



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Promet
Modul: Logistika

**PROBLEM SISTEMA ZA VODENJE IN
NADZOR VLAKOV NA SLOVENSKIH
ŽELEZNICAH**

Mentor: mag. Dragan Marič
Lektor: Zdravko Potočnik

Kandidat: Mišo Romanešen

Kranj, junij 2009

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Draganu Mariču za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Za pomoč se zahvaljujem tudi mag. Boštjanu Hernalvsu, ki je s strokovnimi nasveti pozitivno vplival na kakovost tega dela.

Zahvaljujem se tudi prof. Zdravku Potočniku, ki je lektoriral mojo diplomsko nalogo.

IZJAVA

»Študent Mišo Romanešen izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Dragana Mariča.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Večina kopenskega transporta je v začetku 20. stoletja potekala po železniških tirih. Železnica se je kot panoga razvijala po delih; vsaka država je razvijala svoje železniške sisteme, ki med seboj niso bili kompatibilni.

Posledica tega je, da imamo danes samo v Evropi več kot 20 različnih sistemov za nadzor in vodenje vlakov, kar v veliki meri otežuje enakovreden nastop železniškega prometa na transportnem trgu, predvsem v primerjavi s cestnim prometom.

Nujna je torej modernizacija in poenotenje sistemov, česar pa ni mogoče doseči brez standardizacije in tehnične interoperabilnosti naprav, potrebnih za nadzor in vodenje vlakov.

Problem načrtovanja prevozov v notranjem prometu na slovenskih železnicah je v veliki meri prav problem slabe pretočnosti železniškega prometa, ki je posledica sedanjega sistema za vodenje vlakov. Sedanji sistem za nadzor in vodenje vlakov v tem trenutku ne omogoča optimalnega načrtovanja prevozov na slovenskih železnicah.

Poleg tega se pri načrtovanju prevozov v mednarodnem prometu soočamo tudi s problemom tehnične neinteroperabilnosti vlečnih vozil, ki je prav tako posledica različnih železniških sistemov sosednjih držav. Zamudne logistične operacije pri prečkanju državne meje pa pomenijo precejšnje podaljšanje voznih časov vlakov.

Cilj te diplomske naloge je opozoriti na pereč problem, s katerim se srečujemo delavci slovenskih železnic pri načrtovanju prevozov. Predstavitev praktičnih rešitev tega problema naj prispeva k čimprejšnji in pravilni odločitvi o uvedbi novega sistema za vodenje in nadzor vlakov na progah slovenskih železnic.

V diplomski nalogi je predstavljen obstoječi sistem za vodenje in nadzor vlakov pri nas in njegove pomankljivosti. Praktična rešitev tega problema je predstavljena z opisom novih sistemov, njihovimi prednostmi in tudi slabostmi.

Po predstavitvi prednosti in slabosti obeh novih sistemov se bomo morali, kljub nekaterim očitnim prednostim satelitskega sistema (ki žal še ni operativen), najverjetneje zadovoljiti z zemeljskim, ki pa ima v primerjavi s sedanjim še vedno ogromno prednosti; ali pa za delno kombiniran sistem za nadzor in vodenje vlakov na slovenskih železnicah.

KLJUČNE BESEDE

- načrtovanje prevozov
- sistem za nadzor in vodenje vlakov
- železniški promet
- signalnovarnostne naprave
- varnost v železniškem prometu

ABSTRACT

Most of continental transport was at the beginning of the 20th century carried out by railway. Railway however as the industry was evolving partially; each country was evolving its own railway systems, which between each other were not compatible.

The result of that is we have today in Europe more than 20 different systems for supervision and managing the trains, which greatly complicates the equivalent performance of rail transport in the transport market, especially compared to road transport.

Urgent is, therefore, the modernization and unification of systems, which can not be achieved without standardization and interoperability of the technical equipment necessary for the supervision and management of the trains.

The problem of planning transports in the internal slovenian railways is to a great extent also the problem of poor flow of rail traffic, which is due to the current system for the management of the trains. The current system for the supervision and managing the trains at this time does not allow optimal planning of transports at slovenian railways.

In addition to that, we are in the planning of services in international transport also facing the problem of technical no interoperability of locomotives, which is also the result of different railway systems of neighboring countries. Time consuming logistics operations from crossing state borders however constitute a significant extension of the rolling times of trains.

The aim of this diploma is to draw attention to the problem faced by slovenian railways workers in planning transports. Presentation of practical solutions to this problem is to contribute to early and correct decision to impose a new system for the management and supervision of trains on the slovenian railways.

In the diploma will be presented the existing system for the management and supervision of trains and its disadvantages. Practical solutions to this problem will be presented with a description of the new systems, their advantages and also disadvantages.

After presentation of advantages and disadvantages of both new systems will must, despite of some obvious advantages of satellite system (which is unfortunately not yet operational), most probably to be satisfied with terrestrial, which has compared to the present still a huge advantage, or partly combined system for the supervision and management of trains on slovenian railways.

KEYWORDS

- Planning of transports
- System for the supervision and management of the trains
- Railway traffic
- Signal security devices
- Security of railway traffic

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2	PREDSTAVITEV OKOLJA	2
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	3
1.4	METODE DELA	3
2	SLOVENSKE ŽELEZNICE IN SIGNALNA VARNOST	4
2.1	SLOVENSKE ŽELEZNICE IN DRŽAVA	4
2.2	ŽELEZNIŠKO OMREŽJE IN VOZNI PARK	5
2.3	RAZVOJ SIGNALNE VARNOSTI	6
2.4	ELEKTRORELEJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE	7
3	OBSTOJEČI SISTEM ZA VODENJE VLAKOV NA SLOVENSКИH ŽELEZNICAH	10
3.1	AVTOMATSKI PROGОВNI BLOK	10
3.2	POMANJKLJIVOSTI SEDANJEGA SISTEMA	12
3.3	NAPAKE V DELOVANJU SEDANJEGA SISTEMA	13
3.4	PROBLEM TEHNIČNE NEZDRUŽLJIVOSTI	15
4	KOMPATIBILNI SISTEMI ZA NADZOR VLAKOV V EVROPI IN ZUNAJ NJE	17
4.1	ERTMS	17
4.2	SESTAVNI DELI ERTMS SISTEMA	18
4.3	STOPNJE UVEDBE ERTMS SISTEMA	22
4.4	SATELITSKI SISTEM GALILEO	28
5	ZAKLJUČEK	32
5.1	OCENA UČINKOV	32
5.2	POGOJI ZA UVEDBO	33
5.3	MOŽNOSTI NADALJNJEGA RAZVOJA	34
	LITERATURA IN VIRI	36
	KAZALO SLIK	37
	KAZALO TABEL	37
	POJMOVNIK	37
	KRATICE IN AKRONIMI	38

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V Evropi obstaja več kot 20 različnih sistemov za nadzor in vodenje vlakov. To je bila in je še vedno velika ovira za razvoj celovitih mednarodnih prevoznih storitev v železniškem prometu.

Zaradi tehničnih razlogov, kot so na primer različne širine železniških tirov, različne napetosti električne energije za vleko in neinteroperabilnosti železniških vozil so načrtovalci prevozov v mednarodnem, kakor tudi v notranjem železniškem prometu pri svojem delu močno omejeni.

Ali si predstavljate prevoz tovora v cestnem prometu na razdalji nekaj sto kilometrov, kjer bi morali nekajkrat zamenjati tovorno vozilo in voznika?

Iz tega razloga je za Slovenijo nujno potreben razvoj takega sistema za vodenje vlakov, ki bo povečal pretočnost železniškega prometa in bo kompatibilen z ostalimi, predvsem sosednjimi državami.

Problem načrtovanja prevozov na slovenskih železnicah je v veliki meri prav problem slabe pretočnosti železniškega prometa, ki je posledica sedanjega sistema za vodenje vlakov. Sedanji sistem za nadzor in vodenje vlakov v tem trenutku ne omogoča optimalnega načrtovanja prevozov na slovenskih železnicah.

Kot je navedeno v (Hernavs, B., Godec, A.: Center za daljinski centralni nadzor in vodenje železniškega prometa, 2006): "je za degradacijo sistema za vodenje železniškega prometa lahko več vzrokov:

- zmanjšanje zmogljivosti signalnovarnostnega sistema (starost, odpoved naprav in sistemov), kar lahko pomeni:
- letno skoraj 4 mio ton prevozov manj,
- porast stroškov vzdrževanja signalnovarnostnih naprav do 2,5-kratne vrednosti,
- zmanjšanje varnosti železniškega prometa in s tem višja stopnja tveganja,
- dodatno zaposlovanje kadrov zaradi ročnega vodenja železniškega prometa."

V nadaljevanju navedenega dela avtorja tudi ugotavljata:

"Degradacija sistema za vodenje železniškega prometa lahko poveča intervale križanja vlakov, kar predstavlja podaljšanje voznega časa vlaka na določeni trasi. To lahko vodi do znižanja hitrosti vožnje vlakov in s tem zmanjšanja zmogljivosti obstoječe proge."

Tu pa pridemo do problema, na katerega je opozoril prof. dr. Livio Jakomin v zborniku referatov in razprav: Na križišču V. in X. vseevropskega koridorja: Priložnosti in nevarnosti za Slovenijo (april 2008):

"Zaskrbljujoče stanje naše železniške infrastrukture zmanjšuje pomen našega geografskega položaja. S tem se povečujejo tudi apetiti naših sosedov, da nam predvsem na V. vseevropskem prometnem koridorju speljejo prometne tokove v svoje interesne sfere."

Učinkovito vključevanje v mednarodne blagovne tokove pa je vitalnega interesa za razvoj našega gospodarstva.

Problem, ki ga obravnavamo v diplomskem delu, je torej veliko bolj kompleksen in zelo pomemben za razvoj naše države. Od nas samih oziroma od politike, ki jo vodi država, je odvisno, na kakšen način se bomo lotili reševanja tega problema.

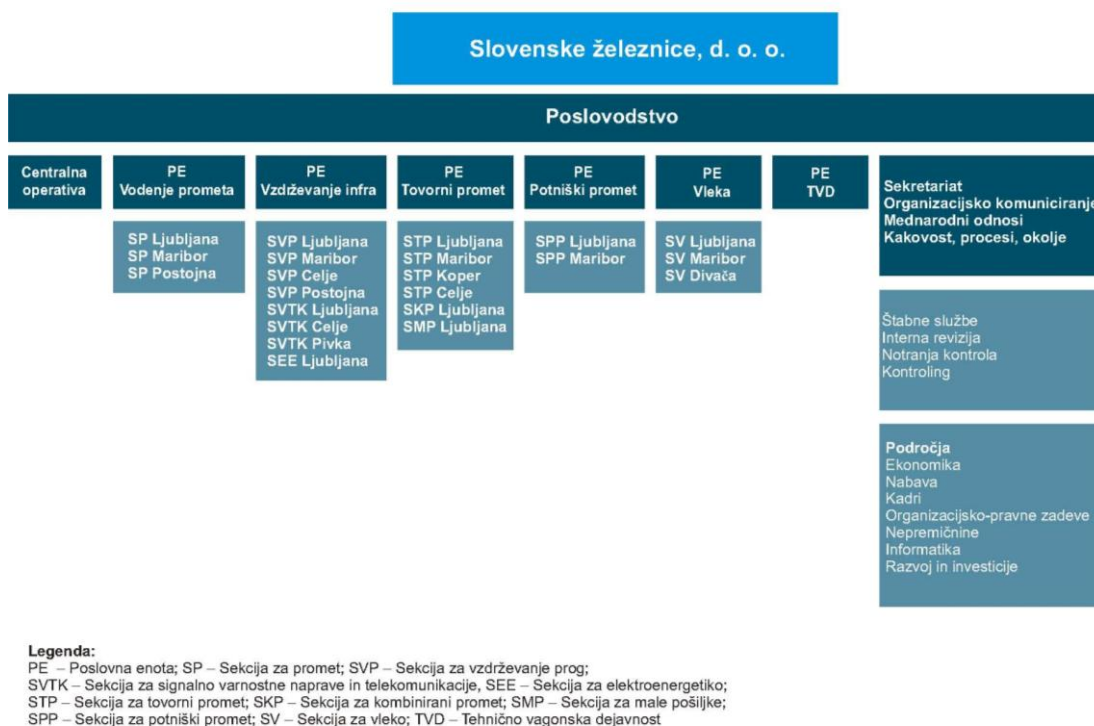
Prav gotovo se bomo morali v začetni fazi soočiti s slabo pretočnostjo železniškega prometa kot posledice "zaskrbljujočega stanja naše železniške infrastrukture", katere del so tudi signalnovarnostne naprave.

Zato se bomo v tem diplomskem delu posvetili prav reševanju problema signalnovarnostnih naprav, ki imajo pomembno vlogo v sistemu za vodenje in nadzor vlakov na progah slovenskih železnic.

1.2 PREDSTAVITEV OKOLJA

Slovenske železnice (kratica SŽ) so prevoznik v tovornem in potniškem železniškem prometu ter upravljavec železniške infrastrukture.

Shema železniškega sistema z razlago kratic posameznih subjektov je prikazana na Sliki 1.



Slika 1: Shema železniškega sistema

(Vir: <http://podjetje.slo-zeleznice.si/podjetje/onas/dejavnost>)

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Kot ugotavljajo Hernavs, B., Urbanc, J., Kostiov, L. na Slovenskem kongresu o cestah in prometu (Portorož 2006): "je prehod iz sedanjega signalnovarnostnega sistema in sistema za varovanje vlaka na enoten sistem ERTMS v celoti za slovenske razmere prezahteven, finančno neizvedljiv ter operativno neuresničljiv v enem koraku. To je utemeljeno tako s tehnično-tehnološkega vidika kot tudi z vidika zagotavljanja finančni sredstev."

Zato se bomo morali očitno odločiti za stopenjski prehod na nove sisteme za vodenje in nadzor vlakov na slovenskih železnicah. To pa pomeni vzporedno delovanje obstoječega in novega sistema, kakor tudi vgrajevanje ustrezne opreme za vpeljavo novega sistema na obstoječa vlečna vozila ali nakup novih z že vgrajeno opremo.

Pri tem je omejevalni dejavnik prav gotovo življenjska doba signalnovarnostne opreme in vlečnih vozil, ki je pri nas vsaj 30 let. Zamenjava novejših obstoječih in delujočih signalnovarnostnih naprav in vlečnih vozil pa bo z ekonomskega vidika povzročila precejšen odpor pri uvedbi novih sistemov. V primeru ohranjanja obstoječe SV tehnike bo potrebno izdelati odgovarjajoč vmesnik, ki bo analogna napetostna ali tokovna stanja spreminjal v pravilno kombinacijo logičnih ničel in enic. Pri vsem tem je potrebno upoštevati še varnostne kriterije, ki jih obstoječa signalnovarnostna oprema izpolnjuje in se z uvedbo novih sistemov ne smejo znižati.

Naslednji omejevalni dejavnik je tudi dejstvo, da ima veliko železniških uprav na svojih železniških območjih precej specifičnih rešitev, kar je v preteklosti zahtevalo posebne izvedbe progovnih in vlakovnih signalnovarnostnih naprav. Sedaj pa takšne razmere otežujejo prehode s starih na nove sisteme vodenja železniškega prometa.

Pri reševanju problema v tej diplomski nalogi smo omejeni tudi z dejstvom, da ERTMS sistem še ni standard, ki bi natančno predpisoval vse podrobnosti za njegovo uvedbo; zato bodo za uspešno vključitev sistema v delovanje še potrebne spremembe in dopolnila obstoječe zakonodaje s področja varnosti in urejenosti železniškega prometa, podzakonskih aktov, internih pravilnikov, navodil in predpisov v železniškem prometu.

1.4 METODE DELA

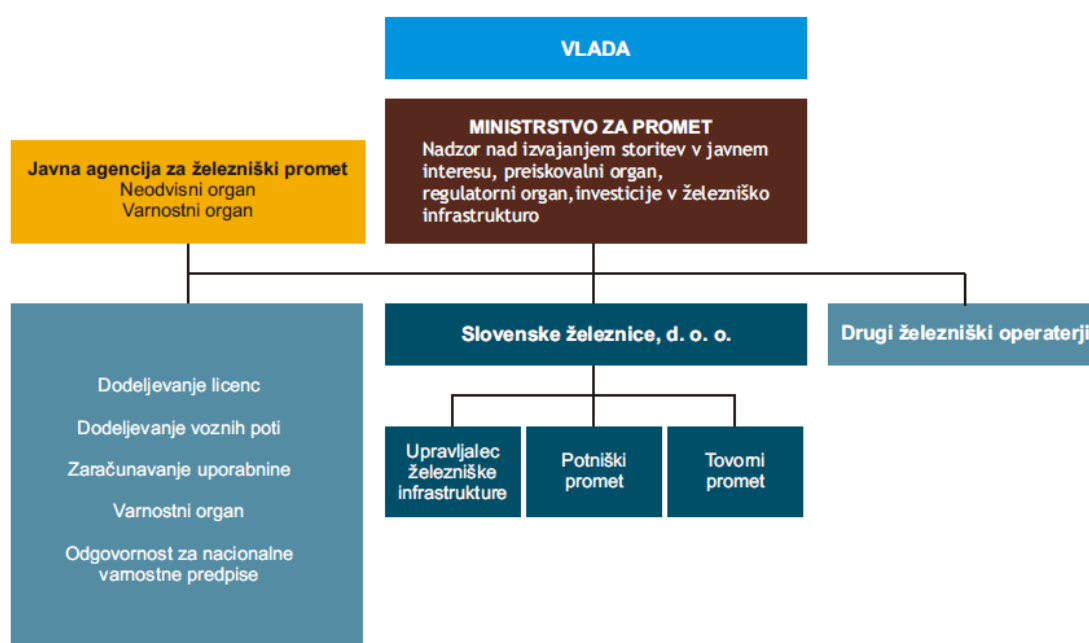
Za obdelavo teme diplomske naloge smo uporabili induktivno-deduktivno metodo sklepanja iz posameznih primerov v splošne in obratno iz splošnega v posamezni primer, analitično metodo razčlenjevanja celote v posamezne dele, komparativno metodo primerjanja ter metodi diskripcije-opisovanja posameznih pojmov in kompilacije z uporabo izpiskov in delovnih gradiv.

2 SLOVENSKE ŽELEZNICE IN SIGNALNA VARNOST

2.1 SLOVENSKE ŽELEZNICE IN DRŽAVA

Za lažje razumevanje težav pri reševanju problema, ki ga obravnavamo v tej diplomski nalogi, bomo nekaj besed namenili tudi odnosu med podjetjem in državo kot lastnikom.

Pristojnosti in medsebojna razmerja med subjekti v železniškem sistemu določa Zakon o železniškem prometu. Najpomembnejši dejavniki v tem sistemu so Ministrstvo za promet, Direkcija za vodenje investicij v javno železniško infrastrukturo, Javna agencija za železniški promet, Slovenske železnice ter drugi prevozniki, kot je prikazano na sliki 2.



Slika 2: Povezave železniškega sistema z državo

(Vir: <http://podjetje.slo-zeleznice.si/podjetje/onas/dejavnost>)

Država je stoddstotni lastnik in ustanovitelj Slovenskih železnic ter Javne agencije za železniški promet. Ministrstvo za promet nadzira izvajanje obvezne javne funkcije v potniškem prometu, preiskuje nezgode in nesreče ter opravlja inšpekcijski nadzor.

Direkcija za vodenje investicij v javno železniško infrastrukturo, kot organ v sestavi ministrstva s sedežem v Mariboru, opravlja naloge vodenja investicij v javno železniško infrastrukturo, ki obsegajo zlasti pripravo, organiziranje in vodenje investicij v vseh fazah investicijskega procesa ter organiziranje in izvajanje revizij projektne dokumentacije v skladu s predpisi.

Javna agencija za železniški promet je neodvisni organ, ki opravlja naloge varnostnega organa ter naloge za zagotovitev nediskriminatornega dostopa prevoznikov do železniške infrastrukture (železniškim prevoznikom dodeljuje ali odvzema vlakovne poti in licence, določa uporabnino ...).

Slovenske železnice so lani prepeljale 18.976.993 ton tovora, leto prej pa 19.248.496 ton. V zadnjih treh mesecih leta 2008 je bilo prepeljanih 4.634.340 ton, v istem obdobju leta 2007 pa 4.866.348 ton. Za okoli 230 tisoč ton manjša količina prepeljanega tovora v omenjenem obdobju je posledica gospodarske recesije, zmanjšane proizvodnje in podaljšanih kolektivnih dopustov pri uporabnikih naših storitev.

Slovenske železnice svoje zmogljivosti v tovarnem prometu sproti prilagajajo potrebam uporabnikov, ob tem pa si z dejavnim trženjem prizadevajo na tire pridobiti čim več tovora.

Negativna gibanja v zadnjem obdobju niso povezana z morebitno novo konkurenco na tirih, temveč s svetovno gospodarsko krizo. Slovenske železnice namreč okrog 90 odstotkov tovora prepeljejo v mednarodnem prometu, zato je tudi njihovo poslovanje odvisno od stanja na svetovnem trgu.

V tem trenutku so največji konkurent cestni prevozniki. Pri enakopravnem konkuriranju cestnim prevoznikom pa Slovenske železnice ovira slabo stanje javne železniške infrastrukture, v katero moramo v prihodnje nujno vlagati.

2.2 ŽELEZNIŠKO OMREŽJE IN VOZNI PARK

Kot smo ugotovili, so Slovenske železnice podjetje, ki je ponudnik železniških storitev in uslug v državi Sloveniji. Za opravljanje storitev in uslug ima na razpolago vrsto prevoznih sredstev, katera za obratovanje oziroma vleko vlakov uporabljajo različne vrste energije.

Del omrežja železnic je elektrificiran (po njem vozijo elektromotorni vlaki), večji del pa je neelektrificiran in po njem vozijo različni tipi dizelskih lokomotiv. Skupna dolžina železniškega omrežja je 1288 km, od tega je elektrificiranih 516 km. V Sloveniji so tri vrste elektrificiranih prog, in sicer je največji del elektrificiran z enosmerno napetostjo 3 kV, iz Hrvaške do Dobove je izmenična napetost 25 kV 50 Hz, iz Avstrije do Jesenic pa 15 kV 16,6 Hz.

Najhitrejši vlak v Sloveniji je Pendolino; najvišja hitrost, ki jo doseže, znaša 160 km/h (drugače zmore hitrosti do 200 km/h). Druga najnoveša pridobitev za potniški promet so potniški vlaki Siemens Desiro. Desiro dosega maksimalne hitrosti okoli 140 km/h (zmore 160km/h). Lokomotive, ki vozijo po slovenskih tirih, so dizelske ali pa tudi najnovejše Siemensove večsistemske, srečamo pa tudi malo starejše izvedbe mehovk. Povprečna starost lokomotiv na slovenskih železnicah je okrog 20 let.

2.3 RAZVOJ SIGNALNE VARNOSTI

Signalnovarnostne naprave so tehnična sredstva, s katerimi zavarujemo kritična mesta (kretniška področja oziroma postaje, odprto progo med postajami, križanja železniških prog s cestami v istem nivoju, ipd.), poleg tega pa naj bi omogočale centralno in s tem optimalno vodenje železniškega prometa na večjih področjih.

Signalnovarnostne naprave v veliki meri razbremenjujejo prometno osebje rutinskih postopkov. Najpomembnejše pa je, da je s tehničnimi sredstvi in logičnimi operacijami bistveno zmanjšan vpliv tako imenovanega "človeškega dejavnika", ki je sicer najpogostejši vzrok ogrožanja varnosti.

Signalnovarnostne naprave so, poenostavljeno gledano, svetlobni ali likovni signali ob progi, ki so preko centralne naprave v soodvisnosti in odvisnosti s kretnicami in drugimi napravami v voznih poteh, po katerih vozi vlak.

Razvoj signalne varnosti sega že v začetke nastanka železnic. Za medsebojno komunikacijo med vozniki železniških vozil in upravljali proge je bilo treba zasnovati sisteme sporazumevanja.

Šlo je v glavnem za drogove ob progi, na katerih so bile obešene košare, razne ploščice, baloni, ki so sporočali vozniku vlaka, ali je nadaljevanje vožnje dovoljeno ali ne.

Za sporazumevanje so uporabljali tudi zvočne signalne znake. Z jakostjo in presledki med znaki so sestavljali različna sporočila. Uporaba signalizacije s takšnimi signali je bila možna le podnevi, a je bila vidljivost zaradi konstrukcijskih rešitev omejena.

Z razvojem železnice so se spreminjali tudi signalni znaki. Postali so podolgovate oblike, opremljali so jih z raznobarvnimi lučmi. Predvsem tehnična sredstva so omogočila varnejšo vožnjo vlakov v t. i. prostorskih odsekih, kjer so zaradi večje zmogljivosti železniške proge med dvema postajama progo razdelili na več odsekov.

Povečano število tirnih vozil je zahtevalo tudi dodatne tire, na katerih bi lahko opravljali svoje delo. To se je navadno zgodilo na postajah. Za prehod na drug tir so potrebovali posebno tirno napravo, ki je omogočala prehod z enega na drugi tir brez ustavljanja – kretnico.

V preteklosti je upravljanje s kretnicami potekalo ročno. Za prestavljanje kretnic so se uporabljali žicevodi in verige. Šele uvedba elektrorelejnih signalnovarnostnih naprav je v celoti nadomestila človekovo silo pri delih na postaji.

Elektrika je omogočila avtomatizacijo prej ročnega postavljanja vozne poti in zagotavljala prenos stanj teh naprav do oddaljenih lokacij. Tudi upravljanje s kretnicami sodi v območje signalne varnosti.

2.4 ELEKTRORELEJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

Osnovni gradnik električnih signalnovarnostnih naprav je signalni rele, zato te naprave imenujemo elektrotelejne signalnovarnostne naprave – ERSVN.

Elektrotelejne signalnovarnostne postajne naprave je mogoče nadgraditi tako, da se doseže medpostajna odvisnost (MO) ali avtomatski progovni blok (APB) ali da se z enega mesta postavlja vozne poti za več postaj (telekomanda).

Naprave **medpostajne odvisnosti** so postajne signalnovarnostne naprave, ki v prometnem pomenu služijo za zavarovanje odprte proge med dvema sosednjima postajama tako, da se kontrolira zasedenost odprte proge. Med sosednjima postajama je le en odsek odprte proge. Signalnovarnostna naprava ne dovoljuje, da bi izvozni signal pokazal signalni znak za dovoljeno vožnjo, če je odsek zaseden. Na enotirnih progah in na progah z obojestranskim prometom pa je vgrajena še smerna odvisnost z dajanjem privolitve, kar zagotavlja, da ne bosta s sosednjih postaj odpeljala vlaka drug drugemu nasproti.

Avtomatski progovni blok (APB) služi za zavarovanje več zaporednih voženj vlakov v isti smeri odprte proge med dvema postajama, s čimer se poveča prepustna zmogljivost proge. To se doseže na tak način, da se odprta proga med dvema sosednjima postajama razdeli na več odsekov in ti se zavarujejo s prostornimi signali, ki se vgrajujejo na razdalji od 1000 do 3000 metrov. Signalnovarnostne naprave nadzorujejo zasedenost odsekov. Med signali je vzpostavljena taka odvisnost, da signal pokaže signalni znak za dovoljeno vožnjo, če je odsek prost. Naprava tudi ne dovoljuje vožnje vlakov v nasprotni smeri.

Pri **telekomandi** gre za prenašanje informacij in stanj na daljavo, s katerimi izvajamo določene manipulacije. To pomeni, da iz centralnega mesta s pomočjo mozaičnih ali videopultov daljinsko nadzorujemo in vodimo železniški promet. Za takšen način vodenja železniškega prometa pa je v Sloveniji opremljena le proga Ljubljana - Jesenice.

Kot novejšo tehnologijo moramo omeniti **elektronske signalnovarnostne naprave** (ESVN) ter sisteme. Zanje je značilno, da logične funkcije ne izvajajo več signalni releji, temveč tranzistorji, mikroprocesorji in računalniki. Ti elementi omogočajo mnogo večjo zmogljivost in prilagodljivost signalnovarnostne naprave. Železniški promet se pri elektronskih signalnovarnostnih napravah upravlja preko računalniških zaslonov.

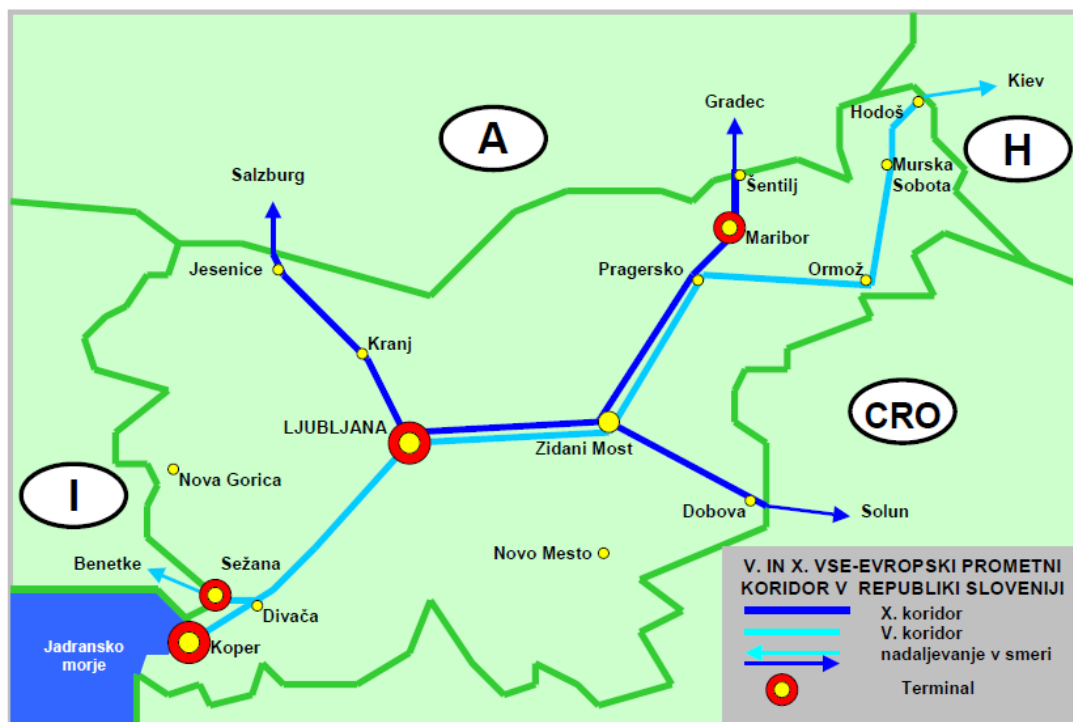
Tako se lahko obvladuje signalne in tirne naprave na veliko večjih območjih kot doslej, saj rutinski del vsake operacije izvaja računalnik. Z uporabo takšne vrste tehnologije zmanjšujemo vpliv človeškega dejavnika pri sprejemanju odločitev za rutinski del vodenja železniškega prometa.

Poznamo elektronske naprave za krmiljenje elektrotelejnih signalnovarnostnih naprav in novejša elektronske signalnovarnostne naprave, ki imajo popoln status varnostnih naprav.

Princip delovanja takšnega sistema zavarovanja vozne poti omogoča, da se ukazi, ki so se v relejni tehniki izvedli s pritiskom na tipki start in cilj, zamenjajo z vnaprej programiranimi alfa numeričnimi kodami. S tem se pospeši celotna operacija postavljanja vlakovne vozne poti, saj se v centru vodenja in nadzora vlakov le izbira med vnaprej pripravljenimi ukazi. Zaradi varnosti se vse operacije beležijo in shranjujejo.

Uporabljene elektronske naprave za krmiljenje elektorelejnih signalnovarnostnih naprav na progah slovenskih železnic so le nadgradnja in poenostavljajo uporabo relejnih signalnovarnostnih naprav s koncentriranjem elementov krmiljenja posamezne velike postaje - lokalno krmiljenje ali pa omogočajo krmiljenje večjega števila manjših postaj - daljinsko krmiljenje relejnih signalnovarnostnih naprav.

Na progah V. in X. koridorja v Sloveniji prevladuje relejna signalnovarnostna oprema. Le na majhnem delu omrežja so instalirane sodobne elektronske signalnovarnostne naprave.



Slika 3: V. in X. evropski prometni koridor v Republiki Sloveniji
(Vir: www.luka-kp.si/pripone.asp?ID=80)

Uporaba sodobnih železniških signalnovarnostnih naprav naj bi omogočala hitro, racionalno in predvsem varno vodenje železniškega prometa.

Opremljenost železniških prog v Sloveniji s signalnovarnostnimi napravami nam prikazuje slika 3.



Slika 4: Karta opremljenosti prog SŽ s signalnovarnostnimi napravami
(Vir: Slovenske železnice d.o.o. – Program omrežja RS 2009 – Priloga 3/9)

Iz zgornje slike so razvidne proge, opremljene s signalnovarnostnimi napravami in sicer v dolžini 668 km, proge z daljinskim vodenjem prometa v dolžini 108 km in proge, opremljene z avtomatskim progovnim blokom v dolžini 240 km.

Ker je problem, predstavljen v uvodu te seminarske naloge, prav proga opremljena z avtomatskim progovnim blokom, je za nas pomemben zadnji podatek.

Podrobnejši opis delovanja tega sistema, ki je potreben za lažje razumevanje problema, pa sledi v naslednjem poglavju.

3 OBSTOJEČI SISTEM ZA VODENJE VLAKOV NA SLOVENSКИH ŽELEZNICAH

3.1 AVTOMATSKI PROGOVNI BLOK

Avtomatski progovni blok je naprava na železniški progi, s katero se ureja promet zaporednih vlakov po istem tiru.

Železniška proga, opremljena z avtomatskim progovnim blokom, je med dvema sosednjima postajama razdeljena na blokovne prostorne odseke. Blokovni prostorni odseki so dolgi od 1000 do 3000 m.

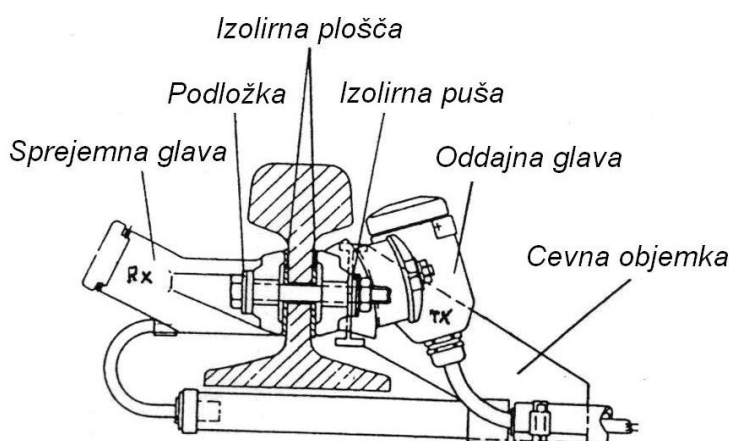
Na začetku vsakega prostornega odseka je vgrajen svetlobni prostorni signal. Na enotirni progi so prostorni signali vgrajeni na desni strani tira v smeri vožnje. Torej imamo dva prostorna signala - za vsako smer enega.

Prostorni signal je 50 m pred števnim mestom, ki označuje konec prejšnjega in začetek novega prostornega odseka, 50 m dalje pa je vgrajen na drugi strani tira prostorni signal za nasprotno smer vožnje.

Števni kontakt avtomatskega progovnega bloka

Svetlobni prostorni signali se postavljajo v lego za dovoljeno ali prepovedano vožnjo avtomatično, ko zapelje vlak na določeno števno mesto, na katerem je števeni kontakt.

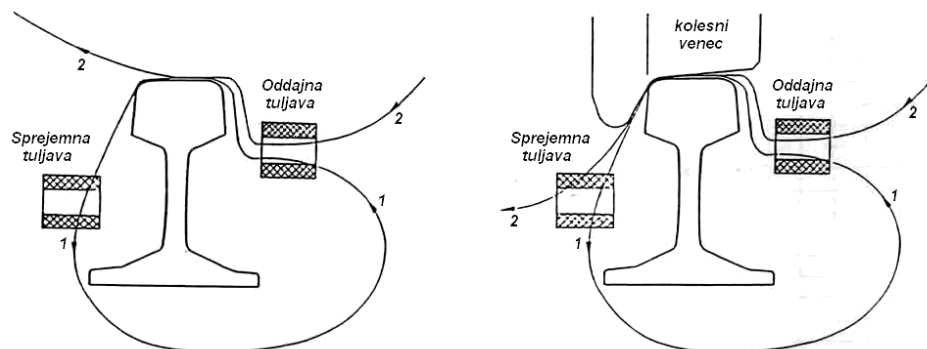
Namestitev takega števnega kontakta na tračnico je prikazana na sliki 5.



Slika 5: Namestitev števnega kontakta na tračnico
(Vir: delovno gradivo podjetja Slovenske železnice)

Kot je razvidno iz slike 5, je števeni kontakt pritrjen na vrat tirnice. Sestavljen je iz oddajne in sprejemne tuljave, ki sta nameščeni v ločenih ohišjih. Oddajna tuljava je vedno nameščena na zunanji strani tirnice, sprejemna tuljava pa na notranji strani tirnice.

Števni kontakt deluje na principu magnetnega pretoka, katerega z železnim kolesom preusmeri mimo vozeči vlak v sprejemno tuljavo števnega kontakta, kot je prikazano na sliki 6.



Slika 6: Shema delovanja števnega kontakta
(Vir: delovno gradivo podjetja Slovenske železnice)

Magnetni pretok se torej spremeni vsakič, ko med oddajno in sprejemno tuljavo vozi kolo železniškega vozila. Zaradi hitrosti vlaka te spremembe magnetnega pretoka potekajo izredno hitro.

Za zaznavanje teh sprememb skrbi elektronska naprava - števec impulzov, ki šteje kolesa mimo vozečega vlaka. Ker je kolo železniškega vozila z osjo povezano s kolesom na drugi strani vozila, za števec impulzov eno kolo predstavlja eno os vozila. Odtod tudi ime elektronski števec osi.

Elektronski števec osi na vходу v prostorni odsek šteje osi mimo vozečega vlaka, števec osi na izhodu iz prostornega odseka pa osi odšteva, ko odšteje vse osi, ki so bile zaznane na vходу v prostorni odsek, to zanj pomeni, da je vlak v celoti zapustil prostorni odsek.

Števec osi se postavi v osnovno stanje in v dispečerski nadzorni center se javi prostost tega odseka.

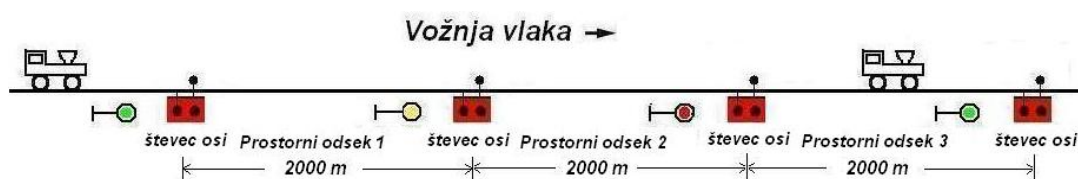
Nekoliko bolj podroben opis delovanja tega sistema je bil potreben zaradi lažjega razumevanja problemov, ki se pojavljajo pri števcih osi in jih bomo opisali v naslednjem poglavju.

3.2 POMANJKLJIVOSTI SEDANJEGA SISTEMA

Prevelika razdalja med zaporednimi vlaki

Kot smo že omenili, na progah, opremljenih z avtomatskim progovnim blokom, mimozeče vlak avtomatično menjava signalne znake na prostornih signalih.

Za lažje razumevanje delovanja tega sistema smo vožnjo dveh zaporednih vlakov v isto smer in po istem tiru predstavili na sliki 7.



Slika 7: Vožnja vlaka po prostornih odsekih
(Vir: delovno gradivo podjetja Slovenske železnice)

Iz zgornje slike je razvidna barva posameznih signalov, in sicer rdeča prepoveduje vožnjo naslednjemu vlaku na prostorni odsek 3, rumena pa mu pogojno dovoljuje vožnjo na prostorni odsek 2. Pogojno pomeni, da mora zmanjšati hitrost in ustaviti pred naslednjim prostornim signalom, na katerem gori rdeča luč.

Zmanjšanje hitrosti ali celo zaviranje in ponovno pospeševanje ali speljevanje pa pomeni veliko večjo porabo električne energije, potrebne za vleko vlaka.

Odsek železniške proge med Ljubljano in Jesenicami je na razdalji šestdesetih kilometrov razdeljen na petindvajset prostornih odsekov.

Če odštejemo kilometre postajnih območij, kjer ni prostornih odsekov, dobimo povprečno dolžino prostornega odseka, ki znaša 2000 metrov.

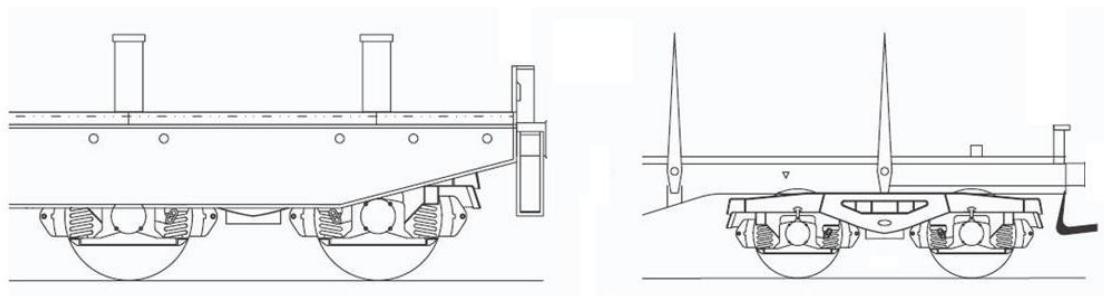
Optimalno razdaljo med dvema vlakoma, ki vozita v isto smer in po istem tiru pravilno prikazujeta zgornji sliki in znaša v našem primeru 6000 m. Prav ta velika razdalja do naslednjega vlaka je glavna slabost avtomatskega progovnega sistema, saj ne omogoča optimalnega načrtovanja železniškega prometa.

3.3 NAPAKE V DELOVANJU SEDANJEGA SISTEMA

Druga slabost sedanjega sistema za vodenja vlakov na slovenskih železnicah se pokaže pri nepravilnem delovanju ali okvari avtomatskega progovnega bloka.

V opisu delovanja števnih kontaktov smo videli, da je električni impulz posledica spremenjenega magnetnega pretoka zaradi navoza železnega kolesa med oddajno in sprejemno tuljavo števnege kontakta.

Kolesa železniških vozil pa so lahko tudi manjša, kot na primer kolesa železniškega vagona za oprtni vlak, prikazanega na sliki 8 desno.



*Slika 8: Primerjava velikosti koles železniških vozil
(Vir: delovno gradivo podjetja Slovenske železnice)*

V primeru navoza manjšega kolesa med tuljavi števnege kontakta se včasih zgodi, da ga naprava ne zazna.

Po prevozu celotne železniške kompozicije z vsemi vagoni se v tem primeru v nadzornem dispečerskem centru v Ljubljani še vedno javlja zasedenost tega prostornega odseka, kot da bi na njem ostal eden ali več železniških vagonov. To pa za dispečerja dejansko pomeni, da je proga na tem prostornem odseku zasedena in vožnja drugega vlaka ni mogoča, dokler se ne odpravi napaka v delovanju števca osi.

Iz dolgoletne prakse pri odpravljanju napak na signalnovarnostnih napravah vam lahko povemo, da je napaka na števcu osi, ki se kaže kot lažna zasedenost določenega prostornega odseka, zagotovo zelo moteč dejavnik pri načrtovanju nadaljnjih voženj vlakov. Ta problem je še posebno pereč na enotirni progi, ker onemogoča vožnje vlakov v obe smeri.

S pravilniki so Slovenske železnice omogočile nadaljnjo vožnjo vlakov na lažno zaseden prostorni odsek, in sicer tako, da pooblaščen oseba - vlakovni odpravnik na železniški postaji ugotovi, da je celotna železniška kompozicija z vsemi vagoni prepeljala njegovo službeno mesto in to sporoči v nadzorni center.

V tem primeru pa je seveda večja možnost človeške napake in s tem posledično zmanjšanje varnosti železniškega prometa.

Druga težava pa je prav gotovo v tem, da je na odseku železniške proge med Ljubljano in Jesenicami pooblaščen osebja v določenih urah samo napostaji Kranj. Tako mora dispečer čakati na potrditev prevoza vlaka včasih pol ure in več, preden lahko načrtuje in izvede naslednjo vožnjo vlaka.

Napake na števcih osi, ki se pojavljajo v nadzorni center kot zasedenost določenega prostornega odseka, se pojavljajo redno pri nevihtah kot posledica udara strele, in sicer zaradi preobčutljivosti trenutno vgrajenih elektronskih naprav za prenos podatkov iz števca osi.

Motnje v delovanju sistema avtomatskega progovnega bloka se pojavljajo prepogosto, vzdrževalci tega sistema se poleg dotrajanosti posameznih komponent, ki so vgrajene že od leta 1980, srečujemo tudi s problemom dobave novih rezervnih delov, nujno potrebnih za pravilno delovanje tega sistema.

Poleg vsega zgoraj naštetega trenutni sistem zahteva za nemoteno in pravilno delovanje konstantno pozornost v smislu pogostih rednih pregledov in meritve elektronskih komponent.

Za natančno umerjanje teh komponent, pri tem mislimo predvsem na števec osi in tirni magnet avtostop naprav, pa so potrebni natančni in dragi merilni instrumenti.

Prav gotovo pa se bo v bližnji prihodnosti pojavil tudi problem predolgega dostopnega časa k odpravi napak in okvar na avtomatskem progovnem bloku.

Za dostop do okvarjene naprave na odseku železniške proge med Kranjem in Podnartom moramo poleg polurne vožnje z avtomobilom še prav toliko časa pešačiti do avtomatskega progovnega bloka številka 13, kjer lahko ugotovimo in odpravimo vzrok okvare.

Če s seboj nimamo ustreznega rezervnega dela za zamenjavo, saj vseh rezervnih delov ne da prenesti naenkrat, se čas odprave napake ustrezno podaljša.

Po predpisih Slovenskih železnic je napaka na signalnovarnostni napravi odpravljena, ko je vpisana v knjigo Odprave napak sosednje postaje v prisotnosti vlakovnega odpravnikarja.

V našem primeru na srečo v Kranju, ki je edina postaja na odseku Ljubljana - Jesenice, kjer je ponoči vlakovni odpravnikar.

Naj še enkrat poudarimo, da se našemu tehnologu prometa v dispečerskem centru v Ljubljani ves ta čas javlja zasedenost tega odseka z železniškimi vozili, torej je nadaljnja vožnja vlakov onemogočena.

3.4 PROBLEM TEHNIČNE NEZDRUŽLJIVOSTI

Železniška stroka si že vrsto let prizadeva poiskati univerzalno rešitev poenotenja signalnovarnostnih sistemov. Zamisel, da bi na lokomotivah v mednarodnem prometu dogradili vse potrebne sisteme, se ni izkazala kot dobra. Hkrati se je kot neizvedljiva izkazala tudi ideja o poenotenju pojmov na obstoječih signalih vzdolž proge. Tako je ostala tradicionalna rešitev, ki je v veljavi še danes - menjava lokomotive in osebja na meji. Z združitvijo Evrope, višanjem potovalnih hitrosti vlakov in s povečano konkurenco v tranzitnem tovornem prometu pa tudi takšna rešitev ne zadošča več.

Kot ugotavljata Hernavs in Godec: Center za daljinski centralni nadzor in vodenje železniškega prometa, 2006):

"je tehnična interoperabilnost ključnega pomena za izboljšanje kakovosti storitev železniške infrastrukture. Poenotenje informacijskih sistemov, sistemov signalne varnosti in telekomunikacij ter prilagodljivost elektronapajalnega sistema vodi k standardiziranemu mednarodnemu sodelovanju, kar je še posebej pomembno pri tranzitnem železniškem prometu."

Pri interoperabilnosti železniškega prometa mislimo predvsem na zmožnosti čezmejnega prometa brez nepotrebne ustavljanja vlakov, menjav lokomotiv ali strojevodij. Sistemi vodenja železniškega prometa so poenoteni, prav tako kot je poenoten način medsebojne komunikacije.

Kot smo omenili že v uvodu, trenutni sistem za vodenje in nadzor vlakov na progah slovenskih železnic tega trenutno ne omogoča, pri tem pa mislimo predvsem na tehnično nezdrumljivost s sistemi sosednjih držav. Zamudne logistične operacije pri prečkanju državne meje pa pomenijo precejšnje podaljšanje voznih časov vlakov.

Poglejmo, kaj v praksi pomenijo "zamudne logistične operacije", s katerimi se vsakodnevno srečujemo na Železniški postaji Jesenice.

Opravljenno delo	Potreben čas
Zamenjava lokomotive	10 minut
Zamenjava strojevodje	10 minut
Tehnični pregled vlaka z zavornim preizkusom	30 minut
Administrativna dela	10 minut
SKUPAJ	60 minut

Tabela 1: Časi postanka vlaka zaradi tehničnih razlogov na postaji Jesenice

Zgornja tabela nam prikazuje čase postanka tovornega vlaka zaradi tehničnih razlogov na mejni postaji Jesenice. Kot vidimo, se večina časa porabi za tehnični pregled vlaka in popolni zavorni preizkus, kar je posledica zamenjave lokomotive.

Tako določajo predpisi in temu se ne moremo izogniti tudi iz varnostnih razlogov, saj se moramo prepričati, da je tudi zamenjana lokomotiva sposobna z zaviranjem učinkovito ustaviti vlakovno kompozicijo. Pri administrativnih delih mislimo samo na pripravo, izdelavo in primopredajo dokumentov, ki so posledica zamenjave lokomotive in strojevodje, kot je denimo izpis vagonskega izkaza.

Iz tabele je razvidno, da čas postanka vlaka zaradi tehničnih razlogov oziroma tehnične neinteroperabilnosti znaša 60 minut. Iz izkušenj vam lahko povemo, da postanek tovornega vlaka na postaji Jesenice v povprečju traja okoli 90 minut.

Za logistične operacije kot posledice tehnične nezdržljivosti železniških sistemov torej porabimo tri četrtine vsega časa, potrebnega za prečkanje državne meje, in dodamo 1 uro k prihodu vlaka na namembno postajo.

Tudi analiza slabosti na področju prometa in prometne infrastrukture v Sloveniji iz Resolucije o prometni politiki Republike Slovenije (Intermodalnost: čas za sinergijo) opozarja na manj konkurenčno železniško omrežje in (v primerjavi s cestnim) slabo organizacijo železniških prevozov, kakor tudi nedokončan sistem železniške infrastrukture.

Kot je navedeno v HERNAVS-ovem delu (HERNAVS, B.: Implementacija novega inteligentnega sistema nadzora in vodenja vlakov na slovenskem železniškem TEN-T omrežju, Fakulteta za gradbeništvo Maribor, 2006, Magistrsko delo),

"lahko sklepamo, da bo železniški promet leta 2020 obsegal:

- 21 mio ton blaga, če posodobitev železniške inteligentne infrastrukture ne bo,
- 29 mio ton blaga, če bodo izvedene tehnične in tehnološke posodobitve,
- 34 mio ton blaga, če bo poleg posodobitev uspešna še prometna politika.

S pravočasnimi investicijami v sodobne in enotne signalnovarnostne sisteme dosežemo neodvisnost tehnologije vodenja železniškega prometa od trenutne prometne politike. Tako je zagotovljen kontinuiran razvoj in nezmanjšana sposobnost javne železniške infrastrukture za železniške prevoze."

Tukaj moramo prav gotovo omeniti tudi problem prihodnje nabave rezervnih delov za obstoječe elektrorelejne signalnovarnostne naprave. Proizvajalci se bodo preusmerili v izdelavo elektronskih sklopov in naprav za področje signalne varnosti.

Po napovedih proizvajalcev signalnovarnostne opreme po letu 2015 ne bo več v redni dobavi rezervnih delov za naprave, ki so v uporabi danes. To pomeni, da bodo dobavljivi po večkratni osnovni ceni.

Če torej povzamemo ugotovitve iz tega poglavja, je ob upoštevanju vseh slabosti trenutnega sistema za vodenja vlakov na slovenskih železnicah mogoče že čas, da razmislimo o uvedbi novih sistemov za nadzor vlakov, združljivih z železniškimi sistemi v Evropi in zunaj nje.

Opis in primerjava teh sistemov sledi v naslednjih poglavjih.

4 KOMPATIBILNI SISTEMI ZA NADZOR VLAKOV V EVROPI IN ZUNAJ NJE

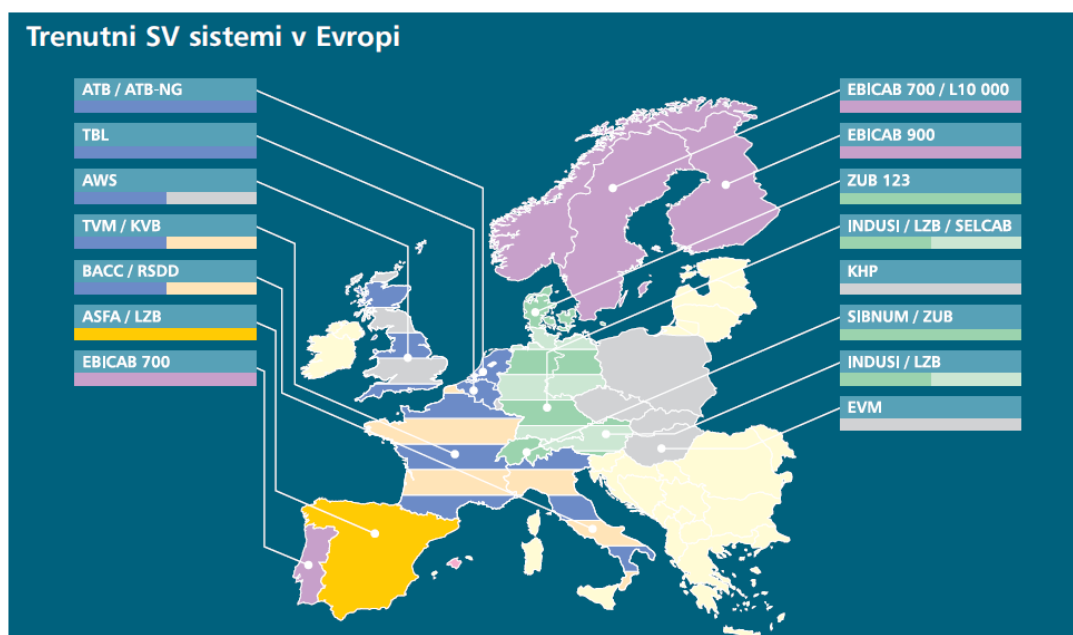
4.1 ERTMS

ERTMS je kratica za Evropski sistem za upravljanje železniškega prometa (European Rail Traffic Management System).

Sam sistem ima svoje temelje v pobudi Evropske komisije, katere cilj je bil izdelati enoten sistem za upravljanje prometa kot izhodišče za zagotavljanje tehnične interoperabilnosti na transevropskih koridorjih in v nadaljevanju tudi po ostalih železnicah na svetu.

Vprašanje interoperabilnosti se je pojavilo z odpiranjem železniškega transportnega trga in s prizadevanji, da postane železniški transport konkurenčen ostalim transportnim načinom.

Na ravni tehnične interoperabilnosti je največja težava različnost varnostnih sistemov. Samo v Evropi je v tem trenutku delujočih 22 različnih signalnovarnostnih sistemov, kar je prikazano na spodnji sliki.



Slika 9: Trenutni signalnovarnostni sistemi v Evropi
(Vir: revija Nova proga, januar 2007)

V tehničnem smislu ERTMS sestavljata dva sistema, in sicer ETCS - Europe Train Control System (Evropski sistem za nadzor vlakov) in GSM-R (brežžični komunikacijski sistem na osnovi javnega GSM s funkcionalnostmi za železniške potrebe).

S sistemom ETCS se upravlja promet, medtem ko sistem GSM-R zagotavlja potrebne komunikacijske povezave med vozili in centri vodenja prometa kot tudi z vsemi napravami, vgrajenimi ob progi.

V nadaljevanju bomo podrobneje predstavili posamezne sestavne dele ERTMS sistema.

4.2 SESTAVNI DELI ERTMS SISTEMA

OPREMA NA PROGI

Eurobaliza S21

Eurobaliza S21 je progovna naprava za prenos podatkov iz smeri proga-vlak, ki omogoča zelo enostavno namestitev brez priključnih kablov, zahvaljujoč brezkontaktnemu programiranju.

Eurobaliza je lahko pasivna, kar pomeni, da posreduje stanje na mestu oziroma odseku proge ali pa aktivna, kar pomeni, da lahko sprejema tudi informacije od vlaka. Omogoča zelo zanesljiv prenos podatkov pri hitrosti vlakov do 500 km/h.

Za zanesljivejšo komunikacijo med progo in vlakom lahko eurobalize združujemo v več skupin.



Slika 10: Eurobaliza S21

(Vir: Spletna stran

<http://transportation.siemens.com/ts/en/pub/products/ra/products/etcs/products/components/range/eurobalise.htm>)

Eurozanka S21

Eurozanka S21 je verižna zanka, položena ob železniški tir, ki za razliko od eurobalize vpliva na vlak dalj časa, saj je lahko dolga do 1000 metrov. Eurozanka lahko deluje dvosmerno, in sicer oddaja informacije o stanju proge ali pa jih sprejema od vlaka. Namestitev eurozanke na tračnico je prikazana na spodnji sliki.



Slika 11: Eurozanka S21

(Vir: Spletna stran

<http://transportation.siemens.com/ts/en/pub/products/ra/products/etcs/products/components/range/euroloop.htm>)

S pomočjo Eurozanke S21 se nadzornemu centru posredujejo podatki o položaju vlaka. Eurozanka ima možnost dopolnjevanja z eurobalizo.

Za sprejem, obdelavo in posredovanje podatkov iz naprav, nameščenih na železniški progi v nadzorni center, pa ERTMS sistem sestavljata še Elektronska enota LEU S21 in Radio blokovni center Trainguard 200 RBC.

Elektronska enota LEU S21 sprejema podatke od na progi nameščenih naprav (Eurobalize, Eurozanke).

Lahko je povezana z osmimi napravami in omogoča načrtovanje in diagnostiko z uporabo ročnega računalnika. Je modularne zasnove, za vgradnjo v standardizirana ohišja za preprosto prilagoditev signalnih sistemov. Nameščena je lahko v posebni omarici ob progi.

Radio blokovni center (RBC) ovrednoti informacije in izmenjuje podatke z nadzornim centrom z uporabo standardiziranega evropskega Euroradio protokola - GSM-R.

OPREMA NA VLAKU

Opremo na vlaku poleg računalniške enote za obdelavo in prikaz podatkov ter črne skrinjice za snemanje in shranjevanje podatkov sestavljajo še naslednje komponente, nameščene na vozilo:

Generator impulzov merilca poti in hitrosti



Slika 12: Generator impulzov merilca poti in hitrosti

(Vir: Spletna stran

<http://transportation.siemens.com/ts/en/pub/products/ra/products/etcs/products/components/vehicle/impuls.htm>)

Generator impulzov je nameščen na os vozila in na podlagi impulzov izračunava trenutno hitrost, pospešek, smer vrtenja in s tem smer potovanja in razdaljo železniškega vozila.

ETCS Antena



Slika 13: ETCS Antena

(Vir: Spletna stran

<http://transportation.siemens.com/ts/en/pub/products/ra/products/etcs/products/components/vehicle/balise.htm>)

Na osnovni voziček železniškega vagona je nameščena ETCS Antena, ki skrbi za brezžični prenos podatkov z nadzornim centrom.

DMI Vmesnik

Za nemoteno in jasno komunikacijo med strojevodjem in strojem skrbi DMI vmesnik, ki je nameščen v kabini železniškega vlečnega vozila.



Slika 14: DMI Vmesnik

(Vir: Spletna stran

<http://transportation.siemens.com/ts/en/pub/products/ra/products/etcs/products/components/vehicle/dmi.htm>)

To je v bistvu grafični zaslon s tipkami občutljivimi na dotik. Poleg ostalih informacij prikazuje tudi dejansko in dovoljeno hitrost vlaka, kakor tudi informacije o hitrostnih omejitvah odsekov na progi.

GSM-R RADIJSKI SISTEM ZA NADZOR VLAKOV

Za nemoteno, varno in jasno komunikacijo med strojevodjem in nadzornim centrom pa skrbi GSM-R vmesnik, ki je nameščen v kabini železniškega vozila.



Slika 15: GSM-R radijski vmesnik za nadzor vlakov

(Vir: Spletna stran

http://transportation.siemens.com/ts/en/pub/products/ra/products/etcs/products/gsm_r.htm)

Uvedba ERTMS sistema glede na različne tehnične rešitve in finančne zmožnosti slovenskih železnic lahko poteka v več stopnjah.

4.3 STOPNJE UVEDBE ERTMS SISTEMA

ERTMS sistem se je v želji po poenotenju obstoječih signalnovarnostnih sistemov in zaradi enakomernejše finančne obremenitve pri prehodu razvijal po stopnjah. Zasnovan je tako, da temelji na osnovni stopnji, ki jo je mogoče nadgrajevati z naslednjo stopnjo, v katero so tudi vgrajene izkušnje prejšnje.

Pri tem je pomembno, da vlaki, opremljeni s sistemom ERTMS stopnje 3 lahko vozijo po progi, opremljeni s sistemom stopnje 2 in vlaki, opremljeni s stopnjo 2 po progi, opremljeni s stopnjo 1. Različne stopnje sistema ERTMS so zaradi različnih obstoječih signalnovarnostnih sistemov potrebne in koristne.

ERTMS STOPNJA 0 (nič)

Stopnja nič ERTMS sistema pomeni pomemben korak k poenotenju različnih signalnovarnostnih sistemov, saj je za delovanje ERTMS sistema v celoti treba usposobiti tudi obstoječe progovne signalnovarnostne naprave.

Uporablja se v primeru, ko na progi z obstoječim signalnovarnostnim sistemom vozi vlak, ki ima nameščeno ERTMS opremo, ali ko gre za preizkušanje progovne ERTMS opreme.

Pri stopnji nič so v veljavi obstoječi signalnovarnostni sistemi. Dovoljenje za gibanje v naslednji prostorski odsek posreduje progovna oprema na ERTMS vlakovno napravo preko strojevodje. Ta lahko nadzira le največjo dovoljeno hitrost vlaka in zavorno krivuljo. Detekcija in integriteta vlaka je izvedena z obstoječo progovno opremo (števcji osi, izolirni odseki). Razen okrnjenih sporočil iz evrobaliz pri stopnji nič ne uporabljamo nobenih drugih sistemov za prenos med progo in vlakom.

Pri tej stopnji ni potrebna kabinska signalizacija, strojevodja v kabini lahko na svojo zahtevo spremlja le podatke o najvišji dovoljeni hitrosti.

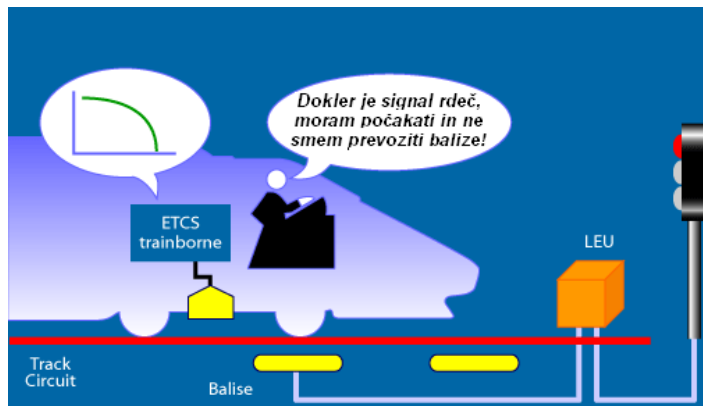
ERTMS STOPNJA STM

ERTMS stopnja STM se uporablja v primeru, ko vlak z vgrajenim ERTMS sistemom vozi po progi, ki je opremljena z nacionalnim signalnovarnostnim sistemom. Pri tej stopnji je predviden poseben modul STM, ki prepozna signalnovarnostni sistem in pretvori informacije iz obstoječih naprav in sistemov, ki jih potrebuje vlak za vožnjo, v kode in sporočila, na principu katerih deluje sistem ERTMS.

STM modul je zasnovan samo za konkretni signalnovarnostni sistem in ni univerzalen, na lokomotivi jih moramo instalirati toliko, kolikor signalnovarnostnih sistemov uporabljamo. Uporaba tega sistema je namenjena bilateralni ali kvečjemu trilateralni intreoperabilnosti. Glavna prednost te stopnje je, da ne spreminjamo obstoječe progovne infrastrukture. Stroški uvedbe so nekajkrat nižji od implementacije celotnega ERTMS sistema.

ERTMS STOPNJA 1

ERTMS Stopnja 1 pomeni zamenjavo obstoječega sistema avtomatskega progovnega bloka. Sistem brez izmenjave podatkov z eurobalizo je prikazan na sliki 16.



Slika 16: Sistem brez izmenjave podatkov z Eurobalizo
(Vir: Spletna stran http://www.ertms.com/2007v2/what_levels.html)

Kot je razvidno iz grafa (hitrost-čas) v levem oblaku zgornje slike se mora v tem primeru vlak ustaviti. V naslednjem primeru sistema z izmenjavo podatkov z eurobalizo pa računalnik na vlaku izračuna novo zavorno krivuljo in hitrost vožnje.

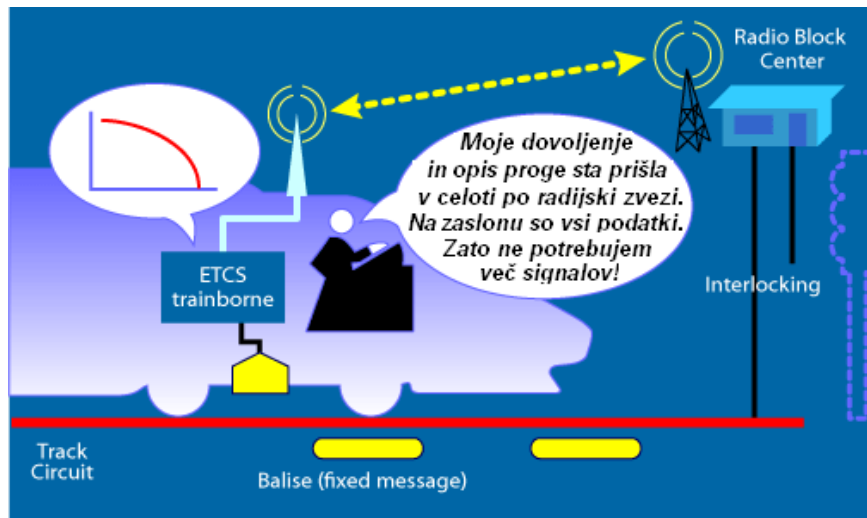
Tako v tem primeru, ki nam ga prikazuje slika 17, ustavljanje vlaka ni več potrebno.



Slika 17: Sistem z izmenjavo podatkov z Eurobalizo
(Vir: Spletna stran http://www.ertms.com/2007v2/what_levels.html)

ERTMS STOPNJA 2

ERTMS Stopnja 2 pomeni nadgradnjo Stopnje 1 z Euroradiom (GSM-R) in Radio blokovnim centrom in je prikazana na spodnji sliki.



Slika 18: ERTMS sistem Stopnja 2

(Vir: Spletna stran http://www.ertms.com/2007v2/what_levels.html)

Ko vlak prevozi eurobalizo, prebere njeno vsebino in pošlje v radio blokovni center podatke in svoj položaj. Na podlagi podatkov, pridobljenih s proge, dovoljenje za vožnjo vlaku z opisom proge pošlje radio blokovni center preko GSM-R omrežja.

Iz prejetih podatkov vlakovni računalnik izračuna bodočo hitrost vlaka in krivuljo zaviranja. S temi podatki izvede tudi primerjavo trenutne in najvišje dovoljene hitrosti vlaka.

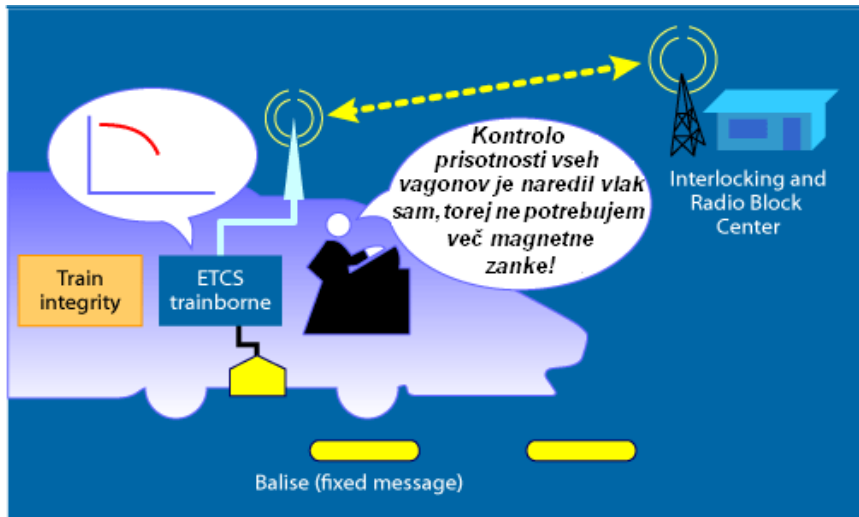
ERTMS stopnja 2 pomeni stalen nadzor hitrosti vožnje vlaka in omogoča njegovo stalno sledenje. Radio blokovni center spremlja vsak vlak, ki se nahaja na njegovem odseku. Da ne bi prišlo do zamenjave pri prepoznavanju vlakov, se za vsak vlak uporablja posebna identifikacijska številka.

V smislu posega v progovno signalizacijo predstavlja ta stopnja prvo večjo spremembo, saj signali ob progi niso več potrebni. Pomeni pa tudi povečanje obstoječe progovne zmogljivosti oziroma povečanje propustnosti proge.

Za kontrolo prisotnosti vseh vagonov in določanje položaja vlaka pa sta še vedno potrebni Eurozanka in Eurobaliza, zato si pogledajmo naslednjo stopnjo uvedbe ERTMS sistema.

ERTMS STOPNJA 3

Naprava za preverjanje integritete, prisotnosti vseh vagonov vlaka je v tem primeru že vgrajena na samem vlaku.



Slika 19: ERTMS sistem Stopnja 3

(Vir: Spletna stran http://www.ertms.com/2007v2/what_levels.html)

V vlak je vgrajen poseben modul, imenovan integrator (Train Integrity), ki skrbi za nadzor in sporočanje celosti vlaka.

Eurozanka ni več potrebna, vlak sam naredi kontrolo prisotnosti vseh vagonov.

Vožnja vlaka se v tem primeru izvaja po sistemu premičnega progovnega bloka, kar pomeni razdaljo med dvema zaporednima vlakoma, ki naj bi bila enaka zavorni razdalji do popolne zaustavitve vlaka, povečani za določen faktor varnosti.

Ker je razdalja med vlaki lahko krajša, je mogoče na obstoječi progi povečati število zaporedno vozečih vlakov. S tem se lahko tudi do 40% poveča prepustnost proge, kar je tudi eden izmed ciljev te diplomske naloge.

Tretja stopnja ERTMS sistema pomeni največji preskok v funkcionalni zgradbi sistema za nadzor in vodenje vlakov, saj omogoča večje spremembe na vlakovnem in progovnem delu celotnega sistema.

Do sedaj je bilo določanje celosti vlaka doseženo s progovno opremo, obstoječimi števci osi, bodočimi eurozankami in eurobalizami. Vsi ti elementi pa pri stopnji tri ERTMS sistema ob progi niso več potrebni. Ostane le eurobaliza, ki pa se uporablja samo še za določanje položaja vlaka.

PREDNOSTI IN SLABOSTI ERTMS SISTEMA ZA NADZOR VLAKOV

Prednosti ERTMS sistema za nadzor vlakov so predvsem:

- večja zmogljivost na obstoječih progah in večja sposobnost za odziv na naraščajoče povpraševanje za prevozom;
- zmanjšuje praznine med vlaki in omogoča do 40% več zmogljivosti na trenutno obstoječi infrastrukturi;
- višje hitrosti: ERTMS omogoča največjo hitrost do 500 km /h;
- višje stopnje zanesljivosti: ERTMS lahko bistveno poveča zanesljivost in točnost, kar je ključnega pomena za potniški in tovorni promet;
- zmanjšani so stroški vzdrževanja: signalizacija ob progi ni več potrebna, kar znatno zmanjša stroške vzdrževanja;
- izboljšana varnost za vse udeležence železniškega prometnega sistema, potnike in zaposlene.

Vgradnja sistema ERTMS bo tako pripomogla k poenotenju signalnovarnostnih naprav in sistemov. Za vzdrževanje sistema bo zato potrebno manj različnih rezervnih delov, časa za odpravo napak, različnih izobraževanj in preciznih instrumentov. S tem pa bo tudi manj ovir pri izvajanju železniškega prometa.

Projekt ERTMS obravnava poleg signalnovarnostnih sistemov še več področij: železniške elektronapajalne sisteme, medtirno širino, telekomunikacijsko in informacijsko področje. Vsa področja imajo pomembno vlogo pri nadzoru in vodenju železniškega prometa. ERTMS sistemi za nadzor in vodenje vlakov bodo poenotili načine spremljanja in upravljanja železniških vozil na evropskem železniškem omrežju in s tem povečali njegovo zmogljivost.

Vendar pa je potrebno za uvajanje omenjenega sistema nadgraditi ali zamenjati obstoječe signalnovarnostne sisteme, tako ob progi kot na lokomotivah.

Kot smo ugotovili v prejšnjih poglavjih, se bomo morali očitno odločiti za stopenjski prehod na nove sisteme za vodenje in nadzor vlakov na slovenskih železnicah. To pa pomeni vzporedno delovanje obstoječega in novega sistema, kakor tudi vgrajevanje ustrezne opreme za vpeljavo novega sistema na obstoječa vlečna vozila.

Predvsem posegi v železniško infrastrukturo so precej problematični, saj pomenijo oviro za nemoten potek železniškega prometa, zahtevajo dolg izvedbeni čas ter prinašajo izredno visoke stroške.

Prav visoki stroški so v času globalne recesije glavna ovira pri uvedbi ustrezne stopnje ERTMS sistema na progah slovenskih železnic.

Pri tem pa ne smemo pozabiti, da ERTMS sistem še ni standard, ki bi natančno predpisoval vse podrobnosti za njegovo uvedbo. Za uspešno vključitev sistema v delovanje bodo potrebne spremembe in dopnila obstoječe zakonodaje s področja varnosti in urejenosti železniškega prometa, podzakonskih aktov, internih pravilnikov, navodil in predpisov v železniškem podjetju.

S tem še ne odpravimo problema predolgih dostopnih časov do novih naprav, ki so še vedno nameščene ob progi. Pojavi se še nov problem, kako zamenjati stare naprave z novimi na težko dostopnem terenu.

Na žalost ERTMS sistem ne omogoča uporabniku železniških storitev sledenja vozil oziroma posameznih vagonov vlakovne kompozicije in s tem sledenja njihovim pošiljkam, kar je velika pomanjkljivost.

Hernavs in Godec ugotavljata (Hernavs, B., Godec, A.: Center za daljinski centralni nadzor in vodenje železniškega prometa, 2006), da:

"se več kot 90 % tovora po slovenskih železniških tirih prepelje v tranzitu. Za tranzitni tovor je pomembno, da pride čim prej na cilj. Zato je potrebno v vsakem trenutku vedeti za lokacijo in stanje tovora. Brez dvoma predstavlja zbiranje in posredovanje teh vrst podatkov iz enega centra ključno prednost, ki jo železniški sistem lahko ponudi na trgu transportnih storitev."

Če se vrnemo k opisu ERTMS stopnje tri, nam je od progovne opreme ostala le eurobaliza. Pri tretji stopnji ERTMS sistema se eurobaliza uporablja samo še za določanje položaja vlaka.

Zato si pogledjmo še eno možno rešitev problema na področju SV naprav za železniški promet, in sicer satelitski način ugotavljanja položaja vlakov, njihovo upravljanje in nadzor - satelitski sistem Galileo.

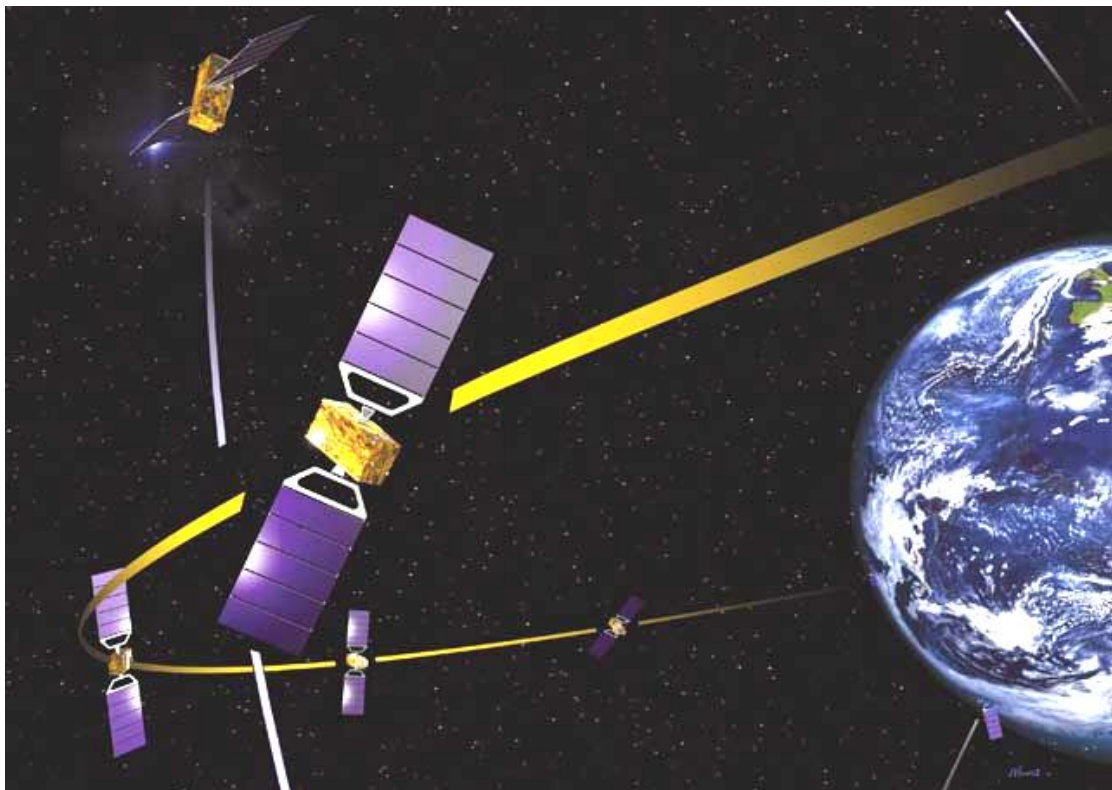
4.4 SATELITSKI SISTEM GALILEO

Do nedavnega je bilo utopično razmišljati o tem, da lahko satelitski navigacijski sistem uporabljamo tudi v vsakodnevem življenju. V gospodarstvu pa je ta potreba obstajala že vrsto let, vendar je bila neuresničljiva, zlasti zaradi prevlade vojaških interesov ter izredno visokih stroškov vzpostavitve, vzdrževanja in delovanja sistema satelitov.

Na srečo je tehnološki razvoj in s tem pritisk uporabe v civilne namene zahteval spremembo miselnosti. Tako je bil v vesolje že izstreljen prvi satelit iz družine sistema Galileo (atomska ura).

Gre za evropski satelitski navigacijski sistem - skupni projekt Evropske unije in zasebnega kapitala, namenjen za civilno uporabo. Namen enega največjih infrastrukturnih projektov v Evropski uniji je zagotavljanje enotne infrastrukture za medsebojno komunikacijo, tehnološki napredek, raziskave in razvoj.

Še posebej veliko si od projekta obeta področje transporta, kamor sodi tudi železniški sektor.



Slika 20: Satelitski sistem Galileo

(Vir: Spletna stran http://www.esa.int/esaNA/GGGMX650NDC_galileo_1.html)

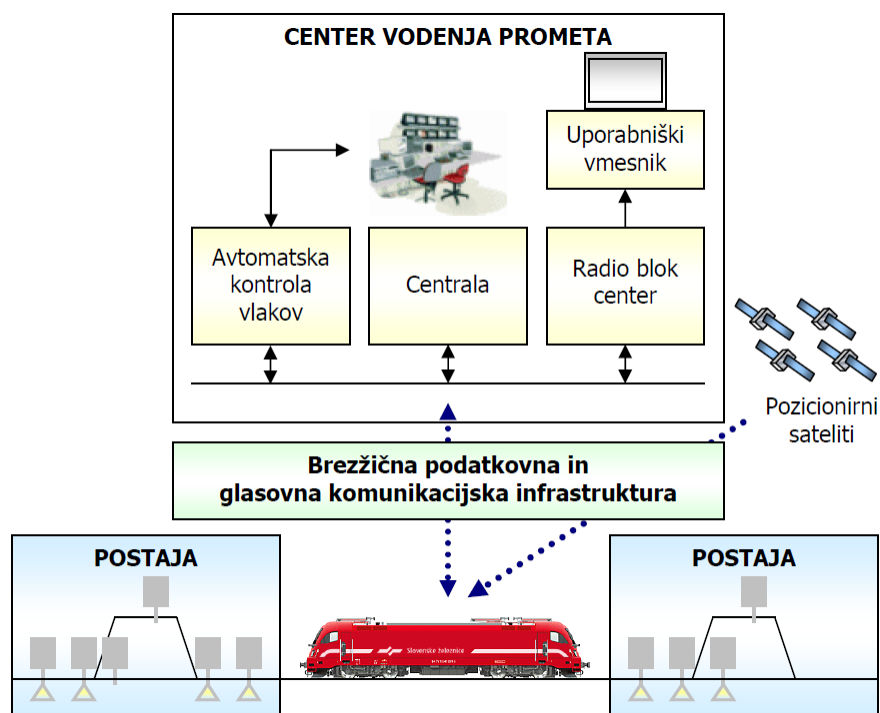
Uporaba satelitskega sistema Galileo predstavlja zaradi velikosti železniške infrastrukture veliko potencialno področje uporabe v železniškem prometu. Sledenje tovoru, nadzor vagonov, lokomotiv, signalna varnost, informacije uporabnikom transportne storitve in usklajenost z ostalimi vrstami transporta je le nekaj najpomembnejših področij uporabe za železnice.

Delovanje sistema Galileo je enostavno. V srednji Zemljini orbiti se na višini 23.616 kilometrov nahaja 30 satelitov (27 satelitov deluje, trije so v pripravljenosti). Vsak satelit oddaja signale. Zemeljski sprejemniki te signale sprejemajo in jih v svojih spominskih bazah primerjajo z referenčnimi. Signal je tako identificiran.

Glede na čas oddaje signala s satelita in čas sprejema se v sprejemnikih izračuna razdalja do satelita. Ko zemeljski sprejemnik sprejme najmanj štiri takšne signale (od štirih različnih satelitov), jih medsebojno primerja. Uporabnik tako dobi tridimenzionalni podatek o svojem položaju, hitrosti in času.

UPORABA SATELITSKEGA SISTEMA GALILEO ZA ŽELEZNICE

Železniški sektor si prizadeva uporabiti satelitsko navigacijo pri nadzoru in upravljanju prometa. S tem bi odpravili tehnične ovire, ki danes preprečujejo neoviran železniški promet med državami. Na sliki 21 je prikazana možna uporaba satelitskega sistema za železniške potrebe.



Slika 21: Uporaba satelitskega sistema Galileo za železnice
(Vir: Intranet slovenskih železnic)

PREDNOSTI IN SLABOSTI SATELITSKEGA SISTEMA GALILEO

Zaradi omenjenih težav pri uresničevanju projekta ERTMS se zdi Galileo pravšnja tehnična rešitev za doseg železniške interoperabilnosti. Z vpeljavo Galilea bi za izpolnjevanje enake funkcionalnosti, kot jo omogoča ERTMS, porabili kar za 60 odstotkov manj finančnih sredstev.

Pozitivni učinki bi bili vidni tudi pozneje, pri vzdrževanju sistema. Za delovanje sistema ERTMS je namreč vzdolž proge treba namestiti vrsto zapletenih in dragih naprav ter sistemov. Enako funkcionalnost bi lahko dosegli tudi s satelitskim nadzorom. Teoretično bi to pomenilo manj progovne opreme, nižje stroške vzdrževanja in večjo učinkovitost železniške infrastrukture.

Satelitska tehnologija tudi omogoča nepretrgan prenos podatkov, avtomatsko sledenje vozil in satelitsko določanje položaja. Vse te prednosti, ki jih prinaša satelitska tehnologija, bi železniškemu prevozniku omogočila predvsem pravočasno, zanesljivo, kakovostno in učinkovito prevozno storitev.

Dostop do podatkov po elektronski poti pomeni lažjo komunikacijo ter boljše upravljanje vagonovskega parka. To bi lahko dosegli s samodejnim sledenjem tovornih vagonov in enostavno dostopnimi programskimi orodji, ki bi temeljili na internetni osnovi.

Podatki o lokaciji in stanju vagonov se s komunikacijskih modulov, nameščenih na vagonih, posredujejo do informacijskega strežnika in so vsem pooblaščenim uporabnikom dostopni preko svetovnega spleta.

V resnici pa je treba pogledati tudi drugo plat medalje. Za nadzor in upravljanje železniškega prometa je nujna stalna in popolna pokritost železniških tirov s satelitskim signalom najmanj štirih satelitov. Težave se začnejo, ko je treba s satelitom določiti položaj vlaka na manj kot meter natančno.

Zaznavanje vlaka na tirih lahko razdelimo na dva dela: na postajno območje in na odprto progo. Na postajnem območju je nujna večja natančnost določanja lokacije vlaka.

Pri tem pa se tudi sistem Galileo srečuje s težavami. Na postajnem območju se lahko zgodi, da stoji na več vzporednih tirih več lokomotiv ali pa so le-te obkrožene z več kovinskimi predmeti. S sistemom Galileo je zato popolnoma natančno določanje koordinat vlaka nemogoče.

Druga težava je tako imenovana senca tira, če gre za več vzporednih tirov. Zato je možna rešitev uporaba dodatnih senzorjev, ki jih vgradimo na terenu in vključimo v sistem. Tako dobimo kombinirani ali v tehničnem jeziku hibridni sistem ERTMS/Galileo.

PRIMERJAVA NOVIH SISTEMOV ZA VODENJE VLAKOV

Primerjavo obeh sistemov za vodenje in nadzor vlakov bomo skušali podati z vidika uporabnika sistema, kakor tudi z vidika uporabnika storitev, ki jih oba sistema omogočata.

Naj se najprej osredotočimo na prednosti ERTMS sistema v primerjavi s satelitskim sistemom Galileo.

ERTMS sistem preko GSM-R omrežja omogoča nemoteno komunikacijo v predorih in v bližini večjih kovinskih objektov (mostov), pri čemer ima Galileo težave pri sprejemanju satelitskega signala pod zemljo in odboju signala od večjih kovinskih objektov.

Prav tako ERTMS sistem z eurozanko omogoča na postajnem območju natančno določitev tira, na katerem je vlak, Galileo pa je z metrsko zanesljivostjo premalo natančen na postajnem območju, na odprti progi pa se pojavlja senca tira, kar bi lahko bil problem na dvotirnih progah.

ERTMS sistem zagotavlja preverjanje prisotnosti vseh vozil vlakovne kompozicije z direktno komunikacijo z vlečnim vozilom, kar je po našem mnenju višja stopnja zanesljivosti, saj se v primeru odsotnosti kateregakoli vagona brez posredovanja nadzornega centra ali strojevodje vlak samodejno ustavi.

Po drugi strani pa satelitski sistem Galileo omogoča avtomatsko sledenje posameznih vagonov vlakovne kompozicije, tudi preko interneta, kar je lahko velika prednost za uporabnika železniških storitev, predvsem v tovornem prometu.

Za vgradnjo satelitskega sistema Galileo bi bilo potrebnih 60 % odstotkov manj finančnih sredstev, stroški vzdrževanja sistema bi bili bistveno nižji. Galileo bi imel v primerjavi z ERTMS sistemom večjo zanesljivost delovanja in s tem posledično višjo stopnjo varnosti pri odvijanju železniškega prometa.

Bela knjiga EU (2001), Evropska prometna politika za 2010: čas za odločitev, je predvidevala štiri faze uvedbe programa Galileo, in sicer:

- fazo študije, ki naj bi se končala leta 2001;
- razvojne in testne faze za začetek izstrelitve prvih satelitov do leta 2005;
- fazo namestitve sklopa tridesetih satelitov do konca leta 2007;
- operativno fazo od leta 2008 dalje.

V letu 2009 je v naši orbiti samo en satelit (atomska ura) iz sistema Galileo, torej je glavna in odločilna pomanjkljivost satelitskega sistema Galileo v primerjavi s sedaj dostopnim ERTMS sistemom ta, da ne bo v uporabi do leta 2013, zaradi obdobja globalne recesije pa še dlje!

5 ZAKLJUČEK

5.1 OCENA UČINKOV

Kot pravi tudi Resolucija o prometni politiki Republike Slovenije (Intermodalnost: čas za sinergijo), se z uvedbo novih sistemov ter optimiziranjem tehnologije prometa na progah slovenskih železnic lahko izognemo nevarnostim, kot so:

- odliv tranzitnih transportnih tokov na vzporedno mrežo skozi Italijo, Avstrijo, Madžarsko ali Hrvaško zaradi prepočasnega razvoja železniške transportne infrastrukture,
- odliv tovornega pristaniškega tranzita na severnomorska pristanišča zaradi nepovezanosti jadranskih pristanišč v Benetkah, Trstu, Kopru in Reki ter zaradi neustreznih, predvsem železniških zalednih povezav,
- naraščajoči prometni zastoji in zmanjšanje varnosti v cestnem tovornem in potniškem prometu.

Na to nevarnost je opozoril tudi mag. Radovan Žerjav v zborniku referatov in razprav: Na križišču V. in X. vseevropskega koridorja : Priložnosti in nevarnosti za Slovenijo (april 2008):

"Ob slabi infrastrukturi lahko del transporta zaobide Slovenijo s preusmeritvijo na druge železniške transportne povezave. Posledice takšne preusmeritve bi bile prav gotovo manjša izkoriščenost prog glede na potrebna vlaganja, nove dograditve in izgradnje novih prog, manjši prihodki gospodarstva, vezanega na izvajanje železniškega transporta, drugih povezanih oblik transporta ter logističnih storitev."

Tem negativnim učinkom se lahko izognemo z uvedbo novih in sodobnejših sistemov za vodenje in nadzor vlakov na progah slovenskih železnic, med katere prav gotovo sodi opisani ERTMS sistem.

Med pozitivne učinke ERTMS sistema pri načrtovanju prevozov pa lahko uvrstimo predvsem:

- do 40 % večjo zmogljivost proge na trenutno obstoječi infrastrukturi,
- višje hitrosti vlakov (do 500 km /h),
- višje stopnje točnosti, kar je ključnega pomena za potniški in tovorni promet.

To pomeni tudi večjo konkurenčnost železniških prevozov v domačem in mednarodnem prometu. Pozitivni učinki bodo vidni tudi pri vzdrževanju železniške infrastrukture in krajših časih odprave napak ali izrednih dogodkov.

Prav tako se z uvedbo novega sistema občutno izboljša varnost za vse udeležence železniškega prometnega sistema, potnike in zaposlene.

Pozitivni učinki bi se prav gotovo pokazali tudi v zmanjšanju onesnaževanja okolja zaradi izgorevanja pogonskih goriv, zmanjšanju hrupa in vibracij.

Odpravimo pa lahko tudi problem nerazumno dolgega čakanja na mejah zaradi zamudnih logističnih operacij pri zamenjavi vlečnih in včasih tudi vlečenih vozil.

5.2 POGOJI ZA UVEDBO

V Beli knjigi EU (2001), Evropska prometna politika za 2010: čas za odločitev, je Evropska komisija izpostavila tehnično in tehnološko poenotenje vseh infra ter suprastrukturnih elementov na področju železniškega prometa. Na ravni Evropske unije je bil sprejet zakonodajni okvir, ki predstavlja temelj za oblikovanje pravno in tehnično enotnega evropskega železniškega območja.

V našo zakonodajo so bile te zahteve implementirane s spremembo Zakona o varnosti v železniškem prometu (ZVZP-A) Ur. l. RS, št. 102/2004 in Zakona o varnosti v železniškem prometu (ZVZelP) Uradni list RS, št. 61-3295/2007.

Na njegovi podlagi se pripravljajo podzakonski predpisi. Pripravljajo se tudi nov predlog Resolucije o nacionalnem programu razvoja javne železniške infrastrukture, ki kot temeljni razvojni dokument nacionalnega železniškega omrežja do leta 2020 v program ukrepov vključuje tudi ukrepe za zagotovitev interoperabilnosti slovenskega železniškega omrežja z omrežjem EU.

Resolucija o nacionalnem programu razvoja javne železniške infrastrukture predvideva vgradnjo sistema ETCS v obdobju 2006–2011, sistema GSM-R pa že do leta 2009.

Ti cilji so bili zastavljeni nekoliko optimistično, ker v letu 2009 še poteka priprava razpisne dokumentacije za pilotna projekta na obstoječih odsekih železniške proge: Sežana–Gornje Ležeče in Murska Sobota–Hoduš.

Pilotna projekta naj bi bila zaključena do pomladi leta 2010, medtem ko je rok za izvedbo celotnega projekta leto 2013.

Uvajanje sistema ERTMS poteka tudi na ravni EU, kjer so bile v času od marca 2005 do marca 2006, izdelane študije uvajanja sistema ERTMS na šestih koridorjih. V enega teh koridorjev (koridor D na relaciji Valencia–Ljubljana) je vključena tudi Slovenija. Pomembno pri tem je, da so za izvedbo projektov po teh študijah predvidena tudi evropska sredstva.

Kot smo že omenili, izgradnja novega sistema ERTMS/ETCS lahko poteka v več stopnjah, ki bodo odvisne predvsem od finančnih zmožnosti.

Za stopnjo 2 ERTMS/ETCS sistema na progah slovenskih železnic bi bilo potrebnih 70 milijonov evrov oziroma polovica, če bi se uresničila pričakovanja o sodelovanju EU pri projektu.

Pri modernizaciji signalnovarnostnih naprav tudi obstajata dva modela. Prvi model predvideva nadgradnjo obstoječih signalnovarnostnih naprav in vgradnjo vmesnika za pretvarjanje v ETCS protokole. Drugi model predvideva zamenjavo obstoječih signalnovarnostnih naprav z elektronskimi.

Za prenos informacij s proge na vlak in do centra vodenja prometa bo potrebno postaviti novo digitalno radijsko omrežje GSM-R. Polaganje optičnih kablov, potrebnih za to omrežje že poteka (sicer v drug namen, vendar so na voljo tudi za železniške potrebe), vgraditi bo treba ustrezne sisteme prenosa in povečati strežniške zmogljivosti.

Pri vgradnji ERTMS opreme na vlečna vozila sta tudi možna dva pristopa in sicer opremo lahko vgradimo v obstoječa železniška vlečna vozila ali pa v nova oziroma nabavimo vozila z vgrajeno ustrezno opremo. Glede na to, da najverjetneje ne bomo zamenjali vseh vlečnih vozil, se bo morala ERTMS oprema prav gotovo vgrajevati tudi v obstoječa vlečna vozila.

V celotnem projektu ne smemo pozabiti na pravočasno izobraževanje udeležencev, na pripravo morebitne manjkajoče zakonodaje in internih predpisov. Zelo pomembno je tudi pravočasno izobraževanje bodočih uporabnikov in vzdrževalcev sistema.

5.3 MOŽNOSTI NADALJNJEGA RAZVOJA

Glede na finančne zmožnosti financiranja tega projekta se bomo najverjetneje v začetni fazi morali zadovoljiti z 2.stopnjo ERTMS sistema, ki bi ga potem postopoma nadgrajevali.

Pri 2.stopnji bi ERTMS sistem nadgradili z digitalnim radijskim sistemom GSM-R. S tem bi se bistveno znižali stroški vzdrževanja in povečala prepustnost obstoječih železniških tirov. Stopnja 2 omogoča tudi uvedbo ostalih aplikacij, ki jih posredno uporabljamo pri izvajanju železniškega prometa.

Za uvedbo 3.stopnje ERTMS sistema bi morali vlaku dodati napravo za preverjanje prisotnosti vseh vagonov – integrator. Vožnja vlaka bi se v tem primeru izvajala po sistemu premičnega progovnega bloka, kar lahko tudi do 40 % poveča prepustnost proge.

Pri uvedbi ERTMS stopnje tri bi nam od progovne opreme ostala le eurobaliza za določanje položaja vlaka. Prej bi bilo ERTMS stopnjo 2 smiselno nadgraditi s satelitskim sistemom, ki bi omogočal tudi sledenje posameznih vagonov oziroma pošiljk. Tako bi satelitski sistem prevzel vlogo eurobalize vsaj pri ugotavljanju položaja vlaka in ta ne bi bila več potrebna.

Če se za zaključek vrnemo na vprašanje, postavljeno v uvodu te seminarske naloge "Ali si predstavljate prevoz tovora v cestnem prometu na razdalji nekaj sto kilometrov, kjer bi morali nekajkrat zamenjati tovorno vozilo in voznika?", bi bil naš odgovor v tem trenutku nikalen.

A si žal predstavljamo prevoz tovora v železniškem prometu z zamenjavo lokomotive in strojevodje na Jesenicah in potem spet v Dobovi, ker se s tem srečujemo vsak dan pri opravljanju naše službe.

Ne predstavljamo pa si, kako bi na take pogoje za prečkanje državne meje, ki je v bistvu sploh več ni, pristal slovenski cestni prevoznik. Gotovo pod takimi pogoji ne bi mogel konkurenčno opravljati svojih storitev.

Tako tudi Slovenske železnice pod takšnimi pogoji, kljub nižjim stroškom za vleko porabljene in mimogrede okolju prijaznejše energije, ne morejo tržno in konkurenčno opravljati svojih storitev v primerjavi s cestnim prevoznikom.

Problem avtomatskega progovnega bloka, predstavljenega v tej diplomski nalogi, ni samo problem prevelike razdalje med zaporednimi vlaki in napake v delovanju sedanjega sistema za vodenje in nadzor vlakov.

Seveda to posledično pomeni precejšnje zamude vlakov, vendar je problem tudi v tem, da ni interoperabilen s sistemi sosednjih držav, kar onemogoča prečkanje meja s temi državami brez ustavljanja in zahtevnih ter predvsem zamudnih logističnih operacij.

Za kateri sistem se bomo odločili, pa je, v veliki meri odvisno od sistemov, že vpeljanih v sosednjih državah, saj bi z interoperabilnostjo lažje zagotovili uspešen in konkurenčen razvoj Slovenskih železnic.

Če razmislimo o ugotovitvah iz te diplomske naloge, bi se lahko odločili za neke vrste kombiniran sistem. Na postajnem območju bi za detekcijo položaja vlaka uporabili eurozanko, na odprti progi, sploh na enotirni med Ljubljano in Jesenicami, pa satelitski sistem Galileo, ki omogoča tudi sledenje pošiljkam.

Na žalost ta rešitev problema v tem trenutku ni mogoča, ker satelitski sistem Galileo še ni operativen in lahko upravičeno dvomimo, da lahko naše podjetje čaka na uvedbo novega sistema za vodenje in nadzor vlakov do leta 2013.

Tako se bomo morali, kljub nekaterim očitnim prednostim satelitskega sistema, najverjetneje zadovoljiti z zemeljskim, ki pa ima v primerjavi s sedanjim še vedno ogromno prednosti.

Tudi o stopnji uvedbe ERTMS/ETSC sistema bi lahko razmišljali v smeri večjih investicij (sploh s sodelovanjem EU), saj bi izvedba železniških projektov imela v dobi recesije pozitiven vpliv na gospodarstvo in s tem na trg delovne sile. Že sama gradnja bi ustvarila nova delovna mesta, kasneje pa bi nove proge in nove tehnologije prav tako zagotovile dodatne potrebe po delovnih mestih.

Odločitev pa je, seveda posledično z višino odobrenih finančnih sredstev, v rokah države oziroma politike, ki je v končni fazi z dolgoletnim nevlaganjem v posodobitev železniške infrastrukture tudi povzročila ta problem.

Upam, da smo s to diplomsko nalogo uspeli opozoriti na pereč problem, s katerim se srečujemo delavci Slovenskih železnic in s primerjavo med praktičnima rešitvama tega problema vsaj nekaj prispevali k čimprejšnji in pravilni odločitvi o uvedbi novega sistema za vodenje in nadzor vlakov na progah slovenskih železnic.

LITERATURA IN VIRI

Knjige:

- Bela knjiga EU (2001), Evropska prometna politika za 2010: Čas za odločitev.
Resolucija o prometni politiki Republike Slovenije (2006): Intermodalnost: čas za sinergijo.
Hernavs, B., Godec, A. (2006). *Center za daljinski centralni nadzor in vodenje železniškega prometa*. **Kraj: Založba.**
Hernavs, B., Urbanc, J., Kostiov, L. (2006). *Model prehoda iz sedanjega v novi sistem nadzora in vodenja železniškega prometa na Slovenskem*.
Jakomin, L.: **Naslov članka**. Na križišču V. in X. vseevropskega koridorja: Priložnosti in nevarnosti za Slovenijo. Zbornik referatov in razprav, april 2008.
Žerjav, R.: **Naslov članka**. Zbornik referatov in razprav: Na križišču V. in X. vseevropskega koridorja: Priložnosti in nevarnosti za Slovenijo (april 2008)
Jontes J. (1989). Železniške signalnovarnostne naprave (1989). **Kraj: Založba.**
HERNAVS, B. (2006). *Implementacija novega inteligentnega sistema nadzora in vodenja vlakov na slovenskem železniškem TEN-T omrežju*: magistrsko delo. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo.

Članek v reviji Nova proga (april 2005)

Članek v reviji Nova proga (januar 2007)

Članek v reviji Nova proga (januar 2009)

Članek v reviji Nova Proga (maj 2009)

Marič, Dragan, mag. (2009): Zapiski predavanj iz predmeta: Načrtovanje prevozov.

Poročila, interni dokumenti:

Podjetje Slovenske železnice (2009): Delovno gradivo.

Spletne strani:

Intranet slovenskih železnic 6. junij 2009

Vsebina spletne strani.

<http://www.ertms.com/> 27. marec 2009

Vsebina spletne strani. [http://www.slo-](http://www.slo-zeleznice.si/sl/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/signalna_varnost/)

[zeleznice.si/sl/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/signalna_varnost/](http://www.slo-zeleznice.si/sl/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/signalna_varnost/) 27. marec 2009

Vsebina spletne strani.

http://transportation.siemens.com/ts/en/pub/products/ra/products/etcs/products/gsm_r.htm 27. marec 2009

Vsebina spletne strani. [http://www.slo-](http://www.slo-zeleznice.si/uploads/files/Priloga_3_9_Opremljenost_prog_s_SV_napravami_spremebe1.pdf)

[zeleznice.si/uploads/files/Priloga_3_9_Opremljenost_prog_s_SV_napravami_spremebe1.pdf](http://www.slo-zeleznice.si/uploads/files/Priloga_3_9_Opremljenost_prog_s_SV_napravami_spremebe1.pdf) 28. maj 2009

Vsebina spletne strani. http://sl.wikipedia.org/wiki/Slovenske_%C5%BEeleznice

30. marec 2009

<http://www.drc.si/LinkClick.aspx?fileticket=L6VPKdAbOKw%3D&tabid=83&mid=416>
8. junij 2009

<http://www.drc.si/LinkClick.aspx?fileticket=qgEGugMP54s%3D&tabid=83&mid=416>
8. junij 2009

http://www.ds-rs.si/dokumenti/publikacije/Zbornik_08_1.pdf 8. junij 2009

KAZALO SLIK

Slika 1: Shema železniškega sistema	2
Slika 2: Povezave železniškega sistema z državo	4
Slika 3: V. in X. evropski prometni koridor v Republiki Sloveniji	8
Slika 4: Karta opremljenosti prog SŽ s signalnovarnostnimi napravami	9
Slika 5: Namestitvev števnega kontakta na tračnico	10
Slika 6: Shema delovanja števnega kontakta	11
Slika 7: Vožnja vlaka po prostornih odsekih	12
Slika 8: Primerjava velikosti koles železniških vozil	13
Slika 9: Trenutni signalnovarnostni sistemi v Evropi	17
Slika 10: Eurobaliza S21	18
Slika 11: Eurozanka S21	19
Slika 12: Generator impulzov merilca poti in hitrosti	20
Slika 13: ETCS Antena	20
Slika 14: DMI Vmesnik	21
Slika 15: GSM-R radijski vmesnik za nadzor vlakov	21
Slika 16: Sistem brez izmenjave podatkov z Eurobalizo	23
Slika 17: Sistem z izmenjavo podatkov z Eurobalizo	23
Slika 18: ERTMS sistem Stopnja 2	24
Slika 19: ERTMS sistem Stopnja 3	25
Slika 20: Satelitski sistem Galileo	28
Slika 21: Uporaba satelitskega sistema Galileo za železnice	29

KAZALO TABEL

Tabela 1: Časi postanka vlaka zaradi tehničnih razlogov na postaji Jesenice	15
---	----

POJMOVNIK

eurobaliza: sistem za prenos podatkov iz smeri proga-vlak
trainguard: radio blokovni center za posredovanje podatkov v nadzorni center
interlocking: signalna postavljalnica v železniškem prometu
interoperability: sposobnost varnega in neprekinjenega železniškega prometa

KRATICE IN AKRONIMI

APB:	Avtomatski progovni blok
ASFA:	Španski signalnovarnostni sistem
ASN:	Avtostop naprava
ATB:	Danski signalnovarnostni sistem
AWS:	Angleški signalnovarnostni sistem
BACC:	Italijanski signalnovarnostni sistem
DMI:	Vmesnik za komunikacijo med strojevodjem in strojem
ERSVN:	Elektrorelejne signalnovarnostne naprave
ERTMS:	Evropski sistem za upravljanje železniškega prometa
ESVN:	Elektronske signalnovarnostne naprave
ETCS:	Evropski sistem za nadzor vlakov
EU:	Evropska unija
GSM-R:	Brezžični komunikacijski sistem na osnovi javnega GSM omrežja
INDUSI:	Nemški signalnovarnostni sistem
KHP:	Poljski signalnovarnostni sistem
KVB:	Francoski signalnovarnostni sistem
LEU:	Elektronska enota za sprejem podatkov od na progi nameščenih naprav
MO:	Medpostajna odvisnost
RBC:	Radio blokovni center za komunikacijo z vlakom
SIGNUM:	Švicarski signalnovarnostni sistem
SIL:	Varnostna raven zahtev ali lastnosti za naprave
SV:	Signalna varnost
SŽ:	Slovenske železnice
TEN-T:	Vseevropski prometni koridorji
TK:	Telekomunikacijske naprave
TLB:	Belgijski signalnovarnostni sistem
TVM:	Francoski signalnovarnostni sistem
ZVZP:	Zakon o varnosti v železniškem prometu