

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

**Gioia Gadža**

**ANALIZA TEHNOLOŠKIH PROCESA U  
ŽELJEZNIČKOM PROMETU S ASPEKTA  
TEHNIČKE MOĆI PRUGE**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2013.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

**ANALIZA TEHNOLOŠKIH PROCESA U  
ŽELJEZNIČKOM PROMETU S  
ASPEKTA TEHNIČKE MOĆI PRUGE**

Kolegij: Tehnološki procesi u prometu  
Mentor: dr. sc. Svjetlana Hess  
Student: Gioia Gadža  
JMBAG: 0112030863  
Studij: Tehnologija i organizacija prometa

Rijeka, rujan, 2013.

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	2
2.	TEHNIKA I SIGURNOST ŽELJEZNIČKOG PROMETA.....	3
2.1.	Povijesni razvitak željeznice.....	3
2.2.	Načini i uvjeti za obavljanje sigurnog toka željezničkog prometa.....	6
2.3.	Brzine vlakova .....	7
3.	TEMINALI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU .....	8
3.1.	Željeznička prometna infrastruktura .....	8
3.2.	Kolodvori .....	10
3.3.	Informacije o dolazećim vlakovima u kolodvor .....	13
3.4.	Upravljačka dokumentacija i obrada podataka u kolodvoru.....	13
3.5.	Skladišta .....	13
3.6.	Sredstva željezničkog prijevoza .....	14
3.7.	Vučna sredstva .....	15
3.7.1.	Prijevozna sredstva .....	19
3.7.2.	Vlakovi velikih brzina.....	19
4.	ODREĐIVANJE TEHNIČKE MOĆI PRUGE .....	21
4.1.	Prijevozna moć pruge.....	22
4.2.	Propusna moć pruge .....	22
4.3.	Tehničke značajke željezničke pruge .....	22
4.4.	Željezničko – cestovni prijelazi.....	23
4.5.	Grafičko predočavanje prometa vlaka.....	25
4.6.	Uređaji za osiguranje otvorene pruge između kolodvora.....	31
4.6.1.	Automatski pružni blok.....	33
4.6.2.	Razmak prostornih signala i uređaji .....	35
5.	PREDNOSTI ŽELJEZNIČKOG PROMETA U URBANIM PROSTORIMA... 40	
5.1.	Nova orijentacija življenja u velikim urbanim središtima .....	40
5.2.	Značajke korištenja automobila u gradovima .....	41
5.3.	Značajke tračničkih sustava masovnoga putničkog prijevoza u urbanim sredinama .....	41
5.4.	Prednosti željeznice u gradskim sredinama .....	45
6.	ZAKLJUČAK .....	46
	LITERATURA .....	47
	POPIS SLIKA .....	48
	POPIS TABLICA .....	48

## 1. UVOD

Željeznica je takav vid prometa koji se odvija kopnenim prostorom određenim linijama (prugama). Za željeznički promet bitni su fizionomski elementi tračnice i željeznička vozila, bilo da su to viseće željeznice ili klasične s dvije tračnice na tlu, ili pak podzemne željeznice. Željeznički promet je jedan od najstarijih modernih vidova prijevoza. Njegova pojava datira iz početka 19. stoljeća iz Engleske od dana kada je Stephenson, 1825. godine, konstruirao prvu lokomotivu na parni pogon. Iste te godine je ta prva lokomotiva isprobana u Engleskoj na liniji Stockton - Darlington.

Vrlo je karakteristično da se željeznica širila gotovo paralelno s razvojem industrijskog načina proizvodnje. Suvremena željeznica je i danas vodeći svjetski oblik robnog kopnenog prometa. Ona najbolje odgovara većini zahtjeva koje pred promet postavlja suvremeni industrijski razvoj, posebno u pogledu masovnog prijevoza tereta. Danas nije više naglasak na izgradnji novih željezničkih pruga. One se grade u manjem obimu i to samo u onim dijelovima svijeta gdje treba kopnom osigurati jeftiniji prijevoz većih količina tereta u određenom pravcu.

Značajnija je karakteristika željeznice danas njeno prestrojavanje u organizacijskom smislu, kako bi bila sposobna pratiti nove zahtjeve društva i gospodarstva. Obično se o tom unutrašnjem prestrojavanju govori kao o modernizaciji željeznice, sve u želji da u mnogim dijelovima svijeta ovaj oblik transporta ponovno povрати svoj poljuljani položaj prvog prijevoznika. Uz brzinu putovanja sve se više pažnje posvećuje i udobnosti. Neosporno je da su željeznice u velikoj prednosti nad cestovnim prometom upravo u mogućnosti povećanja udobnosti putovanja.

Za povećanje kapaciteta željezničkog prijevoza uz promjenu vučnih vozila adekvatno povećanje vlakova, sve se više pribjegava izgradnji još jednog ili više paralelnih kolosjeka.

U suvremenom svjetskom željezničkom transportu sve se više za uspješniju organizaciju prometa uvodi elektronika. Ona ima i naročito specifičan zadatak, da poveća već ionako relativno veliku sigurnost željezničkog prometa.

Potrebno je utvrditi relevantne parametre za organiziranje vagonskih tokova, kako tovarnih tako i praznih vagona. Propusna moć pruge i njena iskorištenost, s obzirom na razliku teorijske i stvarne propusne moći, u zavisnosti je od kvaliteta prijevozne usluge, srednje mase teretnih vlakova, odnosno srednjeg broja mjesta putničkih vlakova, u određenoj mjeri sastava i konstrukcije prijevoznih sredstava, a zatim tokova roba i putnika koji se prevoze. Sve to ovisi o slijedećim tehničko-tehnološkim parametrima pruge.

Plan i profil kolosjeka, dužine kolodvorskih kolosjeka i struktura tokova određuju pri danom tipu lokomotive maksimalno moguću masu vlakova. Međutim snaga lokomotive može biti iskorištena, kako na povećanje mase vlakova, tako i na povećanje tehničke brzine.

Povećanje mase vlakova, pri zadanim ostalim uvjetima smanjuje tehničku brzinu, a iz toga nastaje i propusna moć pruge i obrnuto. Maksimalna prijevozna moć pruge se osigurava racionalnim odnosom mase i brzine vlakova.

## 2. TEHNIKA I SIGURNOST ŽELJEZNIČKOG PROMETA

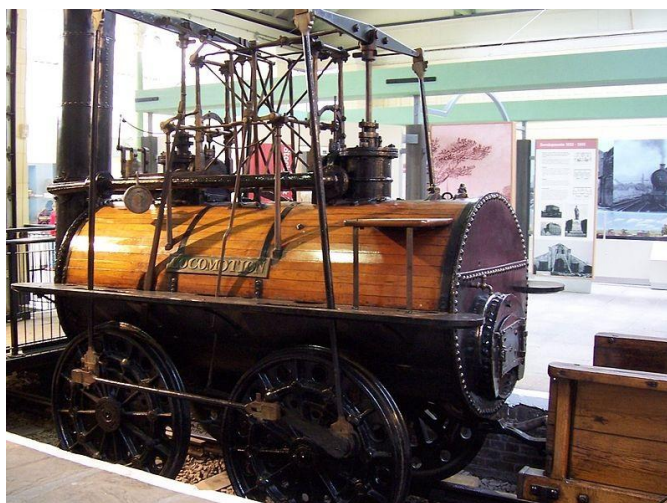
### 2.1. Povijesni razvitak željeznice

Željeznica se smatra temeljnim prometnim podsustavom masovnog prijevoza tereta i putnika na kopnu s posebnim institucionalnim statusom.

Najpovoljniji je oblik prometa sa stajališta zaštite okoliša jer najmanje onečišćuje zrak i troši najmanje pogonske energije. Željeznica zauzima prosječno tri puta manje zemljišnog prostora u donosu na cestovni promet uz približno istovjetni transportni učinak.

Tako je normativ za potrebnim prostorom dvokolosječne pruge 3,2 ha/km, a standardne autoceste s četiri prometne trake 9,1 ha/km s tim da je kapacitet željezničke pruge dvostruko veći. Za dvokolosječnu prugu potreban je koridor širine 13,7 metara, a za autocestu 2x3 prometne trake iznosi 37,5 metara. Također je potrebna za površinom tla po prevezenoj osobi u osobnom vozilu 9,54 puta veći nego u željezničkom prometu.

Začetkom željezničkog prijevoza smatra se puštanjem u promet prve željezničke pruge na svijetu (Stockton-Darlington, 1825. godine), dugačke 41 kilometra, s brzinom teretnog vlaka od 15 km/h. Naredni povijesni događaj je senzacionalno konstrukcijsko rješenje lokomotive "Rocket" inženjera Georga Stephensona, koja se kretala brzinom od 23 km/h. Na slici 1. prikazana je prva lokomotiva, koja je sada smještena u željezničkom centru i muzeju Darlington.



**Slika 1.** Prva lokomotiva

Izvor: <http://povijest.net/v5/tag/prva-industrijska-revolucija/> (kolovoz, 2013.)

Lokomotive tipa Rocket upotrebljavane su na drugoj pruzi u povijesti, zapravo s potpuno mehaničkim pogonom, od Manchestera do Liverpoola, dugačkoj 50 kilometara.

Željeznica je svojim uspjesima premašila sva očekivanja, došlo je do njezine ubrzane ekspanzije u svim industrijski razvijenim zemljama, te se prve pruge puštaju u promet 1830. godine u SAD, 1832. godine u Francuskoj, 1835 godine u Njemačkoj i Belgiji, 1838 godine u Austro- Ugarskoj i Rusiji.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prikrič, B. –Perše S.:Prijevozna...str.35.

Gradnja željezničkih pruga tako poprima obilježja društvenog fenomena kojem nema premca u povijeti tehnologije transporta.

Inženjer Stephenson postavio je temelje na osnovi kojih dolazi do napretka i usavršavanja željeznice, što je omogućilo da pri kraju XIX. stoljeća u Velikoj Britaniji i Njemačkoj brzi vlakovi u redovitom prometu voze brzinom od 90 do 100 km/h.

Pronalazak i razvitak željeznice bitno je povezan s kapitalističkim načinom proizvodnje. Ona je omogućila, a zamah industrijalizacije doveo je krajem XIX. stoljeća i u početku XX. stoljeća, do naglog širenja željezničke mreže.

Željeznica je ubrzo postala glavni oblik transporta promet je rastao nevjerojatnom brzinom, građene su jače lokomotive i veći vagoni, te je došlo do ugradnje zračnih kočnica u željeznička vozila, usavršene su pruge i prometna signalizacija.

Sredinom XX. stoljeća na visokom stupnju evolucije kapitalističkog društva, željeznica je izložena jakoj konkurenciji cestovnog prijevoza, što se posebno osjetilo nakon Drugoga svjetskog rata i rezultiralo stagnacijom željeznica praktički u svim državama, osim u socijalističkim zemljama. U posljednja tri desetljeća u svijetu dolazi do značajnih promjena u području željezničkog prometa.

Uvode se transportna sredstva novih konstrukcija, prelazi se na vagone vrlo velike nosivosti, provodi se specijalizacija vozila, uvode se teške tračnice i kontinuirane armirano-betonske ploče umjesto klasičnih željezničkih pragova, nagibne tehnike voznih sredstava, kombinirane i multimodalne transportne tehnologije, centralizirano upravljanje u sustavu daljinske kontrole prometa.

Suvremene željeznice svijeta imaju osobitu ulogu u povezivanju industrijskih i potrošačkih zona, urbanih centara, regije, država.

Izniman je njihov značaj za svladavanje velikih kontinentalnih udaljenosti, te su u svijetu poznate transkontinentalne pruge: Sjeverna i Južna transkanadska pruga, Sjeverna, Centralna i Južna pacifička pruga (SAD), Buenos Aires-Valparaiso, Australaska transkontinentalna pruga, Transibirska željeznica, Peking –Alma Ata, Centralnosfrička transkontinentalna pruga (Lobito-Beira).

Gustoća željezničke mreže, kao jedan od općih pokazatelja o stupnju razvijenosti željeznica imaju Europa (naprimjer Belgija: 13,9 km/km<sup>2</sup>) i SAD, u kojima je koncentrirana većina željezničke mreže svijeta.

Povijesni razvitak željeznice na tragu je uravnoteženih specifičnosti, odnosno mnogobrojnih prednosti u odnosu na konkurentni cestovni prijevoz, a to su:

- neovisnost o vremenskim i klimatskim prilikama,
- visoki stupanj točnosti i redovitosti tijekom godine,
- omogućava obavljanje prijevoza velikog broja putnika i tereta na velike udaljenosti,
- omogućava udobnost putovanja,
- putnički prijevoz se ostvaruje relativno velikim brzinama,
- u odnosu na cestovni promet ima manje otpore u kretanju,
- korištenjem drugih vlakova omogućava se ostvarivanje veće učinkovitosti uz niže troškove prijevoza po jedinici tereta, u odnosu na cestovni promet,
- uvođenje automatizacije na željeznici pridonosi povećanju sigurnosti željezničkog prometa,
- ustroj prijevoza preko industrijskih kolosijeka omogućava prijevozni proces "od vrata do vrata" kao i u cestovnom prometu.

Među nedostacima željezničkog prometa treba istaknuti:

- relativno visoku cijenu prijevoza na kratkim relacijama,
- sporo uključivanje u tržišnu konkurenciju,
- u odnosu na riječni i pomorski promet koeficijent iskorištenja kapaciteta je manji.

Nepobitno je da su logistički lanci u željezničkom prometu “čvršći” nego u drugim prometnim granama.

Elemente željezničkog prometa čine:

- a) stabilna sredstva, odnosno objekti prometne infrastrukture:
  - pruge s pružnim postrojenjima,
  - signalno –sigurnosni i telekomunikacijski uređaji,
  - stabilna postrojenja elekrtovuče,
  - službene zgrade.

Prva i najizrazitija značajka željezničke infrastrukture ja da služi isključivo za potrebe organiziranja željezničkog prometa što ima prevladavajući utjecaj na sve ostale odnose unutar željeznice, te ističe njezino obilježje zatvorenog sustava.

- b) mobilna, odnosno pokretna sredstva.
  - prijevozna sredstva za prijevoz putnika, klasični vagoni, dizelski, motorni i elektromotorni vlakovi, te šinobusi,
  - prijevozna sredsta za prijevoz tereta, otvoreni i zatvoreni vagoni određene namjene za prijevoz pojedinih vrsta tereta.

Druga *značajka* je posebnost u kretanju vučnih i prijevoznih sredstava u posebnom načinu i regulaciji prometa, što zahtijeva i posebne djelatnosti uspostavljanja i funkcioniranja signalno-sigurnosnih uređaja (SS)<sup>2</sup> i veza kao metode komuniciranja između više elemenata unutar sustava. Potreban je također i niz tehničkih, tehnoloških, a potom i komercijalnih zahvata za osposobljavanja željeznice za zadovoljavanje suvremenih usluga koje prometni interesenti sve više zahtijevaju.

U tehničke zahvate ubraja se osposobljavanje tehničke strukture željezničkog prometa kao što je:

- izgradnja, rekonstrukcija i osposobljavanje pruge za velike brzine u međugradskom do 160 km/h, u prigradskom 120 km/h i u međunarodnom prometu 200 do 400 km/h,
- nabava odgovarajućih vučnih vozila podobnih za uporabu prema odgovarajućim vrstama putovanja,
- uvođenje suvremenih upravljačko –informacijskih sustava (UIS)<sup>3</sup> za organizaciju, vođenje i praćenje rada transportnih sredstava.

Po svojoj dugoročnosti i značenju za željeznicu je bitno osposobljavati kadrove za zadovoljavanje potreba suvremenog prometa, odnosno njegove tehnološke strukture.

U skupinu tehnoloških zahvata ubraja se eksploatacija suvremenih stabilnih i pokretnih sredstva transporta, dakle izrada odgovarajućeg voznog reda prema potrebama i zahtjevima marketing–logistike, tj. prilagođavanje ponude željeznice zahtjevima tržišne potražnje.

---

<sup>2</sup> (SS) Signalno – sigurnosni uređaji

<sup>3</sup> (UIS) Upravljačko – informacijski susutav

Skupinu komercijalnih zahvata čine:

- formiranje konkurentnih tarifa, odnosno uvođenje više oblika prijevoznih cijena za pojedine segmente putovanja, kao godišnje i mjesečne karte i karte za pojedine vlakove i pruge u putničkom prometu,
- odobravanje povlastica kada postoji komercijalni interes.

Kao u putničkom prometu, i robni su tokovi takve učestalosti prijevoza u određenom vremenu i prostoru koja se može kvantificirati. Bazu tog postupka čini istraživanje transportnog tržišta, utvrđivanje i definiranje tokova po intenzitetu, dužini i trajanju prijevoza i strukturi roba, odnosno putnika.

U pristupu istraživanja robnih tokova provodi se segmentacija transportnog tržišta, te primjena sofisticiranih metoda, kako bi željeznica u tehnološkom kontekstu zauzela mjesto koje joj s pravom pripada.

## **2.2. Načini i uvjeti za obavljanje sigurnog toka željezničkog prometa**

Željeznički promet mora se obavljati sukladno pravilniku, općim aktima, odnosno uputama kojima se detaljnije razrađuje provedba i prema drugim propisima koji se odnose na obavljanje željezničkog prometa. Glede vrsta i označavanje, vlakovi mogu biti za prijevoz putnika, za prijevoz stvari, za željezničke potrebe i za pružanje pomoći. Vlakovi za potrebe oružanih snaga i za prijevoz praznih putničkih garnitura, smatraju se teretnim vlakovima.

U vlak smiju biti uvrštena samo željeznička vozila koja u pogledu sigurnosti prometa udovoljavaju propisanim tehničkim uvjetima i propisima o održavanju tih vozila i koja, prazna ili s teretom, ne prekoračuju dopuštenu osovinsku masu, masu po duljinskom metru i profil vozila za željezničku prugu, osim ako se prevoze sukladno posebnim uvjetima prijevoza (izvanredne pošiljke).

Lokomotive i ostala pojedinačna vozila, koja prekoračuju dopuštenu osovinsku masu ili masu po duljinskom metru pruge, ne smatraju se izvanrednim pošiljkama, ako to prekoračenje nije veće od dopuštenog za ta vozila.

Željeznice, ovisno o svojstvima vozila i pruge, određuju vrstu, broj i raspored takvih vozila vlaku i dopušteno prekoračenje osovinske mase i mase po duljinskom metru za ta vozila.

Temeljna kategorija u reguliranju prometa jesu takozvani uzastopni vlakovi koji se smiju po istom kolosijeku slijediti samo u razmaku prostornih odsjeka (kolodvorski, odjavni ili blokovni). U istom prostornom odsjeku i na istom kolosijeku smije se istodobno nalaziti samo jedan vlak.

Ulazak i izlazak vlaka iz kolodvora ili ulazak u prostorni odsjek smije se dopustiti samo kad se utvrdi da je za taj vlak osiguran slobodni vožnji put za sigurnu vožnju, a izlazak iz kolodvora pri jednokolosiječnom prometu i kada se utvrdi da o tom kolosijeku već nije otpremljen drugi vlak vozilo iz suprotnog smjera.

Najveće dopuštene brzine utvrđuju se ovisno o:

- karakteristikama željezničke pruge,
- vrsti pojedinih vozila u vlaku,
- vrsti i duljini vlaka,
- kočnoj masi vlaka,
- prometno-transportnim prilikama.

Najveća dopuštena brzina ne smije biti veća od:



- za vlakove za prijevoz putnika, ako su željeznička pruga i vodeće vozilo opremljeni djelatnim auto-stop uređajima, uređajima za brzinsko vođenje vlaka i radio –dispečerskim uređajima 250 km/h,
- za vlakove za prijevoz putnika, ako su željeznička pruga i vodeće vozilo opremljeni djelatnim auto-stop uređajima 160 km/h, a bez auto-stop uređaja 100 km/h,
- za teretne vlakove ako su željeznička pruga i vodeće vozilo opremljeni auto-stop uređajima 120 km/h, a bez auto-stop uređaja 100 km/h.

Najveća dopuštena brzina u vodoravnom luku određuje se ovisno o promjeru luka, izvanrednom nadvišenju vanjske tračnice, vrsti prometa, konstrukciji i svojstvima vozila, te teretu i njegovu osiguravanju na vozilu. Pruga i službena mjesta opremaju se pružnim i kolodvorskim postrojenjima, uređajima i konstrukcijama koje tehnički omogućuju sigurno kretanje vlakova i vozila.

Pružna i kolodvorska postrojenja, uređaje i konstrukcije čine signali, signale oznake i signalno-sigurnosni uređaji, uređaji na cestovnim prijelazima, telekomunikacijski uređaj, oprema i uređaji za upravljanje prometom, kolosijecima, skretnice, iskočnice, spuštalice i druga manevarska postrojenja u ranžiranim kolodvorima, stabilna postrojenja za električnu vuču, vagonске vage, kontrolni tovarni profile i tovarne rampe, prsobrani, peroni, razni uređaji za održavanje i čišćenje vagona i drugo.

### 2.3. Brzine vlakova

Brzina vožnje vlaka ovisi o vrsti vučnog i vučenog vozila, te najvećoj dopuštenoj brzini na pruzi.

Temeljem tih uvjeta svakom vlaku mora se odrediti, odnosno propisati kojom se najvećom brzinom smije kretati. Takva propisana, odnosno određena brzina naziva se najveća brzina vlaka.

U voznom redu svakog vlaka mora se propisati njegova najveća brzina po djelovima pruge.

Vlakovima kojima se mora odrediti najveća brzina, i vlakovima kojima je najveća brzina već propisana u voznom redu, a iz bilo kojeg razloga se mora smanjiti, potonja brzina vlaka se propisuje pismenim nalogom.

Najveća dopuštena brzina predmnijeva brzinu koju glede tehničkih uvjeta dopuštaju pruga sa svojim postrojenjima, značajke vozila, vrsta kočenja, mjesto i položaj lokomotive u vlaku te sastav vlaka.

Najveća dopuštena brzina vlaka ne smije se prekoračiti glede tehničkih značajka pruge, osim kod pokusnih vožnji, sukladno odobrenju mjerodavnih službi željezničke uprave.

U komercijalnoj uporabi brzine vlakova izračunavaju se sukladno interesu. Najvažnija je u tom smislu:

*Prosječna komercijalna ili dionička brzina*<sup>4</sup>, kojom se roba i putnici prevoze na transparentnom tržištu, a izražava prosiječnu brzinu putovanja vlaka u kilometrima na sat.

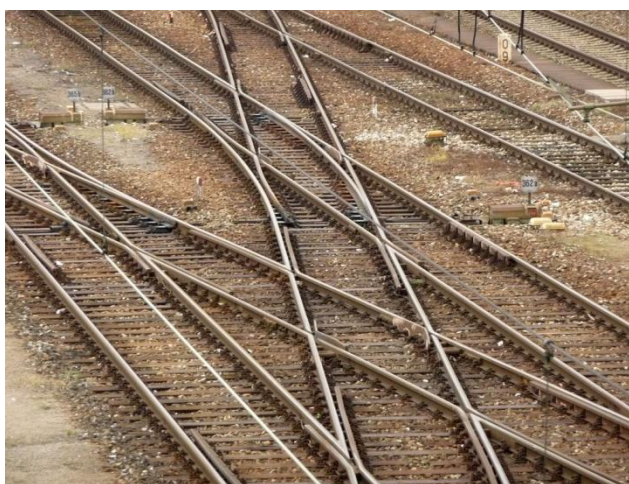
---

<sup>4</sup> Bogović, B.: Organizacija željezničkog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1987., str. 25.-26.

### 3. TEMINALI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

#### 3.1. Željeznička prometna infrastruktura

Željezničku prugu čine građevine i kolosijeci (na otvorenoj pruzi i na kolodvorima), a određuju se kao sklop donjeg i gornjeg ustroja pruge, signalno-sigurnosnih, telekomunikacijskih i elektovučnik postrojenja i uređaja, uređaja za osiguravanje cestovnih i pješačkih prijelaza, ostalih postrojenja i uređaja na pruzi, signala i signalnih oznaka na pruzi, pružnog pojasa i zračnog prostora iznad pruge u visini 12 metara odnosno 14 metara kod dalekovoda napona višeg od 220 kV, računajući iznad gornjeg ruba tračnice. Na slici 2. prikazan je kolosjek.



**Slika 2.** Kolosijek

Izvor: <http://www.pticica.com/slike/kolosijek/546538> (srpanj,2013)

Kolosijek je konstrukcija koja se sastoji od elemenata željezničkog gornjeg ustroja po kojoj prometuju željeznička vozila.

Kolosijeci na kolodvorima dijele se najčešće prema namjeni i to na:

- *osnovne* (glavni-prolazni/prijamno-otpremni, za razvrstavanje i ukrcajno –iskrcajni ) i
- *pomoćne* (izvlačni, štitini, lokomotivski, garažni, sporedni) kolosijeke.

Više kolosijeka iste vrste i namjene čini skupinu kolosijeka. Takva skupina kolosijeka može biti prihvatno-otpremna, zatim skupina ranžiranih kolosijeka, skupina ranžirno-otpremnih, skupina utovarno-istovarnih kolosijeka.

Za obavljanje prometnih poslova na željezničkoj pruzi postoje sljedeća službena mjesta:

- *Kolodvor* je službeno mjesto na pruzi s najmanje s jednom skretnicom iz kojeg se izravno ili daljinski regulira promet vlakova i u kojem vlak počinje ili završava vožnju, zaustavlja se, ili koji prolazi bez zaustavljanja; u kojemu se obavlja ulazak i izlazak putnika, odnosno utovara i istovar stvari. Prema zadaći u reguliranju prometa postoje.
- *Rasporedni kolodvor* –prometni kompleks u kojemu se, osim poslova propisanih za kolodvor, uvode u promet i otkazuju vlakovi, planira otprema vagona, rastavljaju i sastavljaju vlakovi, te skrbi o otpremi putnika i stvari na svojem rasporednom odsjeku.

- *Ranžirni kolodvor* –prometni kompleks u kojemu se sastavljaju /rastavljaju teretni vlakovi i koji je opremljen posebnom skupinom kolosijeka za manevriranje.
- *Ukrižje* je službeno mjesto u kojemu se regulira promet vlakova i u kojem se može obavljati ulazak i izlazak putnika, odnosno utovar i istovar stvari.
- *Odjavnica* je službeno mjesto na pruzi iz kojega se regulira slijeđenje vlakova u odjavnom razmaku.
- *Rasputnica* je službeno mjesto na pruzi u kojemu se na pruzi odvaja druga pruga,
- *Tovarište* je službeno mjesto namijenjeno za preuzimanje i opremu stvari, a iz njega se mogu otpremiti putnici.
- *Stajalište* je službeno mjesto na pruzi u kojem se vlakovi za prijevoz putnika zaustavljaju sukladno voznom redu samo radi ulaska i izlaska putnika, a u kojem vlak za prijevoz putnika može početi ili završiti vožnju.

Otvorene željezničke pruge i glavni prolazni kolosijeci po pružnim dionicama čine infrastrukturnu mrežu sa sljedećom kategorizacijom:

- glavne magistralne pruge,
- pomoćne magistralne pruge,
- željezničke pruge I. reda,
- željezničke pruge II. reda.

U prometno-tehnološkom smislu infrastrukturna mreža integrira željezničke čvorove i otvorene pružne dionice. Na relativno manjim prostorima, kao što su metropolska područja, željeznička mreža može integrirati podzemne i nadzemne sustave javnog prijevoza.

Općenito, prometnim čvorom naziva se kompleks objekata, postrojenja i uređaja različitih oblika transporta koji rade po jedinstvenoj tehnologiji, a omogućava tranzitni i lokalni prijevoz roba i putnika. Željeznički čvor, kao jedan od važnih modusa prometnog čvora, u osnovi sa sastoji iz grupe specijaliziranih postaja (putničke, ranžirane i robne) i drugih službenih mjesta međusobno povezanih, ne samo kolosijekom, već i korespondencijama vagonskih tokova, načelo na mjestima gdje se sastaje ili križa više željezničkih pruga. U željezničkim čvorovima također se nalaze postrojenja za opskrbu lokomotiva, elektro-energetska postrojenja, lokomotivski depo, radionica za vagona i drugo.

U velikim prometnim čvorovima značajan udjel pripada željeznici, kao što je to slučaj u lukama, industrijskim područjima i slično. Osim operacija koje se obavljaju na postajama, kroz čvorove se propušta tranzitni promet bez prerade, ili se u njima prerađuju tranzitni robin i putnički tokovi.

Obično se u čvorovima pretovaruje roba ili jedinice tereta s jednog na drugi oblik transporta, tj. putničke i robne postaje koje obavljaju tranzitni i lokalni rad. Sheme željezničkih čvorova i konstrukcija postrojenja u njima u osnovi zavise od zemljopisnih i topografskih karakteristika, opsega i pravca robnih i putničkih tokova, kao i njihovog značenja i uloge u eksploataciji razmatranog prometnog podsustava. Ipak, međusobni položaj postrojenja čvora treba biti takav da omogući brzo propuštanje tranzitnih vlakova s jedne pruge na drugu, opsluživanje višegrupnih, kao i tranzitnih vlakova, preradu tranzitnih i loko tokova vagona i od njih formiranje vlakova za sva upućivanja, dostavu vagona s jedne postaje na drugu i posluživanje industrijskih postrojenja.

Željeznički čvorovi mogu se klasificirati prema zemljopisnom položaju i administrativno–ekonomskom značenju, opsegu i karakteru rada, međusobnom položaju tehničkih postrojenja (postaja, prilaza ) i slično. U velikim gradovima, osim znatnog lokalnog rada, znakoviti su po velikom opsegu daljinskih i prigradskih putnika. Prema karakteru rada i značajkama postrojenja razlikuju se željeznički čvorovi u lukama (morskim i riječnim) te kopnenim područjima.

Prema načinu tehnološke eksploatacije čvorovi mogu biti s izrazitim tranzitnim, lokalnim robnim, kao i s tranzitnim i lokalnim robnim radom. Čvorovi s izrazitim tranzitnim radom su oni kod kojih je temeljna prerada osnovnih vagonskih tokova, prerada tranzitnih roba (kod komadnih pošiljaka) i operacije s tranzitnim putničkim vlakovima.

Opseg robnog rada kod takvih čvorova je neznatan.

Čvorovi s izrazitim lokalnim robnim radom su oni kod kojih se prvenstveno obavlja robni rad, a također i rastavljanje vlakova s teretom za istovar u krugu čvora i formiranje vlakova od vagona vlastitog utovara ili istovara. Oni se najčešće nalaze u krajnim točkama željezničkih pruga, zatim u gradovima ili industrijskim centrima, te na mjestima pretovara robe sa željezničkog na pomorski promet ili obratno. Čvorovi s tranzitnim i lokalnim robnim radom su oni kod kojih je podjednako zastupljeni tranzitni i lokalni robni rad, a obično se nalaze u velikim gradovima ili industrijskim centrima gdje se križa ili spaja nekoliko tranzitnih magistralnih pruga.

Kod sastavljanja kompleksnog tehnološkog procesa valja riješiti slijedeća pitanja: specijalizaciju postaja i raspodjelu rada između njih, organizaciju vagonskih tokova vagona, sustav organizacije prometa, operativno planiranje i rukovođenje radom. Kompleksni tehnološki procesi također predviđaju poredak odiguranja lokomotiva za vlakove, organizaciju tehničkog pregleda i remonta vagona, način korištenja kolosijeka koji povezuju postaje čvora, zatim vezu između tehnologije rada postaje i industrijskih kolosijeka poduzeća, te organizaciju robnog i komercijalnog rada.

### **3.2. Kolodvori**

Kolodvor, kao infrastrukturna sastavnica željezničkog prometa, službeno je mjesto na pruzi u kojem se obavljaju prihvat i otprema putnika, utovar i istovar stvari, križanje i pretjecanje vlakova, te, prema potrebi, razvrstavanje, odnosno sastavljanje vlakova. Kolodvor mora imati određeni broj kolosijeka, signalno-sigurnosne uređaje, sredstva veze, postrojenja za putnički promet, mjesni (lokalni) robni rad i posebne funkcije, čišćenje, opskrbu i održavanje vagona. Na slici 3. se nalazi željeznički kolodvor u Rijeci.



**Slika 3.** Željeznički kolodvor u Rijeci

Izvor: [http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:HZ\\_Rijeka\\_2\\_0308.jpg](http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:HZ_Rijeka_2_0308.jpg) (srpanj,2013)

Kolodvori imaju dvije zasebne cijeline, koje su tehnološki anatomne a to su:

- *pogonski sektor* na kojem se obavljaju tehničke radnje nužne za sigurnost prometa, pretjecanje i križanje vlakova, rastavljanje i sastavljanje kompozicija, dostava i postavljanje vagona za utovar, istovar i pretovar, čišćenje, opskrbljivanje i održavanje vagona),
- *prometni sektor* (u tehnologiji putničkog prijevoza) u kojem se pružaju usluge korisnicima željeznice: prodaja karta, ukrcavanje/iskrcavanje putnika, prtljage, pošte ili robe, kao i administrativni poslovi vezani za te usluge.

Prema svom položaju na mreži željezničkih pruga kolodvori mogu biti sljedeći:

- *Krajnji ili završni (zaglavni) kolodvor*, nalazi se na početku ili kraju željezničke pruge, a prema položaju prijamne zgrade može biti čelnog ili prolaznog tipa. Čelne kolodvore obilježavaju kolosijeci koji su samo s jedne strane povezani skretnicama, dok su s druge strane sljepi i završavaju prsobranima, a izgrađuju se na mjestima gdje nije moguće izgraditi prugu. U završnom kolodvoru prolaznog tipa kolosijeci su vezani skretnicama za glavne polazne kolosijeke;
- *Odvojni ili priključni kolodvor* je prometni kompleks na kojemu počinje ili završava neka druga željeznička pruga (neovisno o širini kolosijeka);
- *Razdjelni ili spojni kolosijek* je prometni kompleks na kojem se dvije pruge istoga prometnog opterećenja slijevaju jedna u drugu i dalje nastavljaju kao jedna pruga.

Tehnologija željezničkog teretnog prometa u punoj mjeri afirmira poziciju i funkcije kolodvorskih postrojenja, a poglavito u kombinaciji s pomorskim i cestovnim prometom. Zbog velikih evolucijskih pomaka navedene tehnologije u šitokom spektru potreba za pretovarnim i drugim uslugama, došlo je do uske specijalizacije teretnih kolodvora.

- *Kolodvor za komadnu robu*, kod kojeg je skladište najvažnija građevina za komadnu robu sa svrhom da se tu obavi razvrstavanje, utovar, istovar ili pretovar komadne robe, pri čemu je potrebno da kolosijek ulazi u skladište. Rampe za ovaj tip kolodvora mogu se smatrati građevinama jer služe za pretovar robe, a cestovna vozila na njih nemaju pristup. Pretovarna postrojenja sastoje se od dva paralelna kolosijeka te su između njih postavljene rampe, preko kojih se obavlja pretovar robe. Kolosiječna postrojenja za komadnu robu imaju tri skupine kolosijeka: prijamno-otpremnu skupinu koja služi za prihvat vlakova, skupine za pripremu i izmijenu vagona smještenu neposredno ispred skladišta, te utovarno-istovarnu skupinu vagona, čiji raspored ovisi o opremi i broju kolosijeka.
- *Kolodvor za rasute (masovne)terete*, u čiji sastav ulaze građevine i postrojenja kao što su: pristupna cesta, utovarno-istovarni kolosijeci, rampe, te prostor za uskladištenje tereta. Pristupna cesta mora omogućiti stalno kretanje vozila poradi dopreme ili otpreme robe. Njezina širina određuje se prema vrsti pretovara, vrsti prometa i ovisno o tome da li je cesta jednosmjerna ili dvosmjerna. Glede utovarno–istovarskih kolosijeka, dijele se prema vrsti masovnog tereta i načinu pretovara. Kraći kolosijeci pogoduju odvajaju raznih mjesta pretovara.
- *Rampe* se također mogu smatrati nekom vrstom pristupnih cesta radi lakšeg utovara ili istovara. U odnosu na kolosijek, one mogu imati bočni, čelni ili kombinirani položaj. Na ovom se tipu kolodvora za masovni pretovar koristi visoke i niske rampe, te silosi. Skladišta su uglavnom otvorenog tipa, postavljaju se uz kolosijek, a veličina im ovisi o količini robe i vremenu zadržavanja robe.
- *Kontejnerski kolodvor* služi za otpremanje i dopremanje kontejnerskih pošiljaka za što su potrebne sljedeće građevine i uređaji:
  - kolosiječna postrojenja za prijam i skladištenje vagona za prijevoz kontejnera, te kolosijeci za utovar i istovar,
  - radna površina za preslagivanje kontejnera,
  - parkirališna mjesta za vozila koja prevoze kontejnere,
  - vagona vaga,
  - zgrade u kojima su tehničke i komercijalne službe kontejnerske postaje.

Posebno je znakovita funkcija kontejnerskih terminal na točkama prelamanja pomorskih i kopnenih prometnih pravaca, gdje bi željeznica trebala preuzeti prevladavajuću ulogu u opsluživanju lučkog zaleđa. Taj tip kolodvora treba, osim uobičajenih zadataka, obavljati i posebne funkcije koje proizlaze iz specifičnosti luke, a sve zbog iznimne važnosti kombiniranog prijevoza vodenim putem i željeznicom. Postojenja lučkog kolodvora služe za pretovar tereta sa željezničkih na plovna sredstva i obratno.

Lučko–željeznički sustav obuhvaća: područje koje služi za prijam vlakova iz lučkog tehničko-teretnog kolodvora, te njihovo raspoređivanje prema pretovarnim mjestima i obratno. Cilj je postavljanje vagona što bliže operativnoj obali radi brze izmjene vagona pri obavljanju pretovarnih operacija.

*Tehničko–teretni kolodvor* za učinkovitije obavljanje unutarnje željezničke (pogonske) službe od neprocijenjive su vrijednosti suvremeni ranžirani kolodvori čija glavna postrojenja za teretni promet čine:

- skupina kolosijeka za prijam vlakova,
- skupina kolosijeka za razvrstavanje vagona,
- skupina kolosijeka za otpremanje vlakova.

U pomoćna postrojenja za teretni promet ubrajaju se spuštalice, izvačnjaci, te kolosijeci različitih namjena. Spuštalice je najvažnije postrojenje a gradi se tamo gdje nije moguće rastavljati vlakove samo uz pomoć izvlačnjaka. Radi na čelu spuštanja vagona korištenjem gravitacijske sile od određenog mjesta, a sastoji se od zone potiskivanja, vrha spuštalice, te zone spuštanja.

### **3.3. Informacije o dolazećim vlakovima u kolodvor**

Svadnevno pri izvršavanju voznog reda primaju se i daju informacije o vlakovima. One mogu biti prethodne i točne.

Prethodna informacija sadrži podatke iz plana prometovanje vlakova, a daje se i dobiva u 6.00 i 18.00 sati (za sljedećih 12 sati) izravno od susjednog kolodvora ili operativnog dispečera. Ona sadrži: broj i vrstu vlakova u prometu, vagona u tim vlakovima, vagona za utovar istovar u kolodvoru, te druge podatke koji omogućuju pravovremenu pripremu za izvršenje svih dodjeljenih zadataka određenom kolodvoru.

Točna informacija je u osnovi analiza vlaka, a dobije (daje) se za svaki vlak posebno, izravno od rasporednog ili ranžirnoga kolodvora koji pokreće vlak, i to odmah nakon njegovog odlaska iz kolodvora. Kao prethodne ili točne, informacije (između kolodvora) daju se telefonom ili teleprinterom, a na prugama koje su opremljene informacijskim sustavom, putem računala (odgovarajućim programima). Sredstva za prijenos informacija u okvaru kolodvora mogu biti: telefon, radioveza, teleprinter, interfon, razglasni uređaji, sirene (radi obavijesti o početku i završetku određenih radnji), signali i videostustavi.

### **3.4. Upravljačka dokumentacija i obrada podataka u kolodvoru**

Pod upravljačom dokumentacijom razumijevaju se svi dokumenti sastavljeni od informacija dobivenih od drugih kolodvora ili iz okruženja samoga kolodvora. Skupljanje informacija, te sastavljanje i razmjena dokumenata obavljaju se na više mjesta:

prometni ured (prometnik ili glavni dispečer)

- vagonski (tranzitni) ured
- prijemna skupina kolosijeka
- spuštalice
- ranžirno-otpremna skupina kolosijeka

### **3.5. Skladišta**

Skladišta se u tehnologiji željezničkog prometa smatraju nadopunjujućim postrojenjima koja logistički prijevozni lanac čine cjelovitim.

Popratne uređaje veleskladišnih kompleksa čine:

- željeznički priključak s odgovarajućom mrežom i rasporedom kolosijeka,
- cestovni priključak s ograncima unutarnje mreže cesta,
- komunikacije među objektima veleskladišniog sustava,

- operativne površine u okruženju skladišta robe,
- utovarne rampe za rad s vagonima i kamionima,
- uredske prostorije,
- telekomunikacijski uređaji,
- protupožarna zaštita,
- smještajni kapaciteti za operativno osoblje.

Da bi bilo moguće primati i otpremati velike količine tereta, mora kod svih značajnih skladišta postojati pružni priključak na magistralnu željezničku mrežu. On se ostvaruje posebnim spojem željezničkog kolosijeka od skladišta do najbliže željezničke stanice. Kolosiječni uređaji te stanice moraju biti odgovarajućeg kapaciteta i tako oblikovani da mogu bez poteškoća savladati cjelokupni svakodnevni promet odvojka na skladišta u danima maksimalnog vršnog opterećenja.

Svi odvojni kolosijeci za priključak pojedinih grupa veleskladišnog sustava moraju biti izravno vezani na veće željezničko čvorište koje, u pravilu, treba imati bar jedan ranžirani kolodvor s odgovarajućim kapacitetom. Gabarit, tj. propisani slobodni profil željeznice, mora biti na svaki način održan kod svih kolosijeka. Gabarit, tj. propisani slobodni profil željeznice, mora biti na svaki način održan kod svih kolosijeka u skladištima i uz skladišta, kao i na pruzi. Unutar njega je tovarni profil koji postavlja granicu do koje moraju biti smješteni tereti kod utovara vagona.

### **3.6. Sredstva željezničkog prijevoza**

Željezničko vozilo namjenjeno je za kretanje po željezničkoj pruzi (vučna vozila, putnički i teretni vagoni i željeznička vozila za posebne namjene) s uređajem i opremom što su ugrađeni u to vozilo a može biti:

- vučno vozilo, tj. vozilo s vlastitim pogonom (lokomotive, motorni vlakovi- motorni vagoni, motorna vozila za posebne namjene),
- vučno vozilo tj. vozilo bez vlastitog pogona koje može služiti za javni prijevoz putnika (putnički vagon), za prijevoz stvari (teretni vagon) i za posebne namjene,
- vozilo za posebnu namjenu, tj. vozilo s vlastitim pogonom ili vozilo vučeno drugim vozilom, kao što su vagoni za mjerenje, provjeru, održavanje i izgradnju pruga, pružnih postrojenja, kontaktne mreže, provjere i mjerenja značajki vučnih vozila, vagoni pomoćnog vlaka, te drugi vagoni za željezničke potrebe.

Na slici 4. prikazan je teretni vagon.





**Slika 4.** Teretni vagon

Izvor: <http://ristic.sytes.net/sajt/blog/portfolio/eanoss-vagon/> (srpanj, 2013.)

Vlak u smislu prometnih propisa, čini vučno vozilo ili vozilo za posebne željezničke namjene koje vozi samo ili s vozilima u propisanom sastavu i propisno signalizirano, a prema namjeni može biti: za prijevoz putnika, za prijevoz stvari, za željezničke potrebe i za posebnu namjenu. Na slici 5. možemo vidjeti putnički vagon.



**Slika 5.** Putnički vagon

Izvor: [http://en.wikipedia.org/wiki/Passenger\\_car\\_\(rail\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Passenger_car_(rail)) (srpanj, 2013.)

### **3.7. Vučna sredstva**

Prema namjeni, lokomotive se dijele na:

- lokomotive za brze putničke vlakove (imaju manji broj pogonskih kotača velikog promjera)

Na slici 6. možemo vidjeti brzi putnički vlak.



**Slika 6.** Brzi putnički vlak

Izvor: <http://philosophyofscienceportal.blogspot.com/2010/03/high-speed-rail-transportation.html> (srpanj, 2013.)

- lokomotive za teretne vlakove (imaju veći broj pogonskih kotača malog promjera )  
Na slici 7. prikazan je teretni vlak.



**Slika 7.** Teretni vlak

Izvor: <http://www.popularmechanics.com/technology/engineering/extreme-machines/4345689> (srpanj, 2013.)

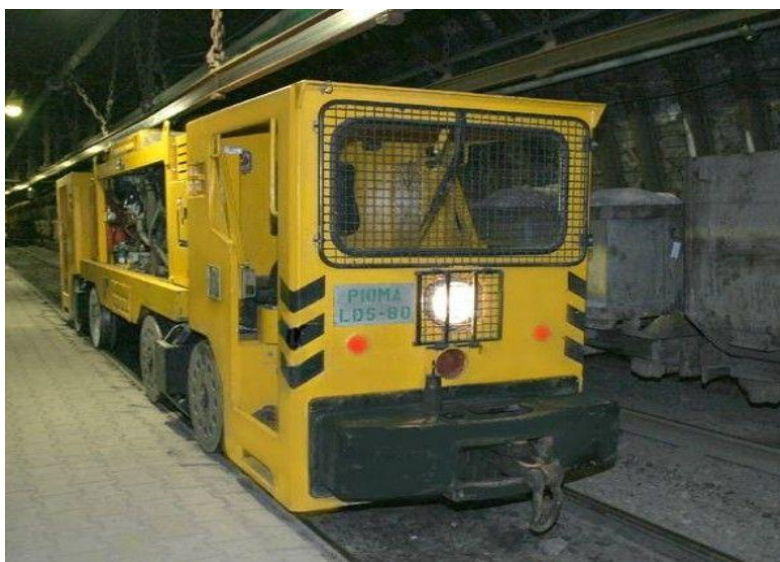
- ranžirne lokomotive (vrlo pokretljive, služe za postavljanje i za razvrzavanje vagona unutar postaja ),  
Na slici 8. prikazana je ranžirna lokomotiva.



**Slika 8.** Ranžirna lokomotiva

Izvor: <http://www.hornbyinternational.com/en/rivarossi/2591-obb-diesel-shunting-locomotive-class-2067-in-red-livery-running-number-2067-024-6.html> (srpanj, 2013)

- rudničke lokomotive  
Na slici 9. prikazana je rudnička lokomotiva.



**Slika 9.** Rudnička lokomotiva

Izvor: <http://www.directindustry.com/prod/famur/underground-mining-locomotives-58723-460823.html> (srpanj, 2013.)

- tvorničke lokomotive (slične su ranžirnim, ali su često konstruirane za službu u području gdje prijeti opasnost od požara ili eksplozija),

- lokomotive za specijalne namjene, kao što su brdske, zupčane (za svladavanje velikih nagiba pruge )
- lokomotive gradskih podzemnih i nadzemnih željeznica.

Prema načinu pogona lokomotive mogu biti:

- motorom s unutarnjim izgaranjem (SUI),
- električne,
- na komprimirani zrak,
- s parnom ili plinskom turbinom

Osim toga, sve se lokomotive prema svojim konstrukcijskim, tehničkim i eksploatacijskim značajkama dijele po serijama. U masovnoj uporabi najviše se koriste motorne i električne lokomotive.

*Motorna lokomotiva ima* uglavnom dizelski motor kao pogonsko sredstvo. To su najčešće četvertaktni motori od 700 do 1500 okretaja u minuti, snage do 2000 kW. Snaga motora može se prenositi na kotače na tri načina:

- mehanički,
- hidraulički i
- električni.

*Električna lokomotiva* napaja se električnom energijom iz kontaktnog voda ovješnog iznad tračnica ili, kao kod gradskih podzemnih željeznica, iz voda položenog na tlo između tračnica.

Električne lokomotive su u uporabi ekonomičnije i od parnih i od motornih, ako je električna struja jeftinija.

Prednost elektrolokomotiva je velika pričuva snage pogonskih elektromotora (moguće ih je kraće vrijeme opteretiti snagom više nego dvostruko većom od njihove nominalne snage), pa imaju veliko ubrzanje i vrlo dobro savladavaju uspone.

Osim toga, one rade tiho, a vijek im je trajanja duži nego kod dizelskih lokomotiva uz niske troškove održavanja. Na slici 10. možemo vidjeti električnu lokomotivu.



**Slika 10.** Električna lokomotiva

Izvor: <http://www.nacional.hr/clanak/17494/zeljeznice-od-siemensa-kupuju-lokomotive-za-78-mil-eura> (srpanj, 2013.)

### 3.7.1. Prijevozna sredstva

Sredstva željezničkog prijevoza predstavljena su u kolima za prijevoz putnika (putnička kola) i kolima za prijevoz tereta. U uporabi su podjeljena i klasificirana po serijama. Serije su oznake na kolima, a sastoje se od velikih latiničnih slova i kao dodatak tj. kombinacija malih latiničnih slova što čini podseriju.

Glavna serija označava osnovne pojmove o vrsti i osobinama kola, a podserija dopunjuje seriju detaljnim karakteristikama i tehničkim osobinama kola.

Teretnim se vagonima smatraju vagoni koji se uvrštavaju u teretne, te u posebne vlakove.

Osnovne su karakteristike teretnih vagona osovinsko opterećenje u međunarodnom prometu do 200 kN ili 225kN, sposobnost vožnje prema građi voznog postolja, brzine (od 90km/h, 100km/h ili 120 km/h), kočnice za režime G i P, mirnoća vožnje (manja nego u putničkim kolima). To su najbrojnija željeznička vozila, a zbog intenzivnog međunarodnog prometa i najunificiranija među svim prometnim sredstvima

Prema međunarodnoj klasifikaciji slovne oznake teretnih kola su sljedeće:

- E - Obična otvorena kola s visokim stranicama
- F - Specijalna otvorena kola s visokim stranicama
- G – Obična zatvorena kola
- H – Specijalna zatvorena kola
- I – Zatvorena kola – hladnjače
- K - Plato i plitka dvoosovinska kola
- L – Specijalna plato-kola za prijevoz automobile
- R – Obična četveroosovinska plato-kola
- T – Specijalna zatvorena kola s istovarom pomoću sabijenog zraka
- Uc – Specijalna zatvorena kola s istovarom pomoću sabijenog zraka
- Z – Specijalna zatvorena kola s posudama za tekućinu -cisterne

### 3.7.2. Vlakovi velikih brzina

Povećanje brzine vožnje, s jedne strane, donosi prednost vlaku pred ostalim vrstama prijevoznih sredstva u ostvarivanju bržeg prijevoza, dok, s druge strane, bitno povećava pogonske troškove.

Željeznice velikih brzina počele su se primjenjivati u Japanu i koriste se od 1964. Godine, a u Europi su uvedene tek u ranim osamdesetim godinama XX.stoljeća. Taj oblik željezničkog prometa neprekidno povećava tehničku i komercijelnu brzinu usuglašavajući tradicionalne željezničke prednosti i kvalitetu uz primjenu najsuvremenijih tehnologija i znanstvenih postignuća.

Uvođenjem vlakova velikih brzina, razvijene željeznice svijeta uspijele su smjer pada promjeniti u porast broja putnika koji za prijevoz koriste željeznicu. Kratko vrijeme putovanja, sigurnost i udobnost učinili su vlakove velikih brzina privlačnima na relacijama od 200 do 500 kilometara. Na slici 11. nalazi se ICE (Inter City Express) vlak njemačkih željeznica.



www.shutterstock.com · 18181792

**Slika 11.** ICE (Inter City Express) vlak njemačkih željeznica

Izvor: <http://www.anti-powerpoint-party.com/hr/razlog/izvjesca-o-unistenju-novca/mannheim-protiv-njemacke-zeljeznice> (srpanj,2013)

Od vlakova velikih brzina u međunarodnom prometu traži se da imaju slične značajke kao i nacionalni vlakovi velikih brzina pojedinih željeznica, tj. da mogu voziti najvećom brzinom od 300-500 km/h glede zadovoljenja širine vagona i ostvarivanja željenog stupnja udobnosti.

Vlakovi za velike brzine u svijetu posebno su projektirani i građeni<sup>5</sup>. Specifične prednosti načela lebdenja vozila na elektromagnetskom jastuku rezultirala su razvitkom serije vozila Transrapid u Njemačkoj. Specifičnost prometnog sustava s elektromagnetskim pružnim vozilima prema iskustvima Transrapida su sljedeća:

- mogućnost vođenja linije prometnice, tj. trasiranje s većim uzdužnim nagibom ( 10 % ) i manjim horizontalnim plumjerom (400 m za 400 km/h ), za iste brzine nego kod standardne željeznice,
- manje zauzimanje primarnih površina radi izgradnje infrastrukture nego kod standardne željeznice,
- manja izloženost okoliša bukom kod iste brzine,
- manja potrošnja primarne energije prema drugim prometnim podsustavima.

Specifičnom kategorijom pružnih vozila u regionalnom sustavu javnog prijevoza smatraju se takozvana modularna prijevozna sredstva.

---

<sup>5</sup> Vlakovi koji su već u uporabi, te su postigli značajan uspjeh širom svijeta poznati su pod slijedećim imenima : ICE ( Inter City Express) njemačkih željeznica, TGV (Trains a grande vitesse) francuskih željeznica i Shinkansen japanskih željeznica. Tu još treba spomenuti i Transrapid, elektromagnetsko lebdeće pružno vozilo njemačkih željeznica, koja prema planu za 2005. godinu treba povezati gradove Berlin i Hamburg udaljene 292 kilometara, s prosječnom brzinom od 430 km / h.

## 4. ODREĐIVANJE TEHNIČKE MOĆI PRUGE

### *Temeljne postavke*

Tehnička moć ili kapacitet pruge očituje se sposobnošću da se na njoj obavi neki transportni rad u odgovarajućem vremenu. Željeznička pruga kao mjesto stajanja u kombinaciji sa sredstvima prijevoza ima limitiranu kapacitivnu sposobnost za ostvarenje određenog transportnog učinka, te se razlikuje prijevozna od propusne moći.

Pri utvrđivanju postotka ili koeficijenta iskorištenja uvijek se razmatra odnos između stvarne i moguće eksploatacije, tako da je baza uvijek maksimalna mogućnost, tj. kapacitet u svojoj ukupnoj veličini, odnosno u stopostotnom korištenju. Polazi se od postavke da sve funkcionira bez zastoja, tj. da se promet vlakova odvija bez tehnoloških poremećaja, kako je to predviđeno voznim redom. Međutim, u izvršenja reda vožnje dolazi do kašnjenja vlakova, do poremećaja i zastoja, pa se tolerancija od 15% za jednokolosiječne i 10% dvokolosiječne pruge smatraju pravilom. U kontekstu tehničkih ograničenja, ključni je problem gabaritna limitiranost poprečnog presjeka željezničke kompozicije.

Poboljšanje tehničke moći postiže se mjerama koje se mogu svrstati u dvije skupine:

- Organizacijske mjere:
  - povećanje mase teretnih vlakova boljim iskorištenjem kinetičke energije,
  - povećanje mase teretnih vlakova pomoću višestruke vuče,
  - spajanje vlakova,
  - povećanje tehničke brzine vlakova,
  - skraćivanje staničnih intervala (prostornih odsjeka),
  - promjena tipa grafikona,
  - centralno reguliranje prometa vlakova,
  - banalizacija jednog kolosijeka dvokolosiječne pruge,
  - promet vlakova u vremenskom razmaku, karavanski način prometa vlakova.
- Rekonstrukcijske mjere:
  - ugradnja signalno-sigurnosnih uređaja,
  - uvođenje suvremenog upravljačko-informacijskog sustava (UIS),
  - otvaranje odjavnica,
  - osposobljavanje postaja za križanje i pretjecanje bez zaustavljanja vlakova,
  - povećanje broja postaja, produženja kolosijeka, djelomična izgradnja dvokolosiječne pruge,
  - uvođenje suvremenije vuče,
  - elektrifikacija pruga (konvertiranje istosmjernog u izmjenični sustav),
  - ublažavanje uzdužnog profila,
  - povećanje osovinskog opterećenja pruga.

Tehničku moć pruge moguće je promatrati s dvaju aspekata, i to:

- onoga koji više ovisi o pokretnim sredstvima – prijevozna moć pruge
- onoga koji više odnosi na stabilna sredstva – propusna sposobnost pruge.

#### **4.1. Prijevozna moć pruge**

Prijevozna moć pruge definira se kao sposobnost prevoženja prugom (dionicom) odgovarajuće količine tereta, odnosno mase tereta u odgovarajućoj jedinici vremena može se izraziti na četiri načina:

1. opća prijevozna moć
2. prijevozna moć koju omogućuju kola za prijevoz tereta
3. prijevozna moć koju omogućuju lokomotive
4. na godišnju prijevoznu moć

#### **4.2. Propusna moć pruge**

Sposobnost propuštanja vlaka u jedinici vremena može se analitički i grafički iskazati prikazom ciklusa parova vlakova.

Dakle, na ograničenom staničnom razmaku potrebnom je propustiti jedan vlak u jednom i jedan u drugom smjeru. Vremenski, taj ciklus para vlakova teče od otpravljanja jednog vlaka do otpravljanja drugog vrata iz jedne stanice u istom smjeru, uz uvjet da je vlak stigo iz suprotnog smjera, tj. da je učinjeno križanje dvaju vlakova.

Propusna moć pruge može se razmatrati s više stajališta, te se razlikuju:

- propusna moć za jednokolosiječne i propusna moć za dvokolosiječne i višekolosiječne pruge,
- propusna moć glede vremena eksploatacije pruge, tj. onu koja se dimenzionira pri projektiranju pruge prema prometnoj potražnji i potrebi organizacije prometa vlakova,
- propusna moć prema mogućoj organizaciji prometa računa se za:
  - paralelni parni grafikon
  - paralelni neparni grafikon
  - paralelni grafikon za promet vlakova u paketu i
  - neparalelni ili komercijalni grafikon
- propusna moć glede mjernih jedinica računa se za:
  - broj vlakova ili pari vlakova koji se mogu propustiti uz određenu vrstu vuče, masu vlakova i primjenjenu organizaciju prometa
  - broj kola koji se mogu propustiti uz određenu organizaciju
  - neto tone koje se mogu propustiti u jedinici vremena pri konkretnoj nosivosti kola, iskorištenju i prosječnom broju kola u vlaku i
  - bruto tone koje se mogu propustiti u jedinici vremena.

#### **4.3. Tehničke značajke željezničke pruge**

Osnovne tehničke značajke pruge su:

- duljina pruge i
- širina pruge.

Duljina pruge je udaljenost između dviju točaka koja pruga spaja.

Elementi položajnog nacrta pruga pri projektiranju jesu:

- veličina kolosiječnog luka
- oblik i duljina prijelaznog luka
- oblik i duljina prijelazne rampe



- veličina nadvišenja vanjske tračnice u luku

Elementi uzdužnog prijelaza jesu:

- pružni nagib
- mjerodavni uspon
- pružna razinica(niveleta)

Gornji pružni ustroj čine:

- tračnice
- željeznički pragovi
- kolosiječni pribor
- zastorna prizma kolosijek na čvrstoj podlozi
- kolosiječnih postrojenja (skretnica i križišta)

#### 4.4. Željezničko – cestovni prijelazi

Željezničko- cestovni prijelazi mogu biti:

- u dvjema razinama i
- u istoj razini

Željezničko-cestovni prijelazi u razini moraju udovoljavati četirima uvjetima:

- moraju jamčiti sigurnost
- željeznički i cestovni promet preko njih mora teći bez poteškoća
- prolaz obaju sudionika u prometu uz očuvanje gabarita mora biti Slobodan
- željeznička pruga i cesta mora imati riješenu odvodnju.

Na slici 12. je prikazan željezničko- cestovni prijelaz u Bakru.



**Slika 12.** Željezničko –cestovni prijelaz u Bakru

Izvor: [http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:%C5%BD%CP\\_Bakar.jpg](http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:%C5%BD%CP_Bakar.jpg) (srpanj,2013)

## *Izgradnja i održavanje željezničke infrastrukture*

Održavanje kao proces čije su aktivnosti usmjerene na zadržavanje ili povratak sustava u radno stanje sa zadovoljavajućim preformansama temelji se na jasnim zahtjevima postavljenima veću fazi projektiranja i konstituiranjatehničkih sustava.

Održavljivost je svojstvo sustava s obzirom na process popravljanja kvarova odnosno sposobnost sustava da bude održavan.

Održavljivost se vrednuje pomoću više mjerila:

- pomoću trajanja održavanja
- pomoću učestalosti održavanja
- pomoću tadnog vremena potrošenog na preventivno i korektivno održavanje
- pomoću troškova održavanja

Elementi projektiranja vlakovne trase jesu:

- ucrtavanje pružne trase
- uzdužni i popriječnipresjek pruge
- elementi kolodvorskih nacрта.

## *Upravljanje prometom*

Jedna od temeljnih zadaća prometnog inženjerstva je ta da riješava problem upravljanja prometom.

Upravljanje prometom je dinamički sustav i upravljačko –informacijski proces kojim se preventivno i korektivno djeluje na odvijanje prometa u mreži i pripadajućim sučeljima (terminalima) tako da se postižu željezne performanse uz prihvatljive troškove.

Dizajniranje, razvoj i uvođenje sustava upravljanja prometom zahtijeva:

- jasnu definiciju svrhe sustava
- specifikaciju funkcije te,
- organizaciju sustava s adekvatnom informatičkom podrškom.

Uspješnost upravljana prometom procijenjuje se praćenjem i analizom:

- prosiječnoga vremena prijevoza
- protočnost prometa na kritičkim točkama
- prijevoznih troškova kašnjenja javnog prijevoza obaviještenost sudionika
- kašnjenja žurnih službi
- emisije štetnih plinova
- stresa

Specifičnost upravljanja željezničkim prometom jesu:

- kao prometni entitet vlak je sastavljen od niza željezničkih vozila velike mase,
- vlak vozi po voznom redu te u skladu sa signalnim i prometnim pravilima,
- vožnja čeličnih kotača po čeličnim tračnicama uvijetuje da je zaustavni put dugačak,
- potrebno je sprečavati ekspanziju kašnjenja u mreži,
- “kanaliziranje “prometa predodređeno izvedbom pruge i kolosijeka,
- upravljanjem razdvojenim podsustavima.

Upravljanje prometom s tehnološkog aspekta može se podjeliti:

- vozni red
- na tehnologiju rada na prugama i kolodvorima
- na planiranje prijevoza
- na planiranju rada manevarskog osoblja
- na izvedbu prijevoza.

#### 4.5. Grafičko predočavanje prometa vlaka

##### *Elementi voznog reda*

Vozni red je provedbeni plan prometa vlakova ustrojen za prijevoz putnika i stvari, te za željezničke potrebe i ujedno je temelj tehnološkog procesa prijevozne sluge željezničke uprave.

Voznim redom usklađuju se prijevozne potrebe s raspoloživim materijalno-tehničkim i kadrovskim resursima zasnovanim na planovima vezanim uz tokove prijevoza putnika i stvari, poslovnoj odluci, međunarodnim sporazumima i dogovorima za odnosno razdoblje.

Dakle, vozni red se izrađuje za razdoblje određeno poslovnom odlukom državne željezničke uprave, sukladno pravilima Međunarodne željezničke unije. Posovi voznog reda predmnijevaju i prilagodbe vezane za međunarodni vozni red.

Raspoloživi tehnološki-organizacijski resursi, kao temeljni elementi za izradbu voznog reda, jesu:<sup>6</sup>

- kapacitivno stanje pruga i kolodvorskih objekata,
- stupanj izgrađenosti signalno-sigurnih, telekomunikacijskih uređaja i postrojenja, te informacijskog sustava,
- raspoloživost i pouzdanost stabilnih elektrovučnih postrojenja
- stanje putničkog i teretnog vagonskog parka
- stanje vučnih vozila.

Vozni red ustanovljuje se temelje propusne i prijevozne sposobnosti pruge, preradne sposobnosti kolodvora i ustrojbenih mjera za provedbu planiranog opsega prijevoza. Podaci o prijevozu stvari rasčlanjuju se po prugama, utovarno-istovarnim službenim mjestima i moraju sadržavati:

- brutotonske kilometre,
- netotonske kilometre,
- tokove praznih vagona i stvari
- utovar i istovar po vrstama stvari, odnosno smjerovima putovanja

Podaci o planiranom prijevozu putnika rasčlanjuju se po prugama, vrsti prometa, značenju vlaka i vagonskim razredima te sadržavaju

- broj putnika za prijevoz,
- vrijeme otpreme putnika iz otpremnih kolodvora,
- vrijeme dolaska putnika u odredišni kolodvor,
- ulazak, odnosno izlazak putnika u službenim mjestima izražen u broju putnika

---

<sup>6</sup> Pravilnik voznog reda br.3, Hrvatske željeznice ,Zagreb, 1997., str. 7

## *Tehnologija otpremničkog poslovanja*

Zaključavanje ugovora o prijevozu stvari željeznicom jedan je od vrlo čestih poslova otpremnika u međunarodnom transport robe.

Ugovor o prijevozu stvari željeznicom je takav akt kod kojeg se vozar obvezuje da stvari primljene na prijevoz do uputne stanice preda primatelju, a primatelj (otpremnik) se obvezuje prijevozniku za učinjenu uslugu platiti vozarinu.

Specifičnost ugovora o prijevozu stvari željeznicom je što se on smatra zaključenim kada vozar (tj. željeznica) primi na prijevoz stvari s teretnim listom, a prijem se potvrđuje sastavljanjem datuma i žiga otpreme stanice na teretni list.

Ugovor o prijevozu robe željeznicom ubraja se u ugovore po pristupanju jer se sklapaju pod uvjetima koji su unaprijed poznati i objavljeni kao opći uvjeti poslovanja željeznice.

Kao svi ugovori robnog prometa, tako i ugovori o prijevozu stvari željeznicom imaju svoje bitne i nebitne elemente, od kojih bitni određuju postojanje ugovora, a nebitni ga čine potpunim.

Primarne obveze otpremnika kao pošiljatelja u željezničkom prijevozu jesu:

- naručiti vagona vodeći računa da oni budu pogodni za prijevoz određene robe temeljem vagonске narudžbenice,
- poduzeti sve potrebne radnje da vagoni budu na vrijeme postavljeni i spremni za utovar,
- poduzeti sve radnje da se pravodobno i stručno utovari roba u vagona,
- ispuniti i podnijeti vozaru teretni list na potvrdu.

Zadaci otpremnika kao primatelj jesu:

- primiti izvješća o prispjeću robe,
- preuzeti robu od vozara,
- utvrditi stanje robe.

Međusobna prava i obveze iz ugovora o prijevozu stvari željeznicom gdje se željeznica javlja kao vozar, s jedne, a pošiljatelj i primatelj kao stranke, s druge strane, brojna su stoga regulirana zakonom. Međunarodni željeznički prijevoz reguliran je Međunarodnom konvencijom o prijevozu robe (CIM) te se za međunarodni prijevoz robe željeznicom propisuju odredbe iz te Konvencije.

Međunarodni prijevoz stvari dijeli se na vagonске (kolske) i komadne prijevoze. Vagonски prijevoz ima isti tretman kao i u nacionalnom prometu tako što stranka sama obavlja utovar i istovar robe, dok se komadnim prijevozom smatra svaki prijevoz robe čija je težina manja od 5000 kilograma i ukoliko pošiljatelj nije zahtijevao da se tretira kao vagonска pošiljka.

Otpremnik, kao organizator transporta obavlja obračun rada temeljem tarifa za uvozne, izvozne i prevozne pošiljke. Otpremničke tarife donose se u skladu s tarifnom politikom otpremničkih organizacija koje na taj način nastoje poticati korištenje svojih usluga, pri čemu je otpremnik dužan štitići financijske i druge interese svog nalogodavca.

Cijena željezničke usluge određuje se temeljem važećih željezničkih tarifa i ostalih uvjeta usluge o čemu na kraju zavisi koja će se količina sredstva iz prihoda željezničkih transportnih poduzeća osigurati za obnovu i modernizaciju prijevoznim kapaciteta i drugih sredstava za obavljanje prijevozne djelatnosti, kao i za gradnju novih pruga, odnosno proširenje materijalne osnove željezničke transportne, naravno sve u skladu s općim razvitkom gospodarstava.

U kontekstu tehnologije otremničkog poslovanja bitno je istaknuti i specifičnosti željezničkih vozarina, a to su:

- Relativna neovisnost vozarine o vrijednosti robe što nije nekada bio jedan od najvažnijih kriterija za tarifno tretiranje prijevozne usluge.
- Međutim mnoga istraživanja ukazuju na njezino negativno značenje za ekonomičnost poslovanja. Stoga se vozarine sve češće određuju s obzirom na cijenu prijevozne usluge. Nove tarifne reforme raznih željezničkih uprava u svijetu pokazuju tendencije povećanja tarifnih stavova na kraćim udaljenostima, smanjenja tarifnih stavova na dužim udaljenostima i na prugama više razine usluge, te smanjenje raspona između najvećih i najmanjeg tarifnog stave.
- Mogućnost primjene virtualnih tarifnih stavova, odnosno tarifni put se ne mora preklapati s realnim prijevoznim putem (udaljenošću)
- Mogućnost primjene lomljene i nelomljene vozarine. Nelomljena vozarina obračunava se izravno za relaciju od otpremnog do uputnog mjesta, a primjenjuje se ne samo u domaćem već i u međunarodnom robnom prometu između članica regionalnih integracija kao što je Europska unija. Lomljena vozarina ne obračunava se cjelovito nego djelomično, posebno za relaciju od mjesta otprema do neke uputne stanice i od neke usputne do uputne stanice.

Kod obračuna vozarine na željeznici tarifa za prijevoz stvari željeznicom sadrži i sljedeće: odredbe prijevoza i računanja prevoznine, klasifikaciju stvari i popis predmeta, imenik željezničkih stanica, daljinar za prijevoz stvari, putokaz, tarifnu tablicu, naknade za sporedne usluge te uvozno-izvoznu i provoznu tafišu.

Cijene prijevoza i visinu naknade za sporedne usluge određuju željezničke uprave prema troškovima koje imaju u vezi s prijevozom robe. Cijene prijevoza različite su i prema stupnju korištenja prijevoznih kapaciteta, poradi stimuliranja racionalnog korištenja vagona, od korisnika prijevoza, i željeznice, pa postaje 5, 10, 15 i 20 tonski vozarinski stavovi.<sup>7</sup>

Cijene prijevoza u tarifama podjeljene su na dva dijela:

- cijene za početno-završne operacije, odnosno troškovi koje željeznica ima na otpravnim i uputnim stanicama oko prijema, otpreme i izdavanja pošiljke, a prikazani su u apsolutnim iznosima, i
- cijene za tzv. čisti prijevoz, odnosno troškovi koje željeznica ima pri prijevozu pošiljke od otpremne do uputne stanice.

U željezničkom tehnološkom procesu bitno je odabrati što kraći, brži, sigurniji i jeftiniji put, što će najbolje obaviti međunarodni otpremnik (intradacija). On će ugovoriti prijevoz stvari, odabrati optimalni prijevozni put, odgovarajuće vagone, osigurati skladištenje u međutransportu, obaviti kontrolu, ambalažirati stvari u prijevozu, obaviti sve carinske formalnosti i druge ranje sukladno ugovorenom paritetu isporuke.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Vozarinski stav predstavlja izračunanu cijenu prijevoza za određenu jedinicu težine (1000 kilograma) na određenoj prijevojnoj udaljenosti (1 tona/ 1 kilometar)

<sup>8</sup> U vanjskotrgovinskoj praksi se u ovom slučaju često primjenjuje klauzula FCA (Free Carrier), ef. INCOTERMS 1990.

## *Posebnost industrijskog transporta*

Industrijski transport igra iznimno važnu ulogu u ostvarenju cjelovitog prometnog procesa, a koji predmnjeva pravodobno, kvalitetno i potpuno zadovoljenje prijevoznih potreba. On predstavlja značajnu kariku u transportnom lancu između proizvodno-prerađivačkih i potrošačkih centara jer osigurava dostavu sirovina, poluproizvoda, proizvoda i drugih nužnih roba u poduzeće-industrijski pogon ,a zatim njihovo neposredno premještanje u proizvodnom procesu, kao i odvoz gotovih proizvoda.

Industrijski transport čini međusobni odnos skupa tehničkih sredstava zajedno sa sustavom organizacije rada i korenspondencijama različitih modaliteta prijevoza. Namjenjen je za opsluživanje i osiguranje tehnološke povezanosti između proizvodnog procesa, pojedinih pogona, kao i industrijskog poduzeća u cjelini, tj ima sljedeće pojavne oblike:

- *vanjski industrijski transport* ostvaruje odvoz gotovih proizvoda iz poduzeća, kao i dovoz sirovina i poluproizvoda do subjekta javnog transporta; javlja se kao veza između proizvodno poduzeća i javnog transporta ili kao veza između pogona industrijskog kompleksa;
- *unutarnji (međuposgonski) industrijski transport* koristi se za premještanje robe između pogona i skladišta
- tehnološki (*unutarpogonski*) *transport* je dio proizvodnog procesa, a služi za dostavljanje sirovina, goriva i poluproizvoda na mjesto prerade (proizvodnje).

Industrijski transport u premještanju robe( takozvana unutarnja logistika) ima iznimno važnu ulogu, osigurava stabilan režim rada proizvodnje, a istodobno određuje ritam rada transportnog sustava u cijelini. Na taj je način industrijski transport komponenta suvremene proizvodnje i istodobno iznimno važan segment jedinstvenog prometnog sustava. Njegov kapacitet mora biti sukladan obujumu proizvodnje poduzeća, a tehnologija rada i tehnička sredstva moraju svakako biti na određenoj razini, koja podudara aktualnom stupnju tehnološkog razvitka.

U okviru industrijskog transporta značajna je željezničkog industrijskog transporta u brojnim djelatnostima kao na primjer kod rudnika, industrijskih kompleksa, luka, RTC-a i drugdje. Za tu funkciju nužno je postojanje razvijene mreže industrijskih kolosijeka koja je kod velikih industrijskih kompleksa vrlo razgranata i ponekad u svom sastavu ima industrijsku ranžirnu postaju s ranžirnim brijegom (spuštalicu) i određenom pretovarnom mehanizacijom; slijede manevarske lokomotive, osoblje, vlastiti vagoni, park, određen broj utovarno-istovarnih kolosijeka, te druga važna postrojenja i uređaji.

## *Kombinirane prometne tehnologije*

Kopneni promet je slojeviti tehnički, tehnološki, organizacijski i ekonomski sustav treba ga promatrati kao cijelinu čiji su dijelovi međusobno tijesno povezani i čine odgovarajuće podsustave.

Promet je jedan od onih segmenata tercijarnog sektora u kojem tehnološki napredak ima sudbonosno značenje zbog izrazite tehničke opremljenosti i raznolikog organskog sastava kapitala.

Primjena suvremenih prijevoznih i pretovarnih sredstava nedvojbeno je uvjetovana sve složenijim i brojnim zahtjevima u prometu robe. Štoviše za mnoge transportne subjekte preduvjet ta njihovo uključivanje u međunarodnu trgovinu

aplikacija modaliteta intergralnog transporta (kontejnera, paleta), te uvođenje kombiniranih i multimodalnih transportnih sustava (RO/RO, RA/RA, RO/LO, LO/RO, LASH, Huckepack, bimodalni).

Bimodalna tehnologija predmnjeva uporabu prijevoznih sredstava koja mogu prometovati cestom i željeznicom. Prijelaz sredstva s jedne prijevozne grane na drugu obavlja se potpuno sutonomno bez korištenja bilo kakve pretovarne mehanizacije ili posebnih terminala, a nakon izvršenog prijelaza, prijevozna jedinica je odmah spremna za nastavak putovanja.

Bimodalna tehnologija prijevoza uvedena je kao odgovor na poteškoće koje su se javile u primjeni huckepack tehnologije, a ciljevi koji se uvođenjem bimodalne tehnologije žele ostvariti jesu: ubrzavanje pretovranih operacija i prijevoza tereta u kombiniranom sustavu cestovno-željezničkog prometa uz potpuno isključivanje živog rada u procesu pružanja prometne usluge, te kvantitativno i kvalitativno povećanje tehničkih i tehnoloških, organizacijskih i ekonomskih efekata procesa pružanja prometne usluge.

Temeljne značajke bimodalne tehnologije su:

- Jednostavno formiranje u homogene ili blok-bimodalne kao i klasične željezničke teretne vlakove s nedostatkom obvezatnog pozicioniranja bimodalnih sklopova u sredini ili pri kraju željezničke kompozicije, a ne odmah do lokomotive zbog izrazito nepovoljnih vučnih i tlačnih sila,
- sniženje investicijskih troškova jer su troškovi jedne bimodalne jedinice manji oko 25 % od troškova zakozvanog “džepnog vagona”
- nisu potrebni specijelizirani terminali koji iziskuju velika početna ulaganja,
- cestovna poluprikolica se vrlo jednostavno i brzo može preoblikovati u teretni vagon, al i obrnuto,
- vrlo je primjenjiva u relativno nerazvijenim i rijetko naseljenim područjima u kojima je niska tehnološka razina prometne infra i suprastrukture, jer je za primjenu tog sustava dovoljno pedesetak metara željezničkog kolosijeka s betonskom podlogom,
- smanjuje mrtve mase za 50% u odnosu na huckepack tehniku.

### *Planiranje i izvedba prijevoza*

Operativno reguliranje sastoji se:

- od operativnog planiranja prometa
- od upravljanja prometom vlakova
- od nadzora nad obavljanjem prometa
- od operativnog reguliranja prijevoza u uvjetima poremećaja u prometu
- od analize provedbe voznog reda
- od rada s vagonima
- od rada s kontejnerima i prenosivim sanducima, paletama i teretnim priborom
- od reguliranja prometa cijelovitih vlakova
- od reguliranja izvanrednih prijevoza
- od reguliranja prometa u uvjetima zatvaranja pruge i kolosijeka
- od postupka što se primjenjuju kada se odbijaju vlakovi i vagoni.

Pod operativnim planiranjem prometa podrazumijeva se:

- određivanje promjena u sastavima vlakova za prijevoz putnika i relaciji njihova prometa
- ustanovljivanje količine vagona za otpremu
- planiranje otpreme vagona i promet vlakova
- osiguravanje vučnih vozila
- osiguravanje osoblja vlaka
- objavljivanje prometa u prometu vlakova

### *Analiza provedbe voznog reda*

Analiza provedbe voznog reda vlakova za prijevoz putnika mora sadržavati podatke:

- vlakovima koji nisu vozili ili su počeli putovanje, a nisu ga obavili
- o izmjenama u sastavu vlaka
- o vlakovima koji su vozili pomoćnim prijevoznim putom
- o neotpremljenim usmjernim (rutnim, kursnim) vagonima
- o uvedenim izvanrednim vlakovima i njihovim relacijama
- o raspoloživosti vagona za prijevoz putnika motornih vlakova

Analiza provedbe voznog reda teretnih vlakova mora sadržavati podatke:

- otkaznim vlakovima
- o raspuštenim vlakovima
- o odbijenom primitku vlakova ili njihovoj predaji
- o čekanju na primitak vlakova u lučkim kolodvorima ili pak u utovarno istovarnim kolodvorima
- o vlakovima koji su čekali na vučna vozila
- o uvedenim izvanrednim vlakovima
- o izvanrednim vlakovima za čiji promet operativ vuče vlakova nije dala pristanak

### *Vrsta kašnjenja*

Kada se analizira provedba voznog reda u putničkom i teretnom prometu, tada je potrebno:

- pratiti redovitost vlakova odnosno kašnjenja vlakova te
- pratiti sastav vlakova prema postojećim PTU-u.

Kada je u pitanju praćenje redovitosti vlakova odnosno analiza kašnjenja vlakova, tada je prijeko navesti da se na Hrvatskim željeznicama uzroci kašnjenja još uvijek dijele prema slijedećim grupacijama:

- prometno –transportna služba
- vuča vlakova
- građevinska služba
- elektronička služba
- druge HŽ-ove službe
- kašnjenje što su ga uzrokovale strane uprave
- izvanredni događaji
- štrajk
- drugi razlozi.



Željezničke uprave u zapadnoeuropskim zemljama uzroke kašnjenja dijele na sasvim drugim osnovama one su:

- prometni uzroci
- komercijalni uzroci
- građevni uzroci
- kvarovi vučnih vozila
- kvarovi vučenih i drugih vozila
- tehničke smetnje na ur
- eđajima
- propusti osoblja
- drugi uzroci.

Ta razlika proistječe odatle što se državne željeznice transformiraju u željeznička prijevozna poduzeća koja su usmjerena tržišno te se troškovi koji se prouzroče tim kašnjenjima stavljaju na teret mjerodavnim poslovima –profitabilnim linijama. To pak što HŽ-ovo najviše poslodavstvo nije zainteresirano za takve promjene pokazuje da ono nije sposobno provesti process modernizacije i restrukturiranja HŽ-a prema tržišno sposobnom prijevozno poduzeću.

#### **4.6. Uređaji za osiguranje otvorene pruge između kolodvora**

Pod otvorenom prugom podrazumijevamo prugu između ulaznih signala dvaju susjednih kolodvora. Osnovno pravilo je da se između kolodvora ne smiju naći dva vlaka koji voze u istom ili suprotnom smjeru. Taj problem se pojavio čim je na pruzi počelo prometovati više od jednog vlaka, a rješavao se na razne načine tijekom razvoja željeznice.

Interesantno je bilo jedno od prvih rješenja tog problema koje se primjenjivalo u Engleskoj, a još je i sad primjenjivo. To rješenje je privolni kolut. Za kolodvora A i B postojao je samo jedan kolut, nazovimo ga kolut AB. Vlak je smio krenuti iz jednog od ovih kolodvora prema drugom samo ako je strojovođa imao kolut AB. Taj je kolut ostavljao u susjednom kolodvoru. Sljedeći vlak, ga je nosio natrag u početni kolodvor. Tako je bilo zagarantirano da se između kolodvora A i B može nalaziti samo jedan vlak. Loša strana tog načina rada bila je što su vlakovi morali voziti po strogo parnom voznom redu, što znači da dva vlaka nisu mogla jedan za drugim prometovati u istom smjeru. To je bila ozbiljna mana i zato je taj način ubrzo bio napušten. Ovaj način osiguranja se i danas primjenjuje u Indiji, samo putem kuglica.

Drugi način, koji je još i sad u primjeni, je sporazumijevanje telefonom dvaju prometnika o prometovanju vlaka između susjednih kolodvora. Tu postoji samo jedan važan uvjet: na telefonsku vezu se ne može nitko drugi uključiti osim prometnika i prometnog osoblja koje osigurava put vožnje na tom dijelu pruge. Prometnici moraju prvo utvrditi da je pruga slobodna. To čine tako da utvrde da je posljednji vlak koji je prometovao između ta dva kolodvora stigao u uputni kolodvor i to cijeli (da postoji "odjava"). Nakon toga se dogovore koji će vlak krenuti iz kojeg kolodvora i to moraju upisati u određenu knjigu (traženje "privole" i davanje "dozvole"). Ova se procedura snima registrofonima kao sigurnim dokaznim sredstvom u slučaju eventualnog izvanrednog događaja.

Unatoč tako propisanom postupku, ipak se događalo da se vlakovi sudare na otvorenoj

pruzi. Razlozi su često bili u pogreškama ljudi (zaboravljanje, pogrešno razumijevanje i sl.) Zbog tih razloga tražena su tehnička rješenja koja, će ako ne

onemogućiti, a ono barem umanjiti mogućnost ljudske greške. Usporedo s razvojem elektromehaničkog kolodvorskog ss-uređaja razvijen je i elektromehanički uređaj međukolodvorske zavisnosti.

Rad tog uređaja se temelji na radu blokovne jedinice. Prometnik kolodvora A traži privolu od kolodvora B za upućivanje vlaka iz kolodvora A u kolodvor B. Ako je prometnik kolodvora B suglasan primiti vlak iz kolodvora A dati će privolu tako što pritisne tipku blokovne jedinice i induktorom blokira tu jedinicu u svojem kolodvoru, dok istovremeno deblokira blokovnu jedinicu u kolodvoru A. Uvjet za tu radnju je taj, da su svi izlazni signali u kolodvoru B prema kolodvoru A u položaju "stoj", ali ostaje na prometniku da prije provjeri da je posljednji vlak cijeli stigao u susjedni kolodvor. Prometnik u kolodvoru B može postaviti ili dati komandu za postavljanje izlaznog signala prema kolodvoru A u položaj za dopuštenu vožnju tek kad se deblokira blokovna jedinica privole za vožnju prema kolodvoru A. Smjer vožnje ostaje blokiran sve dok se u kolodvoru A ne postavi ulazni put vožnje i bude razriješen prolaskom vlaka preko ulaznog izoliranog odsjeka. Tada se postavljeni put vožnje razrješava, a za novi vlak se procedura ponavlja. Ovakav se način dovođenja u tehnički uvjetovanu zavisnost izlaznih signala u susjednim kolodvorima naziva međukolodvorska zavisnost ili skraćeno MZ.

Na ovaj se način moglo i prugu između dva kolodvora podijeliti na više odsjeka. Svaki odsjek na početku ima signale i blokovni uređaj, pružnu postavnicu, što omogućuje da se na dijelu pruge između dva kolodvora nalaze dva vlaka koji voze u istom pravcu. Prometovanje vlakova na tako opremljenoj pruzi nazvano je prometovanje u blokovnom razmaku. Opremanje pruge takvim uređajima zahtjeva i posade u svakoj blokarnici, kako se nazivaju pružne postavnice, a to je isplativo samo na prugama s velikim iskorištenjem, odnosno s velikim brojem vlakova.

Dakle uređaj međukolodvorske zavisnosti predstavlja dodatni uređaj koji dovodi u međusobnu tehnički uvjetovanu zavisnost dva susjedna kolodvorska ss-uređaja. Taj uređaj obavlja sljedeće funkcije:

- kontrolira zauzeće otvorene pruge između ulaznih signala susjednih kolodvora,
- dovodi u međusobnu zavisnost izlazne signale susjednih kolodvora da se može postaviti samo vožnja od jednog kolodvora prema drugom uz suglasnost prometnika u tim kolodvorima,
- blokira postavljeni smjer vožnje dok se vožnja ne izvrši i deblokira ga nakon izvršene vožnje,
- na komandnim stolovima susjednih kolodvora pokazuje stanje zauzeća pruge i postavljenog smjera vožnje, omogućava promjenu smjera vožnje i druga rukovanja i javljanja neophodna za rad uređaja.

Ovaj uređaj omogućio je vrlo visok stupanj sigurnosti za promet vlakova na pruzi između kolodvora, odnosno pomoću njega je stupanj sigurnosti prometa na pruzi isti kao i u kolodvoru osiguranom potpunim ss-uređajem.

Još je važno uočiti da za ugradnju međukolodvorske zavisnosti trebaju susjedni kolodvori biti osigurani potpunim ss-uređajem elektromehaničkog ili relejskog tipa, ako se želi postići jednak stupanj sigurnosti prometa na pruzi i u kolodvoru.

Primjena relejske tehnike u signalnim uređajima omogućila je automatizaciju tog procesa. Automatizacija se sastojala u tome da se pruga između dvaju kolodvora podijeli u tako zvane prostorne ili blokovne odsjeke koji na krajevima imaju pružne glavne signale, a pruga se između tih signala kontrolira izoliranim odsjecima ili brojačima osovina. Signalima upravlja uređaj koji je smješten uz prugu, obično na granicama prostornih odsjeka. U kolodvorima se također ugrađuje dodatni uređaj uz

kolodvorski ss-uređaj, koji predstavlja vezu između pružnog i kolodvorskog uređaja. Ako je kontrola zauzeća i upravljanje signalima provedena bez sudjelovanja čovjeka, to jest automatski, takav se uređaj naziva automatski pružni blok ili skraćeno APB uređaj.

Podjela na blokovne odsjeke radi se na temelju posebnog računa koji uzimajući u obzir sve bitne okolnosti daje broj i optimalnu dužinu blokovnih odsjeka između dva kolodvora. Tu je važno da odsjeci ne budu kraći od propisanog zaustavnog puta. Ako se za kontrolu slobodnosti koriste izolirani odsjeci, onda, radi svojih tehničkih svojstava, ne mogu biti duži od 1500 m s relejima ili 1800 m ako se koriste motorni releji. Specijalna rješenja mogu kontrolirati i duže odsjeke. S druge strane se ne preporuča predugačke odsjeke (koji se mogu bez problema ostvariti s brojačima osovina) pa se zato ne koriste duži od 3000 m. Kod predugačkih odsjeka moglo bi se između ostalog dogoditi da strojovođa zaboravi signalni znak prema kojem treba postupiti kod sljedećeg signala. APB ima pružni i kolodvorski dio uređaja. Kolodvorski dio uređaja je isti kao i kod međukolodvorske zavisnosti, pa se u mnogim slučajevima u susjedne kolodvore i ugrađuju kolodvorski dijelovi APB uređaja kao prva faza ugradnje APB uređaja.

#### 4.6.1. Automatski pružni blok

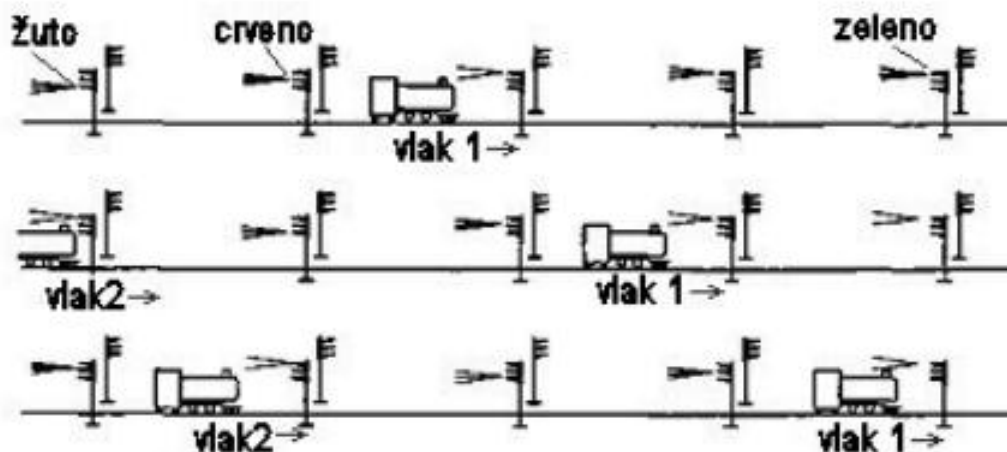
Povećanje propusne moći pruge može se postići na više načina:

- Izgradnja novih kolodvora na trasi. To je skupo, jer treba izgraditi zgrade, kolosijeke sa skretnicama, ss-uređaje, a veliki su i stalni troškovi za izvršno kolodvorsko osoblje.
- Izgradnja dvokolosiječne pruge. To je nešto ekonomičnije rješenje, ali su početne investicije velike.
- Povećanje brzine vlakova. Veće brzine vlakova zahtijevaju rekonstrukciju pruge: povećanje polumjera zakrivljenosti u zavojima, prilagođavanje nagiba, izmjenu tračnica i pričvrsnog pribora, kvalitetnije i češće održavanje gornjeg i donjeg ustroja, ugradnju odgovarajućih tipova skretnica, modifikaciju postojeće i uvođenje odgovarajuće nove tehnike ss-uređaja.
- Automatski pružni blok ili APB. Kod APB-a signalima se regulira promet uzastopnih vlakova između kolodvora. Povećava se sigurnost, propusna moć i ekonomičnost uz razmjerno malo investicijskog ulaganje. Prethodnica je automatskoj kontroli prometa i centralizaciji.

Karakteristike APB-a su sljedeće:

- Međukolodvorski je razmak podijeljen na prostorne odsjeke, koji graniče signalima. Signali se upravljaju i kontroliraju električnim putem.
- Sam vlak automatski aktivira signal.
- Sigurnost prometa ovisi samo o uređajima, ako su ispravni, a čovjek uključen u promet na principu redundancije povećava sigurnost odvijanja prometa.
- Ekonomičnost je povećana, jer se ne povećava broj izvršnog osoblja.
- Postiže se veća propusna moć i brzina, maksimalna koju dozvoljava trasa, elektronika i automatika.

Na slici 13 je prikazano kretanje vlaka prugom s dvoznačnom signalizacijom APB-a



**Slika 13.** Kretanje vlaka prugom s dvoznačnom signalizacijom APB-a  
Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr/ztos> (kolovoz, 2013.)

Pružni dijelovi APB uređaja su sklopovi za kontrolu zauzeća blokovnih odsjeka, pružni signali ili blokovni signali, relejski sklop za upravljanje signalima, sklop za blokiranje smjera, sklop za promjenu smjera, napojni uređaj i kabelska mreža.

Načelo rada je sljedeće:

- Svaki blokovni odsjek ima na svom početku blokovni svjetlosni signal. Ovisno o postavljenom smjeru vožnje na međukolodvorskom odsjeku blokovni signali za jedan smjer su osvijetljeni, to jest pokazuju signalne znakove a oni za drugi smjer ne pokazuju signalne znakove osim posljednjeg pred ulaznim signalom koji je ujedno i predsignal.
- Prvi blokovni odsjek, onaj koji počinje kod ulaznog signala (za suprotni smjer vožnje) a završava kod predsignala (isto za suprotni smjer) nema svog blokovnog signala u smjeru izlaza iz kolodvora. To znači da kod ulaznog signala nema blokovnog signala za suprotni smjer. Taj odsjek štite izlazni signali kolodvora, pa je i njegova dužina povećana za udaljenost od ulaznog signala do izlaznih signala za suprotni smjer.
- Izlazni signali u postavljenom smjeru iz kolodvora imaju signalni znak "stoj", a svi pružni signali signalni znak "slobodno, očekuj slobodno", osim predsignala koji ima signalni znak "slobodno, očekuj stoj" sve dok se ne postavi ulazna vožnja u kolodvor.
- Kad prometnik postavi izlazni put vožnje na izlaznom signalu pojavit će se odgovarajući signalni znak i vlak smije krenuti. Na izlaznom signalu će se postaviti signalni znak "stoj" 2 sek nakon što vlak zauzme prvi izolirani odsjek iza izlaznog signala. Znak za dopuštenu vožnju ponovno će se moći postaviti na izlaznom signalu tek nakon što kraj prethodnog vlaka napusti blokovni odsjek između izlaznih signala i prvog pružnog signala (onoga kod predsignala za suprotni smjer).
- Putovanje vlaka uzrokovat će promjenu signalnog znaka na pružnim signalima u signalni znak "stoj" 2 sek nakon zauzeća blokovnog odsjeka iza tog signala.
- Oslobođanje blokovnog odsjeka uzrokovat će na signalu koji ga štiti promjenu signalnog znaka "stoj" (crveno) u "slobodno, očekuj stoj" (žuto), a na signalu ispred ovog promjenu signalnog znaka "slobodno,

očekuj stoj" u signalni znak "slobodno, očekuj slobodno" (zeleno), kako je to propisano za dvoznačne signalne znakove .

- Čim se oslobodi blokovni odsjek moguće je ostvariti sljedeću uzastopnu vožnju, ali se to rijetko koristi, budući da je propisano da se uzastopni vlakovi upućuju na prugu samo tako da su između njih barem dva slobodna blokovna odsjeka (voze na "zeleno"). Taj se vremenski slijed kretanja vlakova naziva i "interval slijeđenja", a na našim prugama iznosi od 3 do 7 minuta.
- Kad i posljednji vlak iz jednog smjera stigne u uputni kolodvor, to jest kad je pruga slobodna, prometnik iz kolodvora prema kojem je bio smjer vožnje ("koja ima smjer") može tražiti promjenu smjera vožnje. Prometnik u kolodvoru od koje je bio postavljen smjer daje privolu. Tada počinje radnja promjene smjera na svim blokovnim mjestima na pruži.
- Prilikom promjene smjera na svakom se blokovnom mjestu provjerava ispravnost žarulje crvenog svjetla, provjerava se slobodnost blokovnog odsjeka, a zatim se gase signalni znaci na signalima za smjer koji je bio postavljen i pale na signalima za novi smjer. Kod APB-a s izoliranim odsjecima mijenja se i smjer napajanja izoliranih odsjeka. Smjer napajanja uvijek je takav da vlak prvo nailazi na onu stranu izoliranog odsjeka na kojoj je priključen kontrolni relej (relejska strana). Kad se te sve provjere i radnje uspješno obave na jednom blokovnom mjestu, isti se proces počinje provoditi na sljedećem prema kolodvoru koji je tražio promjenu smjera. Na kraju, kad se promijeni smjer i u kolodvoru koji je tražio promjenu smjera, znači da je promjena smjera obavljena na svim blokovnim mjestima i tada se na komandnom stolu pokaže da je postavljen novi smjer i da se može poslati prvi vlak u suprotnom smjeru.
- Na komandnim stolovima susjednih kolodvora javljaju se zauzeća određenih ili svih blokovnih odsjeka, kvarovi na pružnim i kolodvorskim dijelovima uređaja i smetnje na signalima. Ta javljanja i komande različito se daju i javljaju kod APB-a raznih proizvođača, a na prugama Hrvatskih željeznica najviše se rabi APB SbL5 firme SEL i INTEGRA.

Svi pružni signali obilježavaju se s dvije brojke. Prva brojka označava kojem blokovnom uređaju ili blokovnom mjestu pripada dotični signal, a druga brojka označava za koji je smjer taj signal. Signali s neparnim brojkama (1) vrijede za smjer vožnje prema početku pruge, a s parnim (2) za smjer vožnje prema kraju pruge. Dakle signal 42 je signal koji pripada blokovnom mjestu 4 i važi za smjer vožnje prema kraju pruge. Blokovna mjesta obilježavaju se od početka pruge prema kraju, pa se može dogoditi da imaju i dvocifrene brojeve, a tada signali imaju trocifrene. Na primjer blokovno mjesto 52 ima signale 521 i 522.

#### 4.6.2. Razmak prostornih signala i uređaji

Na dvosmjernoj jednokolosiječnoj pruži, zbog skupih uređaja i kabela, signali bi trebali biti postavljeni što bliže. Razmak dvaju združenih signala iznosi 100 m, a na sredini između njih je izolirani sastav kao na slici 10.4. Razlozi za to su zaštita izoliranog odsjeka za slučaj nepravovremenog zaustavljanja i sigurne promjene boje signala, nakon što je prva osovina prešla u drugi odsjek.

Blokovni signali ugrađuju se u načelu 50 m ispred početka blokovnog odsjeka koji štite. Prema tome suprotni blokovni signali su udaljeni 100 m međusobno. Tih 50

m predstavlja osigurani put proklizavanja. Na slici 14. prikazani su razmaci jednog para signala na dvosmjernoj jednokolosiječnoj pruzi.



**Slika 14.** Razmaci jednog para signala na dvosmjernoj jednokolosiječnoj pruzi

Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr/ztos> (kolovoz, 2013.)

Dužine prostornih odsjeka određuju prometni, a ne tehnički zahtjevi. Donja je granica određena propisanim zaustavnim putom. Poželjno je također da duljine vlakova ne budu duže od prostornih odsjeka, jer bi inače stalno zaposjedali po dva odsjeka. Određivanje optimalnih uvjeta ugradnje signala APB-a važan je zadatak, a rješenje ovisi o više faktora.

Blokovni prostorni odsjeci različitih su dužina od 1000 do 2800 m. Odsjeci između predsignala i ulaznog signala u pravilu su dugački 1000 m za brzine vlakova do 120 km/sat.

Kad se vlakovi kreću većim brzinama (do 160 km/sat), dužine prostornih blok odsjeka iznose najmanje 1500 m. Signali se ne postavljaju na velikim (mostovima, u tunelima, na križanjima, pješačkim prijelazima i sl. objektima. Ako se slučajno moraju postaviti, signal će biti ugrađen tako, da vlak stane ispred ili iza objekta, a to znači da vlak na svom svojom duljinom stane tako da bi omogućio drugi tip prometa. Ako nema dobre vidljivosti, kao npr. kod zavoja ili usjeka, mora se postaviti ponavljajući signal.

Gornji vod kod elektrificirane pruge ne smije smanjiti vidljivost signala, odnosno zaklanjati signal. Razmaci prostornih signala mogu se projektirati ili prema minutama kretanja vlaka ili prema uvjetima otpravljanja uzastopnih vlakova, te zaustavljanja i pretjecanja u kolodvoru. Prostorni odsjeci ne bi smjeli biti kraći od 1000 m na prugama kojima prometuju vlakovi s maksimalnom brzinom 120 km/sat. Kod brzina 160 km/sat najmanja dužina blok-odsjeka iznosi 1500 m, što odgovara putu zaustavljanja.

Uređaji s izoliranim kolosiječnim strujnim krugovima su za 20 % do 30 % jeftiniji od onih s brojačima osovina. Dužina tih izoliranih i ujedno prostornih odsjeka iznose najviše 1500 m uz korištenje elektromagnetskih releja, a 1800 m s elektronskim relejima. Kod duljih prostornih odsjeka moraju se ugraditi brojači osovina, koji nisu osjetljivi na otpor zastora.

Oba su načina kontrole prostornih odsjeka podjednaka što se tiče sigurnosti i prometno-eksploatacijskih mogućnosti. Isključuju mogućnost udesa zbog pogrešnog rukovanja, jer je u radu uređaja eliminiran utjecaj čovjeka. Omogućuju otpremanje proizvodnog broja vlakova u oba smjera, povećavaju prijevoznu i propusnu moć pruge, a to znači da ispunjavaju sve potrebne uvjete. Najvažniji su ipak sigurnost i ekonomičnost. Kod projektiranja prometa vlakova između dva kolodvora sustavom automatskog pružnog bloka potrebno je predvidjeti slijedeće situacije:

- između kolodvora se nalaze i cestovni prijelazi koji su također osigurani posebnim uređajem za automatsko osiguranje (ili s kontrolnim signalima ili s daljinskom kontrolom u bližem kolodvoru,
- između kolodvora se nalaze odvojne skretnice za promet prema industrijskim kolosijecima,

- postoji potreba za osiguranjem prometa vozilima za održavanje pruge,
- na dvokolosiječnoj pruzi treba predvidjeti mogućnost obostranog prometa vlakova.

U sustavu klasične signalizacije potrebno je kontrolirati ispravnost žarulja na signalima, ispravnost rada brojača osovina ili izoliranih odsjeka, rad uređaja za osiguranje cestovnih prijelaza, rad uređaja za osiguranje skretnice na otvorenoj pruzi te rad uređaja APB.

U sustavu signalizacije upravljane procesorskim uređajem moguće je je formalnim metodama riješiti problem dinamičkog slijedenja vlakova primjenom objektno orjentiranih programskih jezika. UML (Unified Model Language) je jezik za specijaliziranje, vizualiziranje, konstruiranje i dokumentiranje podataka programskog sustava, kako za poslovna modeliranja tako i za kompleksne signalne sustave. UML predstavlja skup najboljih električkih i mehaničkih procesa koji su se pokazali uspješni u modeliranju velikih i složenih sistema.

U sustavu automatskog pružnog bloka potrebno je definirati objekte za osiguranje vožnje vlaka i njima dodati attribute koji označavaju funkcije objekta.

Objekti za osiguranje vožnje vlaka:

- signalno-sigurnosni uređaj kolodvora A,
- signalno-sigurnosni uređaj kolodvora B i
- međukolodvorska zavisnost.

Signalno-sigurnosni uređaj kolodvora A, ako je on početni, ima slijedeće attribute:

- osiguranje prometa unutar kolodvorskog područja,
- osiguranje prometa vlakova prema kolodvoru B:
- izlazne vožnje i
- ulazne vožnje

Signalno-sigurnosni uređaj kolodvora B, ako je on završni, ima slijedeće attribute:

- osiguranje prometa unutar kolodvorskog područja,
- osiguranje prometa vlakova prema kolodvoru A:
  - izlazne vožnje i
  - ulazne vožnje,

a ako je on prolazan, tada treba predvidjeti:

- osiguranje prometa vlakova prema kolodvoru C:
  - izlazne vožnje i
  - ulazne vožnje,

te ako se na njemu sastaje više pruga, tada treba predvidjeti:

- osiguranje prometa vlakova prema kolodvoru D:
  - izlazne vožnje i
  - ulazne vožnje,

Osiguranje izlazne vožnje vlaka obavlja se izlaznim signalima koji ovise o postavljanju puta vožnje vlaka i stanjem zauzetosti kolosijeka između dva kolodvora. Ulazna vožnja vlaka se osigurava ulaznim signalima koji ovise o postavljanju puta vožnje vlaka u kolodvor.

Objekt osiguranja izlazne vožnje je izlazni signal. On ima slijedeće attribute:

- dozvoljava se vožnja vlaka iz kolodvora A prema kolodvoru B sa kolosijeka n (zeleno) i
- ne dozvoljava se vožnja vlaka iz kolodvora A prema kolodvoru B (crveno).

Objekt osiguranja ulazne vožnje je ulazni signal. On ima slijedeće attribute:

- dozvoljava se vožnja vlaka iz kolodvora B u kolodvor A na kolosijek n (zeleno) i
- ne dozvoljava se vožnja vlaka iz kolodvora B u kolodvor A (crveno).

Osiguranje vožnje vlaka u međukolodvorskoj zavisnosti obavlja se izlaznim signalom kolodvora A, slobodnim međukolodvorskim razmakom i ulaznim signalom kolodvora B. U slučaju dugačkog međukolodvorskog razmaka obavlja se djeljene na manje prostorne odsjeke. Objekti osiguranja slobodnog prostornog odsjeka su blokovni odsjeci s prostornim signalima koji u slučaju jednokolosiječne pruge imaju slijedeće atribute:

- prostorni signali mogu pokazivati znak slobodne vožnje samo u jednom smjeru u međukolodvorskom razmaku,
- vožnja vlaka u smjeru slobodne vožnje zabranjuje vožnju vlaka koji ga slijedi u minimalno jednom blokovnom odsjeku.
- signal prostornog odsjeka u jednom smjeru može prikazivati najmanje tri osnovna znaka:
  - dozvoljen vožnja (zeleno)
  - zabranjena vožnja (crveno) i
  - očekuj zabranjenu vožnju (žuto).

Signalni znak slobodne vožnje može se pokazati samo kada su zadovoljeni slijedeći uvjeti:

- prostorni odsjek ispred signala mora biti slobodan (kontrola izoliranim odsjecima ili brojačima osovina),
- automatski cestovni prijelazi ispred signala moraju biti osigurani (kontrola iz uređaja za osiguranje cestovnih prijelaza u ravnini pruge),
- skretnice na otvorenoj pruzi ispred signala moraju biti osigurane i zaključane za predviđenu vožnju po glavnoj pruzi te mora postojati osiguranje zabrane vožnje iz odvojnog pravca na prostorni odsjek (kontrola skretnice, signala na odvojnoj pruzi ili iskliznice na odvojnem kolosijeku),
- svi signali suprotnog pravca moraju prikazivati znak zabrane vožnje ili biti ugašeni (ugašeni signal je također signalni znak zabrane vožnje),
- prikazivanje signalnog pojma mora se kontrolirati (kontrola rada žarulja).

Signalni znak očekuj stoj mora se pokazati kada su zadovoljeni slijedeći uvjeti:

- prostorni odsjek ispred signala je zauzet vlakom,
- na kraju međukolodvorskog razmaka ulazni signal u kolodvor pokazuje znak zabrane vožnje (predsignal ulaznog signala),
- pregortjela žarulja za slobodnu vožnju.

U međukolodvorskoj zavisnosti postoji, dakle, ovisnost prostornih signala o smjeru vožnje vlaka, slobodnosti kolosijeka, osiguranju sigurnog kretanja vlaka i o njegovom kretanju. Kod povećanja brzine kretanja vlaka klasična svjetlosna signalizacija zamjenjuje se kabinskom signalizacijom. Svjetlosni signali se tada zamijenjuju pogodnim uređajem za prijenos signalnih pojmova u lokomotivu (Eurobaliza). Logika uporabe automatskog pružnog bloka i kod kabinske signalizacije je analogna uporabi svjetlosne signalizacije. Prostorni odsjek ne mora biti omeđen točno određenim granicama, pa se može rabiti uređaj za slobodnost kolosijeka s kontinuiranim praćenjem kretanja vlaka. Bitno je da iza vlaka u pokretu bude dovoljno dugačak slobodni odsjek pruge, koji osigurava dovoljan zaustavni put vlaka koji ga slijedi.



Veza između uređaja u kolodvorima i između njih osigurava se potrebnim podzemnim kabelima, a može se ostvariti i bežično primjenom radio uređaja bilo u analognoj ili digitalnoj tehnici. U svakom slučaju se rabi «fail safe» tehnologija, uz obavezno vođenje kronologije rada uređaja.

Povećanje propusne moći pruge može se postići na više načina:

- izgradnja novih postaja na trasi,
- izgradnja dvokolosiječne pruge,
- povećanje brzine vlakova,
- automatski pružni blok ili APB

Karakteristike APB-a:

- međukolodvorski razmak je podijeljen na prostorne odsjeke koji graniče signalima,
- sam vlak automatski aktivira signale,
- ekonomičnost je povećana,
- sigurnost prometa ovisi samo o uređajima,
- postiže se veća propusna moć i brzina

HŽ koriste dvoznačnu signalizaciju. To znači da svaki signalni pojam signalizira dva značenja.

Jedno zeleno mirno svjetlo na signalu APB-a znači da je prvi prostorni odsjek slobodan, a također i drugi. Jednim signalnim znakom signalizira se stanje prvog prostornog odsjeka i predsignalizira stanje drugog prostornog odsjeka.

Žuto svjetlo na prostornom signalu znači da je prostorni odsjek kojeg štiti taj signal slobodan, ali je zauzet slijedeći.

Samo je crveni signal jednoznačan. Njime se jednoznačno zabranjuje kretanje iza signala.

Na jednokolosiječnim prugama opremljenim APB-om na granicama prostornih odsjeka ugrađeni su svjetlosni prostorni signali na desnoj strani kolosijeka u smjeru vožnje. Na desnoj tračnici, u smjeru vožnje, ispred signala ugrađene su i pružne balize auto-stop uređaja.

## **5. PREDNOSTI ŽELJEZNIČKOG PROMETA U URBANIM PROSTORIMA**

U složenom sustavu grada kao cjeline promet ima zadaću objedinjavati gradske sadržaje, određivati ritam gradskog života i sinkronizirati ga. Međutim, promet može djelovati i suprotno razdvajajući gradske površine prometnim tokovima. Zato se planiranje gradskog prometa i gradskih prometnica ne može promatrati neovisno o planiranju namjene gradskih površina.

Promet ne samo da prati razvoj grada već izaziva promjene i potiče njegov ukupni razvoj. U urbanom naselju je promet toliko urastao u sve ljudske aktivnosti da se između razvoja grada i prometa ne može razlučiti što je uzrok a što posljedica. U širenju grada se sve više uočava potreba za planskim razmještajem osnovnih gradskih sadržaja, a kao bitan kriterij pojavljuje se pristupačnost lokacije i stupanj prometne opsluženosti.

Najveći broj gradova u našoj zemlji razvija se po sustavu koncentričnog širenja gradskih aglomeracija što u prometno-urbanističkom pogledu izaziva:

- povećanje duljine putovanja
- neodgovarajuće zahvate na prometnoj osnovi u odnosu na stanovanje
- prostornu i vremensku koncentraciju tokova, što izaziva zagušenja na glavnim prometnicama koje povezuju stanovanje i druge aktivnosti (rad, školovanje i sl.) u tom urbanom prostoru.

Takav koncept razvoja pogoduje korištenju automobila koji su u prostornom, ekološkom i ekonomskom sukobu s urbanim okruženjem.

Alternativo rješenje u nastajućim prometnim problemima pri širenju gradova je koridorski razvoj gdje se gradski sadržaji trebaju locirati duž glavnih prometnih koridora (gradskih željeznica i velikih cestovnih prometnica), a najveći intenzitet namjene površina treba koncentrirati oko stajališta javnoga gradskog prijevoza. Na taj način prometni koridori nude dobru pristupačnost dijelovima grada izvan središnje jezgre i mogućnost smanjenja cestovnih vozila u središte grada.

### **5.1. Nova orijentacija življenja u velikim urbanim središtima**

Scenarij koji se odvijao ili se odvija u mnogim gradovima svijeta počinje zahvaćati i naša velika urbana središta.

Danas je većina urbanizacije gradova usmjerena na korištenje automobila. Urbanizacija pretvara svaku parcelu zemljišta, koja je udaljena jedan sat od središta grada, u potencijalno građevinsko zemljište. Svaki stanovnik predgrađa najveći dio svojih putovanja prema središtu grada obavlja automobilom. U tradicionalno središte grada pristup je sve više otežan, a parkiranje u njemu onemogućeno.

Trgovine i institucije u središtu grada teško se prilagođuju nastalim uvjetima. Mogućnosti parkiranja ispod zemlje korisnici teško prihvaćaju, a trgovine i institucije, zbog sve veće nepristupačnosti njihovim prostorima, sele u predgrađa koja sve više nastanjuju bogatiji klijenti. Najprije se u predgrađa (posebno uz glavne prometnice) sele trgovine stvarajući velika trgovačka središta, zatim tvrtke za pružanje usluga, te najzad i institucije koje pružaju zabavu i razonodu.

Kako i u svijetu tako i u nas, središte grada sve više gubi svoje osnovno značenje okupljanja i druženja ljudi, te se danju pretvara u „geto“ u kojemu poslovni ljudi zarađuju novac, a nakon završenoga radnog vremena napuštaju to središte i odlaze u svoje domove na periferiji grada. Tradicionalna središta naših velikih gradova

njihovim povećanjem na putu su odumiranja, kao što je to bio slučaj u mnogim gradovima svijeta. Posljedica takvog razvoja je prekidanje društvenih veza među raznim slojevima društva, njihovo grupiranje prema prihodima i sve veća nesigurnost življenja.

## **5.2. Značajke korištenja automobila u gradovima**

Svaka gradnja cestovnih prometnica u gradu znatno zauzima raspoložive gradske površine. Međutim, gradnja svake velike cestovne prometnice u gradskom urbanom prostoru ne samo da zauzima velik dio urbanog prostora već stvara barijere što ima za posljedicu izolaciju pojedinih gradskih četvrti i slabu komunikaciju stanovništva sa suprotnih strana prometnice.

Dok u starim gradskim sredinama cestovne prometnice zauzimaju oko 20% raspoloživoga gradskog prostora, u velikim stambenim naseljima cestovne prometnice (uključujući i prostor za parkiranje) zauzimaju 40 do 60% ukupne raspoložive površine. Ako jedan automobil koji se nalazi u gradu 90% svog vremena provede na parkiralištu, a samo 10% u vožnji, to znači da se na jednom mjestu parkiranja izmjeni najviše pet do šest automobila. To dovodi do zaključka da bi se za potrebe prometa u mirovanju trebalo planirati gotovo polovica od ukupne površine grada.

Korištenja automobila u gradovima potrebno je razmotriti i kroz utjecaj automobila na pješake.

U gradskom središtu pješake stalno uznemirava buka i koncentracija ispušnih plinova automobila. Ako jedan grad želi osigurati zdrav život svojim stanovnicima, mora eliminirati opasnost buke i ispušnih plinova. Želi li grad osigurati svojim građanima prostor za relaksaciju i mirno razgledavanje znamenitosti, izloga ili susret s prijateljima, mora osigurati sigurnost pješaka i osloboditi pješačke komunikacije od automobila.

Nameće se zaključak da parkiranje u središtu grada treba zabraniti jer svako parkiranje na proizvoljno izabranom mjestu predstavlja „sabotažu“ životne sredine.

## **5.3. Značajke tračničkih sustava masovnoga putničkog prijevoza u urbanim sredinama**

Masovni putnički promet u velikim gradovima organizira se najčešće u obliku tračničkoga površinskog prijevoza (tramvaj) ili neovisnih sustava (brze gradske željeznice, metro). Tramvaj kao prijevozno sredstvo tračničkog sustava ima primjenu na odgovarajućim gradskim koridorima koji imaju ravnomjerno raspoređena opterećenja od najmanje milijun putnika godišnje po kilometru trase. Prijevozne mogućnosti tramvaja u normalnim gradskim uvjetima kreću se u rasponu od 6.000 do 12.000 putnika po satu (u jednom smjeru vožnje), s najmanjim intervalima od 1,5 minute i prijevoznim brzinama 18 km/sat. Te značajke mogu se poboljšati ako se tramvajski promet vodi posebno osiguranim koridorima, a na križanjima ima prednost prolaska.

Međutim, masovni putnički prijevoz u velikim urbanim prostorima može se uspješno organizirati uz pomoć sustava koji su neovisni o vanjskim utjecajima i nemaju negativnih posljedica na prostor i životnu sredinu. Takve osobine imaju željeznički tračnički sustavi.

Prema svjetskim iskustvima takva su rješenja opravdana za gradove s više od 800.000 stanovnika i na koridorima s opterećenjem većim od 4 milijuna putnika po

kilometru trase godišnje. Po tehničko-eksploatacijskim značajkama, to može biti brza gradska željeznica ili metro.

Brza gradska željeznica u svom konstruktivnom pogledu predstavlja željeznicu s električnom vučom koja je prilagođena za masovan prijevoz putnika sa širega gradskog područja do gradskog središta. Potreba za brzom izmjenom putnika i jedinstven gradski tarifni sustav uvjetuju da se na zajedničkim stajalištima sa željeznicom grade visoki peroni na izdvojenim kolodvorskim kolosijecima. Takva rješenja osiguravaju efikasnost u korištenju sustava i pojednostavnjuju tehnologiju kontrole putnika.

Takav prijevozni sustav uglavnom se razvija po trasama postojećih željezničkih pruga, koristeći vremenske praznine u voznom redu međugradske željeznice.

Prijevozna mogućnost brze gradske željeznice može doseći 50.000 putnika u jednom satu (u jednom smjeru) s intervalima od 2 minute i brzinama prijevoza od 50 km/sat. Ako linije brze gradske željeznice imaju posebne trase kroz gradsko tkivo i vode se neovisno o međugradskom prometu, tada brza gradska željeznica ima sve funkcije gradskog metroa (iako se vodi nadzemno).

Metro je prostorno i funkcionalno neovisan tračnički sustav. To je veoma suvremen i efikasan sustav s velikim potencijalima razvoja u budućnosti. To je visoko kapacitirani prijevozni sustav čija je prijevozna moć u prosjeku oko 40.000 putnika u satu (u jednom smjeru) s minimalnim intervalima od 1,5 minuta i prijevoznim brzinama 45 km/sat. Visoki troškovi gradnje tog sustava upućuju na njegovu gradnju samo u onim urbanim koridorima u kojima se već u prvoj fazi očekuje preko 15.000 putnika u satu (po jednom smjeru u vršnim vremenima).

U gradovima s više od 800.000 stanovnika (u koje možemo ubrojiti i Zagreb) pojavljuje se potreba za prostorno potpuno neovisnim sustavom tipa metroa koji može ponuditi brz, efikasan i siguran prijevoz. Svi ostali sustavi javnog prijevoza trebaju biti organizirani kao sustavi koji će puniti osnovni sustav, a to je tračnički sustav (nadzemni ili podzemni) tipa metroa. Pri tome se misli i na osobni automobilski promet kojem treba osigurati parkirališta u zonama brze gradske željeznice tipa metroa ili metroa.

Radi usporedbe, u tablici 1. prikazuju se eksploatacijske značajke tračničkih sustava brzog tramvaja, brze gradske željeznice i metroa.

**Tablica 1.** Eksploatacijske značajke tračničkih sustava brzog tramvaja, brze gradske željeznice i metroa

<b>Pokazatelj</b>	<b>Brzi tramvaj</b>	<b>Brza gradska željeznica</b>	<b>Metro</b>
Posebna trasa	60-90%	100%	100%
Prijevozna brzina	18-30 km/sat	30-50 km/sat	25-45 km/sat
Maksimalna brzina	40-50 km/sat	100-140 km/sat	80-120 km/sat
Kapacitet putnika	8-15 tisuća u satu	20-50 tisuća u satu	20-40 tisuća u satu
Razmak stajališta	400-800 m	800-2000 m	500-1000 m
Maksimalni broj vozila	2-4	4-10	4-8
Mjesta u vozilu	110-250	140-210	140-280

Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr/ztos> (kolovoz, 2013.)

Iz navedenih podataka je vidljivo da je prednost po brzini i kapacitetu prijevoznih usluga na strani brzih gradskih željeznica (tipa metroa) ili metroa u odnosu na tramvajski promet.

Međusobni odnos tračničkih sustava tipa metroa vidljiv je iz ove usporedbe:

- 1- Gradi li se tračnički sustav u razini terena što možemo vidjet na slici 15. ili uz postojeće kapacitete željeznice (kao dva posebna kolosijeka), koristeći trase industrijskih kolosijeka grada, ili kao nove trase kroz neurbanizirane zone ili u zonama razdjelnih trakova velikih gradskih prometnica, postižu se najveće brzine gradnje i lako produljivanje trasa. Međutim, takvi kolosijeci i u razini terena razdvajaju gradske cjeline, dolaze u prostorni sukob s drugim prometnim sustavima, te imaju ekološke posljedice na okolinu (buka).



**Slika 15.** Tračnički sustav u razini terena (Tokyo)  
Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr/ztos> (kolovoz, 2013.)

- 2- Postavlja li se tračnički sustav plitko pod zemlju i gradi otvorenim iskopom, može se graditi samo ispod širokih koridora grada i samo u odgovarajućim ulicama. Prednosti su oslobođeni površinski prostori grada (ako ih grad ima) i položaj perona blizu pješačkih tokova. Nedostaci takvog položaja tračničkog sustava su znatno zauzeće površine, teškoće u fazi gradnje, posebno zbog sukoba s nizom komunalnih instalacija koje treba premještati.
- 3- Tunelski sustav gradnje na dubini 12 do 18 metara (slika 16.) koristi se pri gradnji u urbaniziranim zonama visoke gustoće izgrađenosti. Prednosti su mu što nema sukoba s komunalnim instalacijama, što se za vrijeme gradnje ostali promet odvija neometano i što nema ekoloških utjecaja na okolinu



**Slika 16.** Tunelski tračnički sustav (Barcelona)  
Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr/ztos> (kolovoz, 2013.)

Gradi li se tračnički sustav na vijaduktima (sl. 17.) kao povišeni sustav iznad terena, ima niz prednosti zbog brzine gradnje, minimalnog zauzeća površina, lakog produženja trase i, što je najvažnije, omogućene su sve poprečne veze pojedinih urbanih sredina. Tom sustavu je najveći nedostatak vizualna usklađenost sa sadržajima koji se nalaze oko njega. Ekološke posljedice (buka) i meteorološki uvjeti daju se relativno lako riješiti.



**Slika 17.** Tračnički sustav na vijaduktu (Chicago)  
Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr/ztos> (kolovoz, 2013.)

Cijena gradnje pojedinog sustava može se pojednostavljeno prikazati u sljedećem odnosu cijena gradnje tračničkih sustava tipa metroa:

1. u razini terena 1
2. u plitkom iskopu 5 – 20
3. u tunelskom iskopu 10 – 20
4. na vijaduktu 2,5 – 5

#### **5.4. Prednosti željeznice u gradskim sredinama**

Još uvijek postoji mogućnost da se europski gradovi, pa tako i Zagreb, sačuvaju od prenapučenosti automobilima i spase od jednostranog planiranja prometa koje je uglavnom podređeno potrebama automobilske prometa.

Željeznica može dati svoj doprinos u razvoju prometa grada. Izgrađene željezničke pruge presijecaju gradske prostore (doduše isto kao i cestovne), ali zauzimaju mnogo manje prostora nego cestovne prometnice. Dvokolosiječna željeznička pruga zauzima najmanje deset puta manji prostor od jedne gradske autoceste istoga kapaciteta. Nadalje, željeznica može ostavljati svoja vozila izvan grada, dok se cestovna motorna vozila parkiraju najčešće u središtu grada.

Uključenje željeznice u razvoj grada treba voditi u skladu s usvojenom perspektivnom politikom razvoja grada i njegova prometnog sustava. Oko prigradskih stajališta na postojećim željezničkim prugama treba stimulirati koncentriranu gradnju dijelova grada. Pri gradnji novih željezničkih pruga ili aktiviranju postojećih za gradski promet treba dati prednost u gradnji oko željezničkih stajališta kako bi se ostvarila koncentrirana urbanizacija. Prigradska i gradska stajališta morala bi biti lako dostupna. Uz gradska stajališta na novim željezničkim prugama treba osigurati velike prostore za parkiranje cestovnih vozila korisnika željezničkog prometa

U velikim gradovima je samo željeznica u stanju osigurati potrebne kapacitete za opsluživanje središta grada. Vožnja u središte i iz središta grada željeznicom smanjuje prenapučenost cestovnih prometnica, te smanjuje buku i ispušne plinove u gradu. Žele li se postići odgovarajući efekti u prometu, potrebno je da željeznički prijevoz kao sredstvo masovnog prijevoza bude privlačan za građane. To se može postići tako da linije željezničke gradske željeznice imaju veliku učestalost, da ostvaruju udoban, pouzdan i brz prijevoz. Posebno je vrijeme putovanja odlučujući faktor pri izboru prijevoznog sredstva.

Približavanje javnoga gradskog prijevoza mjestu stanovanja, zadržavanje tokova osobnih automobila na parkiralištima rubnih područja grada, smanjenje pješačkih kretanja do stajališta, te favoriziranje gradske željeznice kao masovnoga gradskog prijevoznika može pridonijeti rješavanju zagušenih prometnica velikoga grada.

Gradnjom modernoga kolosijeka i primjenom modernih vozila znatno se smanjuje zagađenje zraka u gradovima, spuštanjem pruge pod zemlju ili dizanjem na vijadukte željeznica se može provesti kroz stambene četvrti.

## 6. ZAKLJUČAK

Neposredno poslje pojave željeznice, početkom 19. vijeka, postavilo se pitanje njenog kapaciteta, odnosno propusne i prijevozne moći pruga, stanica ili drugih značajnih postrojenja i uređaja. To pitanje je još uvijek aktualno zbog svoje kompleksnosti koja potiče od velikog broja faktora koji utiču na isti. U ranijem periodu željeznički promet se odvijao na klasičnim principima koji nisu bili zasnovani na tržišnoj osnovi, odnosno na jasno diferenciranim potrebama korisnika. To stanje se značajno izmijenilo i danas se znatno veća pažnja poklanja dobroj organizaciji i adekvatnoj usluzi. Definirani su određeni standardi u usluzi koju pruža željeznica i to prije svega na polju točnosti, pouzdanosti i urednosti Reda vožnje pri obavljanju željezničkog prometa.

Željeznica se smatra temeljnim prometnim podsustavom masovnog prijevoza tereta i putnika na kopnu s posebnim institucionalnim statusom.

Najpovoljniji je oblik prometa sa stajališta zaštite okoliša jer najmanje onečišćuje zrak i troši najmanje pogonske energije. Željeznica zauzima prosiječno tri puta manje zemljišnog prostora u donosu na cestovni promet uz približno istovijetni transportni učinak.

Planiranje prometa i planiranje izgradnje u velikim urbanim središtima ne može se razdvojiti. Pri rješavanju prometnih problema velikih urbanih središta trebalo bi težiti postizanju sljedećih ciljeva:

- ograničenju ili ukidanju cestovnoga tranzitnog prometa kroz središte grada - sprječavanju prenamjena prostora koje uzrokuju povećavanje prometa u mirovanju te ograničenje dobivanja dozvola za parkiranje
- proširenju zona za pješake, poboljšanju pješačkih komunikacija i osiguranju njihove veće sigurnosti
- stimuliranju korištenja javnoga masovnog prijevoza (gradska željeznica)
- dopunjavanju tračničkih sustava kao osnovice gradskog prometa s ostalim sustavima
- Još uvijek postoji mogućnost da se europski gradovi, pa tako i Zagreb, sačuvaju od prenapučenosti automobilima i spase od jednostranog planiranja prometa koje je uglavnom podređeno potrebama automobilske prometa.

Željeznica može dati svoj doprinos u razvoju prometa grada. Izgrađene željezničke pruge presijecaju gradske prostore (doduše isto kao i cestovne), ali zauzimaju mnogo manje prostora nego cestovne prometnice. Dvokolosiječna željeznička pruga zauzima najmanje deset puta manji prostor od jedne gradske autoceste istoga kapaciteta. Nadalje, željeznica može ostavljati svoja vozila izvan grada, dok se cestovna motorna vozila parkiraju najčešće u središtu grada.

Uključenje željeznice u razvoj grada treba voditi u skladu s usvojenom perspektivnom politikom razvoja grada i njegova prometnog sustava. Oko prigradskih stajališta na postojećim željezničkim prugama treba stimulirati koncentriranu gradnju dijelova grada. Pri gradnji novih željezničkih pruga ili aktiviranju postojećih za gradski promet treba dati prednost u gradnji oko željezničkih stajališta kako bi se ostvarila koncentrirana urbanizacija. Prigradska i gradska stajališta morala bi biti lako dostupna. Uz gradska stajališta na novim željezničkim prugama treba osigurati velike prostore za parkiranje cestovnih vozila korisnika željezničkog prometa



## LITERATURA

- Baričević, H., *Tehnologija kopnenog prometa*, Pomorski fakultet, Rijeka, 2001.
- Bogović, B. *Prijevozi u željezničkom prometu : ekonomika, marketing, tehnologija*. Zagreb : Fakultet prometnih znanosti, 2006.
- Bogović, B., Luketić, M., *Prijevoz robe*, Zagreb, 1995.
- Bošnjak, I. Čekić Š. *Menadžment u transportu i komunikacijama*. Zagreb : Fakultet prometnih znanosti, 1997.
- Dundović, Č., Hess, S., *Unutarnji transport i skladištenje*, Pomorski fakultet u Rijeci, veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2007
- Mrnjavac, E. *Promet u turizmu*. Opatija : Fakultet za turistički i hotelski menadžment, 2002.
- Stipetić, A, Kreč, S.: *Mogućnost uključenja željeznice u javni gradski promet* Zagreba,
- Stipetić, A.: *Peroni u funkciji željezničkog prigradskog prometa*, *Promet*, 1991., broj
- Vranić, D., Kos, S., *Morska kontejnerska transportna tehnologija I*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008.
- Vranić, D., Kos, S., *Morska kontejnerska transportna tehnologija II*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008.
- Walter, J., Treiber, K., Valenta, G., Liebsch, H.: *U-Bahnen (gestern – heute – morgen) von 1863 bis 2110.*, Beč, 2004.
- Županović, I., *Tehnologija cestovnog prijevoza*, Fakultet prometnih znanosti, sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2002.
- Ban, I. *Željeznica i turizam // Ekonomska misao i praksa*. 5, 2 (1996), 2 ; str. 727-750.
- Brundalo, Z. *Željeznički turizam kao element poboljšanja ukupne turističke ponude SR Jugoslavije // Suvremeni promet*. 21, 1/2 (2001), str. 78-83.
- Čičak, M. *Kvaliteta prijevozne usluge : preduvjet za značajnije uključivanje željeznice u turistička prevoženja // Suvremeni promet*. 21, 9 (2001), str. 322-326.
- Jurčević, M. *Promet kao poticatelj turizma u Republici Hrvatskoj // Suvremeni promet*. 21, 6 (2001), str. 413-421.
- Perić, T. *Interdependence of tourism and traffic in Croatia // Promet*. 15, 1 (2003), str. 31-36.
- Petrović, P. *Prijevoz putnika željeznicom // Promet*. 2, 1-2 (1990), str. 11-21.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Prva lokomotiva.....	3
Slika 2. Kolosijek.....	8
Slika 3. Željeznički kolodvor u Rijeci .....	11
Slika 4. Teretni vagon .....	15
Slika 5. Putnički vagon .....	15
Slika 6. Brzi putnički vlak .....	16
Slika 7. Teretni vlak.....	16
Slika 8. Ranžirna lokomotiva.....	17
Slika 9. Rudnička lokomotiva.....	17
Slika 10. Električna lokomotiva.....	18
Slika 11. ICE (Inter City Express) vlak njemačkih željeznica.....	20
Slika 12. Željezničko –cestovni prijelaz u Bakru .....	23
Slika 13. Kretanje vlaka prugom s dvoznačnom signalizacijom APB-a .....	34
Slika 14. Razmaci jednog para signala na dvosmjernoj jednokolosiječnoj pruzi.....	36
Slika 15. Tračnički sustav u razini terena ( Tokyo).....	43
Slika 16. Tunelski tračnički sustav (Barcelona) .....	44
Slika 17. Tračnički sustav na vijaduktu (Chicago) .....	44

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Eksploatacijske značajke tračničkih sustava brzog tramvaja, brze gradske željeznice i metroa .....	42
---	----