

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Prometna smer

Kandidatka:
Marjeta Škufca

Možnost ponovne vzpostavitve primestnega potniškega prometa na progi Ljubljana - Kočevje

Diplomska naloga št.: 3175

Mentor:
prof. dr. Bogdan Zgonc

Somentor:
asist. Darja Šemrov

Ljubljana, 27. 6. 2011

POPRAVKI

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **MARJETA ŠKUFCA** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:
»**Možnost ponovne vzpostavitve primestnega potniškega prometa na progi Ljubljana–
Kočevje**«

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 10.6.2011

.....

(podpis kandidatke)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	656.025.2 (043.2)
Avtor:	Marjeta Škufca
Mentor:	prof. dr. Bogdan Zgonc
Somentorica:	asist. Darja Šemrov
Naslov:	Možnost ponovne vzpostavitve primestnega potniškega prometa na progi Ljubljana-Kočevje
Obseg in oprema:	85 str., 9 pregl., 53 sl., 10 graf., 2 pril.
Ključne besede:	taktni vozni red, železniška proga Ljubljana–Kočevje, eksterni stroški, OpenTrack

Izvleček

V Sloveniji je po statističnih podatkih Slovenskih železnic uporabnikov železniškega potniškega prometa zelo malo. Zato v prvem delu diplomske naloge predstavimo železnico kot alternativno prevozno sredstvo in dejavnike, ki vplivajo na odločitev za prevoz z vlakom. Če bi ljudem ponudili dober vozni red z visoko frekvenco voženj vlakov in jih podučili o vplivih železniškega prometa na okolje, bi bilo morda potencialnih uporabnikov več. Vzporedno bi lahko rešili tudi vsakodnevne zastoje, ki ob prometnih konicah nastajajo na mestnih vpadnicah. Ena izmed problematičnih cestnih povezav je iz Kočevja proti Ljubljani, kjer se ob koničnih urah pojavljajo zastoji skozi Škofljico. Gostoto prometa smo analizirali s pomočjo podatkov na števnih mestih. Uporabniki te ceste imajo samo eno alternativo, t.j. avtobusni prevoz, ki pa je po času potovanja in ceni vozovnice nekonkurenčen uporabi osebnega vozila. Glede na to, da so obnovitvena dela železniške proge Grosuplje–Kočevje v izvajanju, smo v nadaljevanju diplomskega dela analizirali njeno obnovo.

Za zmanjšanje zastojev želimo preusmeriti potnike na vlak, zato je bil naš cilj izdelati potnikom prijazen vozni red. Za izdelavo smo potrebovali znanje teorije zavarovanja voženj vlakov in teorije voznega reda. Model železniške infrastrukture na progi Ljubljana–Kočevje, vlak, ki vozi na tej relaciji, in vozni red smo izdelali s programsko opremo OpenTrack, ki simulira vožnje vlakov. S simulacijo smo preverili, če bo obnovljena infrastruktura Ljubljana–Kočevje omogočala uvedbo taktnega prometa, in sicer 40 minutni taktni vozni red na progi Grosuplje–Kočevje in 20 minutni taktni vozni red na odseku proge Ljubljana–Grosuplje, kjer smo upoštevali tudi obstoječo vožnjo vlaka Ljubljana–Novo mesto.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 656.025.2 (043.2)

Author: Marjeta Škufca

Supervisor: Professor Bogdan Zgonc, Ph. D., C. E.

Co-supervisor: Assist. Darja Šemrov, C. E.

Title: Possibility of restoring suburban passenger services on the route Ljubljana-Kočevje

Scope and tools: 85 p., 9 tab., 53 fig., 10 graph., 2 ann.

Keywords: cyclic timetable, railway line Ljubljana–Kočevje, external costs, OpenTrack

Abstract

According to Slovenian railway statistics there are too few railway users in Slovenia. Therefore in the first part of this graduation thesis a rail as alternative mean of transport and factors that influence on decision to use railway transport are presented. We can achieve better modal split for railway with attractive timetable, high train frequency and public awareness of the rail and road transport environment impacts. A railway transport is also a good solution for the road congestions reduction at peak hours. This graduation thesis discusses road congestions on road Kočevje–Ljubljana, where in the peak hours a road congestion trough Škofljica occurs daily. Traffic volume was analyzed according to automatic traffic detectors data. Drivers on this road have only one alternative, bus service, which can't compete with personal traffic due to long travel time and high fare. At the moment the railway line Grosuplje–Kočevje renewal is in progress and is analyzed in this graduation thesis.

Good solution for road congestion reduction is to divert daily migrants to the train, so our goal was to develop passenger-friendly schedule. For timetable construction a train dispatching and timetable theory knowledge is required. Railway infrastructure on the line Ljubljana–Kočevje, train running on this line and the timetable has been modeled with the software OpenTrack, which simulates the railway traffic. Our goal was to verify if the renovated railway infrastructure Ljubljana - Kočevje allows the introduction of cyclic timetable with train departure every 40 minutes from Kočevje to Ljubljana and train departure every 20 minutes from Grosuplje to Ljubljana. Existing timetable on line Ljubljana–Novo mesto was taken into account.

ZAHVALA

Diplomska naloga je zaključek mojih študijskih dni na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo.

Ob tej priložnosti se zahvaljujem mentorju prof. dr. Bogdanu Zgoncu za nasvete pri snovanju diplome. Iskreno se zahvaljujem somentorici asist. Darji Šemrov za brezmejno pomoč pri reševanju dilem, potrpljenje in vodenje pri pisanju diplome. Hvala za marsikatero prosto soboto, ki sva jo v študijske namene preživeli skupaj. Darja hvala! Zahvaljujem se Juretu Velkavrhju za pomoč, potrpljenje in za vse nasvete. Zahvala gre tudi doc. dr. Marijanu Žuri, ki je s svojimi vprašanji velikokrat botroval k razmišljanju in dajal iztočnice za nadaljnjo delo.

Študij so mi omogočili moji starši, katerim se ob tej priložnosti iskreno zahvaljujem. Hvala vam za spodbude v težkih trenutkih. Hvala tebi, oči, za gradbeniške nasvete in pogovore. Hvala sestrama, ki sta me prenašali v dnevih moje tečnobe. Vaša brezmejna pomoč in podpora sta nenadomestljivi.

Zahvaljujem se študijskim kolegom, ki so mi lepšali in popestrili študijske dni ter jih kljub obilici resnega dela naredili zabavne.

Hvala tudi vsem prijateljem, ki so me vzpodbujali in poskrbeli za sproščujoče trenutke v času študija, ki so mi dali dodatno energijo pri doseganju cilja postati univerzitetna diplomirana inženirka gradbeništva.

Hvala tudi tebi, Toni, za vzpodbudo, podporo in razumevanje.

Marjeta

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev področja in opis problema	1
1.2	Namen in cilji	2
2	ŽELEZNICA KOT ALTERNATIVNO PREVOZNO SREDSTVO	3
2.1	Poglavitni dejavniki pri odločitvi za prevoz z vlakom.....	3
2.2	Prednosti železniškega prometa	4
2.2.1	Eksterni stroški	5
2.2.1.1	Stroški zastojev	5
2.2.1.2	Stroški prometnih nesreč	6
2.2.1.3	Stroški onesnaženja zraka	6
2.2.1.4	Stroški zaradi hrupa	6
2.2.1.5	Klimatske spremembe	8
2.2.1.6	Drugi eksterni stroški	8
2.2.2	Primerjava vrednosti eksternih stroškov v cestnem in železniškem prometu.....	9
3	POTNIŠKI PROMET NA RELACIJI LJUBLJANA–KOČEVJE.....	12
3.1	Analiza prometa na cestni povezavi Ljubljana–Kočevje z osebnimi vozili.....	16
3.2	Analiza prometa na cestni povezavi Ljubljana–Kočevje z avtobusi	17
3.3	Analiza prometa na železniški progi Ljubljana–Kočevje	21
3.4	Trend rasti prometa	22
4	ŽELEZNIŠKA INFRASTRUKTURA.....	25
5	ŽELEZNIŠKA PROGA LJUBLJANA–KOČEVJE.....	27
5.1	Stanje proge Grosuplje–Kočevje pred obnovo	29
5.1.1	Stanje zgornjega ustroja pred obnovo.....	30
5.1.2	SV naprave pred obnovo	32
5.1.3	Nivojski prehodi pred obnovo.....	33
5.1.4	Spodnji ustroj pred obnovo	34
5.2	Načrt obnove proge Grosuplje–Kočevje.....	35
5.3	Stanje proge Grosuplje–Kočevje po obnovi	37
5.3.1	Stanje zgornjega ustroja po obnovi.....	39

5.3.2	SV naprave po obnovi	41
5.3.3	Nivojski prehodi po obnovi	42
5.3.4	Spodnji ustroj po obnovi	42
5.4	Postaje	44
5.4.1	Ljubljana	45
5.4.2	Ljubljana Vodmat (postajališče)	46
5.4.3	Ljubljana Rakovnik	46
5.4.4	Škofljica	47
5.4.5	Šmarje - Sap (postajališče)	47
5.4.6	Grosuplje	48
5.4.7	Dobropolje	49
5.4.8	Velike Lašče (postajališče)	50
5.4.9	Ortnek	51
5.4.10	Ribnica	53
5.4.11	Kočevje–končna postaja	54
5.5	Vozni park	55
6	ZAVAROVANJE VOŽNJE VLAKOV	57
6.1	Zavarovanje vožnje vlakov na odprti progi	57
6.1.1	Zavorna pot, prostorski odsek in prepeljevalna pot	58
6.1.2	Signali	59
6.1.3	Zavarovanje voženj vlakov z dogovarjanjem	59
6.1.4	Zavarovanje voženj vlakov s pomočjo tehničnih sredstev	60
6.2	Zavarovanje voženj vlakov na postajah	64
6.2.1	Vozna pot	64
6.2.2	Postavljalne naprave	65
7	VOZNI RED	67
7.1	Splošno	67
7.2	Dokumenti voznega reda	67
7.2.1	Grafikon prometa vlakov	68
7.2.2	Program omrežja	68
7.3	Izdelava in uveljavitev voznega reda	68
8	MODEL ŽELEZNIŠKE INFRASTRUKTURE IN VOZNI RED NA PROGI LJUBLJANA–KOČEVJE	70
8.1	OpenTrack	70

8.1.1	Vhodni podatki	70
8.1.1.1	Železniška infrastruktura	71
8.1.1.2	Vlak	74
8.1.1.3	Vozni red	75
8.1.2	Rezultati	76
8.2	Primerjava cestne povezave in železnice	79
9	ZAKLJUČEK	82
	LITERATURA IN VIRI	84

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primerjava eksternih stroškov cestnega in železniškega potniškega prometa ob upoštevanju povprečne obremenitve prevoznega sredstva.....	9
Preglednica 2: Vozni red avtobusov Kočevje–Ljubljana	19
Preglednica 3: Vozni red avtobusa Grosuplje–Ljubljana	20
Preglednica 4: Odhodi mestnega avtobusa 3b iz Škofljice proti Ljubljani	21
Preglednica 5: Vozni red vlaka Novo mesto-Ljubljana na odseku proge Grosuplje-Ljubljana	22
Preglednica 6: Elementi ZU železniške infrastrukture na progi Ljubljana-Kočevje.....	44
Preglednica 7: Odhodi vlakov Kočevje-Ljubljana iz postaje Kočevje	76
Preglednica 8: Odhodi vlakov Kočevje–Ljubljana in Grosuplje–Ljubljana iz postaje Grosuplje	77
Preglednica 9: Odhodi vlakov Ljubljana–Kočevje in Ljubljana–Grosuplje iz postaje Ljubljana	77

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Urni promet osebnih vozil v smeri Ljubljane	16
Grafikon 2: Urni promet osebnih vozil v smeri Kočevja.....	17
Grafikon 3: Urni promet avtobusov v smeri Ljubljane	18
Grafikon 4: Urni promet avtobusov v smeri Kočevja.....	18
Grafikon 5: Trend rasti prometa na števnem mestu Škofljica	22
Grafikon 6: Trend rasti prometa na števnem mestu Žlebič	23
Grafikon 7: Trend rasti prometa na števnem mestu Stara Cerkev	23
Grafikon 8: Geometrija tira na odseku proge Grosuplje–Ortnek	37
Grafikon 9: Geometrija tira na odseku proge Ortnek–Kočevje.....	38
Grafikon 10: Večanje koristi v odvisnosti večanja števila uporabnikov vlaka	81

KAZALO SLIK

Slika 1: Prometni tokovi železniškega prometa v vozlišču Ljubljana.....	11
Slika 2: Spremembe števila prebivalstva občin v Sloveniji, Popis 2002.....	13
Slika 3: Shema števnih mest ter povezava Ljubljane s Kočevjem s cesto in železniško progjo	15
Slika 4: Vzdolžni profil proge Grosuplje–Kočevje	28
Slika 5: Ortofoto posnetek skladišča državnih rezerv nafte v Ortneku z železniško povezavo	29
Slika 6: Potok Podlomščica na območju proge.....	30
Slika 7: Dotrajane tirnice, pragi ter vezni in pritrdilni pribor na postaji Kočevje	31
Slika 8: Stik na dvojnem pragu.....	31
Slika 9: Pritrdilni pribor in topolova ploščica	32
Slika 10: Žicevod ob progi Grosuplja–Spodnja Slivnica.....	33
Slika 11: Žicevod v betonski kineti na postaji Ribnica.....	33
Slika 12: Mehanska zapornica v Kočevju	34
Slika 13: Dotrajani jekleni most čez Podlomščico pri Spodnji Slivnici	35
Slika 14: Prečni presek zgornjega in spodnjega ustroja obstoječe železniške proge.....	35
Slika 15: Faze posodobitve proge Grosuplje–Kočevje	36
Slika 16: Postopek gradnje železnice od zgoraj navzdol	39
Slika 17: Novo vgrajene tirnice s K sistemom pritrditve na nove prage	40
Slika 18: Nov zgornji ustroj v Velikih Laščah	40
Slika 19: Betonska kineta za SV napeljavo v Velikih Laščah.....	41
Slika 20: Novi nosilni drogovi za samonosilni optični in TK kabel	42
Slika 21: Novi montažni propust na odprti prog Velike Lašče–Ortnek	43
Slika 22: Nov AB propust na progi pri Predolah v fazi gradnje	43
Slika 23: Tirna shema glavne železniške postaje Ljubljana.....	45
Slika 24: Postajališče Ljubljana Vodmat.....	46

Slika 25: Tirna shema postaje Ljubljana–Rakovnik	46
Slika 26: Tirna shema postaje Škofljica.....	47
Slika 27: Postajno poslopje na postajališu Šmarje - Sap.....	48
Slika 28: Tirna shema postaje Grosuplje.....	48
Slika 29: Idejni načrt ureditve postajnega območja Grosuplje	49
Slika 30: Tirna shema postaje Dobropolje.....	50
Slika 31: Tirna shema postajališča Velike Lašče.....	50
Slika 32: Postajališče Velike Lašče po obnovi.....	51
Slika 33: Tirna shema postaje Ortnek	51
Slika 34: Postaja Ortnek pred obnovo.....	52
Slika 35: Postaja Ortnek med obnovo	52
Slika 36: Tirna shema postaje Ribnica	53
Slika 37: Postaja Ribnica v neobnovljenem stanju	53
Slika 38: Tirna shema končne postaje Kočevje	54
Slika 39: Železniška postaja Kočevje pred obnovo.....	54
Slika 40: Leseni pragi (levo) in jekleni pragi (desno) na železniški postaji Kočevje.....	55
Slika 41: Garnitura serije 713-715.....	56
Slika 42: Prostorski razmik.....	58
Slika 43: Vrste prostorskih odsekov	59
Slika 44: Zavarovanje zaporednih vlakov	61
Slika 45: Zavarovanje vožnje nasprotnih vlakov.....	62
Slika 46: Shema postopka zavarovanje vožnje vlakov s tehničnimi sredstvi na enotirni progi	63
Slika 47: Postavljalna miza na glavni železniški postaji v Ljubljani	66
Slika 48: Shematični prikaz železniške proge s postajami in postajališči.....	72
Slika 49: Vozna pot vlaka na postaji (ang. Route)	73
Slika 50: Prostorski razmik na odprti progi (ang. Route).....	74
Slika 51: Relacija vlaka (ang. Itinerary)	74

Slika 52: Vlečni list "kanarčka"	75
Slika 53: Shematični prikaz prog avtobusnega in železniškega prometa v Ljubljani	79

SEZNAM PRILOG

Priloga A: GRAFIKON VOZNEGA REDA LJUBLJANA–KOČEVJE V JUTRANJI KONICI

Priloga B: GRAFIKON HITROSTI V ODVISNOSTI OD POTI VLAKA V SMERI
LJUBLJANA–KOČEVJE

SEZNAM KRATIC

AB	armiranobetonski
APB	avtomatski progovni blok
EE	elektroenergetski
ID	identifikacijski
JŽI	javna železniška infrastruktura
MO	medpostajna odvisnost
NZT	neprekinjeno zvarjen tir
PLDP	povprečni letni dnevni promet
SV	signalnovarnostni
SŽ	Slovenske železnice
TK	telekomunikacijski
ZU	zgornji ustroj

1 UVOD

1.1 Opredelitev področja in opis problema

Področje mojega diplomskega dela je študija možnosti ponovne vzpostavitve primestnega potniškega prometa na delno že rekonstruirani kočevski železniški progi, ki bi ponovno povezala Kočevje z Ljubljano.

Na dolenskem koncu Slovenije, se vsako jutro do Ljubljane vali neskončno dolga kolona vozil. Vozila se v strnjeni koloni vozijo že od naselja Klanec skozi celotno Škofljico, do konca Lavrice, kjer promet končno steče. V popoldanski konici ni dosti boljše le, da se kolona prične že pri semaforju na Rudniku in se konča po prečkanju železniške proge na Škofljici. Dnevne migracije prebivalcev iz Kočevja, Ribnice, Velikih Lašč, Turjaka, Škofljice in Lavrice so dosti večje od kapacitete, ki jo premore regionalna cesta Kočevje–Ljubljana, ki je poleg velikega števila prometa še zelo nevarna. Vsako leto namreč poslušamo tudi o smrtnih žrtvah na tej cesti.

Za rešitev tega problema je že nekaj let govora o izgradnji obvoznice Škofljica, katere umestitev v prostor zaradi različnih okoliščin še vedno ni dokončno sprejeta. Do Škofljice je bila v lanskem letu uvedena avtobusna mestna proga javnega potniškega prometa 3b, ki se je izkazala za učinkovito. Pojavlja se že problem parkirnih mest, saj se nekateri poslužujejo sistema parkiraj in odpelji (ang. park and ride).

Ena od možnosti za omilitev problema povezave kočevskega konca z Ljubljano je tudi ponovna uvedba železniškega potniškega prometa, za začetek na relaciji Ljubljana-Ribnica, kasneje do Kočevja. V letu 2006 je bil namreč sprejet nacionalni načrt za obnovo železniške proge Grosuplje–Kočevje. V prvi fazi (2008-2011) so obnovili odsek Grosuplje-Ortnek. Sredstev za nadaljevanje, oziroma obnovo druge faze proge do Kočevja, za enkrat v državnem proračunu ni zagotovljenih v celoti, čeprav se je država obvezala, da progo na tej relaciji v celoti posodobi. Kot skrajnji rok se večkrat omenja leto 2014.

Da bi zagotovili preusmeritev potnikov z osebnih vozil na železniški promet, je potrebno vzpostaviti sistem, ki bo konkurenčen v cenah in kakovosti, ter sistem, ki bo nudil ustrezne informacije, usklajene vozne rede, udobnost, točnost in rednost. Dejstvo je, da je transport po železnici ekološko in varnostno najbolj sprejemljiv transport, ki hkrati zmanjša mestno ali primestno prometno gnečo.

1.2 Namen in cilji

Namen diplomskega dela je predstaviti možno alternativo vožnji v dolgih kolonah z osebnimi vozili skozi Škofljico s ponovno uvedbo primestnega potniškega prometa na obnovljeni progi Ljubljana-Kočevje. Namen je tudi prikazati dejavnike, ki s strani potnika vplivajo na izbiro prometnega sredstva, in predstaviti prednosti uporabe vlaka z vidika okoljevarstva in varnosti.

Cilj je s pomočjo s programske opreme OpenTrack izdelati za potnike privlačen taktni vozni red za povezavo Ljubljana-Grosuplje in Ljubljana-Kočevje za potniški promet v prometni konici, uvedba katerega bi pripomogla k zmanjšanju cestnega prometa iz smeri Kočevja in Grosuplja proti Ljubljani.

2 ŽELEZNICA KOT ALTERNATIVNO PREVOZNO SREDSTVO

Za Slovenijo je značilno, da predstavljajo osebna vozila pri njenih državljanih še vedno najbolj priljubljeno prevozno sredstvo. To lahko vidimo predvsem po velikih gnečah na cestah, posebej v konicah, in iz statističnih podatkov uporabe vlakov Slovenskih železnic. Posledično je večja tudi onesnaženost zraka. Kljub temu, je ljudi težko prepričati, da bi namesto avtomobila uporabljali vlak ali drugo javno prevozno sredstvo in se tako odpovedal določenemu ugodju. Zato je potrebno potencialnega potnika oziroma uporabnika javnega prevoznega sredstva najprej seznaniti s prednostmi in kvalitetami storitev. Nanj je potrebno vplivati z informacijami o cenah vozovnic, voznem redu, obstoječih in novih ponudbah.

2.1 Poglavitni dejavniki pri odločitvi za prevoz z vlakom

Na tem mestu lahko naštejemo prednosti železniškega transporta, ki bi lahko vplivale na večjo uporabo vlakov in na lažjo odločitev za prevoz z vlakom. Ogorelc (2004, 51) navaja naslednje prednosti:

- možnost množičnega transporta,
- relativno velika hitrost,
- velika točnost (vožnja po voznem redu),
- velika varnost in udobnost prevoza,
- precejšnja dostopnost,
- manjši hrup in onesnaženje zraka,
- razmeroma nizka poraba energije.

Vlak je prevozno sredstvo, ki lahko naenkrat prepelje veliko število potnikov z relativno visoko hitrostjo. Hitrosti na slovenskih progah so odvisne od vlaka, zmogljivosti lokomotive, predvsem pa od stanja železniške infrastrukture. Infrastruktura je dotrajana, zato so predpisane nizke omejitve hitrosti.

Potniki se pri izbiri prevoznega sredstva odločajo ravno na osnovi dejavnikov, ki imajo v današnjem svetu velik pomen. Na potnikovo odločitev vplivajo dobra organizacija in eksploatacijske značilnosti prevoza (Prepevnik, 1995).

Prva taka značilnost je *varnost prevoza*, ker je vsako gibanje vozila povezano z določenim tveganjem zaradi sicer mogočih, a nepričakovanih konfliktnih situacij in nevarnosti za potnike. Udeleženci v prometu pričakujejo takšen sistem, ki bo v skladu z njihovimi pričakovanji in potrebami. Glede na to, da smo skoraj vsi vsak dan udeleženci v prometu, se moramo zavedati, da vsak od nas pomembno prispeva k splošni varnosti drugih in sebe. V dvajsetletnem obdobju (1980-2000) je število nezgod v slovenskem železniškem prometu v stalnem upadanju.

Druga značilnost je *hitrost prevoza*, ki je odvisna od tehničnih in eksploatacijskih značilnosti posameznih prevoznih sredstev in transportnih poti. Vpliva na kvaliteto prevozne storitve in na prevozno sposobnost posameznih prometnih podsistemov, na upravljanje finančnih sredstev, znižanje...

Na potnikovo odločitev vpliva tudi *ekonomičnost*. Izrazimo jo s ceno prevozne storitve, ki je odvisna od teže vozila, moči motorja, potrošnje goriva, cene vozila in hitrosti vožnje.

Udobnost prevoza je občutek lagodnosti vsakega potnika in bistveno vpliva na izbiro prevoznega sredstva. Nanj vplivajo gibanje vozila, mikroklima v vozilu, hitrost poslovanja, kroženje potnikov v vozilu, osvetlitev vozila in vidljivost vozila.

Za uporabnike javnega potniškega prometa je zelo pomembno, da se promet opravi točno, po vnaprej načrtovanem časovnem roku, ki se objavlja v voznem redu, zato je *točnost prevoza* pomemben dejavnik.

Odraž dobre organizacij je tudi *rednost prevoza*, ki predstavlja prevoz brez prekinitve. V praksi se prekinitve pojavljajo zaradi različnih sprememb, kot so neugodne vremenske razmere, prometne nesreče, okvara vozila in druge izredne razmere.

Velik vpliv na odločitev uporabnika pri primestnem prometu vlakov imata tudi *frekvenca oz. pogostost vožnje vlakov in potovalni čas*.

Za ovrednotenje upravičenosti investicij in oceno ekonomičnosti so pomembni drugi dejavniki, kot npr. hrup, onesnaževanje, število nezgod v preteklosti ipd., ki so za lažje ovrednotenje izraženi z eksternimi stroški, predstavljenimi v nadaljevanju.

2.2 Prednosti železniškega prometa

Z vidika porabe energije, negativnih vplivov na okolje, porabe prostora in varnosti prometa ima železnica veliko prednost pred drugimi panogami transporta, zlasti pred cestami. V

železniškem prometu se na enoto dela porabi povprečno 3,5-krat manj energije, varnost pa je 24-krat večja kot v cestnem prometu (Zgonc, 2003).

Prednosti železniškega prometa v odnosu z drugimi prometnimi podsistemi se odražajo predvsem na področju eksternih stroškov, s katerimi te prednosti tudi najlažje ovrednotimo.

2.2.1 Eksterni stroški

Eksterni stroški so stroški, ki jih pokriva družba kot celota in ne le njihov povzročitelj. To so torej stroški, s katerimi posamezna vrsta prometa vpliva na človeka in okolje. Ti stroški so ekonomsko ovrednoteni.

Eksterni stroški so razlika med družbenimi stroški in privatnimi stroški. Privatni stroški so eksplicitni in so lahko merljivi, medtem ko promet in vsi njegovi vplivi ustvarjajo neke vrste družbene stroške. Osebni stroški uporabnikov prometnih sredstev so stroški nakupa, vzdrževanja in uporabe vozila ter stroški voznika. Eksterni stroški uporabe prometne infrastrukture, ki jih je mogoče finančno ovrednotiti, so stroški pri izgradnji in vzdrževanju, stroški zastojev, stroški prometnih nesreč in okoljski stroški. Izgube družbenega pomena pa so izguba časa, vpliv na zdravje ipd.

2.2.1.1 Stroški zastojev

Uporabniki imamo na voljo omejene kapacitete prometne infrastrukture in zaradi obnašanja vsakega izmed nas lahko prihaja do zastojev. Stroški zastojev imajo interno in eksterno komponento. Interna komponenta je tista, ki prizadene vsakega uporabnika prometne infrastrukture (zamuda, izguba časa, večja poraba pogonskih goriv itd.), eksterna komponenta pa tista, ki prizadene okolje in celotno skupnost.

Povečana obremenitev prometne infrastrukture povzroči *podaljšanje potovalnega časa*, ki je najpomembnejša posledica zastojev in sestoji iz stroškov izgube časa (vrednost časa) ter stroškov izgube potovalnega časa (vrednost prihranka potovalnega časa). *Strošek prevoznega sredstva in operativni stroški*, vključno z amortizacijo in prevoznim osebjem, se povečajo. Zaradi večje porabe v razmerah neprestanega pospeševanja in zaviranja se pojavijo *dodatni stroški pogonskih goriv*, kajti poraba goriva v zgoščenem prometu predstavlja približno 10 % večje stroške v primerjavi z vožnjo v normalnih voznih pogojih. *Zmanjša se zanesljivost točnega prihoda na cil*, kajti vrednost časa je večja v primeru zamud

v primerjavi z običajnimi razmerami zaradi nezanesljivosti pri napovedovanju potovalnega časa. Pri preobremenjenih cestah nastaja problem *pomanjkanja infrastrukturnih kapacitet*, saj prihaja ob zgoščanju prometa do zastojev, ker infrastruktura preko ozkih grl ne omogoča pretoka vsem vozilom. Na železnici so povečini kapacitete še proste.

2.2.1.2 Stroški prometnih nesreč

Stroški prometnih nesreč so materialna škoda, administrativni stroški, zdravstveni stroški, izpad proizvodnje (oz. produkta delovne aktivnosti) in psihične posledice, ki jih povzročijo prometne nesreče.

2.2.1.3 Stroški onesnaženja zraka

Onesnaženje zraka povzročajo emisije polutantov (npr. NO_x , SO_2) in zajemajo stroške zdravja (npr. vdihavanje finih delcev in raven ozona), poškodbe materialov in zgradb (npr. degradacija fasad in drugih zaključnih elementov zaradi kislin, kot so NO_x in SO_2), manjši kmetijski pridelek (prizadeti ekosistemi zaradi ozona in SO_2) ter vpliv na biotsko raznolikost in ekosisteme (onesnaževanje podtalnice preko odlaganja kislin, nitritov in težkih kovin).

Stroški zdravja so daleč najpomembnejša kategorija stroškov. Tudi raziskave dejanskih posledic so na tem področju najbolj natančne in dajejo najbolj zanesljive in točne podatke o višini stroškov.

2.2.1.4 Stroški zaradi hrupa

Hrup opišemo kot neželen glas oz. trajanje in intenzivnost glasu, ki fiziološko in psihološko prizadene človeka. Pomembni dejavniki pri vplivu hrupa so čas v dnevu in raven intenzivnosti hrupa (Swedish Environment Protection Agency, 2002/2003).

Zaradi hrupa ločimo dve vrsti stroškov. Prvi so *stroški motenj*, ki zajemajo družbene in ekonomske stroške zaradi zmanjšanja zadovoljstva in neugodja. Drugi so *stroški vpliva na zdravje*, ker hrup prometa lahko povzroči tudi fizične poškodbe in okvare zdravja.

Okoljski hrup predstavlja enega najresnejših okoljskih vzrokov za breme bolezni v Evropi. Večji problem predstavlja le onesnaženost zraka. Izpostavljenost nivojem hrupa nad 85 dB

lahko privede do trajnih poškodb sluha. Nižje ravni hrupa pa lahko povzročajo stresne reakcije, kot so sprememba ritma bitja srca, povečan krvni tlak in nevarnost bolezni srca in ožilja. Hrup prometa pri nekaterih ljudeh vpliva tudi na zmanjšanje kakovosti spanja. Še posebej ranljive skupine so otroci in starejši. Posredno se ti stroški pokažejo v stroških zdravstva, stroških zmanjšanja produktivnosti in stroških zaradi povečanja umrljivosti.

V cestnem prometu gre predvsem za hrup pogona in vožnje (premikanja), pri čemer je raven obojega odvisna od hitrosti vožnje. Raven hrupa je odvisna še od vrste vozila (deleža težkih tovornjakov), vrste pnevmatik in stanja vozila. Dejavniki so tudi starost vozila, naklon cestišča in stanje površine cestišča ter prisotnost protihrupnih ograj. V urbanih okoljih je pomemben dejavnik še način vožnje (intenzivnost in pogostost pospeševanj).

V železniškem prometu je prevladujoča komponenta hrupa zvok, ki nastane na stiku med kovinskimi kolesi in kovinsko tirnico. Raven hrupa je odvisna od hitrosti vlaka, vrste vagonov ter stanja tirnic in koles. Dejavniki so tudi vrsta zavor vlaka, dolžina vlaka in prisotnost protihrupnih ograj.

Ocena bremena bolezni v zahodnih evropskih državah je pokazala, da je eden od treh Evropejcev vznemirjen zaradi hrupa podnevi, v nočnem času pa enega od petih Evropejcev hrup moti med spanjem (Poročilo Svetovne zdravstvene organizacije, 2011). S sprejetjem direktive o okoljskem hrupu (Direktiva 2002/49/ES, 2004) smo tudi v Sloveniji dobili prve strateške karte hrupa za mesto Ljubljana za pomembne ceste in železniške proge, ki predstavljajo podlago za ukrepe za zmanjševanje izpostavljenosti hrupu prometa. Rezultati kartiranja hrupa v Sloveniji so pokazali, da je npr. v Ljubljani podnevi letnemu povprečnemu hrupu nad 55 dB izpostavljenih več kot 30% Ljubljančanov, in sicer 168.700 zaradi cestnega prometa, 11.300 zaradi železniškega prometa in 400 zaradi industrije. Enakemu nivoju hrupa je izpostavljenih še 136.400 prebivalcev, ki živijo ob glavnih cestah, in 10.100 prebivalec ob glavnih železniških progah izven Ljubljane. V nočnem času je v Ljubljani izpostavljenih 114.000 prebivalcev hrupu cestnega prometa, 8.800 hrupu železniškega prometa in 250 industrijskemu hrupu. Izven Ljubljane pa v hrupnem okolju ponoči živi 85.800 prebivalcev ob cestah in 8.700 ob glavnih železniških progah. Upoštevana mejna vrednost letnega povprečnega hrupa v nočnem času je 50 dB (Zavod za zdravstveno varstvo).

2.2.1.5 Klimatske spremembe

Stroški spremembe podnebja so zelo kompleksna skupina stroškov zaradi dejstva, da so dolgoročni in globalni ter je njihove vzorce tveganja zelo težko predvideti. Rezultat tega so težave pri ovrednotenju škode na nacionalnem nivoju.

Spremembe podnebja ali globalno segrevanje, kot posledica prometa, so v glavnem povzročene z emisijami toplogrednih plinov (CO₂), nitratov (NO₂) in metana (CH₄). Manjše so emisije hladilnih sredstev iz klimatskih naprav vozil.

Področja nastajanja družbenih stroškov zaradi sprememb podnebja sta *višanje gladine morja*, (večji stroški zaščite kopnega) in *poraba energije*, ki je odvisna od temperatur. Trend segrevanja zemlje namreč pomeni nižje stroške ogrevanja v zimskih dneh in višje stroške ohlajevanja v poletnem času, sprememba podnebja pa vpliva tudi na spremembe primernosti določenih površin za kmetijsko in drugo rabo, od česar je odvisen tudi promet. Družbeni stroški nastanejo tudi v *kmetijstvu*, ki je odvisno od količine padavin in temperature, ter pri *razpoložljivih zalogah vode*, ki so ravno tako odvisne od količine padavin in temperatur. Poleg opisanih področij pa klimatske razmere vplivajo še na *zdravje ljudi, stanje ekosistemov in biotsko raznolikost* ter nevarnost pojavljanja *izrednih vremenskih pojavov* (suše, poplave itd.)

Posebnost te vrste eksternih stroškov je ta, da se bodo s časom povečevali – ne bodo konstantni, medtem ko bodo ostali eksterni stroški približno konstantni.

2.2.1.6 Drugi eksterni stroški

Med druge eksterne stroške spadajo stroški, ki na prvi pogled niso tako opazni in jih je tudi težje ovrednotiti:

- Okoljski stroški v obliki stroškov narave *in stroškov onesnaženja pokrajine, zemlje in vode* na občutljivih področjih.
- *Stroški infrastrukture v povezavi s pokrajino* v katero je le-ta umeščena.
- *Stroški energetske odvisnosti.*

2.2.2 Primerjava vrednosti eksternih stroškov v cestnem in železniškem prometu

Eksterni stroški, kot so stroški zastojev, stroški prometnih nesreč, stroški onesnaženja zraka, stroški hrupa, klimatske spremembe in drugi eksterni stroški, se za cesto in železnico razlikujejo. Za lažjo medsebojno primerjavo so posamezne stroške ovrednotili na potniški kilometer. V tej diplomi so vrednosti eksternih stroškov za cestni in železniški prometni podsistem povzete po dokumentu Handbook on estimation of External costs in the Transport sector (M. Maibach, C. Schreyer, D. Sutter, et al, 2007). V metodologijo izračuna posameznih vrednosti se nismo poglobljali, uporabili smo le njihove končne rezultate.

V spodnji preglednici je predstavljena primerjava eksternih stroškov v cestnem in primestnem železniškem prometu z dieselsko lokomotivo.

		potniški promet (10^{-2} €/pkm)	
		osebni avtomobil strošek na enoto	potniški vlak strošek na enoto
hrup	podnevi	0,07	0,14
	ponoči	0,14	0,23
prometne nesreče		0,97	0,05
onesnaženje zraka		0,55	0,61
klimatske spremembe		0,23	0,06
pospeševanje in zaustavljanje		0,28	0,07
narava in pokrajina		0,25	0,16
skupaj	podnevi	2,4	1,1
	ponoči	2,4	1,2

Preglednica 1: Primerjava eksternih stroškov cestnega in železniškega potniškega prometa ob upoštevanju povprečne obremenitve prevoznega sredstva

V vrednostih je upoštevana zasedenost osebnih avtomobilov 1,62 potnika/osebni avtomobil in vlakov 149 potnikov/vlak. Za cestni promet v Sloveniji ob jutranji in popoldanski konici velja, da je zasedenost osebnih avtomobilov manjša (1,2 potnika/osebni avtomobil), a bomo za primerjavo stroškov vseeno uporabili podane vrednosti. Tudi zasedenost vlakov na obstoječih progah je v povprečju 35–40 potnikov/vlakovno kompozicijo, kar je zelo malo.

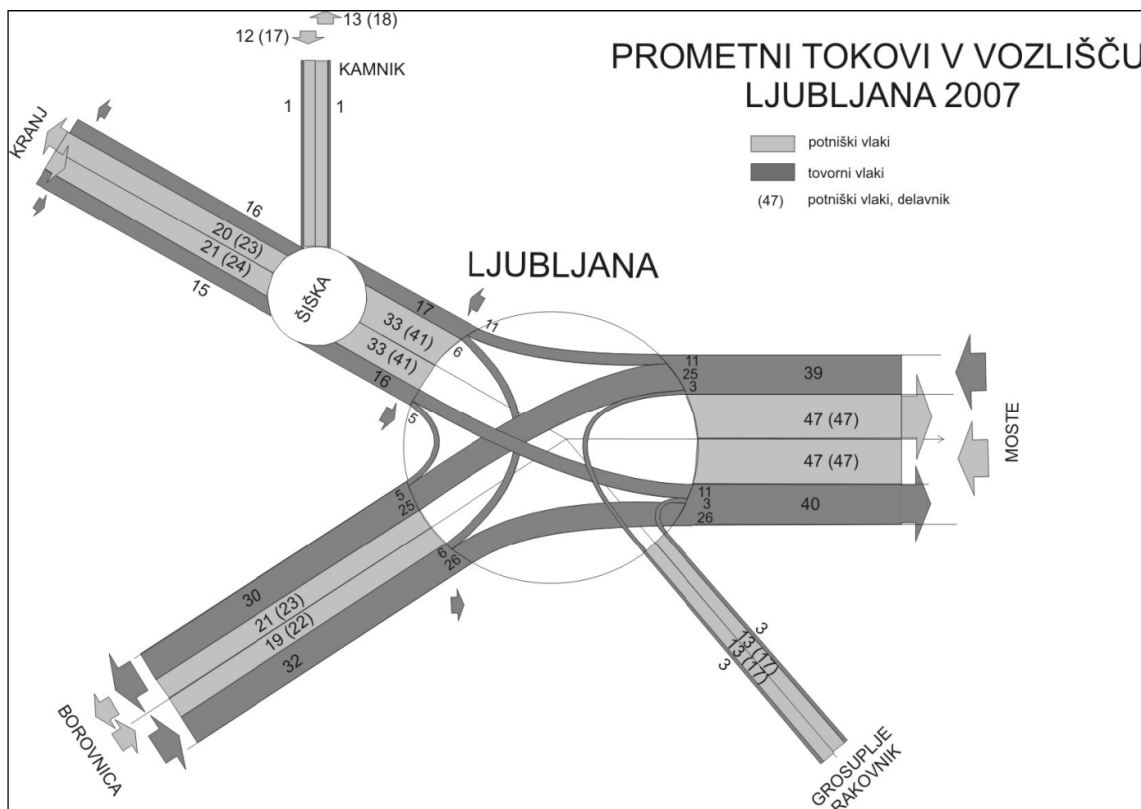
Celokupni eksterni stroški so občutno manjši pri železnici. Vsak potnik, ki se namesto z osebnim vozilom pelje z vlakom, povzroči toliko manjše eksterne stroške, kolikor znaša razlika med eksternimi stroški prometa z osebnim vozilom in vlakom, v našem primeru torej za polovico manjše. Ta razlika pomeni korist, ki jo prinaša železniški promet, in jo

upoštevamo kot prihodek železniškega prometa oz. zmanjšanje njegovih stroškov. S preusmeritvijo prometa na železnice se torej zmanjšajo klimatske spremembe, onesnaženje zraka, prometne nesreče, vpliv na naravo, hkrati pa se zmanjšajo zamude potnika in tudi osebni stroški uporabnika.

V jutranji konici, ki je relevantna za izračun izgubljenega časa zaradi zastojev, je udeleženih približno 20 % vseh vozil povprečnega letnega dnevnega prometa (v nadaljevanju PLDP). V gneči izgubijo po grobi oceni najmanj 15 minut, iz dejanskih izkušenj uporabnikov pa še dosti več. Prihranek časa je v današnjem času zelo iskana dobrina, in če bi potencialnim uporabnikom vlaka ponudili zadosten prihranek časa v primerjavi z vožnjo z osebnim avtomobilom, bi se jih zagotovo več odločalo za to alternativo. Če so vlaki še sodobno opremljeni in zagotavljajo udobje, je potovalni čas možno dobro izkoristiti (uporaba prenosnikov in brezžična internetna povezava omogočata brskanje po internetu, branje in pisanje dokumentov...). Voznik osebnega vozila svojega časa potovanja ne more izkoristiti v take namene, ker sama vožnja zahteva zbranost in previdnost. Če pa je pred njim še dolga kolona, mora imeti veliko mero strpnosti in se obvladovati v stresnih situacijah.

Ne gre pa zanemariti še enega dejavnika, ki je močno vezan na uporabo osebnega vozila. To so parkirna mesta. V centru mesta je problem parkirnih mest velik, še posebej v času delavnika, ker veliko podjetij nima urejenih parkirišč za svoje zaposlene. Parkiranje vozila na plačljivem parkirnem prostoru v centru Ljubljane je razmeroma drago in je dodaten strošek za uporabnika osebnega vozila. To je še en dejavnik, zaradi katerega bi se lahko večje število ljudi odločalo za prevoz z vlakom, kjer ni skrbi kam parkirati avtomobil. Urejena parkirna mesta na območju železniških postaj morajo biti del železniške infrastrukture.

Povprečno število potniških in tovornih vlakov na dan ter povprečno število potniških vlakov na delovni dan (vrednost v oklepaju) v letu 2007 so prikazani na spodnji sliki. V diplomski nalogi se bomo osredotočili na železniško povezavo Ljubljana–Kočevje, zato nas zanima samo prometni tok Grosuplje in Rakovnik. Za smer Grosuplje so podatki le za obstoječo železniško povezavo Ljubljana–Novo mesto, ker proga Ljubljana–Kočevje že nekaj let ne obratuje.



Slika 1: Prometni tokovi železniškega prometa v vozlišču Ljubljana
 (Vir 1: Projektno poročilo, 2009)

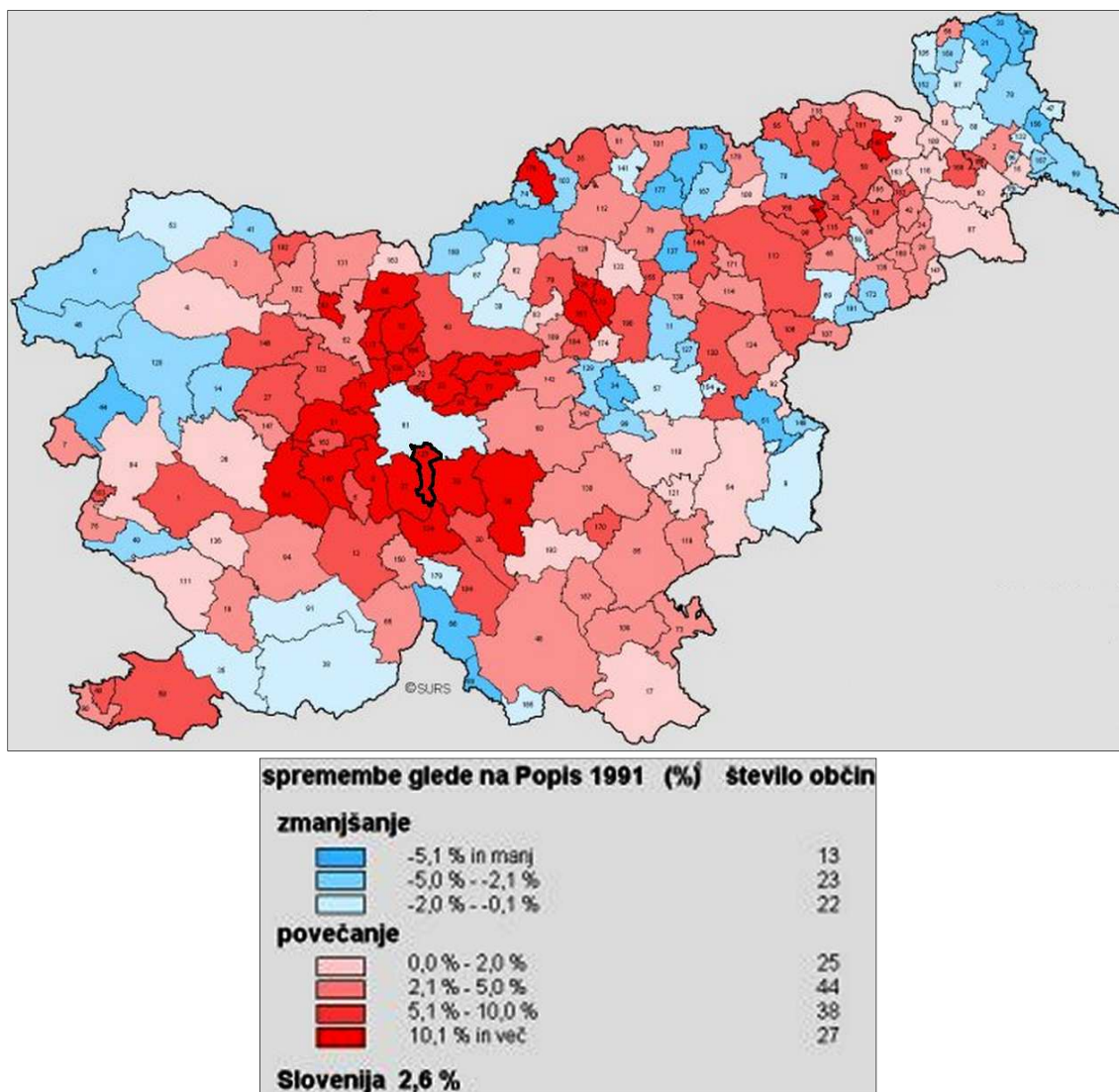
Zgoraj omenjene dejavnike in eksterne stroške bomo ovrednotili za povezavo kočevske regije z Ljubljano. Kot smo omenili v uvodu, bomo obravnavali možnost ponovne vzpostavitve primestnega potniškega prometa na progi Ljubljana–Kočevje. Zaradi velikih zastojev in nizkega nivoja uslug, ki ga nudi Dolenjska cesta za prebivalce kočevskega in ob njej, bi ponovna uvedba železniške povezave Ljubljana–Kočevje zmanjšala eksterne stroške in osebne stroške uporabnikov. V nadaljevanju je prikazana analiza obstoječega potniškega prometa na relaciji Ljubljana–Kočevje, ločeno za cestni in železniški prometni podsistem.

3 POTNIŠKI PROMET NA RELACIJI LJUBLJANA–KOČEVJE

Mediji vsako jutro poročajo o zastoju na mestni vpadnici skozi Škofljico.

Že nekaj let je za izboljšanje in ureditev prometnih razmer na današnji glavni cesti G2-106, ki jo na obravnavanem območju sestavljajo odseki 0215 Ljubljana (Rudnik)-Škofljica, odsek 0260 Škofljica in del odseka 0261 Škofljica – Rašica, načrtovana obvoznica mimo Škofljice, ki naj bi izboljšala prometne povezave med širšim območjem Ljubljane in območji v smeri Velikih Lašč, Ribnice, Kočevja in v nadaljevanju proti sosednji Hrvaški. S povečevanjem prometa zaradi povečane mobilnosti prebivalstva, novih poselitev in urbanizacije območja občine Škofljica se prometne razmere iz leta v leto poslabšujejo, saj cesta G2-106 poteka skozi poseljeni območji Lavrice in Škofljice.

Spodnja slika prikazuje spremembo števila prebivalstva med letoma 1991 in 2002. Škofljica spada med občine z največjim porastom števila prebivalstva v Sloveniji. Rast je bila v 10. letih več kot 10 procentna, kar označuje temno rdeča barva. Gostota prebivalstva je 123 prebivalcev na km² (Statistični urad RS, 2002).



Slika 2: Spremembe števila prebivalstva občin v Sloveniji, Popis 2002
 (Vir 2: Statistični urad RS, Popis 2002)

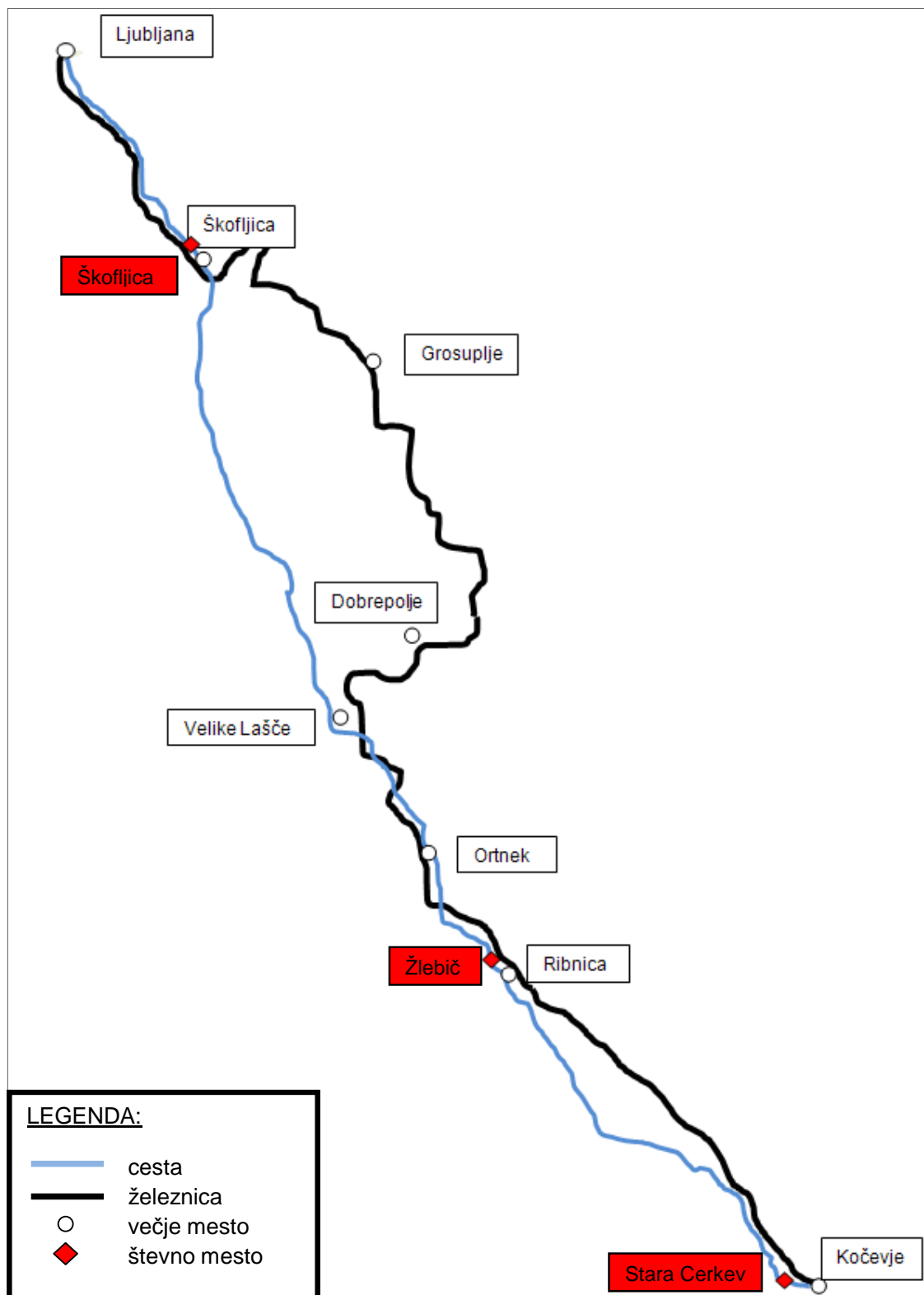
Urbani razvoj občine Škofljica se je v celoti vezal na Dolenjsko cesto, ob njej se je razvila poselitev s številnimi cestnimi priključki in križišči, dodatni problem predstavlja tudi nivojsko križanje ceste z železniško progo Ljubljana-Novo mesto na Škofljici. Prometni zastoji zaradi preobremenjenosti Dolenjske ceste se občasno pojavljajo tudi na območju avtocestnega priključka Dolenjske ceste. Zaradi zahtevnih terenskih razmer je bil pri gradnji avtocestnega odseka Kozarje-Malence priključek zgrajen v obliki trobente, ki navezuje tokove z Dolenjske ceste na avtocesto v enem samem križišču, katerega prometna prepustnost je omejena.

Izgradnja obvoznice bi za občine Škofljica, Ig, Velike Lašče, Dobropolje, Ribnica, Sodražica, Loški Potok, Kočevje, Kostel in Osilnica pomenila izboljšanje kvalitete prevoza. Od nastanka

države se namreč soočajo s slabimi prometnim razmeram na tej cesti – velike prometne obremenitve, slab nivo uslug, dolgi potovalni časi, omejitve, ovinki, nevarni odseki (in številne nesreče tudi s smrtnimi izidi), ozko cestišče, zastoji na vzponih, veliki zastoji na Škofljici zlasti v prometni konici, ki predviden čas potovanja iz Kočevja oziroma iz Ribnice do Ljubljane podaljšajo tudi za celo uro.

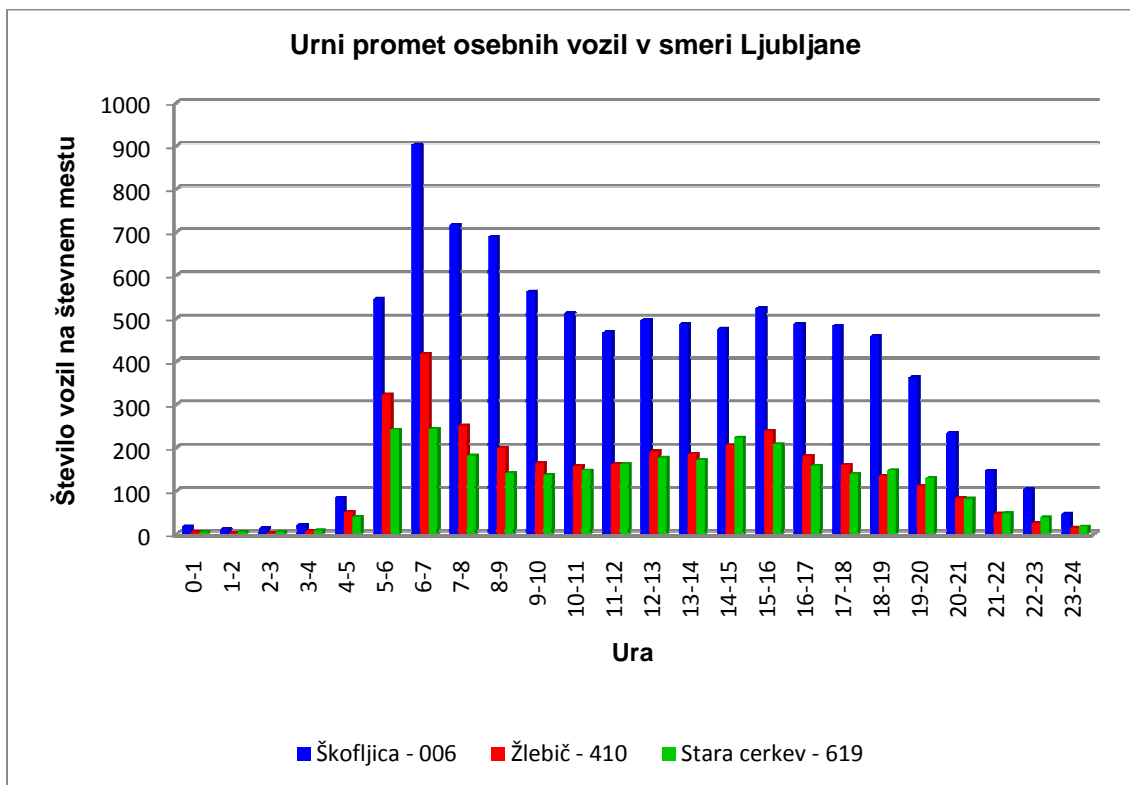
Razen manjših konstrukcijskih popravkov in obveznih vzdrževalnih del prometnica, ki ta del Slovenije povezuje s prestolnico, ni doživela resne rekonstrukcije vse od njene izgradnje v sedemdesetih letih prejšnjega tisočletja.

Za pregled dejanskega stanja prometa na cestni povezavi Ljubljana–Kočevje smo naredili analizo prometa in trenda gibanja rasti prometa na relaciji Kočevje–Ljubljana, ki je izdelana iz števnih podatkov avtomatskih števecov za obdobje med leti 2000 - 2010. Število potencialnih uporabnikov železniške infrastrukture smo določili iz analize podatkov štetja na avtomatskih števcih na cestni povezavi Ljubljana–Kočevje. Analizirana so bila števna mesta Škofljica, Žlebič in Stara Cerkev. Prometni zastoji nastajajo v času prometnih konic ob delovnikih, zato so v analizi zajeti podatki od ponedeljka do petka, za vsako smer potovanja posebej. Promet ne niha zgolj po dnevih, temveč tudi po mesecih, zaradi praznikov, dopustov, obdobja šole oz. študija ipd. Za reprezentativen mesec smo izbrali mesec oktober.



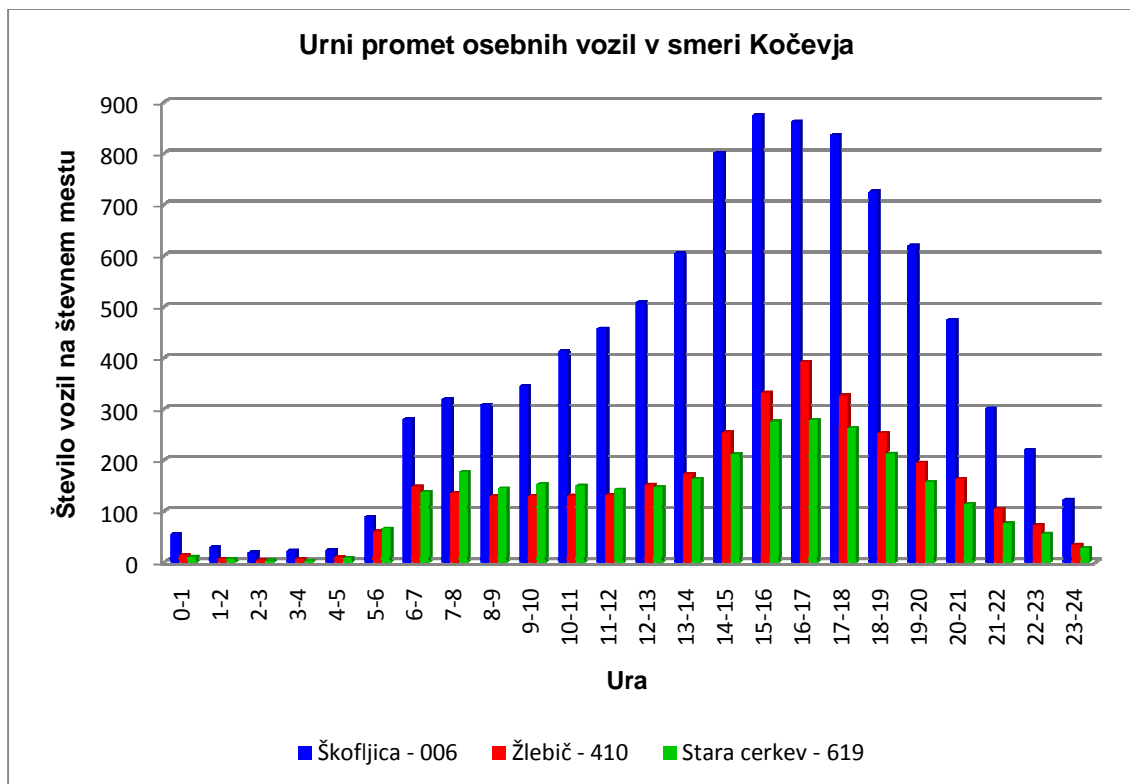
Slika 3: Shema števnih mest ter povezava Ljubljane s Kočevjem s cesto in železniško progo
(Vir 3: Škufca, 2011)

3.1 Analiza prometa na cestni povezavi Ljubljana–Kočevje z osebnimi vozili



Grafikon 1: Urni promet osebnih vozil v smeri Ljubljane

Iz analize gibanja urnega prometa osebnih vozil je razvidno, da je jutranja prometna konica v Kočevju in Ribnici med 5.00 in 7.00 uro, v Škofljici pa med 6.00 in 8.00 uro. Konične ure na Škofljici so torej eno uro kasneje kot v Ribnici.

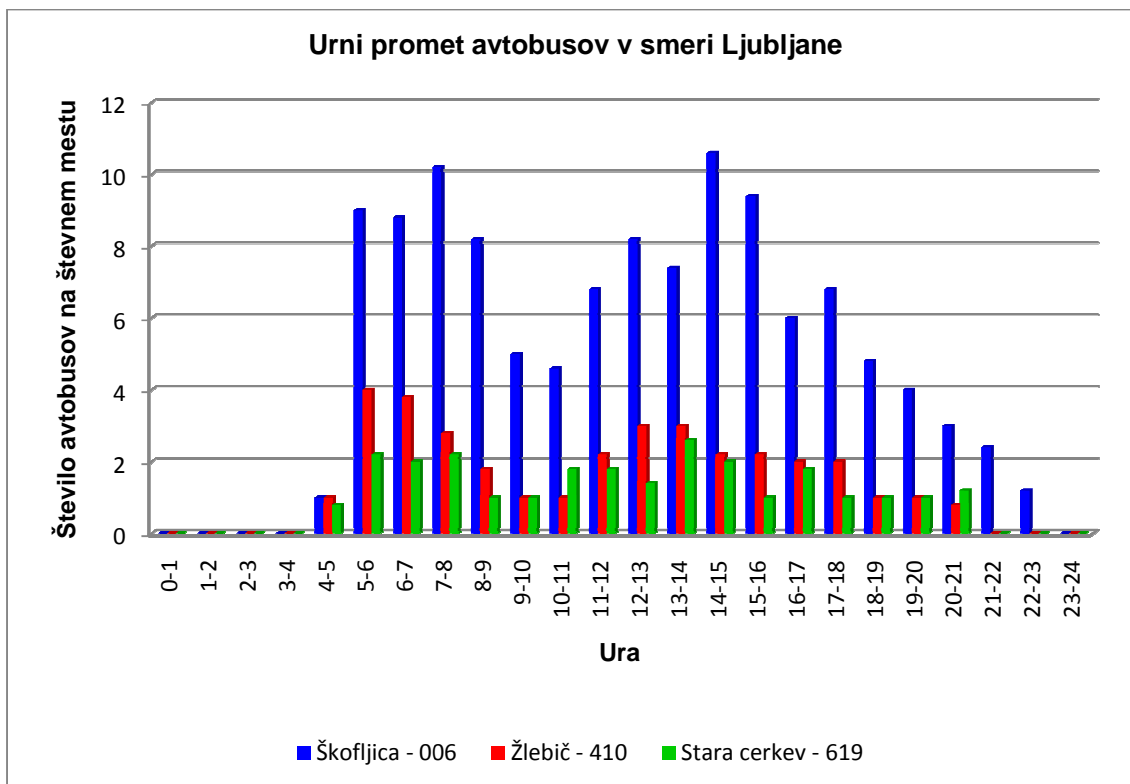


Grafikon 2: Urni promet osebnih vozil v smeri Kočevja

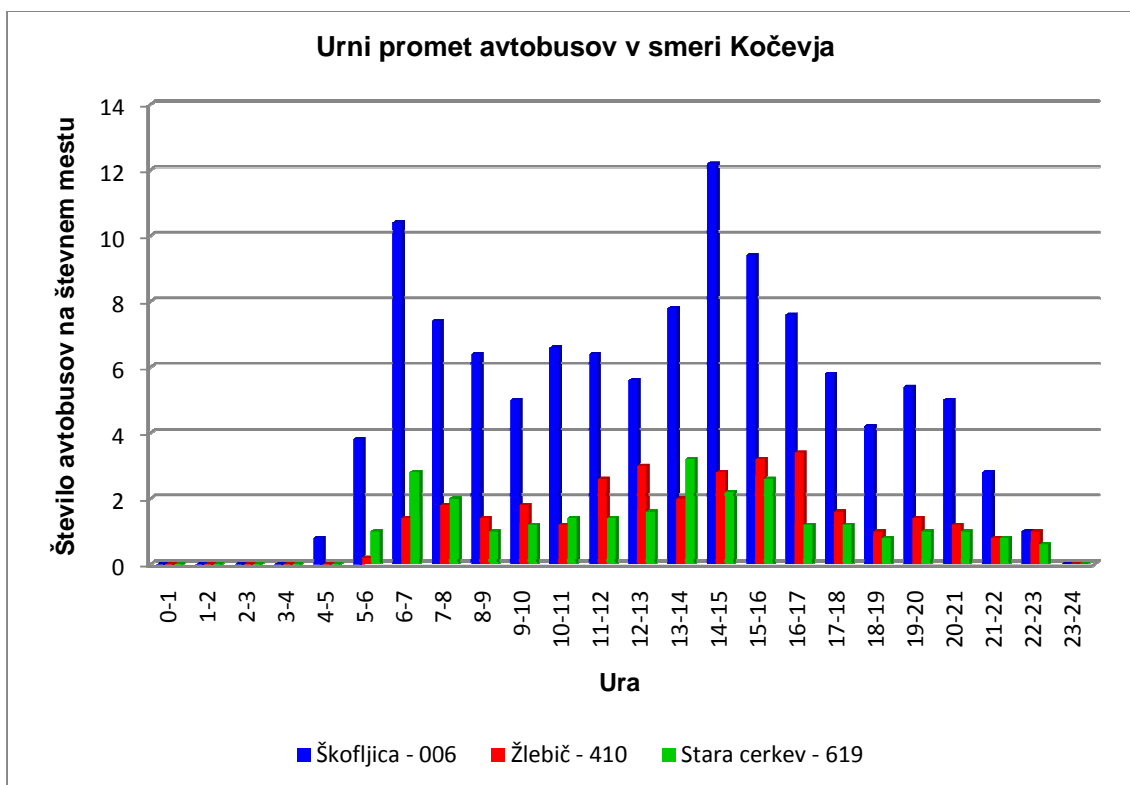
Popoldanska konica osebnih vozil na vseh števnih mestih je med 15.00 in 17.00 uro. Število vozil v popoldanskem času je bolj razpršeno kot v jutranjih urah. Zjutraj je namen potovanja dom – služba, popoldne pa je namenov več – dom, nakupovanje, šport, pristočasne dejavnosti ipd.

3.2 Analiza prometa na cestni povezavi Ljubljana–Kočevje z avtobusi

Če želimo v času prometnih konic razbremeniti cestno omrežje, moramo potencialnim uporabnikom ponuditi čim boljše alternativo. Edino javno prevozno sredstvo, ki sedaj vozi na relaciji Ljubljana–Kočevje je avtobus. Avtobus uporablja isto cestno povezavo med Ljubljano in Kočevjem kot osebi avtomobil, zato nanj vpliva isti zastoje in ima posledično enako potovalno hitrost. Časovno torej ni konkurenčen osebnim vozilom, ker ima zaradi gneče enak oz. še daljši potovalni čas zaradi ustavljanj na postajah.



Grafikon 3: Urni promet avtobusov v smeri Ljubljane



Grafikon 4: Urni promet avtobusov v smeri Kočevja

Iz analize gibanja urnega prometa avtobusov vidimo, da je jutranja prometna konica avtobusnega prevoza med 5.00 in 8.00 uro na vseh treh števcih. Popoldanska konica je na Škofljici in Žlebiču med 14.00 in 16.00 uro, v Stari cerkvi pa se konica začne uro prej in traja od 13.00 do 16.00 ure.

Cestna povezava Ljubljane s Kočevjem je dolga 64 km. Cena enosmerne vozovnice avtobusnega potniškega prometa znaša 6,70 €. V spodnji tabeli je vozni red avtobusnega potniškega prometa za smer Kočevje–Ljubljana z vsemi možnimi linijami, direktnimi in linijami s prestopanjem. V tabeli je naveden tudi čas trajanja vožnje, ki v povprečju znaša 88 minut (<http://www.ap-ljubljana.si/shop.php>, 11. 6. 2011).

Čas odhoda iz Kočevja	Čas prihoda na avtobusno postajo Ljubljana	Trajanje vožnje
4:45	6:13	1:28
5:15	6:43	1:28
5:45	7:13	1:28
6:05	7:15	1:10
6:15	7:44	1:29
7:15	8:42	1:27
7:15	8:43	1:28
8:15	9:44	1:29
9:15	10:43	1:28
10:15	11:43	1:28
10:45	12:13	1:28
11:15	12:44	1:29
11:45	13:14	1:29
12:15	13:43	1:28
12:45	14:13	1:28
13:15	14:44	1:29
13:45	15:13	1:28
14:20	15:49	1:29
15:15	16:43	1:28
16:15	17:43	1:28
17:15	18:44	1:29
18:15	19:43	1:28
19:15	20:43	1:28
20:15	21:44	1:29

Preglednica 2: Vozni red avtobusov Kočevje–Ljubljana

Avtobusna povezava Ljubljana–Grosuplje ima dve liniji. Linija 70 gre skozi Škofljico in Šmarje - Sap, dolga je 23 km, cena enosmerne vozovnice pa je 3,10 €. Čas vožnje od Grosuplja do Ljubljane v prometni konici znaša 45 minut. Druga povezava Ljubljana–Grosuplje gre po hitri

cesti direktno do Grosuplja, dolga je 17 km, cena enosmerne vozovnice je 2,70 €, čas vožnje je približno 30 minut (<http://www.jh-lj.si/upload/lpp/PPP/grosuplje.html>, 11. 6. 2011). Te linije nismo upoštevali, ker nima postaj na prometnih mestih, ki so pomembni za rešitev zastojev na Škofljici.

LINIJA 70: GROSUPLJE–ŠKOFLJICA–LJUBLJANA														
	odhod													
Grosuplje	4.30	5.00	5.20	5.40	6.00	6.20	6.40	7.00	7.30	8.00	8.30	9.00	9.30	10.00
Šmarje Sap	4.38	5.08	5.28	5.48	6.08	6.28	6.48	7.08	7.38	8.08	8.38	9.08	9.38	10.08
Škofljica	4.45	5.15	5.35	5.55	6.15	6.35	6.55	7.15	7.45	8.15	8.45	9.15	9.45	10.15
Ljubljana	5.08	5.38	5.58	6.18	6.38	6.58	7.18	7.38	8.08	8.38	9.08	9.38	10.08	10.38
	prijod													
	odhod													
Grosuplje	10.30	11.00	11.30	12.00	12.30	13.00	13.30	13.45	14.15	14.30	14.45	15.15	15.30	16.00
Šmarje Sap	10.38	11.08	11.38	12.08	12.38	13.08	13.38	13.53	14.23	14.38	14.53	15.23	15.38	16.08
Škofljica	10.45	11.15	11.45	12.15	12.45	13.15	13.45	14.00	14.30	14.45	15.00	15.30	15.45	16.15
Ljubljana	11.08	11.38	12.08	12.38	13.08	13.38	14.08	14.23	14.53	15.08	15.23	15.53	16.08	16.38
	prijod													
	odhod													
Grosuplje	16.30	17.00	17.30	18.00	18.30	19.00	19.30	20.30	21.45					
Šmarje Sap	16.38	17.08	17.38	18.08	18.38	19.08	19.38	20.38	21.53					
Škofljica	16.45	17.15	17.45	18.15	18.45	19.15	19.45	20.45	22.00					
Ljubljana	17.08	17.38	18.08	18.38	19.08	19.38	20.08	21.08	22.23					
	prijod													

Preglednica 3: Vozni red avtobusa Grosuplje–Ljubljana

Do Škofljice je bila v lanskem letu uvedena testna mestna proga javnega avtobusnega potniškega prometa 3b. Cena vozovnice v eno smer je 0,80 €. Enotna vozovnica velja za vse ostale mestne avtobuse v kolikor čas med presedanjem ni daljši od 90 minut (<http://www.jh-lj.si/upload/lpp/MPP/Linija03.pdf>, 11. 6. 2011). Odhodi iz Škofljice so v prometnih konicah približno vsakih 20 minut. Ta oblika transporta je zelo poceni in je uporabnikom zaradi velike frekvence prijazna. Ker se je testiranje omenjene proge dobro obneslo je linija mestnega potniškega avtobusa 3b postala redna linija mestnega javnega potniškega prometa.

LINIJA 3b: odhodi avtobusov s ŠKOFLJICE:

5.00 5.30 6.00 6.28 6.41 6.58 7.17 7.37 8.00 8.30
 9.00 9.45 10.30 11.15 12.00 12.45 13.30 14.06 14.42 15.18
 15.40 16.00 16.20 16.40 17.00 17.30 18.15 19.00 19.45 20.30
 21.10 22.00

Preglednica 4: Odhodi mestnega avtobusa 3b iz Škofljice proti Ljubljani

3.3 Analiza prometa na železniški progi Ljubljana–Kočevje

Od začetka osemdesetih let prejšnjega stoletja se železniški transport predstavljati kot ekološko in varnostno najbolj sprejemljiv transport in edini transport, ki lahko razbremeni prometni kaos na preobremenjenih prometnicah (Pirš, 2005). Zato je eden izmed načinov rešitve omenjenega problema, preusmeriti delovno aktivno prebivalstvo, ki dnevno potuje na relaciji Kočevje–Ljubljana v jutranji konici in obratno v popoldanski konici, iz avtomobilov na vlak. Možnost za zmanjšanje prometa na omenjeni cestni povezavi je ponovna uvedba železniškega potniškega prometa iz Ljubljane do Kočevja.

Vlake lahko trenutno uporabljajo le prebivalci Grosuplja, Šmarja - Sap in Škofljice, saj je bil železniški potniški promet na progi Grosuplje-Kočevje ukinjen leta 1972. Na železniški postaji Grosuplje se proga razcepi v dve smeri. Prva gre proti Novemu mestu in naprej proti Metliki, druga pa proti Kočevju. Na odseku proge Ljubljana–Grosuplje vozijo vlaki Ljubljana–Grosuplje, Ljubljana–Novo mesto in Ljubljana–Metlika. Frekvenca vlakov je v Grosuplju v koničnih urah približno 40 minut. Redna cena enosmerne vozovnice brez popusta od Grosuplja do Ljubljane je 2,44 €. Čas vožnje na omenjeni relaciji je v povprečju 26 minut.

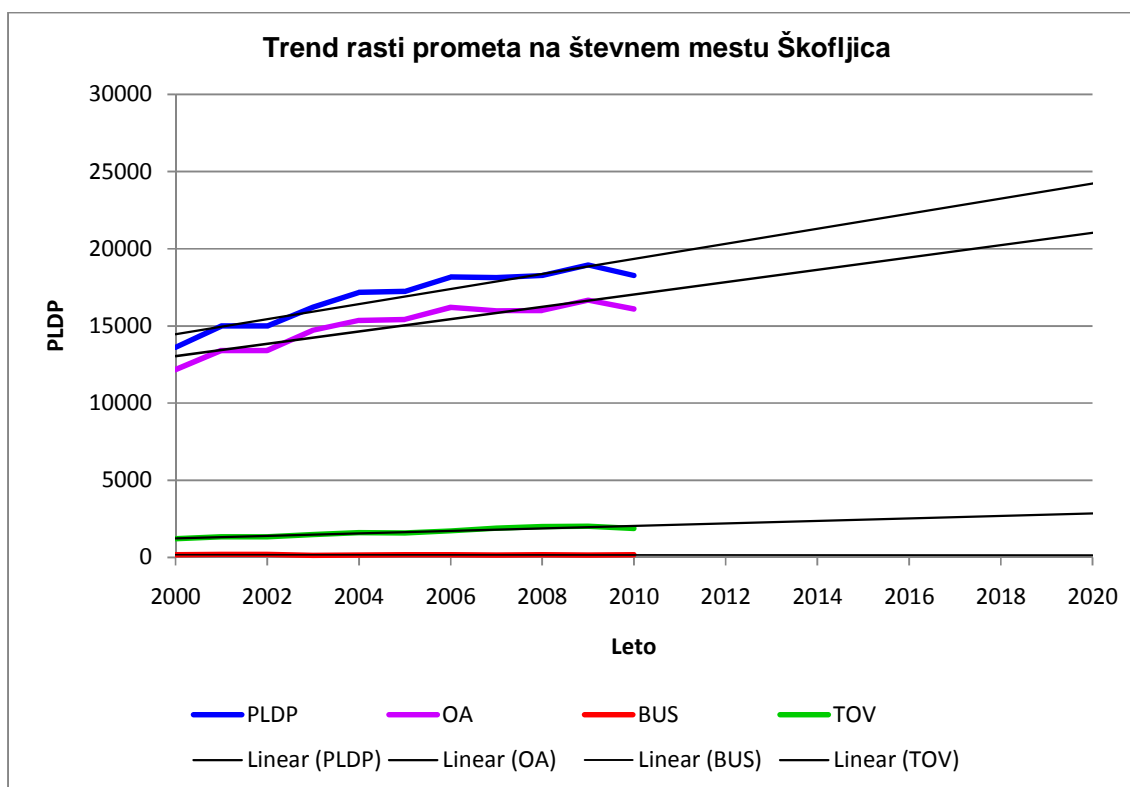
Vlak	Odhod iz Grosuplja	Prihod v Ljubljano	Čas vožnje
LP 3202	5:05	5:31	26min
LP 3226	5:40	6:06	26min
LP 3204	6:24	6:50	26min
LP 3294	6:39	7:07	28min
RG 602	7:07	7:31	24min
LP 3206	7:43	8:08	25min
LP 3232	8:04	8:30	26min
LP 3210	9:00	9:25	25min
LP 3220	10:23	10:47	24min
LP 3212	12:08	12:33	25min
LP 3296	13:08	13:37	29min
LP 3234	14:40	15:08	28min

LP 3216	15:47	16:16	29min
LP 3214	17:21	17:50	29min
LP 3222	19:20	19:44	24min
LP 3298	20:04	20:30	26min
LP 3224	22:54	23:19	25min

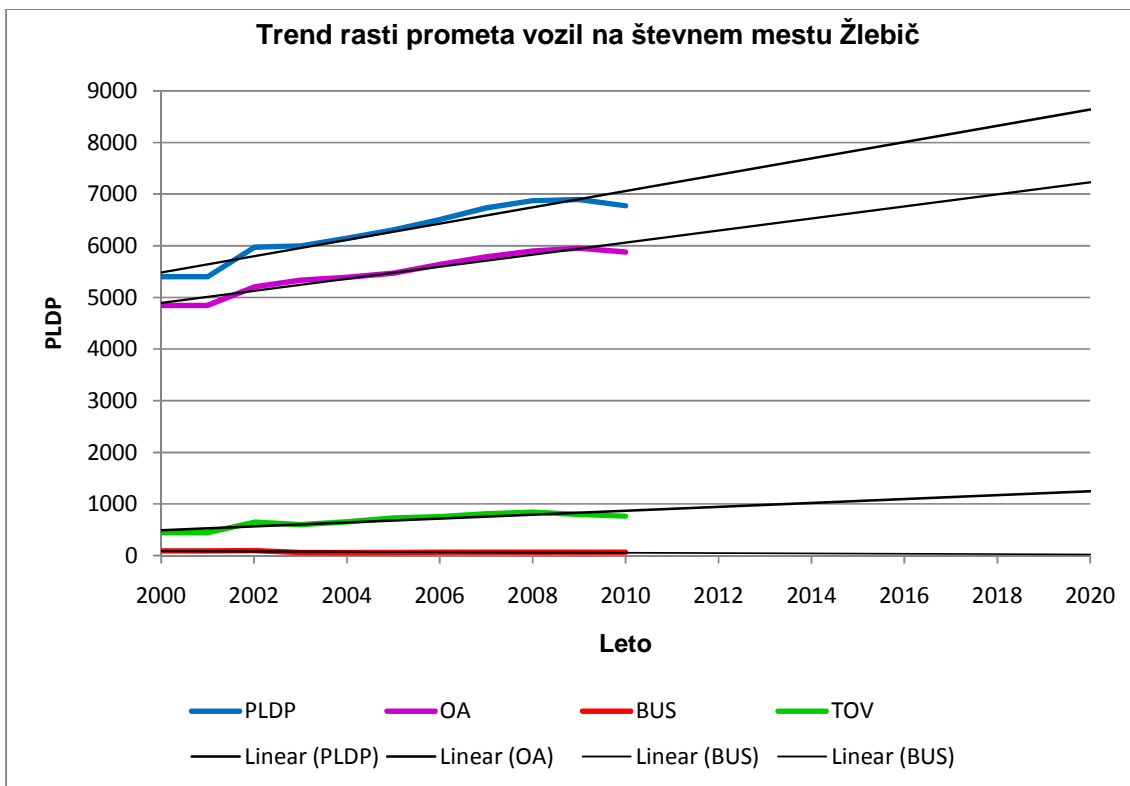
Preglednica 5: Vozni red vlaka Novo mesto-Ljubljana na odseku proge Grosuplje-Ljubljana

3.4 Trend rasti prometa

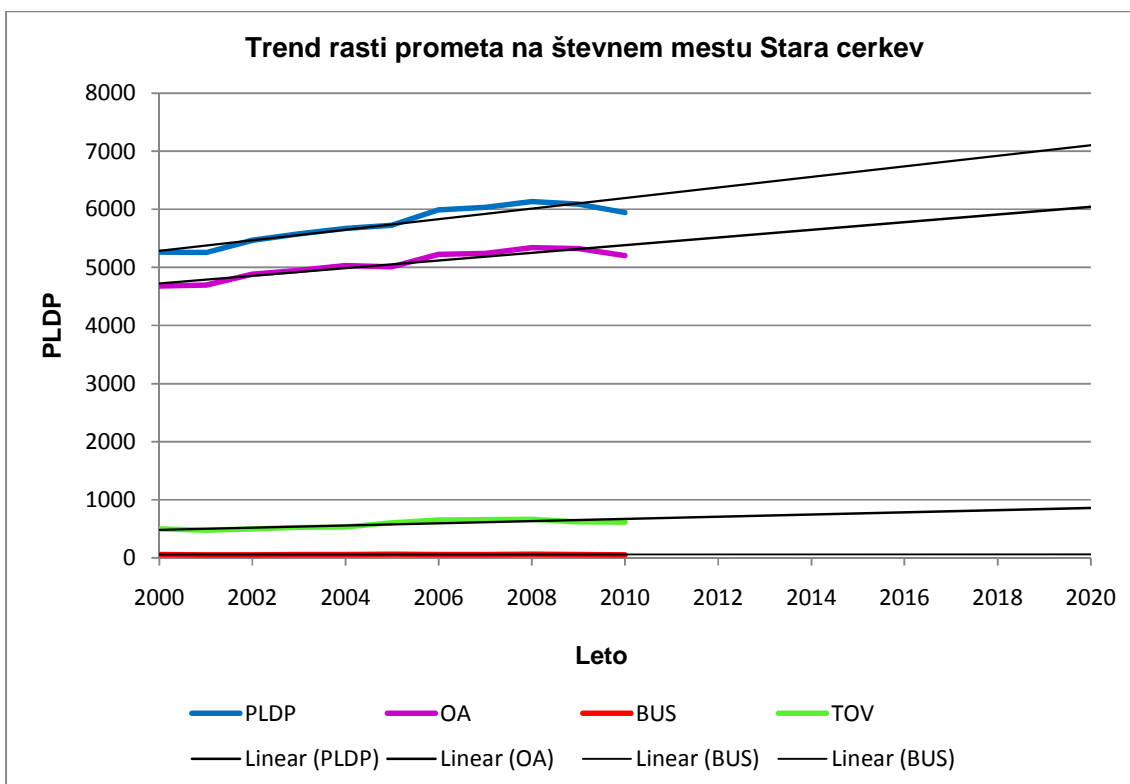
Spodnji grafikoni prikazujejo trend rasti povprečnega letnega dnevnega prometa, osebnih vozil, avtobusov in tovornih vozil na posameznem števcu.



Grafikon 5: Trend rasti prometa na števničnem mestu Škofljica



Grafikon 6: Trend rasti prometa na števnem mestu Žlebič



Grafikon 7: Trend rasti prometa na števnem mestu Stara Cerkev

Iz grafikonov 5, 6, 7 je razviden trend naraščanja prometnih obremenitev. Že danes je kapaciteta presežena, nivo uslug je razreda F in potrebno je ukrepanje. Avtobusni prevoz stagnira, število avtobusov se z leti ne povečuje. Na števnem mestu Škofljica rast PLDP odraža povečanje prometnih obremenitev, ki je sorazmerna z razvojem občine ter večanjem poselitvenega območja in rastjo prebivalstva. Tudi na števnih mestih Žlebič in Stara Cerkev PLDP raste, torej je dnevnih migrantov v smeri Ljubljane tudi na tem območju vedno več.

Prebivalci Grosuplja imajo poleg avtocestne povezave tudi dobro urejen javni potniški promet. Odhodi avtobusov v jutranji konici na relaciji Grosuplje–Ljubljana so vsakih 20 minut in v tem času ima odhod 5 vlakov. Za prebivalce kočevske regije bi ponovna vzpostavitev primestnega potniškega prometa vlakov pomenila novo možnost transportne povezave z Ljubljano. Vožnja z vlakom bi bila v prometnih konicah po času in ceni konkurenčna vožnji z osebnim vozilom.

Z vidika kakovosti transporta je dobro organiziran železniški transport precej neodvisen od vremenskih vplivov in zaradi tega relativno točen. Prav tako lahko železnico štejemo za razmeroma varno vrsto prevoza ter pri večjih količinah blaga in daljših razdaljah tudi hitro in zelo ekonomično.

V nadaljevanju se bomo osredotočili na železniško infrastrukturo, ki nam jo ponuja obstoječe slovensko železniško omrežje za ponovno uvedbo železniške povezave Kočevja z Ljubljano.

4 ŽELEZNIŠKA INFRASTRUKTURA

Železniško infrastrukturo predstavljajo vse železniške kapacitete, in sicer proge s spremljajočimi objekti, spodnji in zgornji ustroj proge, mostovi, tuneli, viadukti, signalnovarnostne naprave, telekomunikacijske naprave, informacijski sistem, zgradbe, postajne naprave, peroni in drugi objekti, ki služijo signalnovarnosti, telekomunikacijski in drugi tehniki.

Železniška infrastruktura mora biti za pravilno obratovanje železnice dobro vzdrževana. Za pravilno obratovanje so potrebne tudi infrastrukturne naprave opisane spodaj.

Signalnovarnostne naprave (v nadaljevanju SV naprave) so osnovni temelj varnosti železniškega prometa, saj omogočajo hitro, racionalno in varno izvajanje železniškega prometa oziroma vožnje vlakov po tirih. To so tehnična sredstva, s katerimi zavarujemo kritična mesta (npr. postaje, proge med postajami ter križanja železniških prog s cestami). Poenostavljeno lahko rečemo, da gre za svetlobne ali likovne signale ob progi, ki služijo za sporazumevanje med strojevodjo vlaka in prometnim osebjem.

S SV napravami se prikazuje signalne znake za dovoljeno ali prepovedano vožnjo vlakov, druge znake za dovoljeno vožnjo z redno ali zmanjšano hitrostjo, odvisno od položaja in geometrije proge, oblike vozne poti, prometne situacije ipd. (SŽ, Signalna varnost, 2007).

Najpomembnejša vloga omenjenih naprav je, da se z njihovo uporabo bistveno zmanjšuje vpliv tako imenovanega »človeškega dejavnika«, ki je sicer najpogostejši vzrok izrednih dogodkov kot posledica ogrožanja varnosti v železniškem prometu (Pirš, 2005).

Telekomunikacijske naprave (skrajšano TK naprave) so naprave za prenos sporočil (informacij) z enega mesta na drugo v obliki znakov, črk in zvočnih signalov. Najbolj običajen telekomunikacijski sistem je prenos govorečih informacij s telefonijo. Železniški promet zahteva hiter, zanesljiv in natančen prenos informacij. Slovenske železnice (SŽ) imajo svoj telekomunikacijski sistem, katerega temeljni namen je vodenje železniškega prometa in delovanja SŽ (Orbanić, 2005).

Elektroenergetske naprave (skrajšano EE naprave) imajo nalogo izvajati nemoten proces dobave električne energije iz javnega distribucijskega omrežja do električnih vlečnih vozil in ostale energetske naprave (niskonapetostne transformatorske postaje, zunanja razsvetljava, gretje tirnic in energetske naprave v zgradbah) (Pirš, 2005).

Pravilno obratovanje železnic je pogojeno z ustreznim vzdrževanjem vseh naprav. Premajhna vlaganja v vzdrževanje in razvoj javne železniške infrastrukture se odraža v njeni slabši funkcionalni usposobljenosti in na negativnih vplivih odvijanja železniškega prometa. Poslabšanje stanja infrastrukture vpliva na počasnejšo vožnjo, manjšo kapaciteto in slab učinek na vozna sredstva, kar posledično vpliva tudi na zmanjšanje konkurenčnosti železniškega prometa. Torej je upravičeno zahtevati večjo pozornost in večjo vlaganje v infrastrukturo (SŽ, 2004).

Strategija razvoja Republike Slovenije se dotika tudi problema javnega potniškega prometa in določa, da se mora javni potniški promet na državni, regionalni in lokalni ravni razvijati v logično povezan sistem s poudarkom na železniškem javnem potniškem prometu. Prometni sistemi javnega potniškega prometa v urbanih območjih, kot je Ljubljana, morajo biti povezani v sistem javnega potniškega prometa regionalnega, nacionalnega in mednarodnega pomena (Projektna skupina VVDP, 2009).

Kočevska proga je zaradi nevdzdrževanja propadala in ni imela zgoraj naštetih potrebne infrastrukture za pravilno obratovanje. Zaradi tega je promet na njej zamrl. Ponovna želja obuditve železniškega potniškega in tovornega prometa ter drugi interesi so privedli do začetka obnovitvenih del na odseku proge Grosuplje–Kočevje.

5 ŽELEZNIŠKA PROGA LJUBLJANA–KOČEVJE

Po dolgem času samevanja so leta 2008 na kočevsko progo le pripeljali prvi stroji in pričela so se dela njene obnove.

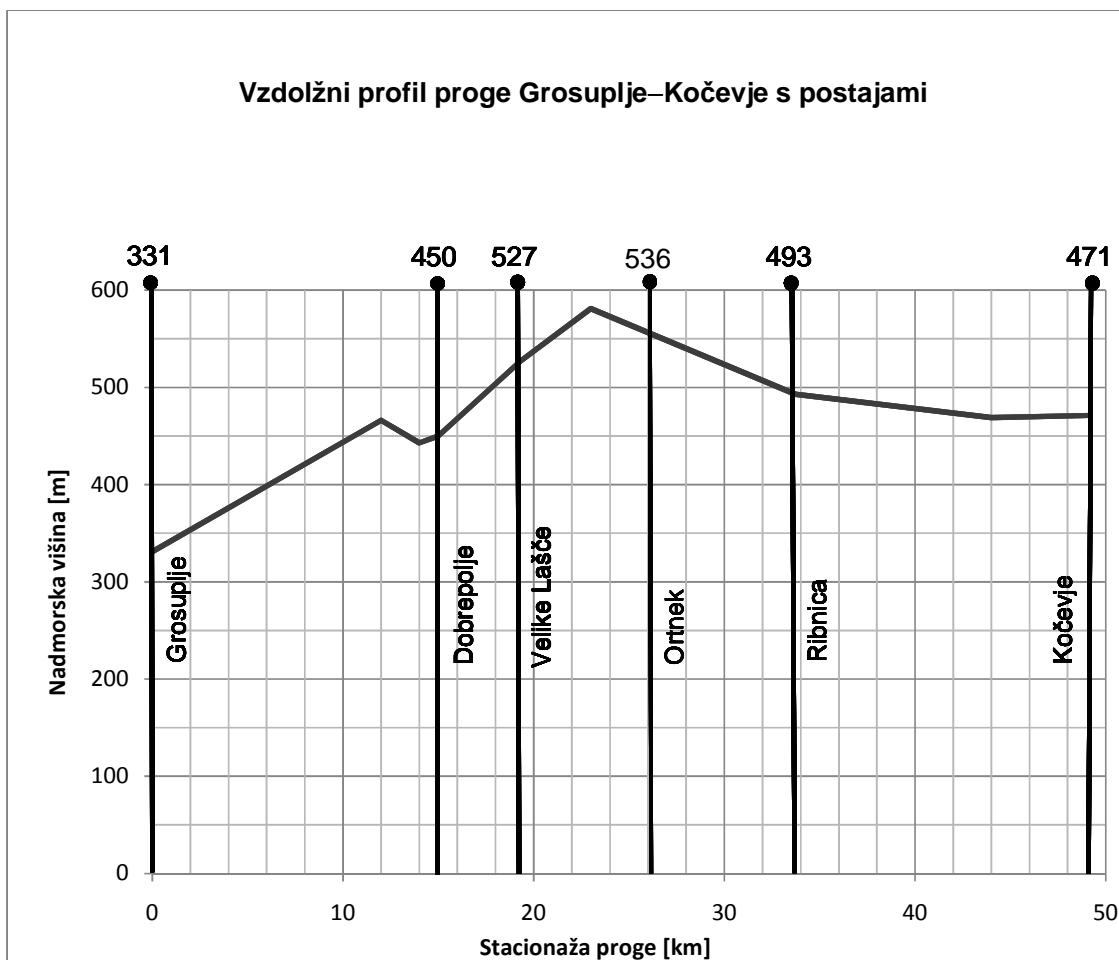
Regionalna železniška proga št. 82 Grosuplje–Kočevje je enotirna, neelektrificirana proga. Zgrajena je bila že leta 1893 skupaj z odsekom novomeške proge Ljubljana–Grosuplje s ciljem najhitrejšega in najcenejšega dostopa do kočevskega rudnika premoga ter lesnega potenciala ribniško–kočevske regije. Izgradnja nove proge je v precejšnji meri vzpodbudila razmah gospodarstva, predvsem lesnopredelovalne industrije. Rekonstrukcija ceste Škofljica-Kočevje v 1960. letih je občutno zmanjšala promet na železnici, in tako je bil s 1. julijem 1968 na odseku Grosuplje-Kočevje uveden pogodbeni potniški in tovorni promet, pri katerem so prevoz sofinancirale občine ležeče ob trasi proge. Potniški promet, ki se je v prvi polovici prejšnjega stoletja razvijal vzporedno s tovrnim prometom, je popolnoma zamrl. Redni potniški promet je bil na progi dokončno ukinjen leta 1972. Tako se je do pričetka obnove na kočevski progi odvijal le tovorni promet, katerega obseg pa se je zaradi zaprtja kočevskega rudnika precej zmanjšal. Skoraj ves promet na progi je predstavljal tovorni promet do skladišča državnih blagovnih rezerv nafte pri Ortneku, nekaj pa je bilo muzejskih voženj parnega vlaka.

Železniška proga na odseku Ljubljana–Škofljica poteka po ravnini ob regionalni cesti in nima večjih vzponov. V nadaljevanju se začne vzpenjati proti Grosuplju in gre skozi dva predora do Šmarja - Sap, od koder brez večjih sprememb nagiba pride do Grosuplja.

Na odseku Grosuplje–Ortnek poteka proga, glede na geomorfološke značilnosti, po precej zahtevnem terenu in ima skromne parametre zaradi prilagajanja trase terenu. Merodajni nagib na tem odseku (in progi) je 22 promilov. Niveleta je gledano v smeri naraščanja stacionaže pretežno v vzponu, razen na krajšem delu pred postajo Dobropolje in na delu pred postajo Ortnek, kjer je v padcu. Najvišjo točko, 581 m, doseže pri Dvorski vasi med postajama Velike Lašče in Ortnek. Na tem odseku je 10,2 km proge v premi, preostali del pa v krivini. Za del proge v krivini je značilen velik delež zelo ostrih krivin (radii od 200 do 300 m).

Na odseku Ortnek-Kočevje ima trasa ugodnejše parametre saj poteka po ravninskem terenu. Izjema je le del trase med Ortnekom in Žlebičem. Niveleta je pretežno v blagem padcu in delno v horizontali, razen na delu med Ortnekom in Žlebičem, kjer je padec 12 promilov, in

pred Staro cerkvijo, kjer je kratek vzpon z nagibom 10 promilov. Na odseku Ortnek–Kočevje, dolžine 22,4 km, prevladuje prema v skupni dolžini 17,55 km.



Slika 4: Vzдолžni profil proge Grosuplje–Kočevje
(Vir 4: Škufca, 2011)

Na tem odseku proge so nacionalnega pomena državna skladišča državnih rezerv nafte v Ortneku, kar je še dodaten razlog za konstantno brezhibno železniško povezavo do Ortneka. Direktiva EU zahteva razpoložljivo količino blaga in čas v katerem morajo biti blagovne rezerve v primeru krize na razpolago. Cestna povezava poteka čez planoto Bloke in tem zahtevam ne ustreza. Z obnovljeno progo bi to lahko zagotovili. To je bil tudi eden poglobitvinih razlogov za remont in dvig osne obremenitve proge, ker progа ni dopuščala prevoza polnih cistern nafte.



Slika 5: Ortofoto posnetek skladišča državnih rezerv nafte v Ortneku z železniško povezavo
(Vir 5: <http://www.geopedia.si> (17.5.2011))

5.1 Stanje proge Grosuplje–Kočevje pred obnovo

Obstoječa proga, ki spada med regionalne proge, je dolga slabih 49 km in je bila pred obnovo v zelo slabem stanju. Tir je bil na celotnem odseku grajen iz zelo starega dotrajanega materiala, ki danes ni več standarden, rezervnega materiala pa ni bilo več možno dobiti.

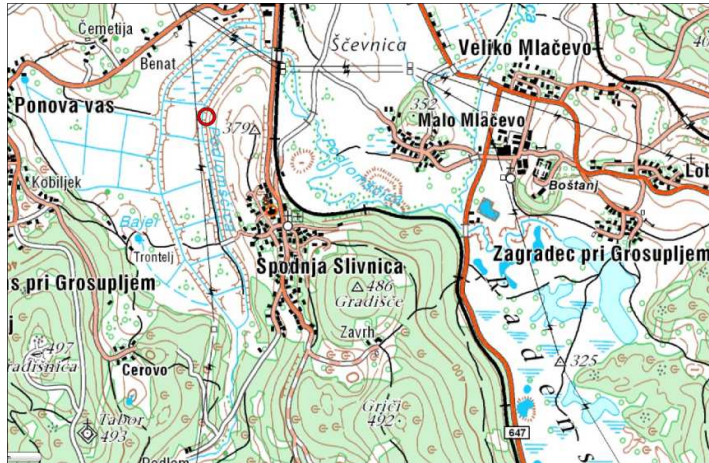
Do nedavnega je na tej progi vozil le en tovorni vlak na dan (po potrebi še eden), vendar z zelo nizkimi hitrostmi. Priložnostno je po progi peljal še muzejski vlak.

Maksimalne hitrosti vlakov na progi so bile v večini 40 km/h, delno tudi 50 km/h. Na posameznih postajah pa tudi samo 20 km/h.

Proga je dopuščala osno obremenitev 160 kN/os, zato je bila uvrščena v razred kategorije A.

Podvozi in nadvozi so bili iz armiranega betona in so še danes v dobrem stanju, kar pa ne moremo reči za kamnito obokane podvoze, ki so zahtevali sanacijo.

Na splošno poteka trasa železniške proge Grosuplje–Kočevje po dobro nosilnem in stabilnem terenu. Izjema je le aluvialni nanos potoka Podlomščica, ki se razliva po Radenskem polju v bližini Grosuplja in je ustvarila tamkajšnjo naravno znamenitost, Taborsko jamo. Tam so tla slabo nosilna, vendar trasa poteka ob njenem robu po stabilnem in konsolidiranem nasipu. Vkopi so stabilni.



Slika 6: Potok Podlomsčica na območju proge
(Vir 6: <http://www.geopedia.si> (17.5.2011))

5.1.1 Stanje zgornjega ustroja pred obnovo

Tirnice so bile na celotni dolžini stikovane. Stiki so bili večinoma delno podprti ali viseči. Tir je bil sestavljen iz različnih sistemov tirnic t.j. Xa, XI JŽ, S45, S49. Zaradi tega in geometrije tira je bila proga zelo zahtevna za vzdrževanje, kar je vodilo do velikih stroškov vzdrževanja. Posledično se zato remontirani niso izvajali, razen posameznih zamenjav pragov in tirnic. Edina večja obnova določenih odsekov je potekala med leti 1988 in 1993, kjer so uporabljali starorabni material (tirnice S49 in zamenjanih približno 30% pragov s starorabnimi).

Leseni pragi, tirnice, pritrdilni in spojni material so bili v slabem stanju. Sistemi pritrditve so bili različni – rebraste podložne plošče s K sistemom, klinaste podložne plošče s tirfoni, natezne podložne plošče DŽ48 za tirnice Xa s pritrdilnimi ploščicami DŽ52.



Slika 7: Dotrajane tirnice, pragi ter vezni in pritrdilni pribor na postaji Kočevje
(Vir 7: Škufca, 2011)



Slika 8: Stik na dvojnem pragu
(Vir 8: Škufca, 2011)



Slika 9: Pritrdilni pribor in topolova ploščica
(Vir 9: Škufca, 2008)

Obstoječa tirna greda je bila mestoma zablatena, debelina tirne grede je bila premajhna, sestava pa neustrezna, zato ni več opravljala svoje funkcije. Tirna greda mora namreč zagotavljati enakomeren prenos pritiska pragov na planum oziroma spodnji ustroj, odpor proti bočnemu in vzdolžnemu pomiku tirne rešetke, enostavno vzpostavitev horizontalne in vertikalne lege tira, zračnost in vodoprepustnost ter elastičnost tira za zmanjševanje dinamičnih sil. Da vse to zagotavlja, mora biti čista, obstojna na mrz in obrus ter imeti predpisano obliko in enakomerno višino, dobro prepuščati atmosferske padavine in omogočati hitro odvodnjavanje planuma, prevzemati in prenašati prometno obtežbo, preprečevati vzdolžni in prečni premik pragov ter zagotavljati pravilno vzdolžno in prečno lego tira (UL RS št. 92/2010).

5.1.2 SV naprave pred obnovo

SV naprave na progi so bile pretežno mehanske. Nivojske prehode so varovali z relejno tehniko. Ob progi so bili postavljeni mehanski signali. Za postajo Grosuplje je po levi strani proge potekal žicevod. Postajne kretnice so predstavljali ročno, razen na postajah Dobropolje in Ortnek, kjer so se postavljale centralno. TK naprave je predstavljal prostozračni vod od postaje Grosuplje do postaje Kočevje. Vzporedno s progo je potekal tudi zračni telefonski vod na lesenih drogovih. Na končni postaji Kočevje sta se nahajali dispečerska in ŽAT centrala, ki sta pokrivali prometna mesta Kočevje, Ortnek in Ribnica. Napeljava SV kablov je potekala pretežno v betonskih kinetah na robu planuma, pri nasipih in objektih v kovinskih kinetah, delno pa tudi zakopana v zemlji.



Slika 10: Žicevod ob progi Grosuplja–Spodnja Slivnica
(Vir 10: Škufca, 2008)



Slika 11: Žicevod v betonski kineti na postaji Ribnica
(Vir 11: Škufca, 2011)

5.1.3 Nivojski prehodi pred obnovo

Na progi Grosuplje–Kočevje se je nahaja 88 križanj s cesto, od tega 9 izven nivojskih, 79 pa nivojskih. Od nivojskih jih je bilo 72 nezavarovanih, označenih samo z Andrejevim križem, 4 so bili varovani z mehanskimi zapornicami in ročnim upravljanjem, 3 pa z avtomatskimi polzapornicami.

Skoraj noben od nivojskih prehodov ni ustrezal veljavni zakonodaji, ki določa kot križanja ceste in železnice, mesto vidljivosti in vidnosti, preglednostni prostor ipd. (UL RS, št.

79/2002), kar pa zaradi nezadostnega obželezniškega ozemlja predstavlja resen problem pri prenovi.



Slika 12: Mehanska zapornica v Kočevju
(Vir 12: Škufca, 2011)

5.1.4 Spodnji ustroj pred obnovo

Z raziskavami obstoječega stanja je bilo ugotovljeno, da je bil spodnji ustroj v zelo slabem stanju. Tamponskega sloja ni bilo. Vrednosti statičnega deformacijskega modula E_v na planumu spodnjega ustroja so bile v mnogih primerih prenizke.

Odvodnjavanje v vkopih in po terenu je bilo v veliki večini neučinkovito. Jarki so bili preplitvi ali zablteni, ponekod jih sploh ni bilo. Prepusti so bili pretežno v slabem stanju, nekaj je bilo zasutih in niso več opravljali svoje funkcije. Nekateri prepusti so bili narejeni iz cevnih odprtih, vbetoniranih tirnic, nekateri pa so bili ploščati kamniti. Od večjih premostitvenih objektov so bili na progi trije jekleni mostovi.



Slika 13: Dotrajani jekleni most čez Podlomščico pri Spodnji Slivnici
(Vir 13: Nova proga, 2008)



Slika 14: Prečni presek zgornjega in spodnjega ustroja obstoječe železniške proge
(Vir 14: <http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?t=3063> (11. 5. 2011))

5.2 Načrt obnove proge Grosuplje-Kočevje

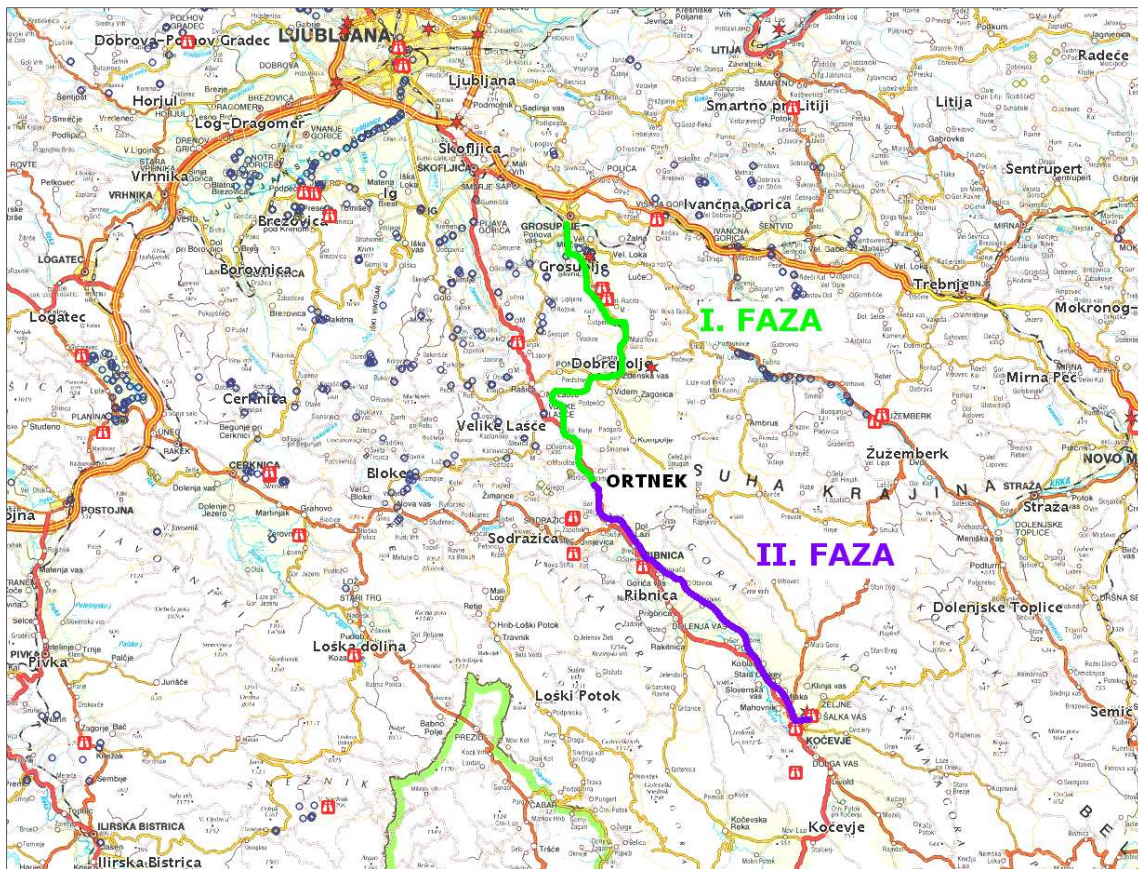
Ker je bila proga Grosuplje–Kočevje v zelo slabem stanju, je bila njena obnova nujna. Dotrajan material, nizke osne in dolžinske obremenitve ter omejena hitrost niso zagotavljale normalnih pogojev za odvijanje potniškega in tovornega prometa.

Načrtovana dela na progi Grosuplje-Kočevje so razdelil v tri faze:

- I. faza je zajemala obnovo tira na odseku Grosuplje-Ortnek, s čimer naj bi omogočili vzpostavitev tovornega prometa do Ortneka, kjer so skladišča državnih zalog tekočih goriv (sedaj se naftni derivati vozijo po cesti preko Blok). Obnova je zajemala zavarovanje postaje Ortnek, dvig osne obremenitve iz 16t/os na 22,5 t/os, dvig dovoljene hitrosti iz 40 km/h na 60km/h in ureditev nivojskih križanj cest

s progo ter sanacijo mostu pri Grosupljem. Investicijska ocena prve faze je bila 44 milijonov evrov. Predvideni termin odprtja prvega dela proge je bilo leto 2010.

- II. faza bo zajemala posodobitev proge Ortnek-Kočevje. Po končani fazi naj bi bila mogoča uvedba potniškega in tovornega prometa do Kočevja. Vrednost te faze je bila leta 2006 ocenjena na 18 milijonov evrov.
- III. faza načrtuje opremo celotne proge z novimi SV napravami, ki bodo omogočale daljinsko vodenje prometa iz postaje Grosuplje za celoten odsek do Kočevja. Ta faza obnove je bila leta 2006 ocenjena na 7 milijonov evrov.



Slika 15: Faze posodobitve proge Grosuplje–Kočevje
(Vir 15: Najdi.si, 2011)

Obnovitvena dela torej obsegajo popolno zamenjavo zgornjega in spodnjega ustroja proge ter SV in TK naprav na celotnem odseku. Z zamenjavo zgornjega ustroja in ureditvijo spodnjega ustroja se bo zagotovila kategorija obremenitve D4. Premostitveni objekti spodnjega ustroja se morajo prav tako sanirati za obremenitev kategorije D4.

Maksimalna skupna prevozna moč naj bi znašala pri polnem delovnem času in pri polni obremenitvi na celotni progi 1.000.000 neto ton. Prevozna moč obnovljene proge v primeru

vožnje 8 tovornih vlakov dnevno bi znašala 675.000 neto ton letno, kar bo zadostovalo zahtevam za dolgoročno napoved rasti tovornega prometa do leta 2020. Ostale trase se bi dodelilo potniškemu prometu.

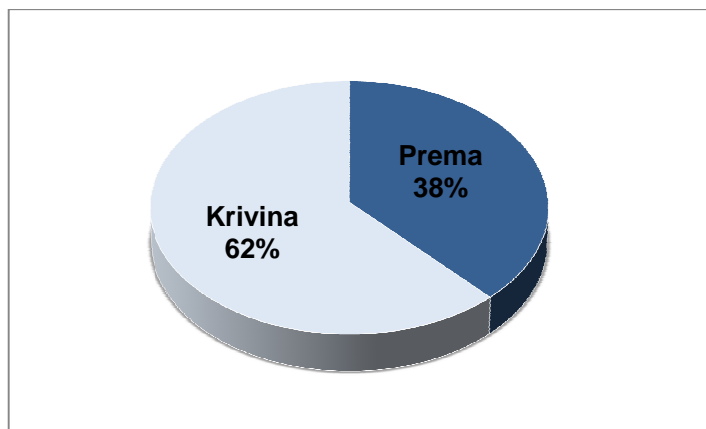
V remont je vključena tudi rekonstrukcija postaj, kjer je predvidena zamenjava tirov, kretnic, ureditev postajališč oz. peronov in obnova postajnih poslopij.

5.3 Stanje proge Grosuplje–Kočevje po obnovi

Železniško progo med Grosupljem in Kočevjem so začeli posodabljati poleti 2008. Danes je v fazi zaključevanja I. faza obnove, torej proga med Grosupljem in Ortnekom.

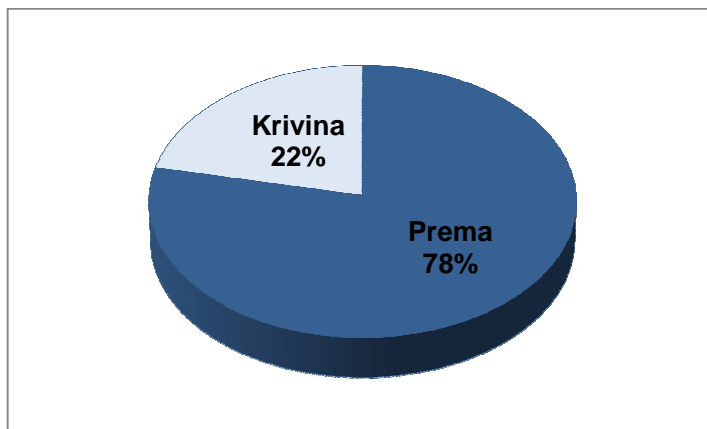
Geometrijo tira je bilo potrebno urejati pod pogojem, da zaradi teh korekcij ne bi prišlo do posegov izven meja zemljišča javne železniške infrastrukture (JŽI). Na nekaterih delih proge, kjer pod prej omenjenimi pogoji ni bilo moč zagotoviti geometrije tira za hitrost 60 km/h, se je dopustila tudi obnova tira za nižjo hitrost. Glede na zahtevnost terena ter ozek pas zemljišča JŽI so bili pri projektiranju uporabljeni minimalni elementi horizontalnih krivin. Izračuni posameznih elementov so bili narejeni v skladu s Pravilnikom o pogojih za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje zgornjega ustroja železniških prog (UL RS št.14/2003). Sedaj je v veljavi že novi Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog (UL RS št. 92/2010), vendar so projekti starejši in je za omenjena dela veljal še stari pravilnik.

Po končani obnovi bo odsek sodil v kategorijo D4, kar pomeni 225 kN/os oz. 80 kN/m. Elementi zgornjega ustroja in geometrija tira na odseku Grosuplje–Ortnek so urejeni za maksimalno potovalno hitrost 60 km/h, na krajših odsekih pa tudi 70 in 80 km/h.



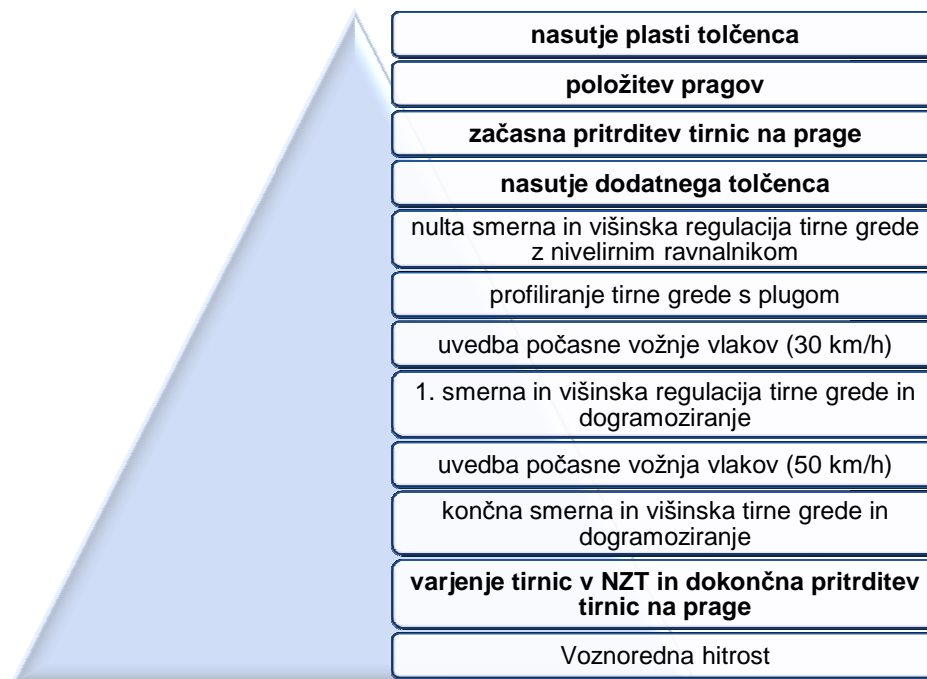
Grafikon 8: Geometrija tira na odseku proge Grosuplje–Ortnek

Na še neobnovljenem odseku proge Ortnek-Kočevje je predvidena rekonstrukcija geometrije tira za maksimalno hitrost 100 km/h. Izjema je le krajši del proge med Ortnekom in Žlebičem, kjer se zagotavlja maksimalna hitrost 60 km/h.



Grafikon 9: Geometrija tira na odseku proge Ortnek–Kočevje

Postopek obnovitvenih del se prične pri odstranitvi starega materiala in tirne grede. V nadaljevanju se utrdi spodnji ustroj do ustrezne zgoščenosti z $E_v = 60$ MPa, zgradijo se prepusti in nasuje nova tamponska plast, ki mora ustrezati predpisani vrednosti za zgoščenost. Na tako pripravljen spodnji ustroj se vgradijo elementi zgornjega ustroja po postopku, ki je razviden iz naslednje slike.



Slika 16: Postopek gradnje železnice od zgoraj navzdol
(Vir 16: Škufca, 2011)

5.3.1 Stanje zgornjega ustroja po obnovi

Na obnovljenem odseku proge Grosuplje-Ortnek so vgrajene tirnice sistema S49, ki so lahko nove ali rabljene pod pogojem, da njihova obraba ne presega dovoljenih toleranc. Za stikovanje tirnic in pritrnitev tirnic na prag se je uporabljal novi, rabljeni ali obnovljeni tirni pribor. Za ublažitev vibracij so uporabljali rebraste podložne plošče pritrjene na prag s tirfoni. Med tirnico in rebrasto ploščo pa so namesto topolovih vložkov vstavljali nove PVC vložke. Pritrditev tirnice na rebrasto ploščo so izvedli s K sistemom.



Slika 17: Novo vgrajene tirnice s K sistemom pritrditve na nove prage
(Vir 17: Škufca, 2011)

Na celotnem odseku so se vgradili leseni pragovi. Razdalja med osmi pragov je 0,6 m.

Oblika grede mora ustrezati zahtevam Pravilnika o zgornjem ustroju železniških prog (v nadaljevanju Pravilnik ZU), zato je širina tirne grede ob čelu pragov 35 cm. Zahtevana je bila dobra zbitost in debelina tirne grede 25 cm, merjeno med spodnjim robom praga in vrhom planuma (tampona).



Slika 18: Nov zgornji ustroj v Velikih Laščah
(Vir 18: Škufca, 2011)

5.3.2 SV naprave po obnovi

Proga bo, kot je omenjeno že v načrtu obnove za III. fazo, opremljena z SV napravami, ki bodo omogočale daljinsko vodenje prometa iz postaje Grosuplje za celoten odsek do Kočevja. V I. fazi so ob progi položili betonske kinete, ki bodo služile za izvedbo posodobljenih SVTK naprav.



Slika 19: Betonska kineta za SV napeljavo v Velikih Laščah
(Vir 19: Škufca, 2011)

Za navedeno zavarovanje in vodenje prometa se bo zračni vod Grosuplje–Ortnek posodobil z novim samonosilnim optičnim kablom in samonosilnim TK kablom z bakrenimi vodniki za SVTK naprave v medpostajnem razmiku. Kjer je potrebno bodo zamenjali dotrajane drogove.



Slika 20: Novi nosilni drogovi za samonosilni optični in TK kabel
(Vir 20: Škufca, 2011)

5.3.3 Nivojski prehodi po obnovi

Nivojski prehodi so se povečini na novo uredili. Nekaj se jih je ukinilo že ob samem izvajanju del, ker niso potrebovali nadomestnih cestnih povezav.

5.3.4 Spodnji ustroj po obnovi

Po določilih Pravilnika o pogojih za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje spodnjega stroja železniških prog (UL RS št.14/2003) je za regionalne proge zahtevana debelina tamponskega sloja za nove proge od 30 do 40 cm. Pri sanaciji starih prog, brez predhodnega tamponskega sloja ali posteljice, tamponska plast prevzame vlogo posteljice, s čimer se debelina tamponskega sloja lahko poveča do 70 cm. Druga zahteva je vrednost statičnega deformacijskega modula, ki mora na planumu tamponskega sloja znašati 60 MPa, na planumu nasipa ali zemeljskih tleh v vkopih pa več kot 15 MPa.

Odvodnjavanje proge se je izvajalo v odvisnosti od konfiguracije terena, prostorskih možnosti in od temeljnih tal. Uporabljeni so bili sledeči sistemi odvodnjavanja:

- odprti jaški,
- odprti ponikovalni jaški,
- drenaže,
- drenažni ponikovalni jarki (zasuti).

Vgrajeni so novi AB propusti, ki ustrezajo kategoriji proge D4, dimenzij 1,0 /1,0 m, po večini iz montažnih elementov. Vgradili so se na mestu obstoječih kamnitih in betonskih cevnih prepustov. Nekaj lokacij prepustov je novih, del starih prepustov pa se je opustilo zaradi nadomestitve z novimi.



Slika 21: Novi montažni propust na odprti prog Velike Lašče–Ortnek
(Vir 21: Škufca, 2011)



Slika 22: Nov AB propust na progi pri Predolah v fazi gradnje
(Vir 22: Škufca, 2008)

Elementi proge pred in po obnovi so zajeti v naslednji preglednici.

	PRED OBNOVO	PO OBNOVI
TIRNICE	Xa, XI JŽ, S45, S49	S49
PRAGI	leseni (dotrajani), jekleni	leseni (ostrorobi)
TIRNA GREDA	zablatena	ustreza pravilniku, debeline vsaj 25 cm
SV NAPRAVE	mehanske	elektrorelejne
NIVOJSKI PREHODI	nezavarovani, ne ustrezajo zahtevam	urejeni skladno z zakonodajo, nekateri ukinjeni
PROPUSTI	kamniti, iz betonskih cevi	AB dim. 1,0/1,0 m, montažni

Preglednica 6: Elementi ZU železniške infrastrukture na progi Ljubljana-Kočevje

5.4 Postaje

Na progi od glavne postaje Ljubljana do Kočevja je 8 postaj in tri postajališča, katerih tirne sheme so prikazane v nadaljevanju. Med postajami na tej progi ni progovnih odsekov, tako da je progovni odsek kar odsek med zaporednima postajama. Teorija zavarovanja voženj vlakov bo predstavljena v naslednjem poglavju. Vlaki se lahko srečujejo ali prehitevajo samo na postajah, postajališčih ali izogibališčih.

Postaje so najkompleksnejša prometna mesta. Rečemo lahko, da se vsa dela, ki se opravljajo na posameznih drugih prometnih mestih, na postaji pojavljajo v celoti. Postaja lahko vpliva na kapaciteto proge z odrejanjem križanj in prehitevanj. Imeti mora ustrezno število tirov, naprave za tovorni promet, potniški promet itd.

Postajališče je prometno mesto, na katerem se ustavljajo le določeni potniški vlaki, zato služi le vstopu in izstopu potnikov. Nima funkcije pri vodenju železniškega prometa. Večje število postajališč na progovnem odseku pa lahko, z vlakovnimi postanki, vpliva na propustno moč proge. Postajališče je locirano na odprti progi.

Izogibališče je prometno mesto na enotirni progi, na katerem se vodi železniški promet nasprotnih in zaporednih vlakov. Poleg glavnega tira mora imeti vsaj še en tir, ki je obojestransko vezan na glavni tir. S takšno konstrukcijo tirnih naprav je omogočeno križanje in prehitevanje vlakov. Na izogibališču se lahko opravlja tudi potniški in tovorni promet in sicer z ustrezno ureditvijo peronov ter naprav za tovorni promet.

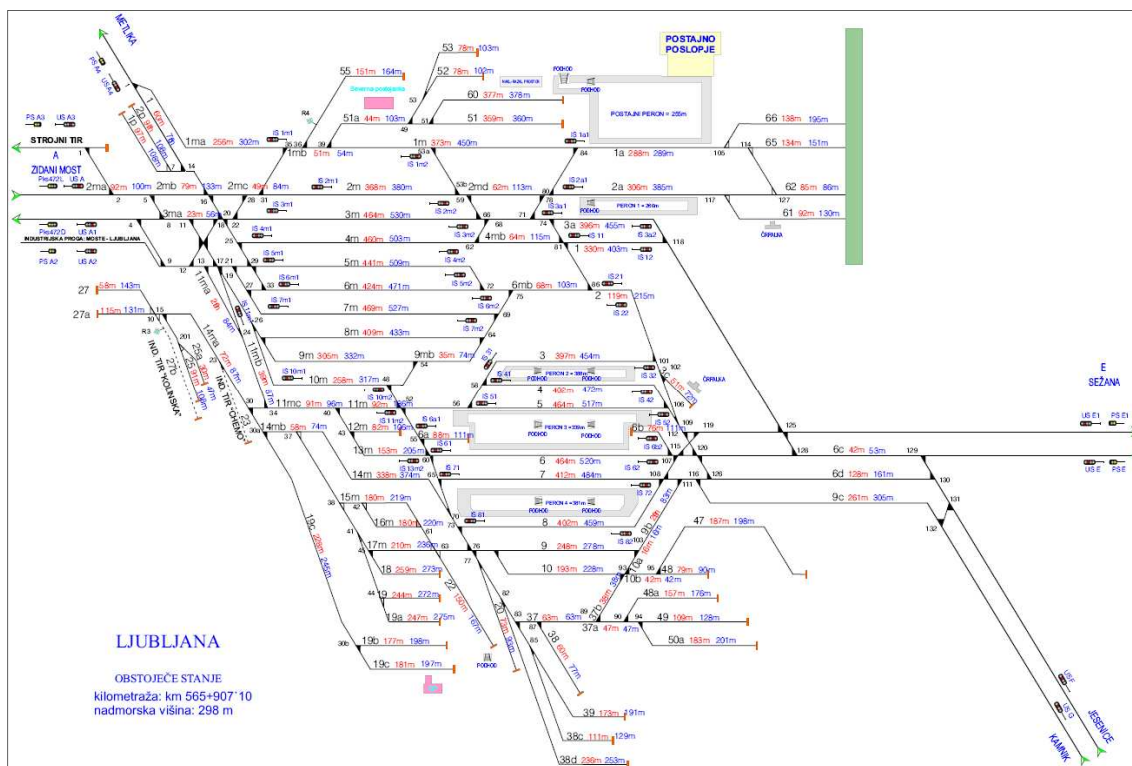
5.4.1 Ljubljana

Postaja Ljubljana predstavlja najpomembnejše železniško vozlišče v državi, saj se v Ljubljani srečata V. in X. mednarodni koridor ter začneta oziroma končata dve regionalni progi. Ti progi sta Ljubljana–Kamnik proti severu in Ljubljana–Novo mesto na jugu. Potniški in tovorni vlaki se vodijo skupaj. Kadar vlakov primestnega prometa ne potrebujejo za obratovanje, so pogosto parkirani na glavni postaji Ljubljana in zasedejo veliko tirov. Postaja ima 8 glavnih tirov. Zaradi pomanjkljivosti v infrastrukturi znaša uvozna hitrost na glavni postaji Ljubljana samo 30 km/h.

Na postaji je vgrajenih približno 120 kretnic različnih sistemov, večina sistema S49. Pretežno so položene na lesene prage z rebrastimi podložnimi ploščami in s K pritrditvijo.

Večja dela obnovitve glavne postaje Ljubljana so bila izvedena med leti 1962–1968 in leta 1985. Zadnja večja obnova je bila izvedena leta 1993, ko so zamenjali številne kretnice na celotni postaji. Med leti 1990 in 2000 so bili obnovljeni postajni tiri. Leta 2007 sta bila dva tira obnovljena s tirnim sistemom S49 na betonskih pragih s Pandrol pritrditvijo.

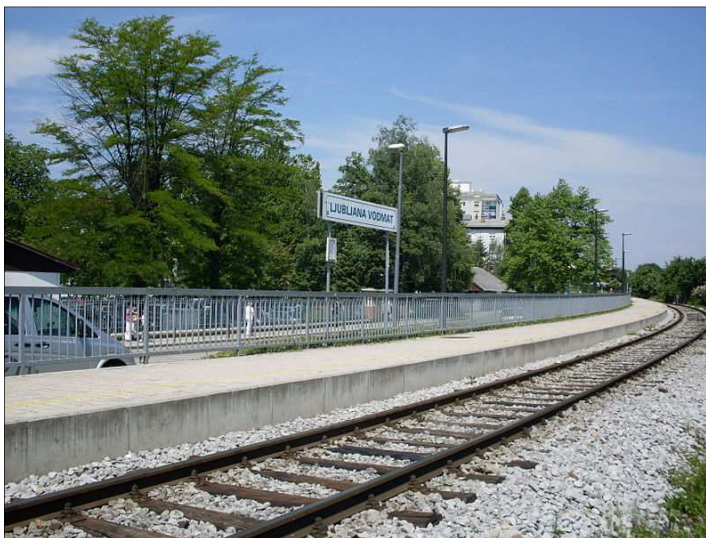
SV naprave so elektrorelejne in so opremljene s svetlobnimi ali likovnimi signali.



Slika 23: Tirna shema glavne železniške postaje Ljubljana
(Vir 23: Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)

5.4.2 Ljubljana Vodmat (postajališče)

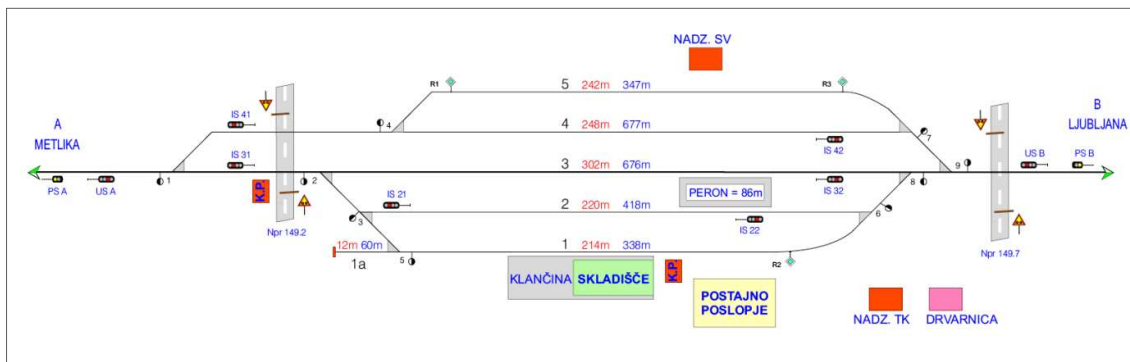
Postajališče Vodmat sestoji iz enega perona v dolžini 150 m, ki poteka vzporedno z Grablovičevo ulico. Prometu so ga predali 15. decembra 2002 in je priročno za dostop do predelov Vodmat, Moste, Kodeljevo in tudi za dostop do Univerzitetnega kliničnega centra.



Slika 24: Postajališče Ljubljana Vodmat
(Vir 24: <http://sl.wikipedia.org/wiki> (24. 5. 2011))

5.4.3 Ljubljana Rakovnik

Na železniško postajo Ljubljana-Rakovnik gravitirajo uporabniki železnic jugovzhodnih ljubljanskih predmestij Rakovnik in Galjevica.

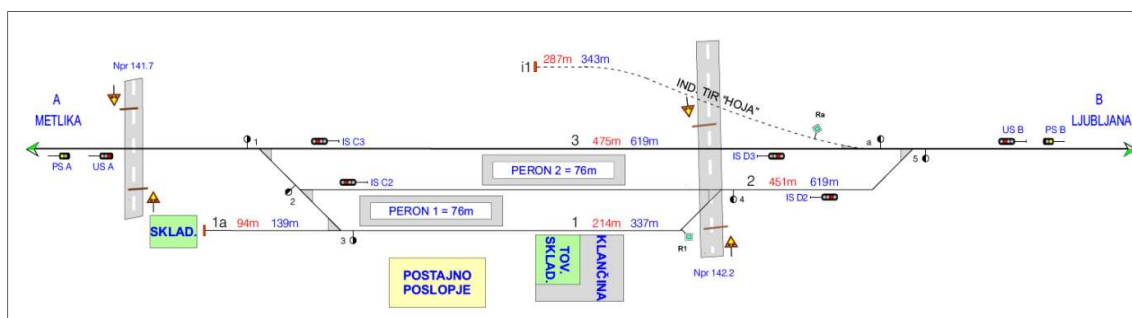


Slika 25: Tirna shema postaje Ljubljana–Rakovnik
(Vir 25: Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)

5.4.4 Škofljica

Železniška postaja Škofljica je bila v preteklosti poglavitni dejavnik za razvoj občine. Zdajšnje podjetje Hoja d.d., ki se ukvarja z izdelavo lepljenih nosilcev in žaganjem lesa, je imelo zaradi industrijskega tira izdelano priložnost za razvoj. Danes je na železniško postajo Škofljica vezano tudi oživljanje obrtne cone na Škofljici, kjer se je možno posluževati železniškega transporta (npr. obstoječa železokrivnica gradbenega železa).

Na železniški postaji Škofljica je predvidena ureditev 50 parkirnih mest, za postajnim poslopjem na zemljišču JŽI.



Slika 26: Tirna shema postaje Škofljica
(Vir 26: Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)

5.4.5 Šmarje - Sap (postajališče)

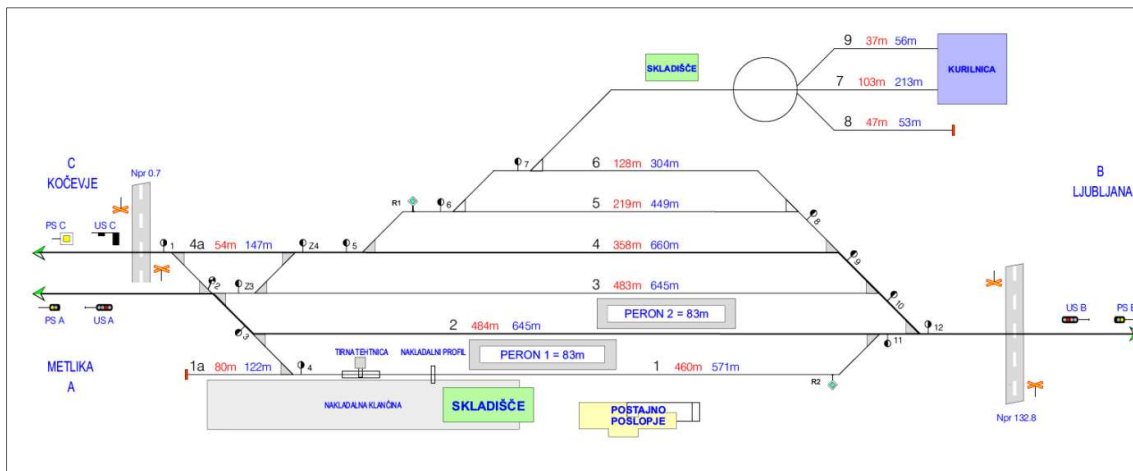
Postajališče Šmarje - Sap se nahaja med avtocestno povezavo Ljubljana–Novo mesto in Ljubljansko cesto, ki deli naselje Šmarje - Sap po celotni dolžini na dva dela.



Slika 27: Postajno poslopje na postajališču Šmarje - Sap
(Vir 27: Škufca, 2011)

5.4.6 Grosuplje

Pred obnovitvenimi deli je bila postaja zavarovana z mehanskimi signalno varnostnimi napravami in dopolnjena z relejno tehniko, ki je omogočila zamenjavo mehanskih signalov s svetlobnimi. Uvozni signal in predsignal iz smeri Kočevja sta bila mehanska in krmiljena preko žicevoda. Na postaji ni bilo vgrajevanih izvoznih signalov.



Slika 28: Tirna shema postaje Grosuplje
(Vir 28: Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)

Po končanju III. faze bo postaja opremljena z elektorelejno varnostno napravo. Za varnostno napravo bodo vgradili obnovljena relejna stojala in skupine. Kretnice bodo opremljene s hidravličnimi električnimi pogoni. Število kretnic in njihova lega se ne bo menjala. Za bočno

varovanje vlakovnih poti bodo na postaji vgrajeni 4 električni raztirniki. Vse kretnice opremljene z električnimi pogoni bodo električno ogrevane iz električnega omrežja.

Naprave se bodo vgradile v adaptirane prostore na postaji. V obstoječem prometnem uradu bo vgrajena nova postavljalna miza in minimizirani center vodenja prometa proti Kočevju.

Za postajo je predvideno zavarovanje vlakovnih poti na tire 2 - 4 in premikalne vozne poti na tire 1 do 5. Na tiru 1 se nahaja nakladalna klančina, tir 5 pa je namenjen odstavljanju vagonov in dostopov na okretnico.

Ureditev celotnega postajnega območja, skupaj z ureditvijo dostopnih poti in parkirišč je v fazi sprejemanja idejne zasnove. V istem času pa bi se uredil tudi nadvoz do naselja Sončni dvori, kjer je sedaj križanje nivojsko, nezavarovano in posledično zelo nevarno.



Slika 29: Idejni načrt ureditve postajnega območja Grosuplje
(Vir 29: LUZ - idejna zasnova, 2011)

5.4.7 Dobrepolje

Pred obnovo je bila postaja zavarovana z mehanskimi SV napravami, katere se, z izjemo naprav za zapiranje – odpiranje nivojskega prehoda, niso uporabljale. Preko postaje so potekali prevozi samo po drugem postajen tiru. Na postaji ni bilo ne mehanskih ne svetlobnih železniških signalov.



Slika 30: Tirna shema postaje Dobrepolje
(Vir 30 Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)

Po končanju obnove bo postaja opremljena z elektrorelejno napravo. Za varnostno napravo bodo vgrajena nova ali obnovljena relejna stojala in skupine. Vgrajena bo elektronska varnostna naprava. Kretnice bodo opremljene s hidravličnimi električnimi pogoni.

Naprave bodo vgrajene v adaptirane prostore na postaji. V obstoječem prometnem uradu bo vgrajena nova postavljalna miza.

Uredil se bo peron dolžine minimalno 100 m.

Predvideno je zavarovanje vlakovnih poti na tira 1 in 2. Na slepem tiru 3 se nahaja nakladalna klančina. Postavljanje premikalnih vozni poti ni predvideno. Dostop na slepi tir 3 in nakladalno klančino se izvede tako, da se postajo preklopi v lokalno delo in izvede premik.

5.4.8 Velike Lašče (postajališče)

Na postajališču je predvidena gradnja bočnega potniškega perona, ki pa naj bi bil zgrajen v II. fazi obnove proge.



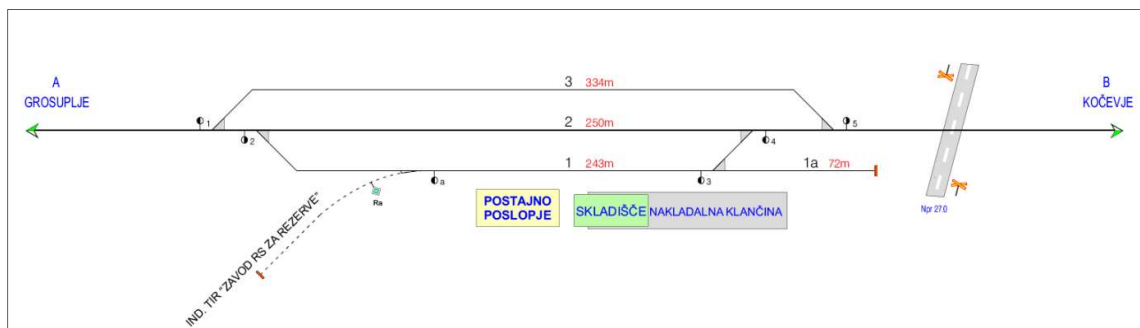
Slika 31: Tirna shema postajališča Velike Lašče
(Vir 31: Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)



Slika 32: Postajališče Velike Lašče po obnovi
(Vir 32: Škufca, 2011)

5.4.9 Ortnek

Pred obnovo je bila postaja zavarovana z mehanskimi SV napravami ali z robbel ključavnicami zaklenjenimi kretnicami. Na postaji ni bilo uvoznih in izvoznih signalov. Tir 3 je bil zaprt.



Slika 33: Tirna shema postaje Ortnek
(Vir 33: Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)



Slika 34: Postaja Ortnek pred obnovo
(Vir 34: Marušič - <http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?f=17&t=1278> (11. 5. 2011))

Na postaji Ortnek obnovitvena dela še niso končana. Položeni so pragi in tirnice, ki se sedaj varijo in pritrjujejo na prage s tirnim priborom.

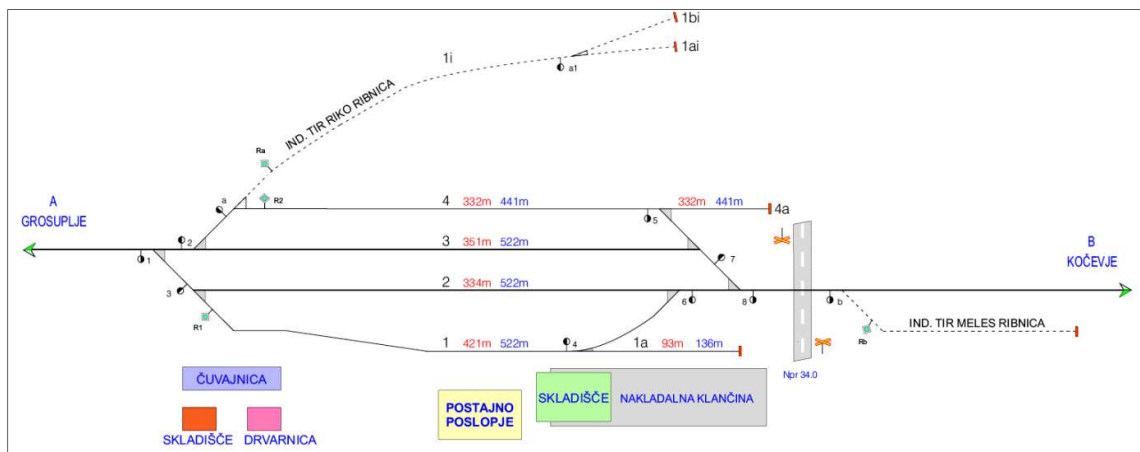


Slika 35: Postaja Ortnek med obnovo
(Vir 35: Škufca, 2011)

Predvideno je zavarovanje vlakovnih poti na tira 2 in 3 ter premikalne vozne poti na tiri 1,2 in 3.

Uredil se bo peron dolžine minimalno 100 m. Kretnice bodo opremljene z električnim ogrevanjem. Vgrajeni bodo uvozni in izvozni signali.

5.4.10 Ribnica

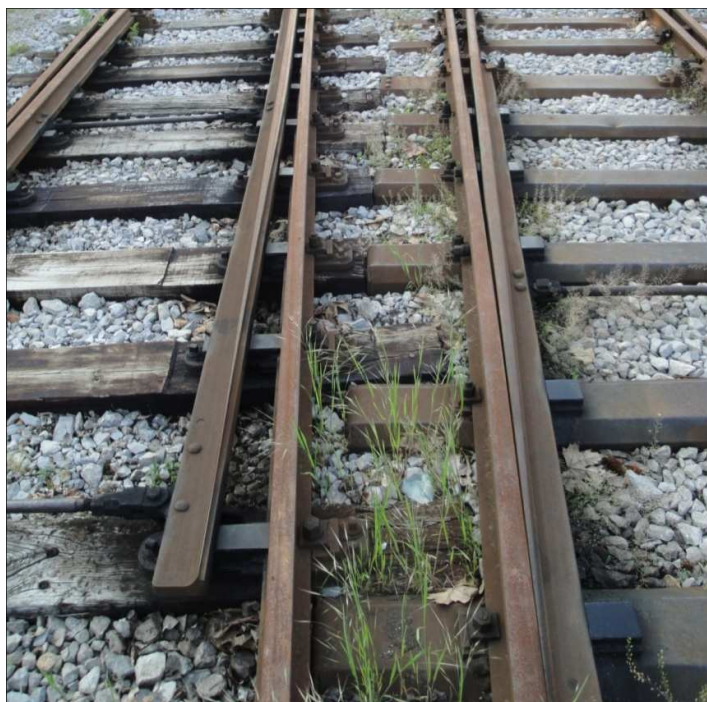


Slika 36: Tirna shema postaje Ribnica
(Vir 36: Program omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3.)



Slika 37: Postaja Ribnica v neobnovljenem stanju
(Vir 37: Škufca, 2011)

Po projektih se bodo uredili peroni dolžine minimalno 100 m in zavarovanje postaje z elektrotrelejno SV napravo. Uredil se bo prostor namenjen za potrebe SV naprav. Postaja bo opremljena s kretniškimi pogoni in izvoznimi signali. Kretnice bodo opremljene z električnim ogrevanjem.



Slika 40: Leseni pragi (levo) in jekleni pragi (desno) na železniški postaji Kočevje
(Vir 40: Škufca, 2011)

5.5 Vozni park

Vozni park dolenske proge sestavlja garnitura serije 713-715, ki ji v pogovornem jeziku pravijo Kanarček. Serijo srečamo na vseh Slovenskih neelektrificiranih progah. Največ je v uporabi na Dolenjskem in kamniški progi, še najmanj pa na soškem koridorju. Ta serija je zamenjava za serijo 813-815. Ima dizel hidravlični pogon, ki omogoča hitrejša speljevanja v primerjavi z dizel mehanskim pogonom. Omenjeno serijo so izdelali v dveh verzijah, in sicer kot poslovni vlak 1. razreda (zeleni vlak) in klasični verziji 2. razreda (oranžni vlak). Izdelovali so jih MBB Donauworth Nemčija / TVT Maribor Slovenija, v letih med 1984 in 1986. Nekatere tehnične karakteristike Kanarčka so: moč motorja 375 kW, največja hitrost 120 km/h, teža 60 t, dolžina čez spenjačo (od odbojnika do odbojnika) 48 m in širina 2,85 m, število garnitur v spregi je 4 in ima skupno 128 sedežev (SŽ, 2011).



Slika 41: Garnitura serije 713-715
(Vir 41: <http://www.miniaturna-zeleznica.com/galerije/Kanarcek/index.html> (11. 5. 2011))

6 ZAVAROVANJE VOŽNJE VLAKOV

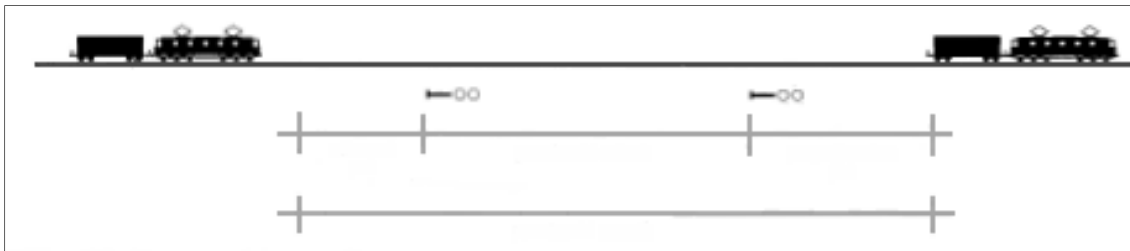
Sedaj, ko je obnova že skoraj končana, se lahko lotimo načrtovanja dobrega voznega reda za potniški promet iz Kočevja proti Ljubljani. Prej pa moramo dobro poznati teorijo zavarovanja voznih poti vlakov. Železniški promet se razlikuje od drugih prometnih sistemov predvsem po tem, da je vozna pot vlaka s tirnim vodenjem natančno določena. Temeljnega pravila, da mora biti vidnostna razdalja daljša od zavorne razdalje, ni mogoče zagotoviti. Vlak ne more voziti po preglednosti, kot npr. avto v cestnem prometu, zaradi velike mase vlaka in njegove dolge zavorne poti. Vlak vozi po signalnih znakih, ki mu dovoljujejo ali prepovedujejo vožnjo po posameznih odsekih.

6.1 Zavarovanje vožnje vlakov na odprti progi

Prvi način zavarovanja vožnje vlakov je z *zagotavljanjem prostorskega razmika med zaporednimi vlaki*. Vožnja zaporednih vlakov se izvaja v takoimenovanem prostorskem razmiku, ki je standardni princip varovanja zaporednih vlakov povsod po svetu. Minimalna razdalja med zaporednimi vlaki bi bila načeloma lahko enaka največji zavorni razdalji najhitrejšega vlaka. Ker pa je vidnostna razdalja manjša od zavorne poti in si vlaki sledijo s pomočjo fiksne pogovorne signalizacije, je potrebno k temu prišteti še razdaljo med dvema zaporednima glavnima signaloma (prostorski odsek) in določeno rezervo (prepeljevalno pot). Zavarovanja prometa vlakov v prostorskem razmiku se lahko zagotovi z dogovarjanjem prometnikov sosednjih prometnih mest ali pa s pomočjo tehničnih sredstev (progovnega bloka).

Drugi način zavarovanja vožnje vlakov je z *zavarovanjem voznih poti vlakovnih in premikalnih voženj na prometnih mestih*. Tehnično se zavarovanje vlakov izvede s SV napravami, kot so glavni in premikalni signali, izolirke, števcji osi, kretniški zapahi itd. in s postroji, ki te SV naprave krmilijo.

Prostorski razmik tako sestavljajo zavorna pot, prostorski odsek in prepeljevalna pot, kot prikazuje naslednja slika:



Slika 42: Prostorski razmik
(Vir 42: Zgonc, 2003)

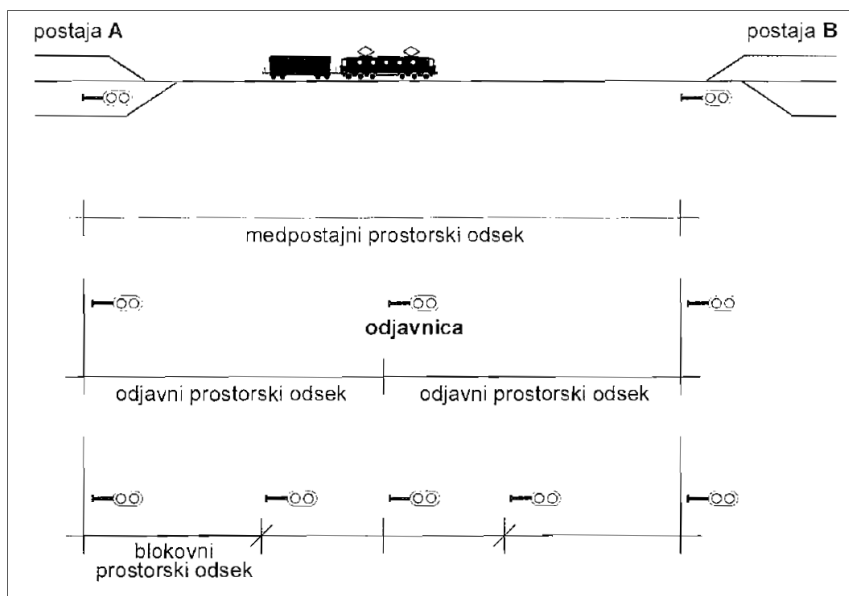
Če vožnjo vlakov uravnavajo signali, ki so fiksno vgrajeni ob progi, govorimo o vožnji vlakov v fiksnem prostorskem razmiku. Poznamo tudi vožnje vlakov v gibljivem prostorskem razmiku, kjer fiksno vgrajene signale nadomešča poseben vodnik, vgrajen v tiru, in se informacije o prostosti tira z vodnika kontinuirano prenašajo na lokomotivo. V tem primeru se prostorski razmik sestoji le iz zavorne in prepeljevalne poti.

6.1.1 Zavorna pot, prostorski odsek in prepeljevalna pot

Zavorna pot je razdalja, ki jo vlak prevozi od aktiviranja zavor do ustavitve vlaka. V trenutku, ko se vlak nahaja na zavorni razdalji pred glavnim signalom, ki ščiti prostorski odsek, mora glavni signal že kazati signalni znak za dovoljeno vožnjo, saj bi sicer moral vlak pričeti z zaviranjem.

Prostorski odsek je razdalja med dvema sosednjima glavnima signaloma. Prvi glavni signal dovoljuje uvoz vlaka v prostorski odsek samo takrat, ko je prostorski odsek prost, kar pomeni, da je predvozeči vlak že prepeljal drugi uvozni signal in prepeljevalno pot. V vsakem prostorskem odseku se torej lahko nahaja samo en vlak. Minimalna dolžina prostorskega odseka je enaka dolžini zavorne poti.

Prostorski odseki so lahko blokovni, odjavni in medpostajni kot je razvidno iz spodnje slike:



Slika 43: Vrste prostorskih odsekov
(Vir 43: Zgonc, 2003)

Prepeljevalna pot je odsek tira za glavnim signalom, do katerega je postavljena vozna pot, ki mora biti prost, kadar signal prepoveduje nadaljnjo vožnjo. Prepeljevalna pot je neke vrste rezerva v primeru, da vlak pred signalom nebi mogel ustaviti. Dolžina prepeljevalne poti je od 50 do 200 m.

6.1.2 Signali

Glavni signali kažejo strojevodji prostost oziroma zasedenost prostorskega odseka, ki ga ščitijo. Poznamo enopomenske signale, ki s svojimi signalnimi znaki dovoljujejo ali prepovedujejo vožnjo v prostorski odsek, in večpomenske, ki istočasno dovoljujejo ali prepovedujejo vožnjo v neposredno sledeči odsek in hkrati predsignalizirajo signalni znak naslednjega prostorskega odseka. Zaradi dolge zavorne poti vlakov mora biti pri enopomenskih signalih vsak glavni signal predsignaliziran s predsignalom, medtem ko pri večpomenskih signalih to ni potrebno.

6.1.3 Zavarovanje voženj vlakov z dogovarjanjem

Zavarovanje voženj vlakov z dogovarjanjem med prometniki dveh sosednjih prometnih mest je način vodenja prometa, ki se uporablja na manj obremenjenih progah. Temelji na ročnem

postavljanju signalov. Predhodno je potrebno izvajati natančno predpisane postopke, ki jih uskladita prometnika sosednjih prometnih mest. Postopek sestoji iz dajanja odjav, zahtevanja in dajanja dovoljenj in dajanja najav (aviz), ki se zapišejo v posebni knjigi. V tem primeru je vodenje prometa vlakov v veliki meri odvisno od človeškega faktorja, zato ima prednost zavarovanje prometa s pomočjo tehničnih sredstev, ki pa je sorazmerno drago.

Na enotirnih progah je postopek naslednji:

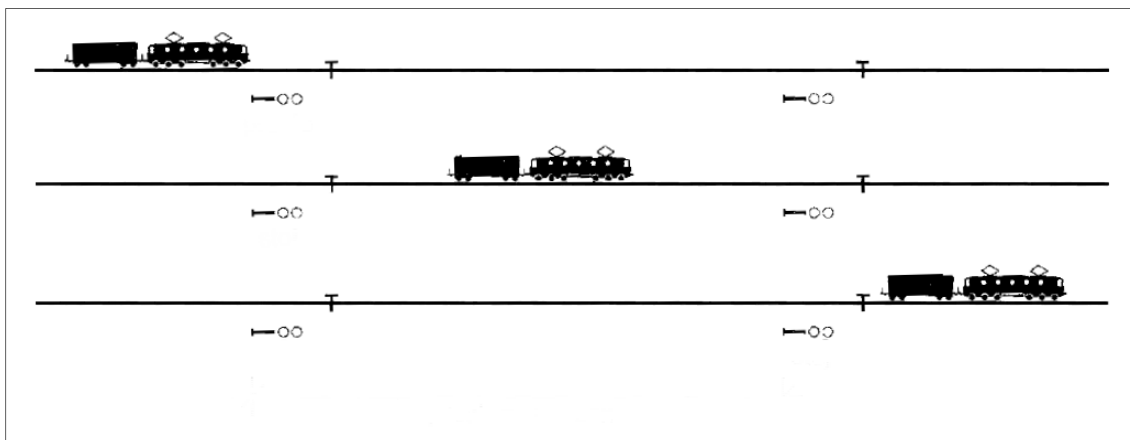
Postaja A, ki želi odpraviti vlak proti postaji B, mora od postaje B najprej dobiti odjavo za predhodni vlak. Odjava je sporočilo postaje B, da je predhodni vlak cel uvozil na postajo (prometnik mora videti sklepni signal na zadnjem vagonu), da sta prostorski odsek in prepeljevalna pot na uvoznem signalu postaje prosta in da je uvozni signal postaje postavljen v lego za prepovedano vožnjo. Po sprejeti odjavi mora postaja A zaprositi postajo B za dovoljenje, da lahko proti njej odpravi vlak. Postaja B lahko prošnjo zavrne ali odobri z dovoljenjem. Dovoljenje je potrditev, da je prostorski odsek med postajama A in B prost, da postaja B proti postaji A ni odpravila nobenega vlaka in da lahko sprejme ponujeni vlak na postajo. Po sprejetem dovoljenju postaja A odpravi vlak proti postaji B in ga istočasno s tem tudi najavi, avizitira, prometnim in službenim mestom (čuvajnicam, deloviščem na progi) v smeri proti postaji B.

Na progah, kjer vlaki vozijo po enem tiru samo v eni smeri (dvtirne proge), se odjava predhodnega vlaka šteje kot dovoljenje, posebno dovoljenje od sosednje postaje pa ni potrebno, saj vsi vlaki vozijo v isti smeri.

6.1.4 Zavarovanje voženj vlakov s pomočjo tehničnih sredstev

Zavarovanje voženj vlakov s pomočjo tehničnih sredstev (progovni blok) pomeni vzpostavitev tehnične odvisnosti med signali na začetku prostorskega odseka in signali na koncu prostorskega odseka (za zavarovanje zaporednih vlakov) ter vzpostavitev tehnične odvisnosti s signali, ki ščitijo prostorski odsek pred vožnjami iz nasprotne smeri. Obstaja razlika med načini zavarovanja enotirnih in dvtirnih prog.

Zavarovanje zaporednih vlakov je razvidno iz slike:



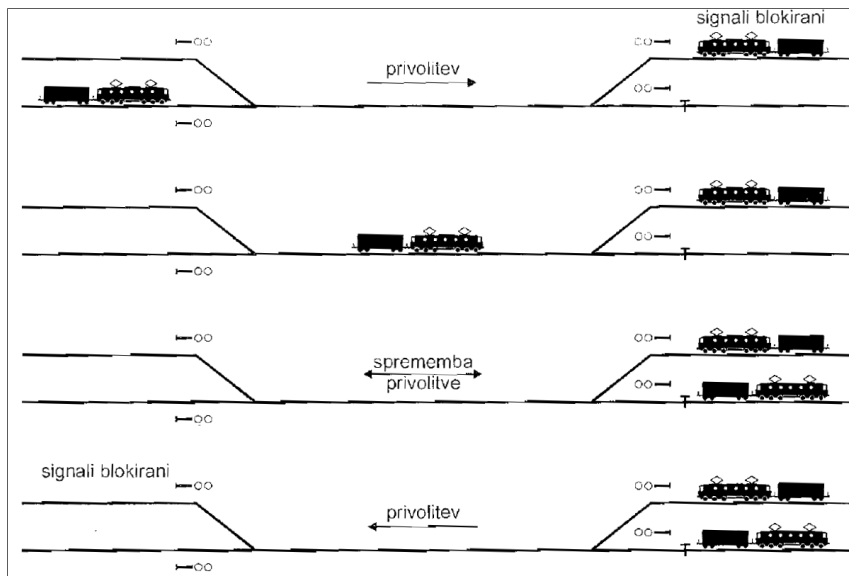
Slika 44: Zavarovanje zaporednih vlakov
(Vir 44: Zgonc, 2003)

Tehnično se odvisnost med signali vzpostavi s posebnimi blokovnimi polji ali z releji tako, da so izpolnjeni naslednji signalnotehnični pogoji:

- Dokler je prostorski odsek prost, signali na začetku prostorskega odseka niso blokirani, ne glede na to, da redno kažejo signalni znak za prepovedano vožnjo.
- Ob prevozu prve osi vlaka mimo signala se signal prestavi v lego za prepovedano vožnjo in v njej zablokira, s čimer zavaruje vlak pred zaporednimi vlaki. Hkrati se signali, ki varujejo prostorski odsek iz nasprotne smeri zablokirajo v legi za prepovedano vožnjo in s tem zavarujejo vlak pred nasproti vozečimi vlaki.
- Predhodni prostorski odsek se lahko sprosti šele takrat, ko se vlak v prostorskem odseku za sabo zavaruje s signalom, ki prepoveduje vožnjo in se v tej legi zablokira.

Za zavarovanje voženj vlakov v nasprotni smeri se na obeh sosednjih prometnih mestih nahaja posebno polje za privolitev. Če ima polje privolitev, je prosto, če je nima je zablokirano. Blokirano polje zaklepa vse signale, ki omogočajo vožnje v nasprotni smeri. Privolitev za odpravo vlaka v prostorski odsek med dvema sosednjima prometnima mestoma ima le ena od dveh postaj, ki lahko v prostorski odsek odpravlja poljubno število vlakov v isti smeri. Postaja brez privolitve pa mora imeti vse izvozne signale v smeri obravnavanega prostorskega odseka v legi za prepovedano vožnjo.

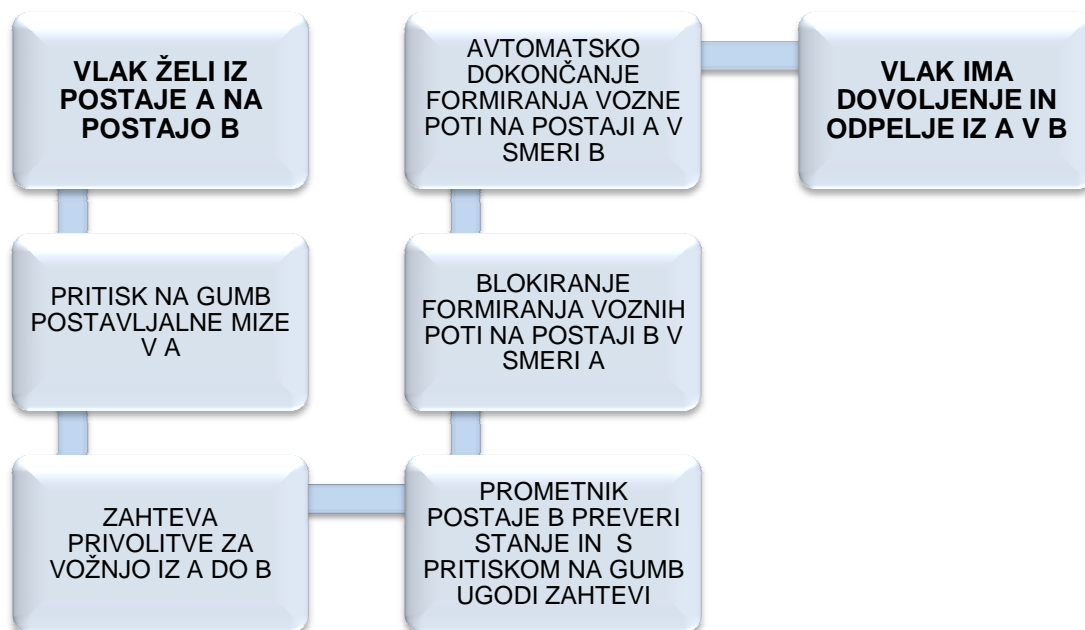
Zavarovanje voženj vlakov v nasprotni smeri je razvidno iz naslednje slike:



Slika 45: Zavarovanje vožnje nasprotnih vlakov
(Vir 45: Zgonc, 2003)

Na enotinih proga je postopek sledeč.

Postaja A želi odpraviti vlak proti postaji B, zato od nje s pomočjo tipke na postavljalni mizi zahteva privolitev, ki je v bistvu dovoljenje za smer vožnje; lahko velja za več vlakov in traja tako dolgo, dokler ne pride do potrebe za spremembo smeri zaradi voženj vlakov v nasprotni smeri. Prometnik postaje B tej zahtevi ugodi s pritiskom na ustrezne gumbе postavljalne mize, s čimer na svoji postaji blokira formiranje vozni poti v smeri postaje A in tako omogoči avtomatsko dokončanje formiranja vozne poti na postaji A.



Slika 46: Shema postopka zavarovanje vožnje vlakov s tehničnimi sredstvi na enotirni progi (Vir 46: Škufca, 2011)

Na progah, kjer se promet odvija po enem tiru samo v eni smeri (dvotirne proge), se privolitev za smer ne zahteva, pač pa se za izvoz in uvoz vlaka postavi samo vozna pot.

Glede na tehnično izvedbo progovnega bloka ločimo medpostajno odvisnost – MO in avtomatski progovni blok – APB.

Pri medpostajni odvisnosti je med sosednjima postajama samo en prostorski odsek, tako da si vlaki sledijo v medpostajnem prostorskem razmiku. Izvozne in uvozne signale še vedno postavlja prometnik. Kontrolo, da je cel vlak prevozil prostorski odsek pa se izvaja z napravami za prikaz prostosti prostorskega odseka, kot so tirni tokokrogi ali s števcji osi.

Pri avtomatskem progovnem bloku je med dvema postajama več prostorskih odsekov, ki so ločeni s prostorskimi signali. Tudi tu izvozne in uvozne signale postavlja prometnik, vlak sam pa si postavlja signalne znake prostorskih signalov. Signal se postavi v položaj stoj v trenutku, ko prva os vlaka uvozi na izolirani prostorski odsek, ki se nahaja pred signalom. Ko zadnja os vlaka zapusti izolirani prostorski odsek, se odzadnji signal, ki je prej ščitil ta prostorski odsek, postavi v položaj prosto.

Kontrola prostosti prostorskega odseka oziroma preverjanje ali je vlak v celoti izvozil iz prostorskega odseka, se ugotavlja z napravami za prikaz prostosti prostorskega odseka. Te naprave so tirni tokokrogi ali pa števcji osi.

Pri tirnih tokokrogih ali izolirkah sta obe tirnici istega tira med sabo električno izolirani. Na enak način so med seboj, s pomočjo posebnih izoliranih stikov, izolirani tudi prostorski odseki. V obeh tirnicah je tok, ki regulira releje, ti pa kažejo prostost ali zasedenost prostorskega odseka. Dokler tir ni zaseden, v tokokrogu teče tok, signal kaže prosto pot in lučke na tirni shemi so bele. Ko na tir pripelje vozilo, ki ga s kolesnimi dvojicami premosti, se tirni rele sprosti in javi zasedenost tira, na tirni sliki pa se pojavi rdeča lučka. Takšna izvedba zagotavlja natančno informacijo o prostosti ali zasedenosti prostorskega odseka. Tako v celoti izloča človeški faktor oziroma možnost pomote.

Števci osi služijo istemu namenu kot tirni tokokrogi, le da tu izolirni stiki niso potrebni. Za kontrolo enega prostorskega odseka mora biti na vsakem koncu prostorskega odseka en števec osi, ki je pritrjen na vrat tirnice. Odsek je prost, če je število uvozečih osi enako številu izvozečih osi na nekem prostorskem odseku.

6.2 Zavarovanje voženj vlakov na postajah

Za zavarovanje voženj vlakov na postajah, kjer so prisotne tudi kretnice, ne zadošča le zavarovanje voženj vlakov v prostorskem razmiku s pomočjo progovnega bloka. Potrebno je zavarovati tudi vozne poti, vključno z vsemi elementi, ki posamezno vozno pot sestavljajo (postajni blok). To pomeni, da morajo biti vse kretnice na vozni poti, kakor tudi vse kretnice in raztirniki za bočno zaščito vozne poti, zapornice na nivojskih prehodih in signali, postavljeni in blokirani v pravilni in natančni legi ter v taki odvisnosti od glavnih signalov, ki ščitijo to vozno pot, da ne more priti do ogrožanja prometa, ko se prihajajočemu vlaku dovoli prosta pot.

Postaje varujejo predsignali in uvozni signali, ki so postavljeni na zavorni razdali, ta v Sloveniji znaša 700 do 1.000 m. Uvozni signali razmejujejo odprto progo in postajo. Izvozni signali varujejo odprto progo in izvoz s postaje. Drugi signali delijo odprto progo ali postajo na več prostorskih odsekov.

6.2.1 Vozna pot

Vozna pot je signalnotehnično zavarovana pot, ki jo vlak prepelje na območju postaje pri uvozu, izvozu ali prevozu. Vozna pot obsega progovni tir, to je tir med uvoznim signalom in uvozno kretnico, kretniško območje in ustrezen postajni tir. Vozna pot se praviloma začne pri glavnem uvoznem ali izvoznem signalu, konča pa se:

- če je ciljni signal določen (npr. pri uvozu na postajo), na koncu prepeljevalne poti za ciljnim signalom; v tem primeru je vozna pot identična z območjem, ki ga varuje startni signal,
- če ciljni signal ni določen (npr. pri izvozu s prometnega mesta) na koncu kretniškega območja.

Zavarovanje vozne poti obsega zagotovitev prostosti vozne poti, postavitve kretnic na vozni poti v pravilni in natančni legi, postavitve in zavarovanje drugih kretnic in raztirnikov za bočno zaščito vožnje, zavarovanje prometa na cestnih prehodih in ustavitve premika.

Vozna pot se postavlja na postavljalni mizi v prometnem uradu. Postavljalna miza je miniaturna kopija tirne situacije na postaji.

Prikaz zasedenosti ali prostosti odsekov je omogočen z izolirkami ali s števci osi.

6.2.2 Postavljalne naprave

Postavljalne naprave so postroji, ki omogočajo postavljanje signalov in kretnic ter zavarovanje vozni poti na prometnih mestih. Glede na njihovo tehnično izvedbo razlikujemo mehanične, elektromehanične, elektrotelejne in elektronske postavljalne naprave.

Pri *mehaničnih postavljalnih napravah* kretnice predstavljajo ročno s posebnimi vzvodi in zaklepajo kretniki, ki se nahajajo v kretniških postavljalnicah na začetku in na koncu postaje. Varnost se zagotovi tako, da je postavljanje signalov oziroma signaliziranje proste poti možno le takrat, ko so vse kretnice postavljene v pravilni in natančni legi za predvideno vlakovno pot. Zasedenost oz. prostost tirov se ugotavlja vizualno, ker posebnih tirnih tokokrogov za ugotavljanje prostosti ni.

Pri *elektromehaničnih postavljalnih napravah* se kretnice in signali postavljajo s pomočjo elektromotorjev. Tudi v tem primeru se postavljanje signalov izvede šele, ko so vse kretnice postavljene v pravilni legi za predvideno vlakovno pot. Prostost tirov se ugotavlja vizualno.

Pri *elektrotelejnih postavljalnih napravah* so potrebne medsebojne odvisnosti vzpostavljene preko električnih relejev. Namesto mehničnega zapornega sistema ali centralne kretniške ključavnice je tu postavljalna miza s tirno sliko, tipkami in signalnimi lučkami. Vozna pot se postavi tako, da prometnik sočasno pritisne tipko glavnega signala in ciljno tipko uvoznega tira. Potem naprava sama preveri prostost tira s tehničnimi napravami, postavi vozno pot in

jo zavaruje. Elektrorelejne postavljalne naprave se lahko krmilijo daljinsko, zato so primerne za vodenje prometa iz enega centra na mreži ali na eni progi.



Slika 47: Postavljalna miza na glavni železniški postaji v Ljubljani
(Vir 47: <http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?f=19&t=1347> (14. 5. 2011))

Elektronske postavljalne naprave krmilijo računalniki torej je izvedba zavarovanja računalniško podprta. Upravljanje s temi napravami se izvaja z miško in tipkovnico preko računalniških ekranov.

Preučili smo način vožnje vlakov in princip formiranja njegovih vozni poti. Seznaniti se moramo se s teorijo voznega reda, ki sledi v naslednjem poglavju.

7 VOZNI RED

Vozni red je temeljni tehnološki dokument v železniškem prometu, ki poleg časovnega zaporedja voženj in postankov vlakov vključuje tudi podatke o vseh materialih in kadrovskih zmogljivostih, ki so potrebne za njegovo dosledno izvajanje. S sprejetjem voznega reda se določijo tudi vsi potrebni tehnološki postopki ter obveznosti in obnašanje vseh udeležencev v tem procesu (Zgonc, 2003).

7.1 Splošno

Vozni red je pravzaprav načrt prevoza, ki prikaže časovno in prostorsko sliko gibanja vozil na liniji. Osnovni cilj voznega reda je ugoditi prometnim potrebam potnikov, z njim pa se prevozne zmogljivosti usklajujejo s potrebami (Prepevnik, 1995).

Vozni red je tudi proizvodni načrt in izhaja na eni strani iz potreb uporabnikov železniških storitev, na drugi strani pa iz razpoložljivih materialnih in kadrovskih zmogljivosti oziroma sposobnosti udeležencev v prevoznem procesu, da načrtovane prevozne zmogljivosti tudi prodajo. V vozni red mora biti vgrajevana poslovna politika prevoznikov in upravljavcev infrastrukture, dogovorjene mednarodne obveznosti in časovna dinamika prevozov.

Železniški prevozniki svojih storitev ne morejo proizvajati na zalogo, zato je uravnoteženost proizvodnje z razpoložljivim transportnim potencialom toliko bolj pomembna. Načrtovanje voznega reda, ki ni pokrito z realnimi kadrovske in materialnimi zmogljivostmi, ima lahko zelo negativne učinke, saj pomeni, da sistem ne bo deloval zanesljivo ali pa bo deloval z velikimi zamudami in s slabo kakovostjo storitev (Zgonc, 2003).

7.2 Dokumenti voznega reda

Za vsako voznoredno obdobje se izdela naslednje voznoredne dokumente:

- grafikon prometa vlakov,
- voznoredno knjižico ali vozne rede posameznih vlakov,
- prometna določila k voznemu redu,
- druge dokumente voznega reda (izpiske iz voznega reda za izvršilne železniške delavce, potniški vozni red, navodila za uveljavitev voznega reda ...).

7.2.1 Grafikon prometa vlakov

Grafikon prometa vlakov je glavni dokument za organizatorje in izvajalce prometa. Prikazuje razdalje v kilometrih in navaja službena mesta, na katerih imajo vlaki postanke, križanja, prehitevanja ipd.

Grafikon prometa vlakov vsebuje grafični prikaz posameznih vlakovnih poti in prikaz osnovnih podatkov o progi, na katerem se na absciso vnaša čas, na ordinato pa pot s prometnimi mesti ali obratno. Abscisa je razdeljena na urne in znotraj ene ure še na desetminutne intervale. Glede na gostoto prometa se grafikon lahko izdela za 24-urno, 12-urno ali celo krajše časovno obdobje (Zgonc, 2003).

Ob ordinati se v večini primerov nahajajo stacionaža proge, delne razdalje med prometnimi mesti, imena in kratice imen prometnih mest. Na levi strani se nahajajo podatki o progi, kilometrski položaj, meja prostorskih odsekov in imena prometnih mest.

V mreži grafikona so vrisane trase vlakov, ki pomenijo linearni graf funkcije poti in časa gibanja vlaka. Črtkane črte označujejo vlake po potrebi ali posebne vlake. Nagib trase nakazuje hitrost posameznega vlaka. Nad traso vsakega vlaka je napisana številka vlaka.

7.2.2 Program omrežja

Pred izdelavo voznega reda je treba pripraviti posebne podatke o infrastrukturnih zmogljivostih na posameznih progah in splošnih pogojih, pod katerimi imajo zainteresirani prevozniki pravico pristopiti do železniškega omrežja neke države oziroma zaprositi za dodelitev vlakovne poti. Dokument, v katerem so zbrani vsi podatki se imenuje program omrežja. Program omrežja vsebuje podatke o vrsti infrastrukture, ki je na razpolago, informacije o načelih in kriterijih za izračun uporabnine ter o kriteriji za dodelovanje vlakovne poti. Ko so zbrane vse naročene vlakovne poti se lahko konstruira vozni red.

7.3 Izdelava in uveljavitev voznega reda

Nastajanje voznega reda traja 18 mesecev, njegovo oblikovanje pa je zahtevna naloga, ki poteka v več fazah. Izdelava voznega reda na SŽ je opredeljena v Navodilu za izdelavo in uporabo voznega reda (URO št. 5/2004) in drugih predpisih, za samo izdelavo pa so potrebni podatki o progah, tirih, lokomotivah, vagonih, težah in dolžinah vlakov, zavornih odstotkih in

podobno. Vozni red temelji tudi na ocenah in predvidenem obsegu, tokovih in dinamiki prevoza potnikov in blaga ter razpoložljivih materialih, kadrovskih in tehničnih zmogljivostih prevoznikov in železniške infrastrukture v obravnavanem voznorednem obdobju. Ko so določeni vsi potrebni elementi, se začne izdelovati grafikon vlakov in voznoredna knjižica, ki jo uporabljajo strojevodje in drugi prometniki. Naloga konstruktorja voznega reda je, da izdelata optimalno traso posameznega vlaka, z minimalnimi postanki zaradi prometnih razlogov.

V osnutku voznega reda predlagane vlakovne poti je treba uskladiti na mednarodni in lokalni ravni in to med prevozniki in upravljavci vseh udeleženih železnic. Po tem usklajevanju se izdelata projekt vlakovnih poti, ki zajema grafične prikaze voznih redov vseh vlakov, po uskladitvi le-tega pa se izdelata novi vozni red.

Po letu 2003 se vozni red menja sredi decembra. Sprememba voznega reda poteka na vseh železnicah hkrati – ob polnoči s sobote na nedeljo. V enoletnem voznorednem obdobju obstajata še poletna in zimska sezona, ki se nekoliko razlikujeta po številu in načinu vožnje vlakov (Orbanič, Vozni red, 2005).

Glede na obdobje veljavnosti voznega reda razlikujemo več voznih redov. Prejšnji vozni red je vozni red, katerega veljavnost je prenehala z uveljavitvijo veljavnega voznega reda. Veljavni vozni red je trenutno veljavni red. Novi vozni red je vozni red, ki bo uveljavljen po prenehanju veljavnosti veljavnega voznega reda. Naslednji vozni red pa je vozni red, ki bo uveljavljen po prenehanju veljavnosti novega voznega reda (Zgonc, 2003).

Za izdelavo voznega reda je pomemben tudi podatek o zmogljivostih, da ne prekoračimo obstoječih kapacitet železniške infrastrukture. Zmogljivost proge izražamo z njeno propustnostjo oziroma prepustno močjo. Prepustnost proge pomeni število vlakov, ki jih v določeni časovni enoti, običajno v enem dnevu (24 ur), prepeljemo na določeni progi. Prepustnost proge je odvisna od prepustnosti njenih prostorskih odsekov, zato je prepustnost celotne proge enaka propustnosti najtežjega prostorskega odseka. Na posameznem prostorskem odseku je prepustnost proge odvisna od voznega časa vlaka, od potrebnega časa za postavljanje vozne poti in od organizacije prometa vlakov.

Sedaj smo spoznali ves sistem, ki je potreben za varno vožnjo vlakov na železniški progi. Vemo kaj je vozni red in na kaj moramo biti pri sami izdelavi pozorni. Izdelave potnikom prijaznega taktnega voznega reda se torej lahko praktično lotimo.

8 MODEL ŽELEZNIŠKE INFRASTRUKTURE IN VOZNI RED NA PROGI LJUBLJANA–KOČEVJE

Kot je bilo omenjeno že v poglavju 3, se na Škofljici v prometnih konicah pojavljajo zastoji. Alternativa cestnemu prometu je ponovna uvedba železniškega potniškega prometa na progi Ljubljana–Kočevje, ki mora biti uporabnikom prijazna. Eden od dejavnikov, ki pomembno vplivajo na potencialne uporabnike, je vozni red. Želeli smo uvesti 20 minutni taktni promet na železniški progi Ljubljana–Grosuplje in 40 minutni taktni promet na relaciji Ljubljana–Kočevje. S simulacijo smo preverili, če prepustnost obnovljene proge dopušča uvedbo takega taktnega prometa. Za simulacijo smo uporabili programsko opremo OpenTrack.

8.1 OpenTrack

Programsko opremo OpenTrack so razvili na švicarskem inštitutu ETH Zürich, pod pokroviteljstvom profesorja Heinricha Brändlia, z namenom modeliranja železniškega prometa. Njihov cilj je bil ustvariti uporabniku prijazno orodje, ki omogoča rešitve železniških operacij s simulacijo.

8.1.1 Vhodni podatki

V programu OpenTrack modeliramo železniško omrežje. Potrebni vhodni parametri železniški vozni park, infrastruktura in vozni red. Za modeliranje in simuliranje železniškega prometa na relaciji Ljubljana–Kočevje smo morali zbrati podatke o železniški infrastrukturi na tej progi in karakteristikah vlakovne kompozicije, ki bo vozila na tej relaciji. Ločeno smo modelirali odprto progo, to je med dvema postajama, in postajno območje. Vhodne podatke za modeliranje odprte proge, kot so vzdolžni nagib, radij itd. smo dobili iz projektnih map Obnova železniške proge Grosuplje–Kočevje. Tirne sheme postaj smo našli v Programu omrežja Republike Slovenije za leto 2011, priloga 3.3. Od tu smo dobili podatke o položaju signalov in kretnic, vrsti kretnic ipd.

8.1.1.1 Železniška infrastruktura

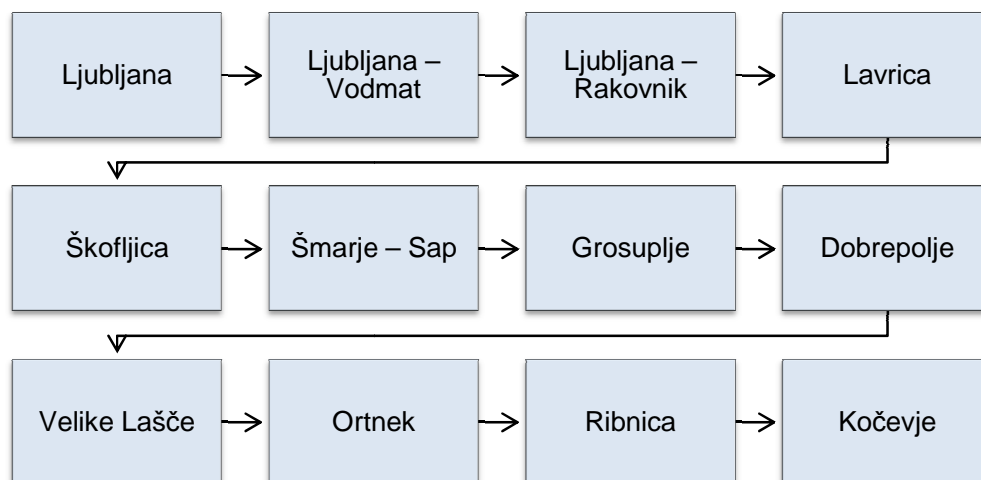
Model upošteva odpor proge zaradi vzdolžnega nagiba, odpor v krivinah, odpor v predoru itd. na potovalne čase, zato je pri vsaki spremembi nagiba, radija, pri vsaki poziciji signala, kretnici ipd. vzdolž proge, definirana »točka« (ang. vertex). Te so med seboj povezane s »segmenti proge« (ang. edge). Za izračun potovalnih časov so ključnega pomena dolžina vsakega takšnega segmenta, njegov radij, naklon v promilih in omejitev hitrosti, zato smo vsem povezavam pripisali attribute dolžina, radij, vzdolžni nagib in hitrost. Od natančnosti vnesenih atributov je odvisno kako dober bo model, zato je bila temu namenjena velika pozornost, ki je zahtevala tudi veliko časa. Rezultat dolgega dela je natančen model železniškega omrežja Ljubljana-Kočevje.

Na odprtih delih proge je največja dovoljena progovna hitrost na večjem delu proge 60 km/h, od Žlebiča do Kočevja pa 100 km/h, skladno s poglavjem 3.

Značilnost postaj je, da imajo več tirov. Prehod iz enega tira na drugega omogočajo kretnice. Ker je proga enotirna, so križanja vlakov zaradi medpostajnih progovnih odsekov omogočena samo na postajah. Od kapacitete postaj pa je posledično zelo odvisen vozni red. Postaje so v programu modelirane zelo natančno, z vsemi kretnicami, predsignali, uvoznimi in izvoznimi signali ter z vsemi možnimi vlakovnimi potmi na območju postaje. Omejitev hitrosti na področju postaj je 40 km/h in jo predpisuje uvozni signal.

V modelu so upošteevane sledeče postaje:

- Ljubljana
- Ljubljana Vodmat
- Ljubljana Rakovnik
- Lavrica
- Škofljica
- Šmarje - Sap
- Grosuplje
- Dobropolje
- Velike Lašče
- Ortnek
- Ribnica
- Kočevje



Slika 48: Shematični prikaz železniške proge s postajami in postajališči
(Vir 48: Škufca, 2011)

Postaja Ljubljana je v modelu poenostavljena in zajema le tri tire. Za našo uporabo je to število zadostno.

Pri simulaciji taktnega voznega reda je prišlo do konfliktov zaradi pogostih križanj vlakov pri vožnji v obeh smereh. Če nimamo dodatnih tirov se nasproti vozeča vlaka zaletita. Na postajališčih Šmarje - Sap in Velike Lašče je sedaj samo en tir. Za uvedbo taktnega voznega reda na relaciji Grosuplje–Ljubljana in Kočevje–Ljubljana potrebujemo dodatne tire za križanje vlakov. Na omenjenih postajališčih smo predvideli izgradnjo dodatnega tira. S tem ukrepom bi postajališči dobili možnost križanja nasproti vozečih si vlakov in prehitevanje zaporednih vlakov.

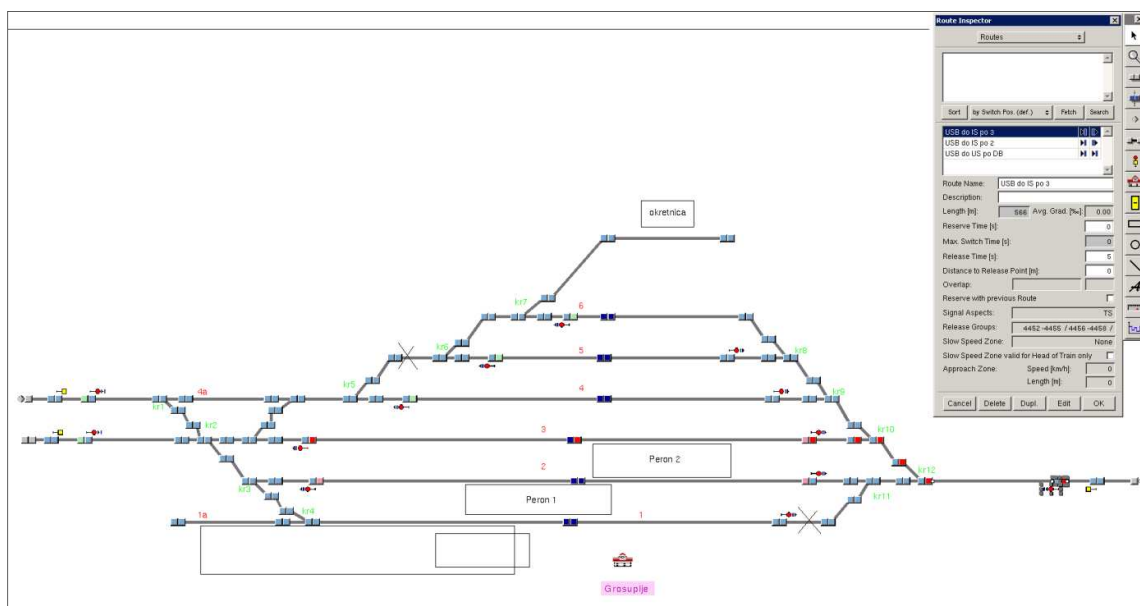
Iz istega razloga je v model dodana še neobstoječa postaja Lavrica. Urbano okolje v naselju Lavrica se zelo hitro širi. Kupcem stanovanj v novih naseljih je smiselno ponuditi železnico kot alternativno prevozno sredstvo. Govora o uvedbi železniške postaje na Lavrici je bilo v preteklosti že kar nekaj, potrjena naj bi bila tudi že lokacija postaje, desno od železniškega prehoda na Vrečarjevi ulici. Stacionaža nove postaje Lavrica nam omogoča izdelavo taktnega voznega reda, torej je postaja Lavrica v našem modelu smiselno locirana. Izgradnjo opravičita še zgoraj omenjena hitra širitev naselja in gneča osebnih vozil na mestni vpadnici, ki prečka naselje Lavrica.

Dolžina odseka proge Ribnica-Kočevje je 25 km, vmes pa ni nobene postaje oz. postajališča. Na tem odseku torej ni bilo možnosti križanja vlakov, kar je onemogočalo kreiranja taktnega voznega reda. Zaradi tega smo v modelu konstruirali dve dodatni postaji s poimenovanji 1dodatna in 2dodatna, na katerih v simulaciji nismo predvideli postankov, infrastruktura po omogoča križanje vlakov. Še en opravičljiv razlog za formiranje novih postaj na tem odseku so večja naselja kot npr. Dolenja vas in Stara Cerkev. Okoliškim prebivalcem je smiselno

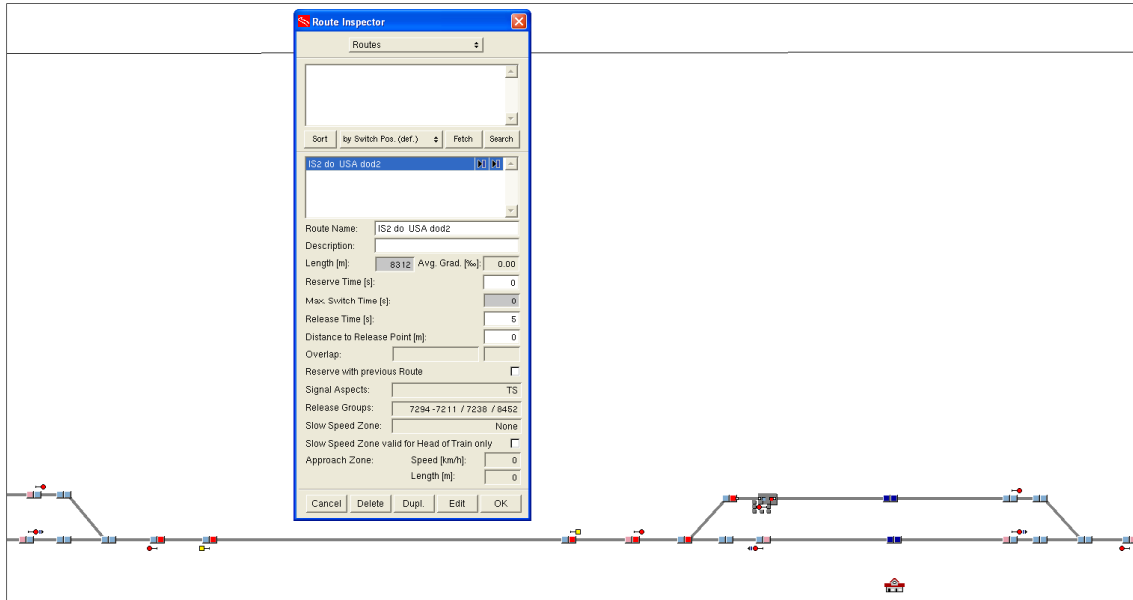
ponuditi železniško postajo dovolj blizu naselja. Običajno se postaje nahajajo na vsakih 5 do 10 km. Iz teh razlogov sta dodatni postaji upravičeni.

Na postajnih območjih so velikega pomena uvozni in izvozni signali. Uvozni signal dovoli vlaku uvoz na postajo, ko so vse kretnice postavljene v pravilno in natančno lego za predvideno vlakovno pot. Na vsakem tiru mora biti izvozni signal, ki vlaku da zeleno luč za nadaljevanje poti preko izvozne kretnice na odprto progo.

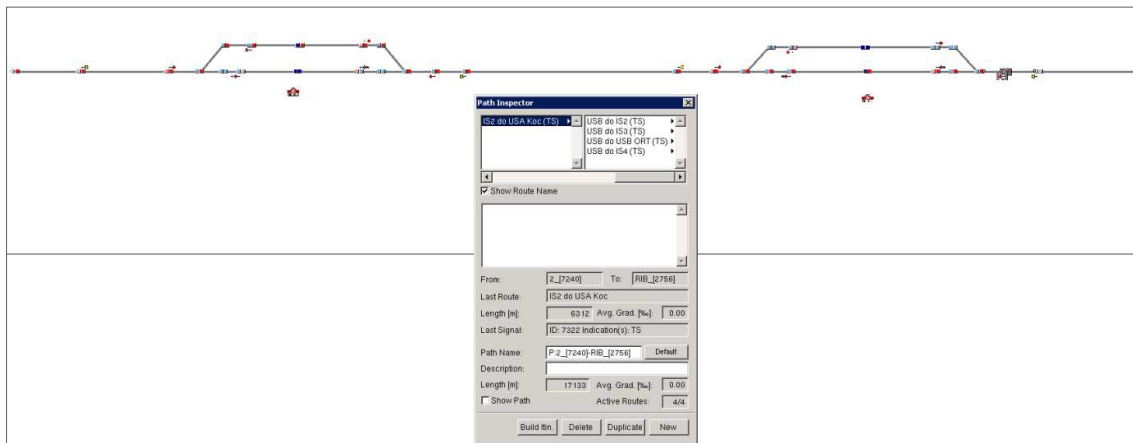
Obratovanje vlaka zahteva v OpenTracku še definiranje treh navezujočih se podatkovnih struktur. Vlakovnega odseka oz. prostorskega razmika (ang. routes), vlakovne poti (ang. paths) in relacije vlaka (ang. itineraries). Iz večjega števila vlakovnih odsekov sestavimo celotno vlakovno pot za posamezen vlak. Vsaka relacija vlaka ima svojo ID številko. V našem primeru je bil skupek vlakovnih poti enak relaciji vlaka.



Slika 49: Vozna pot vlaka na postaji (ang. Route)
(Vir 49: Škufca, 2011)



Slika 50: Prostorski razmik na odprti progi (ang. Route)
(Vir 50: Škufca, 2011)

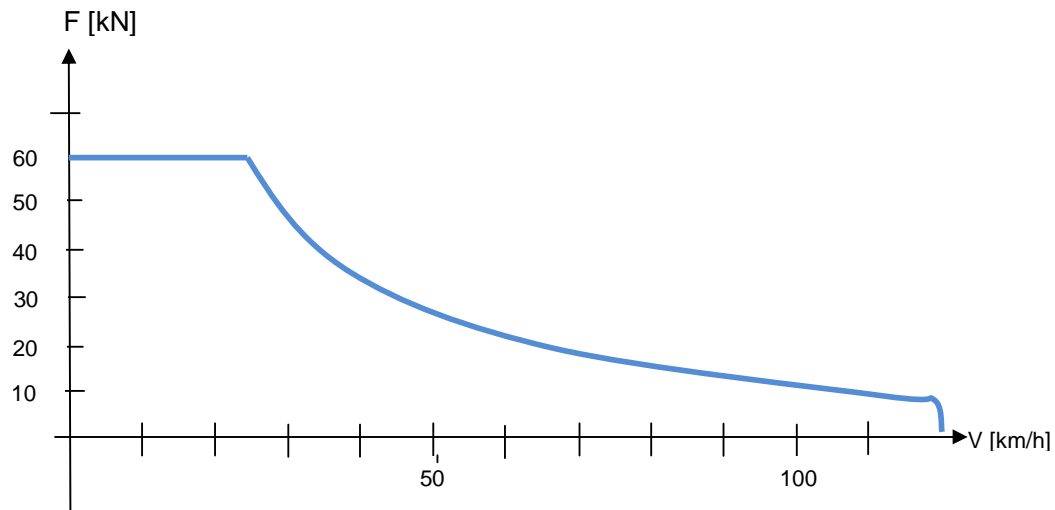


Slika 51: Relacija vlaka (ang. Itinerary)
(Vir 51: Škufca, 2011)

8.1.1.2 Vlak

Model vsebuje bazo vlakov, ki so nam na voljo. Lahko kreiramo tudi svojega, s karakteristikami, kot so dolžina, teža, moč pospeševanja in zaviranja ipd., ki odločilno vplivajo na potovalni čas. V tej nalogi je upoštevana garnitura serije 713-715, v žargonu železničarjev Kanarček, ki sedaj vozi na progi Ljubljana–Novo mesto in je predstavljena v poglavju 3.6. Graf vlečne sile v odvisnosti od hitrosti je najpomembnejša karakteristika vsakega pogonskega vozila. Imenujemo ga vlečni list. Iz njega so jasno razvidne osnovne

vlečne karakteristike pogonskega vozila. Vlečno silo, kot funkcijo pogonskega agregata in hitrosti $F = f(P, v)$, omejuje adhezijska vlečna sila F_a , ki je odvisna od konstrukcijske zasnove vozila. Vlečni list v diplomu uporabljenega pogonskega vozila je prikazan na naslednji sliki.



Slika 52: Vlečni list "kanarčka"
(Vir slike 52: Škufca, 2011)

8.1.1.3 Vozni red

Po vnesenih vhodnih podatkih o infrastrukturi, SV napravah, karakteristikah proge itd. nam OpenTrack izračuna potovalne čase vlaka za zeleno pot. Vozni čas je odvisen od dolžine prostorskega odseka, dolžine vlaka, največje hitrosti vlaka, odporov in vlečnih karakteristik pogonskih vozil, ki so uvrščena v vlak. Potreben čas za postavitev vozne poti (postajni interval) je odvisen predvsem od opremljenosti prometnih mest s SV napravami.

Program zahteva vnos predvidenega voznega reda s podajanjem zelenih prihodnih ali odhodnih časov na posamezni postajo za vsako relacijo vlaka oz. ID številko posebej. Predvideni oz. zeleni vozni red moramo v program vnesti ročno. Glede na to, da se vlaki na enotirni progi lahko križajo le na območjih postaj, nam konfliktno situacijo simulacija pokaže kot trk vlakov na označenem odseku. V takem primeru moramo odhode vlakov s postaj spreminjati po svoji logiki, ker program ne omogoča avtomatske optimizacije voznega reda. Popravljanje ga moramo ročno, kar zahteva veliko časa in zbranosti zato smo se omejili le na jutranjo konico.

8.1.2 Rezultati

Rezultat dobrega modela je pravilna simulacija vožnje vlakov in sproten izris voznega reda.

Naša prioriteta je bila glede na rezultate iz 4. poglavja vzpostavitev taktnega prometa v času prometnih konic. V jutranji konici potekajo prometne migracije v smeri Kočevje – Ljubljana. Želeli smo, da bi vlak v jutranji konici vozil iz Kočevja proti Ljubljani na 40 minut, vlak na relaciji Grosuplje–Ljubljana pa na 20 minut. Tako ima relacija Kočevje–Ljubljana 40 minutni takt vožnje vlakov, Grosuplje–Ljubljana pa 20 minutni takt, kar je z vidika uporabnikov privlačno. V izračunih smo upoštevali le promet na progi Ljubljana–Kočevje. Za natančnejšo analizo in optimizacijo bi bilo potrebno upoštevati tudi promet vlakov na progi Ljubljana–Novo mesto, kar pa zaradi preobsežnega modeliranja celotne proge presega okvir diplomskega dela. Obstoječi vozni red vlaka Novo mesto–Ljubljana ima v konici takt 40 minut. Če bi torej prihod kočevske kompozicije planirali na polovici novomeškega takta, bi lahko za vmesni vlak Grosuplje–Ljubljana uporabili garniture vlaka Ljubljana–Novo mesto in dobili želeni 20 minutni taktni promet na relaciji Grosuplje–Kočevje.

Izdelan vozni red primestnega železniškega potniškega prometa v jutranji konici na relaciji Kočevje–Ljubljana, Grosuplje–Ljubljana in Ljubljana–Kočevje je v spodnjih tabelah. Sode številke vlakov označujejo smer vožnje vlakov iz Kočevja proti Ljubljani, lihe pa smer iz Ljubljane proti Kočevju. Številke vlaka od 1 do 16 predstavljajo vlake na relaciji Ljubljana–Kočevje, številke večje od 1000 pa označujejo vožnjo vlakov na odseku Ljubljana–Grosuplje.

Vlak	Odhod iz Kočevja v Ljubljano
2	4:58:00
4	5:38:00
6	6:20:00
8	7:05:00
10	7:45:00
12	8:41:00
14	9:16:00
16	10:00:00

Preglednica 7: Odhodi vlakov Kočevje-Ljubljana iz postaje Kočevje

Vlak	Odhod iz Grosuplja v Ljubljano
1002	5:00:00
1004	5:40:00
2	6:00:00
1006	6:20:00
4	6:39:00
1008	7:00:00
6	7:20:00
1010	7:40:00
8	8:00:00
1012	8:20:00
10	8:40:00
1014	9:05:00
12	9:30:00
1016	9:43:00

Preglednica 8: Odhodi vlakov Kočevje–Ljubljana in Grosuplje–Ljubljana iz postaje Grosuplje

Vlak	Odhod iz Ljubljane v Grosuplje/Kočevje
1	3:55:00
1001	4:21:00
3	4:40:00
1003	5:01:00
5	5:20:00
1005	5:41:00
7	6:00:00
1007	6:26:00
9	6:46:00
1009	7:06:00
11	7:25:00
1011	7:46:00
13	8:08:00
1013	8:25:00
15	8:48:00
1015	9:11:00
17	9:31:00
1017	9:49:00

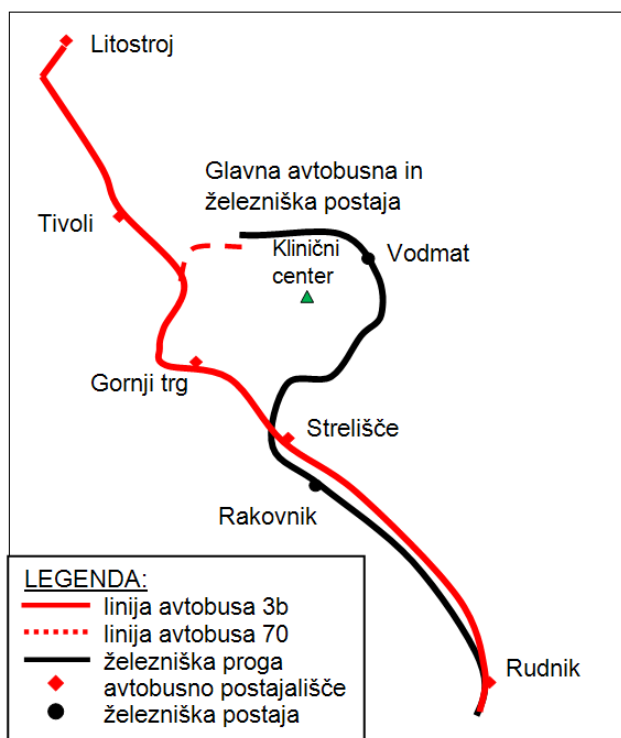
Preglednica 9: Odhodi vlakov Ljubljana–Kočevje in Ljubljana–Grosuplje iz postaje Ljubljana

Grafični prikaz voznega reda za progo Ljubljana–Kočevje je prikazan v prilogi A.

Prepustna moč obnovljene proge ustreza predvidenemu taktnemu voznemu redu, kar smo preverili s simulacijo v programu OpenTrack.

V prilogi B je prikazan grafikon odvisnosti hitrosti od odpora proge na celotni progi Ljubljana–Kočevje. Razvidna je največja dovoljena progovna hitrosti glede na odsek. Odsek proge Grosuplje–Žlebič ima največjo progovno hitrost 60 km/h, odsek proge Žlebič–Kočevje pa 100 km/h. Na odsekih proge, kjer je veliko ostrih krivin in velik vzpon, je odpor proge večji, kar vidimo tudi po nihanju hitrosti. Na odseku proge Žlebič–Kočevje vlak kljub dobrim pogojem proge ne more doseči največje dovoljene progovne hitrosti 100 km/h zaradi prekratke razdalje med postajama. Predno vlak pospeši do 100 km/h mora že začeti zavirati zaradi približevanja postaji in te hitrosti ne doseže. Prilagajanje geometrije tira večjim hitrostim torej ni smiselno.

V nadaljevanju se nam poraja vprašanje stabilnosti voznega reda, glede na morebitne zamude iz posameznih smeri. Če torej vlak Novo mesto–Ljubljana zamuja v Grosuplju, ga bo moral vlak Kočevje–Ljubljana na postaji Grosuplje zaradi načina zavarovanja vlakov čakati in zamuda se bo odražala na vseh naslednjih vlakih. Morda bi bilo smiselno uvesti neodvisni 20 minutni taktni promet Grosuplje–Ljubljana in relacijska vlaka Novo mesto–Grosuplje ter Kočevje–Grosuplje. Njuna zamuda torej nebi vplivala na vlakovno pot Grosuplje–Ljubljana, vendar v tem primeru uvedemo nujno prestopanje potnikov na postaji Grosuplje. Za nekatere potencialne uporabnike je prestopanje negativen dejavnik. Potnikom iz Novega mesta ali Kočevja pa lahko na postaji Grosuplju v tem primeru ponudimo dve različni alternativni. Nadaljevanje poti v Ljubljano z vlakom ali z avtobusom. Poleg obstoječih linij avtobusnega prevoza je v uvedbi proga mestnega prometa 3g iz Ljubljane do Grosuplja. Vstop na avtobus ali vlak naj bi bil mogoč z enotno vozovnico. Cena vozovnice mestnega avtobusa pa je tudi bistveno cenejša od zdajšnje vozovnice za avtobus na relaciji Grosuplje–Ljubljana. To bi bil dober način, kako se izogniti prometnim konicam tudi na avtocesti proti Ljubljani. Vlak in avtobus imata različni poti na relaciji do Ljubljane, ena po Slovenski cesti druga skozi Vodmat, kar je še dodaten dejavnik pri odločanju. Uporabnik ima namreč glede na zeleni cilj potovanja dve možnosti uporabe javnega potniškega prometa.



Slika 53: Shematični prikaz prog avtobusnega in železniškega prometa v Ljubljani
(Vir 53: Škufca, 2011)

Razmišlja se tudi o uvedbi rumenih pasov za avtobuse skozi Škofljico v smeri Ljubljane. Tako bi javni avtobusni potniški promet po času dobil v prometni konici prednost pred osebnimi vozili.

Vse te možnosti so za potencialne uporabnike dodana vrednost. Glede na omenjene možnosti in na dejstva iz poglavja 2, bi se morda več uporabnikov odločilo za pot z javnim prevoznim sredstvom kot pa z osebnim avtomobilom.

Model ne upošteva tovornega prometa vlakov, ker smo se omejili le na jutranjo konico. Zaradi državnih rezerv nafte v Ortneku je vzpostavitev tovornega prometa nujna. Tovornemu prometu vlakov bi bila po koncu prometnih konic lahko namenjena vsaka druga vlakovna pot, kar pa bi zadoščalo predvidenemu številu tovornih vlakov na tem odseku.

8.2 Primerjava cestne povezave in železnice

Po obnovi bodo na razpolago zadostne zmogljivosti proge in postaj za nemoteno odvijanje tehnološkega procesa dela in realizacijo dolgoročnih napovedi rasti prevozov. To zagotavlja potrebno dolgoročno konkurenčnost ob zadovoljivi stopnji izkoriščenosti proge in s tem tudi upravičenost investicije.

Študije za napoved prometnih tokov v potniškem prometu so predvidevale, da bi po obnovljeni progi (takoj po zaključku druge faze) v obe smeri peljalo osem vlakov na dan. V jutranji konici bi proti Ljubljani peljala dva, med jutranjo in popoldansko konico bi v obe smeri peljal po en vlak, popoldne bi v konici peljala dva proti Kočevju in po en vlak zvečer v obe smeri.

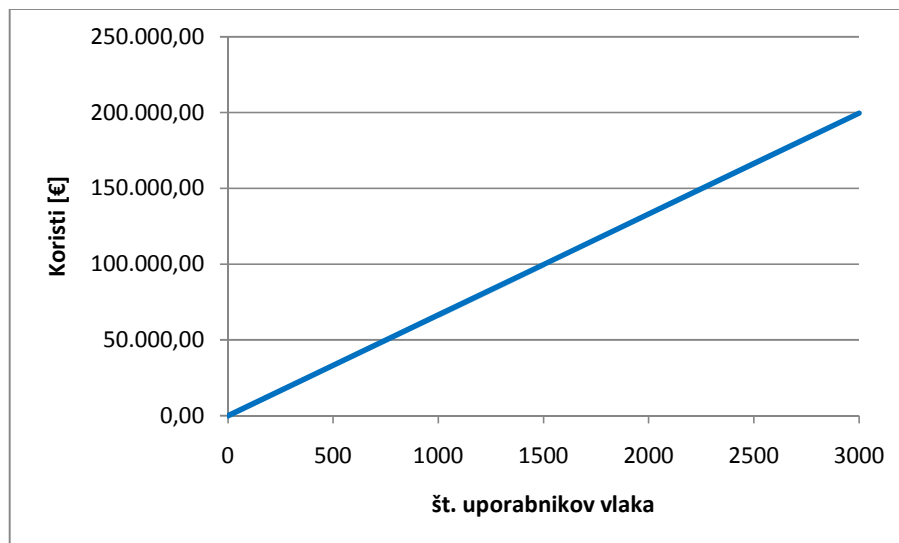
V našem primeru potencialnim uporabnikom ponudimo bolj prijazen vozni red. Frekvenca je dovolj velika, točnost je pri vožnji z vlakom dosti bolj zagotovljena kot pri vožnji z osebnim avtomobilom, udobnost bi zagotovili z dobro opremljenostjo vlakov ipd. Uporabnike bi navsezadnje prepričalo tudi ozaveščanje o eksternih stroških. Osveščenost bi veliko doprinesla k varovanju okolja in prispevala k zmanjšanju uporabe osebnih vozil.

V potniškem prometu je potencial potnikov odvisen od ponujene cene prevoza in hitrosti prevoza. Čas vožnje med Kočevjem in Ljubljano z avtobusom znaša v povprečju 88 minut.

Skupni vozni čas na železnici od Kočevja do Ljubljane bi glede na rezultate iz programa OpenTracka znašal 94 minut. To je sprejemljiv čas tako za tiste, ki se v Ljubljano vozijo z avtobusi, kakor tudi za voznike osebnih vozil, ki ob prometnih konicah za pot od Kočevja do Ljubljane porabijo tudi po dve uri. Sodobni potniški vlaki bi lahko za odsek porabili še manj časa. Najverjetneje bi se zmanjšale tudi zamude zaradi krajšega potovalnega časa.

Marsikoga čas vožnje z vlakov na omenjeni relaciji nebi prepričal v uporabo alternative, zato je potrebno potencialnim uporabnikom predstaviti druge prednosti železniškega prometa, kot so vremenska neodvisnost, varnost, točnost, možnost izkoriščanja časa potovanja za pripravo na sestanke, branje, brskanje po internetu ipd.

Prometna politika bi lahko veliko pripomogla k povečanju uporabe javnih prevoznih sredstev. Nekateri od načinov so zvišanje cen parkirnih mest v centru mesta, ozaveščanje o ekologiji in investiranje v posodabljanje železniške infrastrukture. Postopno povečanje uporabnikov vlaka in ekvivalentno zmanjšanje uporabnikov osebnih vozil bi pomenilo večanje koristi, ki so preračunane iz eksternih stroškov. Koristi povečevanje uporabnikov železniškega potniškega prometa so prikazane v spodnji tabeli.



Grafikon 10: Večanje koristi v odvisnosti večanja števila uporabnikov vlaka

V preračunu smo upoštevali cestno povezavo Ljubljana–Kočevje v skupni dolžini 64 km in vrednostjo eksternih stroškov 2,4 €/pkm ter železniško povezavo Ljubljana–Kočevje v skupni dolžini 79,2 km z vrednostjo eksternih stroškov 1,1 €/pkm. Vsak potnik, ki se namesto z osebnim vozilom pelje z vlakom povzroči razliko eksternih stroškov. To pomeni korist, ki jo prinaša železniški promet. Korist upoštevamo kot prihodek železniškega prometa oz. zmanjšanje njegovih stroškov. Z večanjem števila uporabnikov železniškega prometa koristi linearno naraščajo. V premeru, da 500 oseb preusmerimo iz osebnega vozila na vlak na eni poti Ljubljana–Kočevje dobimo korist v višini 33.240,00 €.

Potencialnih uporabnikov eksterni stroški v večini ne zanimajo oz. z njimi sploh niso seznanjeni. Nižji eksterni stroški so dober argument organom države za spremembo prometne politike v prihodnosti. Pritiski za večje okoljevarstvo bodi prihajali tudi s strani Evropske unije.

Iz navedenih razlogov sledi, da je z načrtovano obnovo proge Grosuplje–Kočevje mogoče zagotoviti konkurenčen in ekološko sprejemljiv prevoz potnikov.

9 ZAKLJUČEK

Na mestni vpadnici skozi Škofljico se vsakodnevno pojavljajo zastoji ob prometnih konicah. Gostota poselitve in prebivalcev občine Škofljica je v zadnjih 15. letih narasla za več kot 10%. Urbani razvoj se je v celoti vezal na Dolenjsko cesto, ob njej se je razvila poselitev s številnimi cestnimi priključki in križišči, dodaten problem predstavlja tudi nivojsko križanje ceste z železniško progo Ljubljana–Grosuplje na Škofljici. Dolenjska cesta je glavna povezava z Ljubljano tudi prebivalcem kočevske regije. Veliko jih vsakodnevno migrira v Ljubljano. Glede na analizo trenda rasti prometa bo promet v prihodnjih letih še naraščal, kapaciteta omenjene ceste pa je že sedaj dosežena. Nivo uslug je razreda F in potrebno je ukrepanje.

Za zmanjšanje števila osebnih vozil kot alternativno prevozno sredstvo lahko ponovno uvedemo primestni železniški potniški promet na relaciji Ljubljana–Kočevje, ki je bil ukinjen leta 1972. Obnovitvena dela I. faze proge Grosuplje–Ortnek so skoraj pri koncu. Sledila bodo obnovitvena dela II. faze proge Ortnek–Kočevje. Po končanju vseh obnovitvenih del bi na progi Ljubljana–Kočevje lahko ponovno stekel železniški potniški promet.

Naš cilj je bil izdelati potencialnim uporabnikom prijazen taktni vozni red na železniški progi Ljubljana–Kočevje. Izdelali smo ga s pomočjo programske opreme OpenTrack, ki simulira vožnje vlakov in izračuna njihov čas vožnje. S programom smo preverili, če bo prepustnost prenovljene infrastrukture na progi zadostna za uvedbo taktnega prometa. Na odseku Ljubljana–Grosuplje smo predvideli uvedbo 20 minutnega taktnega prometa vlakov, na odseku Grosuplje–Kočevje pa 40 minutni takt prometa vlakov. Za uvedbo taktnega prometa smo določili optimalno lokacijo za križanje vlakov, ki je možno le na postajah z več tiri. Pri izdelavi taktnega voznega reda na relaciji Ljubljana–Kočevje in Ljubljana–Grosuplje smo predvideli križanja na postajah (postajališčih) Lavrica, Šmarje - Sap, Dobropolje, Velike Lašče, Ribnica in med Ribnico in Kočevjem. V ta namen smo dodali dodaten tir na postajah Šmarje - Sap in Velike Lašče, ki imata danes vlogo postajališča (samo en tir). Lokacije križanj narekujejo tudi kreiranje dveh novih postaj, Lavrice in postaje med Ribnico in Kočevcem, ki smo jo poimenovali 1dodatna. Postaja Lavrica je že predvidena in locirana s strani Ministrstva za promet. Njena izgradnja je upravičena iz razloga hitre širitve urbanega okolja v naselju Lavrica, gneče na Dolenjski cesti ob prometnih konicah in kot spodbujanje primestnega javnega potniškega prometa. Izgradnja postaje 1dodatna je smiselna za okoliško prebivalstvo, ker na odseku proge Ribnica–Kočevje, dolžine 25 km, ni nobene postaje oz. postajališča, običajno pa se postaje nahajajo na 5 do 10 km.

Iz analize prometa osebnih vozil in analize javnega potniškega prometa smo dobili podatke o koničnih urah in času vožnje za posamezno vozilo. Te smo primerjali z izračuni iz simulacije in prišli do ugotovitve, da bo javni železniški potniški promet na progi Ljubljana–Kočevje po času vožnje in ceni prevoza konkuriral cestni povezavi. Vozni čas na železniški progi Ljubljana–Kočevje po izračunih iz programa OpenTrack traja 94 minut. To je sprejemljiv čas tako za tiste, ki se v Ljubljano vozijo z avtobusi (v povprečju 88 minut), kakor tudi za voznike osebnih vozil, ki ob prometnih konicah za pot od Kočevja do Ljubljane porabijo tudi po dve uri. Marsikoga čas vožnje z vlakom na omenjeni relaciji nebi prepričal v uporabo alternative, zato je potencialnim uporabnikom potrebno predstaviti druge prednosti železniškega prometa, kot so vremenska neodvisnost, varnost, točnost, možnost izkoriščanja časa potovanja za pripravo na sestanke, branje, brskanje po internetu ipd. Na potencialnega uporabnika vlaka namreč vplivajo hitrost, točnost, potovalni čas, frekvenca ipd. Prednost železniškega prometa pred cestnim smo ovrednotili z eksternimi stroški, ki so za potniški vlak za polovico manjši od stroškov za osebni avtomobil. To je dober argument za spremembo prometne politike ter večjo pozornost in povečanje investiranja v železniško infrastrukturo. Premajhna vlaganja v vzdrževanje in razvoj javne železniške infrastrukture se odraža v njeni slabši funkcionalnosti in nekonkurenčnosti, kar se že opaža na slovenskih železnicah. S časom bo pomen železnic rasel, saj se vedno več pozornosti posveča varovanju okolja, zmanjševanju verjetnosti prometnih nesreč in učinkoviti izrabi časa.

Prišli smo do zaključka, da bi prepustnost prenovljena proga Ljubljana–Kočevje, s prilagoditvijo števila tirov na postajališčih Šmarje – Sap in Velike Lašče ter izgradnjo novih postaj Lavrica in 1 dodatna, omogočila uvedbo uporabnikom prijaznega taktnega voznega reda. Grafikon voznega reda v jutranji konici na progi Ljubljana–Kočevje je v prilogi A.

LITERATURA IN VIRI

Hansen, I. A. (ur.); Pachel, J. (ur.). 2008. *Railway Timetable & Traffic - Analysis, Modelling, Simulation*. Hamburg, Eurailpress: str. 118–169.

Kdaj spet z vlakom od Ljubljane do Kočevja in nazaj?
<http://www.delo.si/clanek/55578> (8. 4. 2011).

Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., H.P. von Essen, Boon, B.H., Smokers, R., Schroten, A., Doll, C. 2007. *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*. Delft: CE Delft. Str. 3–126.

Mlekuž, S. 2008. *Tehnični in ekonomski vidiki gradnje železniške proge Ljubljana–Vrhnika*. Diplomaska. naloga. Ljubljana, Fakulteta za Gradbeništvo in geodezijo: 80f

Obvoznica mimo Škofljice čez 5 let, s potniškim vlakom 2 leti prej.
<http://www.silcportal.si/novice/obvoznica-mimo-skofljice-cez-5-let-s-potniskim-vlakom-dve-leti-prej/> (20. 4. 2011)

Ogorelc, A. 2004. *Mednarodni transport in logistika*. Maribor: Ekonomsko-poslovna fakulteta: str. 51.

Orbanič, J. 2005. Telekomunikacijske naprave. *Nova proga, Priloga za zaposlene na Slovenskih železnicah*: 4.str.

Orbanič, J. 2005. Vozni red. *Nova proga, Priloga za zaposlene na Slovenskih železnicah*: 6.str.

Pirš, B. 2005. *Poslovna politika Slovenskih železnic*. Celje: Grafika Gracer: 338 str.

Prepevnik, A. 1995. *Tehnologija III: Prevoz potnikov*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije: str. 10–11, 76.

Projektna skupina VVDP. 2009. *Študija variant ljubljanskega železniškega vozlišča*, projektno poročilo. Ljubljana: 479 str.

Swedish Environment Protection Agency. 2002/2003. *Environmental impact from different modes of transport*. Stockholm: Naturvardsverket.

SŽ – projektivno podjetje Ljubljana d.d. projektiranje, inženiring in svetovanje. 2006. Obnova železniške proge Grosuplje–Kočevje 1. Faza, odsek Grosuplje–Ortnek, PZI vzdrževalna dela v javno korist. Ljubljana:

SŽ garnitura serije 713/715 /Kantarček/.
<http://www.miniaturna-zeleznica.com/SZ713-715.htm> (11. 5. 2011).

SŽ *Signalna varnost.*

http://www.slo-zeleznice.si/sl/podjetje/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/signalna_varnost
(6. 4. 2011)

Theeg, G. (ur.), Vlasenko, S. (ur.). 2009. *Railway Signalling & Interlocking - International Compendium*. Hamburg, DVV Media Group: str. 42–112, 179–207.

Vozni red avtobusov Kočevje–Ljubljana.

<http://www.ap-ljubljana.si/shop.php> (11. 6. 2011)

Vozni red mestnega avtobusnega potniškega prometa linije 3b: Ljubljana–Škofljica.

<http://www.jh-lj.si/upload/lpp/MPP/Linija03.pdf> (11. 6. 2011)

Vozni red linije 70: Ljubljana–Grosuplje.

<http://www.jh-lj.si/upload/lpp/PPP/grosuplje.html> (11. 6. 2011)

Zgonc, B. 2003. *Železniški promet*. Portorož: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet, Portorož: 216 str.

Žvanut, O. 2008. Obnova proge Grosuplje-Kočevje. *Nova proga, Revija Slovenskih železnic*: 6 str.

URADNI LISTI

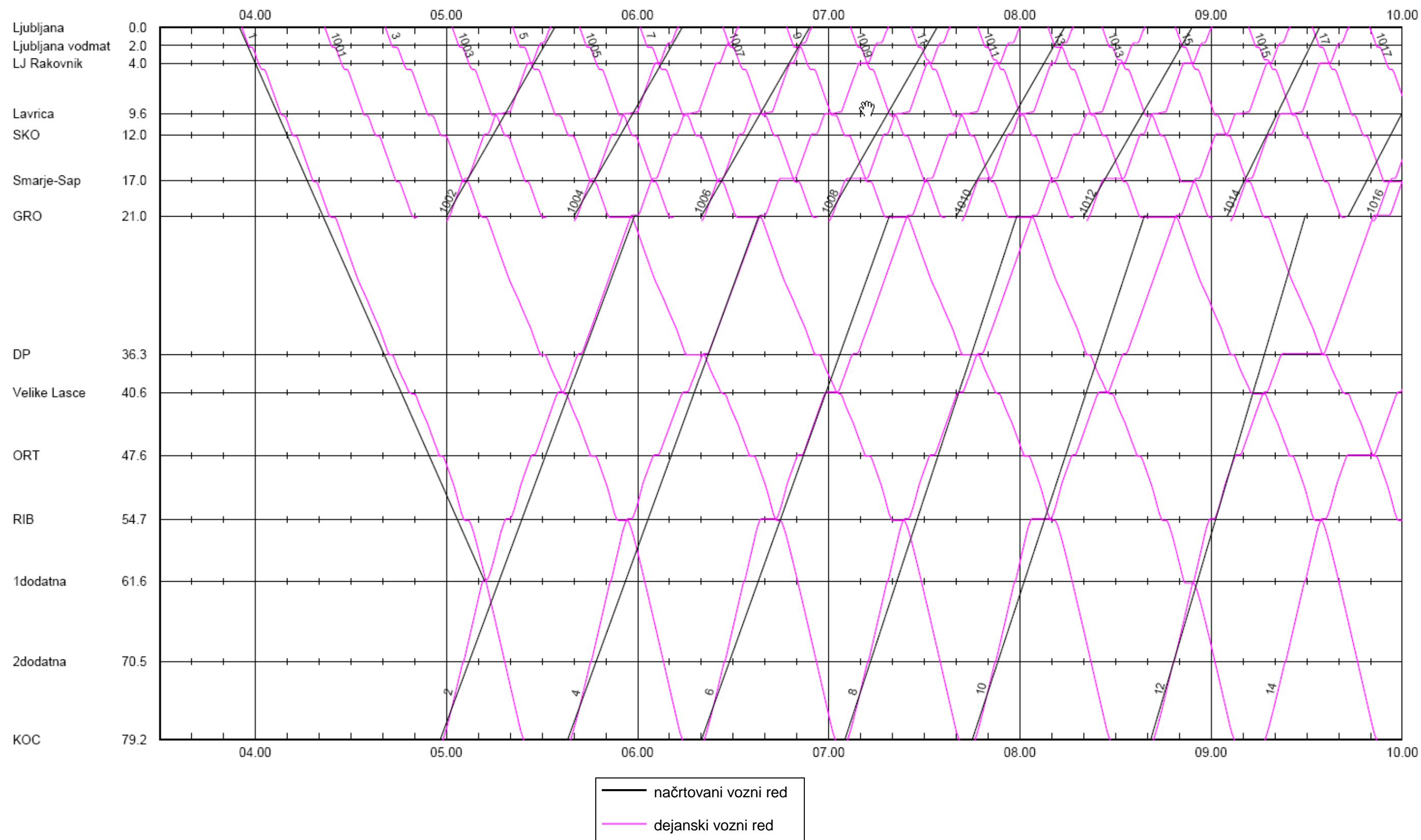
UL RS, št. 92/2010. *Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog*. Ljubljana: Ur. l. RS, št. 92/2010.

UL RS, št. 14/2003. *Pravilnik o pogojih za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje zgornjega ustroja železniških prog*. Ljubljana: Ur. l. RS št. 14/03.

UL RS, št. 14/2003. *Pravilnik o pogojih za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje spodnjega ustroja železniških prog*. Ljubljana: Ur. l. RS št. 14/03.

UL RS, št. 79/2002. *Pravilnik o nivojskih prehodih ceste preko železniške proge*. Ljubljana: Ministrstvo za promet.

PRILOGA A: GRAFIKON VOZNEGA REDA LJUBLJANA–KOČEVJE V JUTRANJI KONICI



PRILOGA B: GRAFIKON HITROSTI V ODVISNOSTI OD POTI VLAKA V SMERI LJUBLJANA–KOČEVJE

