# Prijedlog unapređenja željezničke infrastrukture i kapaciteta kolodvora Sesvete

**Lukić, Nedjeljka**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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:119:562637

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**



*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository









**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Nedjeljka Lukić**

# PRIJEDLOG UNAPREĐENJA ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE I KAPACITETA KOLODVORA SESVETE

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2017.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 21. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za željeznički promet**
Predmet: **Željeznička infrastruktura II**

# DIPLOMSKI ZADATAK br. 4360

Pristupnik: **Nedjeljka Lukić (0135226408)**
Studij: Promet
Smjer: Željeznički promet

Zadatak: **Prijedlog unapređenja željezničke infrastrukture i kapaciteta kolodvora Sesvete**

Opis zadatka:

Potrebno je analizirati postojeće kapacitete i stanje infrastrukturnih postrojenja kolodvora Sesvete s obzirom na postojeće i planirano prometno opterećenje. Temeljem provedene analize i provjere postojećih kapaciteta predložit će se mjere za poboljšanje postojeće infrastrukture. Prema potrebi može se planirati i etapno provođenje mjera.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Dubravka Hozjan

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

# DIPLOMSKI RAD

## PRIJEDLOG UNAPREĐENJA ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE I KAPACITETA KOLODVORA SESVETE

## PROPOSAL FOR UPGRADE OF RAILWAY INFRASTRUCTURE AND TRANSPORT CAPACITY OF SESVETE RAILWAY STATION

Mentor: izv. prof. dr. sc. Dubravka Hozjan

Studentica: Nedjeljka Lukić

JMBAG: 0135226408

Zagreb, rujan 2017.

PRIJEDLOG UNAPREĐENJA ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE I KAPACITETA KOLODVORA SESVETE

*SAŽETAK*

U diplomskom radu prikazana je postojeća infrastruktura kolodvora Sesvete i način unapređenja infrastrukture i kapaciteta kolodvora, s obzirom na položaj kolodvora u zagrebačkom čvoru i prometno opterećenje.

Da bi se povećala propusna moć kolodvora, potrebno je riješiti problem uskog grla u kolodvoru, ugraditi određene skretnice i izlazne signale, što je u diplomskom radu i napravljeno u programskom paketu Open Track.

Simulacijom vožnji vlakova napravljen je grafikon prometa vlakova u postojećem modelu kolodvora Sesvete i u novom modelu, s dodanim skretnicama, izlaznim signalima, i dodatnim vlakovima. Uz manje rekonstrukcijske mjere moguće je unaprijediti željezničku infrastrukturu kolodvora Sesvete, a samim tim i poboljšati propusnu moć kolodvora i pruge.

*KLJUČNE RIJEČI:* infrastruktura kolodvora Sesvete; vozni red; propusna moć kolodvora; unapređenje željezničke infrastrukture

*SUMMARY:*

In this thesis, the current infrastructure situation of the Sesvete railway station is shown and the way how to improve infrastructure and capacities of the railway station in accordance with the location of the station on the Zagreb node and associated traffic.

To increase the throughput of the railway station it is necessary to fix the problem of the bottleneck inside the station, construct new switches and exit signals. That has been accomplished in this thesis using simulation in Open Track software.

Simulating train movements through the station Sesvete, the train graph is made for the current situation as well as for the new simulated model after the construction of the switches and exit signals, which resulted with increased station and the railway line throughput.

*KEY WORDS:* infrastructure; railway station Sesvete; timetable; railway station capacity; railway infrastructure improvement

# Sadržaj:

1 UVOD ..... 1
2 ZNAČAJKE KOLODVORA SESVETE ..... 2
3 PROSTORNI PLAN I RAZVOJNE MOGUĆNOSTI ŠIREG PODRUČJA SESVETA ..... 5
3.1 Povijest kolodvora Sesveta ..... 5
3.2 Značajke Sesveta ..... 6
3.3 Cestovna prometna infrastruktura Sesveta ..... 8
3.4 Park & Ride sustav ..... 9
4 PREGLED POSTOJEĆE INFRASTRUKTURE KOLODVORA SESVETE ..... 12
4.1 Glavni dijelovi pruge ..... 12
4.2 Infrastrukturni podsustavi ..... 12
4.3 Osiguranje kolodvora Sesvete ..... 13
4.4 Vozni put vlaka ..... 14
4.5 Vrste kolosijeka, njihovi nazivi i namjena ..... 14
4.6 Korisna duljina kolosijeka u kolodvoru Sesvete ..... 17
4.7 Industrijski kolosijeci u kolodvoru ..... 19
4.8 Skretnice u kolodvoru ..... 21
4.9 Iskliznice u kolodvoru ..... 24
4.10 Željezničko cestovni i pješački prijelazi u kolodvoru ..... 26
4.11 Peroni u kolodvoru ..... 30
4.12 Elektrifikacija kolodvora ..... 33
5 PROMETNO OPTEREĆENJE KOLODVORA SESVETE ..... 35
5.1 Vozni red ..... 35
5.2 Vozni red 2015/16, za kolodvor Sesvete ..... 35
5.3 Računalni modeli u željezničkom prometu ..... 37
6 ANALIZA STANJA I KAPACITETA INFRASTRUKTURNIH POSTROJENJA KOLODVORA SESVETE ..... 47
6.1 Tehnički uvjeti infrastrukture ..... 47
6.2 Karakteristike kolodvora Sesvete prema Priručniku o željezničkim prugama ..... 47
6.3 Pregled gornjeg ustroja pruge ..... 48
7 PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA INFRASTRUKTURE KOLODVORA SESVETE ..... 49
8 ZAKLJUČAK ..... 57
Popis korištene literature: ..... 58
Popis slika: ..... 59

Popis tablica: ..... 60
Popis grafikona:..... 60
Popis priloga:..... 60
PRILOG 1
PRILOG 2

# 1 UVOD

U diplomskom radu analizirani su postojeći kapaciteti i stanje infrastrukturnih postrojenja kolodvora Sesvete s obzirom na postojeće i planirano prometno opterećenje, te su predložene mjere za poboljšanje prometne infrastrukture u programskom paketu za simuliranje željezničkog prometa Open Track. Diplomski rad se sastoji od osam poglavlja:

1. Uvod
2. Značajke kolodvora Sesvete
3. Prostorni plan i razvojne mogućnosti šireg područja Sesveta
4. Pregled postojeće infrastrukture kolodvora Sesvete
5. Prometno opterećenje kolodvora Sesvete
6. Analiza stanja i kapaciteta infrastrukturnih postrojenja kolodvora Sesvete
7. Prijedlozi poboljšanja infrastrukture kolodvora Sesvete
8. Zaključak.

U drugom poglavlju opisane su značajke kolodvora Sesvete s obzirom na položaj kolodvora u zagrebačkom željezničkom čvoru te prema zadaći koju kolodvor Sesvete ima u smislu reguliranja prometa vlakova.

Povijest kolodvora Sesvete, prostorni plan i razvojne mogućnosti Sesveta, kao i moguća lokacija *Park & Ride* sustava opisane su u trećem dijelu.

U četvrtom dijelu diplomskog rada dan je pregled postojeće infrastrukture kolodvora Sesvete uz opis ključnih problema u svakodnevnim prometnim situacijama koje se događaju prilikom izravnog reguliranja prometa vlakova (autorica diplomskog rada je prometnica vlakova kolodvora Sesvete).

U petom poglavlju, postojeći model kolodvora Sesvete napravljen je u Open Track-u, te su simulirane vožnje vlakova temeljem stvarnog stanja prometa vlakova u vremenskom razdoblju od 0 do 24 sata na kojem su prikazani nedostatci infrastrukture kolodvora (nepostojeće kolosiječne veze) koje smanjuju propusnu moć kolodvora i pruge, uz zadržavanja vlakova s obzirom na prometno opterećenje kolodvora.

Karakteristike kolodvora Sesvete prema Priručniku o željezničkim prugama opisane su u šestom poglavlju diplomskog rada.

U sedmom poglavlju su predloženi zahvati za poboljšanje infrastrukture kolodvora. U Open Track-u su dodane nove skretnice, izlazni signali i tada su simulirane vožnje vlakova (ukupno 270 vlakova u 24 sata) u novom i poboljšanom modelu kolodvora. Uklonjeno je usko grlo u kolodvoru, povećala se propusna moć kolodvora što je i bio zadatak diplomskog rada. Istraživanjem provedenim u okviru diplomskog rada nastojali su se otkloniti nedostaci kolodvora Sesvete uočeni tijekom rada na mjestu prometnice vlakova, a predložena rješenja su provjerena u programskom paketu Open Track.

# 2 ZNAČAJKE KOLODVORA SESVETE

Kolodvor Sesvete je međukolodvor (kolodvor koji se nalazi između dva rasporedna kolodvora, Zagreb Glavnog Kolodvora i kolodvora Dugo Selo) i odvojni kolodvor (kolodvor iz kojeg se regulira prelazak vlakova s jedne dvokolosiječne pruge Sesvete – Sava rasputnica, na drugu dvokolosiječnu odvojnu prugu Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo) [1]. Kilometarski položaj kolodvora je u kilometru (km) 435+004,34 na dvokolosiječnoj pruzi:

- Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo, glavna koridorska pruga za međunarodni promet M102, (slika 1, str. 3)
- Sesvete – Sava Rasputnica, pruga za međunarodni promet M401 [2].

Prema [3] kolodvor Sesvete na „*magistralnoj"* pruzi M401 nalazi se u km 0+000, što znači da je ishodište pruge Sesvete – Sava rasputnica.

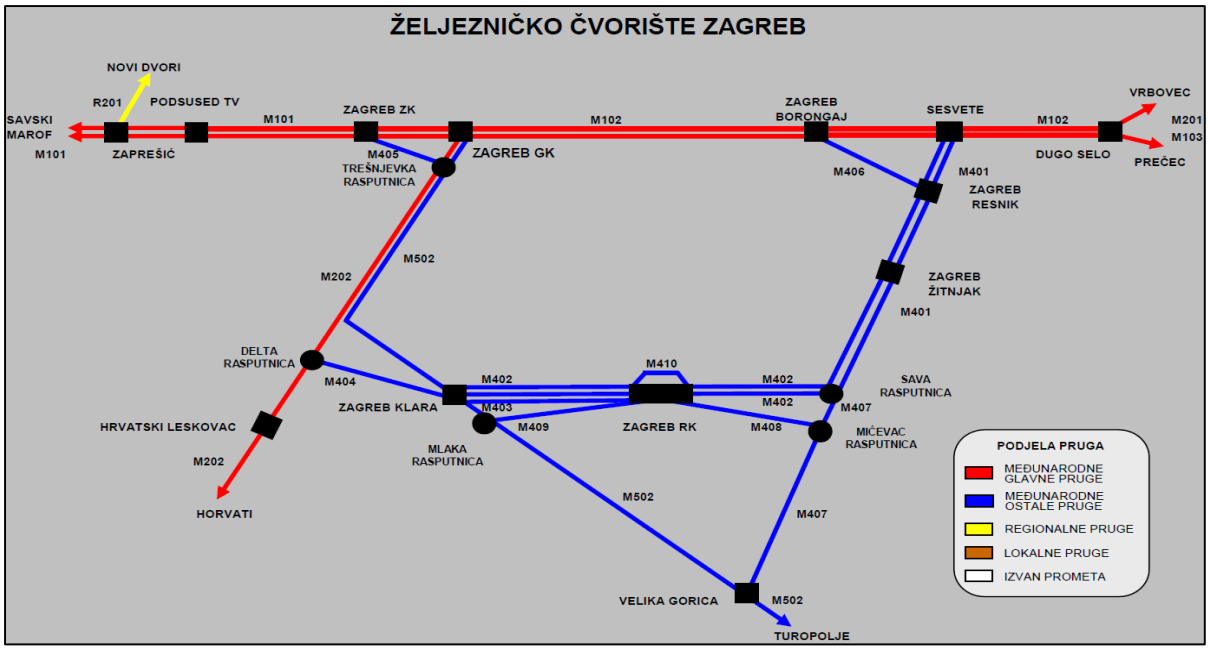
Nagibi kolodvorskih platoa:

- od ulazne skretnice broj **1** u km 435+754,63 do km 435+256, tj. u duljini od 625 m, uspon je 5 ‰
- od km 435+256 do iza zadnje izlazne skretnice broj **23**, u km 434+584, tj. u duljini od 672 m, kolodvorski plato je u ravnini, 0 ‰.

Kolodvor je službeno mjesto na pruzi s najmanje jednom skretnicom iz kojeg se regulira promet vlakova izravno ili daljinski, koji prema zadaći u reguliranju prometa može biti rasporedni, ranžirni, međukolodvor, odvojni kolodvor i kolodvor prelaska s dvokolosiječne pruge na jednokolosiječnu prugu, u kojem se promet vlakova odvija jednokolosiječno (izmjenični promet vlakova suprotnog smjera po istom kolosijeku) ili dvokolosiječno, što znači da se promet vlakova odvija na pruzi sa dva kolosijeka na kojoj vlakovi istog smjera voze po kolosijeku određenome za taj smjer. Na dvokolosiječnim prugama vlakovi moraju redovito voziti kolosijekom koji se nalazi s desne strane u voznom smjeru [1].

Kolodvor Sesvete osiguran je svjetlosnim signalima, koji pokazuju dvoznačne signalne znakove, što znači da signal istodobno zapovijeda postupak kod odnosnog glavnog signala i predsignalizira signalni znak sljedećeg glavnog signala [1].

Za prometovanje vlakova na relaciji Sesvete – Zagreb Resnik, Sesvete – Zagreb Borongaj, pravilni kolosijek je desni kolosijek, a za prometovanje vlakova na relaciji Sesvete – Dugo Selo pravilni kolosijek je lijevi kolosijek. Na slici 1 je prikazan željeznički čvor Zagreb, sa položajem svih kolodvora koji pripadaju istoimenom čvoru. Crvenom bojom je označena glavna koridorska pruga na kojoj se nalazi i kolodvor Sesvete, a dvije crte predstavljaju dvokolosiječnu prugu. Plavom bojom je označena pruga za međunarodni promet M401 koja se odvaja od kolodvora Sesvete. Dvije paralelne plave crte označavaju da je pruga dvokolosiječna (slika 1, str. 3).




**Slika 1.** Položaj kolodvora Sesvete u zagrebačkom čvoru, [4]

Kada nastupi potreba da vlakovi ne voze po kolosijeku koji je određen za taj smjer, nego prometuju po kolosijeku koji je namijenjen za vožnju vlakova iz suprotnog smjera, tada vlakovi na dvokolosiječnoj pruzi prometuju nepravilnim kolosijekom.

Vožnja vlakova po nepravilnom kolosijeku može biti predviđena, nepredviđena i iznimna. Razlika je u sljedećem:

- predviđena vožnja nepravilnim kolosijekom je vožnja koja se unaprijed odredi (predviđeni zatvor jednog od kolosijeka itd.)
- nepredviđena vožnja je vožnja vlaka koja se uvodi zbog iznenadne potrebe uslijed koje je nastupila nemogućnost vožnje jednim od kolosijeka (kvar vlaka na pruzi itd.)
- iznimna vožnja nepravilnim kolosijekom obavlja se za vrijeme dok su oba kolosijeka sposobna za promet vlakova ( npr. kada treba otpremiti uzastopni vlak veće važnosti, a njegov pravilni kolosijek će biti zauzet duže vrijeme) [1].

U slučaju potrebe prometovanja vlakova nepravilnim kolosijekom:

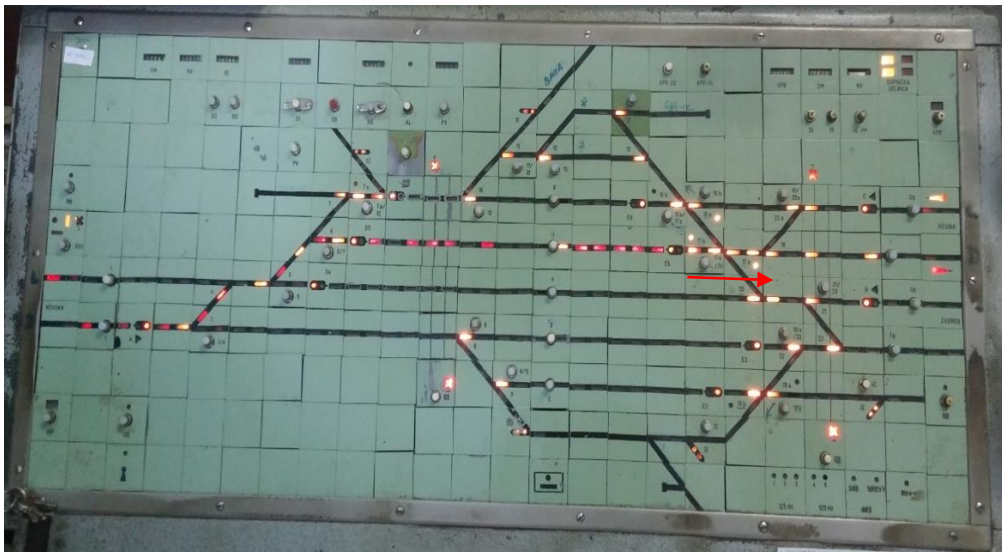
- za smjer Sesvete – Zagreb Borongaj, nepravilni kolosijek je lijevi kolosijek
- za smjer Sesvete – Zagreb Resnik, nepravilni kolosijek je lijevi kolosijek
- za smjer Sesvete – Dugo Selo, nepravilni kolosijek je desni kolosijek.

U pogledu obavljanja transportno – komercijalnih poslova, kolodvor Sesvete otvoren je za:

- prijem i otpremu putnika
- prijem i otpremu vagonskih pošiljaka, izuzev pošiljaka eksplozivnih materija i ostalih pošiljaka RID-a (RID je Pravilnik o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom).

Kolodvor je osiguran elektrorelejnim signalno – sigurnosnim (SS) uređajem, tipa „Integra – domino“, s blok postavnicom u prometnom uredu iz kojeg se centralno rukuje signalima, skretnicama, isklizničama, uređajima za zaštitu cestovnih prijelaza na području kolodvora (B1 i B2), te cestovnim prijelazom „Sesvetska Selnica“ kao i pješačkim prijelazom „Sopnička“.

Na slici 2 prikazana je vožnja teretnog vlaka iz Dugog Sela na peti kolosijek u kolodvoru Sesvete, za kolodvor Zagreb Resnik na komandnom stolu prometnika vlakova koji izravno regulira promet vlakova. Vlaku je postavljen samo ulazni put vožnje, uz osiguran put proklizavanja (dio pruge, najmanje 50 m, iza izlaznog signala kod kojeg se vlak mora najkasnije zaustaviti) [5]. Na putu proklizavanja (crvena strelica na slici 2) nisu moguće druge vožnje i taj put mora biti slobodan za onaj vlak kojem se postavlja put vožnje. Svjetleći kružići na slici 2 označavaju tzv. bočnu zaštitu, što znači da je nemoguće rukovanje skretnicama koje su u bočnoj zaštiti. Na taj način je nemoguće postaviti put vožnje vlaku iz kolosijeka koji se siječe sa već postavljenim putem vožnje vlaka. Slika 2 prikazuje da je nemoguće postaviti ulazni put vožnje vlaku iz smjera Zagreb Borongaj na šesti kolosijek, kao niti izlazni put vožnje vlaka iz šestog kolosijeka za Zagreb Borongaj.



**Slika 2.** Kolodvorska blok postavnica (komandni stol kolodvora Sesvete)

Na slici 3 je prikazan teretni vlak koji prolazi kolodvor Sesvete iz smjera Zagreb Resnik za Dugo Selo po šestom kolosijeku. Prema [1] kolosijeci se označavaju arapskim brojevima na način da prvi kolosijek ispred kolodvorske zgrade nosi broj 1 itd.



**Slika 3.** Pogled na kolodvor Sesvete iz smjera Dugo Selo

# 3 PROSTORNI PLAN I RAZVOJNE MOGUĆNOSTI ŠIREG PODRUČJA SESVETA

## 3.1 Povijest kolodvora Sesveta

Žakanjsko – zagrebačka željeznica bila je planirana kao početna dionica magistralne pruge između Budimpešte i Rijeke, pod čijim povijesnim nazivom se krije današnja glavna koridorska pruga, M201. Za redoviti promet vlakova žakanjsko – zagrebačka željeznica je otvorena 1870. godine. Za početnu dionicu, od Zákánya do Zagreba, bile su predložene tri trase. Prva od njih trebala je prolaziti između Nagykanizse, Čakovca, Varaždina, Hrvatskog zagorja i Zagreba, druga dionica od između Nagykanizse, Murakerestura, Kotoribe, Koprivnice, Križevaca i Zagreba, dok je treća dionica trebala prolaziti područjem između Zákánya, Koprivnice, Križevaca, Dugog Sela, Sesveta i Zagreba.

Treća trasa je bila prirodno najpogodnija, i kao takva prihvaćena je za izgradnju 1867. godine. Zemljani radovi na čitavoj dionici brzo su napredovali, te su dovršeni za godinu dana. U idućih godinu i pol dana, pruga Zákany – Zagreb, dugačka 103,074 km bila je sagrađena i spremna za preuzimanje. Na toj pruzi bilo je sagrađeno osam kolodvora, i to u Zákanyu, Koprivnici, Lepavini, Križevcima, Vrbovcu, Dugom Selu, Sesvetama i Zagrebu, te je imala najviši status, bila je glavna pruga I. reda i tada jedina takva pruga u Hrvatskoj.
Nakon samo deset mjeseci, promet na pruzi je bio obustavljen zbog urušavanja dijela nasipa kod Lepavine. Nakon potresa 1880. godine koji je pogodio Zagreb, prijamna zgrada u Sesvetama zbog nekvalitetne gradnje gotovo je sravnjena sa zemljom [6].




**Slika 4.** Sesvete s početka 20. stoljeća (na razglednici su prikazane gostionica Hriberšek gore lijevo, tvornica mesnate robe Rabus i sin dolje lijevo, crkva Svih svetih sa župnim dvorom gore desno i zgrada kolodvora Sesvete dolje desno)

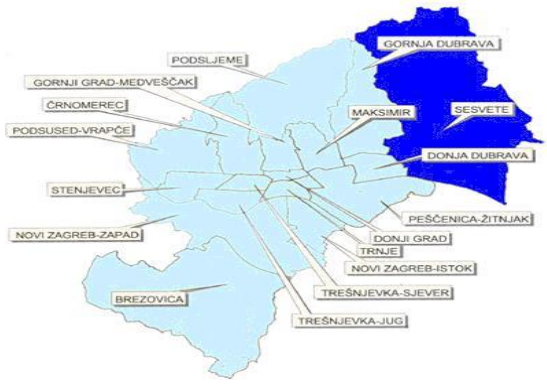
Izvor: Muzej Prigorja, Povijesna zbirka MPS-5694

Slika 4 prikazuje razglednicu Sesveta s početka 20 st., na kojoj su prikazane sesvetska crkva Svih Svetih sa župnim dvorom sagrađena 1328. godine koja je i danas najljepša znamen Sesveta u samom centru naselja, zatim tvornicu mesne robe i masti iz 1898. godine, koju su 1921. preuredili Kata Rabus i sinovi (bivša mesna industrija Sljeme), te gostionu Hriberšek na čijem mjestu se danas nalaze poslovni prostori u centru Sesveta [7]. Kolodvorska zgrada Sesvete nalazi se na slici dolje desno iz otprilike 1868. godine kada je bila jedna od osam kolodvorskih zgrada sagrađenih na dionici pruge od Zákánya do Zagreba.

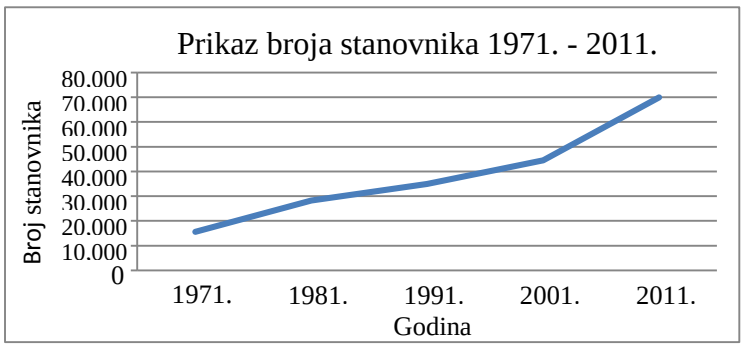
## 3.2 Značajke Sesveta

Prostirući se na površini od 16.525,48 ha, odnosno 165,255 km$^2$, Sesvete su najveća gradska četvrt u Gradu Zagrebu i zauzimaju oko četvrtinu ukupnog prostora Grada Zagreba na njegovu sjeveroistočnom dijelu. Na zapadu, Sesvete se naslanjaju na gradske četvrti Gornja i Donja Dubrava, a na jugu, na Pešćenicu – Žitnjak (slika 5). Na istoku graniče sa Zagrebačkom, a na sjeveru sa Krapinsko – zagorskom županijom. Sesvete su osnovni nositelj funkcionalne organizacije života i rada sesvetskog područja i preobrazbe ovoga prostora, razvojno su središte u upravno – teritorijalnom okviru Grada Zagreba [8].

Prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine, Sesvete broje 70.633 stalnih stanovnika (grafikon 1), 22.512 kućanstava i 30.256 stambenih jedinica. Procjenjuje se da danas Sesvete broje više od 90.000 stanovnika [9].




**Slika 5.** Položaj Sesveta u odnosu na ostale gradske četvrti u Gradu Zagrebu, [8]




**Grafikon 1.** Prikaz broja stanovnika Sesveta u razdoblju 1971. – 2011. godine, [9]

Zajedno sa još nekoliko gradova, Sesvete tvore prsten oko matičnog grada Zagreba. Prema [10] grad Zagreb je središte urbane aglomeracije (slika 6), te administrativni teritorij okolnih jedinica lokalne samouprave koje su u sastavu susjednih županija. Pritom urbana aglomeracija Zagreb, za razliku od ostalih urbanih aglomeracija i urbanih područja u RH koje su unutar granica jedne županije, neizostavno zahvaća dijelove prostora, odnosno jedinice lokalne samouprave s područja nekoliko županija, što se u svakom smislu – prostorno, površinom, stanovništvom, prometnom povezanošću, infrastrukturom i drugim, u znatnoj mjeri razlikuje od bilo kojeg drugog urbanog područja.

Sesvete su urbano naselje s problemom kako očuvati i nadograditi vlastiti identitet, s dugogodišnjim, u hrvatskim razmjerima, izrazito brzim demografskim rastom i time uvjetovanim prostornim promjenama, uočljivim sukobom tradicionalnog i naslijeđenog mjerila gradnje s novim investicijskim zahtjevima, bez dovoljno prepoznatljive i osmišljene urbane mreže javnih prostora. Sesvete su važno prometno čvorište, što uvjetuje dobru prometnu povezanost sa središtem Zagreba. Međutim, cestovna i željeznička infrastruktura dijeli naselje na sjeverni i južni dio, te je prepreka cjelovitoj prostornoj organizaciji naselja i kvalitetnom rješavanju urbanih prostora.



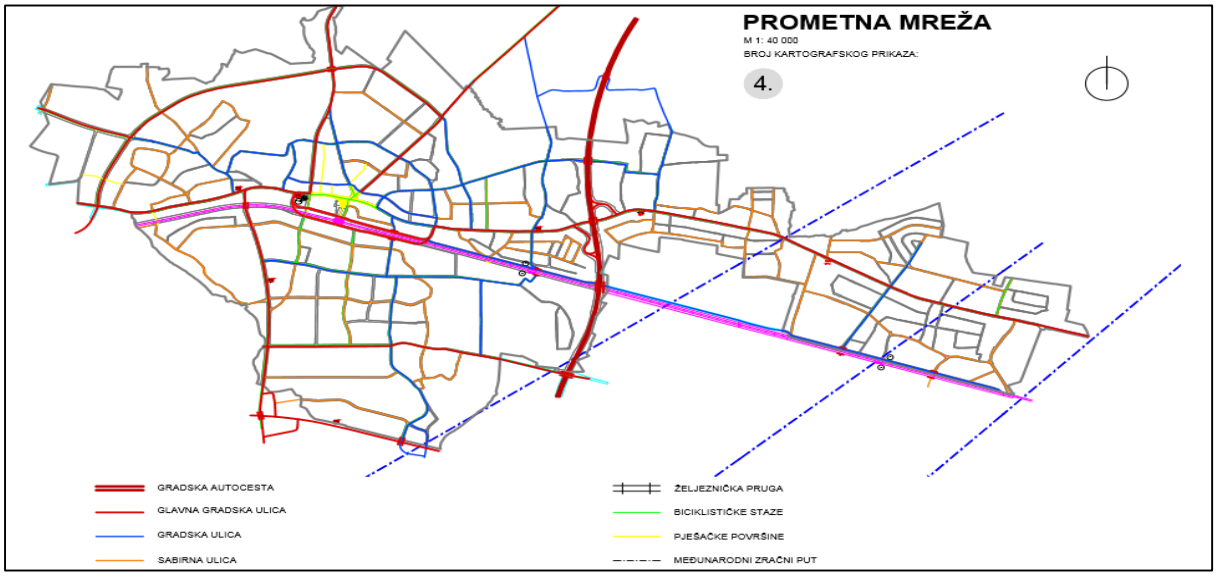

**Slika 6.** Urbana algomeracija Zagreb, [10]

Generalnim urbanističkim planom Sesveta određeno je da je središte Sesveta područje urbaniteta gdje su prostori visokog urbanog intenziteta i većih gustoća izgrađenosti koji svojim položajem ili povijesnim značenjem igraju značajnu ulogu u stvaranju identiteta Sesveta. Kako je trenutno od novih prometnih pravaca najdalje u realizaciji otišao prometni pravac „produžena Branimirova“ realizacijom te obilaznice riješio bi se tranzitni promet u smjeru zapad – sjever (Dubrava – Sv. Iva Zelina) te osigurao kvalitetan prometni pristup sjevernom dijelu naselja. Najveće prometno ograničenje je u smjeru sjever – jug, a da bi se omogućilo kvalitetno prometno povezivanje južnog dijela Sesveta s prometnom mrežom koja je razvijenija na sjevernom dijelu naselja sa svim glavnim križanjima na Zagrebačkoj cesti, potrebno je denivelirati prijelaz preko pruge na lokacijama Kelekova, Jelkovečka i Remetska cesta [11].

Prema [11] za prostor južno od željezničke pruge predviđena je prenamjena dijela prostora kompleksa bivše industrije „Sljeme“, na način da je planirana mješovita namjena neposredno uz koridor željezničke pruge, a sve druge namjene u pravilu odgovaraju dosadašnjem načinu korištenja predmetnog prostora (gospodarska namjena). U sjevernom dijelu naselja (sjeverno od željezničke pruge) Generalnim urbanističkim planom se predviđa obilazak planirane pješačke površine – trga, prolaskom s njezine južne strane uz koridor željezničke pruge. Nova prometnica bi se izdvojila nakon kompleksa „Badel“ prema jugu i prošla uz koridor željezničke pruge te se nakon prolaska Jelkovečke ulice spojila natrag na Bjelovarsku ulicu u križanju s Starigradskom ulicom, tako zatvarajući unutarnji „prsten“.

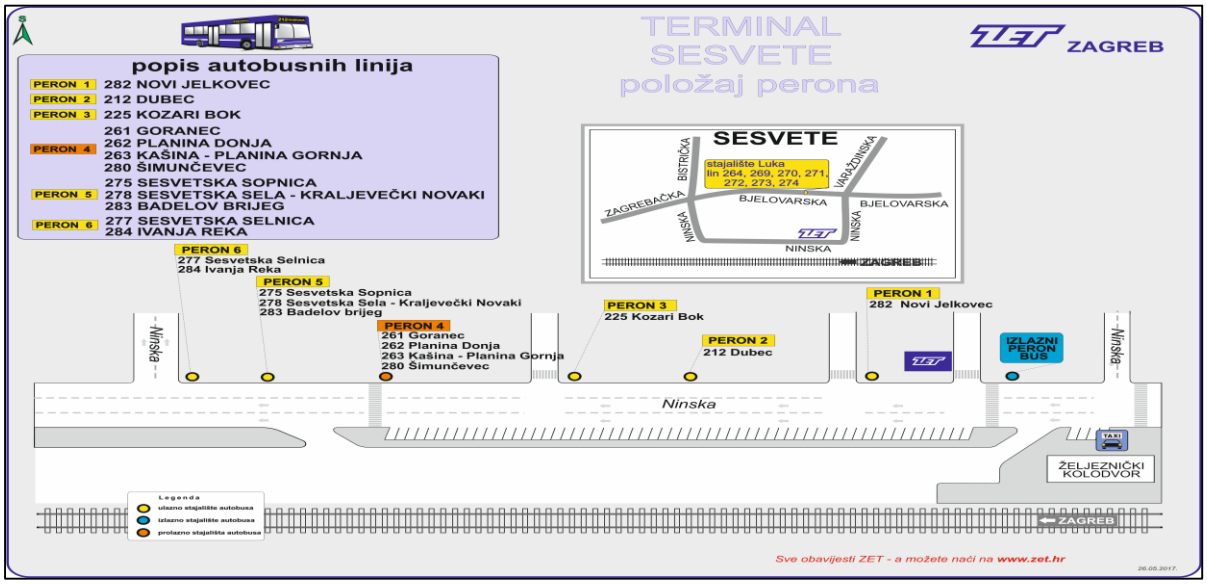
### 3.3 Cestovna prometna infrastruktura Sesveta

Prometna infrastruktura Sesveta (slika 7), sastoji se od relativno guste mreže ulica različitoga tehničkog standarda, širine koridora i uloge u prometnom sustavu. Javni putnički promet na području Sesveta odvija se autobusima ZET-a s pokrajnjim stajalištima na uličnoj mreži i središnjim terminalom kod željezničkog kolodvora Sesvete. U prigradskom prometnom sustavu sve veću ulogu ima željeznica kao najbrža veza sa Zagrebom.




**Slika 7.** Prometna mreža Sesveta, [12]

Glavni terminali autobusnog prometa su smješteni u središtu naselja, u Ninskoj ulici (sjeverna strana željezničke pruge), što dodatno opterećuje ovu dionicu uličnе mreže. Sesvete se prepoznaju kao zona gravitacije naselja u svojoj okolici: Brestje, Sopnica, Novi Jelkovec, Kašina, Popovec, Šimunčevec i Sv. Ivan Zelina. Kako je broj stanovnika u stalnom porastu, dolazi do prekapacitiranja postojeće prometne infrastrukture. Sesvete su najvažniji, ali i najproblematičniji prometni čvor istočnog dijela Zagreba („Istočna vrata Zagreba“) i kao takva zahtijevaju odgovarajuće prometno rješenje. Upravo iz nemogućnosti rješavanja prometnog problema proširenjem cestovne mreže zbog ograničenja u prostoru, željeznički terminal dobiva na važnosti kao moguće rasterećenje prometne infrastrukture (uz uvođenje *Park & Ride* sustava) [12].

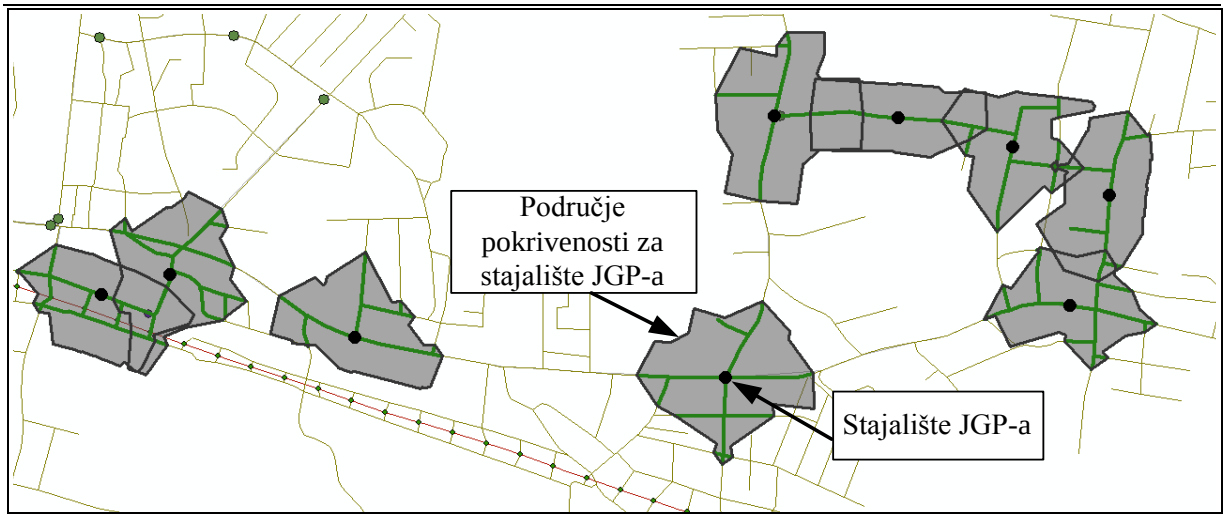



**Slika 8.** Autobusni terminal Sesvete s položajem perona, [13]

Na slici 8 prikazan je autobusni terminal Sesvete sa položajem perona u odnosu na željeznički kolodvor Sesvete i popisom autobusnih linija kojima je terminal Sesvete ulazno – izlazno stajalište autobusa. Ukupni dnevni kapacitet za svih 508 polazaka svih autobusa je 52.000, a procjenjuje se da, uz zaposjednutost od 72 %, putuje 41.000 putnika [13].

## 3.4 Park & Ride sustav

Park & Ride sustav su mjesta na kojima se ostvaruje transfer putnika između putnika osobnog automobila i vozila javnog prijevoza (željeznice, lake gradske željeznice, tramvaja, autobusa). P&R sustav moguće je graditi podzemno, u razini zemlje i nadzemno. Smještaj pod zemljom ili iznad razine zemlje poskupljuje gradnju parkirališta i takvi zahvati se primjenjuju kad parkiralište nije moguće fizički smjestiti u razini zemlje ili ako ne postoje financijska ograničenja. Kako bi P&R sustavi bili učinkoviti, jedan je od uvjeta i da budu besplatni korisnicima javnog prijevoza, odnosno da je cijena parkiranja automobila uključena u cijenu prijevoza željeznicom jer je to jedan od načina stimuliranja korisnika da priđu na željeznicu. Do terminala lociranog na željezničkog pruzi moguće je doći i nekim od ostalih vidova javnoga gradskog prijevoza. Kojim je vidovima to moguće, ovisi o promatranom gradsko – prigradskom području, odnosno o raspoloživim modovima javnoga gradskog prijevoza, a to pak ovisi o veličini grada. Potrebno je analizirati mrežu linija i stajališta javnoga gradskog prijevoza. Iz skupa svih mogućih potencijalnih lokacija terminala potrebno je izuzeti sve one do kojih nije moguće doći dopunskim modovima javnog prijevoza, a za daljnje promatranje ostaviti samo one dostupne javnim prijevozom. Vrednovanje svake pojedine linije provodi se tako da se svakom stajalištu te linije odredi područje pokrivenosti unutar definiranog vremenskog intervala, kao što je vidljivo na slici 9 [14].




Slika 9. **Područje pokrivenosti dopunskim javnim gradskim prijevozom, [14]**



**Slika 10.** Parkiralište (bez naplate usluge parkiranja) u Ninskoj ulici



**Slika 11.** Ograđeno parkiralište unutar kolodvorskog područja (prostor bivše utovarno – istovarne rampe)

Slike 10 i 11 je prikazuju postojeće stanje parkirališta u Ninskoj ulici i kao takvo je najveći parkirališni prostor, uz autobusni terminal i željeznički kolodvor Sesvete, trenutno na raspolaganju za korisnike JGP koji svoje automobile parkiraju na besplatnom parkiralištu i nastavljaju putovanje željeznicom, kao najbržim oblikom prijevoza. Pristup tim površinama (slika 10 i 11) je samo kroz središte naselja što dodatno opterećuje prometni sustav generirajući dodatni volumen prometa posebno u vršnim opterećenjima.

Uvođenjem integriranog JGP-a, parkirni prostor neće biti dostatan. Prema [15] sa sjeverne i južne strane željezničke pruge planiraju se parkirališne/garažne površine koje bi bilo moguće povezati i podvožnjakom. Kako bi se prometno više „opteretio“ južni dio, s te strane planira se parkiralište/garaža s najmanje 400 parkirnih mjesta. Sa sjeverne strane planira se 250 parkirnih mjesta. Da bi se u daljnjim fazama razvoja prometne mreže naselja osigurala dostupnost ukupnog kapaciteta *park & ride* sustava, uz njega bi se morao realizirati denivelirani prijelaz željezničke pruge, a ostavlja se mogućnost i autonomne veze ove dvije parkirališno – garažne građevine izdvojene iz sustava ulične mreže s mogućnošću ulaza na jednoj strani, a izlaza na drugoj radi poboljšanja distribucije prometa.

# 4 PREGLED POSTOJEĆE INFRASTRUKTURE KOLODVORA SESVETE

## 4.1 Glavni dijelovi pruge

Prema [1] željeznička pruga je sastavni dio željezničke infrastrukture koju u tehničkom smislu čine dijelovi željezničkih infrastrukturnih podsustava nužni za sigurno, uredno i nesmetano odvijanje željezničkog prometa, kao i zemljište ispod pruge s pružnim pojasom i ostalim zemljištem koje služi uporabi i funkciji tih dijelova infrastrukturnih podsustava te zračni prostor iznad pruge u visini 12 metara, odnosno 14 metara kod dalekovoda napona većeg od 220 kV, mjereno iznad gornjeg ruba tračnice, a u prometno – tehnološkom smislu cjelina koju čine kolodvori, kolodvorske zgrade i otvorena pruga s drugim službenim mjestima (stajališta, otpremništva i drugo).

## 4.2 Infrastrukturni podsustavi

Infrastrukturni podsustavi su temeljni dijelovi željezničke infrastrukture koji omogućuju kretanje željezničkih vozila, odnosno organizaciju i reguliranje željezničkog prometa. Željeznički promet jest promet, odnosno vožnja ili kretanje željezničkih vozila na željezničkoj infrastrukturi i na infrastrukturi koja nije javno dobro (industrijski kolosijeci), ali služi za obavljanje vožnje odnosno kretanje željezničkih vozila.

U širem smislu, u željeznički promet spadaju i poslovi koji se na željezničkim vozilima odnosno na željezničkoj infrastrukturi obavljaju u vrijeme mirovanja vozila, ali za potrebe budućih vožnji odnosno kretanja željezničkih vozila.
Građevinski infrastrukturni podsustav čine:

- pružni donji ustroj (pružne građevine)
- pružni gornji ustroj.

Elektroenergetski infrastrukturni podsustav čine:

- stabilna postrojenja za napajanje električne vuče
- druga elektroenergetska postrojenja.

Prometno upravljački i signalno – sigurnosni infrastrukturni podsustav čine:

- signalno-sigurnosni (SS) uređaji
- telekomunikacijski uređaji.

Ostale funkcionalne dijelove i opremu čine zgrade, dijelovi zgrada, prostorije, prostori, površine, komunikacije i ograde, koje služe za uporabu, smještaj postrojenja, upravljanje, održavanje, kontrolu stanja i zaštitu željezničke infrastrukture i koji se rabe pri reguliranju i organizaciji željezničkog prometa [16].

## 4.3 Osiguranje kolodvora Sesvete

Kolodvor je osiguran ulaznim signalima („A“, „B“ i „C“) sa predsignalima („PsA“, „PsB“ i „PsC“) odnosno, prvi prostorni signali ispred ulaznih signala su ujedno i predsignali ulaznih signala. Kolodvor je osiguran i izlaznim signalima ( „D4“, „D5“, „D6“, „E2“, „E3“, „E5“ i „E6“).

Kilometarski položaj ulaznih signala:

- ulazni signal „A“ postavljen od strane Dugog Sela, nalazi se u km 436+053,50 udaljen je od prve ulazne skretnice broj **1** 298,87 m. Predsignal ulaznog signala „A“ („PsA“) u km 437+052 udaljen je od ulaznog signala „A“ 998,50 m. Ulaznim signalom „A“ moguće je osigurati ulazni/prolazni/izlazni put vožnje vlaku na/kroz drugi, treći, peti i šesti kolosijek
- ulazni signal „B“ postavljen od strane Zagreb Borongaja, nalazi se u km 434+126 udaljen je od skretnice broj **21** 576,44 m. Predsignal ulaznog signala „B“ („PsB“) u km 433+070 udaljen je od signala „B“ 1056 m. Ulaznim signalom „B“ moguće je osigurati ulazni/prolazni/izlazni put vožnje vlaku na /kroz četvrti, peti i šesti kolosijek
- ulazni signal „C“ postavljen od strane Zagreb Resnika, nalazi se u km 0+873 udaljen je od skretnice broj **22a** 660,25 m. Predsignal ulaznog signala „C“ („PsC“) u km 1+873 udaljen je od signala „C“ 1000 m. Ulaznim signalom „C“ moguće je osigurati ulazni/prolazni/izlazni put vožnje vlaku na/kroz peti i šesti kolosijek.

Kilometarski položaj izlaznih signala:

- izlazni signal D-4 sa četvrtog kolosijeka u km 435+609, kojim se postavlja izlazni put vožnje vlaku za Dugo Selo udaljen je 59 m od skretnice broj **5**
- izlazni signal D-5 sa petog kolosijeka u km 435+565, kojim se postavlja izlazni put vožnje vlaku za Dugo Selo udaljen je 58 m od skretnice broj **6**
- izlazni signal D-6 sa šestog kolosijeka u km 435+450, kojim se postavlja izlazni put vožnje vlaku za Dugo Selo udaljen je 77 m od skretnice broj **7a**
- izlazni signal E-2 sa drugog kolosijeka u km 434+774, kojim se postavlja izlazni put vožnje vlaku za Zagreb Borongaj udaljen je 50 m od skretnice broj **19 a/b**
- izlazni signal E-3 sa trećeg kolosijeka u km 434+728, kojim se postavlja izlazni put vožnje vlaku za Zagreb Borongaj udaljen je 50 m od skretnice broj **20**
- izlazni signal E-5 sa petog kolosijeka u km 434+814, kojim se postavlja izlazni put vožnje vlaku za Zagreb Borongaj ali i za Zagreb Resnik udaljen je 46 m od skretnice broj **17 a/b**
- izlazni signal E-6 sa šestog kolosijeka u km 434+861, kojim se postavlja izlazni put vožnje vlaku za Zagreb Borongaj ili za Zagreb Resnik udaljen je 47 m od skretnice **16 a/b** [2].

## 4.4 Vozni put vlaka

Vozni put je dio pruge po kojem će se obaviti vožnja vlaka. Za vlak koji se zaustavlja vozni put obuhvaća i put proklizavanja (dio pruge iza signala kod kojeg se vlak mora najkasnije zaustaviti. Na putu proklizavanja nisu istodobno dopuštene druge vožnje i on mora biti slobodan, osim kod ulaska na krnji ili zauzeti kolosijek i iznosi najmanje 50 m iza izlaznog signala). Vozni put za manevarske sastave naziva se manevarski vozni put.
Vozni put za ulazak vlaka koji se zaustavlja u kolodvoru obuhvaća:

- u kolodvoru s ulaznim signalima, a bez graničnih kolosiječnih signala ili s graničnim kolosiječnim signalima, ako se vlak prima na drugi odsjek podijeljenog kolosijeka u smjeru kretanja vlaka:

a) dio pružnog kolosijeka od ulaznog signala do prve ulazne skretnice i određeni kolodvorski kolosijek od prve ulazne skretnice do kolosiječnog izlaznog signala

b) ako kolosiječnog izlaznog signala nema, tada vozni put obuhvaća dio do manevarskog signala za zaštitu voznog puta ili do međnika na izlaznoj strani

c) propisanu duljinu puta proklizavanja iza kolosiječnog izlaznog signala ili manevarskog signala za zaštitu voznog puta ili međnika na izlaznoj strani.

Vozni put za izlazak vlaka obuhvaća:

- u kolodvoru s izlaznim signalima, kolodvorski kolosijek od posljednjeg vozila u vlaku do posljednje izlazne skretnice i dio pružnog kolosijeka od posljednje izlazne skretnice do ulaznog signala na izlaznoj strani

Vozni put za prolazak vlaka kroz kolodvor obuhvaća:

- u kolodvoru s ulaznim signalima, dio pružnog kolosijeka na ulaznoj strani od ulaznog signala do prve ulazne skretnice, kolodvorski kolosijek od prve ulazne do posljednje izlazne skretnice i dio pružnog kolosijeka od posljednje izlazne skretnice do ulaznog signala na izlaznoj strani [1], [16].

## 4.5 Vrste kolosijeka, njihovi nazivi i namjena

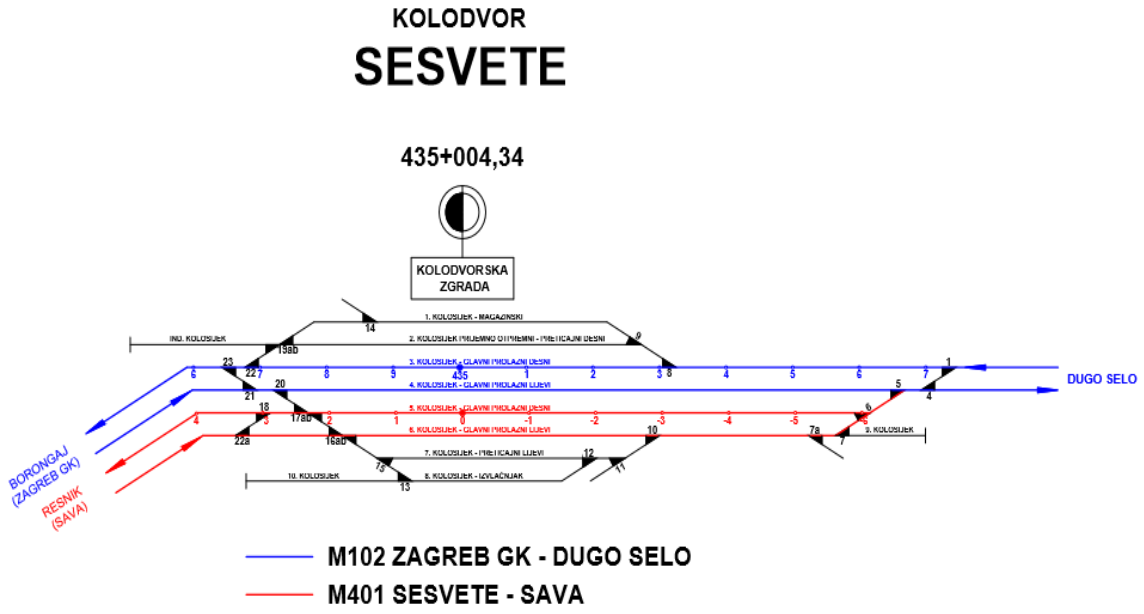
Kolodvor je opremljen potrebnim kolosijecima koji se nazivaju kolodvorskim kolosijecima. Kolodvorski kolosijeci mogu biti glavni i sporedni. Glavni kolosijek je kolosijek namijenjen za prihvat i otpremu vlakova. Glavni prolazni kolosijek je kolodvorski kolosijek koji čini izravno produljenje pružnog kolosijeka. Nepravilni glavni prolazni kolosijek je glavni kolosijek na koji vlak zbog njegove konstrukcije ulazi vožnjom u pravac, a izlazi vožnjom u skretanje ili obrnuto.

Sporedni kolosijek je kolosijek u kolodvoru koji se ne koristi za kretanje vlaka, s tim da se teretni vlakovi mogu iznimno primati i otpremati sa sporednih kolosijeka uz propisivanje posebnih sigurnosnih mjera od strane upravitelja infrastrukture.

Industrijski kolosijek je željeznička infrastruktura koja nije javno dobro u općoj uporabi, a koja je izravno ili neizravno povezana sa željezničkom infrastrukturom koja je javno dobro u općoj uporabi. Kolosijeci u kolodvoru označavaju se arapskim brojevima tako da prvi kolosijek ispred kolodvorske zgrade nosi broj jedan, i tako redom. Ako je neki kolosijek podijeljen na više dijelova, osim brojeva dobiva i slovnu oznaku a, b, c, [1].

Prema [2] glavni prijemno – otpremni kolosijeci u kolodvoru Sesvete su drugi, treći, četvrti, peti i šesti. Kolosiječnu mrežu kolodvora Sesvete (shematski prikaz, slika 12) čine:

- glavni prijemno – otpremni kolosijeci
- glavni prolazni kolosijeci
- sporedni kolosijeci
- ostali kolosijeci
- industrijski kolosijeci.




**Slika 12.** Shema kolodvora Sesvete, [2]

Prvi kolosijek u kolodvoru je manipulativni, služi za manevriranje, kada treba postaviti vagone na industrijski kolosijek „Vojni“. Zaštićen je iskliznicama **1/I** prema Dugom Selu, i **2/I** prema Zagreb Borongaju. Da bi se ostvarila vožnja na prvi kolosijek obje iskliznice moraju biti „otvorene“. S njima rukuje prometnik vlakova, jer su uključene u kolodvorsku blok postavnicu. Otvaranjem iskliznice **1/I**, postavlja se i skretnica broj **9** u pravac za vožnju na prvi kolosijek, što znači da sve dok traje vožnja po prvom kolosijeku, ne smije se postaviti ulazni/prolazni/izlazni put vožnje vlaku iz smjera Dugo Selo, na drugi kolosijek. Redovito stanje napona u kontaktnoj mreži (KM), na prvom kolosijeku je isključeno, ali se po potrebi može i uključiti i to preko rastavljača broj **41** koji se nalazi na portalu broj **31** (ispred prometnog ureda).

Drugi kolosijek u kolodvoru služi za pretjecanje vlakova iz smjera Dugog Sela npr. u situacijama kada vlak većeg ranga treba otpremiti za Zagreb Glavni kolodvor ispred putničkog vlaka. Brzi vlak do Zagreb Glavnog kolodvora nema stajanje po usputnim stajalištima. Vozno vrijeme brzog vlaka između kolodvora Sesvete i Zagreb Glavni kolodvor je 9 minuta, a vozno vrijeme putničkog vlaka je 15 minuta. Da se otpremi putnički vlak ispred brzog vlaka na jedan prostorni odsjek između, brzi vlak bi produžio vozno vrijeme i do 5 minuta (to znači da vlak ne bi mogao održavati vozno vrijeme propisano voznim redom).
Sa drugog kolosijeka zbog kolosiječne veze, vlak se može otpremiti samo za Zagreb Borongaj, vožnjom u skretanje. Drugi kolosijek nema kolosiječnu vezu za otpremu vlaka na lijevi nepravilni kolosijek za Zagreb Borongaj.

Treći kolosijek u kolodvoru služi za prolaz vlakova iz pravca Dugo Selo za Zagreb Borongaj, vožnjom u pravac, i nema kolosiječnu vezu za otpremu vlaka za kolodvor Zagreb Resnik. Ne postoji kolosiječna veza sa trećeg kolosijeka, na lijevi nepravilni kolosijek za Zagreb Borongaj. Da bi se poslije ulaznog puta vožnje na treći kolosijek, ostvarila vožnja sljedećeg vlaka na peti ili šesti kolosijek, vlak se mora nalaziti unutar skretnica **8** i **22**. U slučaju isključenja napona na lijevoj strani kolodvora, (kolosijeci od 4 –7) vlak od Zagreb Borongaja skroz do Dugog Sela mora prometovati po desnom nepravilnom kolosijeku, jer nema kolosiječnih veza da bi se vlak od Zagreb Borongaja primio na treći kolosijek, i sa trećeg kolosijeka otpremio za Dugo Selo pravilnim kolosijekom.

Četvrti kolosijek služi za prolaz vlakova iz smjera Zagreb Borongaj za Dugo Selo. Izlazni signal ne postoji prema Zagreb Borongaju iz četvrtog kolosijeka iako postoji kolosiječna veza. Na četvrti kolosijek se može primiti i vlak iz smjera Dugog Sela ako se otprema za Zagreb Borongaj po lijevom nepravilnom kolosijeku. Za otpremu vlaka iz četvrtog kolosijeka, za Dugo Selo na desni nepravilni kolosijek, kolosiječna veza postoji, tako da se vlak može otpremiti, uz ispunjenje svih uvjeta koji moraju biti ispunjeni da bi se vlak mogao otpremiti na nepravilni kolosijek (izlazni signal za izlaz vlaku na nepravilni kolosijek ne vrijedi). Kolosiječna veza za smjer Zagreb Resnik ne postoji.

Peti kolosijek u kolodvoru služi za prolaz teretnih vlakova iz smjera Dugo Selo za Zagreb Resnik (M401). Isto tako, na peti kolosijek se može postaviti ulazni put vožnje putničkom vlaku iz smjera Dugog Sela za Zagreb, ali se mora paziti na siguran ulaz i izlaz putnika. Takav ulazni put vožnje putničkom vlaku se daje iznimno (npr. kvar skretnica broj **8** ili **22**) jer su te skretnice u ulaznom i izlaznom putu vožnje vlaka koji bi se u redovnim uvjetima, primao na treći kolosijek. Iz petog kolosijeka moguće je ostvariti sve vožnje vlakova na pravilni i nepravilni kolosijek, za sve smjerove.

Šesti kolosijek služi za prolaz teretnih vlakova iz smjera Zagreb Resnika za Dugo Selo. Isto tako, u slučaju isključenja napona u kolodvoru na desnoj strani kolodvora (kolosijeci 2 - 4), ulaz putničkom vlaku iz smjera Zagreb Borongaja mora se postaviti na peti ili šesti kolosijek, koji su osigurani na izlaznoj strani izlaznim signalima. Izlaz vlaku iz kolodvora se može dati samo sa kolosijeka koji imaju ugrađene izlazne signale, osim ako upravitelj infrastrukture nije odredio drugačije. Sa šestog kolosijeka moguće je ostvariti sve vožnje vlakova na pravilni i nepravilni kolosijek, za sve smjerove. Od šestog kolosijeka u smjeru Dugog Sela, odvaja se

industrijski kolosijek „PP Maksimir“. U produžetku kolosijeka od skretnice broj **7**, odvaja se deveti krnji kolosijek (kolosijek koji je samo s jedne strane vezan sa susjednim kolosijekom i čiji kraj završava signalom „Kraj krnjeg kolosijeka“, a na glavnom kolosijeku i prsobranom).

Sedmi kolosijek je sporedni kolosijek, i ne koristi se za kretanje vlaka, nema izlazne signale i elektrificiran je. Sedmi kolosijek služi za smještanje bruta za otpremu (sa jednog od industrijskih kolosijeka), ali isto tako i za smještaj vagona u dolasku za industrijske kolosijeke. Teretni vlakovi se mogu iznimno primati i otpremati sa sporednog kolosijeka ali uz propisivanje posebnih sigurnosnih mjera od strane upravitelja infrastrukture [1].

Osmi kolosijek je također sporedni kolosijek. Služi za smještaj bruta za otpremu ili prijem, ali i za utovar i istovar vagonskih pošiljaka i nije elektrificiran. U produžetku osmog kolosijeka, od skretnice broj **13** odvaja se deseti krnji kolosijek.

Deveti kolosijek je produžetak šestog kolosijeka i to od skretnice broj **7**, do km 435+710, a služi za smještanje vozila za posebne namjene. Kolosijek je zaštićen iskliznicom **7/I**, koja se postavlja ručno na licu mjesta (nije uključena u kolodvorsku blok postavnicu), a ključ se nalazi kod prometnika vlakova u prometnom uredu.

Deseti kolosijek odvaja se u produžetku osmog kolosijeka skretnicom broj **13**, služi za smještanje vozila za posebne namjene i nije elektrificiran. Kolosijek je zaštićen iskliznicom **13/I**, koja se postavlja ručno na licu mjesta (nije uključena u kolodvorsku blok postavnicu), a ključ se nalazi kod prometnika vlakova u prometnom uredu [2].

### 4.6 Korisna duljina kolosijeka u kolodvoru Sesvete

Duljina kolosijeka u kolodvoru može biti graditeljska (ukupna), stvarna i korisna. Ukupna duljina kolosijeka u kolodvoru je razmak (mjeren po osi kolosijeka) od početka ulazne skretnice do početka izlazne skretnice, odnosno do prsobrana krnjeg kolosijeka. U ukupnu duljinu kolosijeka pripadaju i skretnice.

Stvarna duljina kolosijeka u kolodvoru je duljina kolosijeka između krajnjih sastava odvojnih skretnica, odnosno od kraja odvojne skretnice do kraja odvojnog krnjeg kolosijeka.

Korisna duljina kolosijeka u kolodvoru je dio kolodvorskog kolosijeka na koji se mogu postaviti vozila tako da ne ometaju vožnju na susjednom kolosijeku. Početak i kraj korisne duljine ovise:

- o tome je li kolodvor sa skretničkim osiguranjem ili bez njega
- o vrsti skretničkog osiguranja
- o tome je li kolosijek prolazni ili krnji [17], [18].

Početna i završna točka korisne duljine kolosijeka može biti:

- međnik (signal koji signalizira mjesto između dva kolosijeka koji se spajaju i do kojeg se smiju nalaziti vozila kako ne bi ugrožavala vožnju po susjednom kolosijeku) [1]

- izlazni signal (signal kojim se signalizira zabranjena ili dopuštena vožnja iz kolosijeka uz koji je ugrađen)
- signal granice odsjeka (signal koji signalizira mjesto koje vozila moraju osloboditi ili zauzeti kako bi se omogućilo rukovanje signalima i skretnicama)
- kraj krnjeg kolosijeka.

Potrebna korisna duljina kolosijeka računa se pomoću formule (1):

$$KD=(nl * Dl) + (no * Do) + (2 * Ds) \quad (1)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

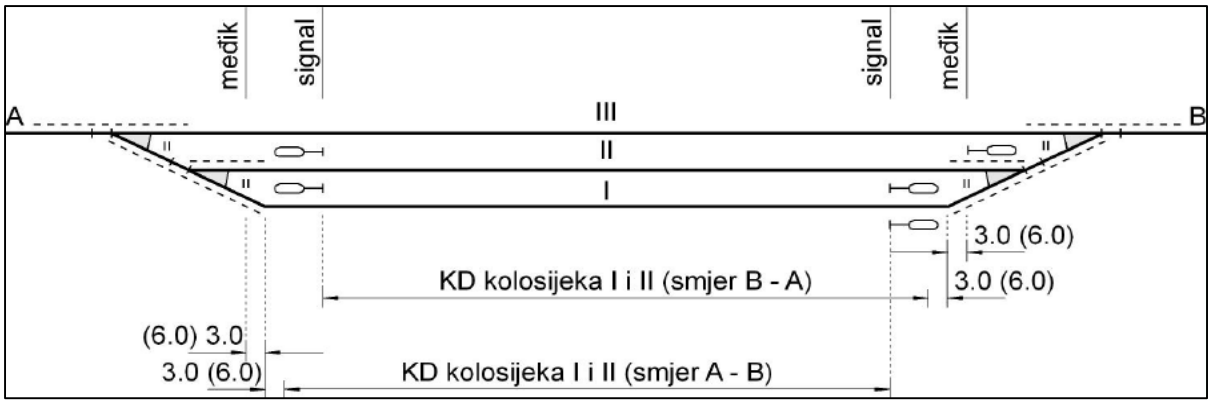
KD – korisna duljina kolosijeka (m)
$nl$ – broj lokomotiva
$Dl$ – duljina lokomotive (20-25 m)

$no$ – broj osovina po kompoziciji vlaka (20-80 za putničke, 100-120 za teretne)
$Do$ – prosječna duljina po osovini (5m)
$Ds$ – rezervna duljina potrebna za zaustavljanje vlaka ispred međnika
$Ds$ = 5m za teretne vlakove
$Ds$ = 10m za putničke vlakove.

Razlikuju se potrebna i stvarna duljina kolosijeka:

- potrebna korisna duljina računa se na temelju duljine vlaka
- stvarna korisna duljina ovisi o ukupnoj duljini kolosijeka, o načinu osiguranja skretnica i o uvjetima korištenja kolosijeka.

Prema [17] u kolodvorima s električnim relejnim postavnim uređajima, korisna duljina se mjeri od izoliranog sastava ulazne skretnice do izlaznog signala odgovarajućeg kolosijeka, umanjena za 3,00 m, odnosno 6,00 m kod telekomande kako je prikazano na slici 13. Kod određivanja stvarne korisne duljine kolosijeka u kolodvoru Sesvete mjerodavni su izlazni signali s jedne i druge strane kolosijeka, čije su vrijednosti vidljive u tablici 1 (dobivene mjerenjem).




**Slika 13.** Korisna duljina kolosijeka u kolodvorima s električnim relejnim postavnim uređajima, [17]

**Tablica 1.** Duljine kolosijeka u kolodvoru Sesvete

| Kolosijek | Od skretnice | Preko skretnice | Do skretnice | Ukupna duljina kolosijeka [m] | Stvarna duljina kolosijeka [m] | Korisna duljina kolosijeka u smjeru stacionaže pruge [m] | Korisna duljina kolosijeka u smjeru suprotnom od stacionaže pruge [m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prvi | 19a/b | 14 | 9 | 553,05 | 492,47 | 456,51 | 456,51 |
| Drugi | 22 | 19a/b, 9 | 8 | 660,85 | 594,39 | 450,00 | 450,00 |
| Treći | 23 | 22, 8 | 1 | 877,28 | 816,67 | 545,00 | 545,00 |
| Četvrti | 21 | 20, 5 | 4 | 979,59 | 913,13 | 846,00 | 846,00 |
| Peti | 20 | 17a/b, 6 | 5 | 960,16 | 893,70 | 758,00 | 760,00 |
| Šesti | 17a/b | 16a/b, 10, 7 | 6 | 853,64 | 787,18 | 598,00 | 592,00 |
| Sedmi | 16a/b | 15, 12, 11 | 10 | 489,89 | 435,18 | 272,88 | 272,88 |
| Osmi | 15 | 13 | 12 | 366,53 | 305,95 | 220,50 | 220,50 |
| Deveti | 7 | - | ——⊣ | 120,64 | 87,41 | 79,41 | 79,41 |
| Deseti | 13 | - | ——⊣ | 133,03 | 79,54 | 71,01 | 71,01 |

Izvor: [2]

## 4.7 Industrijski kolosijeci u kolodvoru

Industrijski kolosijek naziva „Vojni“, odvaja se sa prvog kolosijeka skretnicom broj **14** (skretanje u desno), duljine 135,35 m, korisne duljine 94 m. Dio kolosijeka od skretnice broj **14** do km 434+742 služi za postavu vagonskih pošiljaka (utovar/istovar). Da bi se vagoni postavili na industrijski kolosijek, iskliznice **1/I** i **2/I** na prvom kolosijeku, moraju biti „otvorene“. Ključ skretnice broj 14 nalazi se kod prometnika vlakova.

U produžetku drugog kolosijeka se nalazi industrijski kolosijek „Badel“, koji se odvaja skretnicom broj **19a/b**, vožnjom u pravac. S obzirom da je tvornica Badel zatvorena, na industrijski kolosijek se smještaju vozila za posebne namjene. Iskliznica **4/I** koja se nalazi na industrijskom kolosijeku, uključena je u kolodvorsku blok postavnicu i s njom rukuje prometnik vlakova. Redovan položaj iskliznice je „Manevriranje zabranjeno“. Da bi se ostvarila vožnja na

kolosijek „Badel“, ista se prvo mora „otvoriti“, ali i vratiti u redovan položaj („Manevriranje zabranjeno“) poslije otpreme željezničkih vozila i vozila za posebne namjene (vagona, pružnih vozila itd.). Kolosijek nije elektrificiran. Unutar tvornice „Badel“, nalaze se tri kolosijeka povezana ručnim (neosiguranim) skretnicama kojima se rukuje na licu mjesta:

- prvi kolosijek 61,65 m
- drugi kolosijek 62,15 m

Industrijski kolosijek „Sljeme“ odvaja se sa sedmog kolosijeka skretnicom broj **11** (u pravac) i ima korisnu duljinu 386 m. Zaštićen je iskliznicom **3/I** kojom rukuje prometnik vlakova centralno. Unutar tvornice „Sljeme“, nalaze se dva kolosijeka povezana ručnim skretnicama kojima se rukuje na licu mjesta:

- prvi kolosijek 119 m
- drugi kolosijek 80 m.

Industrijski kolosijek „Silos TSH“ odvaja se od industrijskog kolosijeka „Sljeme“ skretnicom broj **1a** i služi za dostavu tovarenih i praznih vagona korisnika „Silos TSH“. Unutar tvornice „Silos“ nalaze se dva kolosijeka, koji su povezani ručnim skretnicama kojima se rukuje na licu mjesta:

- prvi kolosijek 221,40 m
- drugi kolosijek 221,40 m.

Industrijski kolosijek „PP Maksimir“ odvaja se od šestog kolosijeka skretnicom broj **7a** (skretanje u desno). Zaštićen je iskliznicom broj **5/I**, kojom rukuje prometnik vlakova centralno. Služi za dostavu tovarenih i praznih vagona korisnika „PP Maksimir“. Unutar industrijskog kolosijeka „PP Maksimir“ nalaze se dva kolosijeka povezana ručnim skretnicama kojima se rukuje na licu mjesta:

- prvi kolosijek 257,50 m
- drugi kolosijek 257,50 m [2].

Prema [1] zapovijed za manevriranje prometnik vlakova daje rukovatelju manevrom pismeno ili usmeno, ali i neposredno usmeno, razglasom, interfonom, radiovezom, telefonom i drugim tehničkim sredstvima te stalnim manevarskim signalima ( signali za zaštitu voznog puta vlaka od manevarske vožnje, osiguranje i zaštitu manevarskih voznih putova).

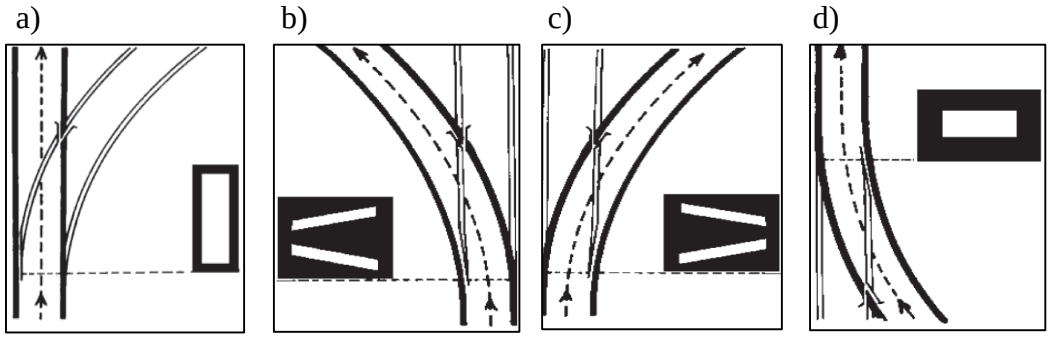
U kolodvoru Sesvete za odlazak na industrijski kolosijek i za povratak manevarskog sastava rukovatelj manevrom zapovijed dobiva od prometnika vlakova putem radioveze koja je uključena u registrofon što znači da se razgovor snima (tzv. dokazano sporazumijevanje). U Sesvetama je takav način sporazumijevanja izuzetno važan jer ne postoje manevarski signali za zaštitu voznog puta (tzv. ranžirni signali).

## 4.8 Skretnice u kolodvoru

Skretnica je konstrukcija gornjeg željezničkog ustroja koja povezuje dva ili više kolosijeka i omogućava prijelaz željezničkih vozila sa jednog kolosijeka na drugi, bez zaustavljanja. Kod skretnica se razlikuju redovan i pravilan položaj. Redovan položaj je propisani položaj u koji skretnica mora biti postavljena kada se preko nje ne predviđa vožnja. Pravilan položaj je položaj u koji skretnica mora biti postavljena za predstojeću vožnju vlaka odnosno vozila. Kada se vožnja mora obaviti preko skretnice koja je u redovnom položaju, onda se taj položaj smatra pravilnim položajem. Skretnica bez obzira na položaj mora biti tehnički ispravna i jezičci (prijevodnice) moraju biti priljubljeni uz glavnu tračnicu [1]. Skretnice na svim glavnim kolosijecima, koji služe za prijem i otpremu vlakova osigurane su i uključene u relejni SS uređaj, postavljaju se centralno iz prometnog ureda i pri formiranju puteva vožnje u ovisnosti su sa glavnim signalima [2]. Prema [3] skretnice mogu biti jednostruke i križne.

Signalni znaci kod jednostrukih skretnica su:

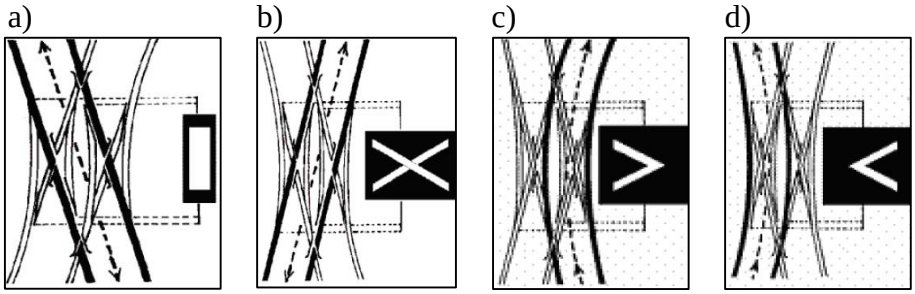
- signalni znak „Vožnja u pravac uz jezičak ili niz jezičak“ je bijeli uspravni pravokutnik na crnoj podlozi u oba smjera vožnje (slika a)
- signalni znak „Vožnja u skretanje“ uz jezičak, je bijela strelica na crnoj podlozi s vrhom okrenutim u smjeru skretanja (u lijevo ili u desno) (slike b i c)
- signalni znak „Vožnja u skretanje“ niz jezičak, je bijeli vodoravni pravokutnik na crnoj podlozi (slika d).




**Slika 14.** Signalni znakovi jednostrukih skretnica: a) vožnja u pravac uz jezičak; b) vožnja u skretanje uz jezičak lijevo; c) vožnja u skretanje uz jezičak desno; d) vožnja u skretanje niz jezičak
Izvor: [3]

Signalni znaci kod križnih skretnica su:

- signalni znak „Vožnja glavnim pravcem u oba smjera“ bijeli uspravni pravokutnik na crnoj podlozi u oba smjera vožnje (slika a)
- signalni znak „Vožnja za sporedni pravac u oba smjera“ bijeli kosi križ na crnoj podlozi u oba smjera vožnje (slika b)
- signalni znak „Vožnja u skretanje desno“ bijela strelica na crnoj podlozi s vrhom usmjerenim udesno (slika c)
- signalni znak „Vožnja u skretanje lijevo“ bijela strelica na crnoj podlozi s vrhom usmjerenim ulijevo (slika d).




**Slika 15.** Signalni znaci križnih skretnica: a) vožnja glavnim pravcem u oba smjera; b)vožnja za sporedni pravac u oba smjera; c) vožnja u skretanje desno; d) vožnja u skretanje lijevo
Izvor: [3]



**Slika 16.** Skretnica (križna, tzv. “Englezer“) broj 19a/b u kolodvoru

Slika 16 prikazuje križnu skretnicu, tzv. „Englezer“ u redovnom položaju vožnjom u pravac, na drugi kolosijek u kolodvoru Sesvete. Na slici 16 skretnica **19a/b** pokazuje signalni znak „Vožnja glavnim pravcem u oba smjera“. Kada se postavlja put vožnje vlaku na treći kolosijek, skretnica **19a/b** je u bočnoj zaštiti, što znači da je nemoguće postavljanje izlaznog puta vožnje vlaku iz drugog kolosijeka za Zagreb Borongaj.




**Slika 17.** Međnik između drugog i trećeg kolosijeka

Na slici 17 je prikazan međnik između drugog i trećeg kolosijeka u smjeru Zagreb Borongaja. Prema [3], međnik označava mjesto između dva kolosijeka koji se spajaju i do kojeg se smiju nalaziti vozila kako ne bi ugrožavala vožnju po susjednom kolosijeku. Međnik je bijela vodoravno ugrađena gredica s crno obojenim krajevima.

Tablica 2 prikazuje redovan položaj svih skretnica u kolodvoru, čiji je položaj propisan Poslovnim redom kolodvora i dio te ovisnost sa glavnim signalima. Redovan položaj skretnice broj **1** je vožnja u pravac na treći kolosijek u kolodvoru i u ovisnosti je sa ulaznim signalom „A“, „B“, „C“, zatim sa izlaznim signalima prema Dugom Selu „D4“, „D5“ i „D6“. Iako skretnica broj **1** nije u izlaznom putu vožnje vlaku za Dugo Selo kao niti u ulaznom putu vožnje vlaku iz smjera Zagreb Borongaj i Zagreb Resnik, mora imati kontrolu redovitog položaja jer je u bočnoj zaštiti. Da bi vlak iz Dugog Sela ušao u kolodvor Sesvete skretnica broj **1** je prva skretnica u putu vožnje vlaka, na bilo koji kolosijek u kolodvoru. Na isti način se iščitava redovan položaj i ovisnost s glavnim signalima svih skretnica iz tablice 2. Skretnice broj **12** i **14** nemaju ovisnosti s glavnim signalima, jer sa sedmog i osmog kolosijeka ne postoje izlazni signali niti za jedan smjer.

Kada je skretnica u ovisnosti s glavnim signalima, to znači da se glavni signal može postaviti u položaj za dozvoljenu vožnju samo onda kada skretnica ima kontrolu pravilnog položaja [3]. Isto tako, skretnice koje su u bočnoj zaštiti moraju imati kontrolu redovnog položaja. Niti jedan vlak ne smije ući u kolodvor ili iz njega izići sve dok se prometnik vlakova odnosno odgovorni radnik nije uvjerio u pravilan položaj skretnica preko kojih vlak mora prijeći.

Slobodnost kolosijeka i puta proklizavanja, pravilan položaj zaštitnih skretnica i skretnica u putu proklizavanja, iskliznica, uređaja za osiguranje ŽCP-a, ulaznih i izlaznih signala, je li vlak potpuno i cijel ušao u kolodvor te je li se SS uređaj vratio u redovno stanje, prometnik vlakova ustanovljuje na pokazivačima kolodvorske blok postavnice [1], [6].

**Tablica 2.** Redovan položaj skretnica

| Broj skretnice | Kilometarski položaj | Redovan položaj | Ovisnost sa signalima |
|---|---|---|---|
| 1 | 435+754 | u pravac | A, B, C, D-4, D-5, D-6 |
| 4 | 435+678 | u pravac | A, B, C, D-4, D-5, D-6 |
| 5 | 435+673 | u pravac | A, B, C, D-4, D-5, D-6 |
| 6 | 435+628 | u skretanje | A, B, C, D-4, D-5, D-6 |
| 7 | 435+551 | u pravac | A, B, C, D-4, D-5, D-6 |
| 7a | 435+517 | u pravac | A, B, C, D-6 |
| 8 | 435+330 | u pravac | A, E-3 |
| 9 | 435+284 | u skretanje | A, E-3 |
| 10 | 435+304 | u pravac | A, B, C, D-6, E-6 |
| 11 | 435+251 | u skretanje | A, B, C, D-6, E-6 |
| 12 | 435+210 | u pravac | NEMA |
| 13 | 434+921 | u pravac | A, B, C, E-6 |
| 14 | 434+877 | u pravac | NEMA |
| 15 | 434+849 | u skretanje | A, B, C, E-6 |
| 16 a/b | 434+804 | u pravac | A, B, C, E-6, E-5 |
| 17 a/b | 434+768 | u pravac | A, B, C, E-5, E-6 |
| 18 | 434+719 | u pravac | A, C, E-5, E-6 |
| 19 a/b | 434+724 | u pravac | A, E-2, E-3 |
| 20 | 434+708 | u pravac | A, B, C, E-5, |
| 21 | 434+700 | u pravac | B, E-2, E-3 |
| 22 | 434+648 | u pravac | A, E-2, E-3, E-5, E-6 |
| 22 a | 434+648 | u pravac | A, C, E-5, E-6 |
| 23 | 434+626 | u pravac | A, B, E-2, E-3, E-5, E-6 |

Izvor: [2]

## 4.9 Iskliznice u kolodvoru

Signal iskliznice označava njezin položaj i signalizira signalni znak kojim se zabranjuje manevriranje preko toga mjesta. Redovan signalni znak signala iskliznice je signalni znak „Manevriranje zabranjeno“. Dopuštena vožnja preko iskliznice ne signalizira se.

Signal iskliznice ugrađuje se iza međnika skretnice:

- kod skretnica i iskliznice koje se postavljaju na licu mjesta, najmanje 4,5 metara od međnika
- kod skretnica i iskliznice koje se postavljaju s centralnog mjesta, najmanje 6 metara od međnika [3].




**Slika 18.** Iskliznica 2/I na prvom kolosijeku

Na prvom kolosijeku nalazi se iskliznica **1/I** u km 435+226 i ista je uključena u elektrorelejni SS uređaj, te ima međusobnu ovisnost sa skretnicom broj **9**. Zajedno se postavljaju putem kolodvorske blok postavnice za namjeravanu vožnju, odnosno položaj. Osim iskliznice **1/I**, na prvom kolosijeku nalazi se iskliznica **2/I** (slika 18) u km 434+771 i ista je uključena u elektrorelejni SS uređaj. Ista štiti od nepoželjnog i nekontroliranog nailaska vozila sa prvog kolosijeka na skretnicu **19b** i drugi kolosijek.

U produžetku drugog kolosijeka u km 434+663, iza skretnice **19 a/b**, nalazi se iskliznica **4/I**. Ista je uključena u kolodvorsku blok postavnicu i štiti od samopokretanja vozila sa industrijskog kolosijeka „Badel“, te pruža bočnu zaštitu skretnice **19 a/b**.

Iskliznica **5/I** u km 435+576,60 štiti skretnicu **7a**, na šesti kolosijek („PP Maksimir“). Osiguranje je kao i kod iskliznice **4/I**.

Na devetom kolosijeku, iza skretnice broj **7**, u km 435+628, nalazi se iskliznica **7/I** i ista nije uključena u elektrorelejni SS uređaj. Postavlja se na licu mjesta, a ključ iskliznice nalazi se kod prometnika vlakova. Ista osigurava šesti kolosijek od nekontroliranog kretanja vozila ili samopokretanja sa devetog kolosijeka.

Na desetom kolosijeku, iza skretnice broj **13**, u km 434+859, nalazi se iskliznica **13/I** i ista nije uključena u kolodvorsku blok postavnicu. Postavlja se na licu mjesta, a ključ iskliznice nalazi se kod prometnika vlakova. Ista sprječava samopokretanje vozila sa desetog na osmi kolosijek.

Na industrijskom kolosijeku „Sljeme“, u km 435+188 nalazi se iskliznica **3/I**, uključena u kolodvorsku blok postavnicu, koja je u međusobnoj ovisnosti sa skretnicom broj **11**. Ista štiti od samopokretanja vozila sa industrijskog kolosijeka „Sljeme“ („Silos-TSH“), te sprečava

nekontrolirani nailazak vozila sa industrijskog kolosijeka na šesti kolosijek. Zauzeće iskliznice kontrolira se na licu mjesta, jer ista nema izolirani odsjek (mjesto koje željeznička vozila moraju osloboditi ili zauzeti kako bi se omogućilo rukovanje signalima i skretnicama).

Isklizničama **7/I**, **13/I** i skretnicom broj **14**, jer nisu uključene u kolodvorsku blok postavnicu, po odobrenju prometnika vlakova rukuje skretničar. Nakon završene manevarske vožnje preko skretnice broj **14**, ista mora biti obavezno ostati u redovnom položaju, za vožnju u pravac, a iskliznice broj **7/I** i **13/I** u položaju „Manevriranje zabranjeno“ [2].

## 4.10 Željezničko cestovni i pješački prijelazi u kolodvoru

Željezničko – cestovni prijelazi (ŽCP-i) u istoj razini vrlo su osjetljiva mjesta zbog opasnosti od prometnih nesreća i protočnosti cestovnog i željezničkog prometa. Zato, kod ŽCP-a u istoj razini moraju biti zadovoljena četiri stalna uvjeta:

- jamčenje sigurnosti
- odvijanje željezničkog i cestovnog prometa bez poteškoća
- slobodan prolaz oba sudionika prometa uz očuvanje gabarita
- odvodnja željezničke pruge i ceste [18].

Prema [1], uređaji za osiguranje ŽCP–a, su SS uređaji za zatvaranje ŽCP–a te davanje znakova kojima se najavljuje približavanje vlaka ili samo davanje znakova kojima se najavljuje približavanje vlaka. Na području kolodvora Sesvete nalazi se ŽCP „B1“ u km 435+465 osiguran Andrijinim križem, svjetlosnim i zvučnim signalima (zvono) koji su u ovisnosti sa glavnim signalima A, B, C, D-4, D-5 i D-6. Ta ovisnost sa glavnim signalima znači da je nemoguće postaviti ulazni/izlazni put vožnje vlaku dok prometnik vlakova koji centralno rukuje sa ŽCP-om, nije isti uključio.

Na području kolodvora Sesvete nalazi se i pješački prijelaz (PP) „B2“ (slika 19) u km 434+688 pruge M102 i u km 0+318 pruge M402, a osiguran je svjetlosnim i zvučnim signalnim znacima, Andrijinim križem i zaštitnom ogradom. PP „B2“ u ovisnosti je s glavnim signalima i to sa A, B, C, E-2, E-3, E-5 i E-6, što znači da je nemoguće postaviti ulazni/izlazni put vožnje vlaku niti na jedan kolosijek dok prometnik vlakova koji centralno rukuje sa PP-om, isti nije uključio.



**Slika 19.** Pješački prijelaz „B2“ uključen u rad

Između kolodvora Sesvete i Dugo Selo nalaze se ŽCP-i i to:

- „Sesvetska Selnica“ (slika 20) u km 436+329, osigurana svjetlosnim i zvučnim signalima i polubranicima. U ovisnosti je sa glavnim signalima D-4, D-5 i D-6, što znači da se izlazni put vožnje vlaku ne može postaviti da signalizira signalni znak za dozvoljenu vožnju dok prijelaz nije osiguran (polubranici spušteni). Za ulaz vlaku u kolodvor Sesvete iz smjera Dugog Sela, ŽCP „Sesvetska Selnica“ u ovisnosti je sa prostornim signalom 552, što znači da u slučaju kvara ŽCP-a prostorni signal 552 pokazuje signalni znak „Stoj“ (s takvim načinom osiguranja ne može se dogoditi da vlak naiđe na neosiguran prijelaz).




**Slika 20.** ŽCP „Sesvetska Selnica“

- ŽCP „Rade Končar“ u km 439+470 koji je osiguran svjetlosnim i zvučnim signalnim znacima, te sa polubranicima, nije u ovisnosti sa prostornim signalom (slika 21, str. 29)
- ŽCP „Krčeni put“ u km 440+295 osiguran je zvučnim i svjetlosnim signalnim znacima i s polubranicima i nije u ovisnosti sa prostornim signalom (slika 21, str. 29).

Između kolodvora Sesvete i Zagreb Borongaj nalazi se:

- PP “Sopnička“ u km 433+389 (M102) osiguran je svjetlosnim i zvučnim signalnim znacima, Andrijinim križem, zaštitnom ogradom, koji nije u ovisnosti sa izlaznim signalima kolodvora Sesvete, što znači da je moguće postaviti izlazni put vožnje vlaku za Zagreb Borongaj samo do prvog prostornog odsjeka (prostorni signal 562 „štiti“ PP „Sopnička“ koji će u slučaju kvara PP-a, pokazivati signalni znak „Stoj“). Prilikom postavljanja ulaznog puta vožnje vlaku iz smjera Zagreb Borongaj, prostorni signal 561 „štiti“ PP „Sopnička“
- ŽCP „Retkovec I“ koji se nalazi u km 432+393 osiguran je svjetlosnim i zvučnim signalnim znacima i polubranicima i u ovisnosti je sa prostornim signalom 571 prema Sesvetama, te sa prostornim signalom 572 prema Zagreb Borongaju (slika 21, str. 29).

Između kolodvora Sesvete i Zagreb Resnik nalazi se:

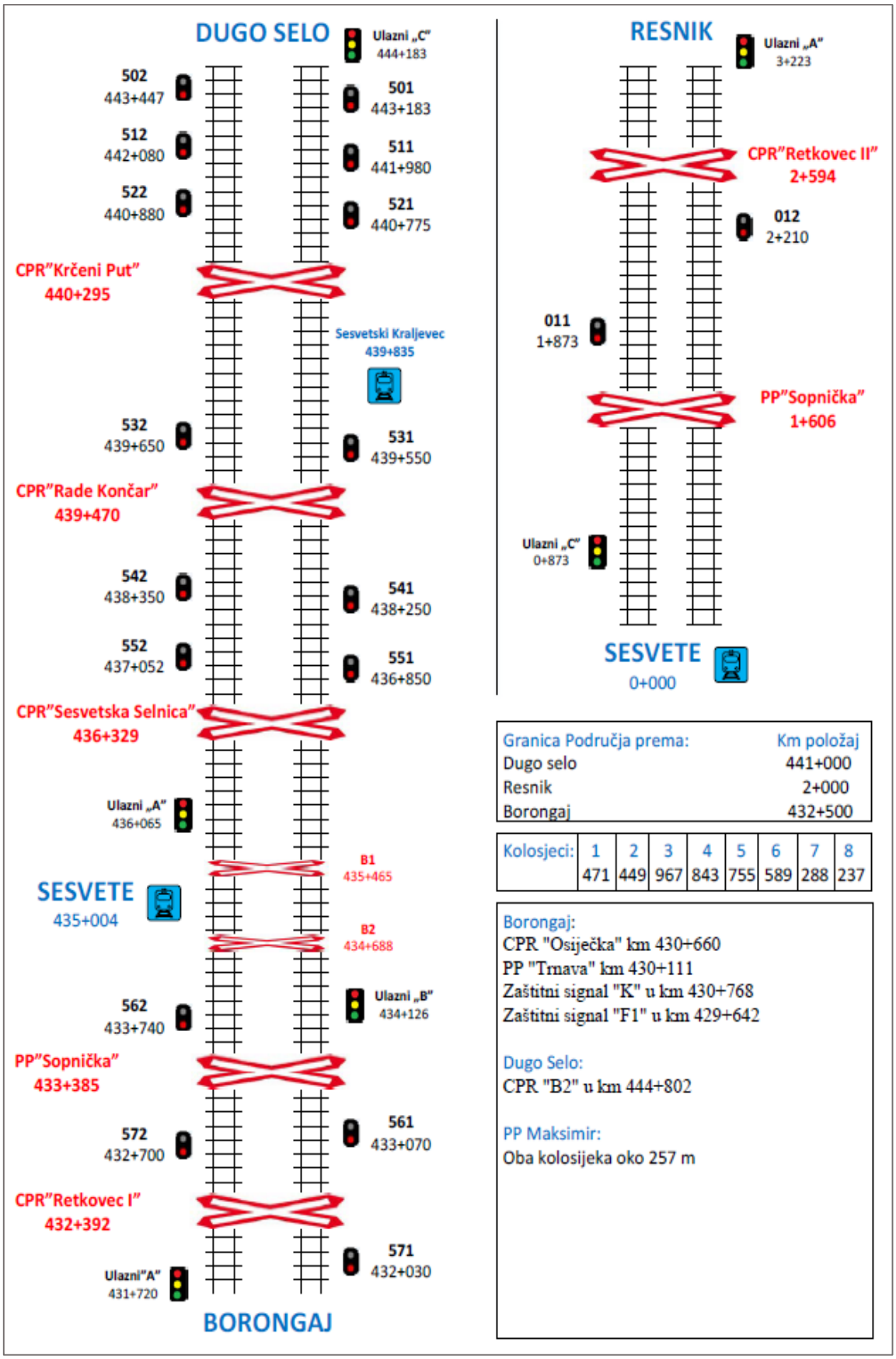
- PP “Sopnička“ u km 1+606, (M402) osiguran je svjetlosnim i zvučnim signalnim znacima, Andrijinim križem, zaštitnom ogradom i u ovisnosti je sa izlaznim signalom E-5 i E-6 što znači da nije moguće postaviti izlazni put vožnje vlaku za Zagreb Resnik

dok PP nije uključen (osiguran). Prostorni signal 011 je zaštitni signal i „štiti“ PP „Sopnička“, za smjer Zagreb Resnik – Sesvete

- ŽCP „Retkovec II“ u km 2+594 osiguran je svjetlosnim i zvučnim signalnim znacima i polubranicima i u ovisnosti je sa prostornim signalom 012 za smjer Sesvete – Zagreb Resnik, a za smjer Zagreb Resnik – Sesvete zaštićen je izlaznim signalom „C“ kolodvora Zagreb Resnik (slika 21 str. 29).

Iz navedenog proizlazi da su svi ŽCP-i i PP-i su međusobnoj ovisnosti sa signalima koji ih štite, na način da u slučaju kvara ŽCP-a ili PP-a, onaj glavni signal koji ih štiti automatski pokazuje signalni znak za zabranjenu vožnju. Izuzetak su dva ŽCP-a u Sesvetskom Kraljevcu („Rade Končar“ i „Krčeni put“) koji nisu u ovisnosti sa prostornim signalima. Navedenim ŽCP-ima rukuje prometnik vlakova u zaposjednutom službenom mjestu Sesvetski Kraljevec.

Kvarovi ŽCP-a i PP-a smanjuju propusnu moć iz razloga što vlakovi tada prometuju u kolodvorskom razmaku, a ne u blokovnom razmaku. Kada vlak prometuje u kolodvorskom razmaku, sljedeći vlak se može otpremiti iz kolodvora tek kad prethodni vlak stigne u sljedeći kolodvor, odnosno po dobivenoj odjavi za prethodni vlak (između dva kolodvora, smije se nalaziti samo jedan vlak). Na taj način propusna moć kolodvora i pruge opada, dok se ponovno ne steknu uvjeti za vožnju vlakova u blokovnom razmaku (jedan vlak u jednom prostornom odsjeku, a sljedeći vlak se može otpremiti odmah kad prethodni vlak oslobodi dotični prostorni odsjek).




**Slika 21.** Pregled glavnih signala, ŽCP-a i PP-a na dionici Dugo Selo – Sesvete i Sesvete – Zagreb Resnik

## 4.11 Peroni u kolodvoru

Peron je uzdignuti prostor između kolosijeka ili uz kolosijek službenog mjesta koji u prvom redu služi putničkom prometu za što sigurnije i udobnije ulaske i izlaske, prijelaze ili čekanja putnika na vlak. Prema namjeni, razlikuju se:

- *putnički peron* koji se rabi za javni putnički promet
- *pogonski peron* koji se rabi za smještaj uređaja za javnu uporabu (peron za pranje vlakova, poštanski peron i dr.).

U odnosu na kolosijek, peroni mogu biti:

- *vanjski,* s vanjske strane kolosijeka. Prednosti vanjskih perona su u tomu što glavni kolosijek zadržava svoj pravac bez pomicanja, a nedostaci su u tome što su vanjski peroni razdvojeni pa se svaki mora zasebno opremati
- *otočni*, nalaze se između dva kolosijeka. Prednost je u tome što se opremaju samo jedanput pa postoji mogućnost boljeg iskorištenja prostora, a nedostaci su u tome što pri potrebi za većim prostorom treba pomicati kolosijeke
- *čelni,* sastoje se od jednog poprečnog perona i nekoliko perona uzduž kolosijeka [17].

U kolodvoru Sesvete, peroni za ulazak/izlazak putnika su otočni, izvedeni su s betonskom površinom širine 1,50 m (slika 22). Otočni peron koji se nalazi između prvog i drugog kolosijeka, od km 435+000 do km 435+080 duljine je 80 m. Otočni peron koji se nalazi između drugog i trećeg kolosijeka od km 434+950 do km 435+100 duljine je 150 m. Otočni peron koji se nalazi između trećeg i četvrtog kolosijeka od km 434+900 do km 435+050 duljine je 150 m [2].



**Slika 22.** Peroni u kolodvoru Sesvete

Prema [18] širina perona mora biti takva da se putnicima koji koriste peron omogući siguran ulazak u vlak, odnosno izlazak iz vlaka.

Širina perona računa se pomoću formule (2):

$$b = b_1 + b_2 \tag{2}$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

b – ukupna širina perona

$b_1$ – širina perona koju zauzimaju putnici i osobe koje dočekuju ili prate nekog računa se pomoću formule (3):

$$b_1 = \frac{n_k * n_p * a_p * F}{L} \tag{3}$$

$b_2$ – širina slobodnog prostora (duž perona) za službene potrebe računa se pomoću formule (4):

$$b_2 = n_k * a \tag{4}$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

$n_p$ – broj putnika u vlakovima

$a_p$ – koeficijent kojim se određuje broj prisutnih osoba na peronu koji dočekuju ili prate putnike

$a_p$ – 1,10 – 1,20 za odlazeće vlakove

$a_p$ – 1,05 – 1,10 za dolazeće vlakove

$n_k$ – broj kolosijeka uz peron (vanjski peron k=1, otočni peron k=2)

a – širina potrebnog prolaza pokraj vlaka (a=1m)

F – površina koju zauzima jedan putnik

F=1,4 - 1,5 $m^2$ za putnike sa prtljagom

F=0,5 - 0,9 $m^2$ za putnike bez prtljage

L – duljina perona.

Na određivanje širine perona utječe i raspored putnika na njemu. Istraživanja koja je obavljao Eilmes (DB) pokazuju sljedeća zauzeća perona:

- 1,5 – 2,0 osobe/$m^2$ površina na kojoj čekaju putnici koji ulaze u vlak
- 0,5 osoba/$m^2$ površina koja mora biti slobodna za putnike koji izlaze iz vlaka (i one koji čekaju sljedeće vlakove)
- 3,0 – 4,0 osobe/$m^2$ površina kod ulaza u vlak (na kojoj se stvaraju gužve)
- 0,8 – 1,0 osobe/$m^2$ prometna površina za putnike koji odlaze
- 2,0 – 3,0 osobe/$m^2$ prometna površina za čekanje, a da njome mogu prolaziti i drugi putnici. Poveća li se taj broj nastaju gužve ili je kretanje otežano [18].

Zbog sigurnosti putnika na peronima je postavljena vodoravna signalizacija u vidu obojene trake, širine 100 mm, na udaljenosti 70 cm od ruba perona. Obavještavanje putnika obavlja se putem razglasnih uređaja smještenih na sjevernoj, zapadnoj i južnoj strani kolodvorske zgrade. Peroni nemaju osiguran pristup osobama smanjene pokretljivosti i osobama s posebnim potrebama, a trebali bi imati prema Pravilniku o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti, pa u uvjetima kada putuju osobe smanjene pokretljivosti i osobe s posebnim potrebama kolodvorsko osoblje pomaže pri ulasku u vlak i izlasku iz vlaka, a nova EMG 6112 ima pokretnu rampu za ulazak i izlazak osoba u invalidskim kolicima. Kolodvor nije opremljen displejima za obavijest o dolasku/odlasku ili kašnjenju vlakova. Peroni nemaju nadstrešnicu.

Peroni u kolodvoru su osvjetljeni kolodvorskom rasvjetom (reflektorima) koja se uključuje prema kalendaru osvjetljavanja kolodvorskog područja propisano Pravilnikom RH-1, ovisno o godišnjem dobu, ali i vremenskim uvjetima (slika 23).



**Slika 23.** Osvjetljenje kolodvora i perona noću

Prema [2] vlak za prijevoz putnika prima se na kolosijeke sa peronom koji su predviđeni poslovnim redom kolodvora i izvatkom iz voznog reda za putnike. Kada se u kolodvoru vlak za prijevoz putnika sastaje sa drugim vlakom za prijevoz putnika ili s teretnim vlakom, vlak za prijevoz putnika koji dolazi kasnije prima se na kolosijek udaljeniji od kolodvorske zgrade od onoga kolosijeka na koji je primljen vlak za prijevoz putnika koji je prvi stigao u kolodvor.

Kad vlak koji u kolodvor dolazi kasnije mora ući na kolosijek koji je bliži kolodvorskoj zgradi od kolosijeka na kojem je vlak za prijevoz putnika, zapovijed za ulazak vlaku u kolodvor moguć je samo onda kada je vlak koji je stigao ranije stao, putnici sigurno obavili izlazak i ulazak. Zatim se moraju obavijestiti putnici putem razglasnog uređaja o nailasku vlaka na kolosijek kojim se siječe put kretanja putnika.

Kolodvorsko osoblje dočekuje vlak na mjestu gdje se isti mora zaustaviti, (mjesto gdje se vučno vozilo mora zaustaviti vodeći računa o ulasku i izlasku putnika). Zbog mogućnosti

proklizavanja vlaka pogotovo u uvjetima nepovoljnih vremenskih uvjeta u kolodvoru Sesvete poslovnim redom kolodvora, u redovitim uvjetima nije dopušten istovremeni primitak dva vlaka iz suprotnog smjera. S obzirom na prometne situacije (kvar vučnog vozila, kvar SS uređaja i dr.) istovremeni primitak dva vlaka su česte situacije u kolodvoru Sesvete ali sigurnost putnika i jeste i mora biti u prvom planu kolodvorskog osoblja.

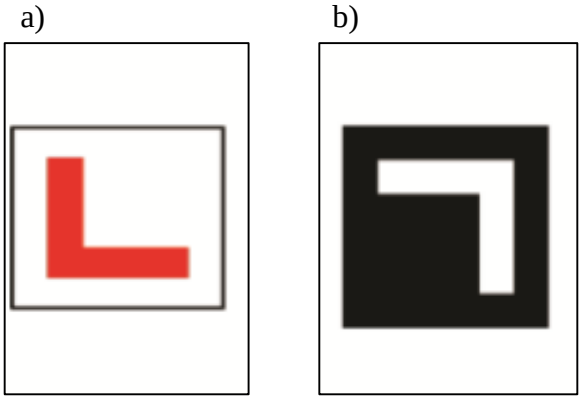
## 4.12 Elektrifikacija kolodvora

Elektrifikacija kolodvora je opremanje kolodvora električnim postrojenjima i uređajima potrebnim za primjenu električne vuče [17].
Kolodvor Sesvete je elektrificiran monofaznim sustavom 25 kV, 50 Hz, kao i sve pruge koje se odvajaju od kolodvora. Elektrificirani kolosijeci u kolodvoru su: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8 s tim da napon redovito u voznom vodu nije u stanju „uključeno“, na prvom i osmom kolosijeku.
Na području kolodvora Sesvete ugrađeni su sljedeći rastavljači:

- za uzdužno sekcioniranje - rastavljači broj 1, 3, 4, 5 i 6
- za poprečno sekcioniranje - rastavljači broj 22, 24, 41 i 42.

Napajanje kolosijeka kolodvora i otvorene pruge obavlja se iz Elektrovučne podstanice (EVP) Resnik [2].

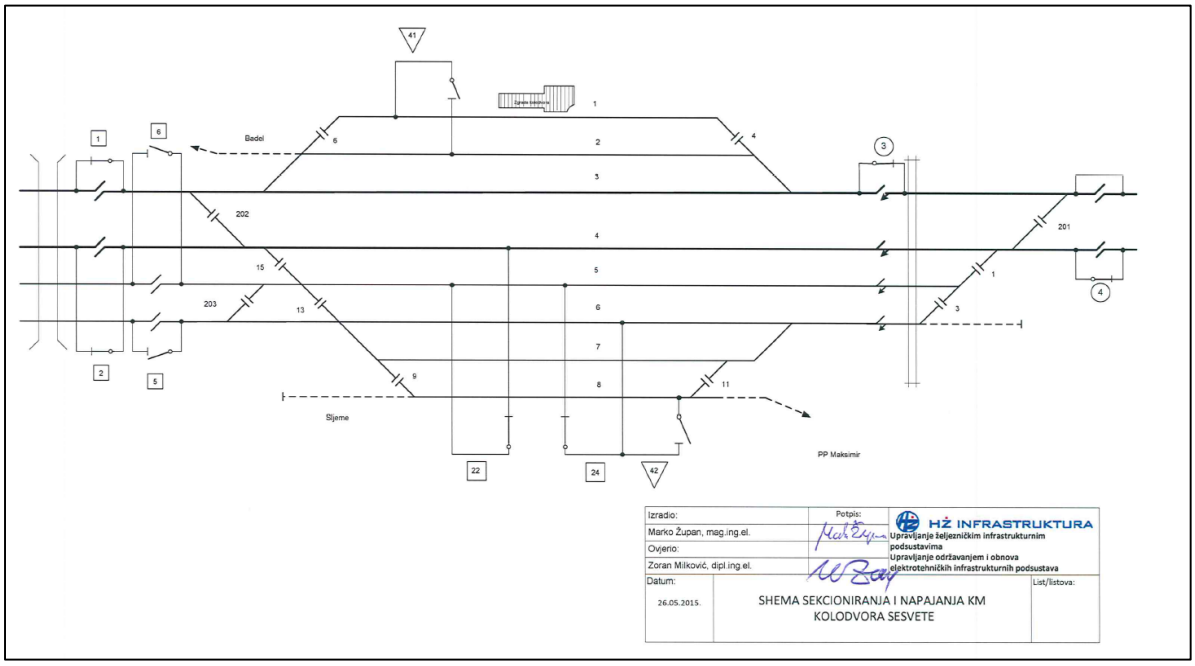
Signalnim oznakama izoliranog preklopa (IP) označava se mjesto početka i kraja izoliranog preklopa kolodvora. Njima se strojovođa elektrovučnog vozila upozorava o granici napajanja kontaktne mreže između službenih mjesta (kolodvora) i otvorene pruge, (slika 24). Ta mjesta označena su signalnom oznakom: “Početak izoliranog preklopa“ i signalnom oznakom: „Kraj izoliranog preklopa“, a postavljene su na konzole zateznih stupova izoliranog preklopa. Druga strana ploče sa signalnom oznakom „Početak IP-a“, rabi se za signaliziranje signalne oznake „Kraj IP-a“ [3].




**Slika 24.** Signalna oznaka izoliranog preklopa: a) početak IP-a; b) kraj IP-a

Na području kolodvora ugrađeno je 5 izoliranih preklopa. Namjena im je razdvajanje KM-a kolodvora i pruge. U kolodvoru Sesvete postoji odstupanje od propisa o postavljanju IP-a, jer se početak IP-a nalazi ispred „Granice manevriranja“, te u slučajevima isključivanja napona u KM na otvorenoj pruzi, elektrovučna vozila smiju voziti samo na 50 m ispred početka

IP-a, a ne do signala „Granice manevriranja“ i to samo po lijevom kolosijeku Sesvete – Dugo Selo, do km 435+825 [2].




**Slika 25.** Shema napajanja i sekcioniranja kontaktne mreže, [2]

Slika 25 prikazuje shemu napajanja i sekcioniranja kontaktne mreže svih kolosijeka u kolodvoru Sesvete uključujući bitne elemente poput rastavljača, prekidača i izoliranih preklopa.

Od pomoćne opreme za obavljanje poslova na elektrificiranim prugama, kolodvor Sesvete raspolaže sa dvije motke za uzemljenje sa pripadajućom bakrenom užadi. Motkama za uzemljenje rukuje se u slučaju potrebe, da se na voznom vodu u kojem je napon isključen, zaštiti određeno mjesto [2].

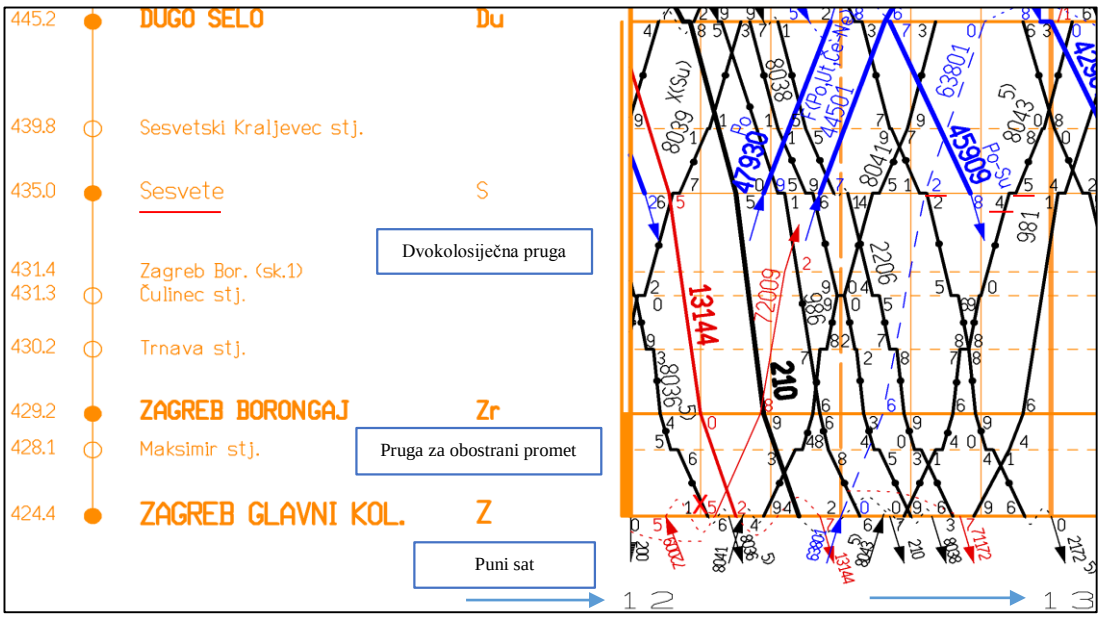
# 5 PROMETNO OPTEREĆENJE KOLODVORA SESVETE

## 5.1 Vozni red

Pravilnikom o izradi i objavljivanju voznoga reda u željezničkom prometu (Pravilnik RH– 3) propisuje se izrada voznoga reda, oblik i sadržaj voznoga reda, postupak objavljivanja ukupnoga voznog reda i isticanje izvoda iz voznoga reda.
Pravilnikom RH–3, propisuju se rokovi za određivanje stanja infrastrukturnih kapaciteta, rokovi za naručivanje, izradu, usuglašavanje i dodjelu infrastrukturnih kapaciteta te rokovi za izradu i objavljivanje voznoga reda vlakova na željezničkoj mreži RH.
Vozni red je akt upravitelja infrastrukture koji određuje sva planirana kretanja vlakova i željezničkih vozila na određenoj infrastrukturi tijekom razdoblja za koje isti vrijedi. Vozni red je provedbeni plan prometa vlakova za prijevoz putnika i stvari te za vlastite potrebe.
Voznim redom usklađuju se prijevozne potrebe željezničkih prijevoznika s raspoloživim infrastrukturnim kapacitetima upravitelja infrastrukture za odnosno razdoblje [19].

## 5.2 Vozni red 2015/16, za kolodvor Sesvete

Grafikon predstavlja grafički prikaz kretanja vlakova na određenoj željezničkoj pruzi ucrtan u koordinatni sustav u koji su ucrtani redovni i izvanredni vlakovi (uvode se u promet za čitavo vrijeme trajanja voznog reda i to njegovim stupanjem na snagu ili kod njegove izmjene) [19]. Međutim, izvještajem o prometu vlakova (četiri puta dnevno) uvode se u promet i otkazuju redoviti, posebni i izvanredni vlakovi te se uvode vlakovi po zahtjevu željezničkog prijevoznika (*ad hoc* – trasa) [16].



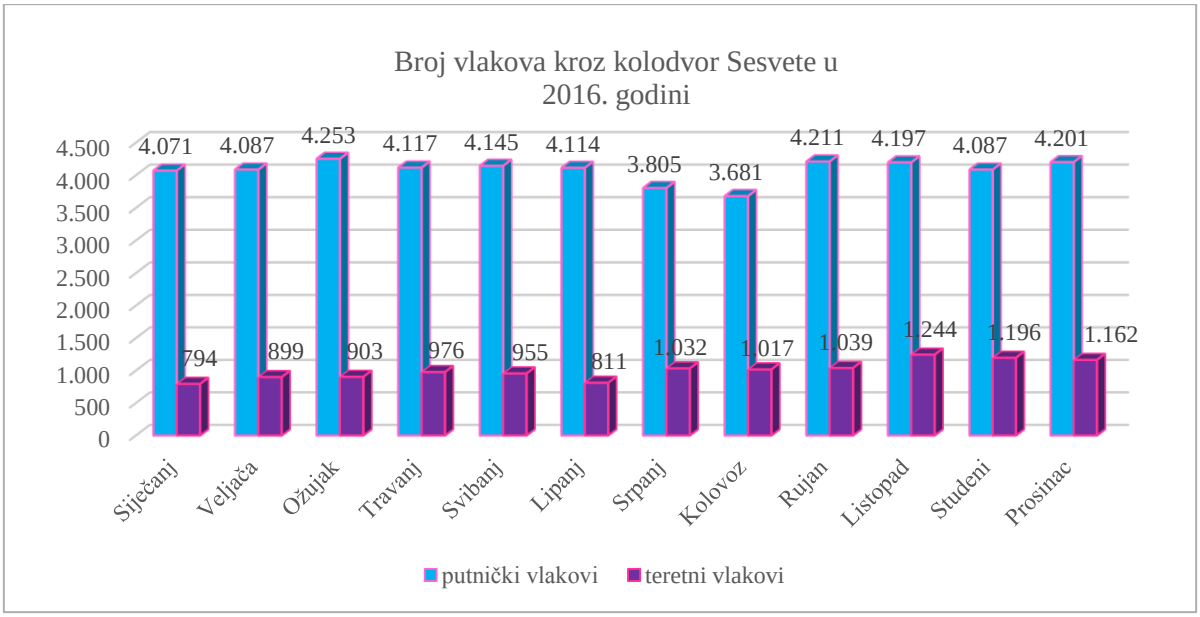

**Grafikon 2.** Isječak grafikona voznog reda vlakova na pružnoj dionici Zagreb Glavni kolodvor – Sesvete – Dugo Selo
Izvor: [19]

Vlakovi za prijevoz putnika u grafikonu 2 označeni su crnom linijom i to EC, IC, ekspresni i brzi, debljine 1 mm (vlak broj 210), zatim motorne garniture također crne linije sa ispunjenim crnim kružićima, ali debljine linije 0,5 mm (vlak broj 8036,8039, 2206 i dr.). Posebni vlakovi i pomoćne trase u grafikonu su ucrtane linije crvene boje debljine 0,5 mm (vlak broj 13144, 72009). Svaki sat na grafikonu podijeljen je na 6 jednakih dijelova, po 10 minuta.

Teretni vlakovi u grafikonu se označavaju tako što su međunarodni redovni vlakovi označeni plavom bojom debljine linije 0,75 mm (vlak broj 47930, 45909), iz unutarnjeg prometa redovni teretni vlakovi označavaju se isto plavom bojom ali debljine 0,5 mm. Vlak po potrebi označava se plavom isprekidanom linijom debljine 0,25 mm (vlak broj 63801), dok se pomoćne trase i posebni vlakovi označavaju isto kao kod vlakova za prijevoz putnika.

Prema [19] vrijeme kretanja vlaka označava se brojevima koji znače vrijeme dolaska vlaka s lijeve strane trase vlaka (linija koja grafički prikazuje kretanje vlaka u grafikonu) u oštrom kutu iznad ili ispod linije službenog mjesta ovisno o smjeru trase, a brojevi koji označavaju vrijeme polaska odnosno prolaska vlaka kroz kolodvor u oštrom kutu s desne strane trase vlaka (vlak broj 8043 dolazi u kolodvor Sesvete u 12 sati i 5**4** minute, a odlazi u 12 sati i 5**5** minuta, dok vlak broj 63801 ima samo vrijeme prolaska kroz kolodvor Sesvete u 12 sati i 4**2** minute). U grafikon se upisuju znamenke minute koje stoje na mjestu jedinice (broj **4** i broj **5** na grafikonu 2 podvučeno crvenom bojom, i podvučena znamenka **2** za vlak broj 63801).

U 2016. godini, kroz kolodvor Sesvete je prošlo 48.969 putničkih i 12.028 teretnih vlakova. Pružna dionica Zagreb Glavni kolodvor – Sesvete – Dugo Selo predstavlja najopterećeniju dionicu po broju vlakova na cijeloj mreži HŽ-a. Broj vlakova koji su prošli kolodvor Sesvete, po mjesecima prikazan je u grafikonu 3.




**Grafikon 3.** Broj vlakova kroz kolodvor Sesvete u 2016. godini

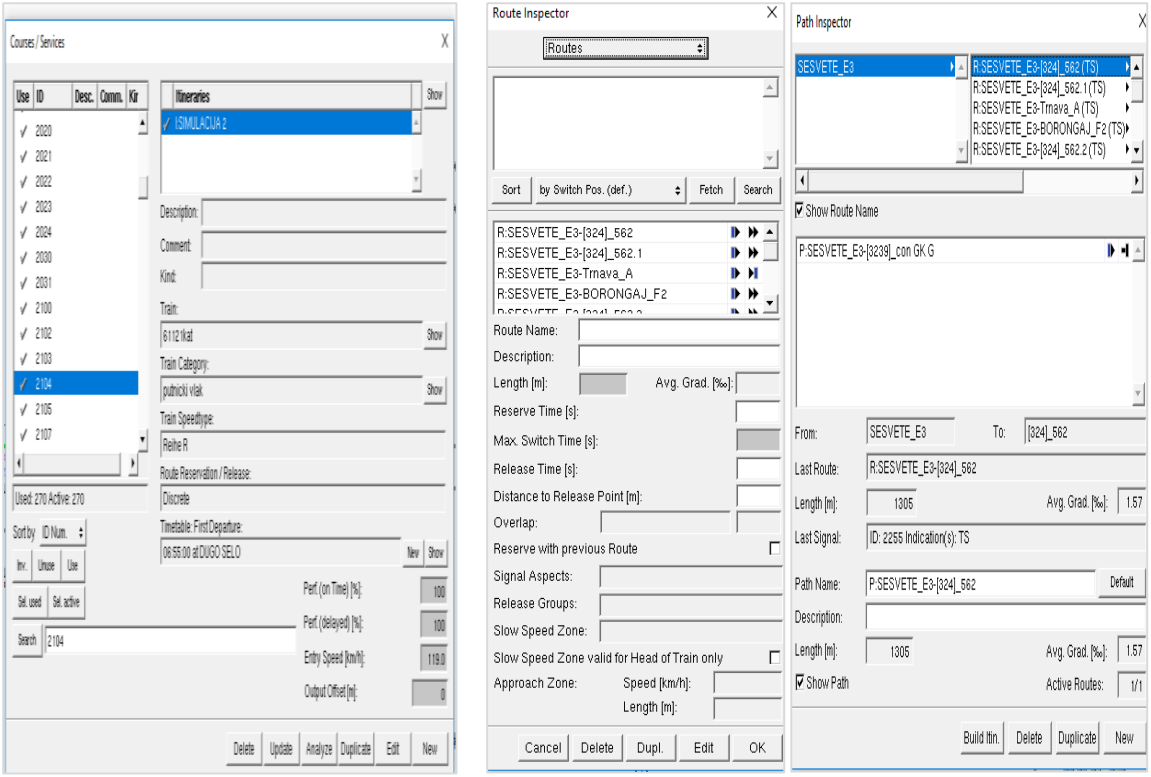
## 5.3 Računalni modeli u željezničkom prometu

Računalni modeli su stvoreni na temelju stvarnog prometnog sustava, razvijeni su radi olakšavanja planiranja i optimizacije željezničkog prometa. Računalni model koji je namijenjen modeliranju u željezničkom prometnom sustavu je *Open Track.*

Open Track omogućuje simuliranje željezničkog prometa (planiranje voznog reda i njegovu optimizaciju, organiziranje prometa, simulacije potencijalnih rješenja problema bez dolaženja u konflikt sa stvarnim sustavom i njegovim elementima), što uvelike smanjuje pogreške i uštedu nepotrebnih troškova.

Prema [20] da bi se definirali putovi vožnje vlaka u tri razine i to put vožnje (eng. *Routes*), skup putova vožnje (eng. *Paths*) i više skupova puta vožnje vlaka (eng. *Itinerary*) (slika 26) i simulirao željeznički promet, potrebno je formirati vlakove (vučna i vučena vozila) sa svim glavnim značajkama poput naziva vučnog vozila, njegove duljine, maksimalne brzine, vučnog pasoša, sustava napajanja, duljine i mase vozila u vlaku (slika 27, str. 38). Nakon toga, unosi se vozni red za svaki pojedini vlak (slika 28, str. 39). Simulirati vožnju vlakova (slika 29 i 30 na str. 39 i 40) moguće je na izgrađenoj željezničkoj infrastrukturi (slika 31, str. 41) [21].

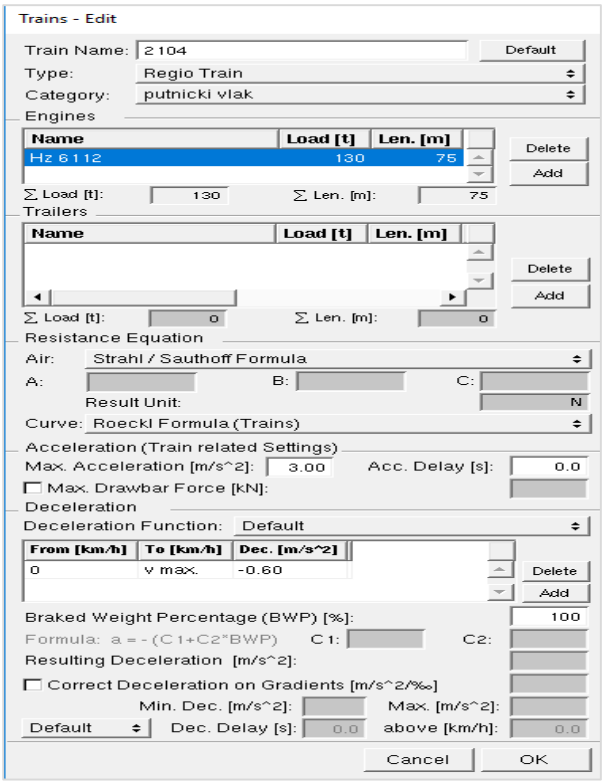
a) b) c)




**Slika 26.** Prikaz glavnog izbornika za *Routes*, *Paths* i *Itinerary:* a) izbor itinerara za vlak; b) izbor ruta; c) izbor puta vožnje

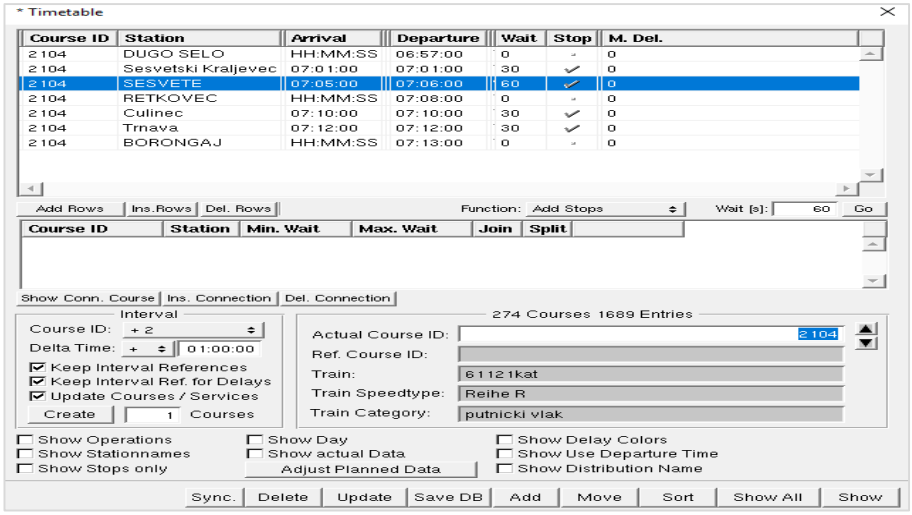
Slika 26 prikazuje funkcije (radnje) koje se moraju napraviti da bi se moglo pristupiti simulaciji prometa vlakova. Da bi vlakovi mogli prometovati po izgrađenoj infrastrukturi mora im se dodijeliti put vožnje i to kroz rute koje predstavljaju najmanji segment puta vožnje (od

jednog do drugog glavnog signala). Više ruta predstavljaju skup puta vožnje (od izlaznog signala jednog kolodvora do ulaznog signala drugog kolodvora). Zadnji zadatak je spajanje skupova puta vožnje u više skupova puta vožnje vlaka (od izlaznog signala početnog kolodvora do izlaznog signala krajnjeg kolodvora) za koji se simuliraju vožnje vlakova. Svaki vlak mora dobiti pripadajući „itinerar“, da bi se mogla simulirati vožnja. Za simulaciju je bitno napraviti sve moguće skupove puta vožnje i dodijeliti im prioritete (prioriteti predstavljaju mogućnosti odabira kolosijeka na koje se svaki vlak može primiti u kolodvor). Što je više mogućih prioriteta to su manje šanse za stajanjem vlakova ispred glavnih signala, što je i u stvarnom reguliranju prometom vlakova primarni cilj.




**Slika 27.** Prikaz formiranja vlaka broj 2104

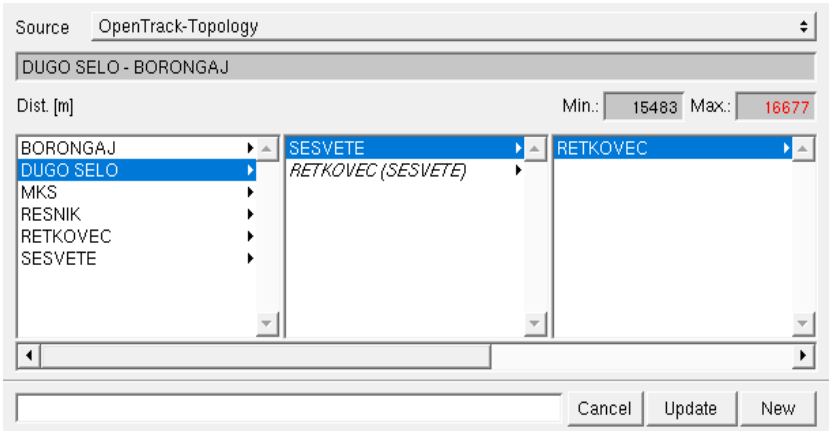
Slika 27 prikazuje način formiranja vlaka broj 2104, kojem se dodijelio rang putničkog vlaka. Vlak nije klasičnog sastava, nego je formiran kao EMG (elektromotorna garnitura), mase 130 tona i duljine 75 m. Svakom pojedinom vlaku dodijeljen je sastav (masa vlaka i duljina vlaka), tip vlaka (tip vlaka može biti putnički, brzi i teretni - jedina podjela u Open Track-u) i kategorija vlaka (brzi, putnički, teretni, lokomotivski vlak i vlak za potrebe upravitelja infrastrukture).




**Slika 28.** Prikaz voznog reda vlaka 2104

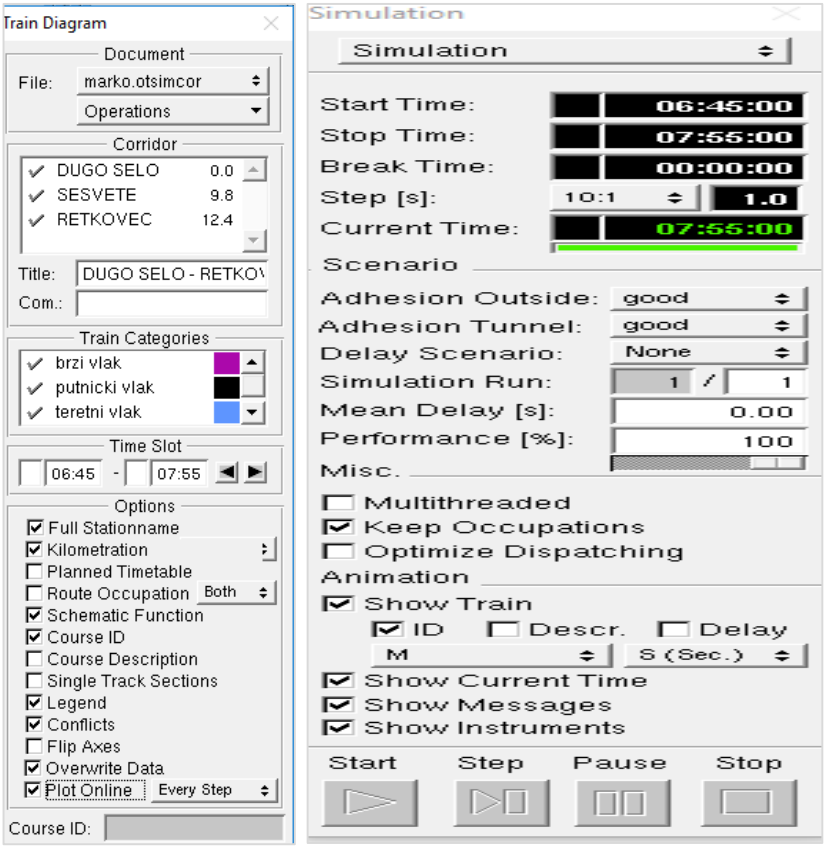
Da bi se mogla simulirati vožnja vlaka bitno je dodijeliti vozni red svakom vlaku za kojeg se napravio „itinerar“. Na slici 28 prikazan je vozni red vlaka 2104. Za izradu voznog reda, a samim tim i grafikona bilo je potrebno dodati još jedno službeno mjesto (Retkovec) koje će povezati dvije pruge (prugu M102 i M401) jer Open Track ne dopušta ispisivanje jednog grafikona s dvije različite pruge na isti grafikon prometovanja vlakova (da se nije dodalo službeno mjesto Retkovec na zajedničkom grafikonu niti jedan teretni vlak iz Zagreb Resnika ne bio ispisan bez obzira što je dobio pripadajuće „itinerare“). Da bi na simulaciji vlak stao u onom službenom mjestu u kojem po voznom redu prometovanja vlakova treba stati, bilo je potrebno staviti kvačicu i vrijeme stajanja u sekundama (vlak 2104 se zadržava u kolodvoru Sesvete jednu minutu, službeno mjesto Retkovec prolazi bez stajanja (nema kvačicu), dok na stajalištima Čulinec i Trnava vlak u istoj minuti ima i dolaz i odlaz.

Nakon ispisivanja područja prometovanja vlakova (slika 29) može se pokrenuti simulacija prometa vlakova (slika 30) i ispisati grafikon voznog reda onih vlakova koji su formirani s voznim redom i kojima su dodijeljeni skupovi puta vožnje na način da se jedan kolosijek može u isto vrijeme dodijeliti samo jednom vlaku, da se putevi vožnje svakog pojedinog vlaka ne sijeku/preklapaju.



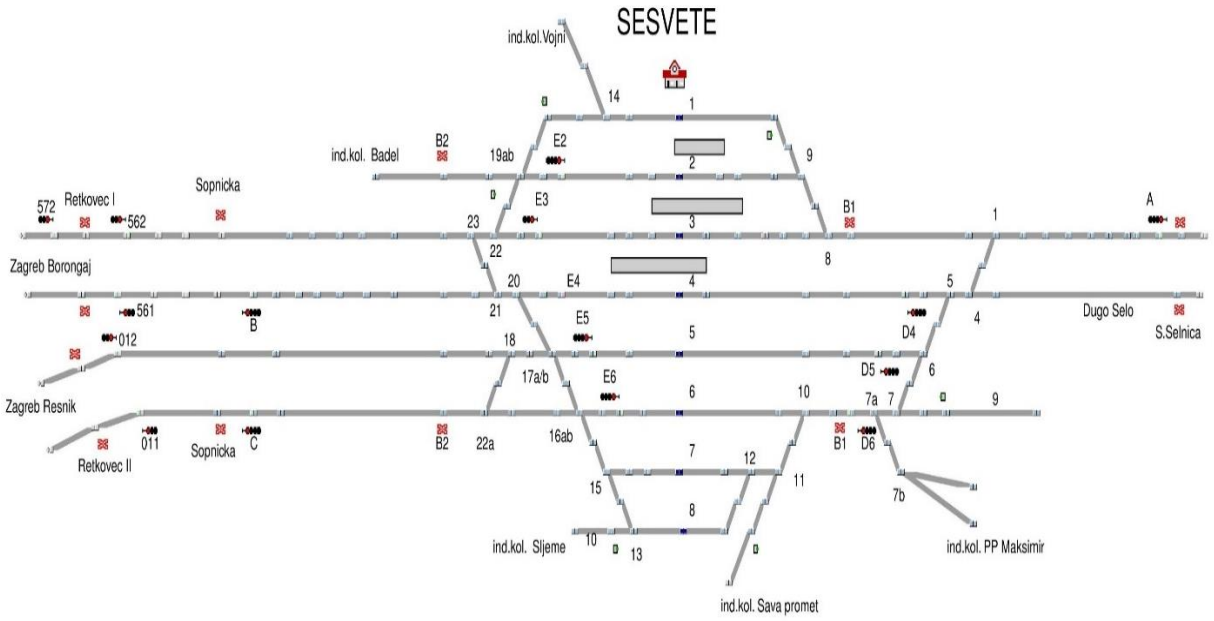

**Slika 29.** Područje prometovanja vlakova (Dugo Selo – Sesvete – Retkovec – Zagreb Borongaj)

Da bi se mogao ispisati grafikon prometovanja vlakova, u Open Track-u prvo je potrebno unijeti one kolodvore između kojih je promet vlakova simuliran i program ispisuje koordinatni sustav (grafikon) u koji se paralelno sa simulacijom ispisuju vlakovi.




**Slika 30.** Prikaz zadane simulacije u vremenu od 6.45 do 7.55 sati

Nakon što je pripremljen grafikon, otvara se sučelje prikazano na slici 30. Na dijagramu vlaka obilježe se odgovarajući podatci i to ime kolodvora, broj vlaka, konflikti, legenda i ispis te obavezno zadano vrijeme za koje se simulira promet vlakova (lijevo polje, slika 30). Na sučelju dijagrama vlaka i simulacije zadana vremena prometovanja vlakova se moraju poklapati (od 6.45 do 7.55 na oba ekrana).



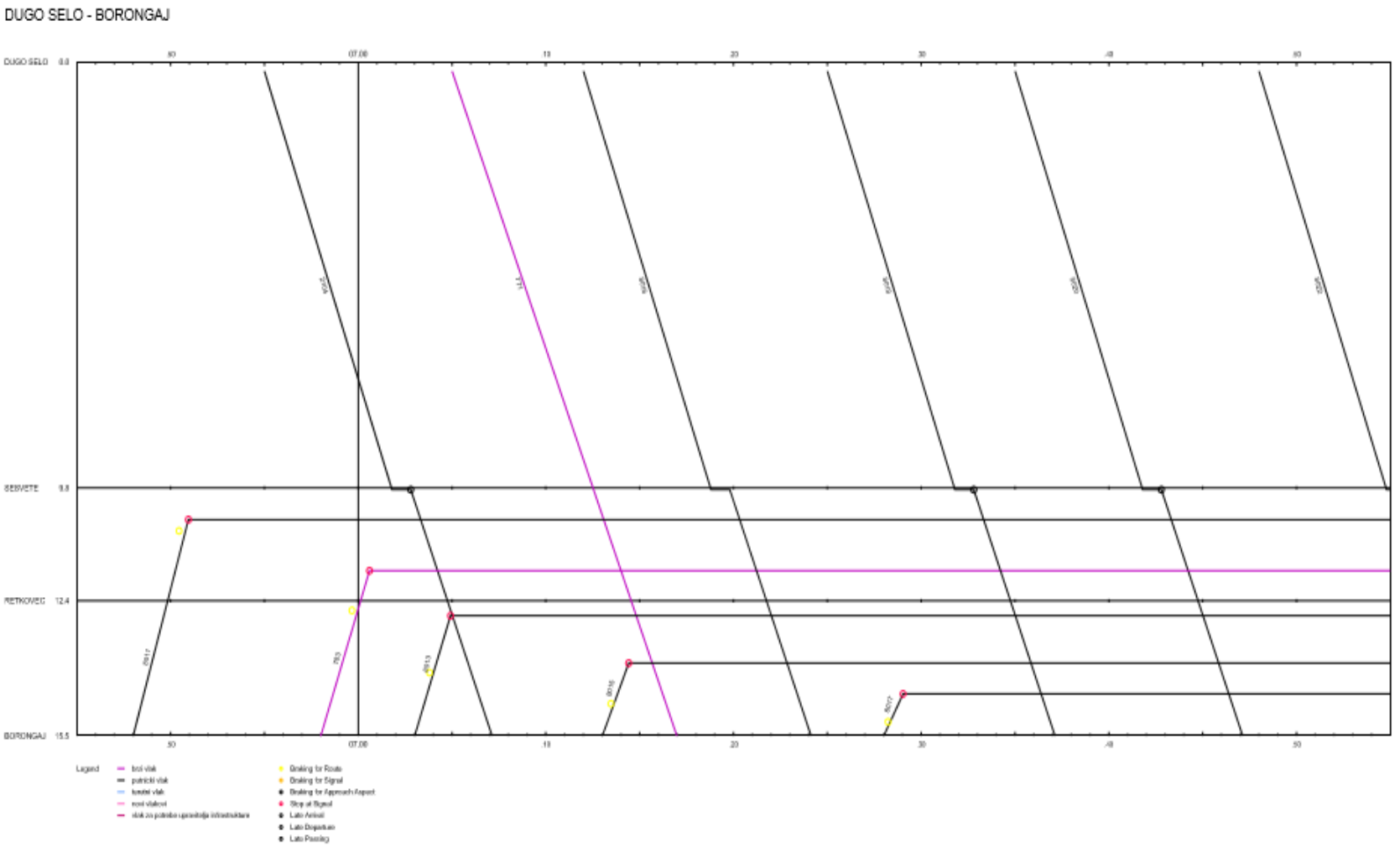

**Slika 31.** Prikaz kolodvora Sesvete u programskom paketu Open Track

Na slici 31 prikazan je model postojeće infrastrukture kolodvora Sesvete u programskom paketu Open Track s svim glavnim signalima, skretnicama, ŽCP-ima, PP-ima i obilježenim kolodvorskim područjem koji je izrađen da bi se mogla pokrenuti simulacija prometovanja vlakova i u konačnici da bi se ispisao grafikon voznog reda svih vlakova čije su vožnje simulirane.

Redovito održavanje infrastrukturnih postrojenja (voznog voda npr.) u kolodvoru onemogućava nesmetan promet vlakova bez kašnjenja. Kada se u kolodvoru isključuje napon na četvrtom, petom i šestom kolosijeku (lijeva strana kolodvora), ili kad skretnice broj **20**, **21/23** izgube kontrolu pravilnog položaja u kojem skretnica mora biti osigurana (pouzdano pritvrđena) za namjeravanu vožnju, vlakovi iz smjera Zagreb Borongaj prometuju po desnom nepravilnom kolosijeku samo na treći kolosijek (ne postoji kolosiječna veza za ulazak vlaka na drugi kolosijek). U tim situacijama vlak mora do Dugog Sela prometovati po nepravilnom (desnom) kolosijeku (ne postoji kolosiječna veza za izlazak vlaka iz trećeg kolosijeka na lijevi pravilni kolosijek za Dugo Selo.

Nemogućnost postavljanja ulaznih/izlaznih vožnji vlaku na sve kolosijeke i sa svih kolosijeka s obzirom na broj vlakova u 24 sata, predstavlja problem u reguliranju prometa vlakova (osobno iskustvo autorice diplomskog rada kao prometnice vlakova kolodvora Sesvete). Sve nepredviđene prometne situacije (kvarovi SS i TK uređaja) ali i predviđene (npr. zatvor jednog kolosijeka), prilikom reguliranja prometa vlakova narušavaju vozni red prometovanja vlakova, samim tim i sliku kolodvora u cijelosti. Promet vlakova bi se trebao odvijati bez poremećaja, onako kao što je predviđeno voznim redom. Na grafikonu 4 (str. 43) prikazana je prometna situacija (na simulaciji se zatvorio četvrti kolosijek u kolodvoru i skretnica broj **20**). Grafikon prikazuje stajanje vlakova (8011, 783, 8013, 8015, 8017) ispred glavnih signala, dok vlakovi iz smjera Dugog Sela nesmetano prolaze kroz kolodvor Sesvete. Kada bi postojala kolosiječna veza za ulazak vlakova na treći i drugi kolosijek u kolodvor

Sesvete iz smjera Zagreb Borongaj, grafikon 4 bi izgledao kao grafikon 9 (str. 54) gdje su u novom modelu, u Open Track-u dodane skretnice **24** i **25** i tada nije bilo zaustavljanja vlakova ispred glavnih signala zbog zatvaranja četvrtog kolosijeka i skretnice **20**.




**Grafikon 4**. Prikaz simulacije zaustavljanja vlakova u grafikonu Open Track-a na lijevom kolosijeku Zagreb Borongaj – Sesvete

Grafikoni 5 i 6 (str. 45 i 46) prikazuju trase vlakova u koordinatnom sustavu na pružnoj dionici Dugo Selo – Sesvete – Zagreb Resnik (Retkovec) – Zagreb Borongaj. Za izradu grafikona bilo je potrebno dodati još jedno službeno mjesto (Retkovec) koje će povezati dvije pruge (prugu M102 i M401) jer Open Track ne dopušta ispisivanje jednog grafikona sa dvije različite pruge na isti grafikon prometovanja vlakova. Na grafikonu 5 ispisani su vlakovi od 0 do 12 sati, a na grafikonu 6 ispisani su vlakovi od 12 do 24 sata. Grafikoni su na taj način podijeljeni isključivo zbog preglednosti trasa vlakova. Kolodvor Sesvete je u jednom radnom danu ukupno prošlo 228 vlakova (podatci iz Prometnog dnevnika Pe-12 prometnika vlakova). Svim vlakovima su dodijeljeni vozni putovi i vozni red da bi se pristupilo simulaciji prometa vlakova i prikazao svaki vlak u grafikonu.

U grafikonima 5 i 6 su plavim linijama iscrtani teretni vlakovi (ukupno 54 vlaka), vlakovi za potrebe upravitelja infrastrukture (ukupno 3 vlaka), lokomotivski vlakovi (ukupno 7 vlakova), a crnim linijama svi vlakovi iz putničkog prometa (25 brzih vlakova, 42 putnička vlaka i 97 prigradskih vlakova). Prema voznom redu svi putnički i prigradski vlakovi se zadržavaju zbog ulaza i izlaza putnika jednu minutu. Brzi vlakovi se ne zaustavljaju u kolodvoru Sesvete što je i vidljivo na grafikonima 4 i 5. Teretni vlakovi se također ne zaustavljaju. U dnevnoj smjeni prometnika vlakova (7 - 19 sati) prošla su 133 vlaka, a u noćnoj smjeni (19 -7 sati) prošlo je 95 vlakova.

Prema [22], izraz za određivanje iskorištenja propusne moći pruge koja se odnosi na sposobnost propuštanja vlakova u jedinici vremena računa se prema formuli (5):

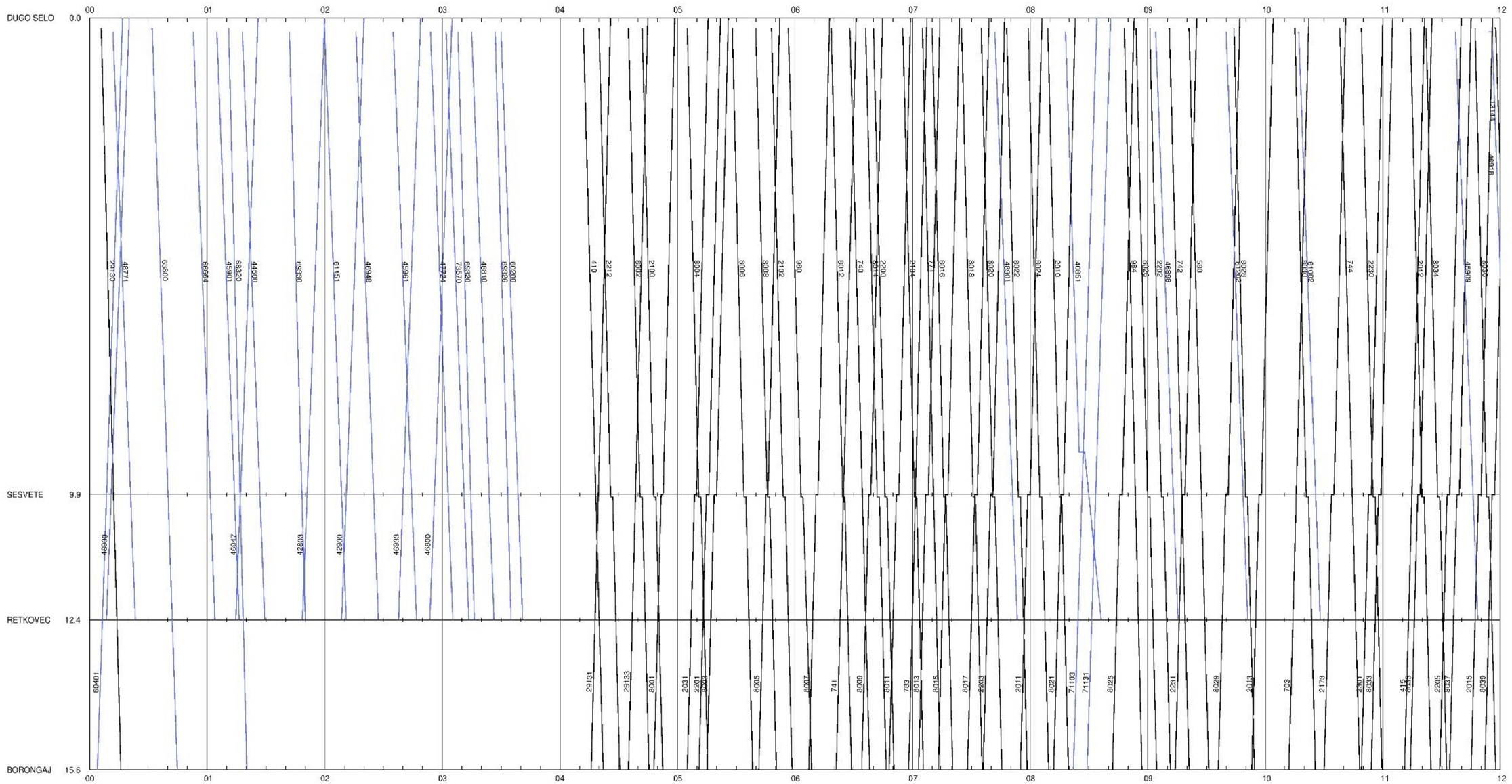
$$\Phi = \frac{Nv}{N} * 100\ [\%], \tag{5}$$

gdje je:

Φ – iskorištenje propusne moći pruga
Nv – prosječan broj vlakova koji su vozili (228)
N – moguća propusna moć (327), [vlak]

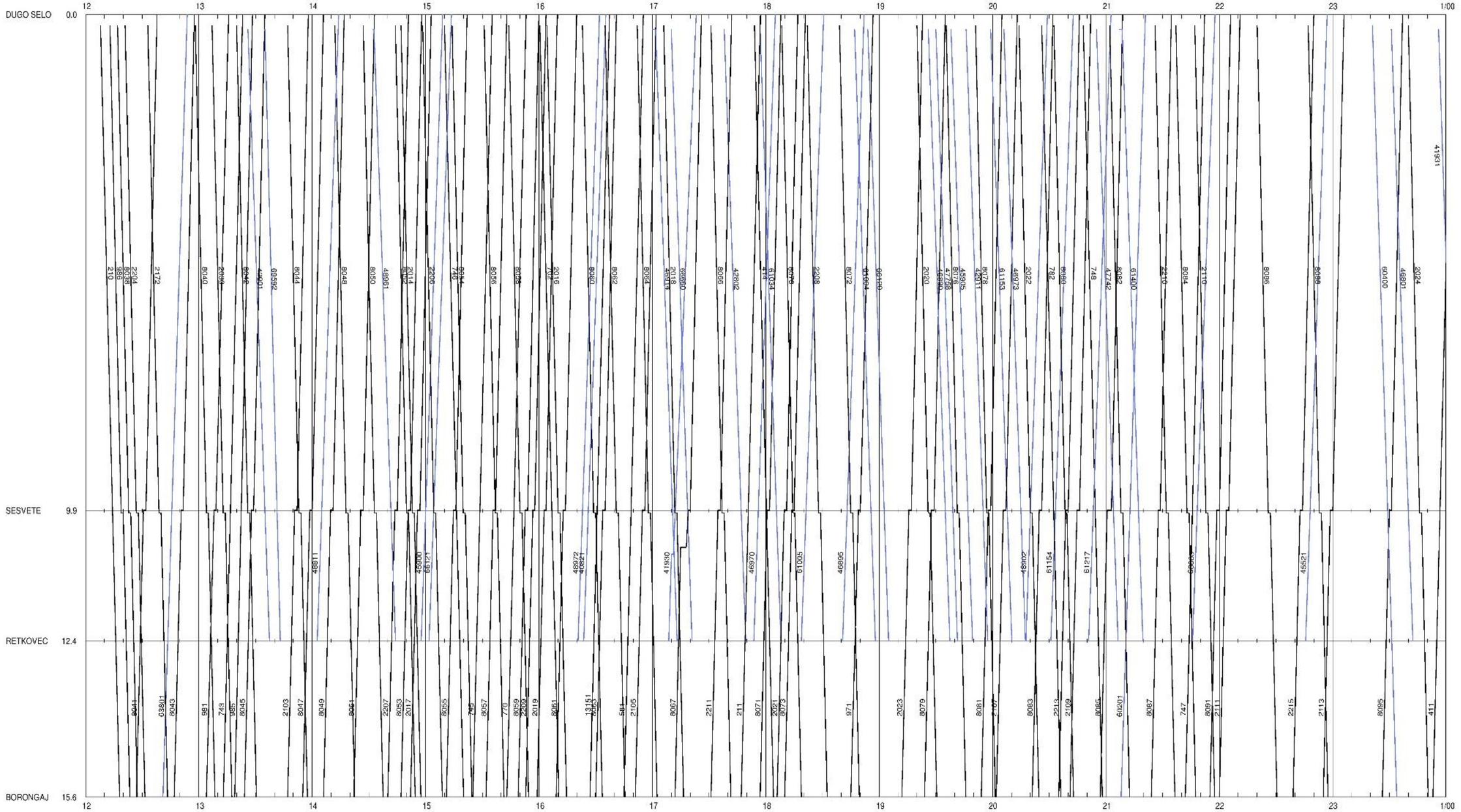
Prema postojećim infrastrukturnim kapacitetima kolodvora, iskorištenje propusne moći kolodvora je 69,72 %.

DUGO SELO - BORONGAJ




**Grafikon 5.** Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 0 do 12 sati, u Open Track-u

DUGO SELO - BORONGAJ




**Grafikon 6.** Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 12 do 24 sata, u OT

# 6 ANALIZA STANJA I KAPACITETA INFRASTRUKTURNIH POSTROJENJA KOLODVORA SESVETE

## 6.1 Tehnički uvjeti infrastrukture

Tehnički uvjeti predstavljaju podlogu na temelju koje se projektira vozni red, temeljem zahtjeva Pristupa infrastrukturi u skladu s propisanim rokovima za dostavu prijedloga te izmjena i dopuna tehničkih uvjeta za vozni red.
U tehničkim uvjetima infrastrukture sadržani su sljedeći pojedinačni uvjeti na temelju kojih su definirani konačni zajednički uvjeti i dopuštene brzine i ograničenja:

- Najveće dopuštene brzine vlakova s obzirom na geometrijska obilježja trase, tehnička obilježja i uporabno stanje otvorene pruge, kolodvorskih kolosijeka, skretnica, pružnih građevina i željezničko – cestovnih prijelaza u istoj razini.
- Najveće dopuštene brzine vlakova s obzirom na način osiguranja kolodvora, skretnica i željezničko-cestovnih prijelaza u istoj razini te tehnička obilježja i uporabno stanje uređaja.
- Najveće dopuštene brzine vlakova na elektrificiranim prugama s obzirom na tehnička obilježja i uporabno stanje uređaja i kontaktne mreže.
- Najveće dopuštene mase željezničkih vozila na pojedinim pružnim dionicama.
- Posebni uvjeti za redoviti promet željezničkih vučnih vozila koja prekoračuju najveću dopuštenu masu na pružnim dionicama s najvećom dopuštenom masom do 16 t/o [23].

## 6.2 Karakteristike kolodvora Sesvete prema Priručniku o željezničkim prugama

- Prema [24] službeni broj grafikona ispisan u lijevom gornjem kutu pruge M102 je 1, a broj grafikona pruge M401 je 1a.
- Zaustavni put na dionici Novska – Zagreb Borongaj je 1000 m, dionica je elektrificirana izmjeničnom strujom 25 kV, opremljena radiodispečerskim (RDU) i autostop (AS) uređajem, telefonskim ormarićima (TO) i mogućnošću zaposjedanja vučnog vozila samo strojovođom (bez vlakopratnog osoblja). Sesvete – rsp. Sava zaustavni put je 1000 m, pruga je elektrificirana izmjeničnom strujom 25 kV, opremljena RDU, AS, TO i mogućnošću zaposjedanja vučnog vozila samo strojovođom.
- Kolodvor Sesvete je nadređeni kolodvor za stajalište Sesvetski Kraljevec, ukupne udaljenosti 4843 m. Od kolodvora Dugo Selo udaljen je 10160 m, od kolodvora Zagreb Borongaj 5779 m, a od kolodvora Zagreb Resnik 4196 m.
- Za kolodvor Sesvete, na pruzi M102 redovna brzina preko skretnica je 60 km/h, a ograničena je 35 km/h. Redovna brzina na pruzi M402 je 40 km/h, dok je ograničena brzina preko skretnica 35 km/h.
- Na dionici Dugo Selo – Sesvete od km 440+019 do km 439+814, (duljine 205 m) zbog zavoja, ograničena brzina je 100 km/h. Na dionici Sesvete – Dugo Selo od km 439+619

do km 439+824 (duljine 205 m) zbog zavoja, ograničena brzina je 100 km/h. U samom kolodvoru Sesvete, (smjer Dugo Selo – Sesvete), od km 435+755 do km 433+850 (duljine 1905 m), ograničena brzina je 60 km/h zbog stanja gornjeg ustroja. Za smjer Sesvete – Dugo Selo, u kolodvoru, od km 433+070 do km 435+755 (duljine 2685 m), ograničena brzina je 60 km/h zbog stanja gornjeg ustroja pruge.

- Prema pregledu najveće dopuštene duljine vlakova s obzirom na korisnu duljinu glavnih kolosijeka, za smjer Dugo Selo – Sesvete, najveća dopuštena duljina vlaka je 415 m, i kolosijeci za prihvat najduljih vlakova su drugi i treći. Za smjer Sesvete – Dugo Selo najveća dopuštena duljina vlaka je 723 m, i kolosijeci za prihvat najduljih vlakova su četvrti i peti. Najveća duljina vlaka za smjer Sesvete- Zagreb Resnik, je 563 m i kolosijeci na koje je moguće smjestiti te vlakove su peti i šesti, a za smjer Zagreb Resnik – Sesvete, kolosijeci za prihvat najduljih vlakova su također peti i šesti, s tim da je najveća dopuštena duljina vlakova 557 m.
- Na dionici Dugo Selo – Sesvete uspon je 5 ‰ na duljini od 1km, i pad od 1 ‰ na duljini od 1,1 km. Mjerodavni otpor pruge za smjer Dugo Selo – Sesvete je 5 [daN/t]. Na dionici Sesvete – Dugo Selo uspon je 1‰ na duljini od 1,1 km, i pad od 5 ‰ na duljini od 1 km. Mjerodavni otpor pruge za smjer Sesvete – Dugo Selo je 1 [daN/t]. Na dionici Sesvete – Zagreb Borongaj (skretnica 1) uspon je 3‰ na duljini od 1,4 km, i pad od 1‰ na duljini od 1 km. Mjerodavni otpor pruge za smjer Sesvete – Zagreb Borongaj (skretnica 1) je 3 [daN/t]. Na dionici Zagreb Borongaj (skretnica 1) – Sesvete uspon je 1 ‰ na duljini od 1km, i pad od 3 ‰ na duljini od 1,4 km. Mjerodavni otpor pruge za smjer Zagreb Borongaj – Sesvete je 2 [daN/t]. Na dionici Sesvete – Zagreb Resnik u duljini od 1 km, uspon je 3 ‰, a pad je 4 ‰ u duljini od 1 km. Mjerodavni otpor pruge je 3 [daN/t]. Za smjer Zagreb Resnik – Sesvete, uspon je 4 ‰ na duljini od 1 km, pad je 3 ‰ u duljini od 1 km i mjerodavni otpor pruge je 4 [daN/t].

## 6.3 Pregled gornjeg ustroja pruge

Ispravnost gornjeg ustroja željezničkih pruga provjerava se pregledom, mjerenjem i snimanjem. Provjeravaju se tehnički parametri pruge, uređenost kolosijeka i ugrađeni kolosiječni materijal. Provjera stanja gornjeg ustroja u cjelini, kao i pojedinih skupina elemenata ili pojedinih elemenata, obavlja se tračničkim mjernim vozilom za snimanje kolosiječne geometrije.

Tračničkim mjernim vozilom, obavlja se pregled, mjerenje i snimanje, a podatci koji se dobiju uvjetuju maksimalnu brzinu vožnje vlaka na toj dionici na kojoj se snimanje obavljalo. Tračničkim mjernim vozilom EM-120, za snimanje kolosiječne geometrije provjeravaju se sljedeći geometrijski parametri uporabnog stanja kolosijeka:

- smjer (zakrivljenost) tračnica u kolosijeku
- visinski odnos tračnica i nadvišenje vanjske tračnice u luku
- širina kolosijeka
- iskrivljenost ravnine kolosijeka
- uzdužni profil voznih površina tračnica u kolosijeku (stabilnost kolosijeka) [25].

# 7 PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA INFRASTRUKTURE KOLODVORA SESVETE

Usko grlo prelaska vlakova sa jedne dvokolosiječne na drugu dvokolosiječnu prugu u kolodvoru Sesvete su skretnice 4, 5 i 6. Za prolazak vlakova iz smjera Zagreb Resnik za Dugo Selo i obrnuto, potreban je kolodvorski interval prijelaza [21], koji obuhvaća vrijeme od odlaska jednog vlaka, do trenutka prolaska drugog vlaka kada se vozni putevi vožnje sijeku.

Prilikom izrade simulacije u računalnom modelu Open Track promijenjeni su ulazni podatci voznog reda vlakova 69331 i 69320, odnosno vrijeme polaska iz prethodnih kolodvora, (Dugog Sela i Zagreb Resnika) tako da se za vrijeme simulacije oba vlaka nađu u isto vrijeme u kolodvoru Sesvete. Na grafikonu 7 (str. 52) se vidi tzv. konflikt vlaka 69331 sa vlakom 69320. Naime, vlak 69331 koji prometuje iz Zagreb Resnika, u kolodvoru Sesvete na ulaznom signalu „C“ čeka prolazak vlaka 69320 iz smjera Dugo Selo za Zagreb Resnik, ali i vlak 69326 u Dugom Selu čeka dolazak vlaka 69331, (kašnjenje jednog vlaka uzrokovao je kašnjenje drugog vlaka). Rezultat simulacije dokazuje da je potrebna ugradnja skretnice 4a. Da interval prijelaza bude jednak nuli, (da ne postoji) u kolodvoru Sesvete je potrebno ugraditi skretnicu 4a, kako vlakovi iz smjera Zagreb Resnik za Dugo Selo ne bi prelazili preko skretnica 4, 5 i 6.

To znači, da bi svi vlakovi iz smjera Zagreb Resnik za Dugo Selo prolazili nesmetano, bez zadržavanja na ulaznom signalu, na način da bi se u isto vrijeme mogao postaviti ulazni/prolazni put vožnje vlaku po petom kolosijeku za Zagreb Resnik iz smjera Dugo Selo. Simulacija na grafikonu 8 (str. 53) to i dokazuje jer ista dva vlaka koja su na grafikonu 7 u konfliktu, prolaze nesmetano (njihovi putevi vožnje više se ne sijeku).

Kada se izrađuje vozni red u obzir se uzimaju i kolodvorski intervali (kada su intervali jednaki nuli, propusna moć je veća). Zbog kolodvorskog intervala u Sesvetama, intervala prijelaza, teretni vlakovi prema grafikonu prometovanja vlakova imaju zadržavanje u kolodvoru Dugo Selo i Zagreb Ranžirni kolodvor, odnosno predloženim rješenjem smanjilo bi se zadržavanje vlakova u tim kolodvorima. Prema postojećim infrastrukturnim kapacitetima, kolodvor nije u mogućnosti ostvarivati ulazne puteve vožnje vlaku iz smjera Zagreb Borongaj na drugi i treći kolosijek, samim time i izlazne puteve vožnje za Dugo Selo iz drugog i trećeg kolosijeka. Kolosiječna veza za izlaz vlaku iz četvrtog kolosijeka za Zagreb Borongaj postoji, ali nema izlaznog signala koji je na novom modelu u Open Track-u ugrađen (slika 32, str. 51).

Za određeni broj prigradskih vlakova ugradnjom skretnica 24 i 25, kolodvor Sesvete bi mogao biti i početno – završni (obrtni) kolodvor. Na simulaciji u Open Track-u, ugradnjom tih skretnica, ali i izlaznih signala D2 i D3, te skretnica 1a i 5a (slika 32) ostvarivi su ulazni/izlazni putevi vožnje vlaku na/iz drugog i trećeg kolosijeka. Zbog mogućih postavljanja više skupova puta vožnje (itinerera), na drugi kolosijek u kolodvoru Sesvete „novi vlakovi“ za prijevoz putnika mogu ostvariti ulazne putove vožnje.

Na grafikonu 9 (str. 54) prikazan je ispis vlakova koji su prometovali u vremenu od 6.45 do 8 sati kroz kolodvor Sesvete na novom modelu u Open Track-u, sa ugrađenim skretnicama **24** i **25.** Simulacijom se dokazalo da vlakovi mogu ući na drugi ili treći kolosijek u kolodvoru,

a sa ugrađenim izlaznim signalima **D2** i **D3** i skretnicama **1a** i **5a**, vlakovi se mogu otpremiti za Dugo Selo na pravilni (lijevi) kolosijek što u postojećem modelu nije bilo moguće (da bi se mogla simulirati vožnja vlaka vlaku mora biti pridružen put vožnje).

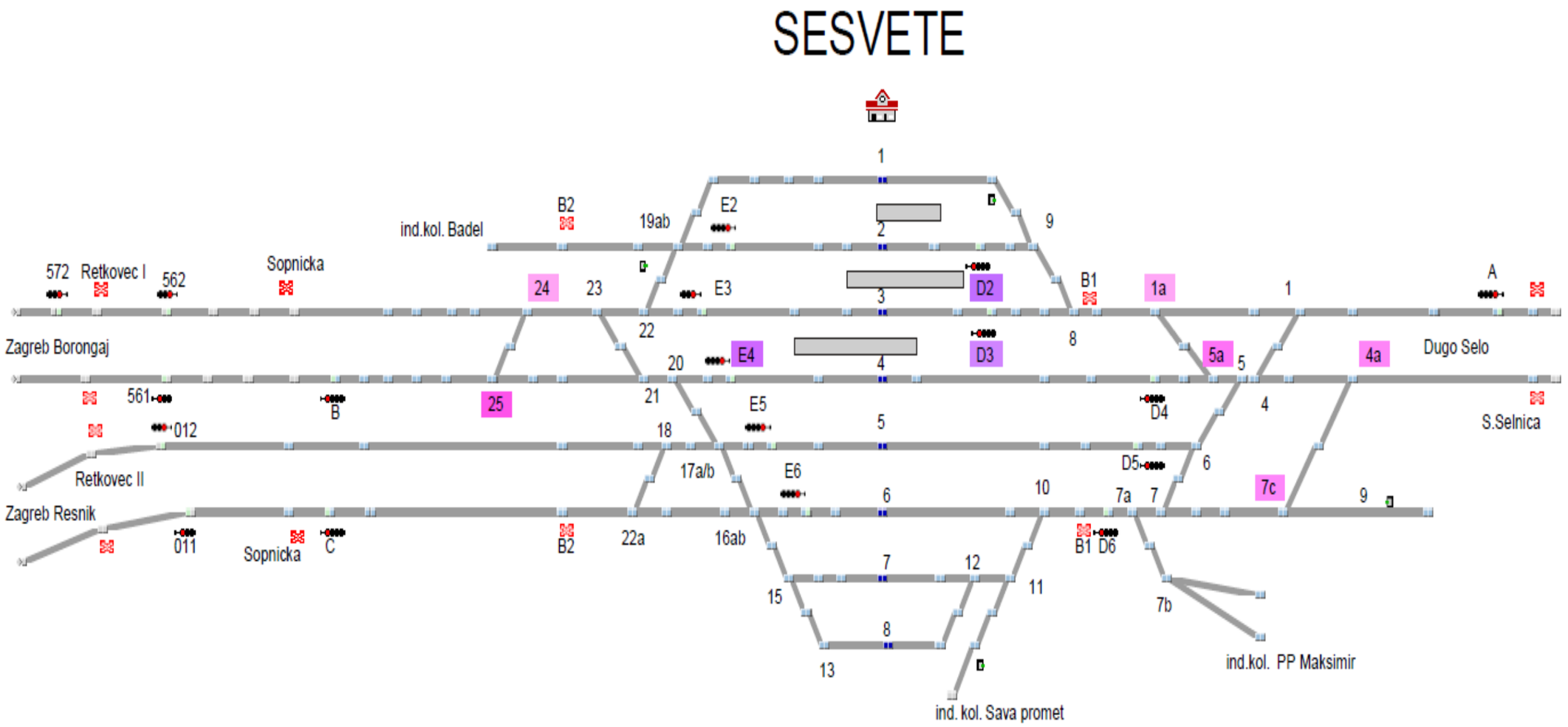
Na grafikonima 10 i 11 (str. 55 i 56) prikazani su u boji tzv. „novi vlakovi“ za prijevoz putnika koji su tako nazvani da bi se razlikovali po boji od ostalih vlakova za prijevoz putnika (brzih, putničkih i prigradskih). Da bi se svaki pojedini vlak ispisao u grafikonu voznog reda, isti mora imati ispravan ulazni, izlazni ili prolazni put vožnje.

Nakon ugradnje novih izlaznih signala i skretnica (na slici 32 označeno bojom) da bi se dokazala povećana propusna moć u odnosu na postojeću, u Open Track-u su formirani novi vlakovi, i to na postojećih 228 vlakova uvedena su 42 „nova“ vlaka, od kojih je 12 vlakova za prijevoz putnika (prigradskih) i 30 teretnih vlakova sa voznim redom prometovanja, sa novim „itinerarima“ tako da je na grafikonima 10 i 11 (str. 55 i 56) ukupno 270 vlakova koji su prošli kolodvor Sesvete u 24 sata.

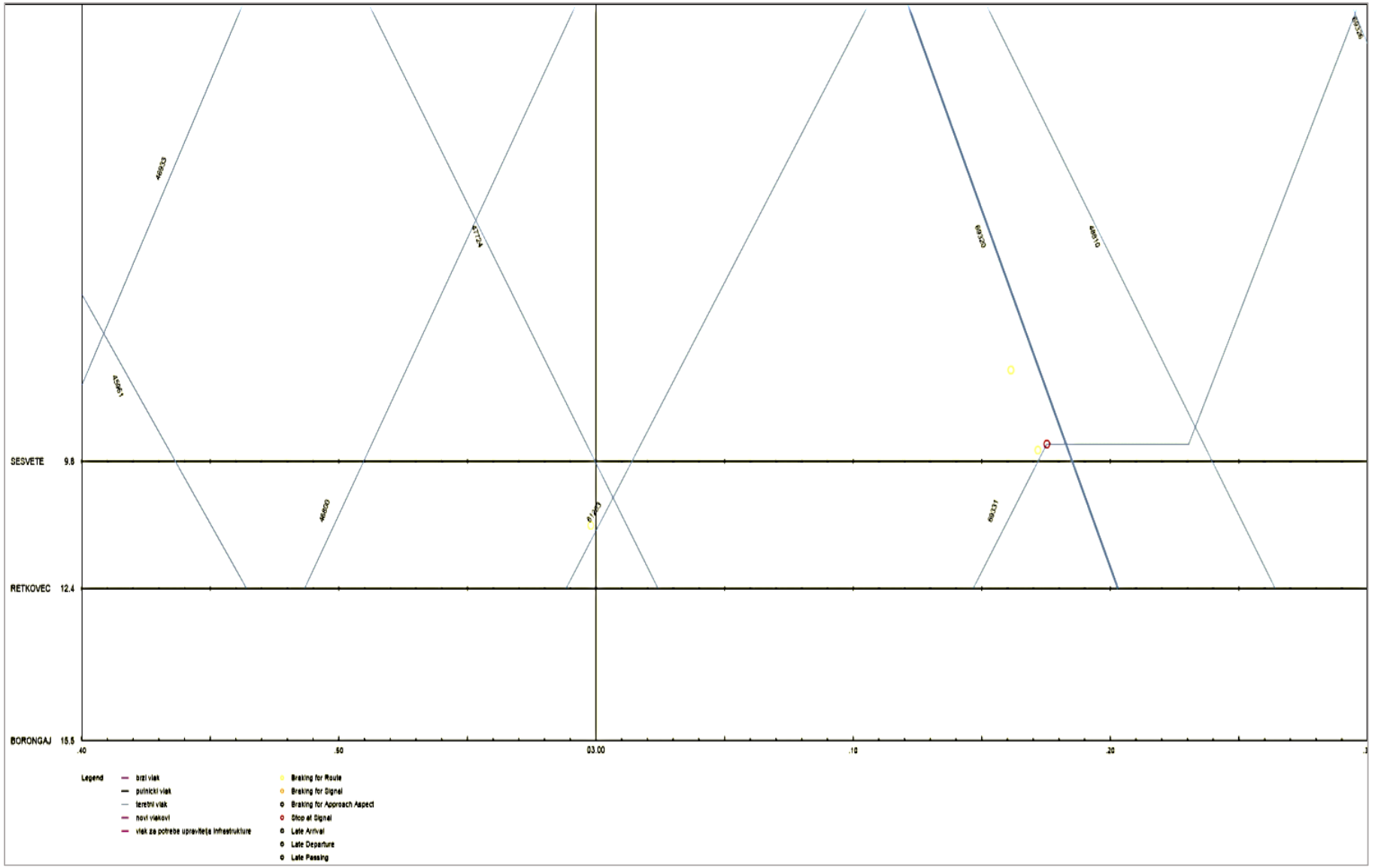
Grafikoni 10 i 11 su podijeljeni na dva dijela na način da su na grafikonu 10 prikazani vlakovi koji su prošli kroz kolodvor od 0 do 12 sati, a na grafikonu 11 vlakovi koji su prošli kolodvor Sesvete u vremenu od 12 do 24 sata. Putnički i prigradski vlakovi su imali zadržavanje u kolodvoru Sesvete, a brzi, teretni, lokomotivski i vlakovi za potrebe upravitelja infrastrukture nisu imali zadržavanje u kolodvoru Sesvete što je i vidljivo na grafikonima 10 i 11.

Prigradskim „novim vlakovima“ dodijeljeni su ulazni putovi vožnje na drugi kolosijek u kolodvoru Sesvete. Teretni vlakovi su prolazili bez zadržavanja preko novih skretnica u kolodvoru (skretnica **7c** i **4a**) iz smjera Zagreb Resnik za Dugo Selo. Teretni vlakovi iz smjera Dugo Selo za Zagreb Resnik također su prolazili bez zadržavanja jer je bilo moguće u isto vrijeme dati prolazni put vožnje vlaku kroz šesti i peti kolosijek u kolodvoru, što do sada nije bilo moguće.

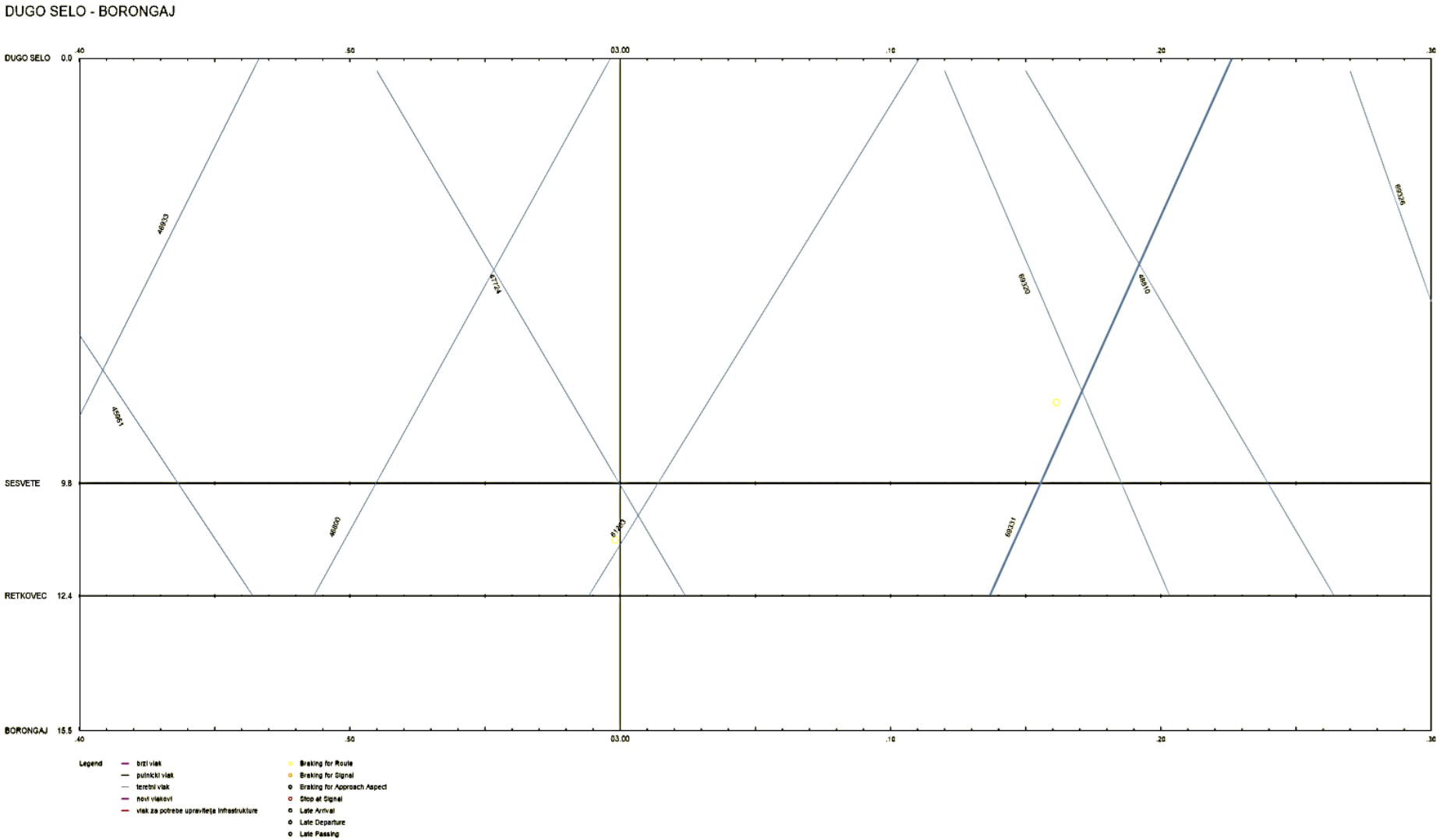
Time se povećao iskoristivi kapacitet kolodvora sa postojećih 69,72 % na 82,56 % što je i bio cilj diplomskog zadatka.



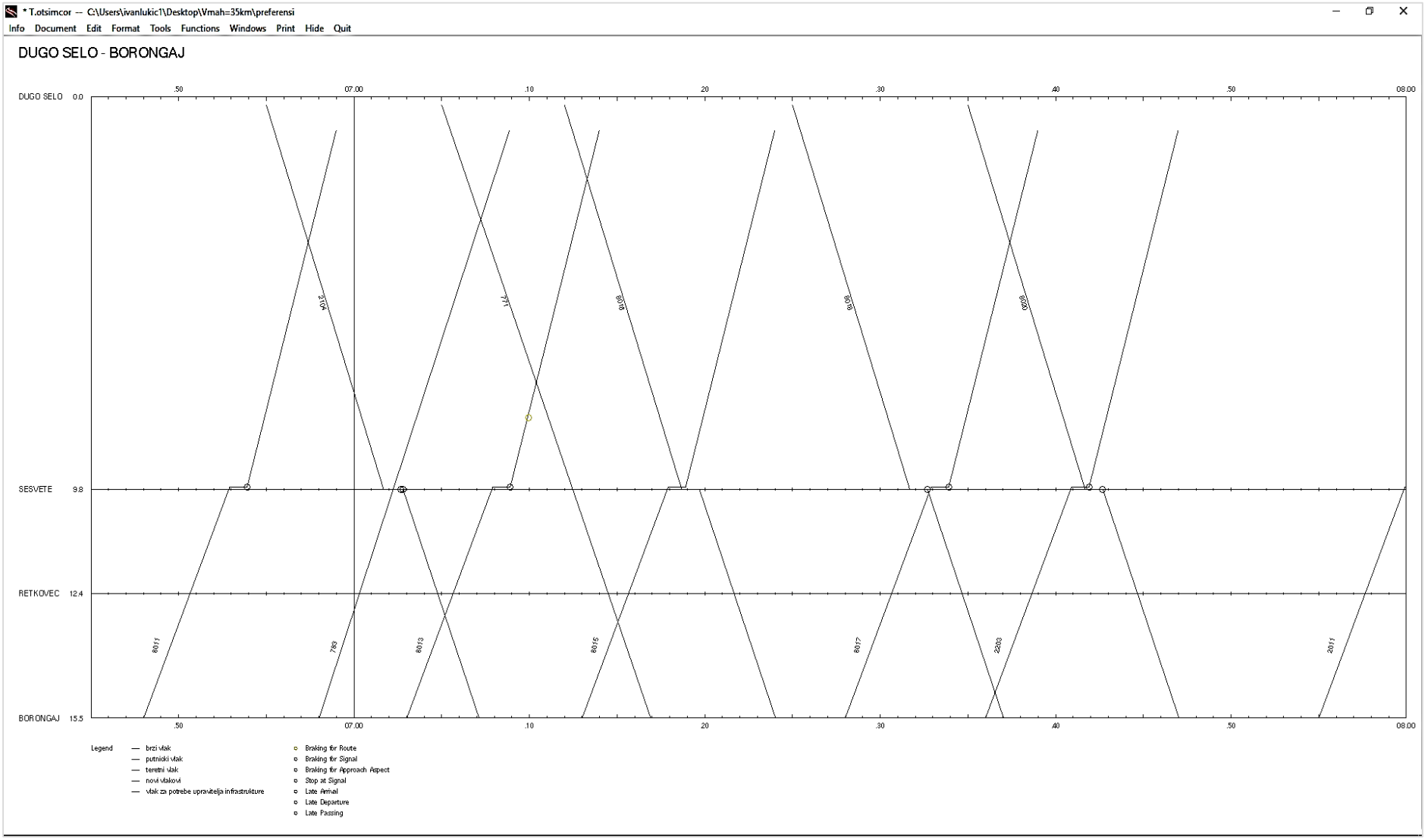

**Slika 32.** Prijedlog poboljšanja infrastrukture kolodvora Sesvete u Open Track-u




**Grafikon 7.** Prikaz konflikta vlaka 69331 s vlakom 69320 izrađen u Open Track-u

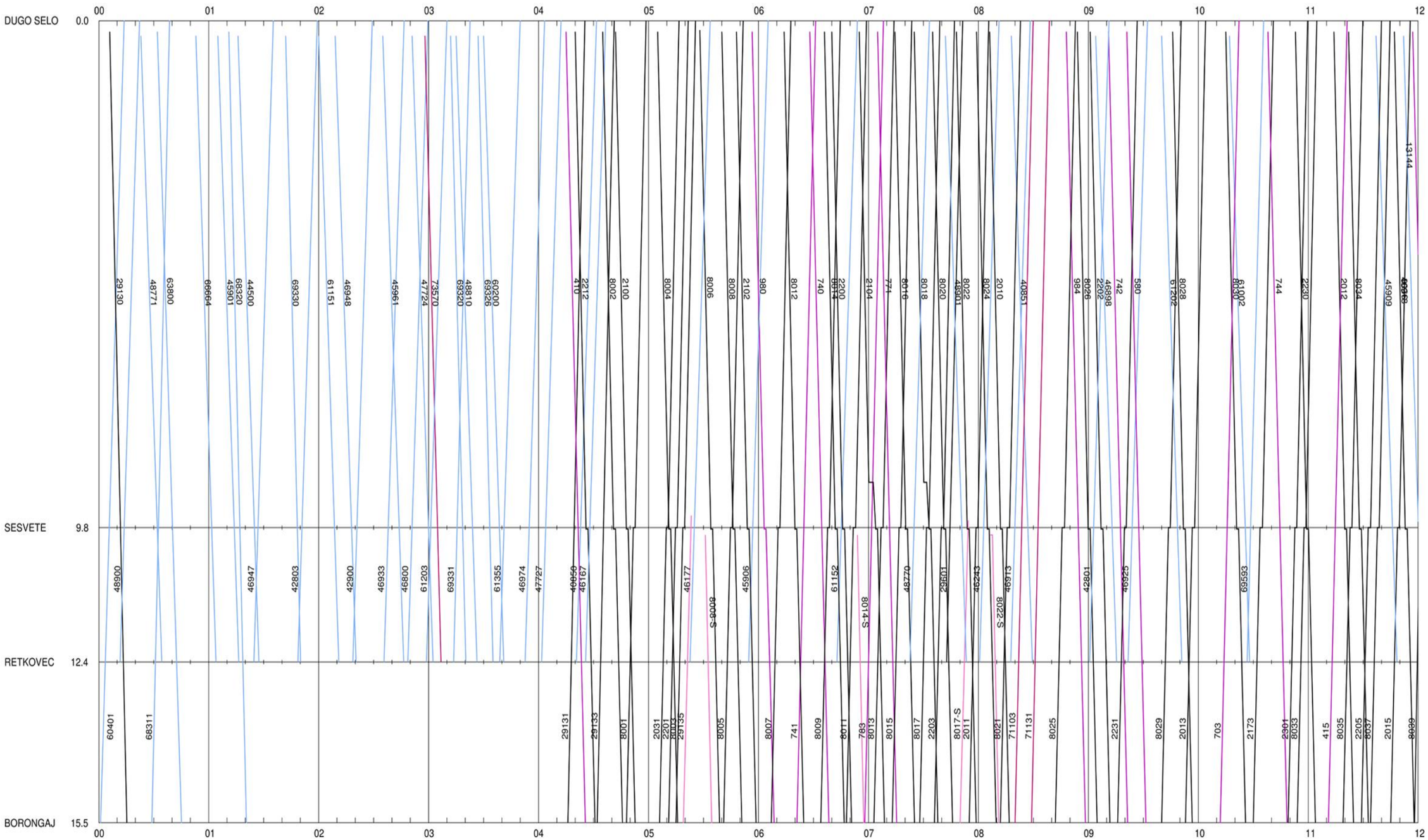



**Grafikon 8.** Prikaz prolaska vlakova 69331 i 69320 kada im se putevi vožnje ne sijeku izrađen u Open Track-u



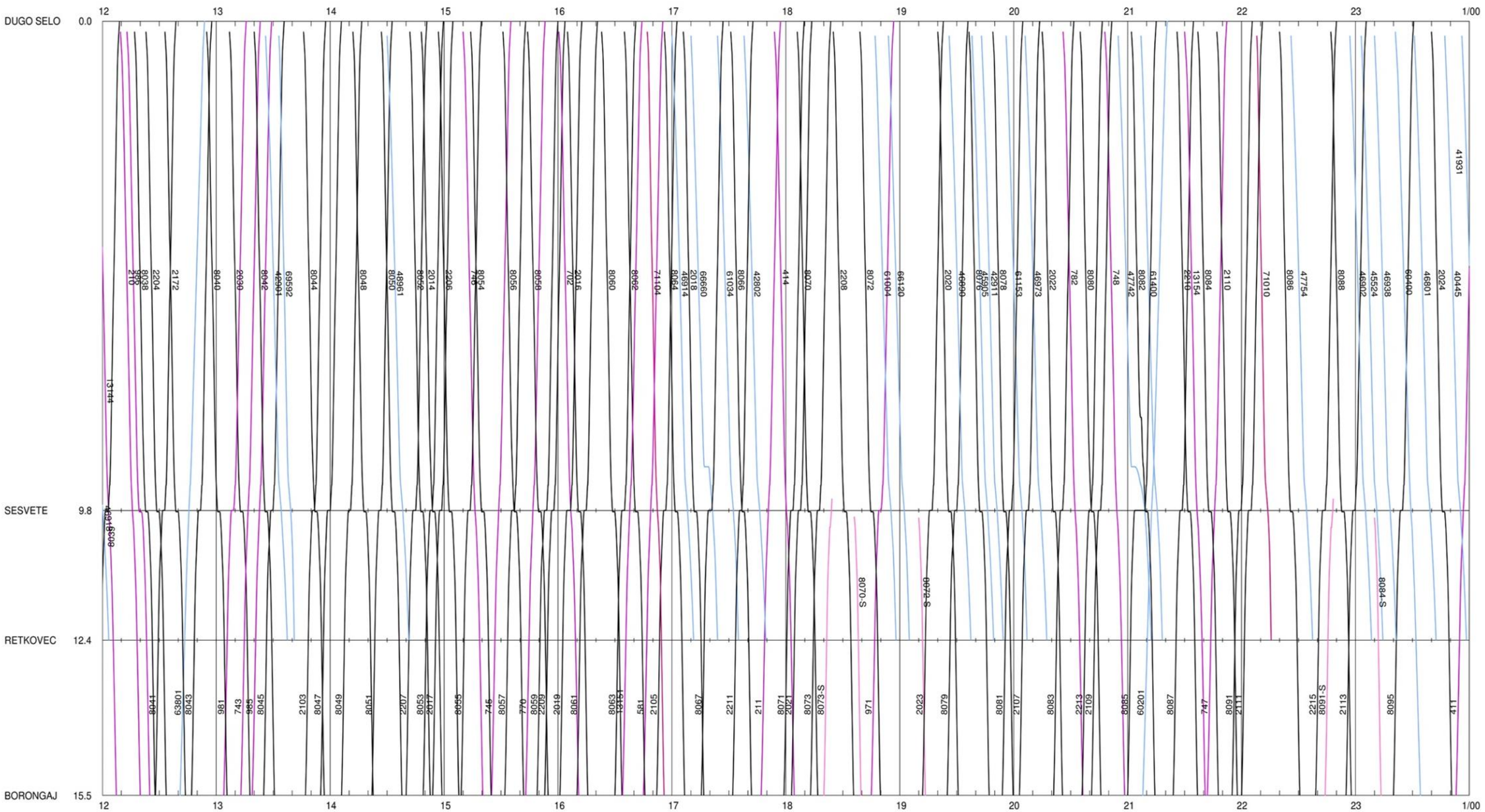

**Grafikon 9.** Prikaz prolaska vlakova kroz kolodvor Sesvete (zatvoren četvrti kolosijek, a ugrađene nove skretnice broj 24 i 25)

DUGO SELO - BORONGAJ




**Grafikon 10.** Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 0 do 12 sati u Open Track-u

DUGO SELO - BORONGAJ




**Grafikon 11.** Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 12 do 24 sata u Open Track-u

# 8 ZAKLJUČAK

Prema postojećem stanju infrastrukturnih kapaciteta, kolodvor Sesvete nije u mogućnosti biti početno – završni kolodvor za određeni broj prigradskih vlakova.

Da bi se povećala propusna moć kolodvora, potrebno je ukloniti usko grlo u kolodvoru, ugraditi određene skretnice i izlazne signale.

U programskom paketu Open Track prvo je napravljen model kolodvora Sesvete temeljen na postojećoj infrastrukturi i broju vlakova koji su prometovali kroz kolodvor u jednom radnom danu (24 sata), prema voznom redu za 2015/16 godinu. Zatim je napravljen novi model sa poboljšanom infrastrukturom kolodvora, na koji su dodani novi vlakovi i simulirala se vožnja svih vlakova da bi se dobio novi grafikon prometovanja. Predloženim infrastrukturnim rješenjima na području kolodvora Sesvete, interval prijelaza je nestao i ostvarene su vožnje vlakova na kolosijeke koji do sada nisu imali kolosiječne veze.

U novom modelu kolodvora Sesvete dokazano je simulacijom vožnje vlakova da se ugradnjom novih skretnica i glavnih signala mogu ucrtati u grafikon još 42 vlaka. Sa sadašnjih 228 vlakova u 24 sata koji prođu kolodvor Sesvete, simulacijom u Open Track-u broj vlakova povećao se na 270 vlakova te se iskorištenje propusne moći kolodvora sa sadašnjih 69,42 %, povećava na 82,56 %.

Nestajanjem kolodvorskog intervala prijelaza, ne samo da se povećava propusna moć kolodvora i pruge, nego se i smanjuje vrijeme zadržavanja teretnih vlakova u kolodvorima Dugo Selo i Zagreb Ranžirni kolodvor. Vlakovi bi nesmetano prolazili bez zadržavanja u kolodvoru i ispred ulaznih signala, te se ne bi narušavala slika kolodvora u cijelosti.

Kada bi pruga bila opremljena signalima na način da se kolosijek koji je namijenjen za vožnju vlakova iz suprotnog smjera koristi pod jednakim uvjetima kao i kada vlak prometuje pravilnim kolosijekom, kolodvor Sesvete bi postigao maksimalnu propusnu moć, što bi značilo da se oba kolosijeka istovremeno mogu koristiti za prometovanje vlakova u istom smjeru (banalizacija jednog kolosijeka).

## Popis korištene literature:


[1] Pravilnik o načinu i uvjetima za sigurno odvijanje i upravljanje željezničkim prometom, NN 107/16, Zagreb, 2016.

[2] Poslovni red kolodvora Sesvete I dio, HŽ Infrastruktura d.o.o., Sesvete, 2010.

[3] Uputa HŽI - 52, (Uputa o tehničkim normativima i podatcima za izradu i provedbu voznog reda), HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb 2006.

[4] Izvješće o mreži, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2015.

[5] Pravilnik o signalima, signalnim znakovima i signalnim oznakama u željezničkom prometu, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2015.

[6] Bunijevac, H., Željezničar 1/2010, Stotinu i četrdeset godina žakanjsko – zagrebačke željeznice (str. 52-53), HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb 2010.

[7] http://www.muzejprigorja.hr/ (pristupljeno: 03. 03. 2017.)

[8] http://e-sesvete.com/o-sesvetama/ (pristupljeno: 12. 03. 2017.)

[9] http://dzs.hr/ (pristupljeno: 02. 04. 2017.)

[10] http://www.zagreb.hr/UserDocsImages/arhiva/NACRT_SRUAZ_radna%20verzija.pdf (pristupljeno: 11. 05. 2017.)

[11] http://www.zzpugz.hr/prostorno-uredenje/generalni-urbanisticki-plan-sesveta/ (pristupljeno: 07. 07. 2017.)

[12] Urbanistički zavod grada Zagreba d.o.o.: Idejni prometno urbanistički koncept uređenja središnjeg dijela naselja Sesvete kao pješačke zone, Zagreb, 2010.

[13] http://zet.hr/ (pristupljeno: 28. 07. 2017.)

[14] Petrović, M.: Planiranje lokacije intermodalnih putničkih terminala u gradsko-prigradskom željezničkom prijevozu, doktorski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.

[15] Jurcon projekt d.o.o.: Cjelovita programsko – prostorna studija središta Sesveta, Zagreb, 2015.

[16] Prometna uputa HŽI-40, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2014.

[17] Stipetić, A.: Infrastruktura željezničkog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

[18] Stipetić, A.: Kolodvori i kolodvorska postrojenja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

[19] Pravilnik o izradi i objavljivanju voznog reda u željezničkom prometu, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2009.

[20] I.A. Hansen, J. Pahl: Railway Timetable & Traffic–Analysis–Modelling-Simulation, EURAIL PRESS 2008.

[21] Uzdužni profil pruge M102 i M401, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb 2003.

[22] Badanjak, D., Bogović, B., Jenić, V.: Organizacija željezničkog prometa, Zagreb 2006.

[23] Hozjan, T.: Tehnički uvjeti infrastrastrukture za izradu voznog reda 2015 /2016 Konvencionalni vlakovi, 4. izmjene i dopune, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2016.

[24] Priručnik o željezničkim prugama, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2015.

[25] Pravilnik o održavanju gornjeg ustroja pruge, VI. izmjene i dopune, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, 2004.

## Popis slika:

Slika 1. Položaj kolodvora Sesvete u zagrebačkom čvoru
Slika 2. Kolodvorska blok postavnica (komandni stol kolodvora Sesvete)
Slika 3. Pogled na kolodvor Sesvete iz smjera Dugo Selo
Slika 4. Slika Sesveta s početka 20. stoljeća
Slika 5. Položaj Sesveta u odnosu na ostale gradske četvrti u Gradu Zagrebu
Slika 6. Urbana algomeracija Zagreb
Slika 7. Prometna mreža Sesveta
Slika 8. Autobusni terminal Sesvete sa položajem perona
Slika 9. Područje pokrivenosti dopunskim javnim gradskim prijevozom
Slika 10. Parkiralište u Ninskoj ulici
Slika 11. Ograđeno parkiralište unutar kolodvorskog područja
Slika 12. Shema kolodvora Sesvete
Slika 13. Korisne duljine kolosijeka u kolodvoru sa električnim relejnim postavnim uređajem
Slika 14. Signalni znaci jednostrukih skretnica
Slika 15. Signalni znaci križnih skretnica
Slika 16. Skretnica 19a/b u kolodvoru Sesvete
Slika 17. Međnik između drugog i trećeg kolosijeka
Slika 18. Iskliznica 2/I na prvom kolosijeku
Slika 19. Pješački prijelaz „B2“
Slika 20. ŽCP „Sesvetska Selnica“
Slika 21. Pregled glavnih signala, ŽCP-a i PP-a
Slika 22. Peroni u kolodvoru Sesvete
Slika 23. Osvjetljenje kolodvora i perona noću
Slika 24. Početak i kraj izoliranog preklopa
Slika 25. Shema napajanja i sekcioniranja kolodvora Sesvete
Slika 26. Prikaz glavnog izbornika za rute, puteve vožnje vlaka i skupove puta vožnje vlaka
Slika 27. Prikaz formiranja vlaka 2104 u Open Track-u
Slika 28. Prikaz voznog reda vlaka 2104 u Open Track-u
Slika 29. Područje prometovanja vlakova na relaciji Dugo Selo – Sesvete – Zagreb Borongaj u Open Track-u
Slika 30. Prikaz zadane simulacije u vremenu od 6.45 do 7.55 sati
Slika 31. Prikaz  kolodvora Sesvete u programskom paketu Open Track-u
Slika 32. Prijedlog poboljšanja infrastrukture kolodvora Sesvete u Open Track-u

## Popis tablica:

Tablica 1. Duljine kolosijeka u kolodvoru Sesvete
Tablica 2. Redovan položaj skretnica u kolodvoru

## Popis grafikona:

Grafikon 1. Prikaz broja stanovnika Sesveta u razdoblju 1971. – 2011. godine
Grafikon 2. Isječak grafikona voznog reda na pružnoj dionici Zagreb Glavni kolodvor – Sesvete – Dugo Selo
Grafikon 3. Broj vlakova kroz kolodvor Sesvete u 2016. godini
Grafikon 4. Prikaz simulacije zaustavljanja vlakova u grafikonu Open Track-a na lijevom kolosijeku
Grafikon 5. Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 0 do 12 sati u Open Track-u
Grafikon 6. Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 12 do 24 sata u Open Track-u
Grafikon 7. Prikaz konflikta vlaka 69331 s vlakom 69320 izrađen u Open Track-u
Grafikon 8. Prikaz prolaska vlakova 69331 i 69320 kada im se putevi vožnje sijeku izrađen u Open Track-u
Grafikon 9. Prikaz prolaska vlakova kroz kolodvor Sesvete (zatvoren 4. kolosijek, a ugrađene nove skretnice 24 i 25)
Grafikon 10. Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 0 do 12 sati, u Open Track-u
Grafikon 11. Prikaz vlakova u grafikonu voznog reda od 12 do 24 sata u Open Track-u

## Popis priloga:

Prilog 1. Tehnički uvjeti infrastrukture za  prugu M102
Prilog 2. Tehnički uvjeti infrastrukture za prugu M401

# Prilog 1

Tehnički uvjeti infrastrukture za  prugu M102

# PRILOG 1

Tablica 1. Tehnički uvjeti infrastrukture lijevi kolosijek, puge M102, [23]

| Naziv službenog mjesta | Funkcionalna točka | Točka na pruzi | Uzrok ograničenja | Kilometarski položaj | Najveća dopuštena brzina (km/h) | Stalno ograničenje | Brzina preko skretnica (km/h) pravac | skretanje | Dopuštena masa želj.vozila (t/os) | (t/m) | Odvojna pruga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pruga M102 Zagreb Gk - Dugo Selo (lijevi kolosijek)** | | | | | | | | | | | |
| ZAGREB GLAVNI KOLODVOR | prijelom brzine | kolodvor. zgrada | stanje SS uređaja + | 424+423 | ----- 80 | S 50 | 50 | 30 | ----- 22,5 | 8,0 | M102 |
| | S kraj ograničenja | skretnica 65 iz. | kolosij.geometrija | 425+380 | | --------- | | | | | |
| | **početak ograničenja** | **ispred vijadukta** | **stanje vijadukta** | **425+953** | | **----- 60** | | | | | |
| | **kraj ograničenja** | **iza vijadukta** | | **427+554** | | --------- | | | | | |
| Maksimir | | | | 428+103 | | | | | | | |
| **ZAGREB BORONGAJ** | prijelom brzine | kolodvor.zgrada | | **429+227** | ----- 140 | | 140 | 50 | | | |
| **Trnava** | | | | **430+159** | | | | | | | |
| **Čulinec** | | | | **431+290** | | | 140 | 50 | | | |
| | odvojna skretnica | skretnica 1T | | **431+417** | | | 140 | 50 | | | M406 |
| Sesvetska Sopnica (u izgradnji) | | | | 433+054 | | | | | | | |
| | **početak ograničenja** | **ispred signala** | **vidlj.sig.+st.gor.u.** | **433+070** | | **----- 60** | | | | | |
| **SESVETE** | | | + kolosij.geometrija | **434+998** | | S | 60 | 35 | | | |
| | S kraj ograničenja | skretnica 4 iz. | + uvjeti signaliz. | 435+755 | | --------- | | | | | |
| Sesvetska Sela (u izgradnji) | | | | 436+729 | | | | | | | |
| | početak ograničenja | ispred PP | propisana brzina PP | 439+619 | | ----- 100 | | | | | |
| | kraj ograničenja | iza PP | | 439+824 | | --------- | | | | | |
| **Sesvetski Kraljevac** | | | | **439+841** | | | | | | | |
| | S početak ograničenja | kr.skret. 21 ul. | uvjeti signalizir. | 444+501 | | ----- 55 | | | | | |
| DUGO SELO | prijelom brzine | kolodvor. zgrada | + stanje gor.ustr. | 445+155 | ----- 60 | S | 55 | 40 | ----- 22,5 | 8,0 | M201 |

Tablica 2. Tehnički uvjeti infrastrukture, desni kolosijek M102, [23]

| Naziv službenog mjesta | Funkcionalna točka | Točka na pruzi | Uzrok ograničenja | Kilometarski položaj | Najveća dopuštena brzina (km/h) | Stalno ograničenje | Brzina preko skretnica (km/h) pravac | skretanje | Dopuštena masa želj.vozila (t/os) | (t/m) | Odvojna pruga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pruga M102 Zagreb Gk - Dugo Selo (desni kolosijek)** | | | | | | | | | | | |
| DUGO SELO | prijelom brzine | kolodvor. zgrada | | 445+155 | ----- 140 | S | 55 | 40 | ----- 22,5 | 8,0 | M103 |
| | S kraj ograničenja | skretnica 22 iz. | | 444+501 | | --------- | | | | | |
| | početak ograničenja | ispred PP | propisana brzina PP | 440+019 | | ----- 100 | | | | | |
| **Sesvetski Kraljevac** | | | | **439+841** | | | | | | | |
| | kraj ograničenja | iza PP | | 439+814 | | --------- | | | | | |
| Sesvetska Sela (u izgradnji) | | | | 436+729 | | | | | | | |
| | S početak ograničenja | skretnica 1 ul. | stanje gor.ustr. | 435+755 | | ----- 60 | | | | | |
| **SESVETE** | | | kolosij.geometrija | **434+998** | | S | 60 | 35 | | | M401 |
| | kraj ograničenja | KPL | + uvjeti signaliz. | 433+850 | | --------- | | | | | |
| Sesvetska Sopnica (u izgradnji) | | | | 433+054 | | | | | | | |
| **Čulinec** | | | | **431+290** | | | | | | | |
| **Trnava** | | | | **430+159** | | | | | | | |
| **ZAGREB BORONGAJ** | prijelom brzine | kolodvor.zgrada | | **429+227** | ----- 80 | | 140 | 50 | | | |
| Maksimir | | | | 428+103 | | | | | | | |
| | **početak ograničenja** | **ispred vijadukta** | **stanje vijadukta** | **427+554** | | **----- 60** | | | | | |
| | **kraj ograničenja** | **iza vijadukta** | | **425+953** | | --------- | | | | | |
| | početak ograničenja | ulazni signal G,H | stanje SS uređaja + | 425+800 | | ----- 50 | | | | | |
| ZAGREB GLAVNI KOLODVOR | prijelom brzine | kolodvor. zgrada | kolosij.geometrija | 424+423 | ----- 80 | S | 50 | 30 | ----- 22,5 | 8,0 | M202<br>M101<br>M502 |

# Prilog 2

Tehnički uvjeti infrastrukture za prugu M401

# PRILOG 2

Tablica 3. Tehnički uvjeti infrastrukture, desni kolosijek M401, [23]

| Naziv službenog mjesta | Funkcionalna točka | Točka na pruzi | Uzrok ograničenja | Kilometarski položaj | Najveća dopuštena brzina (km/h) | Stalno ograničenje | Brzina preko skretnica (km/h) pravac | skretanje | Dopuštena masa želj.vozila (t/os) | (t/m) | Odvojna pruga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pruga M401 Sesvete – rsp. Sava (desni kolosijek)** | | | | | | | | | | | |
| SESVETE | prijelom brzine | kolodvor. zgrada | | 434+998 | ----- 40 | | 40 | 35 | ----- 22,5 | 8,0 | M102 |
| | # prijelom stacionaže | skretnica 18 iz. | | 434+719 | | | | | | | |
| | # prijelom stacionaže | skretnica 18 iz. | | 0+279 | | | | | | | |
| | # poč. stacioniranja | hektomet. oznaka | | 0+400 | | | | | | | |
| ZAGREB RESNIK | | | | 4+196 | | | 40 | 40 | | | |
| ZAGREB ŽITNJAK | | | | 8+578 | | | 40 | 35 | | | |
| | početak ograničenja | ispred mosta | uvjeti kateg. mosta | 9+900 | | ----- 10 | | | | | |
| | kraj ograničenja | iza mosta | | 10+350 | | --------- | | | | | |
| Sava | | | | 10+444 | | | - | 35 * | | | M402-A<br>M402-B<br>M407 |

Tablica 4. Tehnički uvjeti infrastrukture, desni kolosijek M401, [23]

| Naziv službenog mjesta | Funkcionalna točka | Točka na pruzi | Uzrok ograničenja | Kilometarski položaj | Najveća dopuštena brzina (km/h) | Stalno ograničenje | Brzina preko skretnica (km/h) pravac | skretanje | Dopuštena masa želj.vozila (t/os) | (t/m) | Odvojna pruga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pruga M401 Sesvete – rsp. Sava (lijevi kolosijek)** | | | | | | | | | | | |
| Sava | | | | 10+444 | | | 40 | 35 | | | M407 |
| | početak ograničenja | ispred mosta | uvjeti kateg. mosta | 10+350 | | ----- 10 | | | | | |
| | kraj ograničenja | iza mosta | | 9+900 | | --------- | | | | | |
| ZAGREB ŽITNJAK | | | | 8+578 | | | 40 | 35 | | | |
| ZAGREB RESNIK | | | | 4+196 | | | 40 | 40 | | | M406 |
| | # kraj stacioniranja | hektomet. oznaka | | 0+400 | | | | | | | |
| | # prijelom stacionaže | skretnica 22A ul. | | 0+356 | | | | | | | |
| | # prijelom stacionaže | skretnica 22A ul. | | 434+686 | | | | | | | |
| SESVETE | prijelom brzine | kolodvor. zgrada | | 434+998 | ----- 40 | | 40 | 35 | ----- 22,5 | 8,0 | M102 |

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 **PRIJEDLOG UNAPREĐENJA ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE I KAPACITETA KOLODVORA SESVETE**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 15. 09. 2017.

(potpis)

University of Zagreb
Faculty of Transport and Traffic Sciences
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

# DECLARATION OF ACADEMIC INTEGRITY AND CONSENT

I declare and confirm by my signature that this diplomski rad is an exclusive result of my own work based on my research and relies on published literature, as can be seen by my notes and references.

I declare that no part of the thesis is written in an illegal manner, nor is copied from unreferenced work, and does not infringe upon anyone's copyright.

I also declare that no part of the thesis was used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.

I hereby confirm and give my consent for the publication of my diplomskog rada titled **PROPOSAL FOR UPGRADE OF RAILWAY INFRASTRUCTURE AND TRANSPORT CAPACITY OF SESVETE RAILWAY STATION**

on the website and the repository of the Faculty of Transport and Traffic Sciences and the Digital Academic Repository (DAR) at the National and University Library in Zagreb.

Student:

In Zagreb, 15 September 2017.

Nedjeljka Jurić
*(signature)*