

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Bonisečna, L. 2013. Zasnova ranžirnih postaj na železniškem omrežju. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Zgonc, B., somentorica Šemrov, D.): 76 str.

University  
of Ljubljana

Faculty of  
Civil and Geodetic  
Engineering



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Bonisečna, L. 2013. Zasnova ranžirnih postaj na železniškem omrežju. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Zgonc, B., co-supervisor Šemrov, D.): 76 pp.

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ  
GRADBENIŠTVA  
PROMETNA SMER

Kandidatka:

**LUCIJA BONISEGNA**

**ZASNOVA RANŽIRNIH POSTAJ NA ŽELEZNIŠKEM  
OMREŽJU**

Diplomska naloga št.: 3306/PS

**DESIGNING MARSHALLING YARDS ON THE RAIL  
NETWORK**

Graduation thesis No.: 3306/PS

**Mentor:**

prof. dr. Bogdan Zgonc

**Predsednik komisije:**

izr. prof. dr. Janko Logar

**Somentorica:**

asist. Darja Šemrov

**Član komisije:**

izr. prof. dr. Jana Šelih

Ljubljana, 31. 05. 2013

## **POPRAVKI**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

**IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisana **LUCIJA BONISEGNA** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:

»**ZASNOVA RANŽIRNIH POSTAJ NA ŽELEZNIŠKEM OMREŽJU**«.

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

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

Ljubljana, 9.5.2013

---

(podpis kandidatke)

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

**UDK:** 656.21.004(479.4)(043.2)  
**Avtor:** Lucija Bonisegna  
**Mentor:** prof. dr. Bogdan Zgonc, univ. dipl. inž. grad.  
**Somentorica:** asist. Darja Šemrov, univ. dipl. inž. grad.  
**Naslov:** Zasnova ranžirnih postaj na železniškem omrežju  
**Obseg in oprema:** 76 str., 24 preg., 24 sl. 50 en.  
**Ključne besede:** gravitacijska postaja, uvozna skupina, drča, smerna skupina, izvozna skupina, zavore, ranžiranje, avtomatski sistemi, ranžirna postaja Zalog

### **Izvleček**

Diplomsko delo zajema zasnovo srednje velikih in velikih ranžirnih postaj ter dimenzioniranje njihovih sestavnih delov. Najprej je opredeljena delitev ranžirnih postaj po funkciji, zasnovi, obliki in opremljenosti z avtomatskimi napravami. V nadaljevanju je opisan potek dela na polavtomatski in avtomatski postaji, glede na podatke o edini slovenski ranžirni postaji v Zalogu. Nato so predstavljene naprave na ranžirnih postajah, kjer so posebej predstavljene kratke kretnice, specifične za drčo, in zavorni sistemi, ki so odvisni od opremljenosti postaje z avtomatskimi napravami. V sklopu dimenzioniranja posameznih skupin tirov na ranžirni postaji je opredeljena umestitev v prostor ter spodnji in zgornji ustroj proge na postajah. Za vsako posamezno skupino so predstavljene posebnosti vzdolžnega in prečnega profila, tlorisa in računi po različnih metodah. Ti vključujejo število in dolžino tirov ter zmogljivost in izkoriščenost posameznih tirov. Kjer se pojavlja več metod, je opredeljena tudi izbira zanje. Cilj diplomskega dela je preveriti odstoječe dimenzije ranžirne postaje Zalog na podlagi dejanske kapacitete, ki se je pojavila v zadnjih 12-ih letih. Za lažje razumevanje je opredeljena njena lega v slovenski in evropski železniški mreži ter opis posameznih skupin. Na podlagi primerjave obstoječega stanja z novim dimezioniranjem so predlagani možni ukrepi.

---

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 656.21.004(479.4)(043.2)  
**Author:** Lucija Bonisegna  
**Supervisor:** Prof. dr. Bogdan Zgonc, Ph. D.  
**Co - supervisor:** Assist. Darja Šemrov, B. Sc.  
**Title:** Designing marshalling yards on the rail network  
**Scope and tools:** 76 p., 24 tab., 24 fig., 50 eq.  
**Keywords:** marshalling yard, gravity yard, receiving yard, hump, classification yard, departure yard, retarders, shunting operations, automatic systems, classification yard Zalog

**Abstract**

This graduation thesis covers the design of medium and large marshalling yards including the dimensioning of their working parts. Firstly, the thesis defines marshalling yard divisioning according to function, design, shape and use of automatic equipment. It furthermore describes the workflow at half automatic and fully automatic marshalling yards, based on the data for the only Slovenian marshalling yard in Zalog. The next section describes various marshalling yard devices with special emphasis on shorter turnouts specific for hump yards, and different brake systems according to the yard automatic equipment. The dimensioning of different track groups of a marshalling yard and the requirements for upper and lower track superstructure are defined as a part of spatial placement. Different track groups with their longitudinal and transverse profile features, ground plans and equations for different calculation methods are presented. The latter include the number and length of the tracks, track capacity and their utilization. Where multiple methods of calculation can be used, choosing the right one is defined. The goal of the thesis is to check the existing dimensions of Zalog marshalling yard based on an actual capacity common for the last 12 years. For easier understanding, the role of Zalog marshalling yard is defined within the Slovenian and European rail network. Different measures for improvements are presented based on the comparison of the existing and new marshalling yard dimensioning data.

## ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. Bogdanu Zgoncu in somentorici asist. Darji Šemrov za vso strokovno pomoč, nasvete in usmeritve pri nastajanju mojega diplomskega dela. Bila sta mi vedno na voljo in mi nudila hitro pomoč.

Prav tako gre zahvala g. Dejanu Banu in g. Igorju Prodanoviču s podjetja Slovenske železnice za posredovanje podatkov za diplomsko delo ter knjižničarjema Slovenskih železnic za vse nasvete in pomoč pri iskanju gradiva.

Zahvaljujem se celotnemu kolektivu na ranžirni postaji Zalog, ki so me sprejeli in mi pomagali pri nekaterih vprašanjih ter mi postajo razkazali in obrazložili njeno delovanje.

Neizmerno sem hvaležna očimu Janiju, mami Tanji, bratu Roku in partnerju Petru, ki so me ves čas študija bodrili, mi pomagali premagati težke trenutke, ter mi študij omogočili. Diplomsko delo je posvečeno vsem vam, predvsem pa Janiju, ki moje diplome žal ni dočakal. Tebi želim izkazati spoštovanje za vso nesebično skrb zame in moj študij, v katerega si ves čas verjel, da mi bo uspelo.

Ob vsem gre zahvala tudi sošolcem in sošolkam z fgg-ja za sodelovanje in pomoč ter nova prijateljstva, za katera upam, da ne bodo šla nikoli v pozabo.

**KAZALO VSEBINE**

<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 Namen in cilji .....	2
<b>2 FUNKCIJA, SESTAVNI DELI IN VRSTE RANŽIRNIH POSTAJ.....</b>	<b>3</b>
2.1 Glavni deli ranžirne postaje.....	3
2.1.1 Uvozna skupina .....	3
2.1.2 Drča .....	3
2.1.3 Smerna skupina.....	4
2.1.4 Izvozna skupina .....	4
2.1.5 Spremljajoče skupine ranžirne postaje .....	4
2.2 Delitev ranžirnih postaj .....	5
2.2.1 Delitev po funkciji.....	5
2.2.2 Delitev po zasnovi .....	5
2.2.3 Delitev po obliki .....	6
2.2.4 Delitev po opremljenosti z avtomatskimi sistemi.....	7
<b>3 TEHNOLOGIJA DELA NA RANŽIRNIH POSTAJAH.....</b>	<b>8</b>
3.1 Tehnologija dela na polavtomatski ranžirni postaji.....	8
3.2 Tehnologija dela na avtomatski ranžirni postaji.....	12
<b>4 NAPRAVE NA RANŽIRNIH POSTAJAH .....</b>	<b>15</b>
4.1. Signalno varnostne naprave.....	15
4.1.1 Releji.....	15
4.1.2 Napajalniki .....	15
4.1.3 Postavljalna miza.....	15
4.1.4 Signalne naprave.....	16
4.1.5 Tirne in kretniške izolirke.....	17
4.1.6 Kretniški pogon .....	17
4.1.7 Električne ključavnice .....	18
4.2 Kretnice .....	18
4.2.1 Sestavni deli kretnice.....	18
4.2.2 Navadne kretnice .....	19
4.2.3 Enojna simetrična ločna kretnica.....	19
4.3 Zavorni sistemi .....	20
4.3.1 Primarne zavore.....	20
4.3.2 Sekundarne zavore.....	21



---

<b>5 DIMENZIONIRANJE RANŽIRNIH POSTAJ .....</b>	<b>23</b>
5.1 Splošne zahteve za dimenzioniranje.....	23
5.1.1 Umestitev ranžirne postaje v prostor.....	23
5.1.2 Spodnji in zgornji ustroj.....	23
5.1.4 Dolžina tirov.....	24
5.2 Uvozna skupina na ranžirni postaji .....	25
5.2.1 Potrebno število tirov v uvozni skupini.....	25
5.2.1.1 Interval prihodov vlakov po klasični metodi.....	26
5.2.1.2 Interval prihodov vlakov po teoriji verjetnosti.....	27
5.3 Drča na ranžirni postaji .....	29
5.3.1 Oblika drče .....	30
5.3.2 Sistem razvejitve tirov na drči.....	31
5.3.3 Približevanje vagonov in sile na drči .....	32
5.3.3.1 Gravitacijska sila na drči .....	33
5.3.3.2 Zaviralne sile na drči .....	34
5.3.3.2.1 Odpor zaradi temperaturnih vplivov .....	34
5.3.3.2.2 Odpor zaradi konstrukcije vozila .....	34
5.3.3.2.3 Odpor zaradi vpliva vetra.....	34
5.3.3.2.4 Odpor zaradi voženj v krivini.....	35
5.3.3.2.5 Odpor zaradi prevoza kretnic .....	35
5.3.4 Zmogljivost drče .....	37
5.3.4.1 Teoretična zmogljivost drče .....	37
5.3.4.2 Dejanska zmogljivost drče .....	38
5.3.4.3 Odstotek izkoriščenosti teoretične zmogljivosti drče.....	38
5.3.4.4 Odstotek izkoriščenosti dejanske zmogljivosti drče.....	38
5.4 Smerna skupina .....	39
5.4.1 Število smernih tirov .....	40
5.4.2 Dolžina smernih tirov.....	41
5.4.3 Zmogljivost smerne skupine .....	42
5.4.3.1 Teoretična zmogljivost smerne skupine.....	42
5.4.3.2 Dejanska zmogljivost smerne skupine .....	42
5.5 Izvozna skupina na ranžirni postaji.....	43
5.5.1 Število izvoznih tirov .....	43
5.5.1.1 Teoretično število izvoznih tirov.....	43
5.5.1.2 Število izvoznih tirov z upoštevanjem neenakomernega odpremljanja .....	44

5.5.2 Zmogljivost izvozne skupine.....	45
5.6 Postajna skupina na ranžirni postaji .....	45
5.6.1 Oblika postajne skupine.....	46
5.6.2 Število postajnih tirov.....	46
5.6.3 Dolžina postajnih tirov .....	46
5.6.4 Metode za zbiranje vagonov za nabiralne vlake.....	46
5.6.4.1 Klasična metoda .....	47
5.6.4.2 Futnerova metoda .....	47
5.6.4.3 Specialna metoda.....	49
5.6.4.4 Japonska metoda.....	51
5.7 Tranzitna skupina na ranžirni postaji.....	52
5.7.1 Oblika tranzitne skupine.....	52
5.7.2 Število tranzitnih tirov .....	52
5.8 Lokotovorna skupina na ranžirni postaji .....	53
5.8.1 Oblika lokotovorne skupine.....	53
5.8.2 Število lokotovornih tirov.....	53
5.8.3 Dolžina lokotovornih tirov .....	53
5.9 Depo na ranžirni postaji.....	53
5.10 Odstavna skupina na ranžirni postaji.....	54
5.11 Potniška postaja na ranžirni postaji .....	54
5.12 Premikalne lokomotive na ranžirni postaji .....	54
5.13 Izvlečni tiri.....	55
<b>6 RANŽIRNA POSTAJA ZALOG .....</b>	<b>56</b>
6.1 Umestitev v slovenski prostor .....	56
6.2 Opis ranžirne postaje Zalog.....	58
6.3 Uvozna skupina na ranžirni postaji Zalog .....	59
6.4 Drči na ranžirni postaji Zalog.....	60
6.4.1 Glavna drča.....	60
6.4.2 Postajna drča.....	60
6.5 Smerna skupina na ranžirni postaji Zalog .....	61
6.5.1 Teoretična zmogljivost smerne skupine .....	62
6.5.2 Dejanska zmogljivost smerne skupine.....	62
6.6 Izvozna skupina na ranžirni postaji Zalog .....	63
6.6.1 Zmogljivost izvozne skupine.....	64
6.7 Postajna skupina na ranžirni postaji Zalog .....	64
6.8 Lokotovorna skupina na ranžirni postaji Zalog.....	65

6.9 Depo na ranžirni postaji Zalog .....	66
6.10 Odstavna skupina na ranžirni postaji Zalog .....	67
6.11 Potniška postaja Zalog .....	67
6.12 Premikalne lokomotive in izvlečni tiri na ranžirni postaji Zalog .....	68
6.13 Naprave na ranžirni postaji Zalog .....	71
<b>7 ZAKLJUČEK .....</b>	<b>74</b>
<b>VIRI .....</b>	<b>75</b>

**KAZALO TABEL**

Tabela 1: Poraba časa za predhodne operacije na ranžirni postaji Zalog (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Ljubljana - Zalog, 2012).....	9
Tabela 2: Poraba časa za glavne operacije na ranžirni postaji Zalog (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Ljubljana - Zalog, 2012).....	10
Tabela 3: Poraba časa za končne operacije na ranžirni postaji Zalog (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Ljubljana - Zalog, 2012).....	11
Tabela 4: Odpori vagona (Vir: Janjić, 1977).....	34
Tabela 5: Razvrstitev postaj po Futnerovi metodi.....	48
Tabela 6: Naključna razvrstitev vagonov po Futnerovi metodi.....	48
Tabela 7: Zaporedni postopek razvrščanja po Futnerovi metodi.....	49
Tabela 8: Končno stanje po Futnerovi metodi.....	49
Tabela 9: Prvo razvrščanje po specialni metodi.....	50
Tabela 10: Drugo razvrščanje po specialni metodi.....	50
Tabela 11: Zadnje razvrščanje po specialni metodi.....	50
Tabela 12: Končno stanje po specialni metodi.....	51
Tabela 13: Število vlakov in vagonov za obdobje od 2000 do 2011 na postaji Zalog (Vir: elektronska pošta od SŽ (26.10.2012)).....	58
Tabela 14: Namen in uporabne dolžine tirov v uvozni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I za postajo Zalog, 2012).....	59
Tabela 15: Namen in uporabne dolžine tirov v smerni skupini ranžirne postaje Zalog in njim določene maksimalne dolžine vlakov (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	61
Tabela 16: Namen in uporabne dolžine tirov v izvozni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	63
Tabela 17: Namen in uporabne dolžine tirov v postajni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	65
Tabela 18: Smeri in največja dolovljena dolžina vlakov (SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	65
Tabela 19: Namen in uporabne dolžine tirov v lokotovorni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	66
Tabela 20: Namen in uporabne dolžine tirov v depoju ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	66
Tabela 21: Namen in uporabne dolžine tirov v odstavni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	67
Tabela 22: Delo s prekinitvami za I. in II. premikalno lokomotivo (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Zalog, 2012).....	69

Tabela 23: Delo s prekinitvami za III. premikalno lokomotivo (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Zalog, 2012).....	70
Tabela 24: Delo z prekinitvami za IV. premikalno lokomotivo (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Zalog, 2012).....	70

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Primer zasnove enosmerne ranžirne postaje (Vir: Janjić, 1977) .....	6
Slika 2: Primer zasnove dvosmerne ranžirne postaje (Vir: Janjić, 1977).....	6
Slika 3: Kombinirana spenjača (levo), avtomatska spenjača (desno) (vir: <a href="http://wirtschaftssenioren.bau-bautzen.de/amk/amkenglish/wabconeue_e.htm">http://wirtschaftssenioren.bau-bautzen.de/amk/amkenglish/wabconeue_e.htm</a> ).....	12
Slika 4: Postavitev naprav za avtomatsko vodenje na drči (vir: <a href="http://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2003/r03t0026/r03t0026.asp">http://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2003/r03t0026/r03t0026.asp</a> (12.1.2013)) .....	14
Slika 5: Shematski prikaz tirne izolirke in svetlobnega signala (Vir: Railway system, technologies and operations across the world, 2011).....	17
Slika 6: Kretniški pogon na daljavo (Vir: <a href="http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?f=17&amp;t=6173">http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?f=17&amp;t=6173</a> (17.10.2012)) .....	18
Slika 7: Shema enojne kretnice z opisom posameznih delov (Vir: Uradni list RS št: 92/2010) .....	19
Slika 8: Primarne zavore na drči v Zalogu (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013).....	20
Slika 9: Prostor za hrambo cokel (levo), podstavljena cokla pod kolo (desno) (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013).....	21
Slika 10: Sekundarne točkovne zavore (Vir: <a href="http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?t=2577">http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?t=2577</a> (17.10.2012)) .....	22
Slika 11: Pozicija čistilnega jaška med tiri (Vir: <a href="http://www.aquafab.co.uk/permanent-way-drainage-systems.htm">http://www.aquafab.co.uk/permanent-way-drainage-systems.htm</a> (12.1.2013)) .....	24
Slika 12: Odstopanje pri naklonu v uvozni skupini (Vir: Janjić, 1977) .....	25
Slika 13: Možnosti postavitve tirov preko drče (Vir: Kovačević, 1976).....	30
Slika 14: Tloris in vzdolžni prerez drče (Vir: Zgonc, 2003) .....	31
Slika 15: Dve možnosti razvejitve tirov na ranžirni postaji (Vir: Janjić, 1977) .....	32
Slika 16: Hitrost vagona preko drče v odvisnosti od časa (Vir: Janjić, 1977).....	33
Slika 17: Postavitev naprav in varnostnega prostora za delavce na primeru enega snopa tirov v smerni skupini (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013) .....	40
Slika 18: Razporeditev tirov za razvrščanje po Japonski metodi (Vir: Milošević, 1980) .....	51
Slika 19: V. in X. evropska koridorja preko Slovenije (Vir: Zgonc, 2003).....	57
Slika 20: Tovorne postaje v Sloveniji (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012).....	57
Slika 21: Dizel lokomotiva serije 642 (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013) .	68
Slika 22: Kretniški komandni pult s podrobnim prikazom tipk (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013).....	71
Slika 23: Komandni pult za zavorni sistem na drči s podrobnim prikazom tipk (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013).....	72

Slika 24: Računalnik, telefon in UKV prenosna naprava (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013)..... 73

---

**SEZNAM KRATIC**

SV naprave	Signalno varnostne naprave
UKV	Ultra kratki valovi
RS	Republika Slovenija
APB	Avtomatski progovni blok
AS naprave	Avto stop naprave
MO	Medpostajna odvisnost
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
SŽ	Slovenske železnice
UIC	International Union of Railways
ERSV naprave	Elektro relejne signalno varnostne naprave



## 1 UVOD

Na sredini 19. stoletja je industrializacija povzročila povečanje proizvodnje raznih izdelkov, ki so predstavljali napredek v vseh panogah. Pojavila se je potreba po trgovanju s čedalje bolj oddaljenimi kraji, ki so bili do tedaj dostopni le s konjsko vprego in bili sposobni prepeljati manjšo količino tovora. Hkrati sta se izum parne lokomotive bratov Stephenson in uveljavitev prve proge med krajema Darlington in Stockton v Angliji izkazala kot zelo učinkovito sredstvo za prevoz. V naslednjih letih se je železniško omrežje razširilo po celotni Angliji in parne lokomotive so se ves čas izpopolnjevale. Uspeh se je razširil v Francijo in od tam dalje po Evropi in Rusiji, kjer so moč lokomotive uporabljali sprva za vojaške namene in kasneje za gospodarstvo.

Železniški transport se je tako izkazal kot najbolj učinkovito in varno prevozno sredstvo za večje količine blaga na daljše razdalje. Danes predstavlja eno izmed največjih transportnih omrežij in v povezavi z ladijskim transportom prevzame največ tovora za najnižjo ceno. Tovorni železniški promet je dobičkonosen, saj ponuja za dosti nižjo ceno, veliko količino prepeljanega tovora in ni v taki meri odvisen od časa kot potniški del. Kljub vsemu je čas eden najpomembnejših dejavnikov in ves promet temelji k čimkrajšemu trajanju prevoza.

Proga je vedno potekala med dvema večjima krajema, vendar je s svojo prisotnostjo spodbudila razvoj manjših mest in industrije ob njej. Ta je posledično zahtevala vse več postajališč med začetnim in končnim krajem, ki so služila prevozu potnikov in blaga. Postajališča so se glede na količino prepeljanega tovora in potnikov, ter glede na svojo lokacijo in bližino določene industrije razvile v večje postaje. Danes se jih deli na potniške, tovarne in mešane postaje, pri čemer ima vsaka postaja svojo načrtovano obliko in velikost glede na zahtevane potrebe.

Največje tovarne postaje imenujemo ranžirne postaje in so v železniško mrežo umeščene na stičiščih najbolj obremenjenih prog. Ranžirne oziroma sortirne postaje so namenjene razstavljanju posameznih vlakov in sestavljanju novih vlakov. V večini namreč ni bilo dovolj tovora, da bi se splačalo formirati en sam direkten vlak z začetnega v končen kraj. Prihajajoči vlaki tako pripeljejo tovarne vagonne na postajo, ki so namenjeni najmanj dvema različnima nadaljnima lokacijama, vagonne se razpne in razdeli po posameznih tirih namenjenih formiranju novega vlaka za nov končen cilj. Ti vagoni čakajo na tiru toliko časa, da se jih nabere dovolj za formacijo novega vlaka, ki je ekonomsko upravičen. Seveda ni vsaka smer v realnem času upravičena in s tem namenom se na ranžirnih postajah sestavlja različne vrste vlakov.

Za razstavljanje in sestavljanje vlakov je potrebno veliko časa. V povprečju je ugotovljeno, da se posamezen vagon na svoji poti tretjino časa nahaja na ranžirnih postajah, le dve tretjini časa pa se dejansko pelje. Ker so ostale vrste transporta konkurenčne ravno zaradi hitrejšega časa prevoza se ves čas temelji k temu, da se proces na ranžirnih postajah čimbolj optimizira in skrajša. V ta namen imajo ranžirne postaje določeno obliko, v splošnem so sestavljene z različnih skupin tirov, kjer ima vsaka svoj točen namen. Glavne tri skupine so uvozna, smerna in izvozna skupina. V uvožno skupino se pripeljejo vlaki namenjeni razstavljanju, te se glede na tehnologijo dela na postaji razpne na posamezne vagonne in posamično prestavi v smerno skupino, kjer je vsak tir namenjen določeni smeri. Prestavitev v smerno skupino poteka preko drče oziroma klančine ali s pomočjo premikalne lokomotive.

Ko se nabere dovolj vagonov za eno smer se jih spne in prepelje v izvozno skupino, od koder jih odpremi. Glede na razne ostale dejavnike kot so vrsta tovora, obseg dela, bližina industrije itd. se na ranžirne postaje umesti še dodatne skupine, vsaka namenjena točno določeni vrsti tovora. Vse to je zajeto v zahtevah za zasnovo ranžirne postaje in računih za njen obseg.

Poleg oblike postaje je pomembna tudi avtomatizacija dela, ki je danes razvita do mere, kjer se celotno delo vodi preko računalnika. Večina starejših ranžirnih postaj ima polavtomatski sistem vodenja, ki je k delu doprinesel tako veliko razliko, da se še danes ne splača vlagati v popolnoma avtomatski sistem. Najpomembnejše pri tem je prestavljanje kretnic in signalizacija ter vnaprej določena stopnja zaviranja na zavorah, vse vodeno na daljavo.

## **1.1 Namen in cilji**

Namen naloge je opredelitev funkcije ranžirnih postaj in dimenzioniranja njenih sestavnih delov oziroma skupin po že znanih enačbah in metodah dela. Za lažje razumevanje delovanja so opisani postopki poteka dela in naprave za sodobno delovanje. Posamezne skupine imajo opisan svoj namen na ranžirni postaji in so podprte z enačbami za izračun števila in dolžin tirov, medsebojnih razdalj, naklonov in izkoriščenosti tirov.

Cilj naloge je preveriti obstoječe dimenzije edine slovenske ranžirne postaje Zalog na podlagi dejanskega stanja.

## **2 FUNKCIJA, SESTAVNI DELI IN VRSTE RANŽIRNIH POSTAJ**

Ranžirne postaje so tovarne železniške postaje, ki se nahajajo na stičišču pomembnih prog z namenom razstavljanja in sestavljanja novih vlakov, ki so namenjeni različnim končnim ciljem. Kljub povečanju železniškega tovornega prometa namreč ni možno vedno zagotoviti direkten vlak do končnega cilja v sprejemljivem času. Njihova funkcija je zato sprejem in razstavljanje prihajajočih vlakov na posamezne vagonne ali skupine vagonov in sestavljanje novih vlakov s teh vagonov namenjenih različnim smerem. Od razporednih tovornih postaj se razlikujejo po opremljenosti in svoji obliki, ki jo sestavljajo posamezne skupine tirov namenjene določeni funkciji ranžiranja.

Vlaki, ki so namenjeni na ranžirno postajo prihajajo z raznih prog, drugih ranžirnih postaj, lokalne industrije in bližnjih pristanišč ter na razstavljanje pripeljejo formacijo vagonov, kateri so namenjeni nadaljnjemu transportu ali lokalni industriji. Glede na število vagonov in vrsto tovora namenjenega določenemu končnemu cilju se lahko formira maršrutni vlak, ki vozi do končnega uporabnika in obvozi vse nadaljne ranžirne postaje, če pa je število vagonov premajhno se formira direktni vlak namenjen naslednji ranžirni postaji. Vlaki, ki so namenjeni lokalnim razporednim postajam ali industriji imajo v ta namen posebno skupino tirov, ki ima drugačen sistem dela in omogoča neoviran potek primarnega ranžiranja vlakov.

V kolikor terenske razmere dopuščajo so ranžirne postaje umeščene na ravnino, izven mestnega jedra zaradi povročanja hrupa in čim bližje lokalni industriji ter glavnim prevoznim tirov.

### **2.1 Glavni deli ranžirne postaje**

Za lažje razumevanje sestavnih delov ranžirnih postaj je potrebno poznati njene sestavne dele imenovane skupine.

#### **2.1.1 Uvozna skupina**

Prvi del ranžirne postaje, v katerega pripeljejo vlaki z odprte proge in počakajo na razstavljanje na posamezne vagonne. Sestavljen je z več tirov, kjer je vsak namenjen vlakom z določene smeri, od koder so pripeljali. V njej se opravi identifikacija vlaka, prevzem tovornih listov in razpenjanje vlaka. Premikalna lokomotiva tu potiska vagonne proti drči.

#### **2.1.2 Drča**

Drča oziroma klančina nastopa kot sestavni del gravitacijskih ranžirnih postaj med uvozno in smerno skupino. To so postaje, kjer se vagonne potiska s pomočjo premikalne lokomotive preko klančine v naslednjo skupino. Zaradi klančine na vagonne deluje gravitacijska sila zaradi katere se samostojno pripeljejo do končne točke v naslednji skupini. Če je postaja negravitacijska pomeni, da drče nima in se vagonne z uvozne skupine potiska do končne točke v smerni skupini.

Na drči so nameščeni zavorni sistemi, s katerimi se uravnava hitrost prevoza ter kretnice za razvejitev tirov v naslednjo smerno skupino.

### **2.1.3 Smerna skupina**

Smerna skupina je zaradi števila tirov največji del ranžirne postaje. Teh mora biti toliko, kolikor je smeri za izvoz. Namenjena je sestavljanju posameznih vagonov v nove vlake, ki so namenjeni določenim smerem.

Vagon, ki ga je premikalna lokomotiva potisnila preko drče se zaradi gravitacijske sile pripelje na smerni tir, ki so mu ga predhodno namenili pri sestavi ranžirnega lista. Tu čaka, da se nabere zadostno število vagonov za sestavo novega vlaka. Ko je vagonov dovolj za sestavo, jih tehnično in komercialno pregledajo, spnejo in izvozijo v izvozno skupino. V njej se nahajajo sekundarni avtomatski zavorni sistemi ali delavci lovilci, ki s pomočjo ročnih zavor vagona upočasnijo.

### **2.1.4 Izvozna skupina**

Ta skupina se nahaja za smerno skupino in nastopa kot zadnji del ranžirne postaje. Vanjo se premakne vse na novo formirane vlake v smerni skupini, odredi vlečno lokomotivo in uro izvoza. Po številu tirov je podobna uvozni skupini. Na avtomatskih postajah je velikokrat združena s smerno skupino, saj avtomatske naprave omogočajo hitrejši proces dela in se vlake izvaža direktno s smerne dela.

### **2.1.5 Spremljajoče skupine ranžirne postaje**

Postajna skupina je stranska skupina, ki nastopa na srednje velikih in večjih ranžirnih postajah za namene formiranja nabiralnih vlakov. To so vlaki, ki na vmesnih postajah proti končni postaji postopoma odklapljajo vagona in zato potrebujejo poseben zaporedni sistem razvrščanja. Sestavljena je s postajne drče, ki ponavadi nima zavornih sistemov in je nižja kot glavna drča ter najmanj štirih postajnih tirov, na katere so po različnih metodah razvršča vagona v zaporedni sistem.

Tranzitna skupina je najmanjša stranska skupina na ranžirnih postajah, v večini sestavljena z dveh do treh tirov namenjenih delni predelavi in tovoru, ki ne sme preko drče. Zaradi tega ima svoj uvozni in izvozni tir.

Lokotovorna skupina je namenjena formiranju vlakov za bližnjo industrijo. Odprema vlakov s te skupine ni odvisna od števila vagonov v vlaku in poteka po ustaljenem urniku.

Depo je stranska skupina ob smerni skupini, ki mora biti zaradi svojega namena dela povezana v vse skupine na postaji. Njen namen je predvsem sprejem in popravilo pokvarjenih vozil, carinski in tehnični pregledi tovora in tehtanje vlakov.

Odstavna skupina je stranska skupina ob začetku ali koncu smerne skupine v katero se izvozi vagona, lokomotive in železniške delovne stroje, ki čakajo na naslednjo nalogo.

Potniški del postaje je umeščen v ranžirno postajo le, če ga ni možno umestiti drugam ob odprto progo. Zanj veljajo enake osnovne zahteve kot za vsako samostojno potniško postajo, to so peron in varen dostop do njega.

## **2.2 Delitev ranžirnih postaj**

Ranžirne postaje se delijo po štirih različnih kriterijih:

- glede na njihovo funkcijo jih delimo na glavne in razporedne postaje,
- glede na njihovo zasnovo jih delimo na enostranske in dvostranske,
- glede na njihovo obliko jih delimo na gravitacijske in negravitacijske,
- glede na njihovo opremljenost z avtomatskimi sistemi jih delimo na neavtomatske, polavtomatske in avtomatske ranžirne postaje.

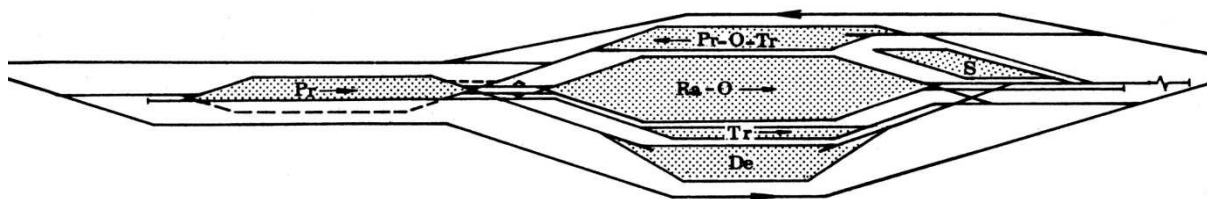
### **2.2.1 Delitev po funkciji**

Glavna ranžirna postaja ima vse sestavne dele ranžirne postaje (uvozno, smerno in izvozno skupino) in se nahaja na presečišču najbolj prometnih povezav. V evropskem prostoru se nahajajo na medsebojni razdalji od 150 do 500 km. Razporedna ranžirna postaja je tovorna postaja, ki je oblikovno prilagojena najpogostejši funkciji, razporejanju tovora na posamezni progi. Na tovornih razporednih postajah v pristaniščih in industriji je to nalaganje lokalnega tovora, na manj pomembnih presečiščih je predelava prispelih vlakov.

Izgradnja glavne ranžirne postaje je upravičena, ko je pričakovana kapaciteta nad 1500 vagonov na dan (Janjič, 1977). Kljub temu so se v nekaterih mestih odločili za izgradnjo ranžirne postaje pri manjši kapaciteti, saj želijo s svojo hitrostjo predelave ohraniti svoj gospodarski položaj.

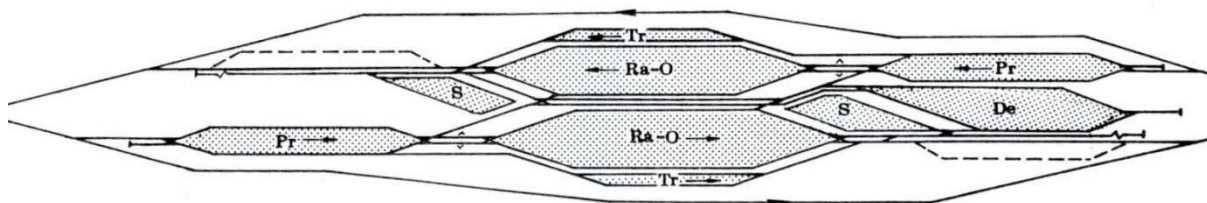
### **2.2.2 Delitev po zasnovi**

Ranžirne postaje se glede na obseg prometa razlikujejo po svoji zasnovi, ki jo določa postavitve delovnih skupin. Delijo se na enosmerne postaje, kjer je vlakom dovoljeno vstopati na uvozno skupino samo z ene strani. Takšne so skoraj vse manjše in srednje velike postaje ter tiste, ki se nahajajo na območjih, kjer je dovolj prostora, da se za vlake z nasprotne smeri naredi obračalni lok.



Slika 1: Primer zasnove enosmerne ranžirne postaje (Vir: Janjić, 1977)

V kolikor je kapaciteta večja kot 6000 vagonov na dan se gradi dvosmerne postaje, kjer vlaki lahko vstopajo z obeh strani in sta s tem zagotovljena večji pretok in hitrost dela (Janjić, 1977). Vsaka stran ima svojo uvozno in izvozno skupino, vagoni se zbira v skupnem ranžirnem delu, od koder je izvoz možen v obe smeri. Ker dvostranska postaja zahteva več signalizacije in opreme se jih gradi, ko so izčrpane možnosti za gradnjo enostranske postaje. Večina evropskih ranžirnih postaj je enosmernih.



Slika 2: Primer zasnove dvosmerne ranžirne postaje (Vir: Janjić, 1977)

### 2.2.3 Delitev po obliki

Postaje delimo po obliki na gravitacijske in negravitacijske in se razlikujejo po načinu razvrščanja vagonov v ranžirni del. Skupine so pri obeh enake.

Pri gravitacijski ranžirni postaji je na prehodu z uvozne v smerno skupino narejena klančina imenovana drča, preko katere premikalna lokomotiva potisne razpete vagoni proti smerni skupini. Po Zgonc (2003) je klančina 3 do 4 m visoka in mora biti zasnovana v začetku gradnje. Zaradi nje se nahaja uvozna skupina višje in je zanjo potrebno nasuti material ali postajo umestiti v prostor, kjer je teren v naklonu. Večina srednje velikih in velikih postaj ima več drč, odvisno od pričakovane kapacitete in vrste predelave vlakov.

Negravitacijske ranžirne postaje so grajene na območjih, kjer drča ni primerna zaradi sestave tal ali drugega dejavnika in celotno premikanje vagonov opravljajo premikalne lokomotive. Te za premike porabijo veliko več časa, delo mora biti bolj nadzorovano zaradi nenehnega menjavanja smeri vožnje lokomotiv in je pogojeno z neprimerljivo večjo porabo goriva kot pri gravitacijski postaji. Danes se negravitacijskih ranžirnih postaj ne gradi več, razen če gre za manjšo obrobno postajo s posebnimi značilnostmi. Največ negravitacijskih postaj je v ZDA, v Evropi je nekaj takih v Italiji in ena v Švici.

#### **2.2.4 Delitev po opremljenosti z avtomatskimi sistemi**

Ranžirna postaja je opremljena z različnimi napravami, najpomembnejše so zavore, signalno varnostni sistemi in telekomunikacijske naprave, ki skupaj omogočajo hitrejši in varnejši potek prometa ter zmanjšujejo človeški dejavnik zmote. Na starejših ranžirnih postajah so te naprave postopoma menjali z novejšimi in zmogljivejšimi, zato so ti sistemi specifični za vsako postajo posebej, opremljenost pa je v največji meri odvisna od finančne presoje in varovanja zaposlenih. Glede na možnost vodenja in upravljanja z njimi jih delimo na neavtomatske, polavtomatske in avtomatske sisteme, pri čemer neavtomatskih sistemov vodenja na glavnih ranžirnih postajah ni več, najdemo jih na manjših tovornih postajah.

### 3 TEHNOLOGIJA DELA NA RANŽIRNIH POSTAJAH

Opis del na ranžirni postaji se razlikuje v odvisnosti od stopnje avtomatizacije postaje.

#### 3.1 Tehnologija dela na polavtomatski ranžirni postaji

Polavtomatske ranžirne postaje so opremljene enako kot avtomatske, vendar samo s primarnimi zavorami, ki bodo podrobneje predstavljene v poglavju 4.4.1. Potek del na njih delimo na tri operacije:

- predhodna operacija,
- glavna operacija,
- končna operacija.

Predhodna operacija se vrši v uvozni skupini, kamor prispeli vlaki najprej pripeljejo. Vsak tir v uvozni skupini ima določeno smer s katere je vlak prispel, le ob izjemnih priložnostih so tiri namenjeni tudi drugim smerem. Tukaj se vagonom odklopi njihova vlečna lokomotiva in prevzame tovorni list vlaka, ki vsebuje podatke o prispelem tovoru in tehničnih karakteristikah posameznih vagonov. Opravi se tehnični in komercialni pregled vagonov in blaga. Komercialni del pregleda poteka tako, da ob vlaku od lokomotive nazaj hodi delavec in po UKV-radijski zvezi sporoča vodji premika podatke o vlaku: sestavo vlaka, identifikacijsko številko vagonov, število osi, sestavo vezja, neto težo vagona, vrsto zavor in ali so to vagoni, ki se jih ne sme spuščati po drči. Tehnični del preverijo delavci tehnično vzdrževalne službe in izpolnijo tehnični list, ki obsega potrditev ustreznosti posameznih vagonov, preverjanje zavor, izračevanje in prestavitev končnega signala. V kolikor vagon ne ustreza, se ga pošlje v delavnico na popravilo. Vzporedno s popisom se razpne celotno kompozicijo vlaka, usmeri vozno lokomotivo nazaj in doda ali odpne vagona, ki niso del ranžiranja. Vodja premika nato zbere vso dokumentacijo z vlaka in tehnični list s strani svoje službe. To pošlje preko teleprinterja ali preko računalnika odpravniku vagonov v stolp, ki sestavi ranžirni list za vlak. Ko je ranžirni list pripravljen se pripravi premikalno lokomotivo, vodja premika nastavi kretnice in preko UKV-radijske zveze sporoča strojevodji v premikalni lokomotivi pripravljenost za potisk vagonov preko drče.



Tabela 1: Poraba časa za predhodne operacije na ranžirni postaji Zalog (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Ljubljana - Zalog, 2012)

OPERACIJE	ČAS (min)
odhod vlakovne lokomotive z vlaka	5
odvzem sklepnega signala	5
predaja spremnih dokumentov	3
tehnični pregled vlaka	20
komercialni pregled vlaka	15
popis vlaka oziroma formiranje vlaka in primerjava dokumentov	20
razpenjanje in izzračevanje vagonov	20
prihod premikalne lokomotive	4
<b>SKUPAJ</b>	<b>32</b>

Za prevoz preko drče niso primerni vsi vagoni ali tovor, ki ga prevažajo. Po Prometnem pravilniku (Uradni list RS št.50/2011) je prepovedana vožnja preko drče za:

- vagoni z oznako »Prepovedana vožnja preko drče«,
- zasedene potniške vagoni, vagoni z eksplozivi, vnetljivimi snovmi, živimi živalmi, spremljevalci pošilk,...
- vagoni naloženi s tirnicami ali naklado daljšo od 60m,
- vagoni, ki presegajo skupno težo nad 100t,
- vozila medsebojno speta s trdo spenjačo,
- vsa vlečna vozila, razen izjeme z dovoljenjem,
- vagoni z naklado, ki presegajo nakladalni profil,
- tirna dvigala,
- vagoni brez odbojnikov in težje poškodovane vagoni,
- vagoni z nizkim ohišjem.

Za te vagoni odpravnik vagonov izda posebno določbo kam se jih prepelje.

Glavna operacija je del, kjer se delo ranžiranja dejansko začne. Poteka tako, da se razpete vagonne s pomočjo premikalne lokomotive postopoma potiska preko drče v smerno skupino. Strojvodja je ves čas potiska na zvezi z vodjo premika v stolpu in na drči, da ne bi prišlo do nepotrebnih zapletov in lahko potisk kadarkoli ustavi. Drča oziroma klančina deluje na vagon gravitacijsko in mu omogoči, da se samostojno prepelje na tir, ki mu ga je predhodno določil stolp s pravilno postavitvijo kretnic. V kolikor na postaji ni drče jo imenujemo negravitacijska in vagonne potiska premikalna lokomotiva do končnega tira.

Na drči so nameščeni primarni zavorni sistemi imenovani primarni retarderji, pri katerih se moč zaviranja regulira avtomatsko s pomočjo senzorja za merjenje hitrosti in glede na karakteristiko vagona (dober/slab tekač). Vagonne se razstavi na tiri v smerni skupini, kjer je vsak tir določen za določeno smer. Tukaj se nahajajo delavci premikači, ki prihajajočemu vagonu z drče ročno podstavijo posebno kovinsko zavoro imenovano cokla za blažitev naleta.

Tabela 2: Poraba časa za glavne operacije na ranžirni postaji Zalog (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Ljubljana - Zalog, 2012)

OPERACIJE	ČAS (min)
rinjenje premikalnega sestava na drčo	5
odpenjanje vagonov	15
spuščanje preko drče	15
odstavitve vagonov, kateri se ne smejo spuščati preko drče	20
stiskanje vagonov po tirih	15
zavarovanje vagonov proti samoprekinitvi	8
<b>SKUPAJ</b>	<b>32</b>

Ko je vagonov na enem smernem tiru dovolj za formacijo vlaka, se prične končna operacija. Vagone se prešteje, stisne in spne. Pripne se jim premikalna lokomotiva, ki jih prepelje v izvozno skupino. Opravi se komercialni pregled in preizkus zračnih zavor. Vlakovni odpravnik izda novo dokumentacijo vlaka, ki obsega:

- nalog za vožnjo vlaka,
- poročilo o sestavi in zaviranju vlaka,
- splošni nalog.

Nalog za vožnjo vlaka je dokument namenjen strojevodji vlaka. Z njim se opredeli (Uradni list RS št.50/2011):

- uporaba voznega reda,
- končna postaja do katere pelje vlak,
- pogoji prevoza izrednih pošiljk,
- hitrost vlaka pri vožnji po nepravem tiru,
- počasno vožnjo in posebnosti zaradi njih.

Poročilo o sestavi in zaviranju vlaka imenovano tudi vagonski izkaz je listina, s katero se potrjuje komercialni in tehnični pregled posameznih vagonov ter opredeli vrsto vagonov in tovora ter zaporedno številko vagonov v vlaku in vsebuje poročilo o opravljenem zavornem preizkusu.

Splošni nalog je listina, s katero se strojevodjo obvešča o posebnostih, ki niso opredeljene v nalogu za vožnjo vlaka in o posebnostih, ki so se zgodile po izdaji naloga.

Vse listine so izdane v dvojniku in se nahajajo na postaji in na vlaku pri strojevodji.

Tabela 3: Poraba časa za končne operacije na ranžirni postaji Zalog (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Ljubljana - Zalog, 2012)

OPERACIJE	ČAS (min)
določitev števila vagonov za vlak	5
stiskanje vagonov	5
spetje spenjač in cevi	20
popis oziroma formiranje vlaka in komercialni pregled	20
prihod vlakovne lokomotive	3
polnjenje glavnega zavornega voda	8
priprava dokumentov in spremnih listin	15
popolni preizkus zračne zavore	20
namestitve sklepne signala	3
<b>SKUPAJ</b>	<b>66</b>

### 3.2 Tehnologija dela na avtomatski ranžirni postaji

Med avtomatske ranžirne postaje štejemo postaje, ki imajo vso potrebno avtomatiko ter primarne in sekundarne zavore. Slednje bodo podrobneje predstavljene v poglavju 4.4.2.

Avtomatika je odvisna od razpoložljivih sredstev in števila vlakov, se nenehno izboljšuje in stremi k popolnem avtomatskem vodenju. Sem sodijo kamere za prepoznavanje vagonov in njihovih specifikacij ter avtomatski sistem prenosa tovornih listov z in na vlake. Lokomotive in vagoni so lahko opremljeni z avtomatskimi spenjačami in opremo za oddajo in prevzem tovornega lista na daljavo. Kretnice so lahko vodene na podlagi točkovnih merilcev, ki po prevozu vagona zaznajo prostost odseka in glede na zahtevek za naslednji vagon avtomatsko nastavijo pot.



Slika 3: Kombinirana spenjača (levo), avtomatska spenjača (desno) (vir: <http://wirtschaftssenioren.bautzen.de/amk/amkenglish/wabconeue.htm>)

Ker je avtomatika tako specifična za točno določeno postajo bo obravnavan splošen sistem, kjer se uporablja vagoni z navadnimi spenjačami in ročni prevzem ter predajo tovornega lista. To pomeni, da predhodne operacije v uvozni skupini dela potekajo enako kot pri polavtomatski postaji in ne bodo ponovno opisane. Potek dela glavnih operacij preko drče in spremembe končnih operacij so drugačne in so v nadaljevanju podrobno opisane.

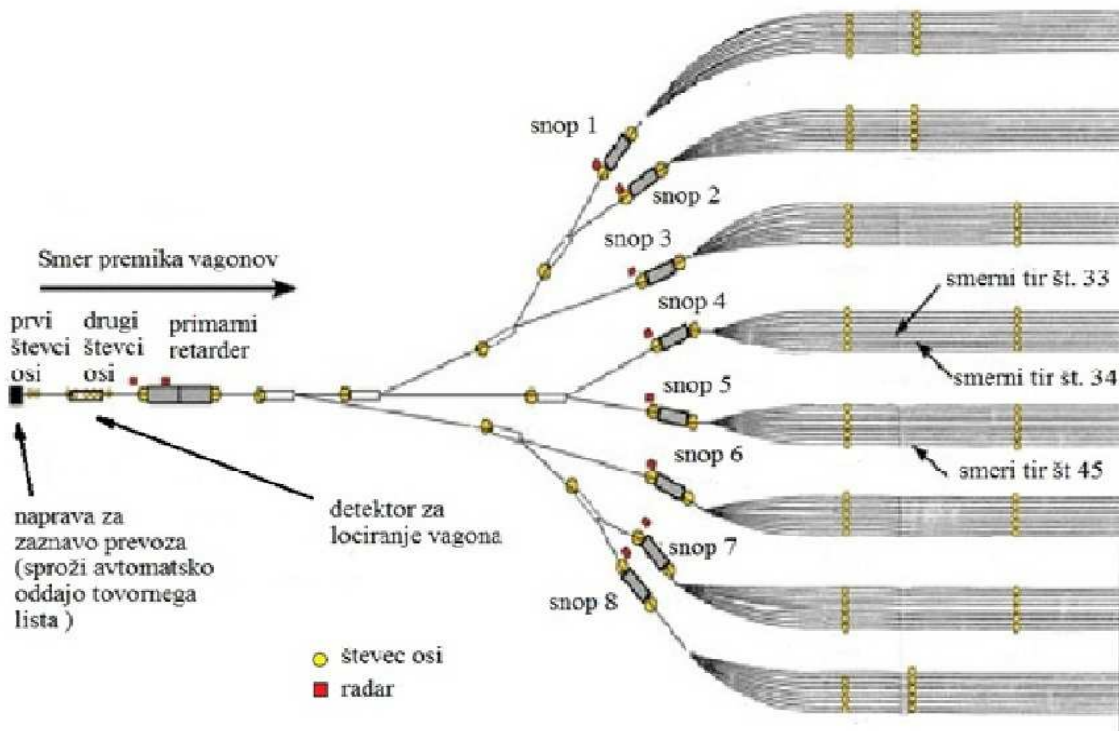
Avtomatski potek dela glavnih operacij delimo na:

- razdeljevanje vagonov po smereh,
- nastavitve poti,
- uravnavanje hitrosti na drči z zavorami.

Naprava za zaznavo prevoza vagona sproži avtomatski odzivnik, ki elektronsko pošlje tovorni list vlaka v program. Z računalniško obdelavo tovornega lista s prispelega vlaka se naredi razdelitveni list. To je podatkovna datoteka z ukazi za razdelitev vlaka na posamezne vagonne in določitev njihovih smeri, ki temelji na podatkih s števecv osi v uvozni skupini. Ti prenašajo v sistem število osi vagonov, ki jih je prevozil. Sistem na podlagi točne lokacije števecv in podatkov zabeleži za kateri vagon z vlaka gre, njegovo zaporedno številko v vlaku in lokacijo na tiru. Računalnik pošlje ukaz v signalizacijski sistem, ki potrdi začetek procesa razstavljanja vagonov in v sistem daljinsko vodene premikalne lokomotive. Detektor za lociranje vagona zazna in pošlje v obdelavo njegovo lokacijo, hitrost in težo vagona, s čimer se izračuna intenziteta zaviranja v primarnih retarderjih. Uvedeni sta dve metodi za dodatno zaščito pred iztirjenjem zaradi naleta vagonov na tistega, ki ni dosegel svojega cilja. To sta ponoven izračun poti in sprotne korekcije za posamezne vagonne, ki še niso razpeti in v gibanju. S tem je vagon spremljan od začetka do konca premika z uvozne v smerno skupino.

Nastavitev poti posameznega vagona je najpomembnejša funkcija, saj lahko le na podlagi razdalje med začetno in končno točko ter naklona posameznega tira določimo pravo hitrost prevoza. Pot se pripravi ročno na podlagi vizualizacije ali računalniško in ko je pripravljena se vzpostavi ustrezen signal. Pot se ves čas preverja s pomočjo števecv osi ob progi, ki pošiljajo podatke v obdelavo. Ob izračunu prehitre vožnje ali določitve napačne poti sistem ponovno preračuna intenziteto zavor ter možnost menjave kretnic in podatek pošlje v naprave. Za dodaten nadzor je v stolpu premikalni vodja, ki napako lahko ročno odpravi.

Za popolno avtomatsko vodenje so zahtevane najmanj tri zaporedne tirne zavore na določenih medsebojnih razdaljah. Prve tirne zavore imenovane primarni retarderji uravnavajo medsebojno razdaljo med vagoni in s tem zagotavljajo zahtevan interval med vagoni. Sekundarni retarderji, ki se nahajajo ob vzožju drče zmanjšujejo in uravnavajo hitrost vagona, katero do natančnosti uravnajo zadnje ciljne zavore do konca poti. Te se zaporedno nahajajo na posameznih smernih tirih, njihovo število je odvisno od dolžine tira in naklona v ranžirni skupini.



Slika 4: Postavitev naprav za avtomatsko vodenje na drči (vir: <http://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/rail/2003/r03t0026/r03t0026.asp>(12.1.2013))

## **4 NAPRAVE NA RANŽIRNIH POSTAJAH**

Ranžirna postaja je opremljena z različnimi napravami, ki omogočajo hitrejši in bolj varen potek dela na njej. To so predvsem signalno varnostne naprave, kretnice in zavorni sistemi. Sodobna tehnologija omogoča upravljanje z naštetimi napravami na daljavo, kar bistveno zmanjša možnost delovnih nezgod. Njihov nadaljni razvoj gre v smer, da bodo nekoč postaje popolnoma avtomatsko vodene in s tem do popolnosti optimizirane.

V nadaljevanju bodo opisane posamezne naprave, ki se uporabljajo na ranžirnih postajah.

### **4.1. Signalno varnostne naprave**

Signalno varnostne naprave (v nadaljevanju SV naprave) so v Signalnem pravilniku (Uradni list RS, št. 123/2007) opredeljene kot tehnična sredstva za varovanje železniškega prometa. Na ranžirnih postajah se pojavljajo naprave, ki so v uporabi tudi na odprti progi (npr. tirne izolirke) ter posebne naprave, ki se zaradi svoje specifičnosti uporabljajo le na ranžirnih postajah (ranžirna postavljalna miza).

#### **4.1.1 Releji**

Releji so samostojne enote povezane v relejne skupine (Jontes, 1999) in predstavljajo jedro vseh povezovalnih funkcij med mizo in zunanjimi napravami. Krmili jih prometnik preko mize s stikali kjer sproži ukaz, ki ga rele izvrši in pošlje v zunanjo napravo. Ukazi so deljeni na dve stopnji, delovni položaj in mirovni položaj ter so v medsebojni povezavi zaradi zaporednih funkcij in preprečevanja napak.

#### **4.1.2 Napajalniki**

Jontes (1999) navaja, da so napajalniki naprave, preko katerih se pridobi električna energija z javnega električnega omrežja. Preoblikujejo jo v različne napetosti, ki jih posamezne naprave potrebujejo. Napajalni del ima za zavarovanja v primeru izpada električnega sistema akumulatorsko baterijo, ki lahko nekaj ur vzdržuje napetosti za nemoten potek dela na postaji.

#### **4.1.3 Postavljalna miza**

Postavljalna miza omogoča prometniku izvrševanje ukazov na daljavo. Zgornji vidni del ima narisano tirno sliko, ki prikazuje tloris tirov in ostalih postajnih naprav. Slika je sestavljena s posameznih tipskih tirnih mozaikov. Posamezne mozaike se sestavi v celoto in lahko dopolnjuje, saj vsak del predstavlja točno določen manever.

Posamezen tirni mozaik ima simbolično narisan tir in napravo, ki se jo upravlja s pritiskom na gumb v sredini mozaika. S tem se aktivira sprememba, ki se jo preko kablov pošlje v relejni del in ta naprej pošlje spremembo v zunanjo napravo. Na shemi se ob pritisku na tipko prižge barvna lučka, ki spremembo označuje. V uporabi so različne barvne lučke, ki so lahko mirne ali utripajoče ter barvne tipke, ki označujejo vrsto procesa, ki ga z njo upravljamo.

V Jontes (1999) se mozaike deli na notranje in zunanje s pripadajočimi tipkami in javljalniki. Notranje mozaike predstavlja tirna situacija, to so postajne zunanje tirne in signalne naprave ter dodatni signali, ki spadajo k njim npr. mozaik cestnega prehoda. Javljalniki, števci, zunanji mozaiki s tipkami in prazni mozaiki so predstavniki zunanjih mozaikov.

Prometnik izvršuje ukaze s pritiski različnih kombinacij tipk, ki so zavarovane z medsebojno funkcijsko zvezo. V kolikor ta ni definirana se ukaz ne izvrši, kljub pritiskom na tipke. Na njej opravlja delo le ena usposobljena oseba, ki natančno pozna vse ukaze, njegovo delo pa se zaradi varnosti beleži v skupinskem javljalniku.

#### 4.1.4 Signalne naprave

Signalne naprave so v Signalnem pravilniku (Uradni list RS, št. 123/2007) opredeljene kot signalna sredstva s katerimi se daje signalne znake in opozarja na spremembe. Delimo jih na slušne, ki delujejo s pomočjo obveščanja preko zvočnikov ter radijskih ali telefonskih zvez in vidne, ki so lahko spremenljive (npr. barvni signali) ali stalne, katere predstavljajo stalni nespremenljivi znaki (npr. ločnica).

Opis vseh signalnih naprav se nahaja v Signalnem pravilniku, spodaj so naštetih tisti, ki se pojavijo na ranžirnih postajah:

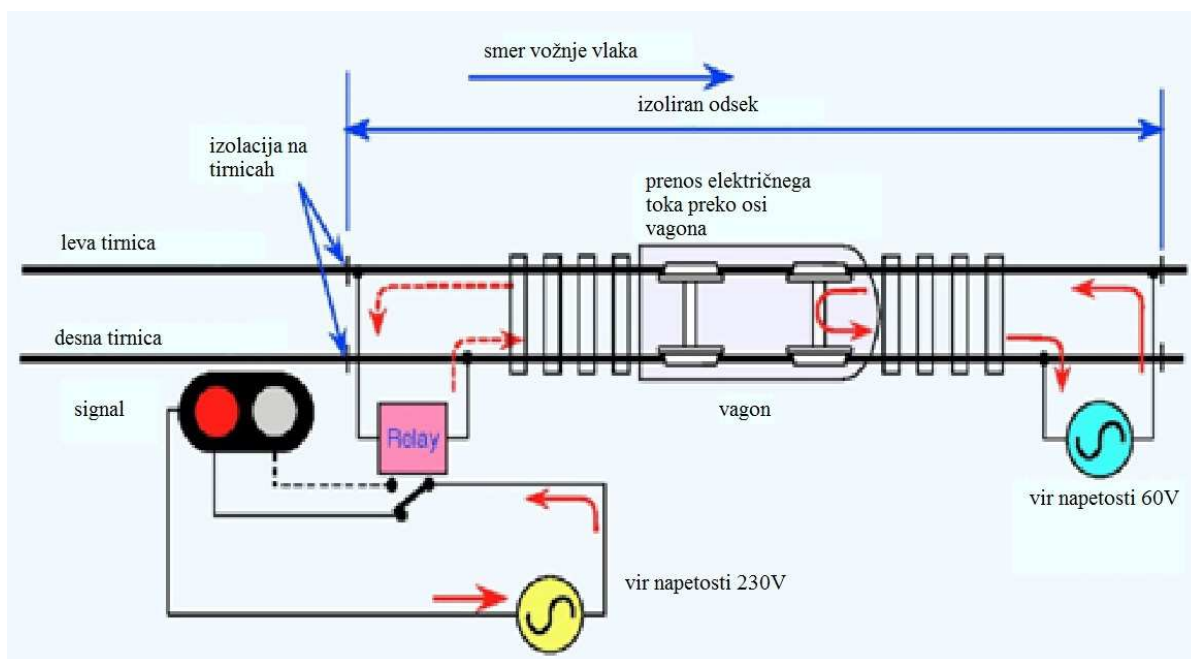
Svetlobni signali in signalne oznake:

- glavni signali (uvozni, premikalni in kritni signali),
- predsignali,
- ponavljalniki predsignalov,
- dopolnilni signali (uvozi na posamezne ture, naznanilniki, opozorilniki),
- ločnice,
- oznake za mesto ustavitve,
- meje ločišč,
- oznake za vklop in izklop glavnih stikal,
- preklicni in zaustavni signali,
- signali za prepoved vožje z dvignjenim odjemnikom toka.



#### 4.1.5 Tirne in kretniške izolirke

Izolirka je ena tirnica ali kretnica na progi, ki je električno izolirana in povezana v sistem za zaznavo zasedenosti tira. Če se na tiru nahaja vozilo naredi preko kolesja kratek stik med izolirano in neizolirano tirnico. Tirna izolirka se nahaja na glavnih prevoznih tirih mimo postaje ter v uvozni in izvozni skupini, s čimer se zaznava zasedenost tira s čakajočim vlakom. Kretniška izolirka pa na vseh bolj obremenjenih kretnicah, s čimer se kretnico zavaruje pred premiki medtem, ko se na njej nahaja vozilo.



Slika 5: Shematski prikaz tirne izolirke in svetlobnega signala (Vir: Railway system, technologies and operations across the world, 2011)

#### 4.1.6 Kretniški pogon

Kretniški pogon je električna ali hidravlična naprava za prestavitev kretnice z ene smeri v drugo in nazaj. Deluje na razdalji nekaj kilometrov in je zasnovan tako, da kretnico v primeru okvare lahko prestavimo ročno. Sistem po Janjič (1977) delimo na počasen (hitrost 4,5 s), normalen (hitrost od 1,5 s do 2,5 s) in hiter (hitrost pod 0,8 s). Na glavni drči se vedno vgradi hitre kretnice.



Slika 6: Kretniški pogon na daljavo (Vir: <http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?f=17&t=6173>  
(17.10.2012))

#### 4.1.7 Električne ključavnice

Na manj pomembnih kretnicah se uporabi električno ključavnico, kjer prometnik pri postavljalni mizi sprostí ključ na kretnici. Ko kretnico ročno prestavijo na mizi zasveti lučka, ki označuje spremembo smeri na tej kretnici. Ta sistem je cenejši in zato smotrni za uporabo pri kretnicah, ki niso veliko v uporabi.

### 4.2 Kretnice

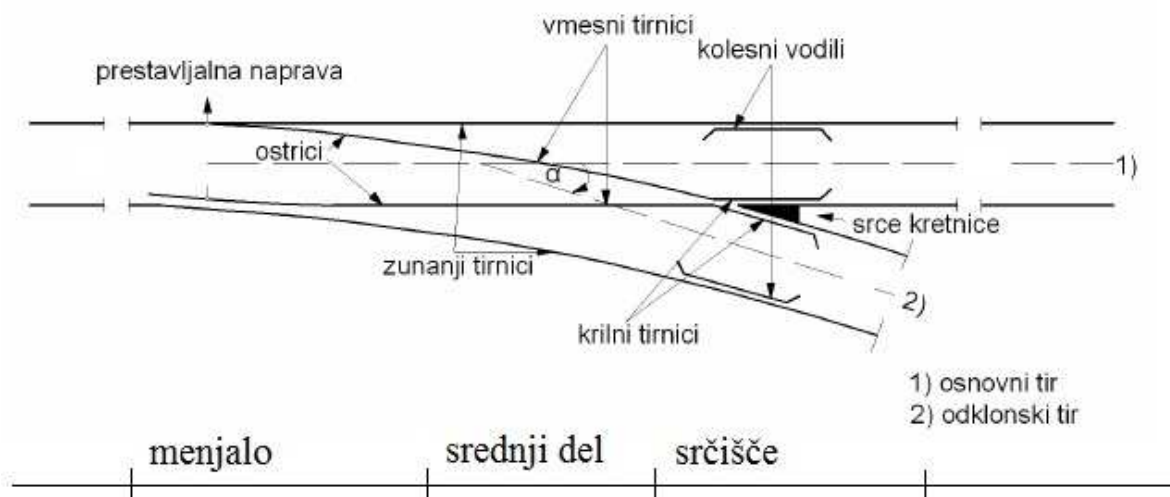
Kretnice so naprave s katerimi je omogočen neprekinjen prevoz vlakov ali posameznih železniških vozil z enega na drugi tir brez vmesnega ustavljanja. Na ranžirnih postajah se pojavljajo nekateri tipi navadnih kretnic: navadne enojne, navadne ločne, simetrične in križiščne kretnice, ki bodo v nadaljevanju na kratko predstavljene. Enojna simetrična ločna kretnica je specifična za ranžirne postaje in bo podrobneje predstavljena.

#### 4.2.1 Sestavni deli kretnice

Kretnica je sestavljena z menjalo, srednjega dela in srčišča. Menjalo je prvi del, ki usmerja vlak v določeno smer. Sestavljen je z dveh glavnih tirnic, ki sta podaljšek glavnih tirnic s proge, dveh ostric, ki sta posebni tirnici, da ju lahko premikamo po drsnih blazinicah levo in desno, pritrtilnega pribora, postavljalne naprave in kretniškega signala. Srednji del ima enake tirnice in pritrtilni pribor kot ostali tiri na postaji. Srčišče je sestavljeno s srca, ki predstavlja točko križanja vozniških robov notranjih tirnic in je nameščeno nižje kot tirnice.

Tire s srcem povezujeta dve krilni tirnici na notranjem delu, ob zunanjih tirnicah pa se nahajata dve vodilni tirnici, ki preprečujeta, da bi kolo ob srcu zašlo v napačno smer.

Hitrost premika preko kretnic je na ranžirnih postajah omenjena na največ 40 km/h (Uradni list RS št: 92/2010).



Slika 7: Shema enojne kretnice z opisom posameznih delov (Vir: Uradni list RS št: 92/2010)

#### 4.2.2 Navadne kretnice

Enojna navadna in enojna navadna ločna kretnica imata premo in odklon v levo ali desno stran. Glavna značilnost prve je, da se lok odklonskega tira konča pred srcem, medtem ko pri drugi poteka preko njega. Nahajata se na uvozi in izvozi v posamezne skupine na ranžirni postaji.

Enojna dvostranska kretnica ima glavni in odklonski tir uklonjen, vsakega v svojo smer (leve ali desne dvostranske kretnice). Odklonski kot je enak kot pri enojnih navadnih kretnicah, razlikujejo se le v srednjem delu. Na ranžirnih postajah se uporabljajo za izdelavo skrajšanih matičnih tirov.

Križiščne kretnice se delijo na enojne in dvojne ter omogočajo križanje dveh tirov in prehod med njima.

#### 4.2.3 Enojna simetrična ločna kretnica

Enojna simetrična ločna kretnica se uporablja na drči za razvejitev tirov v smerno skupino, kjer je pomembno, da se dva tira na čimkrajši dolžini odcepita eden od drugega. Ta kretnica je krajša od navadnih in skupaj meri 22,10 m ter s tem omogoča hitrejši prevoz. Razdeljena je na dve enako dolgi polovici, prvi del dolžine 11,05 m je del s katerega se razvejita dva tira enake dolžine 11,05 m. Ukrivljena sta z radijem 215m od sredinske osi, ki dovoljuje prevoz z največ 40km/h.

Kretnica se prestavlja s pomočjo hidravličnega pogona, ki omogoča prestavitev v 0,6 sekunde. S tem omogoča hitrejše razvrščanje vagonov preko drče.

### 4.3 Zavorni sistemi

Zavore so naprave na tiru, ki vozilu zmanjšujejo hitrost ali ga ustavijo s pomočjo pretvarjanja kinetične energije v druge oblike. Na tirnice jih lahko umestimo tako, da se nahaja zavora le na eni tirnici ali obeh vzporedno, na notranji ali zunanji strani ali na obeh notranjih ali obeh zunanjih straneh tirnice. Na ranžirnih postajah jih delimo glede na namen, ki ga z njimi želimo doseči in jih imenujemo primarne ter sekundarne tirne zavore.

#### 4.3.1 Primarne zavore

Primarne zavore so vodene polavtomatsko ali avtomatsko in so nameščene na drči. Pri polavtomatskem vodenju so postavljene v dveh zaporednih nizih, pri avtomatskem morajo biti v najmanj treh nizih. Prve zavore imajo nalogo zagotavljanja primerne razdalje med vozečimi vagoni preko drče. Druge zavore uravnavajo hitrost prostega gibanja vagonov, hitrost glede na težo vagona in s svojim delovanjem ublažijo nalet na stoječo kompozicijo vagonov v smerni skupini. V kolikor je nameščen še tretji niz, ta opravlja funkcijo dodatnega blaženja in bolj kontroliranega prevoza.



Slika 8: Primarne zavore na drči v Zalogu (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalogo dne: 12.1.2013)

### 4.3.2 Sekundarne zavore

Sekundarne zavore se nahajajo na posameznih tirih v smerni skupini pri padcu enakem 1,5‰ in dodatno ublažijo nalet vagonov (Zgonc, 2003). Na polavtomatskih postajah se uporablja namesto sekundarnih zavor cokle, ki jih postavljajo premikači, na avtomatskih pa različne tipe avtomatskih sekundarnih zavor.

Cokle delimo glede na tipe tirnic, rumeno obarvane cokle se uporablja na tirnicah tipa 54E in 49E, ki so v večini na ranžirnih postajah in modre na tirnicah 60E, ki so za primer sile v lokomotivah. Z eno coklo se ustavi največ 12 osi odbitih vagonov, v primeru dežja ali poledice pa mora imeti delavec pripravljeno dodatno coklo v kolikor prvo vagon spodnese. Dve cokle hkrati se uporabi za vagon, ki po oceni delavca presega hitrost 20 km/h. Cokle pod premikajoče se vagon postavljajo premikači in s tem uravnavajo hitrost vagonov v smerni skupini. Potreben je stalni prostor med tiri za hrambo cokel in primeren varnostni prostor za delavca. Cokle imajo svoje stojalo na katerega so priključene in številčno oznako, ki jih identificira.



Slika 9: Prostor za hrambo cokel (levo), podstavljena cokla pod kolo (desno) (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013)

Avtomatske postaje imajo različne tipe sekundarnih zavor. Lahko je dodatno nameščenih par bolj natančnih zavor, ki delujejo na enak način kot primarne. Najpogostejše so take, ki točkovno zavirajo in so nameščene v smerni skupini do točke, kjer je še padec. Novejše ranžirne postaje imajo smerno skupino grajeno koritasto, kar pomeni da je prvi del v rahlem padcu in drugi v rahlem vzponu. V takih primerih se točkovne zavore namesti le na del v padcu in se tako zmanjšajo stroški njihovega nakupa in vzdrževanja. Starejše postaje imajo celotno smerno skupino v padcu in je točkovne zavore potrebno namestiti po celotni dolžini.

Vagon prispe po zaviranju s primarnimi zavorami v smerno skupino s povprečno hitrostjo do 20km/h. Tu je na vsakem tiru nameščenih več točkovnih sekundarnih zavor, ki njegovo hitrost avtomatsko zmanjšajo na 1,5 do 5,0 km/h, odvisno od nastavljene intenzitete. Če vagon čez njih pelje počasi je upor manjši, hitrejši kot je vagon, večji upor dajejo točkovne zavore in s tem njegova teža ni pomembna. Posamezna zavora ima reducirni ventil, ki jo po prevozu potisne nazaj v prvotno stanje in se jo uravnava s pritiskom posebnega olja.



Slika 10: Sekundarne točkovne zavore (Vir: <http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?t=2577>  
(17.10.2012))

## **5 DIMENZIONIRANJE RANŽIRNIH POSTAJ**

V tem poglavju bodo prikazane zahteve in računi za dimenzioniranje ranžirne postaje. Najprej bodo prikazane splošne zahteve, ki veljajo za vse ranžirne postaje, nato bodo opredeljene posamezne skupine in pripadajoči računi.

### **5.1 Splošne zahteve za dimenzioniranje**

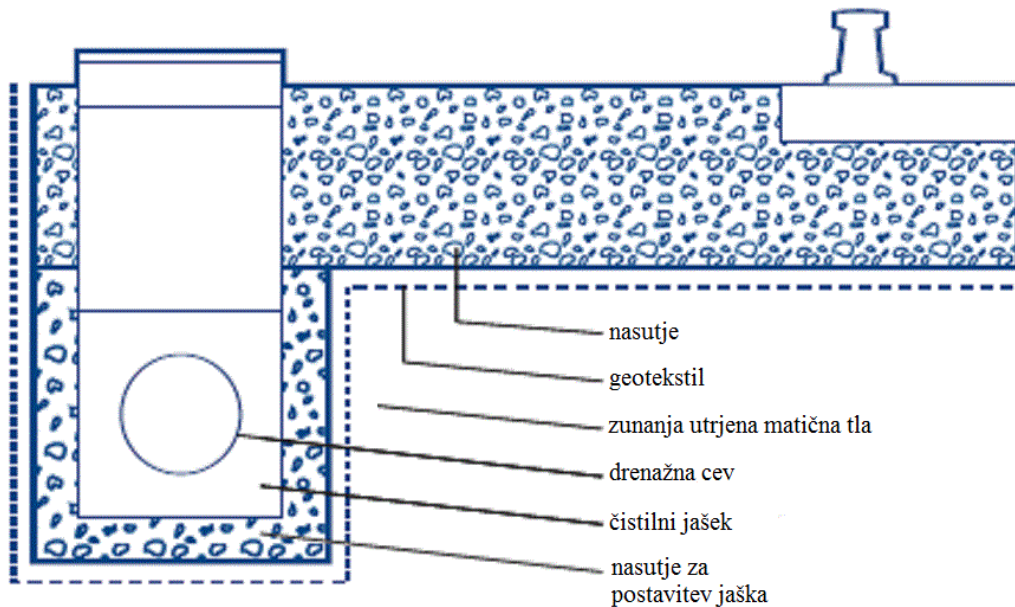
Ranžirna postaja zaradi svoje velikosti in velike obremenitve tal zahteva predhodno študijo umestitve v prostor in preiskave tal, kateri bosta v splošnem opisani v prvih dveh podpoglavjih v nadaljevanju. Temu sledi dimenzioniranje, pri katerem se postaji najprej določi njene sestavne dele imenovane skupine, v katerih se izvršuje različne funkcije, ki zahtevajo različne oblike, število in dolžine tirov. Za vse skupine pa velja enak razmak med tiri, zato bo opisan v tem poglavju.

#### **5.1.1 Umestitev ranžirne postaje v prostor**

Ranžirne postaje se nahajajo ob presečišču glavnih prog, kjer se proga z ene smeri razcepi na dve ali več prog za različne smeri. Najboljši teren za ranžirno postajo je raven prodat teren, izjemoma se jo gradi v vkopih, kjer je zastajanje vode primarni problem. Za izgradnjo je potrebno veliko prostora, najbolje jo je umestiti v industrijsko območje, kjer je dostop za uporabo železniškega tovornega prometa hiter in neoviran. Ker se na postajah pojavlja veliko hrupa mora biti v neposeljenem območju.

#### **5.1.2 Spodnji in zgornji ustroj**

Spodnji in zgornji ustroj je na ranžirnih postajah enak kot na odprti progi z enakimi odstopanji zaradi hidroloških, geoloških in geomehaničnih lastnosti tal. Za atmosferske vode se izvede strehast sistem tal s prečnim naklonom 2 %, kjer se na najnižje točke, ki so na vsake 3 – 4 tire, namesti sistem vzdolžnih drenaž in odvodnih cevi. Vzdolžni naklon za pretok atmosferskih vod s postaje je minimalno 0,2 % in na vsakem stičišču drenaž je potrebno narediti čistilni jašek, minimalnega premera 200 mm in globine 10 – 20 cm pod najnižnjo točko drenažne cevi, da ne pride do zamuljenja sistema. Če je postaja locirana v vkopu se drenažni sistem vmesti globlje ali se poleg postaje naredi poseben obzidan kanal za primer povišanega vodostaja.



Slika 11: Pozicija čistilnega jaška med tiri (Vir: <http://www.aquafab.co.uk/permanent-way-drainage-systems.htm> (12.1.2013))

### 5.1.3 Razmak med tiri na ranžirni postaji

Razmak med tiri mora biti minimalno 4,75 m in na vsake 4 tiri 6,00 m, kjer se postavi stebre za napeljavo elektrifikacije in SV naprav (Janjić, 1977). V skupinah kjer je tirov manj, se te umesti ob prvi in zadnji tir na zunanjo stran. Razdalje se razlikujejo glede na smernice držav, v katero se umešča ranžirno postajo in so lahko tudi manjše.

### 5.1.4 Dolžina tirov

V literaturi Janjić (1977) se dolžino posameznega tira  $L_t$  določi glede na dolžino lokomotive skupaj z najdaljšo možno kompozicijo vagonov, ki je pričakovana s smeri, za katero je tir namenjen. Temu se doda 50 – 100 m dolžine tira za dodatno zavarovanje pri zaviranju. Izračuna se jo po enaki enačbi za uvozno, izvozno in tranzitno skupino:

$$L_t = l_v + l_{lok} + l_{var}, \quad (1)$$

$l_v$  - dolžina kompozicije vagonov,

$l_{lok}$  - dolžina lokomotive: 24 m,

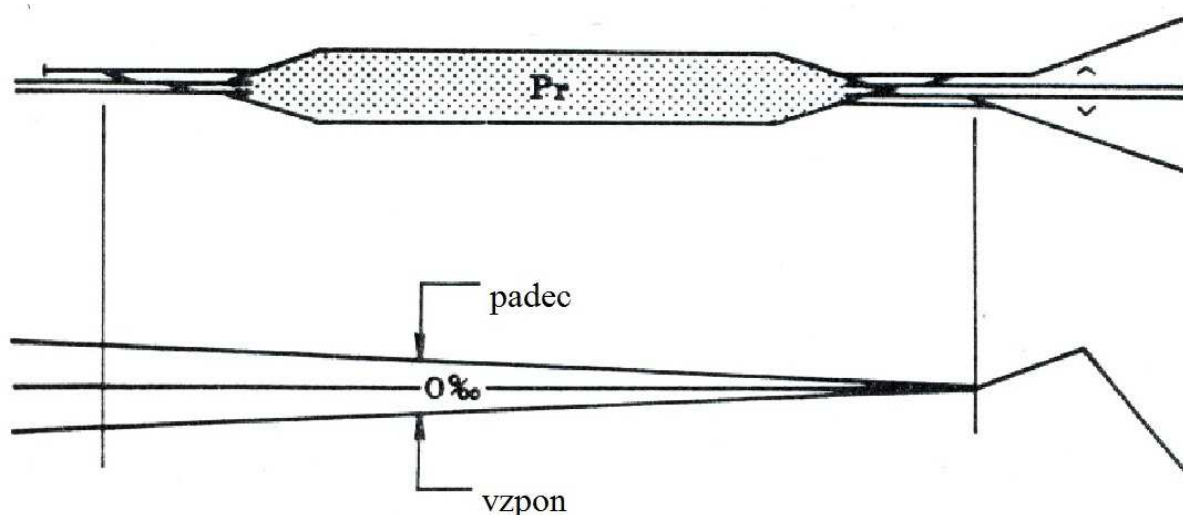
$l_{var}$  - dodatna varnostna razdalja: 50 – 100 m.



Smerna skupina ima zaradi drugačne funkcije na ranžirni postaji svoj račun za dolžino tirov, ki je posebej opisan v poglavju 5.4.2. Ostale skupine nimajo posebnih zahtev in se dolžina njihovih tirov določi na podlagi pričakovane kapacitete zanje.

## 5.2 Uvozna skupina na ranžirni postaji

Uvozno skupino je zaradi vidljivosti svetlobnih signalov najbolje umestiti na ravnino in v horizontalo, vendar velikokrat terenske razmere tega ne dopuščajo in se v tem primeru začetni uvozni del naredi v krivini, proti drči pa se poravna. Vz dolžni profil je lahko v rahlem padcu ali rahlem vzponu, vendar v padcu vlaki težje zavirajo, pri vzponu pa težje speljujejo, kar se posebno izkaže v snežnih razmerah.



Slika 12: Odstopanje pri naklonu v uvozni skupini (Vir: Janjić, 1977)

### 5.2.1 Potrebno število tirov v uvozni skupini

Potrebno število tirov v uvozni skupini temelji na načelu, da vsak vlak, ki pride v uvozno skupino lahko uvozi na svoj tir pri čemer je priporočeno najmanj pet uvoznih tirov (Zgonc, 2003). Poleg tirov se umesti še krajši izvlečni tir, ki je namenjen menjavanju smeri premikalne lokomotive in je lahko slepo zaključen ali je to eden izmed tirov, ki je namenjen samo tej funkciji. Umeščen je ob strani ali na sredini priključnih prog in mora biti povezan z vsemi tiri s čim manj kretnicami. Ugotoviti torej moramo koliko vlakov se lahko hkrati zadržuje v uvozni skupini.

Za račun števila tirov v uvozni skupini je potrebno določiti interval prihodov vlakov na postajo, ki ga lahko določimo po klasični metodi ali s pomočjo verjetnosti (Janjić, 1977).

### 5.2.1.1 Interval prihodov vlakov po klasični metodi

Račun intervala po klasični metodi obsega podatek o številu prispelih vlakov in povprečnih intervalih med njimi, ki so določeni na podlagi opazovanja ali odčitavanja z voznega reda na eni progi. Dobljena vrednost intervala omogoča izračun števila uvoznih tirov za vlake s te proge, ki je opisan v nadaljevanju za izračunom intervala. V kolikor je priključnih prog več, se sešteje število zahtevanih uvoznih tirov in doda vsaj en izvlečni tir za menjavo smeri premikalne lokomotive.

Interval prihodov vlakov  $J$  se izračuna glede na velikost prometa na določeni progi. Za dvotirne proge z velikim prometom se interval prihodov po eni progi izračuna:

$$J = \frac{1440 - \frac{n_p}{c_p}(J_{op} + J_{pp} * (c_p - 1) + J_{ot})}{\frac{n_t}{c_t}(c_t - 1)}, \quad (2)$$

$n_p$  - število potniških vlakov na dan,

$c_p$  - število potniških vlakov na dan, ki na postajo pripeljejo v snopu,

$J_{op}$  - interval med odpravo potniškega za tovornim vlakom v min,

$J_{pp}$  - interval med dvema zaporednima potniškima vlakoma v min,

$J_{ot}$  - interval odprave prvega tovornega vlaka za zadnjim potniškim vlakom v min,

$n_t$  - število tovornih vlakov na dan,

$c_t$  - število tovornih vlakov na dan, ki na postajo pripeljejo v snopu.

Za proge z majhnim prometom se interval prihodov tovornih vlakov  $J$  izračuna po enačbi:

$$J = \frac{1440}{n_t + n_p}, \quad (3)$$

$n_t$  - število tovornih vlakov na dan,

$n_p$  - število potniških vlakov na dan,

1440 - število minut na dan.

Račun števila uvoznih tirov  $n_k$  ob upoštevanju intervala  $J$  pridobljenega po klasični metodi za eno progo (Milošević, 1980) določimo po spodnji enačbi:

$$n_k = \frac{t_{zt}}{J}, \quad (4)$$

$t_{zt}$  - celoten čas zasedenosti tira zaradi nahajanja vlaka v uvozni skupini,

$J$  - interval prihodov vlakov.

Pri čemer se čas zasedenosti tira  $t_{zt}$  zaradi nahajanja vlaka v uvozni skupini določi po enačbi:

$$t_{zt} = t_{uv} + t_{tkp} + t_{gd}, \quad (5)$$

$t_{uv}$  - potreben čas za uvoz vlaka na tir,

$t_{tkp}$  - potreben čas za tehnični in komercialni pregled,

$t_{gd}$  - potreben čas za operacije na glavni drči.

Za izračun enačbe (5) je potrebno določiti čas uvoza vlaka na tir  $t_{uv}$ , ki se izračuna po spodnji enačbi:

$$t_{uv} = \frac{0,06}{V_{sr}} L_{vr} + t_{sg}, \quad (6)$$

$V_{sr}$  - srednja hitrost uvoza vlaka v uvozno skupino,

$L_{vr}$  - razdalja med vidnostno razdaljo predsignala do sredine uvoznega tira,

$t_{sg}$  - čas postavitve vozne poti, ki v povprečju znaša 1 minuto.

Za izračun  $t_{uv}$  je potrebno določiti še razdaljo med vidnostno razdaljo predsignala do srednje osi uvoznega tira  $L_{vr}$ , ki jo dobimo po enačbi:

$$L_{vr} = \frac{l_{v,max}}{2} + l_{vrp} + l_p + l_{sk} + l_{ko}, \quad (7)$$

$l_{v,max}$  - največja dolžina vlaka,

$l_{vrp}$  - vidnostna razdalja za predsignal,

$l_p$  - razdalja med predsignalom in uvoznim signalom,

$l_{sk}$  - razdalja med uvoznim signalom in prvo kretnico,

$l_{ko}$  - razdalja med prvo kretnico in sredino uvoznega tira.

### 5.2.1.2 Interval prihodov vlakov po teoriji verjetnosti

S pomočjo računa intervala prihodov po teoriji verjetnosti  $J$  lahko izračunamo število uvoznih tirov, ki jih potrebujemo za vlake z ene priključne proge. V izračunu upoštevamo verjetnost prihodov vlakov, za katero določimo največjo gostoto prometa. Ta po Janjić (1977) predstavlja diskretne pojave, porazdelitev pa imenujemo Poissonova porazdelitev. V nadaljevanju bo predstavljen račun intervala po teoriji verjetnosti za eno priključno progo, s pomočjo katerega izračunamo število uvoznih tirov. V primeru večih priključnih prog števila uvoznih tirov seštejemo.

Za izračun intervala  $J$  v primeru ene priključne proge je najprej potrebno izbrati minimalni interval  $J_{min}$ , ki predstavlja minimalni čas med prihodom dveh vlakov na eni progi in znaša v povprečju nekaj minut do pol ure. Odčitamo ga z voznega reda. Nato izračunamo še srednji interval med vlaki  $J_p$ , ki predstavlja povprečen čas, ki se porabi za predelavo vlakov prispelih z ene proge v enem dnevu, izračunan v minutah. Dobimo ga s pomočjo formule:

$$J_p = \frac{1440 - \sum t_0}{N_p}, \quad (8)$$

$\sum t_0$  - vsota časov, ko tovarnega prometa ni v minutah,

$N_p$  - število vlakov z ene proge, ki so predelani v enem dnevu.

Sedaj lahko izračunamo interval  $J$  med prihodom dveh vlakov na postajo v minutah. To pomeni, da izračunamo aritmetično sredino med minimalnim intervalom med prihodom dveh vlakov in med srednjim intervalom:

$$J = \frac{J_{min} + J_p}{2}. \quad (9)$$

Račun števila uvoznih tirov za vlake z ene priključne proge  $n_u$ , dobimo po spodnji enačbi (Janjić, 1977):

$$n_u = \frac{T_{zk} + (t_r - J) * (N_{sn} - 1)}{t_r} + n_d, \quad (10)$$

$T_{zk}$  - celoten čas zadrževanja vlaka v uvozni skupini odvisen od tehnologije dela,

$t_r$  - časovni interval med dvema vlakoma v uvozni skupini,

$J$  - interval med prihodom dveh vlakov na postajo,

$n_d$  - število dodatnih tirov, ki služijo kot izvlečni tir in kot tir za vožnjo vlakov v nasprotno smer.

$N_{sn}$  - število zaporedno prispelih vlakov v najbolj obremenjeni periodi časa.

Za izračun števila zaporedno prispelih vlakov v najbolj obremenjeni periodi časa  $N_{sn}$  moramo določiti verjetnost prihodov vlakov  $P_{(N_m)}$  v eni uri. Zanj je potrebno določiti gostoto toka tovornih vlakov  $\lambda$  in število razstavljenih vlakov v eni uri  $N_m$  in sta izračuna zanju prikazana spodaj. V nadaljevanju jima sledi račun verjetnosti prihodov vlakov.

Gostota toka tovornih vlakov  $\lambda$ , predstavlja število vlakov na uro v enem dnevu:

$$\lambda = \frac{N_p}{24 - \sum t_0}. \quad (11)$$

Število razstavljenih vlakov  $N_m$  v eni uri:

$$N_m = \frac{60}{J}. \quad (12)$$

Podatka vstavimo v račun za verjetnost prihodov vlakov  $P_{(N_m)}$  v eni uri:

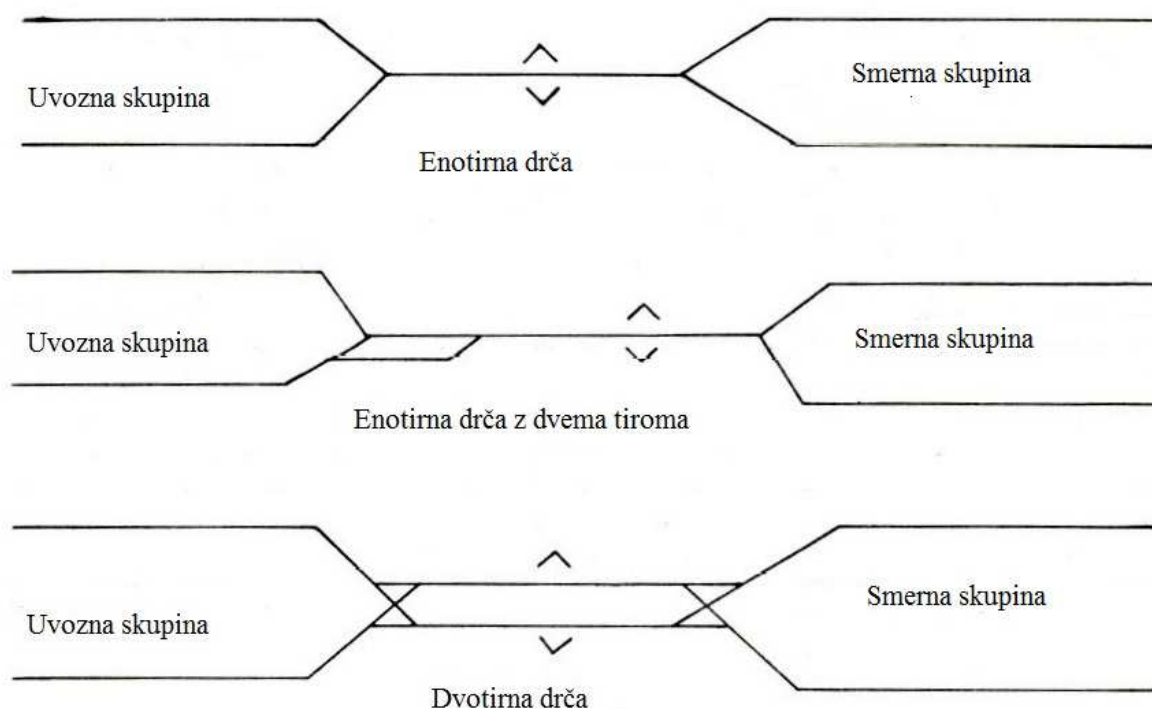
$$P_{(N_m)} = \frac{\lambda^{N_m}}{N_m!} * e^{-\lambda}. \quad (13)$$

Sedaj lahko izračunamo število zaporedno prispelih vlakov v najbolj obremenjeni periodi časa  $N_{sn}$ , ki je število predelanih vlakov na dan pomnoženo z verjetnostjo prihodov vlakov v eni uri:

$$N_{sn} = N_p * P_{(N_m)}. \quad (14)$$

### 5.3 Drča na ranžirni postaji

Drča je klančina med uvozno in ranžirno skupino, preko katere se vagoni spuščajo v smerno skupino postaje. Njena izgradnja je po navajanju v literaturi Janjič (1977) ekonomsko upravičena pri minimalno 16-ih tirih v smerni skupini, večinoma pa se nahaja na postajah z več kot 30-imi tiri. Glavni namen drče je skrajšanje časa razstavljanja in sestavljanja novih vlakov ter možnost uporabe manjšega števila naprav in delovne sile. Po navedbah v Kovačević (1976) je drča lahko enotirna, to pomeni, da ima en povezovalni tir preko drče med uvozno in smerno skupino, enotirna z dvema vzporednima tiroma za potisk preko klančine, ki se združita v en tir ali dvotirna, to pomeni, da ima dva vzporedna tira po drči. Dvotirne drče se gradijo na postajah, ki imajo zmogljivost od 6000 – 10000 vagonov dnevno (Janjič, 1977).



Slika 13: Možnosti postavitve tirov preko drče (Vir: Kovačević, 1976)

### 5.3.1 Oblika drče

Drča je v tlorisu horizontalna in brez zavojev. Njena višina je po navajanju v Zgonc (2003) 3 do 4 m, odvisno od velikosti in vremenskih razmer v kraju izgradnje. S tem zagotavlja vsem vrstam vagonov prevoz do njihove končne točke v smerni skupini.

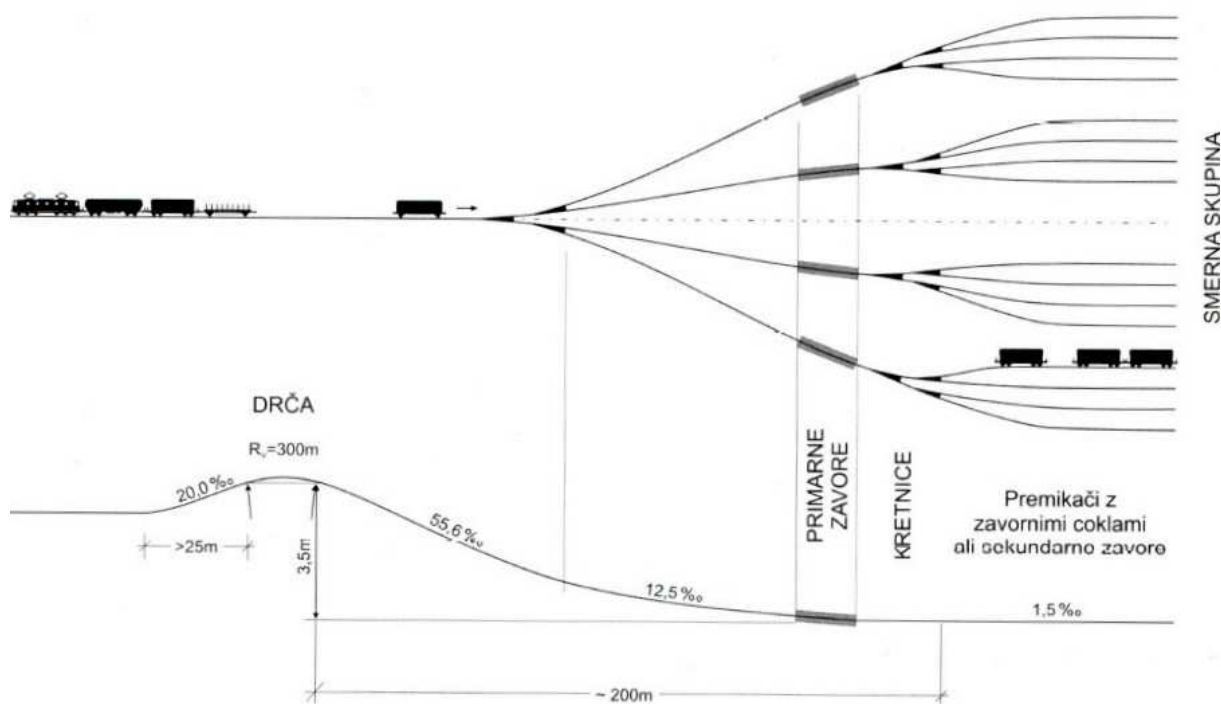
Po Janjič (1977) je vzdolžni profil drče definiran kot je navedeno v nadaljevanju. Vzdolž uvozne skupine se začne na minimalni razdalji 25 m do vrha rahel vzpon 10,0 do 25,0 ‰, ki je namenjen stiskanju razpetih vagonov. Premikalna lokomotiva vagona potiska s konstantno hitrostjo 1,2 do 1,4 km/h po vzponu navzgor, dokler prvi vagon ne pripelje čez vrh in se spusti po klančini zaradi gravitacije. Vagoni se po prevozu čez vrh na klančino lažje razklopijo in ne pride do neželjenega spusta dveh vagonov hkrati. V nasprotnem primeru bi lahko prišlo do prispevka lokomotive pri hitrosti vagonov in se vagoni ne bi moglo kontrolirati. V smerni skupini bi zaradi tega lahko prišlo do prevelikega naleta ali iztirjenja vagonov.

Krivina med vzponom in padcem na drči ima dolžino 3,5 m in radij 250 – 300 m in je grajena na tri možne načine. Izvedena je lahko krožna krivina, krajša povezovalna horizontala ali manjši vzpon ali padec na razdalji 17,5 m.

Po koncu krivine se nadaljuje v padec z naklonom 40 do 70 ‰ in skupne dolžine približno 200 m (Zgonc, 2003). Oblika padca je oblikovana po cikloidi, ki predstavlja najhitrejši prehod čez drčo in kjer se pojavlja najmanj možnosti dohitevanja vagonov. Padec delimo na tri dele: cona pospeševanja, zavorna cona in kretniška cona.

Cona pospeševanja ima na razdalji minimalno 25 m od vrha drče nameščene prve kretnice za izbiro skupine tirov. Zavorna cona je vmesni del, kjer se padec spremeni na 10 do 17 ‰ in prehaja proti 1,5 ‰ (Zgonc, 2003). Na koncu zavorne cone so nameščene primarne zavore. Zadnji del je kretniška cona, kjer so nameščene kretnice za izbiro tira v smerni skupini.

Nakloni se med ranžirnimi postajami razlikujejo zaradi drugačnega terena ali smernic posamezne države. Vsi temeljijo k temu, da je dolžina drče čimkrajša, ker se s tem omogoči vagonu najhitrejši prevoz do tira in sprost pot za naslednji vagon.



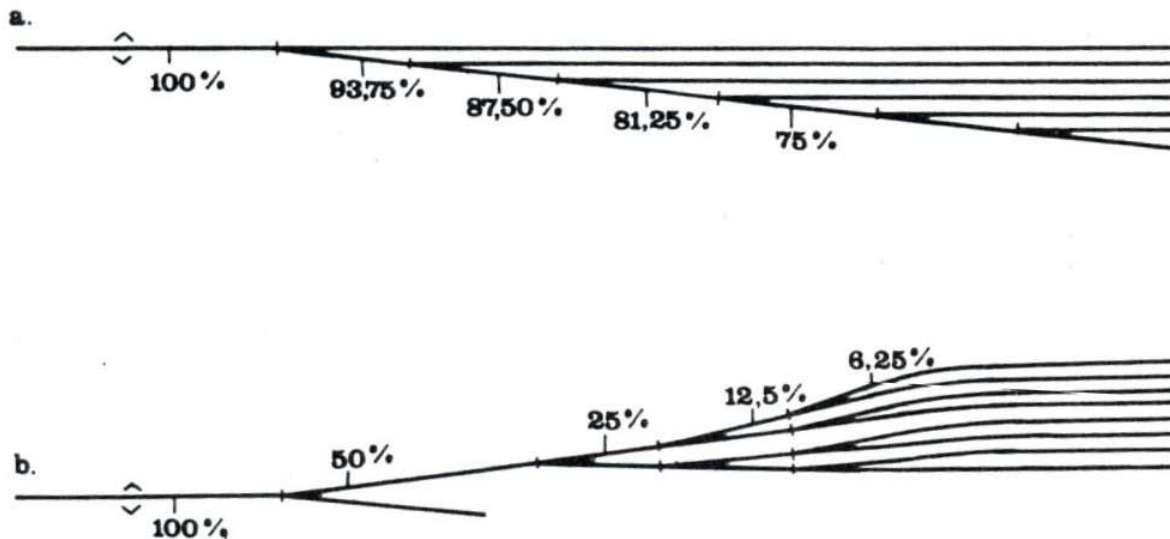
Slika 14: Tloris in vzdolžni prerez drče (Vir: Zgonc, 2003)

### 5.3.2 Sistem razvejitve tirov na drči

Razvejitev tirov po Janjić (1977) z drče poteka na dva možna načina. Preko glavnega tira z drče, od katerega se odcepijo posamezni tiri ali z razpršitvijo z enega tira na dva, z dveh na štiri in tako naprej. Na primeru 16-ih tirov lahko procentualno prikažemo število vagonov, ki prevozijo posamezne kretnice zaradi sistema izvedbe, kjer upoštevamo, da gre enako število vagonov na vse tije, torej da bo na vsak tir prišla 1/16, kar je 6,25 % vseh vagonov. Pri prevozu prve kretnice v prvem primeru na spodnji skici odpade 6,25 % vagonov, vseh ostalih 93,75 % gre dalje proti drugi kretnici, kjer spet odpade 6,25 % vagonov in se dalje pelje 87,5 % preostalih vagonov.

V drugem primeru gre pri prevozu prve kretnice 50 % vagonov na en del in 50 % na drugi del. Pri drugi kretnici gre od 50-ih % vagonov 25 % na en tir in drugih 25 % na drugi tir in vsi ti so neodvisni od 50 % vagonov, ki so peljali čez prvo kretnico na drugi tir. Tako lahko hitreje in bolj neodvisno peljemo vagon v smerni del in spuščamo naslednji vagon še preden je prejšnji zaključil potovanje.

Večina ranžirnih postaj je grajena po načelu drugega primera.



Slika 15: Dve možnosti razvejitve tirov na ranžirni postaji (Vir: Janjić, 1977)

### 5.3.3 Približevanje vagonov in sile na drči

Približevanje dveh vagonov je po literaturi Janjić (1977) potrebno preverjati pri naletu enega vagona na drugega v smernem delu ter pri premikanju kretnic, kjer je pomembno, da je prvi vagon že prepeljal kretnico in ima ta čas menjave smeri za vožnjo naslednjega vagona. Vzrok za približevanje dveh vagonov je v različnih odporih pri prevozu tirov in kretnic, v tehničnih karakteristikah naklona in pri teži posameznih vagonov. Zaradi nalletov lahko pride do poškodb in udarcev vagonov ali tovora, ter do iztirjenja in poškodb tirov, večinoma pa gre za vožnjo vagona na napačen tir. To pomeni, da mora tak vagon na pravi tir premestiti premikalna lokomotiva, ki za to porabi veliko časa. Takšni dogodki povzročajo zamude in zmanjšujejo kapaciteto predelave na postaji. Vagon, ki naleti na drug vagon nanj prenese del kinetične energije, ki se z izgubo prenese dalje na naslednji vagon.

Za optimalno razvrščanje vagonov je potrebno vzeti najneugodnejše pogoje za delo in najslabšo sestavo vagonov za prevoz ter upoštevati dejstvo, da se večjo varnost zagotovi z večjimi razmaki med vožnjami, kar pa na drugi strani manjša kapaciteto postaje.



### 5.3.3.1 Gravitacijska sila na drči

Določitev hitrosti vagonov preko klančine  $v$  dobimo po zakonu prostega pada (Janjić, 1977):

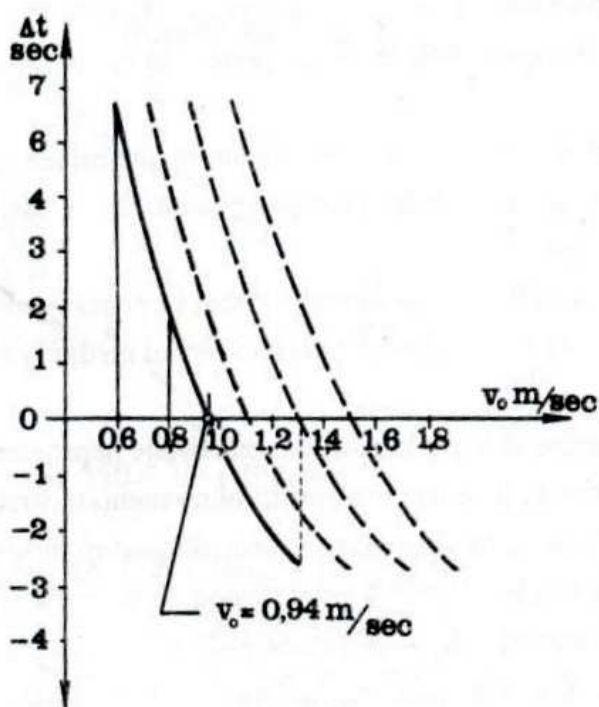
$$v = \sqrt{2gl}, \quad (15)$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2,$$

$l$  - razdalja od začetka padca do konca drče.

Za določevanje sta odločilna hitrost potiskanja vagonov preko drče in njen naklon. Največja razlika je pri potiskanju z majhnimi hitrostmi, kjer se čas prepeljevanja dveh posameznih vagonov najbolj razlikuje. Bolj pa vagoni dosega višjo hitrost pri prevozu po drči, bolj se čas prepeljevanja dveh vagonov izenačuje.

Hitrost potiskanja preko drče lahko prikažemo z grafom spremembe časa glede na hitrost (Janjić, 1977). Iz grafa je razvidno, da se s povečevanjem hitrosti manjša čas prepeljevanja, dokler enkrat ne doseže ničle. Pri negativnih vrednostih časa pomeni, da bi vagoni trčili. Najbolj optimalno je, da so začetne hitrosti potiska takšne, da je čas čimmanjši, oziroma je zelo blizu ničle, kar je odvisno od tehnologije na postaji, ki to omogoča. Na avtomatskih postajah se hitrost računa sproti in je proces popolnoma optimiziran, drugje pa je odvisno od izkušenj delavcev in njihovega sodelovanja.



Slika 16: Hitrost vagona preko drče v odvisnosti od časa (Vir: Janjić, 1977)

### 5.3.3.2 Zaviralne sile na drči

Pri vožnji vagona preko drče delujejo v nasprotju z gravitacijsko silo razne zaviralne sile kot so sila zaviranja z zavorami, sila odpora zaradi voženj v krivini, sila odpora pri prevozu kretnic in sile zaradi osnovnega odpora vozila in tira. V nadaljevanju bodo prikazani odpori in računi po navedbah v Janjić (1977).

#### 5.3.3.2.1 Odpor zaradi temperaturnih vplivov

Temperatura v zimskem in letnem času vpliva na maziva v ležajih, ki se pri nižjih temperaturah hitreje strjujejo in pri višjih utekočinjajo ali izhlapevajo. Velja, da se pri ranžiranju do 250 m od drče temperaturne vplive zanemari, pri razdalji od 250 m do 400 m in pri temperaturah od 0 do -15 °C se vzame 1,0 kg/t manjšo odpornost, ki se kontinuirano povečuje odvisno od nižanja temperature ali podaljševanja razdalje od drče.

#### 5.3.3.2.2 Odpor zaradi konstrukcije vozila

Odpor vagona zaradi konstrukcijskih detajlov znaša od 0,5 kg/t do 12,0 kg/t, odvisno od vagonovega podvozja in oblike koles, kar vagona deli na dobre in slabe tekače. V povezavi s temperaturo je izdelana tabela največjega in najmanjšega odpora vagona glede na vrsto vagona in temperaturo v kg/t.

Tabela 4: Odpori vagona (Vir: Janjić, 1977)

Vrsta vagona	Teperatura						
	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10
<b>Slab tekač</b>							
max $w_o$	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,6	9,0
min $w_o$	4,2	4,2	4,2	4,3	4,6	5,2	6,5
<b>Dober tekač</b>							
max $w_o$	1,8	1,8	1,8	1,9	2,2	2,7	3,7
min $w_o$	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	1,2	2,0

#### 5.3.3.2.3 Odpor zaradi vpliva vetra

Veter prav tako vpliva na odpor vagona, njegov vpliv  $w_{SR}$  se izračuna po spodnji formuli:

$$w_{SR} = \frac{\mu * v_p^2 * F_c}{Q}, \quad (16)$$

$\mu$  - koeficient kota med smerjo vetra in smerjo vagona od 0,06 do 0,09. V račun se vzame konstantno vrednost  $\mu = 0,077$ , razen če ni drugače določeno,

$Q$  - teža vagona v tonah,

$F_{\bar{c}}$  - sprednja površina vagona, ki je izpostavljena vetru;  $F_{\bar{c}} = 7,0 m^2$  za zaprte vagona in  $F_{\bar{c}} = 4,0 m^2$  za odprte vagona, za sestav večih vagonov jo izračunamo po enačbi:

$$F_{\bar{c}} = F + 0,1 * F * (n - 1), \quad (17)$$

$n$  - število povezanih vagonov,

$F$  - sprednja površina enega vagona,

$v_r$  - relativna hitrost vagona glede na veter, znak + za vzporeden veter in znak – za nasprotni veter,

$$v_r = v_k \pm v_v * \cos \alpha, \quad (18)$$

$v_k$  - hitrost vagona v m/s, za srednje velike postaje z več kot 30-imi ranžirnimi tiri od 4,0 - 4,5 m/s, za manjše postaje 3,0 – 3,5 m/s,

$v_v$  - Ljubljana: 1,0 – 2,0 m/s, Maribor: 2,0 – 3,0 in Koper 4,0 – 5,0 (ARSO, 2005) in predstavlja reducirano vrednost meteorološke postaje, ki veter meri na višini 50m,

$\alpha$  - kot med smerjo vetra in smerjo vagona.

#### 5.3.3.2.4 Odpor zaradi voženj v krivini

Odpor zaradi voženj v krivini je odvisen od velikosti radijev krivin, razdalje med osmi, vrste podvozja in koeficienta trenja. Za izračun tega odpora največkrat uporabljamo Röcklov obrazec  $w_{k,R}$  in Braunsweigov obrazec  $w_{k,B}$  v kg/t, ki upoštevata le polmere tira:

$$w_{k,R} = \frac{650}{R-50} \quad \text{in} \quad w_{k,B} = \frac{750}{R}, \quad (19)$$

$R$  - polmer tira.

Protopapadakisov obrazec  $w_{k,P}$ , ki poleg radija upošteva razdalje med osovini vagona:

$$w_{k,P} = \frac{(233,2+103,4*a)}{R}, \quad (20)$$

$a$  - razdalja med osovini v metrih,

Če je  $a = 5$  m potem se Protopapadakisov obrazec poenostavi v:

$$w_k = \frac{750,2}{R}. \quad (21)$$

#### 5.3.3.2.5 Odpor zaradi prevoza kretnic

Sila zaradi prevoza kretnice se pojavi pri prevozu kretnice, kjer je stičišče vmesne tirnice in srca kretnice. Stičišče ne zagotavlja homogene tirnice in tam, kjer je razmak, kolo vpelje na odprtino in zaradi nje rahlo pade vanjo. Odpor zaradi tega pojava je pridobljen eksperimentalno in znaša  $w_{sk} = 0,5$  do 1,0 kg/t na meter kretnice.

S pomočjo vseh odporov, ki se pojavljajo na drči se določi teoretična minimalna višina drče  $H$ , s katero bo zagotovljen vsakemu vagonu prihod do najbolj oddaljene točke na smernem tiru. Za račun se vzame potencialno energijo vagona na vrhu drče  $E_p$  glede na seštevek vseh odporov pri vožnji vagona po drči, ki zavirajo delovanje sile teže  $R$ . V nadaljevanju sta opisani obe enačbi, s pomočjo katerih je nato določena višina drče  $H$ .

Račun  $E_p$ :

$$E_p = Q * H, \quad (22)$$

$Q$  - teža vagona v tonah,

$H$  - višina drče v metrih.

Račun  $R$ :

$$R = Q * \sum w * l, \quad (23)$$

$\sum w$  - seštevek vseh odporov,

$l$  - dolžina poti vagona po drči do zadnjega vagona na ranžirnem delu v metrih.

Če enačimo potencialno energijo na vrhu drče  $E_p$  in silo teže  $R$ , lahko izrazimo višino drče:

$$E_p = R, \quad (24)$$

$$Q * H = Q * \sum w * l, \quad (25)$$

$$H = \sum w * l. \quad (26)$$

Višino drče  $H$  zapišemo tudi v razviti obliki:

$$H = \frac{1}{1000} [(L + l) * (w_o + w_{sr}) + 13 \sum \beta + w_{sk} * n_{sk}] - h_p, \quad (27)$$

$L$  - razdalja od vrha drče do zadnjega vagona,

$l$  - dolžina poti vagona po drči do zadnjega vagona na ranžirnem delu v metrih,

$w_o$  - osnovni odpor slabega tekača pozimi v kg/t,

$w_{sr}$  - povprečni odpor slabega tekača pozimi v kg/t,

$\sum \beta$  - vsota vseh kotov zaradi zavojev na tiru z največ zavoji,

$w_{sk}$  - odpor zaradi kretnice v kg/t,

$n_{sk}$  - največje število kretnic, ki jih vagon lahko prevozi,

$h_p$  - fiktivna višina zaradi začetne hitrosti na vrhu drče,

$$h_p = \frac{v_o^2}{2g}, \quad (28)$$

$v_o$  - začetna hitrost zaradi potiska premikalne lokomotive v m/s,

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

Drča mora biti vedno višja od izračunane teoretične minimalne višine, da bo s svojo višino zadoščala tudi drugačnim razmeram kasneje. Sile uravnavamo z zavorami preko polavtomatskega vodenja z izkušnjami in poznavanjem tipov vagonov ali avtomatsko, kjer sistem sam ugotovi težo in karakteristike vagona in jih preračuna skupaj s karakteristikami drče v zavorno silo, ki bo ravno zadostovala.

### 5.3.4 Zmogljivost drče

Na drči je glede na število tirov preko nje in v smerni skupini možno tekom določenega časa predelati določeno število vagonov in to imenujemo zmogljivost drče. Zmogljivost drče nam pove, ali so možna nepotrebna čakanja vagonov v uvozni skupini za predelavo in kolikšno število tirov lahko zasedemo tekom določenega časa preko drče. Na podlagi tega se odločimo za število tirov preko nje ali za postavitev dodatne drče ali tira na njej.

Zmogljivost računamo kot teoretično, v kateri je upoštevano samo število vagonov in njen tehnološki proces in kot dejansko, v kateri so poleg upoštevani še vsi ostali vplivi (Kovačević, 1976).

#### 5.3.4.1 Teoretična zmogljivost drče

Teoretična zmogljivost drče  $N_t$ , ki predstavlja število vlakov dnevno:

$$N_t = \frac{T_v}{t_i}, \quad (29)$$

$T_v$  - teoretični čas dela 1440 minut,

$t_i$  - tehnološki interval drče v minutah,

$$t_i = \frac{T_c}{N_{kom}}, \quad (30)$$

$T_c$  - tehnološki cikel drče,

$N_{kom}$  - število predelanih kompozicij v enem tehnološkem ciklusu.

Če zahtevamo teoretično predelavo števila vagonov na dan, pomnožimo izraz s povprečnim številom vagonov v eni kompoziciji.

#### 5.3.4.2 Dejanska zmogljivost drče

Dejanska zmogljivost drče  $N_{t,dej}$  predstavlja realno zmogljivost, v kateri je upoštevan delovni čas in menjava delavcev, prekinitve zaradi malice, pregledov mehanizacije in dodatnih premikov lokomotive, ki zmanjšujejo teoretični čas dela.

Te prekinitve seštejemo  $\sum t_{pr}$  in seštevek odštejemo od teoretičnega časa  $T_v$ :

$$N_{t,dej} = \frac{1440 - \sum t_{pr}}{t_i}, \quad (31)$$

$\sum t_{pr}$  - prekinitve dela,

$t_i$  - tehnološki interval drče v minutah.

Če zahtevamo dejansko predelavo števila vagonov na dan, pomnožimo izraz s povprečnim številom vagonov v eni kompoziciji.

#### 5.3.4.3 Odstotek izkoriščenosti teoretične zmogljivosti drče

Odstotek izkoriščenosti teoretične zmogljivosti drče  $Y_t$  pomeni procent dejanske zmogljivosti glede teoretično:

$$Y_t = \frac{N_{t,dej}}{N_t} * 100\%, \quad (32)$$

$N_{t,dej}$  - dejanska zmogljivost drče,

$N_t$  – teoretična zmogljivost drče.

#### 5.3.4.4 Odstotek izkoriščenosti dejanske zmogljivosti drče

Odstotek izkoriščenosti dejanske zmogljivosti drče  $Y_{dej}$  pomeni procent povprečnega števila vlakov za predelavo na dan glede na dejansko zmogljivost drče:

$$Y_{dej} = \frac{N_d}{N_{t,dej}} * 100\%, \quad (33)$$

$N_d$  - povprečnemu številu vlakov, ki prihajajo na predelavo dodamo 2 povratna vlaka,

$N_{t,dej}$  - dejanska zmogljivost drče.

## 5.4 Smerna skupina

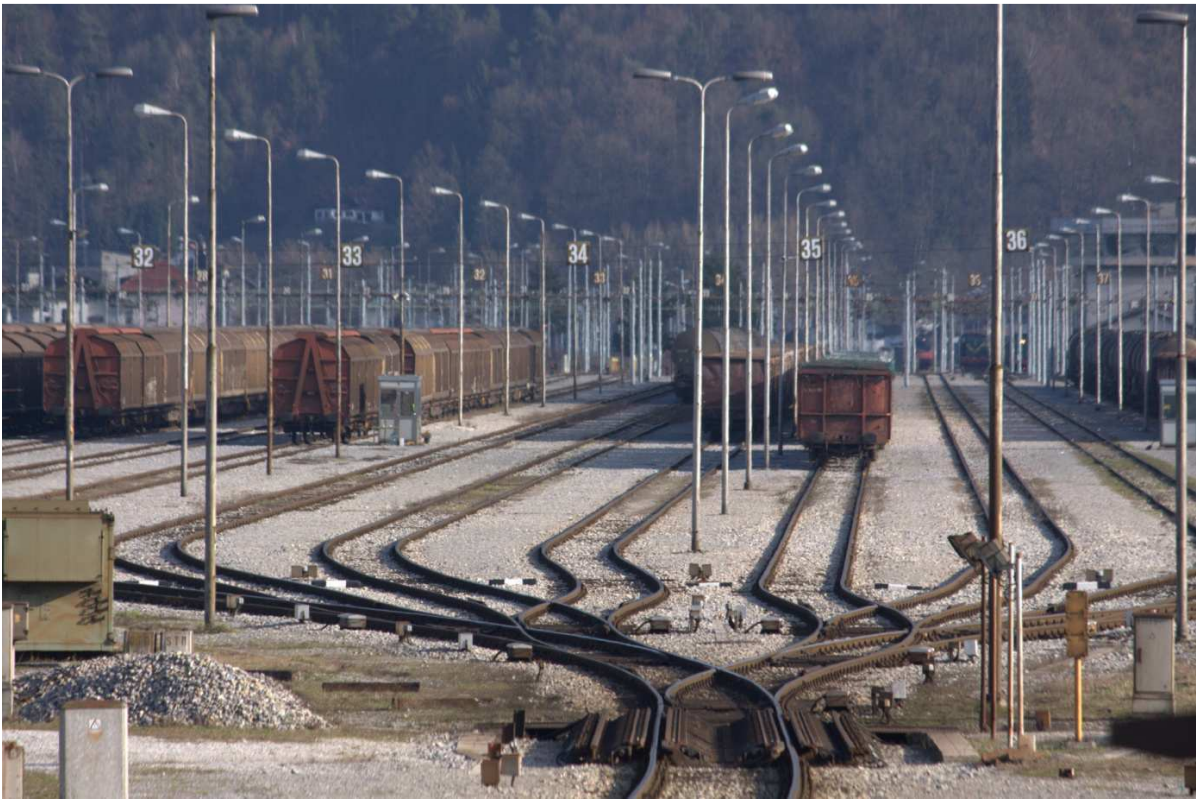
Smerna skupina ima v tlorisu po razvejitvi ravne tire, naklon pa je odvisen od sistema zaviranja. Pri polavtomatskih postajah, kjer se poleg primarnih zavor, v smernem delu zavira s coklami je naklon razdeljen na tri dele (Janjić, 1977). Prve dve tretjine imajo padec 1,0 do 1,5 ‰, zadnja tretjina je v rahlem vzponu, ki je namenjen ustavitvi vagonov s preveliko hitrostjo. Pri avtomatskih postajah z avtomatskimi sekundarnimi zavorami se smerni del razdeli na polovice.

Prvi del je v naklonu navzdol, kjer so nameščene sekundarne zavore, drugi v vzponu in s tem se zagotovi pol manjše stroške za nakup in vzdrževanje sekundarnih zavor. Vagoni se zaradi koritaste oblike zbirajo na sredini in se z dodajanjem vagonov v kompozicijo postopoma širijo na ven.

Razdalja med tiri mora biti 4,75 m in na vsake 3 do 4 tire 6,00 m, kjer se postavijo stebri za SV naprave in kjer se dodatno umesti prostor za zbiranje in hrambo cokel ter čakalnice za delavce v smerni skupini.

Izvozno grlo povezuje vse tire na tir za izvozno skupino ali na tir za priključno progo pri postajah, ki imajo smerno skupino združeno z izvozno skupino. Na zunanji strani skupine se doda en izvlečni tir, kjer se vagoni po potrebi izvažajo v druge skupine. V kolikor se ostale skupine ne nahajajo na eni strani smerne, se na vsako stran izvoznega grla umesti en izvlečni tir, ki služi premiku za skupine tiste strani.

Smerna skupina je elektrificirana le na koncu pred izvoznim grlom, kjer se dostavi lokomotivo do vagonov. Če je postaja zasnovana dvostransko je elektrifikacija umeščena na začetku in koncu, sredina pa je namenjena zgolj vagonom, ki jih po potrebi premika dizelska lokomotiva.



Slika 17: Postavitev naprav in varnostnega prostora za delavce na primeru enega snopa tirov v smerni skupini (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013)

#### 5.4.1 Število smernih tirov

Smerna skupina na postaji je najboljšežnejša skupina po številu tirov. Pri srednje velikih in velikih postajah imajo smerni tiri točno določen namen, kjer je vsak namenjen eni končni smeri. Njihovo število se določi glede na potrebe prometa proti tem smerem in ni odvisno od števila vagonov na predelavi.

Na manjših ranžirnih postajah so v smerno skupino vključene še ostale obrobne skupine tirov, ki v takem primeru potrebujejo manjše število tirov. To so tiri za sestavo nabiralnih vlakov, industrijski tiri, tiri za popravilo vozil, carino, tehtanje, tiri za prazne vagone itd. Ti bodo obravnavani v samostojnih poglavjih, v tem poglavju se bomo osredotočili na tire smerne skupine.

Na drči se glavne tije razveji v snope tirov po skupaj 4, 6 ali 8 tirov, zato je smerna skupina vedno sestavljena z 24 do 48 tirov, po potrebi tudi več (Janjić, 1977). Za večje število tirov se doda dodaten tir preko drče, ki se ga uporablja neodvisno od prvega in ima lastne tije v smerni skupini.



#### 5.4.2 Dolžina smernih tirov

Tire se zaradi naletov vagonov podaljša za 20 – 30 % glede na pričakovano dolžino vlaka, ki se bo na njih formiral. Maksimalna dolžina tovornega vlaka je določena v Pravilniku o zavorah, varnostnih napravah in opremi železniških vozil (Uradni list RS št: 6/2003) in znaša 700 m za en vlak, vendar je poleg potrebno upoštevati omejitve dolžin vlakov zaradi proge in najdaljših tirov na končni postaji.

V Sloveniji se zaradi omejitev na progi formira največ 600 m dolg vlak (SŽ – Program omreža RS za leto 2013, 2012).

Za izračun dolžine posameznega smernega tira se najprej izračuna skupno dolžino vseh tirov v smerni skupini in jo deli s številom smeri. Dobimo jo na podlagi števila vagonov v predelavi, tehnološkega procesa pri zbiranju vagonov in števila zahtevanih smeri, kamor se s postaje odpremlja posamezne vlake.

Skupna teoretična dolžina vseh tirov  $L_{t,s}$  se izračuna po spodnjem računu (Milošević, 1980):

$$L_{t,s} = \frac{N_v * l_{vag} * t_{zbv} * \delta}{\alpha_i * T_r}, \quad (34)$$

$N_v$  - število vagonov za predelavo v 24 urah,

$l_{vag}$  - povprečna dolžina enega vagona: 15 m,

$\delta$  - koeficient neenakomernosti: 1,2 – 1,3,

$\alpha_i$  - koeficient izkoriščenosti tirov: 0,3,

$T_r$  - teoretični čas dela v urah: 24 ur,

$t_{zbv}$  - čas zbiranja vagonov v urah.

Pri čemer se čas zbiranja vagonov  $t_{zbv}$  izračuna:

$$t_{zbv} = \frac{12m}{N_v} * (K - 1), \quad (35)$$

$m$  - povprečno število vagonov v enem vlaku,

$K$  - število zahtevanih smeri,

$N_v$  - število vagonov za predelavo v 24 urah.

S tem smo dobili skupno teoretično dolžino vseh tirov, ki jo delimo s številom zahtevanih smeri in dobimo dolžino enega smernega tira  $L_{t,1}$ , v kolikor predpostavimo za vse tire enako dolžino:

$$L_{t,1} = \frac{L_{t,s}}{K}. \quad (36)$$

### 5.4.3 Zmogljivost smerne skupine

Zmogljivost smerne skupine pomeni, kakšno število vagonov se lahko sprejme na tire. Poznamo teoretično zmogljivost, ki pove število vagonov, ki se lahko nahaja na njenih tirih. Dejanska zmogljivost pa prikaže, koliko vagonov se lahko nahaja v smerni skupini, če upoštevamo 30 % praznin, ki se pojavijo med vagoni zaradi naletov. V obeh primerih je v literaturi Milošević (1980) bruto število vagonov deljeno s faktorjem izkoriščenja tira, da se dobi dejansko število vagonov.

#### 5.4.3.1 Teoretična zmogljivost smerne skupine

Za izračun teoretične zmogljivosti smerne skupine  $N_s^t$  se najprej izračuna teoretično število vagonov, ki se lahko nahajajo na smernih tirih  $N_t$ :

$$N_t = \frac{L_t}{l_{vag}}, \quad (37)$$

$L_t$  - skupna dolžina vseh tirov v smerni skupini,

$l_{vag}$  - povprečna dolžina enega vagona.

Ta podatek delimo s faktorjem izkoriščenja tira in dobimo teoretično zmogljivost  $N_s^t$ :

$$N_s^t = \frac{N_t}{\alpha_j}, \quad (38)$$

$N_t$  – teoretično število vagonov v smerni skupini,

$\alpha_j$  - časovni koeficient izkoriščenja smerne tira glede na zadrževanje vagona na tiru: 0,7.

#### 5.4.3.2 Dejanska zmogljivost smerne skupine

Dejansko število vagonov v smerni skupini  $N_d$  je zmanjšano teoretično število zaradi praznin med vagoni in ga dobimo tako, da teoretično število vagonov  $N_t$  zmnožimo s koeficientom izkoriščenja tira  $\gamma$ , ki predstavlja 30% praznin:

$$N_d = N_t * \gamma, \quad (39)$$

$N_t$  – teoretično število vagonov v smerni skupini,

$\gamma = 0,7$ .

Dobljen račun nato delimo s koeficientom rezerve in dobimo dejansko zmogljivosti smerne skupine:

$$N_s^d = \frac{N_d}{\gamma}, \quad (40)$$

$N_d$  - dejanska zmogljivost smerne skupine,

$\gamma$  - koeficient rezerve: 1,1 – 1,3.

## 5.5 Izvozna skupina na ranžirni postaji

Tehnično je izvozna skupina zasnovana po enakih načelih kot uvozna skupina, torej če je le mogoče je vzdolžno postavljena v ravnini, prečno pa ima rahel naklon ali ravnino (Janjić, 1977). Z nje je potrebno zagotoviti izvoz v vse stranske skupine, da se zagotovi dovoz premikalne in vlečne lokomotive ter vsega tovora, ki ni bil ranžiran preko drče v smerno skupino in je dodan k vlaku.

### 5.5.1 Število izvoznih tirov

V zasnovo se vključi enako število tirov kot v uvozni skupini, ki zagotavljajo enak odtok vlakov proti določenim smerem glede na njihove prihode. V kolikor je vlakov z lokalne industrije veliko je potrebno število izvoznih tirov povečati. V tem primeru število tirov lahko izračunamo na podlagi teoretičnega števila vagonov za izvoz ali z dodatnim upoštevanjem neenakomernosti odhoda zaradi zasedenosti odprte proge. Računa po obeh metodah sta prikazana v nadaljevanju.

#### 5.5.1.1 Teoretično število izvoznih tirov

Pri računu teoretičnega števila izvoznih tirov  $n_{it}$  se upošteva število vagonov v izvozni skupini in njihov povprečni čas zadrževanja glede na teoretični čas dela postaje. Enačbo delimo še s koeficientom izkoriščenosti izvoznega tira (Milošević, 1980) in se glasi:

$$n_{it} = \frac{N_{iv} * t_{iv}}{\alpha_k * T_r}, \quad (41)$$

$N_{iv}$  - število vagonov za odhod z izvozne skupine,

$\alpha_k$  - časovni koeficient izkoriščenosti izvoznega tira glede na zadrževanje vagona na tiru: 0,7,

$T_r$  - teoretični čas dela v minutah: 1440 minut,

$t_{iv}$  - povprečni čas zadrževanja enega vagona v izvozni skupini.

Čas  $t_{iv}$  dobimo po spodnji enačbi (42) pri čemer je enačba za čas za odpravo vlaka  $t_{ov}$  zapisana za njo:

$$t_{iv} = t_{ko} + t_{ov} + t_{pr}, \quad (42)$$

$t_{ko}$  - čas trajanja končnih operacij,

$t_{pr}$  - čas prestavitve vagonov v izvozno skupino,

$t_{ov}$  - čas za odpravo vlaka z izvozne skupine.

Tega izračunamo kot:

$$t_{ov} = \frac{0,06}{V_{sr}} * \left( \frac{l_{ov}}{2} + l_s \right), \quad (43)$$

$V_{sr}$  - srednja hitrost izvoza vlaka s postaje: 20 km/h,

$l_{ov}$  - dolžina vlaka za izvoz,

$l_s$  - oddaljenost od osi tira do konca zadnje kretnice na izvozu.

#### 5.5.1.2 Število izvoznih tirov z upoštevanjem neenakomernega odpremljanja

Število tirov v izvozni skupini se lahko bolj natančno izračuna z upoštevanjem časa zasedenosti tirov z vagoni  $t_{iv}^{\alpha p}$  glede na interval neenakomernega odpremljanja vlakov z izvozne skupine  $J_{sr}$  (Milošević, 1980):

$$n_{it} = \frac{t_{iv}^{\alpha p}}{J_{sr}}. \quad (44)$$

Pri čemer se čas zasedenosti tirov z vagoni v izvozni skupini  $t_{iv}^{\alpha p}$  izrazi v minutah in se glasi:

$$t_{iv}^{\alpha p} = t_{sk} + t_{ko} - J_{sr}, \quad (45)$$

$t_{sk}$  - najdaljša perioda časa, ko je odpremljanje na čakanju,

$t_{ko}$  - čas trajanja končnih operacij,

$J_{sr}$  - srednji interval prihodov vagonov iz smerne v izvozno skupino v minutah.

Slednji interval se izračuna po spodnji enačbi in se ga uporabi za izračun časa zasedenosti in tudi v enačbi za račun števila tirov po spodaj navedeni metodi:

$$J_{sr} = \frac{1440 - \sum t_{pr}}{\alpha_n * N_v}, \quad (46)$$

$\alpha_n$  - koeficient neenakomernosti prihodov kompozicij vagonov z smerne v izvozno skupino,

$N_v$  - število vagonov za predelavo v 24 urah,

$\sum t_{pr}$  - seštevek vseh prekinitev, ki se pojavijo pri smerno izvozni predelavi.

### 5.5.2 Zmogljivost izvozne skupine

Zmogljivost izvozne skupine pomeni število vlakov, ki so lahko odpremljeni z nje (Milošević, 1980) in jo izračunamo:

$$N_{vl} = \frac{n_{it} * T_r * \alpha_k}{t_{iv}}, \quad (47)$$

$n_{it}$  - število tirov pridobljeno kot teoretično število ali kot število z neenakomernim odpremljanjem, odvisno katerega izberemo,

$T_r$  - teoretični čas dela v minunath: 1440 minut,

$\alpha_k$  - časovni koeficient izkoriščenosti izvoznega tira glede na zadrževanje vagona na tiru: 0,7,

$t_{iv}$  - čas zasedenosti tira, ki ga izberemo glede na metodo, po kateri smo izbrali tudi število tirov.

### 5.6 Postajna skupina na ranžirni postaji

Postajna skupina je namenjena sestavljanju nabiralnih vlakov, ki prevažajo vagonne namenjene različnim postajam, ki se nahajajo na eni smeri. Na ranžirno postajo jo lahko umestimo vzporedno z smerno skupino, kjer nabiralne vagonne pripelje premikalna lokomotiva z uvoznega dela za nadaljne razvrščanje. Druga možnost je, da jo umestimo ob konec smerne skupine in začetek izvozne skupine. V tem primeru se nabiralne vagonne najprej zbira na smernih tirih in nato uvozi v postajno skupino ter ponovno razvršča.

Za sestavljanje nabiralnih vlakov bo opisanih nekaj najpogosteje uporabljenih metod po literaturi Milošević (1980).

### 5.6.1 Oblika postajne skupine

Postajna skupina je sestavljena s postajnih tirov, ki so namenjeni razvrščanju posameznih vagonov za sestavo nabiralnega vlaka, vsaj enega izvlečnega tira in tira, ki je povezan z vsemi postajnimi tiri. Povezava poteka preko postajne drče, ki je nižja kot glavna drča. V višino meri od 1,0 – 1,2 m in zaradi nje ne potrebuje zavornih sistemov. Povezava je možna tudi brez drče, vendar poteka sestava nabiralnih vlakov dalj časa in zahteva veliko več premika z lokomotivo kar je dražje.

### 5.6.2 Število postajnih tirov

Število postajnih tirov je odvisno od metode razvrščanja. V večini primerov je sestavljena z 4 – 10 tirov, lahko tudi več. Če se za razvrščanje uporablja japonska metoda, ki bo v nadaljevanju opisana kot zadnja, se potrebuje najmanj tri tire z vso zahtevano tehnologijo za izvedbo te metode.

### 5.6.3 Dolžina postajnih tirov

Dolžino postajnih tirov  $L_p$  določimo na podlagi povprečnega števila vagonov namenjenih za nabiralne vlake (Milošević, 1980):

$$L_p = \frac{N_k * l_{vag}}{\alpha_i}, \quad (48)$$

$N_k$  - število vagonov na dan namenjenih za sestavo nabiralnih vlakov,

$l_{vag}$  - povprečna dolžina vagona,

$\alpha_i$  - časovni koeficient izkoriščenosti postajnega tira: 0,7.

Natančneje jo določimo s seštevkom potrebnih dolžin na posameznih tirih  $\sum L_{p,n}$ , ki odpadejo na eno vmesno postajo (Milošević, 1980):

$$\sum L_{p,n} = \frac{N_{k1} * l_{vag}}{\alpha_i} + \frac{N_{k2} * l_{vag}}{\alpha_i} + \dots + \frac{N_{kn} * l_{vag}}{\alpha_i}, \quad (49)$$

$N_{k1}, N_{k2}, \dots, N_{kn}$  predstavljajo število vagonov za določeno vmesno postajo.

### 5.6.4 Metode za zbiranje vagonov za nabiralne vlake

Zbiranje vagonov za nabiralne vlake lahko poteka po različnih metodah, ki se med seboj razlikujejo v številu postajnih tirov, sistemu razvrščanja vagonov in tehnologiji, ki je na voljo. Največkrat uporabljane so klasična, Futnerova, specialna in japonska metoda, obstajajo pa tudi druge, ki v nadaljevanju ne bodo obravnavane.

Za uporabo določene metode se najprej odločimo na podlagi opremljenosti postaje za sestavo nabiralnih vlakov. Najnovejši sistem imenovan Japonska metoda je najhitrejši, vendar zahteva posebno postavitve tirov in vso najnovejšo tehnologijo. V kolikor te opreme na postaji ni, se odločamo na podlagi števila vmesnih postaj, kjer se bo nabiralnim vlakom odklapljalo vagoni.

Če so pričakovane štiri vmesne postaje ali manj je bolje razmisliti o razvrščanju po klasični metodi, kjer se vsaki vmesni postaji dodeli svoj tir. Če pa je postaj več, npr. deset, je bolje izbirati med Futnerovo in specialno metodo. Ti dve se med seboj ločita po sistemu razvrščanja, kjer v večini primerov zadostuje 4 do 5 tirov.

Razvrščanje vagonov po zgoraj omenjenih metodah bo v nadaljevanju opisano. Za vse bo uporabljen naključno izbran primer nabiralnega vlaka z 22-imi vagoni za odpremo na 8 vmesnih postaj.

#### 5.6.4.1 Klasična metoda

Klasična metoda je najbolj razširjena metoda za sestavo nabiralnih vlakov, v uporabi je tudi na starejših ranžirnih postajah, ki so bile zasnovane po njenih zahtevah. Vagone se razvršča na določen tir namenjen eni postaji. V kolikor je postaj več kot je tirov se vagoni razvršča tako, da se na en tir razvrsti vagoni namenjene eni skupini postaj (dve ali več), na drugi tir se razvrsti vagoni namenjene naslednji skupini postaj itd. Te se izvozi s posameznih tirov na odstavni ali izvlečni tir in pripelje vagoni z enega tira na ponovno razvrščanje. Spet se jih razvrsti po tirih tako, da je vsak tir namenjen svoji postaji. Tak postopek se se uporablja le izjemoma, kadar je potrebno formirati nabiralni vlak, za katerega ni zadostno število tirov. Število tirov v postajni skupini se določi na podlagi največjega števila vmesnih postaj.

Za primer osmih vmesnih postaj se uporabi osem tirov, vsak namenjen svoji vmesni postaji. V vlak se jih spenja tako, da bo na lokomotivo pripeta skupina vagonov, ki se bo peljala do najbolj oddaljene postaje. Za njo se pripne druga kompozicija, ki se jo bo odklopilo na predzadnji postaji in tako postopoma do kompozicije, ki jo bodo odklopili najprej. Na tak način se vagoni na vmesnih postajah postopoma odklaplja z zadnje strani vlaka in tam ni potrebno ponovno ranžiranje. Ko se izvozi en nabiralni vlak za eno smer, se postopek ponovi z vagoni za drugo smer.

#### 5.6.4.2 Futnerova metoda

Futnerova metoda temelji na sistemu razvrščanja, kjer na en tir postopoma razvrščamo vagoni za več različnih vmesnih postaj. Če bo vmesnih postaj 8, se zahteva 3 tiri za razvrščanje, če jih bo 12 se zahteva 4 tiri in tako dalje. Koren števila vmesnih postaj nam pove, koliko tirov potrebujemo za dvakratno razvrščanje vagonov. Vedno se poleg umesti en izvlečni tir.

$$n_t = \sqrt{N_p}, \quad (50)$$

$n_t$  - število zahtevanih tirov v postajni skupini, ki ga zaokrožimo navzgor na celo število

$N_p$  - število vmesnih postaj, kamor bo namenjen nabiralni vlak.

Kot primer bo obravnavana sestava nabiralnega vlaka z vagoni za osem vmesnih postaj kamor je namenjenih skupaj 22 vagonov. Vsaki postaji dodelimo zaporedno številko, pri čemer je številka 1 dodeljena prvi postaji, kjer bomo vagoni odklopili.

Izračunamo število zahtevanih tirov  $n_t$  in jih zaokrožimo navzgor:

$$n_t = \sqrt{8} = 2,82 \cong 3 \text{ tiri}$$

Za prvo razvrščanje potrebujemo tri tiri in en izvlečni tir. Vagone se razvrsti po tirih glede na njihovo zaporedno številko postaje, kjer se jih nato odklopi in po vrstem redu, kot kaže spodnja tabela. Na prvi tir razvrstimo vagoni za prvo postajo, na drugi tir vagoni za drugo postajo, na tretji tir vagoni za tretjo postajo, nato se vrnemo na prvi tir in mu dodelimo vagoni za četrto postajo, drugemu tiru za peto postajo itd. do osme postaje.

Tabela 5: Razvrstitev postaj po Futnerovi metodi

Zaporedna številka tira	Razvrstitev vmesnih postaj		
Tir 1	1	4	7
Tir 2	2	5	8
Tir 3	3	6	/

Vagoni so pred razvrščanjem v naključnem vrstem redu. Vsak vagon namenjen postaji z zaporedno številko označimo s številko te postaje in jih razvrstimo na tir, kateremu so dodelili to številko. Torej vagon za četrto postajo je označen s številko 4.

Tabela 6: Naključna razvrstitev vagonov po Futnerovi metodi

Zaporedna številka tira	Vagoni glede na številko vmesne postaje
Tir 1	7, 4, 1, 1, 7, 4, 1, 4, 7
Tir 2	8, 2, 5, 2, 8, 5
Tir 3	6, 3, 3, 6, 3, 6, 6

Na izvlečni tir odpeljemo vagoni z drugega in tretjega tira, vagoni s prvega tira pa ponovno razvrstimo na prazne postajne tiri. To imenujemo prvo razvrščanje. Imamo tri tiri in vagoni namenjene trem postajam z zaporedno številko 1, 4 in 7. Vagonom za prvo postajo namenimo tir št. 1, vagonom za četrto postajo tir št. 2 in vagonom za sedmo postajo tir št. 3.

Vagone, ki smo jih razvrstili pustimo na tirih in pripeljemo vagoni s prejšnjega tira št. 2, ki so namenjeni postajam št. 2, 5 in 8. To imenujemo drugo razvrščanje. Razvrstimo jih na enak način kot vagoni s prvega tira. Na tir št. 1, na katerem se že nahajajo vagoni za prvo postajo dodamo vagoni za drugo postajo. Na tir št. 2, kjer so že vagoni za četrto postajo, dodamo vagoni za peto postajo in na tir št.3, kjer so vagoni za tretjo postajo, dodamo še vagoni za osmo postajo.



Postopek ponovimo še za vagono s tira št. 3, ki so namenjeni postajama 3 in 6. To je zadnje razvrščanje. Na tir št. 1, kjer so že vagoni za prvo in drugo postajo dodamo še vagono za tretjo postajo. Na tir št. 2 kjer so že vagoni za četrto in peto postajo dodamo še vagono za šesto postajo.

Vagone smo v treh nizih razvrščanja razdelili po treh tirih kot kaže spodnja tabela.

Tabela 7: Zaporedni postopek razvrščanja po Futnerovi metodi

Zaporedna številka tira	Razvrstitev vagonov		
	Prvo razvrščanje	Drugo razvrščanje	Tretje razvrščanje
Tir 1	1, 1, 1	2, 2	3, 3, 3
Tir 2	4, 4, 4	5, 5	6, 6, 6, 6
Tir 3	7, 7, 7	8, 8	/

Vagone na posameznih tirih med seboj povežemo v zaporedno kompozicijo tako, da lokomotivi najprej priključimo vagono s tretjega tira za osmo in sedmo postajo, nato priklopimo vagono z drugega tira za na šesto, peto in četrto in še zadnjo vrsto tako, da je kompozicija vagonov za na prvo postajo na koncu vlaka, ker bo prva, ki se bo odklopila. Enak postopek je pri ranžiranju za 16 vmesnih postaj na štiri tire in vseh naslednjih številnih postaj.

Vagoni so na lokomotivo priklopljeni po vrstnem redu, kot kaže spodnja tabela.

Tabela 8: Končno stanje po Futnerovi metodi

Lokomotiva	Tir 3	Tir 2	Tir 1
Lokomotiva	8, 8, 7, 7, 7	6, 6, 6, 6, 5, 5, 4, 4, 4	3, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1

Za sestavo nabiralnega vlaka za osem vmesnih postaj smo potrebovali tri tire in en izvlečni tir ter štirikrat razvrščali vagono. Prvič zato, da smo jih razdelili glede na postaje, naslednja tri razvrščanja pa zato, da smo jih razvrstili v skupine namenjene določeni postaji in po vrsti. V kolikor bi imeli npr. 14 vmesnih postaj, bi za razvrščanje potrebovali 4 tire in en izvlečni tir. Najprej bi razvrstili vagono glede na postaje, nato bi jih z vsakega tira razvrstili v skupine in po vrsti. Razvrščali bi 5-krat.

Metoda zahteva manj tirov kot je vmesnih postaj, vendar je zaradi tega potrebno večkrat razvrščati.

#### 5.6.4.3 Specialna metoda

Specialna metoda temelji na številu tirov, ki so na voljo za sestavo enega nabiralnega vlaka. Za razvrščanje potrebujemo čimvečje število prostih tirov in dodatno enega, kamor začasno razvrščamo vse tiste vagono, ki pridejo na vrsto v drugem razvrščanju.

Za primer ponovno vzemimo 22 vagonov za 8 različnih vmesnih postaj in štiri tire, ki so na voljo za razvrščanje. Tri tire namenimo razvrščanju vagonov glede na zaporedno postajo in en tir kamor razvrščamo vagono namenjene naslednjim postajam.

Tako razvrstimo na tir št. 1 vse vagona za prvo postajo, na tir št. 2 vse vagona za drugo postajo, na tir št. 3 vse vagona za tretjo postajo in na tir št. 4 vse ostale vagona. Po prvem razvrščanju se vagoni na tirih nahajajo kot kaže spodnja tabela.

Tabela 9: Prvo razvrščanje po specialni metodi

Zaporedna številka tira	Vagoni za določeno postajo po številkah
Tir 1	1, 1, 1
Tir 2	2, 2
Tir 3	3, 3, 3
Tir 4	7, 4, 8, 6, 5, 7, 6, 4, 8, 5, 6, 4, 6, 7

Vagone na tirih št. 1, 2 in 3 medsebojno združimo po vrsti na prvi tir. Najprej lokomotivi priklopimo vagona s tretjega tira in nato z drugega tira, ter jih premaknemo na prvi tir, da so vagoni že zaporedno vezani. Tira št. 2 in 3 sta sedaj prazna, na tiru št. 1 imamo zaporedno vezane vagona za prvo, drugo in tretjo postajo in lahko nanj razvrščamo vagona za četrto postajo. Na tir št. 2 razvrstimo vagona za peto postajo in na tir št. 3 vagona za šesto postajo, vse ostale ponovno razvrstimo na tir št. 4. Vagoni so razvrščeni kot kaže spodnja tabela.

Tabela 10: Drugo razvrščanje po specialni metodi

Zaporedna številka tira	Vagoni za določeno postajo po številkah
Tir 1	1, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4
Tir 2	5, 5
Tir 3	6, 6, 6, 6
Tir 4	7, 8, 7, 8, 7

Ponovno prepeljemo vagona s tirov št. 3 in 2 na tir. št. 1 in postopek ponovimo. Na tir št. 1 dodamo vagona za sedmo postajo, na prazen tir št.2 razvrstimo vagona za osmo postajo, tir št. 3 ostane prazen.

Tabela 11: Zadnje razvrščanje po specialni metodi

Zaporedna številka tira	Vagoni za določeno postajo po številkah
Tir 1	1, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7
Tir 2	8, 8
Tir 3	/
Tir 4	/

Prepeljemo vagona po vrsti na prvi tir in kompozicija vlaka ima vagona razvrščene po vrsti in skupaj glede na postajo. Lokomotiva se pripne na stran kompozicije vagonov, kjer se nahajajo vagoni za zadnjo deveto postajo.

Tabela 12: Končno stanje po specialni metodi

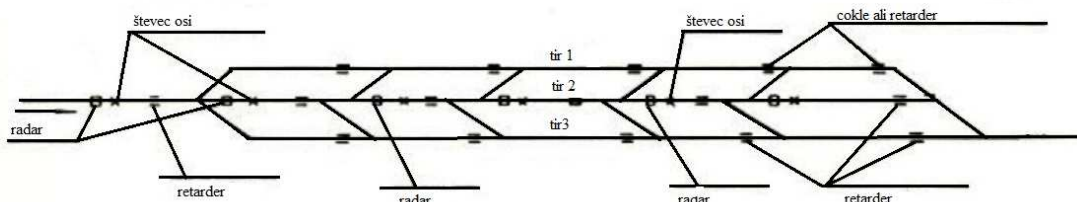
Lokomotiva	Tir 3	Tir 2	Tir 1
Lokomotiva	8, 8, 7, 7, 7	6, 6, 6, 6, 5, 5, 4, 4, 4	3, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1

Po specialni metodi smo za osem vmesnih postaj in 22 vagonov potrebovali štiri tire in smo trikrat razvrščali. V kolikor bi imeli 14 vmesnih postaj bi morali razvrščati 5-krat, saj lahko v enem razvrščanju naredimo skupine vagonov za tri postaje. Le v zadnjem razvrščanju ne potrebujemo več odstavnega tira in lahko tudi nanj razvrstimo vagona za eno postajo.

#### 5.6.4.4 Japonska metoda

Pri Japonski metodi je potrebno tri tire v postajni skupini medsebojno povezati s kretnicami, da dobimo odseke, ki jih mora biti toliko, kot bo vmesnih postaj. Srednji tir služi dostavi vagonov za razvrščanje, zunanja tira pa prevzemata vagona.

Če razvrščamo vagona za 8 postaj potrebujemo 8 odsekov na stranskih tirih. Če je število postaj liho npr. 9 se zahteva naslednje večje sodo število odsekov, torej 10 in v tem primeru eden odsek tira ostane prazen. Na enem zunanjem tiru odseke razvrstimo po številkah zaporednih postaj od zadnje proti prvi, torej prvi odsek je namenjen peti postaji, drugi odsek četrti postaji in tako do prve. Na drugem zunanjem tiru naredimo enako za preostale štiri postaje, prazen odsek mora biti prvi ali zadnji v zaporedni vrsti.



Slika 18: Razporeditev tirov za razvrščanje po Japonski metodi (Vir: Milošević, 1980)

Vagone spuščamo preko postajne drče na željene odseke, vendar mora biti drča opreljena z radarskimi enotami za zaznavanje vagona, števeci osi in tirnimi zavorami, saj so odseki kratki in je delo zelo natančno. Pred odseki se namesti še dodatne radarje in sekundarne zavore, ki natančno določijo končni položaj vagona na odseku in cokle na konec odseka. Ko so vagoni razvrščeni se cokle umakne, vagona potisne skupaj in poveže ter odpremi v izvozno skupino.

Srednji tir je nameščen 50 – 80 mm višje kot stranska tira s čimer se zagotovi padec proti stranskim tirom. Ta dva sta v padcu 2,5%, da se vagoni bolj kontrolirano razvrščajo proti koncu odseka. Za ranžiranje nabiralnih vlakov namenjenih več kot desetim postajam se zgradi več takih sistemov po 3 tire in se jih na koncu spne v kompozicijo.

Metoda zahteva v naprej pripravljen sistem kretnic, dodatno opremo in veliko koncentracijo delavcev, vendar je najhitrejša pot do sestave nabiralnega vlaka. Z avtomatizacijo se proces dela še pospeši zato je metoda aktualna pri gradnji novih ranžirnih postaj, ki vsebujejo vso potrebno opremo za popolno izvrševanje takih nalog.

## **5.7 Tranzitna skupina na ranžirni postaji**

Tranzitna skupina je ena izmed manjših skupin na ranžirni postaji, ki nastopa kot samostojna skupina ali je za njen namen določenih nekaj tirov v smerni skupini (Janjić, 1977). V tranzitno skupino se uvaža vlake, ki potrebujejo delno predelavo, to je menjava lokomotive ali strojevodje in dodajanje novih vagonov ali celotnih kompozicij prispelemu vlaku. Namenjeni so tudi vagonom s tovorom, ki zahtevajo posebno obravnavo, to so predvsem vagoni z živimi živalmi in z zamrznjeno hrano.

Za take vagone je odrejen poseben servisni tir v tranzitni skupini, kjer se opravlja hranjenje živali, dodaja led zmrznjeni hrani in opravlja posebna zahtevana oskrba za pokvarljiv tovor. V kolikor ima postaja za tako delo posebno opremo in prostor za izvajanje teh del se to delo lahko opravi že v uvozni skupini brez odključitve teh vagonov.

### **5.7.1 Oblika tranzitne skupine**

Umeščena je vzporedno s smerno skupino in ima poseben povezovalni tir z uvozne skupine, ki ne gre preko drče in poseben tir za izvoz v izvozno skupino. Ob uvozu je za vlake, ki prihajajo direktno v tranzitno skupino potrebno opraviti celoten tehnični in komercialni pregled in prevzem tovornih listov, enako kot za vlake v uvozni skupini.

### **5.7.2 Število tranzitnih tirov**

Število tranzitnih tirov je odvisno od velikosti postaje in pričakovanega posebnega tovora namenjenega tej skupini. V večini primerov zadostuje eden ali dva tira, v kolikor je za ranžirno postajo določeno večje število tranzitnih vlakov, se število tirov določi po enakih enačbah kot število izvoznih tirov.

## **5.8 Lokotovorna skupina na ranžirni postaji**

Lokotovorna skupina je po Postajnem poslovnem redu za ranžirno postajo Zalog (2012) namenjena zbiranju tovora za industrijske tire in druga manipulativna mesta, ki se nahajajo na postaji. Zaradi svojega namena je umeščena na rob postaje, od koder ima svoj izvozni tir povezan z lokalno industrijo in tir povezan v izvozno skupino.

### **5.8.1 Oblika lokotovorne skupine**

Tovor se najprej preko glavne drče razvrsti na določen lokotovorni tir (krajše tudi loko tir) v smerni skupini in od tam prepelje v lokotovorno skupino, kjer se vagoni ponovno razvrsti glede na smer, kamor so namenjeni. V lokotovorno skupino se pripelje tudi vse vagoni z industrijskih tirov in manipulativnih mest in se jih nadalje razvršča za izvoz. Skupina ima premajhen obseg, da bi se zanjo gradila drča, zato se vagoni po njej premika s premikalno lokomotivo.

Za lokotovorno skupino ni posebnih zahtev za tloris in naklon skupine, zaželeno je le, da so tiri v horizontali, da ne pride do nepotrebnih premikov in odporov zaradi klančin.

### **5.8.2 Število lokotovornih tirov**

Sestavljena je z najmanj dveh izvlečnih tirov, eden služi premikalni lokomotivi, ki tovor s smerne skupine pripelje v lokotovorno skupino, drugi je namenjen menjavanju smeri lokomotive, ki razvršča vagoni v skupini. Ostali tiri imajo določeno smer in na njih se zbira tovor za lokalno industrijo. Število tirov se enako kot v smerni skupini, določi glede na število smeri za katere se vagoni zbira. To so smeri za bližnjo industrijo in druga manipulativna mesta, za katere se zbirajo vagoni na postaji.

### **5.8.3 Dolžina lokotovornih tirov**

Lokotovorni tiri morajo biti tako dolgi, da se zadosti številu vagonov, ki čakajo v periodi časa na izvoz. Vagoni se izvozi ne glede na velikost kompozicije vlaka ob točno določenih urah, ki so dogovorjene s končnim prejemnikom. V večini so ti tiri krajši od običajnih.

## **5.9 Depo na ranžirni postaji**

Depo je skupina, ki stoji poleg smerne skupine, da ima zagotovljen izvoz v vse dele postaje (Janjić, 1977). V njem se sprejema v popravilo vagoni in tovor, izvajajo se carinski in tehnični pregledi, vagoni se stehta, čisti in dezinficira. Nameščen ima vsaj en nakladalni profil za izreden sprejem tovora na vagoni. Število tirov je odvisno od velikosti postaje, pri čemer mora vsebovati vsaj en izvlečni tir in en izvozni tir, ki je povezan s tiri do vseh skupin. Dolžina tirov je odvisna od celotne kapacitete postaje, na podlagi katere se pričakuje določeno število vagonov, ki bodo pregled v depozu potrebovali.

### **5.10 Odstavna skupina na ranžirni postaji**

Odstavna skupina se nahaja na začetku ali koncu smerne skupine in je namenjena vagonom, ki se bodo zaradi različnih razlogov zadrževali na postaji dlje kot bi bilo potrebno. V odstavno skupino se po Poslovnem postajnem redu I za ranžirno postajo Zalog (2012) uvaža vse izredne pošiljke in vagoni, ki ne smejo preko drče, to so vagoni z živimi živalmi, z eksplozivnimi ali splošno nevarnimi snovmi ter avtomobile. V tej skupini se začasno hrani železniške delovne stroje in vlečne lokomotive, ki čakajo na odhod, zato mora biti vsaj en tir elektrificiran za električne vlečne lokomotive. Imeti mora vsaj en izvlečni tir za nemoteno premikanje vagonov in lokomotiv po njej.

### **5.11 Potniška postaja na ranžirni postaji**

Potniška postaja ni zaželjena v sklopu ranžirne postaje, temveč jo umestimo poleg nje kot samostojno neodvisno postajo (Janjič, 1977). To pomeni da ima lasten tir, ki je priključen na glavni obvojni tir mimo ranžirne postaje. Nekoč se je na rob ranžirne postaje umeščalo potniški tir, namenjen le železniškemu osebju, ki je sem prihajalo na delo. Ti so v večini opuščeni in jih pri novejših postajah ne umeščamo v sistem. Za potniško postajo je zahtevan vsaj en peron in varen dostop do njega.

### **5.12 Premikalne lokomotive na ranžirni postaji**

Premikalne lokomotive so vse lokomotive, ki so na ranžirni postaji stalno prisotne in opravljajo redna dela ranžiranja. Lokomotive, ki vlak pripeljejo ali odpeljejo z ranžirne postaje imenujemo vlečne lokomotive in v diplomski nalogi niso obravnavane.

Na manjših postajah je njihovo število odvisno od obsega in vrste del ter se ves čas prilagaja. Na srednje velikih in večjih postajah se potrebuje najmanj štiri premikalne lokomotive na izmeno delavcev na ranžirni postaji.

V Postajnem poslovnem redu I za ranžirno postajo Zalog (2012) je opisano število in delo posameznih premikalnih lokomotiv. In sicer najmanj ena premikalna lokomotiva se nahaja v uvozni skupini, kjer razstavljene vagoni z uvozne skupine potiska preko drče v smerno skupino in popravlja morebitne napačne spuste ter nedokončane poti vagonov. Sprejema in izvažajo prazne vagoni ter razvršča tovor, ki ne sme preko drče na poseben uvozni tir. Druga premikalna lokomotiva prestavlja skupine vagonov s smerne v izvozno skupino. V postajni skupini se nahaja tretja premikalna lokomotiva, ki razvršča vagoni za sestavo nabiralnih vlakov in te izvažajo v izvozno skupino. Četrta premikalna lokomotiva opravlja delo v vseh drugih skupinah. Uvažajo vagoni, ki ne smejo preko drče v odstavno skupino, premika vlake v tranzitno skupino in jih razstavlja, izvažajo poškodovane vagoni in lokomotive v depo in z njega izvažajo novo naložene vagoni. Premika in izvažajo industrijske vagoni k bližnji industriji in v kolikor je potrebno pomaga katerikoli drugi premikalni lokomotivi.

### **5.13 Izvlečni tiri**

Izvlečni tiri so slepi tiri nameščeni v vsaki skupini in namenjeni obračanju in premeščanju vagonov ter lokomotiv z namenom, da vsaka skupina na postaji lahko dela neodvisno od druge (Janjić, 1977). Namesto slepih tirov se lahko za izvlečni tir določi en tir, ki je na enak način povezan v sistem kot ostali, vendar ima le funkcijo izvlečnega tira. Število izvlečnih tirov je odvisno od števila in dolžine vlakov v kolikor je namenjen obračanju celotnih vlakovnih sestavov ter od časa, ki ga vlak prebije na izvlečnem tiru. V večini primerov zadostuje eden ali dva izvlečna tira na skupino.

## 6 RANŽIRNA POSTAJA ZALOG

Slovenija ima eno ranžirno postajo, ki se nahaja v Zalogu blizu Ljubljane in na kateri se premešča vagoni za potrebe slovenske industrije in za nadaljevanje poti v sosednje države.

Najpomembnejše ranžirne postaje v sosednjih državah so:

- Cervignano del Friuli (Italija),
- Fürnitz (Avstrija),
- Zagreb (Hrvaška),
- Budimpešta (Madžarska).

V nadaljevanju bosta za lažje razumevanje opisani lega in obseg dela na ranžirni postaji Zalog. Nato bo za vsako skupino posebej opisan namen tirov in njihove karakteristike.

### 6.1 Umestitev v slovenski prostor

Legi ranžirne postaje Zalog se v mednarodnem evropskem prometu nahaja na stičišču X. in V. vseevropskega koridorja.

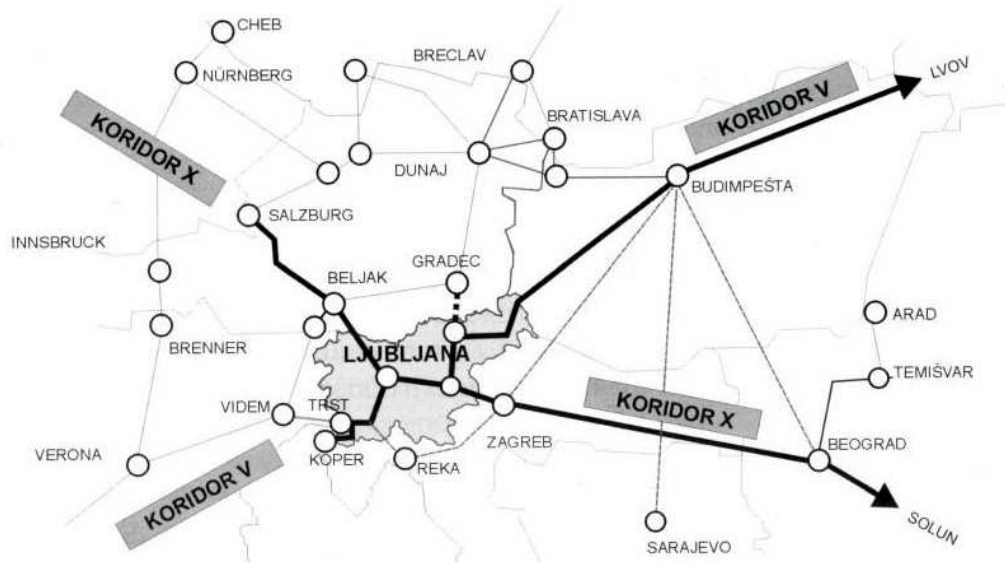
V. koridor poteka v smeri zahod – vzhod:

Benetke – Trst/Koper – Ljubljana – Maribor – državna meja Slovenija/Madžarska – Budimpešta – državna meja Madžarska/Ukrajina – Uzgorod – Lvov - Kijev

X. koridor pa v smeri sever – jug:

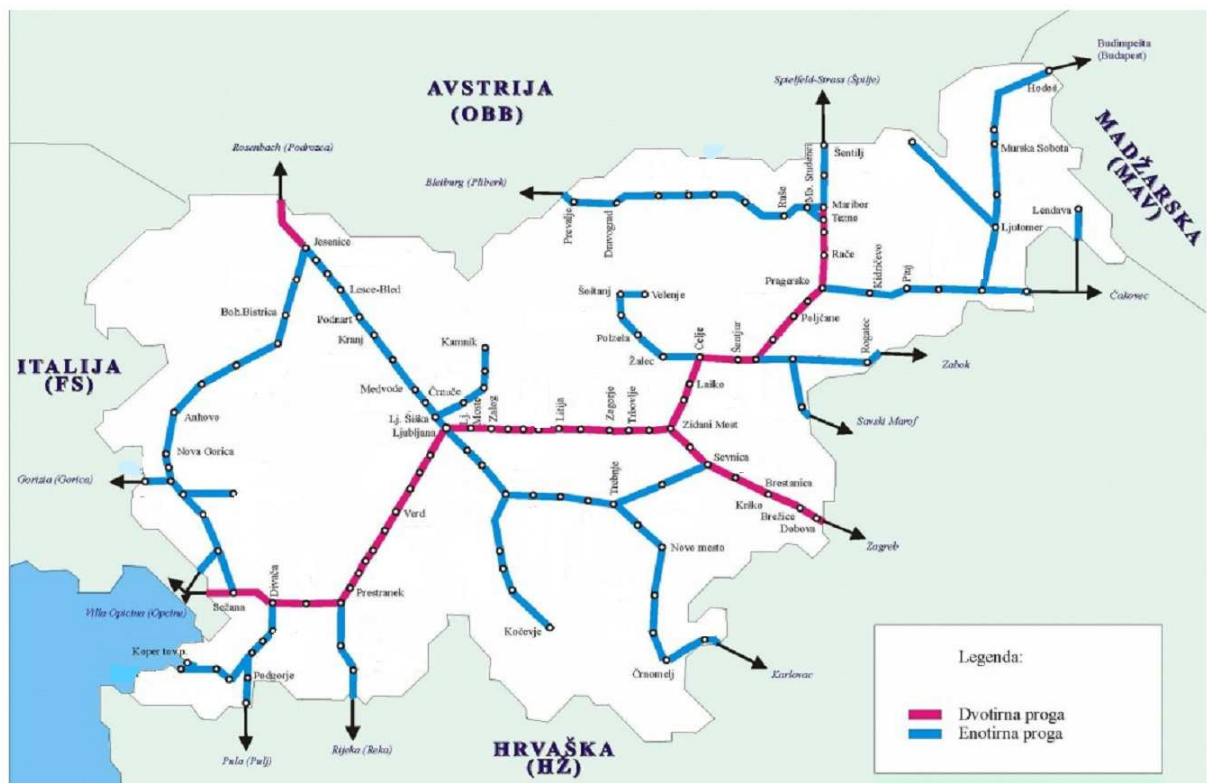
Salzburg – Beljak – Jesenice – Ljubljana – Zidani Most – Dobrova – Zagreb – Beograd – Niš – Skopje – Solun, z vejo Gradec – Maribor – Zidani Most





Slika 19: V. in X. evropska koridorja preko Slovenije (Vir: Zgonc, 2003)

Za tovorni promet se uporablja postaje, ki so napisane in označene na spodnjem zemljevidu slovenskih prog. Ostale označbe prikazujejo lokacijo potniških postaj.



Slika 20: Tovorne postaje v Sloveniji (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

## 6.2 Opis ranžirne postaje Zalog

Ranžirna postaja Zalog je enosmerna postaja s polavtomatskim vodenjem in dvema drčama – glavno in postajno.

Kot tovarna postaja je začela nastajati v letih 1915-16 ko je dobila 2 km dolge tovarne tire (vir: OŠ Adolfa Jakhla Zalog, 1991). Po drugi svetovni vojni so jo opremili s skupinami tirov značilnimi za ranžirno postajo, ki so se delili na uvozne, smerne in izvozne tire, ki tvorijo posamezno skupino. Leta 1970 so jo zaradi povečanega prometa razširili v današnjo obliko in ji poleg glavnih skupin dodali še depo, odstavno, lokotovorno, tranzitno, industrijsko in postajno skupino, v katerih potekajo stranske operacije pri ranžiranju. Z uvozne v smerno skupino je nameščena glavna drča, opremljena z primarnimi zavorami, v postajni skupini pa se nahaja nižja neavtomatska drča.

Teoretična sposobnost predelave ranžirne postaje Zalog je ocenjena na 2800 – 3000 vagonov na dan, kar pomeni 70 – 80 vlakov na dan s povprečno 35 – 40 vagoni (SŽ, 1993). Zaradi večjega števila maršrutnih vlakov, ki vozijo neposredno do uporabnikov in manjšega tovarnega prometa zaradi gospodarske krize, je danes v predelavi povprečno 870 vagonov na dan, kar znaša okoli 49 vlakov s povprečno 18-imi vagoni. Kljub upadanju ranžiranja vlakov pa se to ne bo nikoli prenehalo in ranžirna postaja bo kljub velikim stroškom in času predelave morala obratovati.

Podatki za zadnjih dvanajst let o številu vlakov in vagonov na leto in na dan so vidni v spodnji tabeli.

Tabela 13: Število vlakov in vagonov za obdobje od 2000 do 2011 na postaji Zalog (Vir: elektronska pošta od SŽ (26.10.2012))

Leto	Št. vlakov	Št. vagonov	Povprečje/dan	
			Št. vlakov	Št. vagonov
2000	18219	317621	50	868
2001	18900	328152	52	902
2002	19614	343589	54	944
2003	19302	341932	53	942
2004	20105	363095	55	995
2005	18338	337689	51	931
2006	18606	345160	51	949
2007	17806	330337	49	909
2008	17126	319345	47	875
2009	13874	245217	38	676
2010	14875	263742	41	723
2011	14792	263473	41	722
<b>Skupaj</b>	<b>17630</b>	<b>316613</b>	<b>49</b>	<b>870</b>

Postaja služi prerazporejanju vagonov za nadaljno pot, prevzemanju praznih vagonov in tovora za lokalno industrijo.

V reviji Nova proga (SŽ, 2004) se ocenjuje, da je največ tovora namenjenega industrijskim tirov podjetij Petrol, Te-Tol, papirnici Vevče in Zavodu za republiške zadeve, ki letno predstavlja milijon do milijon in pol ton pretovorjenega blaga. Na postaji se formirajo direktni vlaki za smer Beograd in od tam proti Grčiji, kar predstavlja drugi največji obseg dela za postajo. Odprema predstavlja kar 94% izkoriščenost v bruto prepeljani masi vlaka, kar znaša okoli 28.000 ton prepeljanega blaga. Postaja uvaja čedalje več blok vlakov, to so vlaki, ki vozijo po ustaljenem urniku z vnaprej določenimi postanki in globalno predstavljajo manjše stroške. Primer takih so East west rail shuttle, East gate express, East express in Sava express. Ostale smeri so namenjene vagonom za ranžirne postaje v sosednjih državah ali tovornim postajam v Sloveniji.

### 6.3 Uvozna skupina na ranžirni postaji Zalog

Uvozna skupina je sestavljena z 10-ih tirov, ki so v enakomernem vzponu 0,45 ‰ proti začetku glavne drče. Tiri U-1 do U-4 so namenjeni vlakom, ki prihajajo s smeri Zidani Most, tiri U-5 do U-10 pa vlakom s smeri Ljubljana Moste. V skupini so nameščene enojne in križiščne kretnice zavarovane z elektrolejnimi signalnovarnostnimi napravami (v nadaljevanju ERSV napravami) sistema Iskra Lorenz, ki imajo električno ali plinsko gretje na vžig. Vsi tiri so po vsej dolžini zavarovani s tirnimi izolirkami, kretniške izolirke so posamezne in deloma skupne. Najdaljši možen vlak, ki ga uvozna skupina sprejme je lahko dolžine 575 m. ERSV naprave v uvozni skupini dovoljujejo hkraten uvoz vlakov z različnih smeri, ob katerem je zahtevano 50 m prepeljevalne poti zaradi premika na izvozni skupini. Če to ni mogoče se z uvoznim signalom zadrži vlak nižje prioritete. Vlake, ki stojijo v uvozni skupini do 30 minut se zvre z zračno zavoro, če pa se v njej nahajajo dlje se poleg pritegne še prvi dve ročni ali pritrdilni zavori. Elektrificirani so vsi tiri in kretnice ter križišča K-3 in K-4. Za zavarovanje sta na njej nameščeni dve zvezni stikali, dva odsekovna stikala in več tirnih stikal (SŽ, Postajni poslovni red I za postajo Zalog, 2012).

Tabela 14: Namen in uporabne dolžine tirov v uvozni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I za postajo Zalog, 2012)

Št. tira	Namen tira	Uporabna dolžina (smer A-B)	Uporabna dolžina (smer B-A)
U-1	Glavni tir iz smeri Zidani Most	613 m	626 m
U-2	Glavni tir iz smeri Zidani Most	648 m	677 m
U-3	Glavni tir iz smeri Zidani Most	687 m	695 m
U-4	Glavni tir iz smeri Zidani Most	714 m	737 m
U-5	Glavni tir iz smeri Ljubljane in LJ – Moste	771 m	782 m
U-6	Glavni tir iz smeri Ljubljane in LJ – Moste	726 m	697 m
U-7	Glavni tir iz smeri Ljubljane in LJ – Moste	685 m	685 m
U-8	Glavni tir iz smeri Ljubljane in LJ – Moste	639 m	639 m
U-9	Glavni tir iz smeri Ljubljane in LJ – Moste	609 m	613 m
U-10	Glavni tir iz smeri Ljubljane in LJ – Moste	611 m	612 m
	<b>Skupaj</b>	<b>6703 m</b>	<b>6713 m</b>

## 6.4 Drči na ranžirni postaji Zalog

Na postaji Zalog poteka delo na dveh drčah, glavni in postajni, kjer večino zmogljivosti pripišemo glavni drči.

### 6.4.1 Glavna drča

Glavna drča je v tlorisu horizontalna, vzdolžni profil pa se začne s spremembo naklona z uvozne skupine proti drči. Od tukaj je 37,0 m enakomernega 17,0 ‰ vzpona, ki je namenjen stiskanju razpetih vagonov. Temu sledi 10,0 m horizontale, ki s prehodnico preide v 48,0 m dolg 50,0 ‰ naklon navzdol in se preneha pred vrhom prve kretnice. Od kretnice dalje je 108,0 m 1,03 ‰ naklona navzdol, ki poteka preko tirnih zavor na posameznih snopih tirov. Nameščene ima 23,6 m dolge na daljavo vodene tirne zavore. Na prvem in drugem snopu so nameščene hidravlične tirne zavore tipa R-90-UIC, na tretjem, četrtem in petem snopu pa zavore tipa EBO. Kretnice so opremljene s posameznimi kretniškimi izolirkami. Razvejitev tirov poteka tako, da se vsak tir razveji na dva tira. S tem se zagotovi hitrejšo neodvisnost poti dveh zaporednih vagonov.

Teoretična zmogljivost glavne drče je ocenjena na  $N_t = 3000$  vagonov na dan, dejanska je zmanjšana za čas prekinitve del, ki so na postaji Zalog ocenjene na 180 min in tako znaša približno  $N_{t,dej} = 2700$  vagonov na dan (SŽ, 1993).

Odstotek izkoriščenosti teoretične zmogljivosti glavne drče izračunamo po enačbi (32):

$$Y_t = \frac{N_{t,dej}}{N_t} * 100 \% = \frac{2700}{3000} * 100 \% = 90,0 \%$$

Odstotek izkoriščenosti dejanske zmogljivosti glavne drče izračunamo po enačbi (33), pri čemer povprečnemu številu vlakov, ki prihajajo na predelavo dodamo 2 povratna vlaka, torej  $N_d = 51$  vlakov, kar je povprečno 918 vagonov.

$$Y_{dej} = \frac{N_d}{N_{t,dej}} * 100 \% = \frac{918}{2700} * 100 \% = 34,0 \%$$

### 6.4.2 Postajna drča

Postajna drča je nemehanizirana in se nahaja na tiru št. 70, ki povezuje lokotovorno in postajno skupino. Preko nje se sestavljajo odsekovni in nabiralni vlaki ter vlaki za lokalni promet. Postajna drča je v tlorisu horizontalna, vzdolžni profil se začne s 5,09 ‰ vzponom in je dolg 58,0 m. Od tu preide s prehodnico v 51,0 m dolg 19,9 ‰ vzpon kateremu sledi 8,0 m dolga horizontala. Ta preide v 33,2 ‰ naklon navzdol na dolžini 25,0 m in poteka do prve kretnice v postajno skupino. Vse kretnice na postajni drči so posamično izolirane in imajo vgrajene posebne elemente za ugotavljanje prostosti ločnice, ki delujejo neodvisno od kretniške izolirke.

Teoretične in dejanske izkoriščenosti postajne drče na postaji Zalog ne bomo računali. Dnevno se na njej predela le tri vlake (Jović, 2001).

## 6.5 Smerna skupina na ranžirni postaji Zalog

Postaja ima v smerni skupini skupaj 39 tirov, kjer sta tira št. S-12 in S-51 rezervna, 5 tirov pa je namenjenih praznim vagonom, katere se ob polni zasedenosti smerne skupine zbira v odstavnici skupini. Po smereh je v uporabi 32 smernih tirov. Vzdolžni prerez smerne skupine od drče proti izvozni skupini je sprva na razdalji 112,0 m v horizontali, nato 696,0 m v 1,75 ‰ vzponu, spet 200,0 m v horizontali in nadaljnih 116,0 m v 5,09 ‰ vzponu. Kretnice v smerni skupini so enojne in simetrične, imajo deloma elektronsko in deloma plinsko ogrevanje ter posamične in skupinske kretniške izolirke. Direktni vlaki, ki čakajo za izvoz proti Zidanemu mostu morajo biti zavrti z zračno zavoro, vse dokler se jih ne izvozi. Nameščena sta dva zvezna stikala in več tirnih stikal.

Omejitve dolžin vlakov v Sloveniji so odvisne tudi od zahtev za določen odsek proge, kamor je vlak s postaje namenjen in dolžin tirov na končni postaji, ki so v povprečju krajši kot na ranžirni postaji. Ob izrednih dogodkih je dovoljeno formirati daljše vlake kot so tiri, vendar je zaradi tega potrebno omejiti ostale tiri, ki se zaradi tega uporabijo.

Tabela 15: Namen in uporabne dolžine tirov v smerni skupini ranžirne postaje Zalog in njim določene maksimalne dolžine vlakov (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

Št. tira	Namen tira	Uporabna dolžina	Največje dolžine vlakov
S-12	Rezervni tir	833 m	—————
S-13	Zahony (MAV)	849 m	520m
S-14	Celldomolk (MAV)	872 m	570m
S-15	Sofija (BDŽ) East Express	897 m	540m
S-16	Rijeka (HZ)	895 m	397m
S-17	Sežana loko	894 m	520m
S-18	Ljubljana Moste	968 m	520m
S-21	Villach (ÖBB)	971 m	600m
S-22	Maribor težno	882 m	570m
S-23	Cervignano (FS)	880 m	570m
S-24	Thessaloniki (CH), Express Interfracht (Schenker, Proodoss, Skopje (MŽ))	832 m	570m/ po dogovoru
S-25	Murakeresztur (MAV)	804 m	520m
S-26	Trieste	803 m	320m
S-27	Schenker Proodoss in Express	853 m	580m
S-28	Celje trz	856 m	570m
S-31	Schenker, Proodoss (CH) in dodajanje vlaku 46177 in Express	850 m	580m
S-32	Koper avtomobili	849 m	505 m
S-33	Zagreb R.K. (HŽ)	848 m	580 m
S-34	Koper Luka –pločevina in odpadno železo	864 m	505 m
S-35	Nova Gorica in trz	864 m	520 m
S-36	Sevnica in trz	864 m	420 m
S-37	Novo mesto in trz	864 m	460 m
S-38	Jesenice loko	865 m	460 m

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Tabele 15

S-41	Koper – kontejnerji	827 m	505 m
S-42	IP za Zagreb r.k. (HŽ) in prazni vagoni za Koper	825 m	570 m
S-43	Ljubljana Zalogo loko	835 m	=====
S-44	Kranj, Kamnik	797 m	460 m
S-45	Koper odprti in zaprti vagoni	798 m	520 m
S-46	Carina	879 m	=====
S-47	Carina in tehtanje	754 m	=====
S-48	Trbovlje, Prestranek, Ivančna Gorica – Trebnje – Mirna, Laze - Litija	757 m	250 m
S-51	Rezervni tir	782 m	=====
S-52	Kočevje	709 m	410 m
S-53	Ortnek	711 m	300 m
S-54	Prazni E/Ea	745 m	=====
S-55	Prazni Tad	749 m	=====
S-56	Prazni G	692 m	=====
S-57	Prazni H	647 m	=====
S-58	Ostali prazni vagoni razen G, H, E in Tad	1224 m	=====
	<b>Skupaj</b>	<b>32688 m</b>	=====

### 6.5.1 Teoretična zmogljivost smerne skupine

Za račun teoretične zmogljivosti smerne skupine najprej izračunamo teoretično število vagonov po enačbi (37), ki se v skupini lahko nahajajo. V računu upoštevamo seštevek vseh dolžin smernih tirov  $L_t = 32688$  m (Tabela 15) in povprečno dolžino enega vagona  $l_{vag} = 15$  m:

$$N_t = \frac{L_t}{l_{vag}} = \frac{32688 \text{ m}}{15 \text{ m}} = 2179 \text{ vagonov.}$$

Dobljeno teoretično število vagonov po enačbi (38) zmanjšamo s časovnim koeficientom izkoriščenja smernega tira  $\alpha_j = 0,7$ , da dobimo teoretično zmogljivost:

$$N_s^t = \frac{N_t}{\alpha_j} = \frac{2179 \text{ vagonov}}{0,7} = 3113 \text{ vagonov.}$$

### 6.5.2 Dejanska zmogljivost smerne skupine

Dejansko število vagonov izračunamo po enačbi (39), v kateri upoštevamo za 30 % zmanjšano teoretično število vagonov  $N_t$  zaradi praznin med njimi:

$$N_d = N_t * y = 2179 \text{ vagonov} * 0,7 = 1525 \text{ vagonov.}$$

Dejansko število vagonov delimo s koeficientom rezerve  $\gamma = 1,2$  po enačbi (40) in dobimo dejansko zmogljivost smerne skupine:

$$N_s^d = \frac{N_d}{\gamma} = \frac{1525 \text{ vagonov}}{1,2} = 1271 \text{ vagonov.}$$

## 6.6 Izvozna skupina na ranžirni postaji Zalog

V izvozni skupini postaje Zalog je 8 tirov, od tega je tir št. I-13 namenjen tranzitnim vlakom, tir št. I-14 prehodu vlakov proti Zidanemu mostu in tir I-10a je v uporabi kot izvlečni tir. V dejanski uporabi za namen izvozne skupine je 6 tirov.

Od smerne skupine dalje so izvozni tiri v vzponu in sicer je kretniško območje izvozne skupine na razdalji 306,0 m od smerne skupine in na 5,09 ‰ vzpona. Od kretnice št. 6 do kretnice št. 101 je 80,0 m vzpona 0,36 ‰, nato ima 352,0 m vse do višine potniške postaje vzpon 1,25 ‰ in od tu 465 m 2,5 ‰ vzpona do kretnice št. 111.

V izvozni skupini se nahajajo enojne in križiščne kretnice, ki so ogrevane električno ali plinsko in zavarovane s posameznimi ali skupnimi kretniškimi izolirkami, posamezno sta zavarovana tudi križišča K1 in K2. Vsi tiri razen I-10a so zavarovani s tirnimi izolirkami. Celotna izvozna skupina je elektrificirana. Vlaki, ki stojijo do 30 min so zavrti z avtomatsko zračno zavoro, če pa stojijo dlje je potrebno dodatno pritegniti dve ročni ali pritrilni zavori. V izvozni skupini je eno zvezno stikalo in več tirnih stikal.

Tabela 16: Namen in uporabne dolžine tirov v izvozni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

Št. tira	Namen tira	Uporabna dolžina (smer A-B)	Uporabna dolžina (smer B-A)
I-7	izvozni tir proti Ljubljani, Lj – Mostam in Zidanemu Mostu (I. in II. snop smerne skupine) in tranzitni vlaki brez ali z delno predelavo	534 m	539 m
I-8	izvozni tir proti Ljubljani in Lj - Mostam	535 m	552 m
I-9	izvozni tir proti Ljubljani in Lj - Mostam	626 m	642 m
I-10	izvozni tir proti Ljubljani in Lj - Mostam	714 m	714 m
I-11	izvozni tir proti Ljubljani, Lj – Mostam in Zidanemu Mostu (I. in II. snop smerne skupine) in tranzitni vlaki brez ali z delno predelavo	701 m	694 m
I-12	izvozni tir proti Ljubljani, Lj – Mostam in Zidanemu Mostu (I. in II. snop smerne skupine) in tranzitni vlaki brez ali z delno predelavo	709 m	692 m
I-13	izvozni tir proti Ljubljani, Lj – Mostam in Zidanemu Mostu (I. in II. snop smerne skupine) in tranzitni vlaki brez ali z delno predelavo	707 m	701 m
I-14	Glavni izvozni tir proti Zidanemu Mostu in prevozni tir za vlake Lj – Moste – Zidani Most	903 m	910 m
I-10a	slepi tir	23 m	23 m
	<b>Skupaj</b>	<b>5452 m</b>	<b>5467 m</b>

### 6.6.1 Zmogljivost izvozne skupine

Zmogljivost izvozne skupine  $N_{vl}$  pomeni, kolikšno število vlakov se z izvozne skupine lahko dnevno odpremi. Za izračun je potrebno najprej določiti čas odprave vlakov z izvozne skupine po enačbi (43), pri čemer je srednja hitrost izvoza vlaka s postaje  $V_{sr} = 20$  km/h, povprečna dolžina vlaka za izvoz v obravnavanem obdobju  $l_{ov} = 270$  m in oddaljenost od osi tira do konca zadnje kretnice na izvozu  $l_s = 350$  m (Jović, 2001):

$$t_{ov} = \frac{0,06}{V_{sr}} * \left( \frac{l_{ov}}{2} + l_s \right) = \frac{0,06}{20 \text{ km/h}} * \left( \frac{270 \text{ m}}{2} + 350 \text{ m} \right) = 1,45 \text{ min} \cong 2 \text{ min.}$$

Ta podatek upoštevamo v računu za čas zasedenosti tira  $t_{iv}$ , kjer je čas trajanja končnih operacij  $t_{ko} = 66$  min (Tabela 3) in čas prestavitve vagonov v izvozno skupino  $t_{pr} = 5$  min (Jović, 2001) in ga izračunamo po enačbi (42):

$$t_{iv} = t_{ko} + t_{ov} + t_{pr} = 66 \text{ min} + 2 \text{ min} + 5 \text{ min} = 73 \text{ min}$$

Sedaj lahko določimo zmogljivost izvozne skupine po enačbi (47), kjer je dejansko število izvoznih tirov v uporabi na postaji Zalog  $n_t = 8$ , teoretični čas dela v minutah  $T_r = 1440$  minut, časovni koeficient izkoriščenosti izvoznega tira glede na zadrževanje vagona na tiru  $\alpha_k = 0,7$ .

$$N_{vl} = \frac{n_t * T_r * \alpha_k}{t_{iv}} = \frac{8 \text{ tirov} * 1440 \text{ min} * 0,7}{73 \text{ min}} = 111 \text{ vlakov} = 1998 \text{ vagonov}$$

### 6.7 Postajna skupina na ranžirni postaji Zalog

Na ranžirni postaji Zalog se razvršča nabiralne vlake po klasični metodi preko postajne drče in ima temu namenjenih 10 tirov in 1 izvlečni tir. Zaviranje vagonov poteka z zavornimi coklami. Kretniško območje je pod postajno drčo v dolžini 93,0 m v 5,0 ‰ padcu. Od tu so tiri na 1,0 ‰ vzponu na dolžini 200,0 m do izvoznega kretniškega območja, ki je na dolžini 216,0 m v vzponu 8,45 ‰. Tir P-13 je izvlečni tir, tir P-14 pa ima tirno tehtnico in ob njej 53,0 m dolgo horizontalo. Oba sta v 1,75 ‰ vzponu do konca in imata dodatne tire za povezavo do postajne skupine, zato njihove dolžine medsebojno seštejemo. Na njiju se uvaža vagoni z vnetljivimi in drugimi nevarnimi snovmi, razen eksplozivov. Na tiru P14-a je nameščena avtomatska tirna tehtnica tipa Libela – Duplex L-70, dolžine 20,0 m in nosilnosti 100 t, kamor se pripelje tehtat vagoni, ki nimajo popolnega podatka ali je ta napačen.

Med tiri se nahaja kompresorska postaja. Kretnice so enojne in ena je križiščna, njihov čas postavitve je 0,6 s, so nezavarovane in razsvetljene z električno razsvetljavo. Kretnica št. 237 je edina, ki ima električno gretje, ostale se ogrevajo s pomočjo plina. Na tiru P-13a je tirna izolirka, tiri P-1 do P-5 pa imajo posamezne kretniške izolirke.



Tabela 17: Namen in uporabne dolžine tirov v postajni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

Št. tira	Namen tira	Uporabna dolžina
P-1	sestava nabiralnih vlakov	211 m
P-2	sestava nabiralnih vlakov	209 m
P-3	sestava nabiralnih vlakov	207 m
P-4	sestava nabiralnih vlakov	206 m
P-5	sestava nabiralnih vlakov	205 m
P-6	sestava nabiralnih vlakov	205 m
P-7	sestava nabiralnih vlakov	205 m
P-8	sestava nabiralnih vlakov	178 m
P-10	sestava nabiralnih vlakov	231 m
P-13	izvlečni tir za IV. premikalno lokomotivo	417 m + 290 m = 707 m
P-14	tir s tirno tehtnico	227 m + 85 m = 512 m
	<b>Skupaj</b>	<b>3076 m</b>

Na postaji se sestavlja nabiralne vlake za tri smeri, kjer ima vsaka smer svoje število medpostaj in največje dovoljene dolžine vlaka glede na njihovo dolžino tira.

Tabela 18: Smeri in največja dovoljena dolžina vlakov (SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

Progovni odsek	Število medpostaj	Največja dovoljena dolžina vlaka
Ljubljana Zalog - Trbovlje	4	570 m
Ljubljana Zalog - Prestranek	9	500 m
Ljubljana Zalog - Kamnik	3	435 m

## 6.8 Lokotovorna skupina na ranžirni postaji Zalog

Lokotovorna skupina ima 9 tirov, kjer sta tira L-1 in L-9 izvlečna tira, prvi je namenjen menjavanju smeri premikalne lokomotive, drugi za izvoz vlakov v izvozno skupino. Vsi tiri so na razdalji 465,0 m v 2,5 ‰ vzponu, razen tir L-1 je na (b) delu po celotni dolžini 225,0 m v vzponu 5,0 ‰ in tir L-9 je na dolžini 341,0 m do kretnice št. 31 v vzponu 1,25 ‰. Vmesnih 7 tirov je namenjenih točno določenemu končnemu cilju in je njihovo število ravno zadostno.

Desno od lokotovorne skupine se nahaja kompresorska postaja. Ena kretnica je križiščna, ostale so enojne, vse so nezavarovane in ogrevane s pomočjo plina. Tirna izolirka in elektrifikacija se nahajata le na tiru L-1b, na 6-ih ostalih kretnicah se nahajajo posamezne kretniške izolirke. Vagone in lokomotive se zavaruje z ročnimi zavornimi coklami. V skupini se nahaja eno tirno stikalo.

Tabela 19: Namen in uporabne dolžine tirov v lokotovorni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

Št. tira	Namen tira	Uporabna dolžina
L-1	Izvlačni tir za IV. premikalno lokomotivo	101 m + 440 m + 177 m = 718 m
L-2	Tovor za delavniško skupino	360 m
L-3	Povratni lokalni tovor	387 m
L-4	Tovor za Silos in Papirnico Vevče	327 m
L-5	Tovor za Petrol	380 m
L-6	Tovor za Saturnus	258 m
L-7	Vagoni za skladiščni tir in prekladanje	223 m
L-8	Vagoni iz Nabavnega servisa in Nadzorništvo proge Lj - Zalog	122 m
L-9	Izvlačni tir	244 m
L-10	Klančina	16 m
	<b>Skupaj</b>	<b>3035 m</b>

### 6.9 Depo na ranžirni postaji Zalog

Depo je na ranžirno postajo Zalog umeščen ob postajno skupino in ima skupaj 10 tirov z označbo D-1 do D-10. Tir D-1 je opremljen z nepokrito betonsko klančino dolžine 70,0 m, širine 2,18 m in višine 1,05 m. Tir D-2 ima nakladalni profil, tir D-6 je slepi tir in služi kot vozovna delavnica, tira D-9 in D-10 izvlečna tira. Povezan je s postajno in lokotovorno skupino.

Tabela 20: Namen in uporabne dolžine tirov v depou ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

Št. tira	Namen tira	Uporabna dolžina smer A-B	Uporabna dolžina smer B-A
D-1	Popravilo tovora, prekladanje vagonov in carinski pregledi	197 m	—————
D-2	Popravilo tovora, prekladanje vagonov in carinski pregledi	205 m	205 m
D-3	Popravilo tovora, prekladanje vagonov in carinski pregledi	240 m	240 m
D-4	Tehnično popravilo	334 m	334 m
D-5	Tehnično popravilo	340 m	340 m
D-6	Gariranje težko poškodovanih vagonov	100 m	—————
D-7	Pranje in dezinfekcija vagonov	417 m	417 m
D-8	Pranje in dezinfekcija vagonov	328 m	328 m
D-9	Odstavni tir za poškodovane vagoni, naložene z RID	77 m	—————
	<b>Skupaj</b>	<b>2238 m</b>	<b>1864 m</b>

## 6.10 Odstavna skupina na ranžirni postaji Zalog

Postaja ima skupaj 6 odstavnih tirov, nameščenih med uvozno, smerno in postajno skupino. Celotna skupina je v vzponu in sicer najprej na dolžini 75,0 m v vzponu 6,48 ‰, nato na dolžini 162,0 m v 1,23 ‰ vzponu in od tu še 138,0 m v 17,0 ‰ vzponu. Tir O-6 ima po celotni dolžini vzpon 1,23 ‰. Vse kretnice so enojne in ogrevane s plinom.

Tri kretnice so izolirane posamično, ostale imajo skupno izolirko. Tiri O-3, O-4 in O-5 so elektrificirani po celotni dolžini in služijo čakanju električnih vlečnih lokomotiv na odhod. V skupini se nahaja eno tirno in dva depojska tirna stikala.

Odstavni tiri so namenjeni daljšemu čakanju vagonov na izvoz ali čakanju vlečne lokomotive, ki zaradi elektrifikacije ne more preko smerne skupine. Sem se uvozi vagoni s tovorom, ki ne sme preko drče, npr. žive živali in avtomobili ter izredne pošiljke, ki čakajo na priklop določenemu vlaku. Na odstavnem delu se začasno nahajajo železniški delovni stroji, za katere imajo posebej urejeno hrambo v Šiški. Na tirih O-3 in O-4 sta pregledna jaška dolžine 24,0 m in globine 0,7 m za pregled premikalnih lokomotiv in pritegovanje zavor. Desno od tira O-1 je kovinski peskovnik, ki oskrbuje premikalne lokomotive s peskom, sam tir pa služi za čakanje vagonov, ki prevažajo eksplozivne snovi.

Tabela 21: Namen in uporabne dolžine tirov v odstavni skupini ranžirne postaje Zalog (Vir: SŽ, Postajni poslovni red I, 2012)

Št. tira	Namen tira	Uporabna dolžina
O-1	Dizel lokomotive, ki čakajo na prevzem vlakov, neelektrificirana, odstavitev izrednih pošiljk	216 m
O-2	Dizel lokomotive, ki čakajo na prevzem vlakov, neelektrificirana, odstavitev izrednih pošiljk	154 m
O-3	Električne lokomotive, ki čakajo na vlake, pregledni jašek	103 m
O-4	Električne lokomotive, ki čakajo na vlake, pregledni jašek	59 m
O-5	Prevozni tir	375 m
O-6	Slepi tir, gariranje delovnih strojev	84 m
	<b>Skupaj</b>	<b>991 m</b>

## 6.11 Potniška postaja Zalog

Potniška postaja Zalog je samostojna potniška postaja, ki stoji ob strani ranžirne postaje Zalog ob glavnih obvoznih tirih. Ker z ranžirno postajo ni povezana ne bo posebej obravnavana.

## 6.12 Premikalne lokomotive in izvlečni tiri na ranžirni postaji Zalog

Na ranžirni postaji Zalog poteka turnus 12/24/48, na katerem delajo štiri premikalne lokomotive in le v primeru izrednega povečanja del se njihovo število poveča. Ocenjeno je, da so premikalne lokomotive zasedene 85 % časa in bi v primeru okvare ene lokomotive prišlo do zastajanja del (SŽ, revija Nova proga, 2004). Menjava zaradi pomanjkanja lokomotiv lahko ne bi bila možna. Vse premikalne lokomotive na postaji so dizelske in serije 642 in 643 podjetja Đuro Đaković. Lokomotive so v uporabi že od leta 1961, v povprečju pa imajo slabih 40 let dobe obratovanja. Vsaka ima natančno dodeljen čas obratovanja in področje dela. Ob izrednih dogodkih transportni dispečer ali pomočnik vodje nadzorne postaje prilagodita področja dela in njihove naloge.



Slika 21: Dizel lokomotiva serije 642 (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013)

Prva premikalna lokomotiva dela v uvozni in smerni skupini kjer potiska razpete vagonne preko drče in jih razvršča po smerni skupini v kolikor niso dosegli končne točke. Dela med tednom od 6:40 – 9:40 in ob nedeljah od 6:40 – 18:40, kar skupaj nanese 914 minut neto dela in 355 minut zamud.

Druga lokomotiva dela enako delo kot prva, dodatno pa razvršča vagonne v odstavnem in smernem delu s smeri uvozne skupine in izvažajo spete vagonne v izvozno skupino. Dela ponoči od 18:40 do 6:40 razen v izmenah ob sobotah in nedeljah.

Tabela 22: Delo s prekinitvami za I. in II. premikalno lokomotivo (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Zalog, 2012)

	I. premikalna lokomotiva	II. premikalna lokomotiva
<b>Delo</b>		
Razstavljanje (spušcanje) vagonov	605 min	275 min
Potiskanje v smerni skupini	152 min	65 min
Premik praznih vagonov	70 min	35 min
Popravilo napačnih spustov, vožnja preko drče	45 min	15 min
Dokončna sestava vlakov	42 min	42 min
<b>Skupaj</b>	<b>914 min</b>	<b>430 min</b>
<b>Ovire pri delu</b>		
Umik vlakovnih lokomotiv	45 min	23 min
odmor	85 min	50 min
Oprema premikalne lokomotive	30 min	_____
Predaja službe	15 min	_____
Prekinitvev dela	180 min	_____
Uvoz na tire U-6 do U9 z smeri Zidani Most	_____	11 min
<b>Skupaj</b>	<b>355 min</b>	<b>43 min</b>

Tretja premikalna lokomotiva izvažajo vlake s smerne v izvozno skupino s smeri Ljubljana trz in LJ – Moste. Njeno delo poteka neprekinjeno razen ob nedeljah ima delovni čas od 15:00-18:00. Po potrebi opravlja delo IV. premikalne lokomotive.

Tabela 23: Delo s prekinitvami za III. premikalno lokomotivo (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Zalog, 2012)

<b>III. premikalna lokomotiva</b>	
<b>Delo</b>	
Prestavitev vlakovnih sestavov v izvozno skupino	612 min
Dokončna sestava vlakov	95 min
Odstavitev tehnično nesposobnih vagonov, menjava sklepne zavore, ipd.	40 min
Delo namesto IV. premikalne lokomotive	45 min
Tehtanje v nočni izmeni	30 min
<b>Skupaj</b>	<b>822 min</b>
<b>Ovire pri delu</b>	
Uvozi, izvozi in prevozi vlakov	60 min
Premik IV. premikalne lokomotive	20 min
Vožnje vlakovnih lokomotiv na vlake	45 min
Odmor med delom	100 min
Oprema premikalne lokomotive	30 min
Predaja službe	30 min
<b>Skupaj</b>	<b>285 min</b>

Četrta premikalna lokomotiva izvažava vlake s smerne v postajno skupino, kjer jih razvršča preko postajne drče v nabiralne vlake. Sestavlja industrijske vlake in vlake za druga manipulacijska mesta, opravlja njihovo oskrbo, tehtanje in po potrebi potiska vagone preko glavne drče. Dela neprekinjeno razen v času od sobote od 18:40 do nedelje 18:40. Med tednom dela od 15:00-18:00 na glavni drči.

Tabela 24: Delo z prekinitvami za IV. premikalno lokomotivo (Vir: SŽ, Tehnološki proces dela postaje Zalog, 2012)

<b>IV. premikalna lokomotiva</b>	
<b>Delo</b>	
Sestava nabiralnih vlakov	290 min
Priprava in oskrba industrijskih tirov	550 min
tehtanje	60 min
Dostava vagonov na tira 27 in 37	50 min
Sestava in prestavitev povratnega tovora	105 min
<b>Skupaj</b>	<b>1055 min</b>
<b>Ovire pri delu</b>	
Odmor med delom	100 min
Oprema premikalne lokomotive	30 min
Predaja službe	30 min
<b>Skupaj</b>	<b>160 min</b>

Vsaka skupina ima minimalno en izvlečni tir. Njihovo število ne bomo posebej računali, saj so izračuni pokazali, da je v vseh skupinah tirov preveč, v tistih, ki imajo tire razdeljene po namenu pa delo glede na doseženo kapaciteto ni tako obsežno, da bi potrebovali dodatne izvlečne tire.

### 6.13 Naprave na ranžirni postaji Zalog

Ranžirno postajo Zalog imenujemo glede na opremljenost z napravami polavtomatska postaja.

Je predstavnic gravitacijske postaje z dvema drčama, glavno in postajno. Glavna drča ima kombinirano elektronsko elektro relejno postavno napravo sistema GEC ALSTHOM, ki jo predstavljajo zavorne naprave in kretnice proti smerni skupini. Postajna drča nima zavorne opreme, kretnice na njej so tipa Saxby in so predstavniki kombinirane elektronsko elektro relejne postavne tehnike. Delo na obeh drčah je lahko polavtomatsko ali ročno, za katerega se operater lahko odloči kadarkoli in lahko poteka na obeh drčah hkrati. Prestavljanje kretnic se opravlja na daljavo s pomočjo komandnega pulta v stolpu, na katerem je narisana shema tirov in kretnic. Vodja premika izbere željen tir in prestavi stikala za premik kretnic v željeno smer. Plošča pošlje ukaz v sistem kretnice in ta se premakne na daljavo. Kretnice je možno prestavljati tudi ročno, kjer vodja premika v stolpu na daljavo sprosti kretniški sistem in s tem omogoči ročni premik kretnice.



Slika 22: Kretniški komandni pult s podrobnim prikazom tipk (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013)



Slika 23: Komandni pult za zavorni sistem na drči s podrobnim prikazom tipk (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013)

Na področju uvozne, izvozne, smerne na strani izvozne, odstavne in postajne skupine je zavarovana z ERSV sledilno napravo tipa SL – Te – I – 30 Iskra Lorenz. Sistem je nameščen tudi na povezovalnih tirih št. 62, 64a, 64b, 72, 74, 75, 76, 77 in 78 in na postajih tiri P-13 in P-14.

Avtomatski progovni blok je sistem Iskra Lorenz (SBL - 5) in je nameščen s strani Ljubljana – Moste na tiru št. 60. Na vsakih 1000 m opremljen s svetlobnimi in prostornimi signali za urejanje prometa zaporednih vlakov.

Naprave medpostajne odvisnosti se nahajajo na tirih št. 61 in 64 in z dodatnimi avtostop napravami (krajše AS naprave) sistema I-60 na vseh uvoznih signalih, izvoznih signalih na območju potniške postaje Zalog ter na nekaterih postajnih in progovnih kritnih signalnih.

V sistem avtomatskega progovnega bloka (krajše APB), medpostajne odvisnosti (krajše MO) in ERSV so vključeni vsi glavni, premikalni ter mejni tirni signali in vse daljinsko vodene kretnice.

Telekomunikacija poteka preko telefonskih zvez in telekomunikacijskega pulta tipa Neumann, s katero so opremljeni notranji in zunanji prometniki in prometniki postavljalci.

Prometniki imajo za prenos podatkov in elektronsko pošto osebne računalnike, na katerih je nameščena aplikacija Roman Anywhere za prikaz elektronskega grafikona prometa vlakov.

Za komunikacijo pri premikih, komercialnih in tehničnih pregledih, popisu vlakov, opravljanju zavornih preiskusov in čiščenju kretnic se uporabljajo mobilne, stabilne in prenosne UKV zveze sistema Storno in Motorola.





Slika 24: Računalnik, telefon in UKV prenosna naprava (Vir: fotografiranje na ranžirni postaji Zalog dne: 12.1.2013)

Na Ljubljanskem vozlišču vključno z ranžirno postajo Zalog so nameščene progovne radio naprave PRC, ki delujejo v radiodispečerskem sistemu Telefunken. Nameščene so v centru za vodenje, ob progi in v lokomotivah. Vse komunikacije se snemajo s pomočjo digitalnega registrofona ATIS MDR 2000, ki se 48 ur hranijo pri Službi za notranji nadzor.

Celoten sistem je opremljen z napravami za posredovanje točnega časa oziroma elektronske ure. Matična ura je nameščena v stolpu na izvozu, njen ponavljalnik je na uvozu. Skupaj krmilita vse okoliške ure.

Žat avtomatsko omrežje omogoča komunikacijo preko interfonov. Interfoni so sestavljeni z zunanje in notranje naprave, ki so medsebojno povezane preko centrale. V zavetiščnih uticah se nahaja 10 terminalov tipa UTS-20 in UT-200 (UNISYS), ki so preko ŽAT omrežja povezani z računalnikom tipa Unisys 2400/400. Sistem je centralno voden v CP Ljubljana.

Na postaji je postavljeno ozvočenje za lažje sporazumevanje.

## 7 ZAKLJUČEK

Ranžirne postaje v železniškem prometu zasedajo pomembno mesto in bodo v njem vedno prisotne, ne glede na to kako draga je njihova izvedba in obratovanje ter koliko časa se izgubi zaradi premeščanja vagonov na njih. Ves čas se stremi k čim hitrejšemu poteku dela in s tem v povezavi se razvija nove tehnologije dela in nove naprave, ki bi v čim večji meri zmanjševale stroške ter čas razvrščanja.

Prvi velik korak k izboljšanju so storili že 100 let nazaj, ko so na večje ranžirne postaje uvedli drče oziroma klančine, ki so omogočale hitrejši potek dela in predvsem zmanjšale porabo goriva. Razvoj tehnologije upravljanja z različnimi postajnimi napravami je privedel do dela z njimi na daljavo. To je povečalo hitrost premeščanja in zmanjšalo prisotnost delovne sile med tiri na postaji. Ker pa je večina ranžirnih postaj svojo največjo kapaciteto predelave dosegla v 80-ih letih prejšnjega stoletja sta tudi potek dela in tehnologija ostala na nivoju, ki so ga poznali. Glede na to, da se obseg predelave od takrat dalje počasi zmanjšuje na račun večanja količine vlakov ki vozijo neposredno do uporabnikov, poteka delo sicer že dokaj zastarelo polavtomatsko tehnologijo brez večjih zapletov. Novejše ranžirne postaje, ki so se gradile po letu 1990, imajo delo popolnoma avtomatizirano in se le prilagajajo ostankom stare tehnologije, ki jo s seboj pripeljejo starejši vagoni (ročne ali kombinirane spenjače) in vlečne lokomotive (brez avtomatske predaje spremnih listin).

Ranžirne postaje so zaradi hitrejšega poteka dela in večje preglednosti razdeljene v posamezne skupine, kjer ima vsaka zase točno določen namen in vrsto dela. Glavnih skupin (uvozne, smerne in izvozne skupine) v nobenem primeru ne bi mogli izpustiti, medtem ko ostale skupine predstavljajo dodatek na postaji, ki delo glede na vrsto in količino tovora optimizirajo. V diplomski nalogi je bila vsaka skupina posebej obravnavana in njej so bile dodeljene tudi različne metode za dimezioniranje ranžirnih postaj. Predstavljene metode se nanašajo na dimezioniranje srednje velikih in velikih ranžirnih postaj, katerih predstavnica je tudi edina slovenska ranžirna postaja v Zalogu.

Ranžirna postaja Zalog je gravitacijska polavtomatska ranžirna postaja, ki je bila dimezionirana za kapaciteto okoli 2700 vagonov dnevno. Iz podatkov o obsegu dela za obdobje 2000 – 2011 je ugotovljeno, da se ta v teh letih ni bistveno spreminjal in znaša okoli 870 vagonov dnevno. Na podlagi tega ugotavljam, da je za to obdobje število tirov na postaji zadostovalo. Prav tako bo zadostovalo tudi za naslednjih 10 let, saj se pričakuje čedalje več vlakov, ki vozijo neposredno do uporabnikov. Dolžine tirov bi bilo v večini smotrno podaljšati, saj ne ustrezajo določbam evropskih standardov, ki predvidevajo dolžine 700 m. Glede na vse boljšo zmogljivost tehnologije predvidevam, da se bo dovoljena dolžina vlakov le podaljševala in bo le ta čedalje večja ovira. V prihodnosti bi bilo najbolj smotrno vlagati v modernizacijo zastarelih naprav na postaji ali nakup novih. V tem primeru bi bile najnujnejše sekundarne avtomatske zavore v smerni skupini zaradi katerih ne bi bilo več potrebe po nevarnem in težkem delu premikačev, hkrati pa bi se zmanjšalo število naletov in poškodb občutljivih pošiljk.

## VIRI

Janjić S., 1977. Železničke stanice II. Beograd, Univerzitetu u Beogradu, Građevinski fakultet: 107 str.

Milošević B., 1980. Železničke stanice I čvorovi – proračun staničnih kapaciteta. Beograd, Univerzitetu u Beogradu, Saobraćajni fakultet: 334 str.

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

Kovačević P. 1976. Eksploatacija železnica. Beograd, Zavod za novinsko-izdavačku i propagandnu delatnost JŽ: 414 str.

Bogić M., 1998. Pregled razvoja železniškega omrežja v Sloveniji in okolici. Ljubljana, Slovenske železnice: 36 str.

Jontes J., 1999. Uporaba železniških signalnovarnostnih naprav. Ljubljana, Slovenske železnice: 144 str.

Slovenske železnice – Služba za strategijo in razvoj. 1993. Modernizacija ranžirne postaje Zalog. Ljubljana, Slovenske železnice: 5 f.

Jović A., 2001. Analiza dela in zmogljivosti ranžirne postaje Zalog. Diplomski naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Železniški promet: f: 38, 60, 63, 71

Zárecký S., Grůň J., Žilka J., 2008. The newest trends in marshalling yards automation. Transport problems, Tom 3, Volume 4, Part 1: 87 – 95

Slovenske železnice SŽ – Program omrežja 2013, [http://www.slo-zeleznice.si/uploads/SZ/program\\_omrezja\\_2013/2013\\_22\\_11\\_12/PO\\_2013\\_1\\_Priloga\\_3\\_2\\_Pregledne\\_karte.pdf](http://www.slo-zeleznice.si/uploads/SZ/program_omrezja_2013/2013_22_11_12/PO_2013_1_Priloga_3_2_Pregledne_karte.pdf) (pridobljeno 18.1.2013)

Slovenske železnice SŽ – Program omrežja 2013, Skice postajnih tirnih shem – Postaja Zalog (Pridobljeno 18.1.2013)

Slovenske železnice SŽ. 2004. Revija Nova proga – Revija Slovenskih železnic. Ljubljana, Oktober 2004, str: 8 – 9

Slovenske železnice – Infrastruktura, 2012. Postajni poslovni red I. del Postaja Zalog, Ljubljana. 163 str. (Pridobljeno: 16.1.2013)

Slovenske železnice – Infrastruktura, 2012. Postajni poslovni red II. del Postaja Zalog, Ljubljana. 35 str. (Pridobljeno: 16.1.2013)

Slovenske železnice – Infrastruktura, 2011. Program omrežja Republike Slovenije 2013, Ljubljana. 62 str. (Pridobljeno: 16.1.2013)

Slovenske železnice – Infrastruktura, 2012. Tehnološki proces dela, postaja Ljubljana Zalog, Ljubljana Zalog. 17 str. (Pridobljeno: 16.1.2013)

Railway technical, 2011. Railway systems, technologies and operations across the world, 439 str. <http://www.railway-technical.com/index.shtml> (Pridobljeno: 17.10.2012)

Classification yard. 2012. [http://en.wikipedia.org/wiki/Classification\\_yard](http://en.wikipedia.org/wiki/Classification_yard) (Pridobljeno: 20.10.2012)

New Joules Engineering North America Inc., Kansas City

[http://www.newjoules.com/PDF/New\\_Joules\\_Speed\\_Control\\_Systems\\_for\\_Marshalling\\_Yards.pdf](http://www.newjoules.com/PDF/New_Joules_Speed_Control_Systems_for_Marshalling_Yards.pdf)

(Pridobljeno: 20.10.2012)

Baza Svarog, zgodovina – proces industrializacije v 19. Stoletju

[http://baza.svarog.org/zgodovina/1789/proces\\_industrializacije.php](http://baza.svarog.org/zgodovina/1789/proces_industrializacije.php) (Pridobljeno: 20.10.2012)

Ministrstvo za kulturo in prostor, Direktorat za prostor, 2010, ODPN za ljubljansko železniško vozlišče. str: 6 – 7

[http://arhiv.mm.gov.si/mop/javno/zelezniško\\_vozlisce\\_ljubljana/1\\_tekstualni\\_del/12\\_uredba/ODPN\\_Z\\_eleznica\\_100323.pdf](http://arhiv.mm.gov.si/mop/javno/zelezniško_vozlisce_ljubljana/1_tekstualni_del/12_uredba/ODPN_Z_eleznica_100323.pdf)

Aqua, Signal and Telegraphic Systems. Drenažni sistem ob progi

<http://www.aquafab.co.uk/permanent-way-drainage-systems.htm> (Pridobljeno: 12.1.2013)

Agencija Republike Slovenije za okolje, Povprečna letna hitrost vetra 50m nad tlemi.

<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/karte/karta4043.html> (Pridobljeno: 16.12.2012)

Prometni pravilnik. št. Ur. l. RS 50/2011

Signalni pravilnik. št. Ur. l. RS 123/2007

Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog. Št. Ur. l. RS 92/2010

Pravilnik o zavorah, varnostnih napravah in opremi železniških vozil. št Ur. l. RS 6/2003

Trainweb. Selkirk avtomatska ranžirna postaja <http://www.trainweb.org/railnuts/yard.html>

(Pridobljeno: 28.1.2013)

Irfca - ranžirne postaje. 2008. <http://www.irfca.org/docs/marshalling-yards.html> (Pridobljeno: 10.10.2012)

Transportation Safety Board of Canada. 2004. Railway Investigation Report R03T0026

<http://www.tsb.gc.ca/eng/rappports-reports/rail/2003/r03t0026/r03t0026.asp> (Pridobljeno: 12.1.2013)

Networkrail. 2012. We've awarded framework agreements for re-signalling the railway.

<http://www.networkrail.co.uk/etcs.aspx> (Pridobljeno: 1.2.2013)

Vlaki.info., kretniški pogon na daljavo <http://www.vlaki.info/forum/viewtopic.php?f=17&t=6173>

(Pridobljeno: 17.10.2012)

The automatic center coupler for European railway. 2006. Spenjači za železniška vozila

<http://wirtschaftssenioren.ba-bautzen.de/amk/amkenglish/wabconeue.htm> (Pridobljeno: 12.1.2013)

