodvor na dionici nije bilo *park and ride sustava* na kojem bi korisnici mogli ostaviti svoje osobne automobile i putovanje nastaviti vlakom. Uz kolodvoru Zabok postojao je jedan takav parking no on nije bio službeni niti je korisnik imao zajednički ispravu za putovanje vlakom i parkiranje.

Nakon rekonstrukcije i modernizacije dionice Zaprešić – Zabok prethodno spomenuti nedostaci su sanirani. Pruga je elektrificirana i brzina je povećana na 120 km/h. Obnovljeni su svi peroni na način da su izdignuti na visinu za normalan ulazak u vlak. Sustav informiranja putnika postoji u svakom službenom mjestu te su osigurana parkirna mjesta kod svakog kolodvora i stajališta. Riješeni su sigurni pristupi peronima putem pothodnika. Ugrađena je rasvjeta svih službenih mjesta te je omogućen pristup internetu putem WiFi mreže. Jedan od nedostataka je što nije rekonstrukcijom predviđena gradnja ostava za bicikle u kolodvorima i stajalištima.

Rekonstrukcijom i modernizacijom dionice od Zaprešiće do Zaboka dosta problema je riješeno, no neki su i dalje prisutni. Jedan od takvih je vrijeme putovanja.

U narednim poglavljima može se vidjeti da je vrijeme putovanja između Zagreba i Zaboka za neke vlakove skraćeno samo 9 minuta. Na vlakovima u kojima vučna vozila imaju bolje performanse moguće je postići skraćanje vremena putovanja za oko 11 minuta. Postavlja se pitanje, je li je skraćanje vremena putovanja koje nema ni dvoznamenkasti broj dovoljno da bi konkuriralo cestovnom prijevozu. Ovdje se napominje kako je od centra Zaboka do centra Zagreba osobnim automobilom potrebno 45 minuta u uvjetima gdje nema pretjerane gužve u prometu.

Ako se uzme skraćanje vremena putovanja u iznosu 11 minuta opet putovanje traje 48 minuta. S ovakvim skraćanjem vremena koje se u konačnici neće ni primijetiti od strane putnika, nemoguće je značajnije konkurirati cestovnom prometu.

Rekonstrukcijom dionice vrijeme putovanja je devet minuta kraće što nije dovoljno u usporedbi s vremenom putovanja osobnim automobilom. Osim rekonstrukcije potrebne su i organizacijske mjere kako bi se vrijeme putovanja dodatno smanjilo. Također, nije dobro ponašati se kao da pruga završava u kolodvoru Zabok, postoje putnici koji putuje dalje od Zaboka prema Varaždinu, odnosno prema Krapini i Gornjoj Stubici. Osigurati direktne vlakove prema Varaždinu, bez presjedanja u Zaboku, barem tijekom vršnog jutarnjeg i popodnevnog opterećenja je krajnje nužno radi kvalitete prijevozne usluge. Nitko ne želi niti je naviknut da ujutro u 4 ili 5 sati presjeda u Zaboku. Dobro je napomenuti da se ovdje ne radi o nekom beznačajnom broju putnika. Na relaciji Zabok – Zagreb dnevno putuje više od 5 000 korisnika. Naravno, putnici iz smjera Krapine i Gornje Stubice bit će i dalje prisiljeni presjedati osim kod jednog vlaka ujutro koji je direktan za oba smjera prema Zagrebu. No ti korisnici su već navikli na takav način putovanja kroz desetljećima dugoj tradiciji putovanja vlakom prema Zagrebu.

Govoriti o prigradskom prometu između Zagreba i Zaboka bit će opravdano u onom trenutku kada će grad Zabok sam za sebe, bez priključnih pruga, moći generirati dovoljan broj putnika prema Zagrebu. Isto tako, postavlja se pitanje zašto bi vlakovi iz smjera Zaboka stajali između Zaprešića i Zagreb ZK.? Upitna je potreba za takvim čestim zaustavljanjima jer svaki vlak iz smjera Zaboka ima već postojeći par vlaka u prigradskom prometu između Savskog Marofa i Zagreba. Organizacijom na ovaj način dobiva se značajno kraće vrijeme putovanja između Zagreba i Zaboka. Iz tog razloga su u daljnjem tekstu i poglavljima definirane i ispitane mjere za organizacijska unapređenja željezničkog putničkog prijevoza između Zagreba i Zabok.

5 PRIJEDLOG MJERA ZA UNAPRJEĐENJE ORGANIZACIJE PRIJEVOZA PUTNIKA NA DIONICI ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK

Na početku ovog poglavlja kratko se definira organizacija kao vrlo važan pojam u željeznici. Organizacija u željezničkom smislu ima jako važnu ulogu u prijevozu putnika jer može uštedjeti puno vremena, a vrijeme je važan čimbenik kvalitete usluge prijevoza putnika. Nakon toga izložene su mjere unaprjeđenja organizacije prijevoza putnika između Zagreb GK. i Zaboka.

Organizacija je svjesno udruživanje ljudi radi postizanja nekog cilja uz najmanji mogući napor. Institucija koja objedinjuje ili usklađuje djelovanje većeg broja ljudi zasebnih tijela te ona predstavlja sustav pravila koja koordiniraju sredstva u svrhu ostvarenja konačnog rezultata. Organiziranje je sređivanje strukture postupaka i informacija, a organiziranost stupanj sređenosti sustava.

Organizacija ima: utvrđene ciljeve (može biti veći prijevoz, veći dohodak, bolja produktivnost), sadržajne aktivnosti (struktura rada, prijevoza, utroška), nositelje (izvršitelji, djelatnici i sredstva), metodologiju (način svrhovitog izvođenja aktivnosti), mehanizme praćenja (prikupljanje informacija – pokazatelji, povratne sprege).⁷⁸

U osnovi organizacija željezničkog prometa obuhvaća dvije komponente. To su tehnika i tehnologija. Tehnika je predstavljena sredstvima željezničkog prometa, a tehnologija se odnosi na skup vještina i znanja o postupcima u proizvodnji transportnih usluga.⁷⁹

Kada se govori o željeznici npr. cilj je prijevoz ljudi vlakom pa se tako mora dogoditi cijeli niz sadržajnih aktivnosti koje imaju svoje nositelje: postavljanje kompozicije u kolodvoru, provjera kočnica, postavljanje puta izlazne vožnje, davanje signalnog znaka za polazak vlaka i slično. Dakle to je niz radnji da bi vlak mogao krenuti, a onda i ostvariti neki prijevoz. U onome trenutku kada ti postupci u strukturi nisu sređeni dolazi do poremećaja u prometu vlakova.

⁷⁸ Petrović, M.: *Elementi organizacije i tehnologije željezničkog putničkog prometa*, predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultete prometnih znanosti, Zagreb, 2018., p. 4, 5, 8

⁷⁹ Badanjak, D., Bogović, B., Jenić, J.: *Organizacija željezničkog prometa*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., p. 7

U ovome radu prikazat će se pet varijanti za unapređenje organizacije željezničkog putničkog prometa između Zagreba i Zaboka, te šesta kao dokazna varijanta. Za svaku mjeru objašnjava se vrsta vučnog vozila, u kojim kolodvorima i stajalištima se vlak zaustavlja i brzina koja se predviđa na dionici. Svaka od varijanti će se ispitati korištenjem OpenTrack-a.

Prva varijanta organizacijskog unapređenja putničkog prijevoza između Zagreb GK i Zaboka je zapravo ona koja će se najvjerojatnije primjenjivati od strane putničkog prijevoznika. Varijanta predviđa da će sve vlakove voziti elektromotorne garniture serije 6111. Predviđa se zaustavljanje svih vlakova u svim kolodvorima i stajalištima, brzina između Zagreb GK i Zaprešića je postojeća i iznosi 60 km/h, između Zaprešića i Zaboka 120 km/h. Svi vlakovi su prema vrsti prigradski.

Druga varijanta predviđa mjere unapređenja u odnosu na prvu. Elektromotorne garniture serije 6111 su vrlo zastarjele, datiraju iz 1977. godine. U ovoj varijanti se predviđa da sve vlakove voze nove elektromotorne garniture serije 6112 iz 2016. godine iz razloga što im je vučna značajka bolja nego kod serije 6111 pa imaju bolje ubrzanje i performanse brzine. S obzirom da je dionica R201 Zaprešić – Zabok priključna pruga na M101 Zagreb GK – Savski Marof – DG gdje već postoji organiziran prigradski putnički prijevoz, predviđa se da vlakovi koji dolaze iz smjera Zaboka, nemaju zaustavljanje između Zaprešića i Zagreb ZK Isto to vrijedi i za obrnuti smjer: da se vlakovi prema Zaboku ne zaustavljaju između Zagreb ZK i Zaprešića. Treba napomenuti da je dionica Zagreb ZK – Zaprešić odabrana jer na tom dijelu vrlo mali broj putnika ulazi ili izlazi u ili iz vlakova za smjer Zabok. Brzina za dionice ostaje ista kao i u prethodnoj varijanti 60/120 km/h.

Treća varijanta zamišljena je kao i druga. Dakle vlakove voze nove elektromotorne garniture 6112 i vlakovi se ne zaustavljaju između Zaprešića i ZK (vrijedi i za drugi smjer). Ovdje se pojavljuje jedna nova mjera, a to je da se poveća brzina između Zagreb ZK i Zaprešića na 120 km/h⁸⁰. Ova brzina nije uzeta proizvoljno nego je određena i predviđa se u dokumentu o obnovi željezničke pruge M101 DG – S. Marof – Zagreb GK.

⁸⁰ Hudec Plan d.o.o.: *Plan upravljanja okolišem, Obnova (remont) željezničke pruge M101 DG – S. Marof. – Zagreb GK na dionici Savski Marof (uklj.) – Zagreb Zapadni kolodvor (isklj.)*, Zagreb, veljača 2019., p. 11/74

Četvrta varijanta tzv. varijanta dizel direktnih vlakova nadovezuje se na treću uz nove mjere unapređenja organizacije. Tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog opterećenja voze dizel vlakovi, a između voze elektromotorne garniture 6112. Vlakovi se ne zaustavljaju između Zaprešića i Zagreb ZK dok je brzina između Zagreb GK i Zaprešića 60 km/h, a između Zaprešića i Zaboka 120 km/h.

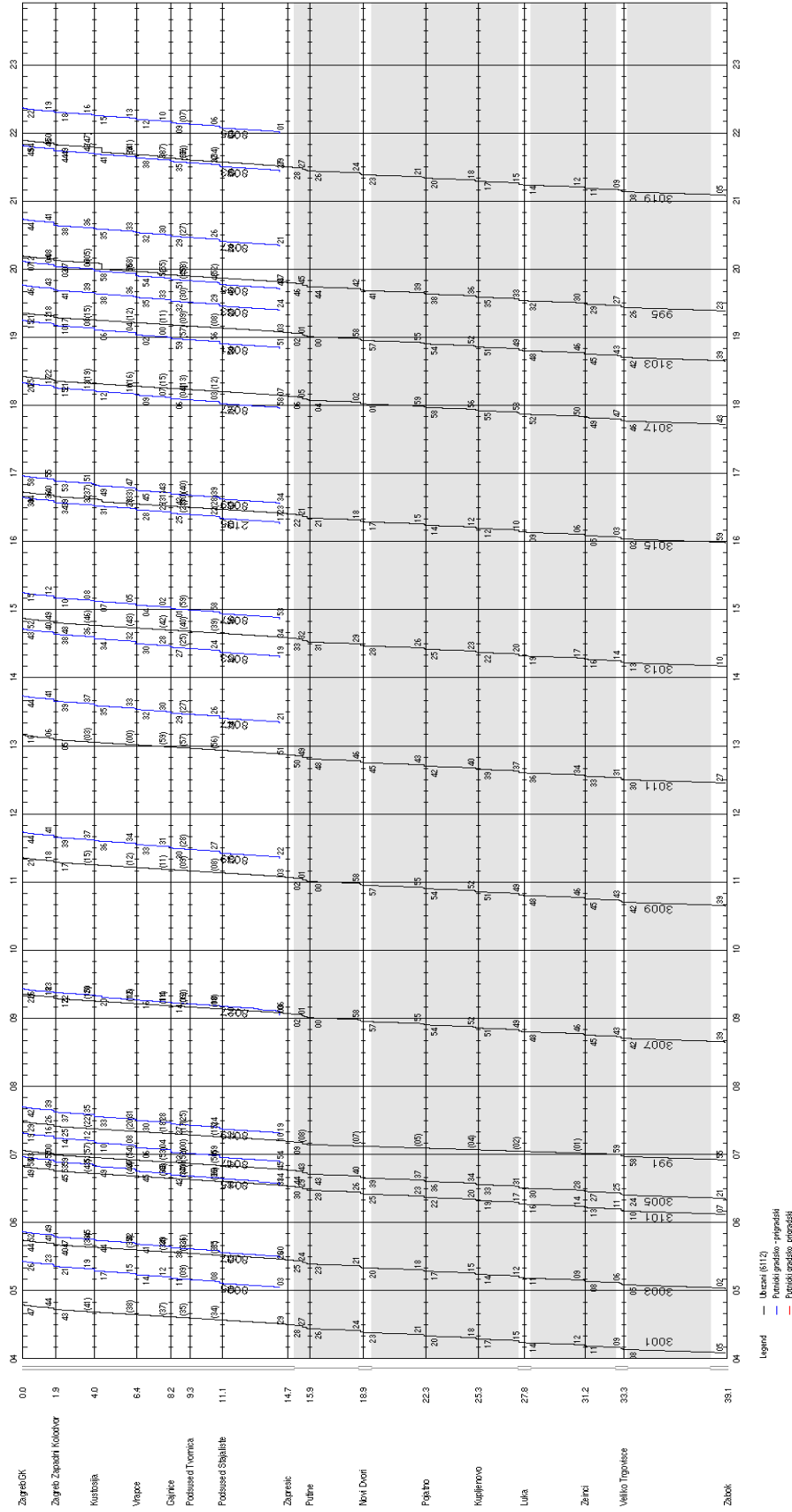
U jutarnjem i poslijepodnevnom opterećenju dionicom prometuju dizel motorne garniture (DMV), što se predlaže radi povećanja kvaliteta pružene usluge prijevoza. Ova mjera znači kako tijekom opterećenih perioda nema presjedanja u Zaboku za putnike koji putuje dalje od Zaboka prema Varaždinu. Mjera koja ne predviđa presjedanje u Zaboku tijekom vršnih opterećenja uvedena je jer je poznato da grad Zabok sa svojom okolicom generira tek trećinu putnika koji putuju u Zagreb. Stoga treba voditi brigu i o ostalim putnicima. Ostale dvije trećine od ukupnog broja putnika generira smjer Varaždin, Krapina i nešto manje Gornja Stubica. Ova mjera najviše zadovoljava putnike smjera Varaždin s obzirom da ne bi trebali presjedati. Mjera se ne dotiče putnika smjera Krapina i Gornja Stubica jer ni u dosadašnjoj organizaciji prometa ta dva smjera nisu imala direktnih vlakova prema Zagrebu osim ujutro vlaka broj 3101, što je i relativno dobro prihvaćeno od strane putnika.

Peta varijanta mjera unapređenja također je dizel varijanta direktnih vlakova kao i četvrta. Predviđa se da tijekom jutarnjeg i popodnevnog opterećenje voze direktni dizel vlakovi, dok ostale polaske voze elektromotorne garniture ili klasični sastavi. Vlakovi se ne zaustavljaju između Zaprešića i Zagreb ZK. Brzina između Zaprešića i Zaboka je 120 km/h, a novost koja se uvodi je povećanje brzine između Zaprešića i Zagreb Gl. kol. sa 60 na 120 km/h. U četvrtoj i petoj varijanti za dizel vlakove koriste se dizelmotorne garniture serije 7121 i 7023, te kompozicije sastavljene od vagona i lokomotive serije 2044.

Opravdanost ideje o nezaustavljanju vlakova između Zaprešića i Zagreb ZK prikazana je na Slici 20. za smjer Zabok – Zagreb GK i na Slici 21. za smjer Zagreb GK - Zabok.⁸¹ Iz grafova se može vidjeti kako svaki vlak iz smjera Zaboka ima već svoj par vlaka u postojećem prigradskom prometu između Savskog Marofa i Zagreb GK. Putnici koji putuju do stajališta koja se nalaze između Zaprešića i Zagreb ZK, presjedaju u Zaprešiću na prigradski vlak koji ide odmah iza vlaka iz smjera Zaboka. Vrijedi i za obrnuti smjer.

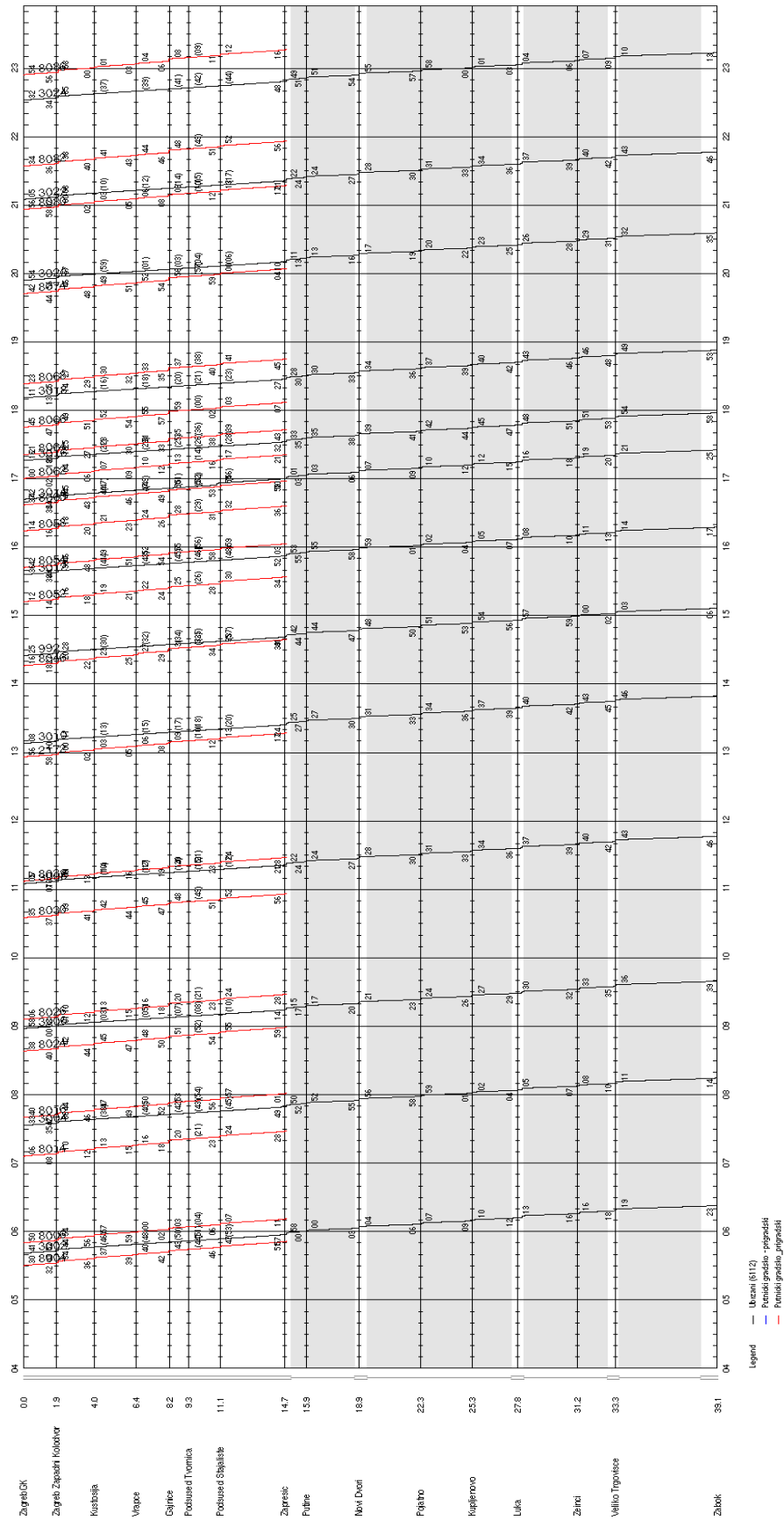
⁸¹Napomena: grafovi prikazuju samo parove vlakove, ne cijeli vozni red Savski Marof – Zagreb GK

ZagrebGK - Zabok



Slika 20. Graf voznog reda za smjer Zabok - Zagreb Glavni kolodvor s parovima vlakova u prigradskom prometu

ZagrebGK - Zabok



Slika 21. Graf voznog reda za smjer Zagreb Glavni kolodvor - Zabok s parovima vlakova u prigradskom prometu

6 IZRADA RAČUNALNOG MODELA PRUŽNE DIONICE ZAGREB GLAVNI KOLODVOR - ZABOK

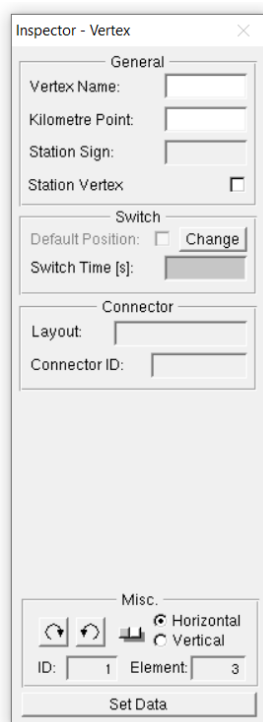
Željeznički svijet tehnike i tehnologije znatno je napredovao posljednjih godina. Sve više se razvijaju razni softverski paketi za upravljanje i planiranje željezničkim prometom kako bi se u konačnici željeznički promet u potpunosti automatizirao. Simulacije određenih željezničkih problema uvelike pomažu kod organiziranja prijevoza ili izrade voznog reda. Same simulacije i računalni modeli štede vrijeme i novac prilikom planiranja željezničkog prometa. Jedan od takvih softverskih paketa je i OpenTrack.

Simulacijski program OpenTrack razvijen je u Švicarskom federalnom institutu za tehnologiju u sklopu projekta čiji je cilj bio razviti takav računalni program koji će moći zadovoljiti kriterije svih korisnika, bez obzira na tehničko-tehnološke razlike pojedinih nacionalnih željezničkih sustava. OpenTrack je program za izradu mikroskopskih računalnih modela svih vrsta željezničkih sustava. Kao takav on omogućava simulaciju djelovanja svih elemenata vezanih uz željezničku infrastrukturu, vozila i vozne redove, kao i njihov međusobni utjecaj. Ulazni podaci obrađuju se u tri različita modula (modul za upravljanje voznim parkom, infrastrukturni modul i modula za izradu voznog reda). Ono što korisnik unosi pohranjuje se u posebnim bazama podataka. Osim navedenog postoji opcija i automatskog generiranja baza podataka pri čemu je potrebno unaprijed pripremiti sve podatke.

Za izradu modela OpenTrack koristi ulazne podatke koje definira korisnik, a koji se odnose na podatke o uzdužnom profilu pruga, sustavu osiguranja pojedinih kolodvorskih područja i otvorene pruge, vlakovima i voznom redu, uključujući i podatke iz tehnološkog procesa kolodvora kako bi se uz promet vlakova mogle simulirati i manevarske operacije u kolodvorima.

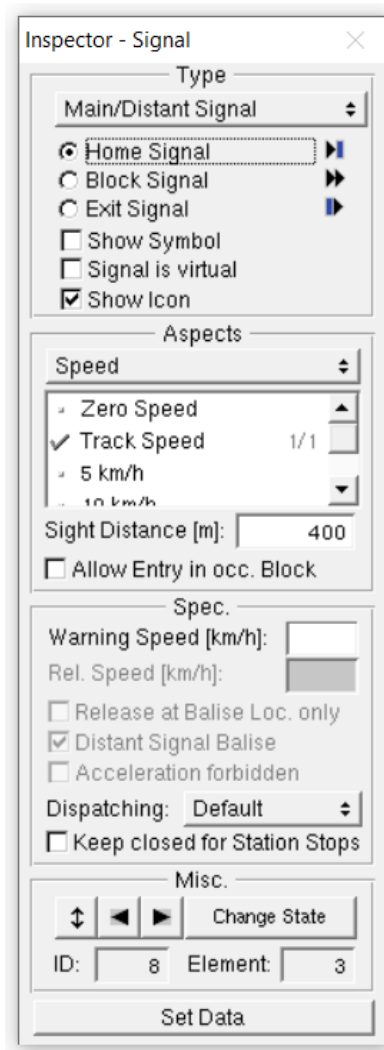
Nakon provedene simulacije OpenTrack omogućava prikazivanje izlaznih podataka u obliku tablica i dijagrama različitih formata. Uz to, tijekom izvođenja simulacije omogućen je prikaz kretanja vlakova prilagođen dispečerskome prikazu pružne mreže te istodobno iscrtavanje realiziranih trasa vlakova u grafikonu voznog reda.

Pritom je moguće pratiti utjecaj konflikata u prometu na izvršenje voznog reda te na vremena zauzeća pojedinih elementa infrastrukture što, primjerice, može poslužiti u postupku određivanja tehničkog kapaciteta pruga.⁸² Za izradu infrastrukturnog dijela pružne dionice Zagreb GK – Zabok korišteni su uzdužni profili pruge M101 DG – Savski Marof – Zaprešić – Zagreb Gl. kol. i pruge R201 Zaprešić – Zabok – Varaždin – Čakovec. Iz uzdužnog profila čitaju se podaci vezani uz kružne lukove, prijelazne kružne lukove te njihove radijuse, nagibe pruge, kao i kilometarski položaji spomenutih dijelova pruge koji se zatim upisuju u izbornik „Vertex“ prikazan na Slika 22. Čvorovi predstavljaju jedno mjesto na otvorenoj pruzi. Za svaku promjenu u radijusu, nagibu i sl. postavlja se čvor. Spajanjem više čvorova dobiva se pruga. Isto to se radi i kod modeliranja službenih mjesta. Iz Poslovnog reda kolodvora I dio iščitavaju se podaci o kilometarskim položajima skretnica, međika, ulaznih i izlaznih signala i unose se u izbornik „Vertex“ koji se postavlja prema shematskom prikazu kolodvora da bi se što bolje prikazala situacija službenog mjesta. Za svaki signal, bilo u kolodvoru ili otvorenoj pruzi, potrebno je odrediti njegovu vrstu (glavni izlazni, ulazni, prostorni, dali signal označuje prijelaz preko pruge i sl.) kako bi model odgovarao stvarnom stanju (Slika 23.). Svaki kolodvor ima pripadajuće kolodvorsko područje te mu se pridružuje „StationVerteks“.



Slika 22. Izbornik „Verteksa“

⁸² Haramina H., Schöbel, A., Bojić, M.: Računalno modeliranje simulacija željezničkog prometa na relaciji Savski Marof – Dugo Selo primjenom programskog alata OpenTrack, *Željeznice 21*, 2014; 2: 17-19



Slika 23. Izbornik signala

Nakon što je infrastruktura gotova potrebno je odrediti vozne putove za vlakove. Vožnja vlakova opisuje se kroz više struktura. Prvu od njih predstavlja vozni put „route“. On se sastoji od minimalno dva čvorišta te počinje i završava kod glavnog signala (ulazni, izlazni, prostorni ili zaštitni) te pripada onom čvorištu kojemu je dodijeljen glavni signal od kojeg počinje vozni put. Drugu predstavlja logički skup više voznih putova „path“ koji se sastoji od jednog ili više uzastopnih voznih putova „routes“ u jednome smjeru. Njihova uloga je pojednostavljenje postupka izgradnje itinerera za vlakove „itinerary“ koji predstavljaju najvišu razinu strukture kojima se opisuje vožnja vlaka odnosno cijeli put kojim prolazi vlak. Sastoji se od jednog ili više „pathova“ koji ne moraju svi biti u jednome smjeru, pa se tako itinereri koriste i za definiranje vožnji unatrag.

Sljedeći korak je definiranje vučnih vozila. Vučna vozila „engines“ nalaze se u posebnoj bazi podataka koja se naziva „depot“. U nju je moguće dodati neograničen broj vučnih vozila koji se kasnije mogu koristiti u bilo kojem modelu. Svojstva koja opisuju vučna vozila su naziv vučnog vozila, masa vozila, duljina vozila, maksimalna brzina, vučni pasoš, vrsta vuče ili sustav napajanja i dr. (Slika 24.). Vagoni ili vučena vozila nemaju svoju posebnu bazu podataka nego se pri svakom kreiranju novog vlaka (kompozicije) vučnom vozilu (lokomotivi) pridodaju svojstva vlaka: masa vagona, duljina vagona, potrošnja energije, maksimalna brzina i faktor rotacijskih masa (Slika 25.)

The screenshot shows the 'Engines' configuration window. The 'Engine' dropdown is set to 'Re 460'. The 'Engine Name' field contains 'Re 460'. The 'Load [t]' is 82, 'Resistance Factor' is 3.2999, 'Adh. Load [t]' is 82, and 'Rot. mass Factor' is 1.0599. The 'Length [m]' is 18. The 'Speed max. [km/h]' is 230 and 'Tractive Effort max. [kN]' is 275. Checkboxes for 'Balise Telegram', 'Loop Telegram', 'Radio Telegram', and 'Rack Traction' are all checked. Below this, there is a table for 'Z/V-Diagrams' with one entry: 'Diagram 1' with value '1'. To the right is a 'System' dropdown menu with options: 'Universal Electric', 'Thermic', 'Thermoelectric', and 'AC 15 kV 16 2/3 Hz'. At the bottom, there are buttons for 'Export', 'Import', 'Dupl.', 'Del.', 'Add', and 'Diagram Color:'. There is also a section for 'Adhesion [%]' with values for 'bad: 80', 'normal: 125', and 'good: 150'. A 'Loss Function' field is present with an 'Edit' button. The 'Selected Point' section has fields for 'v [km/h]', 'Z [kN]', 'P [MW]', and a 'linear' dropdown. The 'Visual Rectangle' section has 'Speed max. [km/h]: 250' and 'Tractive Effort max. [kN]: 400' with 'Scale' and 'Autoscale' buttons. At the very bottom are buttons for 'Set Data', 'Save Depot', 'New Depot', 'Open Depot', 'Del. Engine', and 'New Engine'.

Slika 24. Izbornik vučnog vozila

Trains - Edit

Train Name: Default

Type: IC / Fast Train

Category: Category 1

Engines

Name	Load [t]	Len. [m]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Σ Load [t]: Σ Len. [m]:

Trailers

Name	Load [t]	Len. [m]
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Σ Load [t]: Σ Len. [m]:

Resistance Equation

Air: Strahl / Sauthoff Formula

A: B: C:

Result Unit:

Curve: Roeckl Formula (Trains)

Acceleration (Train related Settings)

Max. Acceleration [m/s²]: 3.00 Acc. Delay [s]: 0.0

Max. Drawbar Force [kN]:

Deceleration

Deceleration Function: Default

From [km/h]	To [km/h]	Dec. [m/s ²]	Dec. St. [m/s/s]
0	v max.	-0.60	-0.60

Braked Weight Percentage (BWP) [%]: 100

Formula: $a = -(C1 + C2 * BWP)$ C1: C2:

Resulting Deceleration [m/s²]:

Correct Deceleration on Gradients [m/s²/‰]

Min. Dec. [m/s²]: Max. [m/s²]:

Default Dec. Delay [s]: 0.0 above [km/h]: 0.0

Cancel OK

Slika 25. Izbornik vlaka

Nakon toga definiraju se trase. Trase se u OpenTracku nazivaju „Courses“, a sastoje se od jednog ili više itinerera, voznog reda (vremena dolaska i odlaska vlaka), definicije vlaka, broja ili oznake trase (svaka trasa mora imati svoju jedinstvenu oznaku) i vrste vlaka s obzirom na njegovu maksimalnu brzinu. Vozni red upisuje se za svaku trasu vlaka zasebno. Podatci koji se upisuju u vozni red su polazak vlaka iz kolodvora ili stajališta i dolazak u njega, minimalno vrijeme zadržavanja vlaka u kolodvoru ili stajalištu. Slika 26. prikazuje izbornik za vozni red. Nakon napravljenih svi prethodno opisanih radnji, model promatranog područja (Slika 27.) je izrađen.

Timetable

Course ID	Station	Arrival	Departure	Dwell	Stop
3001	Zabok	HHMMSS	04:23:00	0	✓
3001	Velika Trgovišće	04:32:00	04:33:00	0	✓
3001	Zenci	04:36:00	04:38:00	30	✓
3001	Luka	04:40:00	04:40:00	30	✓
3001	Kupljenovo	04:43:00	04:43:00	30	✓
3001	Pojatno	04:47:00	04:47:00	30	✓
3001	Novi Dvori	04:51:00	04:52:00	0	✓
3001	Zaprešić	04:57:00	04:59:00	0	✓
3001	Podused Stajalište	05:03:00	05:03:00	30	✓
3001	Podused Tvornica	HHMMSS	05:05:00	0	-
3001	Gajnice	05:07:00	05:07:00	30	✓
3001	Vrpolje	05:10:00	05:10:00	30	✓
3001	Kustosića	05:13:00	05:14:00	0	✓
3001	Zagreb Zapadni Kolodvor	05:17:00	05:18:00	0	✓
3001	ZagrebGK	05:21:00	HHMMSS	0	✓

Add Rows | Int. Rows | Del. Rows | Function: Add Stops | Dwell (s): 60 | Go

Course ID	Station	Type	Min. Wait	Max. Wait	Join	Split
-----------	---------	------	-----------	-----------	------	-------

Show Conn. Course | Int. Connection | Del. Connection | 287 Courses 2484 Entries | Show all Connections

Interval | Course ID: +2 | Actual Course ID: 3001 | Course

Delta Time: - | 01:00:00

Keep Interval References
 Keep Interval Ref for Delays
 Keep Interval Ref for Conn.
 Update Courses / Services
 | 1 Courses

Show Operations
 Show Stationnames
 Show Stops only
 Show Track Name

Show Day
 Show act. Data | Adjust
 Show Delay Colors

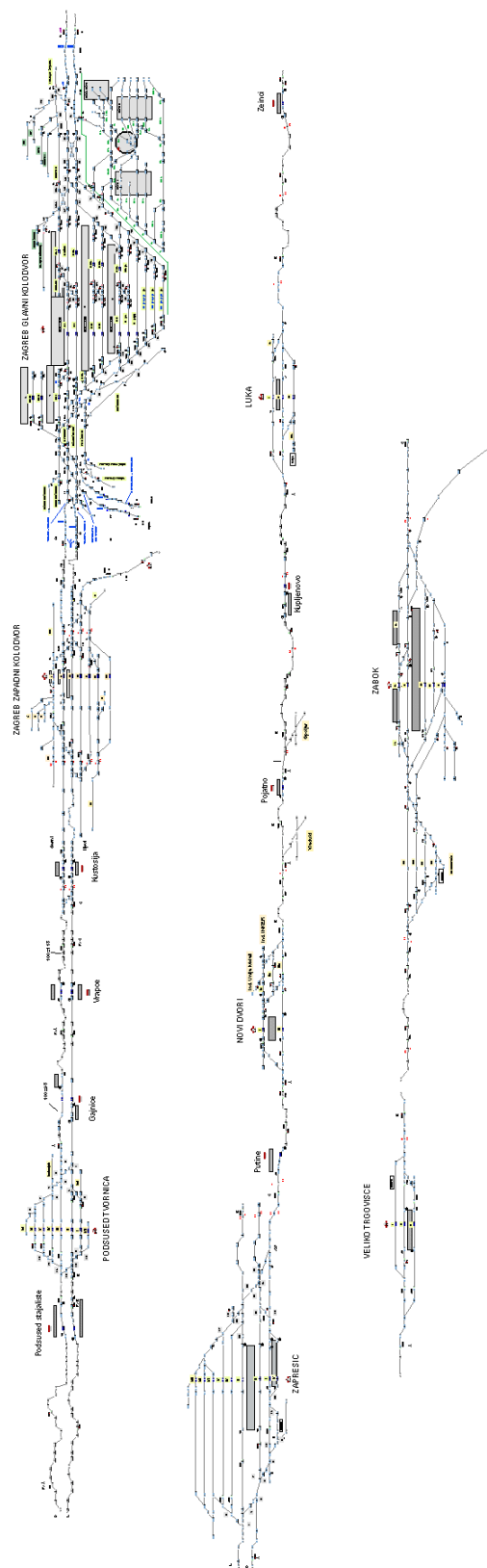
Show Use Departure Time
 Show Delta Load
 Show Distribution Name
 Show Mean Delay

Train: 7121
 Train Speedtype: Reine R
 Train Category: Izbirani, putnicki

| | | | | | | | |

Slika 26. Izbornik voznog reda

Izvor: Mikulčić M.: *Organizacija željezničkog putničkog prijevoza nakon modernizacije dionice pruge Zaprešić – Zabok*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017., p. 20



Slika 27. Model pružne dionice Zagreb Glavni kolodvor – Zabok

7 SIMULACIJE PREDLOŽENIH MJERA

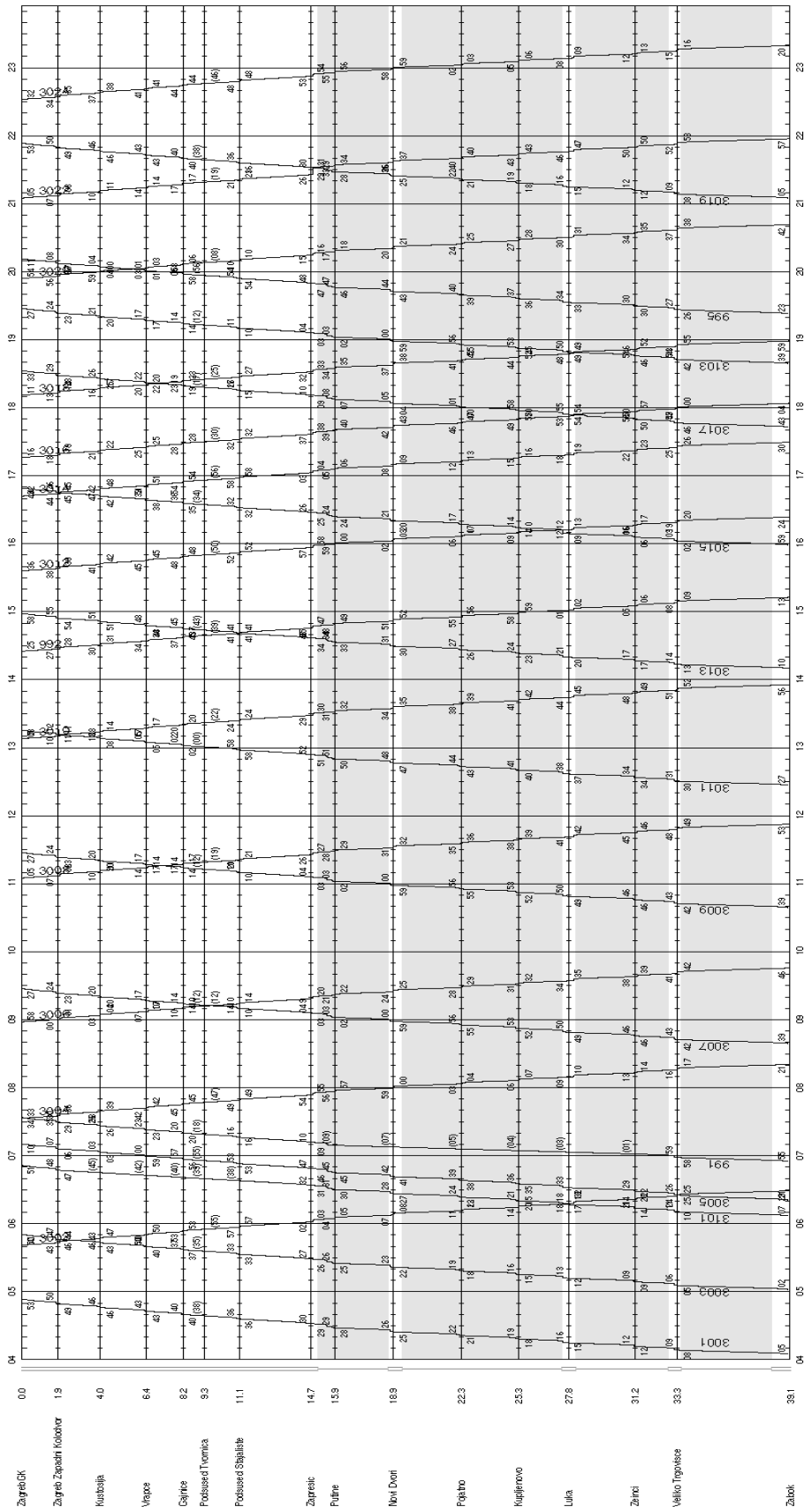
U daljnjem tekstu opisani su dobiveni rezultati predloženih varijanti i mjera za unapređenje organizacije putničkog prijevoza između Zagreb GK i Zaboka. Za svaku varijantu prikazan je graf voznog reda za gore spomenutu dionicu. Također je važno napomenuti da nakon rekonstrukcije dionice Zaprešić – Zabok vlakovi neće moći na svim dijelovima dionice postizati maksimalnu brzinu od 120 km/h zbog blizine dvaju susjedna stajališta ili kolodvora. Između Zagreba i Zaboka, dionica duljine 39 km, s ukupno 15 službenih mjesta, ako ne brojimo Zagreb GK i Zabok, zaustavljanje je prosječno svaka 3 km. Ako se već želi postići 120 km/h, onda se vožnja vlaka svodi na princip gas – kočnica što nije tehnički, ekonomski ni ekološki opravdano.

7.1 Varijanta 1

U ovoj varijanti prikazano je kako će se najvjerojatnije odvijati putnički promet između Zagreba i Zaboka. Iz grafa voznog reda prikazanog na Slici 28. može se vidjeti kako je vrijeme putovanja na dionici GK – Zabok 48 minuta. Sve vlakove voze elektromotorne garniture serije 6111 i svi vlakovi se zaustavljaju u svim službenim mjestima. Za ovakvu organizaciju potrebne su 4 elektromotorne garniture što se može lako vidjeti također iz grafa voznog reda. Na Slici 27. vidi se kako vlak ne može uvijek postići 120 km/h koliko se predviđa na dionici Zaprešić – Zabok. Graf sa Slike 29. vrijedi i za Varijantu 2 i 3⁸³. Negdje u budućnosti kad će izaći novi vozni red nakon potpunog završetka rekonstrukcije i modernizacije spomenute dionice, vremena će vjerojatno biti i veća od 48 minuta.

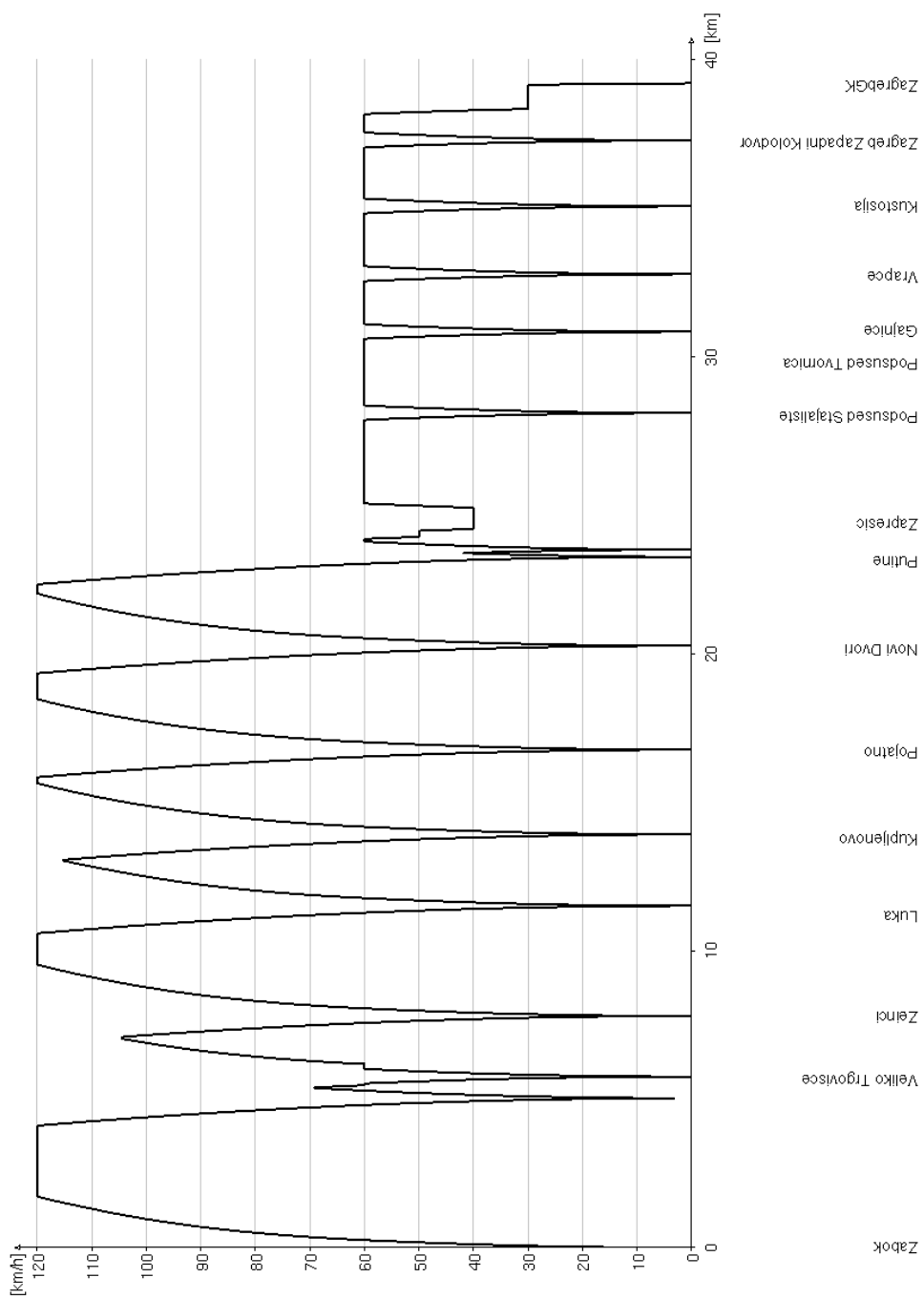
⁸³ Napomena: sivi dio grafa voznog reda označava jednokolosiječnu prugu, a dio koji nije sivi označava dvokolosiječnu prugu, vrijedi za sve grafove

ZagrebGK - Zabok



Legend — Ferijski (8/11)

Slika 28. Graf voznog reda za Varijantu 1.

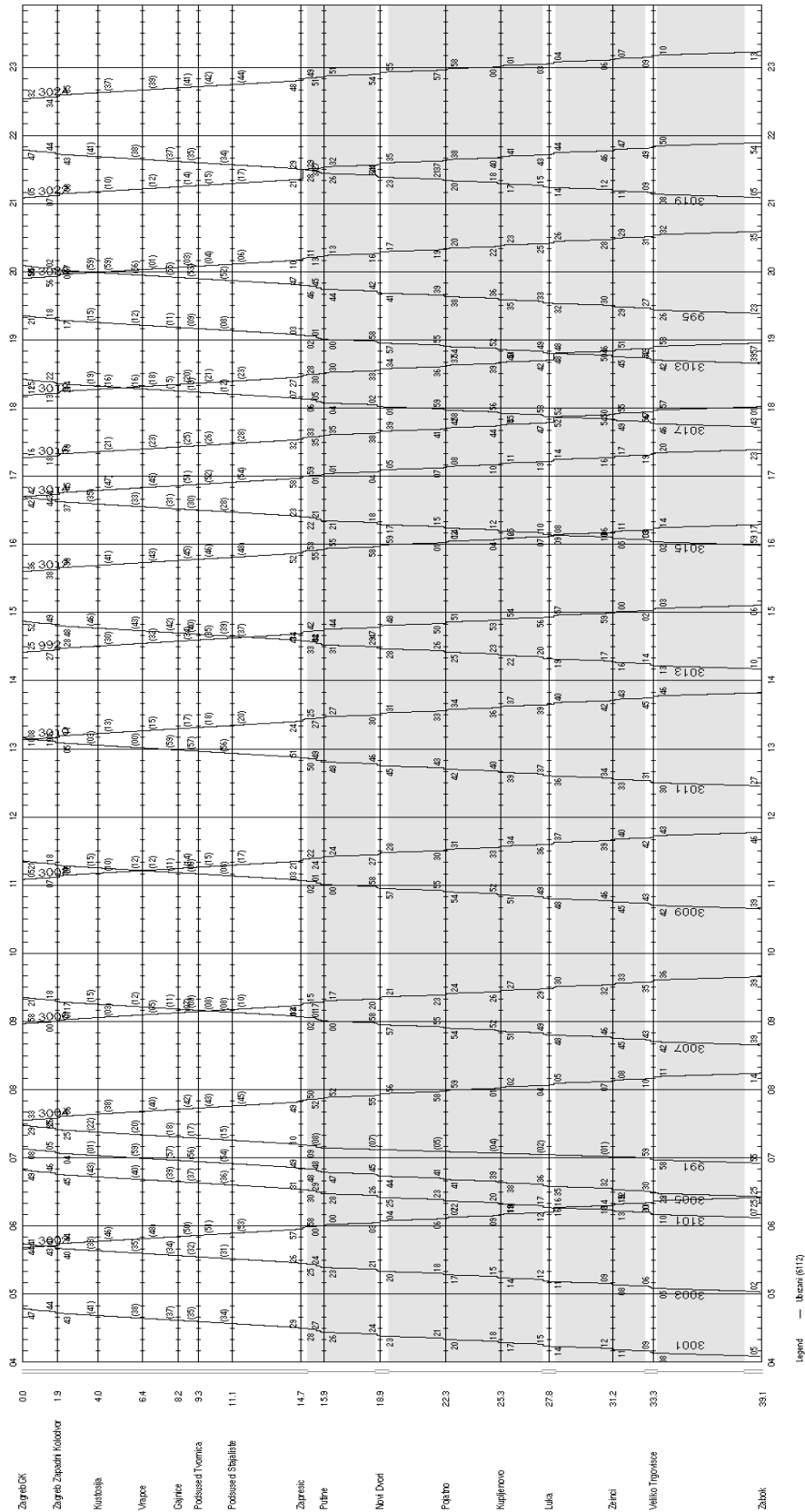


Slika 29. Graf ovisnosti brzine o prijednom putu za Varijantu 1.

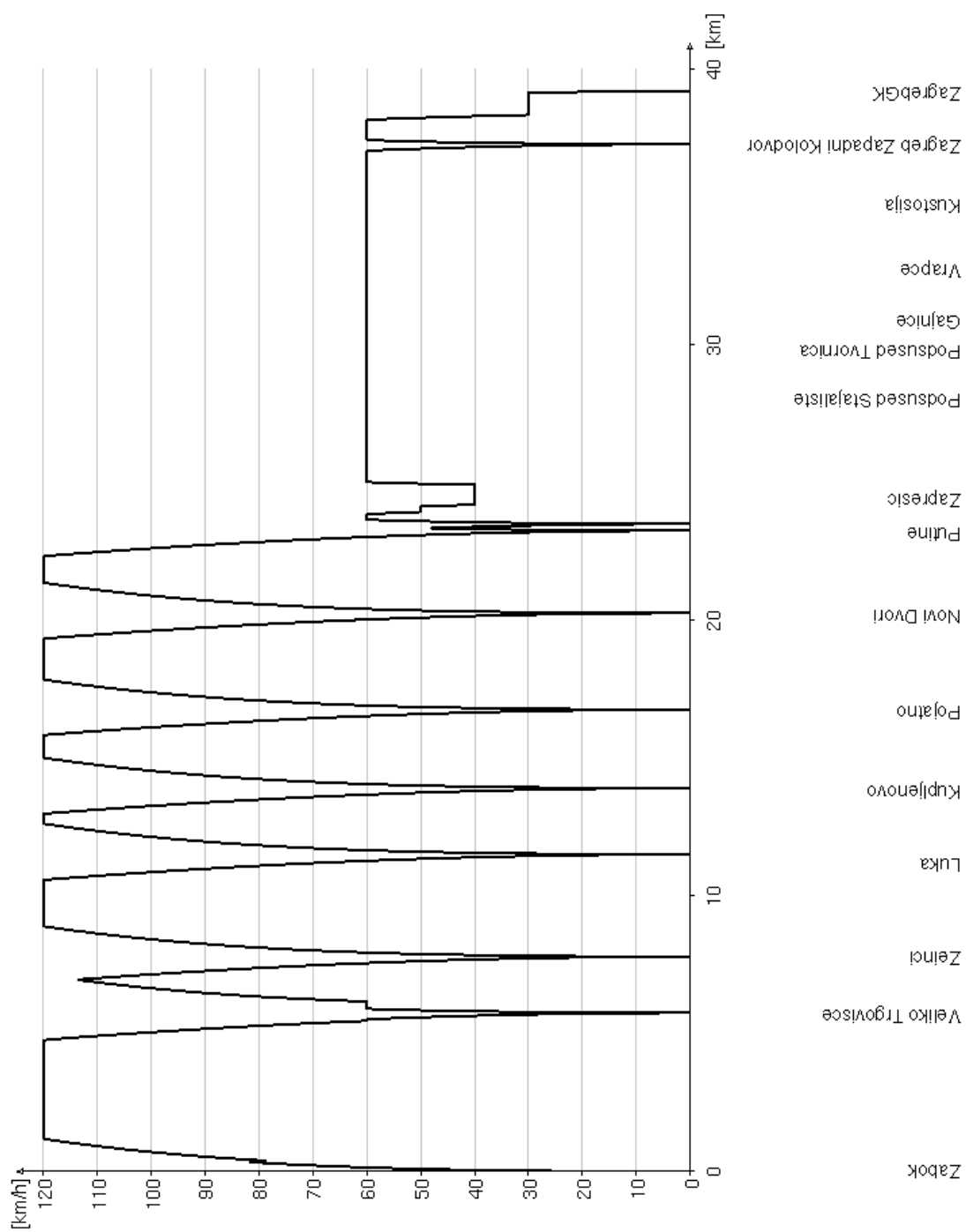
7.2 Varijanta 2

Simulacija Varijante 2 prikazuje vožnju elektromotornih garnitura serije 6112. Iz grafikona voznog reda prikazanog na Slici 30. vidi se da je vrijeme putovanja prosječno 42 minute što je postignuto nezaustavljanjem vlakova između Zaprešića i Zagreb ZK. Kod ovakvog načina organiziranja prijevoza potrebne su 4 elektromotorne garniture tijekom jutarnjeg i poslijepodnevnog opterećenja. Na Slici 31. prikazan je graf kretanja elektromotornih garnitura 6112. Graf prikazuje ovisnost brzine o prijeđenom putu kao i u prethodnoj varijanti.

ZagrebGK – Zabok



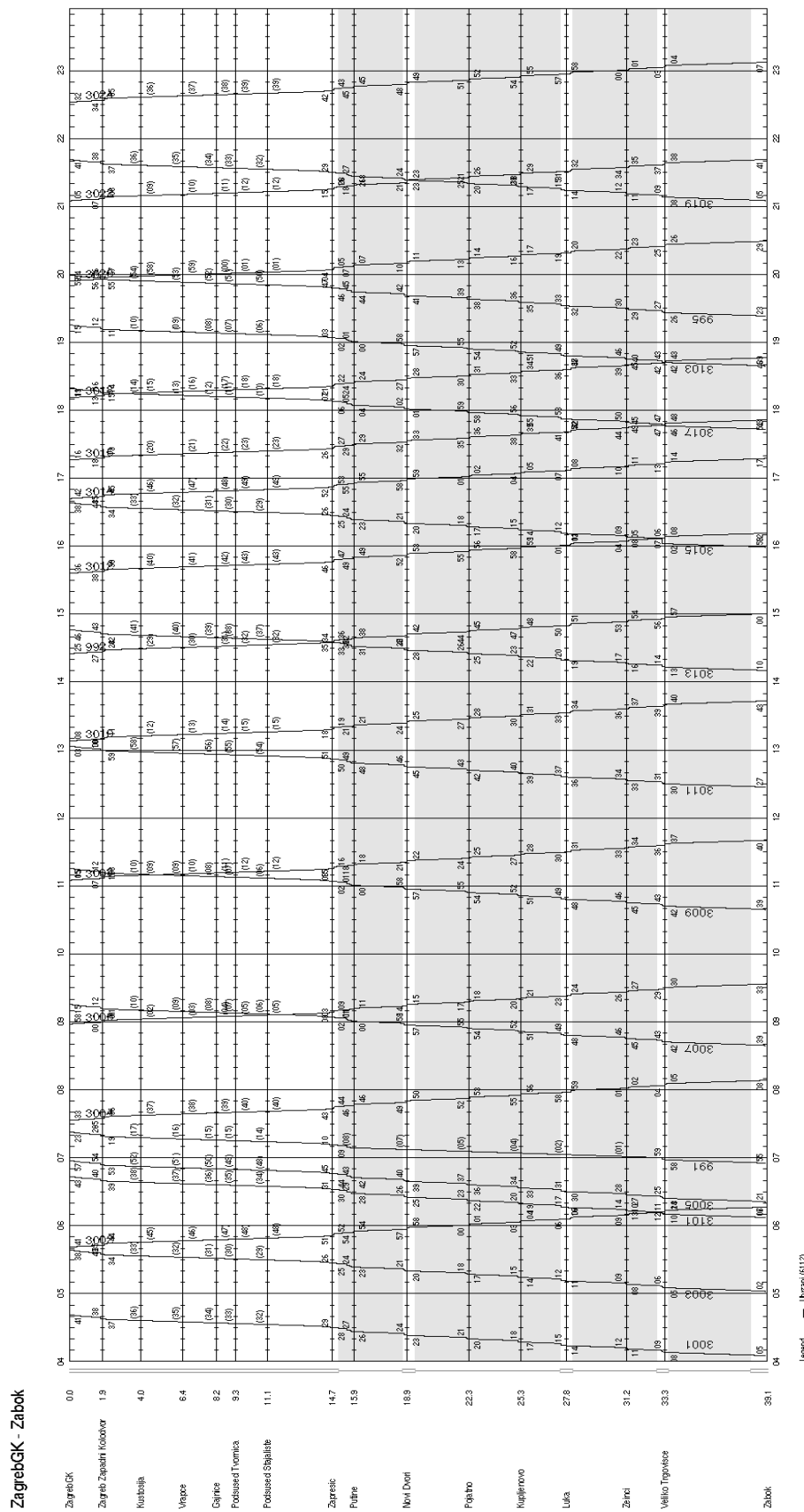
Slika 30. Graf voznog reda za Varijantu 2.



Slika 31. Graf ovisnosti brzine o prijeđenom putu za Varijantu 2.

7.3 Varijanta 3

Kod ove simulacije također sve vlakove voze elektromotorne garniture 6112 kako je već to prije opisano u poglavlju 5. Ovdje je novost brzina između Zagreb GK i Zaprešića od 120 km/h, dakle ista kao i na dionici Zaprešić – Zabok. Nezaustavljanjem vlakova između Zagreb ZK i Zaprešića te povećanjem brzine došlo se do vremena putovanja od prosječnih 36 minuta što se može vidjeti na Slici 32. Za ovo vrijeme može se reći da je itekako konkurentno cestovnom prometu pa se može pretpostaviti da bi se povećao broj putnika u vlaku.

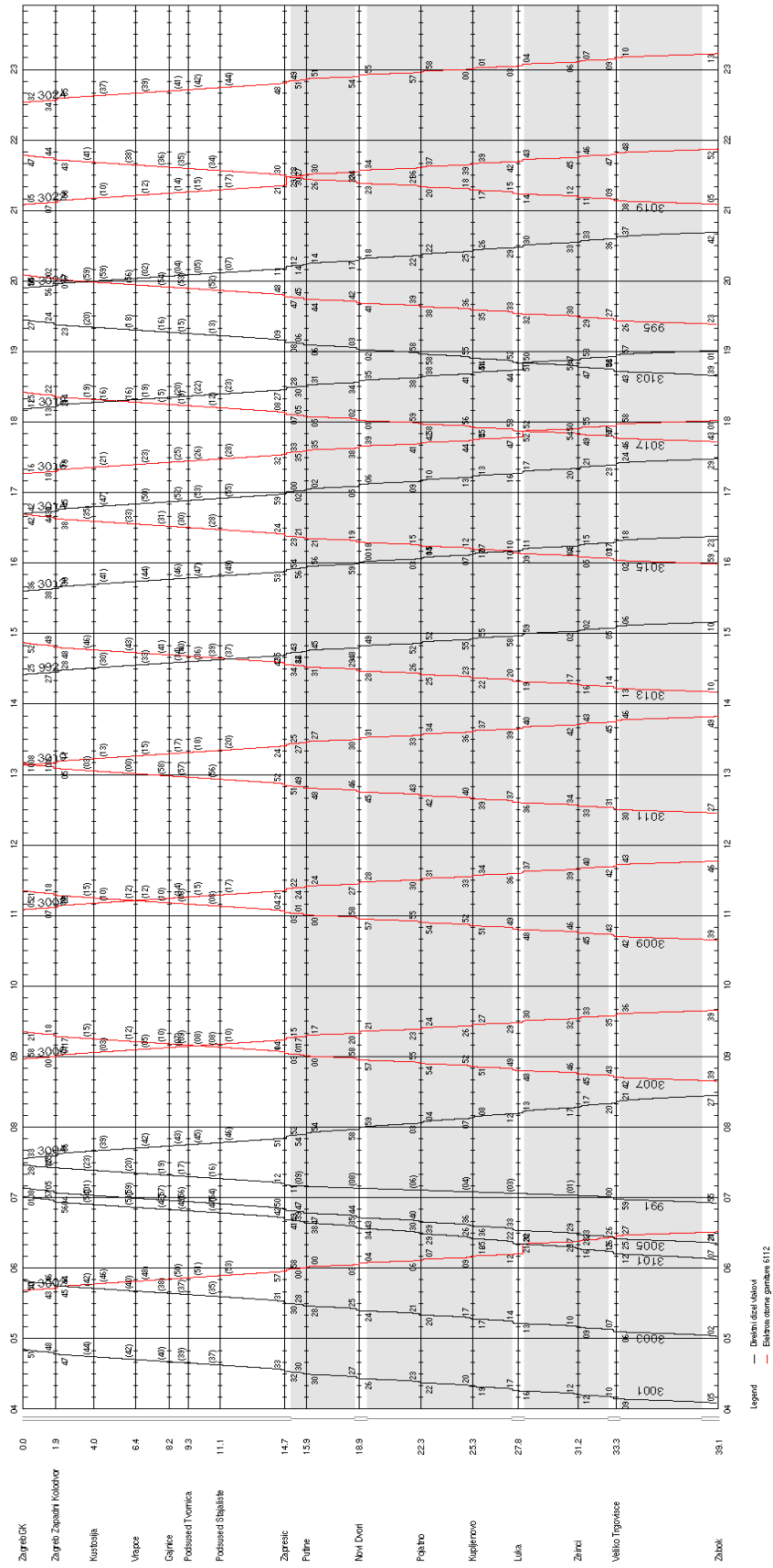


Slika 32. Graf voznog reda za Varijantu 3.

7.4 Varijanta 4

U četvrtoj varijanti, tzv. dizel direktne varijanta, koja predviđa da jutarnje i popodnevno vršno opterećenje voze dizelmotorne garniture i kompozicije vučene lokomotivom. Brzina između Zagreb GK i Zaprešića zadržava se postojeća od 60 km/h, te se vlakovi ne zaustavljaju na dionici Zagreb ZK - Zaprešić, dok je brzina Zaprešić – Zabok planirana 120 km/h. Ujutro i popodne vozi 5 direktnih dizel vlakova, dok između voze elektromotorne garniture. Potrebne su 3 elektromotorne garniture koje bi prometovale izvan vršnih opterećenja, a trajanje putovanja je prosječno 41 minute. Vrijeme vožnje dizel vlakova je prosječno 47 minuta kako je prikazano na Slici 33. ovisno o tome dali vlak vozi dizelmotorna garnitura, pa je vrijeme nešto kraće ili vlak vuče lokomotiva serije 2044. Ovo je varijanta koja je u potpunosti izvediva odmah nakon otvaranja rekonstruirane i modernizirane dionice Zaprešić – Zabok i dala bi najbolje rezultate u pogledu kvalitete usluge putničkog prijevoza.

ZagrebGK - Zabok

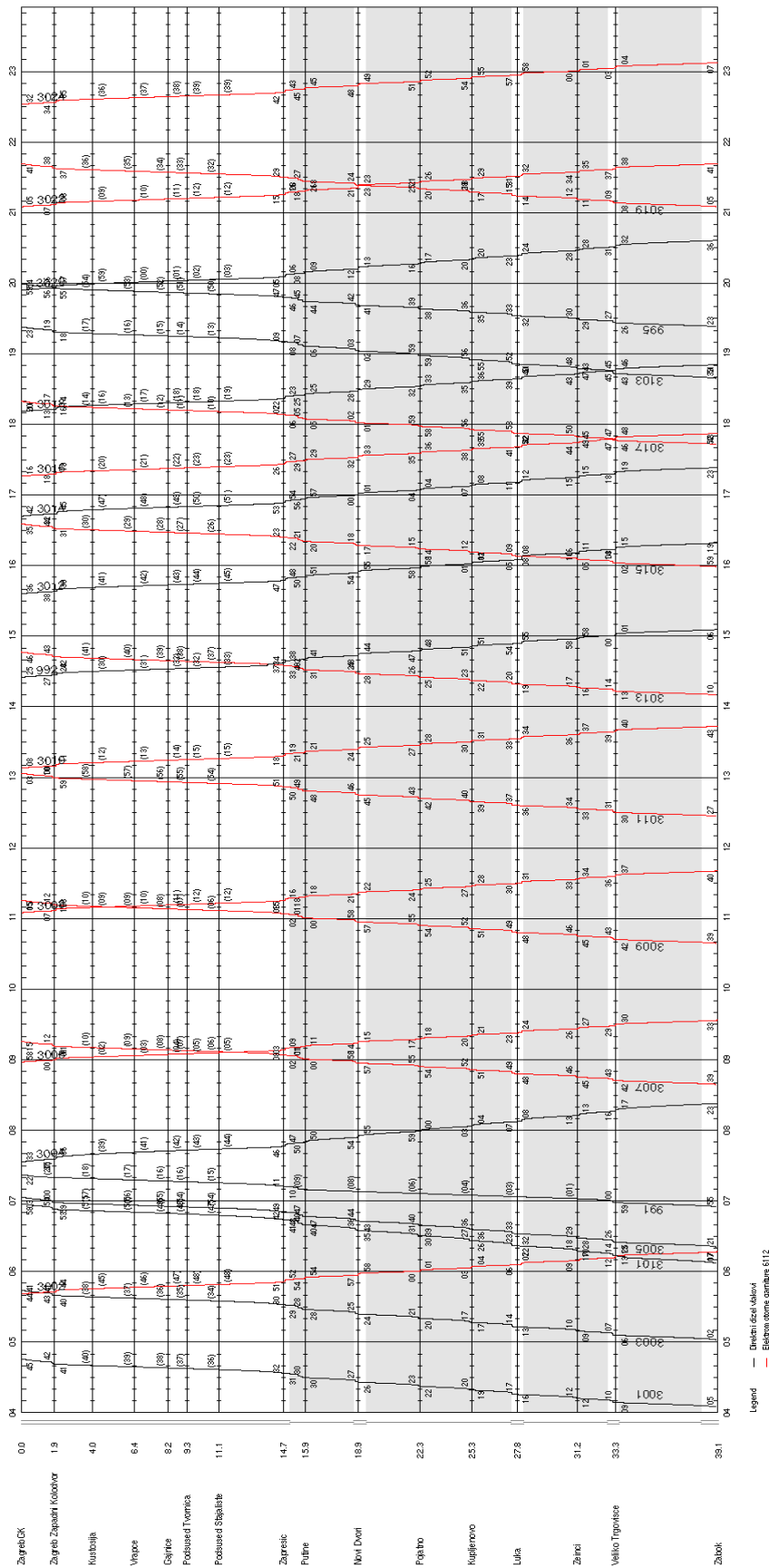


Slika 33. Graf voznog reda za Varijantu 4.

7.5 Varijanta 5

Simulacija Varijante 5. slijedi Varijantu 4. Također se predviđa da se vlakovi ne zaustavljaju između Zagreb ZK i Zaprešića, te da jutarnje i popodnevno vršno opterećenje voze direktni dizel vlakovi. Brzina na cijeloj dionici Zagreb GK je 120 km/h. Nema zaustavljanja između Zagreb ZK i Zaprešića. U ovakvim uvjetima dizel vlakovi prometuju prosječno 40 minuta dok je elektromotornim garniturama potrebno prosječno 36 minuta što je vidljivo na Slici 34.

ZagrebČK - Zabok



Slika 34. Graf voznog reda za Varijantu 5.

8 ZAKLJUČAK

U radu se analiziralo postojeće stanje pružne dionice Zagreb GK – Zabok iz čega se moglo vidjeti da je dionica Zaprešić – Zabok u vrlo lošem stanju zbog neredovitih ulaganja u održavanje. Toliko je pruga bila u lošem stanju da se moralo krenuti u potpunu rekonstrukciju spomenute dionice.

Rekonstrukcijom, modernizacijom i elektrifikacijom se dobio jedan potpuno novi aspekt pruge. Veliki potencijal koji kao takav treba iskoristiti na najbolji mogući način. Rekonstrukcijom i modernizacijom se značajno popravilo stanje kolodvora i stajališta na promatranoj dionici. Vrijeme putovanja kao značajan aspekt kvalitete usluge se smanjilo za devet minuta u odnosu na vrijeme prije rekonstrukcije. Upravo iz tog razloga u radu su iznijete određene mjere organizacijskog unapređena prijevoza putnika između Zagreba i Zaboka.

Organizacija željezničkog putničkog prijevoza vrlo je važna jer se njome može postići visoka razina kvalitete pružene usluge u pogledu vremena. Vrijeme putovanja je jako važan čimbenik kvalitete prijevozne usluge što je i pokazano analizom studija i radova na ovu temu. Vrijeme bi trebalo biti u centru pažnje kada se govori o pružanju usluge prijevoza.

U radu je prikazano pet različitih varijanta organiziranja putničkog prijevoza između Zagreb GK i Zaboka. Svaka varijanta ima određene prednosti i nedostatke. U prvoj varijanti se zadržavaju brzine kakve su trenutno na promatranom dijelu mreže, a vlakovi se zaustavljaju na svim kolodvorima i stajalištima. Kako je u prvoj varijanti vrijeme putovanje 49 minuta postavlja se pitanje opravdanosti zaustavljanja vlakova na svim kolodvorima i stajalištima. Analizom ulaz/izlaza putnika na dionici uočeno je kako mali broj putnika koji putuju iz smjera Zaboka izlaze iz vlaka između Zaprešića i Zagreb ZK. Uz to, svi vlakovi iz smjera Zaboka imaju već svoj par u prigradskom prometu Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor. Navedeno je poslužilo kao dovoljan argument za ukidanje zaustavljanja vlakova između Zaprešića i Zagreb ZK te su sve ostale varijante temeljene na tome.

U ostalim varijantama znači nema zaustavljanja vlakova između Zaprešića i Zagreb ZK, a brzine na dionicama ili kao što je u stvarnosti ili kao što je planirano da će u budućnosti biti (brzina od 120 km/h između Zagreb GK i Savskog Marofa). U drugoj i treći varijanti pretpostavlja se korištenje elektromotornih garnitura serije 6112 dok četvrta i peta varijanta podrazumijevaju korištenje i dizel vlakova, ali samo tijekom vršnih opterećenja.

U zaključku treba istaknuti Varijantu 4. jeradi svojih brojnih prednosti: daje rješenje za putnike koji nastavljaju putovanje dalje od Zaboka tj. prema ovoj varijanti ne bi trebali presjedati u Zaboku; nudi relativno dobro vrijeme putovanja od 41 do 47 minuta do Zagreba, ovisno o tome radi li se o dizel vlaku ili elektromotornoj garnituri i zadržava postojeću brzinu od 60 km/h na relaciji Zagreb GK – Zaprešić, s obzirom da nije poznat datum početka obnove spomenute dionice.

Teško je donijeti zaključak o tome koja varijanta ja najbolja s obzirom da treća i peta varijanta podrazumijeva obnovu dionice pruge Zagreb GK – S. Marof pa se iz tog razloga ne mogu početi primjenjivati odmah. Varijante koje predlažu korištenje dizel vlakova su nepovoljne s aspekta zaštite okoliša, ali značajno doprinose povećanju kvalitete pružene usluge, posebno za dio putnika koji svoje putovanje ne završavaju u kolodvoru Zaboku. Iz tog razloga se predlaže korištenje dizel vlakova tijekom vršnih opterećenja.

LITERATURA

1. Badanjak, D., Bogović, B., Jenić, J.: *Organizacija željezničkog prometa*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
2. Haramina H., Schöbel, A., Bojić, M.: Računalno modeliranje simulacija željezničkog prometa na relaciji Savski Marof – Dugo Selo primjenom programskog alata OpetnTrack, *Željeznice 21*, Zagreb, lipanj 2014.
3. Hudec Plan d.o.o.: *Plan upravljanja okolišem, Obnova (remont) željezničke pruge M101 DG – S. Marof. – Zagreb GK na dionici Savski Marof (uklj.) – Zagreb Zapadni kolodvor (isklj.)*, Zagreb, veljača 2019.
4. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Plan upravljanja okolišem, Obnova (remont) željezničke pruge M101 DG – S.MAROF – ZAGREB GK na dionici SAVSKI MAROF (uklj.) – ZAGREB ZAPADNI KOLODVOR (isklj.)*, Zagreb, veljača 2019.
5. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Izješće o mreži 2019.*
6. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Priručnik o željezničkim prugama za vozni red 2018./2019.*
7. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Glavni kolodvor I. dio*, 2018.
8. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zagreb Zapadni kolodvor I. dio*, 2010.
9. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Podsused Tvornica I. dio*, 2010.
10. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zaprešić I. dio*, 2010.
11. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Novi Dvori I. dio*, 2012.
12. Hrvatske željeznice: *Poslovni red kolodvora Luka I. dio*, 2002.
13. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Veliko Trgovišće I. dio*, 2012.
14. HŽ Infrastruktura d.o.o.: *Poslovni red kolodvora Zabok I. dio*, 2013.
15. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0*, Zagreb, veljača 2016.
16. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0.OPĆA MAPA, R201-GP-FAZA I-ND-131-0,* Zagreb, listopad 2015.
17. Istraživanje i projektiranje u prometu d.o.o.: *Studija razvoja željezničkog čvora Zagreb*, Zagreb, 20. listopada 2016.
18. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8262G*, veljača 2016.

-
19. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8261G*, listopad 2016.
 20. Inženjering d.o.o.: *Modernizacija željezničke pruge I. reda – I101 Zaprešić – Varaždin – Čakovec, Dionica: Zaprešić – Zabok*, idejni projekt, 0506/04, Zagreb, listopad 2004.
 21. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0*, Zagreb, veljača 2016.
 22. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE, 8262 DK*, Zagreb, veljača 2016.
 23. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.4. Pothodnik, II.4.1. Građevinski dio, R201-GP-FAZA I-LU*, Zagreb, veljača 2016.
 24. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE, 8263K*, Zagreb, srpanj 2014.
 25. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8263K*, Zagreb, siječanj 2016.
 26. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.6. GRAĐEVINSKO UREĐENJE ŽCPR-a, 8263P*, Zagreb, svibanj 2014.
 27. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE, 8264DK*, Zagreb, siječanj 2016.
 28. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE, 8264DK*, Zagreb, siječanj 2016.
 29. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *II.2. PRUŽNI GORNJI USTROJ, 8264GK*, Zagreb, siječanj 2016.
 30. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.6. GRAĐEVINSKO UREĐENJE ŽCPR-a, 8264P*, Zagreb, siječanj 2016.
 31. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *0. OPĆA MAPA – 1/2, R201-GP-FAZA II-0*, Zagreb, veljača 2016.

-
32. Inženjerski biro za željeznice d.o.o.: *I.3. PRUŽNI DONJI USTROJ, ODVODNJA I PRUŽNE GRAĐEVINE – 1/2, 8262D*, Zagreb, veljača 2016.
 33. Mikulčić, M.: *Organizacija željezničkog putničkog prijevoza nakon modernizacije dionice pruge Zaprešić – Zabok*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
 34. Petrović, M., Kamenščak S.: *Analiza kvalitete usluge željezničkog gradsko – prigradskog putničkog prijevoza, Željeznice 21*, 2018; ISSN 1333-7971; UDK 625.1-6; 629.4; 656.2-4
 35. Petrović, M.: *Elementi organizacije i tehnologije željezničkog putničkog prometa*, predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultete prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
 36. TEB Inženjering d.d.: *TK 4. Ugradnja telekomunikacijskih uređaja, TEB 3329/V-4*, Zagreb, veljača 2016.
 37. Zagreb signal d.o.o.: *SS.2 SIGNALNO SIGURNOSI UREĐAJI KOLODVORA LUKA, P-420/13*, Zagreb, veljača 2016.
 38. Zagreb signal d.o.o.: *SS.3 SIGNALNO SIGURNOSNI UREĐAJI KOLODVORA VELIKO TRGOVIŠĆE, P-421/13*, Zagreb, veljača 2016.
 39. Zagreb signal d.o.o.: *SS.4 SIGNALNO SIGURNOSNI UREĐAJI KOLODVORA ZABOK, P-422/13*, Zagreb, veljača 2016.
 40. <http://www.kzz.hr/opcenito>, 01.06.2019.
 41. <https://www.youtube.com/watch?v=h1Vmz4Bhabw>, 01.06.2019.

POPIS SLIKA

Slika 1. Postojeće stanje željezničkog čvora Zagreb.....	4
Slika 2. Shematski prikaz kolosiječne situacije Zagreb Glavnog kolodvora.....	7
Slika 3. Shematski prikaz kolosiječne situacije Zagreb Zapadnog kolodvora.....	10
Slika 4. Shematski prikaz kolosiječne situacije Podsused Tvornica	15
Slika 5. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Zaprešić.....	18
Slika 6. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Novi Dvori	23
Slika 7. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Luka	25
Slika 8. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Veliko Trgovišće	27
Slika 9. Shematski prikaz kolosiječne situacije kolodvora Zabok	29
Slika 10. Tehnološka shema (raster) službenih mjesta nakon rekonstrukcije dionice Zaprešić – Zabok	36
Slika 11. Shematski prikaz situacije kolodvora Novi Dvori nakon rekonstrukcije	38
Slika 12. Shematski prikaz situacije kolodvora Luka nakon rekonstrukcije	40
Slika 13. Shematski prikaz situacije kolodvora Veliko Trgovišće nakon rekonstrukcije	42
Slika 14. Shematski prikaz situacije putničkog dijela kolodvora Zabok nakon rekonstrukcije.....	46
Slika 15. Shematski prikaz situacije novog teretnog dijela kolodvora Zabok	47
Slika 16. Shematski prikaz situacije stajališta Zaprešić Putine	49
Slika 17. Shematski prikaz stajališta Pojatno nakon rekonstrukcije	50
Slika 18. Shematski prikaz stajališta Kupljenovo nakon rekonstrukcije	50
Slika 19. Shematski prikaz stajališta Žeinci nakon rekonstrukcije	51
Slika 20. Graf voznog reda za smjer Zabok - Zagreb Glavni kolodvor s parovima vlakova u prigradskom prometu.....	59
Slika 21. Graf voznog reda za smjer Zagreb Glavni kolodvor - Zabok s parovima vlakova u prigradskom prometu.....	60
Slika 22. Izbornik „Verteksa“	62
Slika 23. Izbornik signala	63
Slika 24. Izbornik vučnog vozila.....	64
Slika 25. Izbornik vlaka	65
Slika 26. Izbornik voznog reda	66
Slika 27. Model pružne dionice Zagreb Glavni kolodvor – Zabok.....	67
Slika 28. Graf voznog reda za Varijantu 1.....	69
Slika 29. Graf ovisnosti brzine o prijađenom putu za Varijantu 1	70

Slika 30. Graf voznog reda za Varijantu 2.....	72
Slika 31. Graf ovisnosti brzine o prijeđenom putu za Varijantu 2.....	73
Slika 32. Graf voznog reda za Varijantu 3.....	75
Slika 33. Graf voznog reda za Varijantu 4.....	77
Slika 34. Graf voznog reda za Varijantu 5.....	79

POPIS TABLICA

Tablica 1. Pregled dopuštenih brzina na dionici Zagreb Glavni kolodvor - Zaprešić i brzine preko skretnica	5
Tablica 2. Kolosijeci za prijem i otpremu putničkih vlakova s korisnim duljinama Zagreb Glavnog kolodvora	8
Tablica 3. Vrste perona Zagreb Glavnog kolodvora	9
Tablica 4. Korisne duljine prijemno otpremnih kolosijeka za putničke vlakove Zagreb Zapadnog kolodvora	12
Tablica 5. Korisna duljina kolosijeka i njihova namjena u kolodvoru Podsused Tvornica	14
Tablica 6. Korisna duljina kolosijeka i njihova namjena u kolodvoru Zaprešić	17
Tablica 7. Korisna duljina i namjena kolosijeka u kolodvoru Zabok	28



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada

pod naslovom **Organizacijska unapređenja putničkog prijevoza na**
dionici pruge Zagreb Glavni kolodvor - Zabok

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 12.09.2019. _____

Student/ica:

(potpis)