



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Železniški promet

UVEDBA NOVIH VARNOSTNIH SISTEMOV NA PROGAH SLOVENSКИH ŽELEZNIC

Mentor: Jovan Kek, univ. dipl. inženir tehnologije
Lektorica: Azemina Cinac, prof. slovenskega jezika

Kandidat: Kristijan Matko

Ljubljana, maj 2012

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Jovanu Keku, univ. dipl. inženirju tehnologije prometa, za pomoč in uporabne nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici, prof. slovenskega jezika Azemini Cinac, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Posebna zahvala gre mojim domačim, ki so me ves čas študija spodbujali, mi dajali podporo in energijo, predvsem takrat, ko mi je le-teh primanjkovalo.

IZJAVA

»Študent Kristijan Matko izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom g. Jovana Keka, univ. dipl. inženirja tehnologije prometa.«

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

Dne: 08.05.2012

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomski nalogi so predstavljene signalnovarnostne naprave od njihovega rojstva pa vse do najsodobnejših signalnovarnostnih naprav, ki se vgrajujejo v sedanjem času na sodobnih železniških progah.

V uvodnem delu so predstavljeni problemi, cilji in predvideni rezultati diplomskega dela ter uporabljene raziskovalne metode.

V drugem poglavju je opisan namen in naloge ter varnost in zanesljivost signalnovarnostnih naprav. V nadaljevanju so opisane vse obstoječe signalnovarnostne naprave na Slovenskih železnicah.

V tretjem poglavju je na splošno predstavljen evropski sistem upravljanja železniškega prometa ERTMS. Opisane so osnovne značilnosti sistema in princip delovanja sistema v različnih nivojih.

V četrtem poglavju so opisani učinki uvedbe novega sistema signalnovarnostnih naprav na progi Sežana – Ljubljana. Predstavljeni so tehnični učinki pri zamenjavi zastarelega sistema radio-dispečerskih naprav in pri tehnični moči proge.

V zaključnem poglavju so navedene zaključne misli in ugotovitve avtorja.

KLJUČNE BESEDE:

- Varnost
- Proga
- ERTMS
- ETCS
- GSM – R

ZUSAMMENFASSUNG

In der Diplomarbeit werden die Signalsicherheitsanlagen beschrieben, von ihren Anfängen bis zu der modernen Zeit, in der sie auf hoch modernisierten Strecken eingebaut werden.

In der Einleitung werden die Probleme, Zielsetzungen und Resultate der Diplomarbeit erörtert sowie die verwendeten Untersuchungsmethoden dargestellt.

Im zweiten Kapitel werden der Zweck und die Aufgaben beschrieben sowie die Sicherheit und Verlässlichkeit der Signalsicherheitsanlagen näher erörtert. Des Weiteren werden auch die in der Eisenbahninfrastruktur der Slowenischen Bahnen eingebauten Signalsicherheitsanlagen dargestellt.

Im dritten Kapitel wird das Europäische System für Management und Steuerung des Eisenbahnverkehrs auf den Strecken der Transeuropäischen Netze vorgestellt.

Im vierten Teil werden die Auswirkungen des eingeführten Signalsicherheitssystems auf der Strecke Sežana – Ljubljana betrachtet, insbesondere die technischen Merkmale infolge des Austausches vom überholten Zugfunksystem und die verbesserten technischen Charakteristiken der neu ausgerüsteten Strecken.

Im letzten Teil erfolgen die Zusammenfassung und die Feststellungen des Autors.

SCHLÜSSELWORTE:

- Sicherheit
- Strecke
- ERTMS
- ETCS
- GSM – R

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2	Cilji naloge	2
1.3	Prestavitev okolja	3
1.4	Metode dela	4
2	OBSTOJEČI VARNOSTNI SISTEMI NA SLOVENSКИH ŽELEZNICAH	5
2.1	Signalnovarnostne naprave – splošni opis	5
2.1.1	Naloge signalnovarnostnih naprav	5
2.1.2	Varnost in zanesljivost varnostnih naprav	7
2.2	Mehanske signalnovarnostne naprave	8
2.3	Elektromehanske signalnovarnostne naprave	11
2.4	Elektrorelejne signalnovarnostne naprave	14
2.4.1	Notranje ERSV naprave	15
2.4.2	Zunanje ERSV naprave	16
2.4.3	Progovne ERSV naprave	20
2.5	Elektronske naprave za krmiljenje ERSV naprav	23
2.6	Elektronske SV naprave	27
3	UVEDBA NOVEGA VARNOSTNEGA SISTEMA – ERTMS NA PROGAH SLOVENSКИH ŽELEZNIC	30
3.1	SPLOŠNI OPIS ERTMS	30
3.2	Osnovne značilnosti ETCS	30
3.2.1	Komponente podsistema na progi	32
3.2.2	Komponente podsistema na vozilu	36
3.3	Nivoji delovanja ETCS	38
3.3.1	Razlaga nivojev ETCS	38
3.3.2	Delovanje v STM ravni (Specifični modul za prenos podatkov)	39
3.3.3	Delovanje ETCS na nivoju »0«	40
3.3.4	Delovanje ETCS na nivoju »1«	41
3.3.5	Delovanje ETCS na nivoju »2«	44
3.3.6	Delovanje ETCS na nivoju »3«	46
4	UČINEK UVEDBE NOVIH VARNOSTNIH NAPRAV	48
4.1	Zamenjava zastarelega analognega komunikacijskega sistema	50
4.2	Tehnična moč proge	50
4.2.1	Povečanje tehnične moči proge	50
4.2.2	Izračun prepustne moči proge Ljubljana – Sežana	51
5	ZAKLJUČKI	53
5.1	Prometna politika RS	53
5.2	Dosedanja posodobitev SV naprav na progi Ljubljana – Sežana d. m.	53
5.3	Posodobitev proge samo na enem segmentu	54
5.4	ERTMS/ETCS	56
	LITERATURA IN VIRI	57
	KAZALO SLIK	58
	KAZALO TABEL	60
	KRATICE IN AKRONIMI	61

1 UVOD

Temeljna naloga železnice je zagotoviti potnikom in tovoru hitro, zanesljivo in varno prometno povezavo med posameznimi kraji. Čeprav si vsak človek želi živeti varno, bi lahko človekovo življenje definirali kot trajno prizadevanje izogniti se nesreči. Človek tudi ve, da se z uporabo tehničnih sredstev nevarnost in tveganje bistveno povečata. Nesporno je, da posameznik bolj zaupa samemu sebi kot pa drugemu. Če pa je človekova varnost neogibno odvisna tudi od drugih, zahtevo po visoki stopnji varnosti toliko bolj stopnjuje, kolikor je njegova osebna varnost, bolj kot od njega samega, odvisna od drugih. Iz tega lahko sklepamo, da so zahteve potnikov po visoki stopnji varnosti in zanesljivosti v javnem prometu nasploh izredno velike.

Začetki urejanja in krmiljenja železniškega prometa temeljijo predvsem na človeku. Ker vsak človek dela napake, ko npr. nekaj spregleda, pozabi ali napačno stori, je tako lahko ogrožena varnost prometa. Zaradi navedenega vedno prisotnega človeškega faktorja je osnovna naloga signalnovarnostnih naprav oziroma varnostnih sistemov zmanjšanje tega faktorja, in s tem možnosti za napako, na najmanjšo možno mero.

Namen signalnovarnostnih naprav je bistveno povečanje ravni varnosti, ki ga je mogoče doseči le z uporabo tehničnih sredstev, ki z večjo stopnjo avtomatizacije človeka razbremenjujejo rutinskih opravil, z ustreznimi tehničnimi rešitvami pa naprave prevzemajo tudi del odgovornosti za zagotavljanje varnosti prometa.

Naprave, ki omogočajo in opravljajo to nalogo, se imenujejo signalnovarnostne naprave oziroma varnostni sistemi. Osnovna naloga signalnovarnostnih naprav je omogočanje opravljanja varnega železniškega prometa, saj te naprave služijo za prenos informacij vlakovnemu osebju. Razen osnovne naloge signalnovarnostne naprave v znatni meri omogočajo povečanje ekonomičnosti železniškega prometa, omogočajo pa tudi hitro, racionalno in predvsem varno izvajanje vožnje vlakov po tirih.

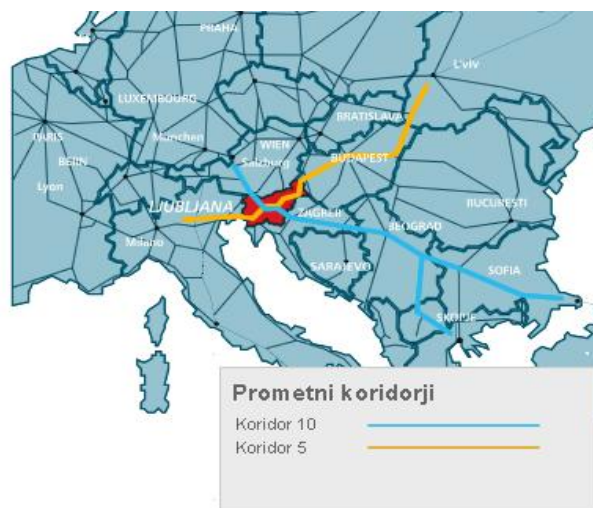
1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Proge Slovenskih železnic so opremljene z zelo različnimi signalnovarnostnimi napravami, od zelo zastarelih mehanskih in elektromehanskih varnostnih naprav, ki so v obratovanju skoraj od samega začetka železniškega prometa, pa vse do sodobnih elektronskih varnostnih naprav na glavnih progah V. evropskega koridorja: Benetke – Trst/Koper – Ljubljana – Maribor – državna meja Slovenija/Madžarska – Budimpešta – državna meja Madžarska/Ukrajina – Uzgorod – Lvov – Kijev in X. evropskega koridorja: Salzburg – Beljak – Jesenice – Ljubljana – Zidani Most – Dobova – Zagreb – Beograd – Niš – Skopje – Solun, z vejo Gradec – Maribor – Zidani Most.

Ob naraščajočem obsegu dela, predvsem na glavnih progah, ter vse večji konkurenčnosti in cenovni ugodnosti cestnega transporta je eden glavnih ciljev Slovenskih železnic posodobitev varnostnih sistemov na glavnih progah. Te posodobitve so istočasno opredeljene tudi z direktivami in s smernicami EU, ki zahtevajo poenotenje varnostnih sistemov do leta 2016.



Slika 1: Opremljenost postaj z različnimi tipi SV naprav
 (Vir: PE Infrastruktura Služba za električno dejavnost, Pokritost prog s SV napravami, Ljubljana 2010)



Slika 2: Prometna koridorja (V in X v evropskem prostoru)
 (Vir: http://www.slo-zeleznice.si/uploads/files/slo_zem_koridor_02.png)

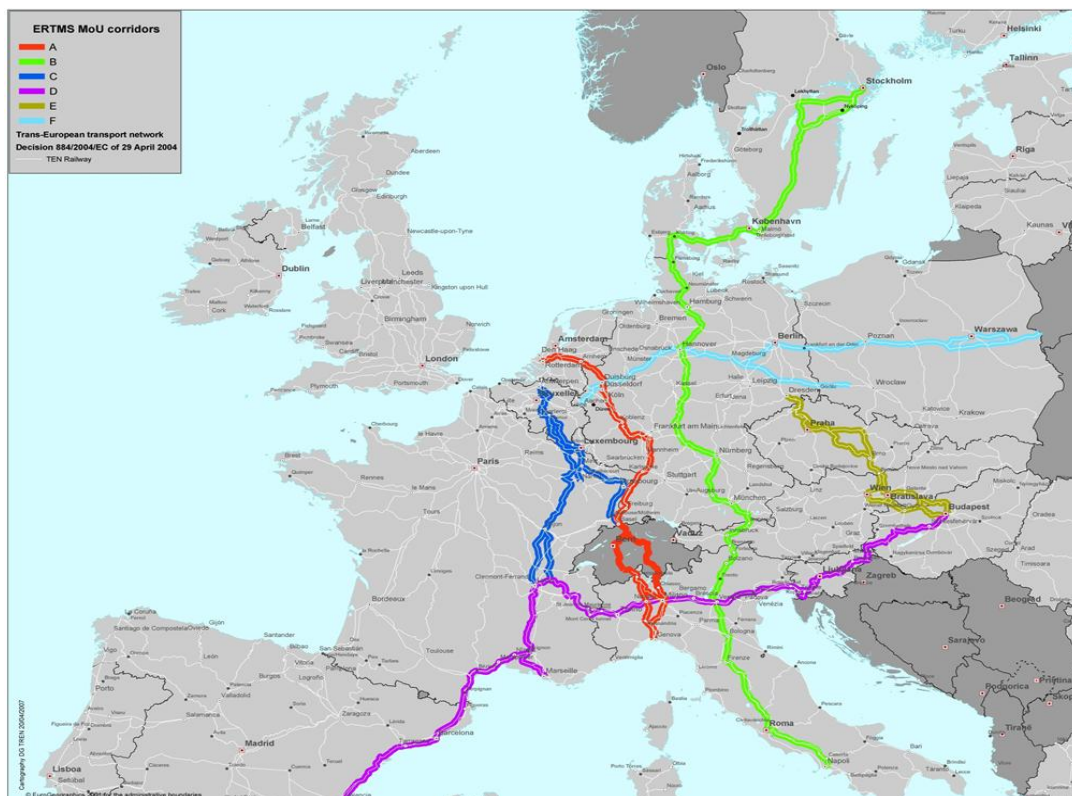
1.2 CILJI NALOGE

Eden od ciljev diplomskega dela je prikazati obstoječe varnostne sisteme na progah Slovenskih železnic s kratko navedbo tehničnih karakteristik in lastnosti posameznega varnostnega sistema.

Naslednji cilj diplomskega dela je predstaviti nov varnostni sistem ETCS (Europe Train Control System – Evropski sistem za nadzor vlakov), ki se bo postopoma vgrajeval na vlečna vozila in na glavne proge Slovenskih železnic, najprej na koridorju »D« na progi Villa Opicina (FS) – Sežana – Ljubljana – Pragersko – Hodoš.

Končni cilj diplomskega dela je razložiti pozitivne učinke, ki jih bo prinesla vgradnja novih sodobnih varnostnih sistemov na progah Slovenskih železnic in pomanjkljivosti pri dosedanjih posodobitvah.

V zaključku bodo na kratko predstavljene primerjave med obstoječimi varnostnimi sistemi ter novimi sodobnimi varnostnimi sistemi, ki se bodo postopoma vgrajevali na progah Slovenskih železnic do leta 2020.



Slika 3: Koridorji ERTMS A – F

(Vir: www.stat.si/doc/sosvet/Sosvet_14/Sos14_s1310-2010.ppt)

1.3 PRESTAVITEV OKOLJA

Slovenske železnice, d.o.o. so bile leta 1991 ustanovljene kot družba z omejeno odgovornostjo z enim družbenikom. Edini ustanovitelj in družbenik Slovenskih železnic, d.o.o. je Republika Slovenija. V takšni obliki so bile organizirane in so delovale do 1. 09. 2011.

Na podlagi 523. člena Zakona o gospodarskih družbah (Ur. list RS, št. 65/2009-UPB3 in 33/2011) in na podlagi 28. in 40. člena Zakona o upravljanju kapitalskih naložb Republike Slovenije (ZUKN Ur. list RS, št. 38/2010 in 18/2011) je Agencija za upravljanje kapitalskih naložb Republike Slovenije dne 29. 07. 2011 sprejela »Akt o ustanovitvi družbe Slovenske železnice, d.o.o.« kot Koncern slovenskih železniških družb.

Na podlagi vpisa v sodni register od 01. 09. 2011 Slovenske železnice, d.o.o. delujejo kot obvladujoča družba in njene odvisne družbe ter poslujejo po pravilih

pogodbenega koncerna. Odvisne družbe SŽ so: SŽ-Infrastruktura, d.o.o., SŽ-Potniški promet, d.o.o. in SŽ-Tovorni promet, d.o.o. Odvisne družbe SŽ predstavljajo samostojne pravne osebe, ki v okviru enotnega koncernskega vodstva SŽ samostojno nastopajo na trgu in sprejemajo poslovne odločitve.

Slovenske železnice, d.o.o. skrbijo za uresničevanje javnega interesa na področju železniškega prometa, izvajajo dejavnosti in upravljanje z javno železniško infrastrukturo, vodenja železniškega prometa, prevažanja potnikov in blaga po javni železniški infrastrukturi, vleko vlakov in tehnično-vagonsko dejavnost.

Slovenske železnice lahko same ali v odvisnih družbah, ki jih Slovenske železnice ustanovijo ali katerih večinski lastnik je, ter v drugih pravnih osebah, v katerih izvaja ustanoviteljske pravice kot obvladujoča družba v poslovnem sistemu slovenskih železniških družb, opravljajo različne dejavnosti. Slovenske železnice so se odločile za d.o.o. zato, da se lažje prilagajajo trgu ter prevozu potnikov in blaga v domačem in tujem prometu.

V koncernu Slovenskih železnicah, d.o.o. je zaposlenih okrog 8.500 ljudi. Slovenske železnice, d.o.o. prepeljejo letno okoli 15 milijonov potnikov in 16 milijonov ton tovora. V tovornem prometu je približno 90 % mednarodnega prometa, v potniškem pa 15 %. Osnovni kapital Slovenskih železnic znaša 95.070.230,35 EUR. Osnovni kapital Slovenskih železnic, d.o.o. predstavlja osnovni vložek Republike Slovenije kot edinega družbenika.

Oblika organizacijske strukture je centralizirana, to pomeni, da omogoča enotno poslovno politiko, enoten nastop na trgu in večjo izrabo delovnih sredstev. Po vrsti organizacijske strukture imamo poslovno funkcijsko organizacijo. To pomeni, da imamo poslovodstvo, Sekretariat, Notranjo revizijo ter področja za: Ekonomiko, Informatiko, Organizacijsko-pravne zadeve in kadre, Upravljanje nepremičnin, Nabavo in investicije, Notranji nadzor, izobraževanje in predpise ter Strateški razvoj in projektno vodenje.

1.4 METODE DELA

Pri izdelavi diplomskega dela so bile v večji meri uporabljene sledeče metode:

- metoda opisovanja,
- metoda primerjanja,
- metoda analize in sinteze,
- ter metoda navajanja že znanih dejstev.

V manjši meri je bila v diplomskem delu uporabljena tudi statistična metoda.

2 OBSTOJEČI VARNOSTNI SISTEMI NA SLOVENSКИH ŽELEZNICAH

2.1 SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE – SPLOŠNI OPIS

Signalnovarnostne naprave so tehnična sredstva, s katerimi zavarujemo najrazličnejša kritična mesta na železniški infrastrukturi, kot so: kretniška področja oziroma postaje, odprta proga med postajami, križanja železniških prog s cestami v istem nivoju, cepišča na odprti progi, ipd. Razen osnovne funkcije, ki je zavarovanje kritičnih mest, signalnovarnostne naprave omogočajo centralno in s tem optimalno vodenje železniškega prometa na večjih področjih.

Signalnovarnostne naprave so, poenostavljeno gledano, svetlobni ali likovni signali ob progi, ki so preko centralne naprave v medsebojni odvisnosti in odvisnosti s kretnicami in drugimi napravami v voznih poteh, po katerih bo vozil vlak. Signali služijo za sporazumevanje med strojevodjo vlaka in prometnim osebjem, ki vodi železniški promet. Z njimi se prikazujejo signalni znaki za dovoljeno ali prepovedano vožnjo vlakov ter znaki za dovoljeno vožnjo z redno ali zmanjšano hitrostjo, odvisno od položaja in geometrije proge, oblike vozne poti (v premo ali v odklon) in prometne situacije.

Signalnovarnostne naprave se delijo po:

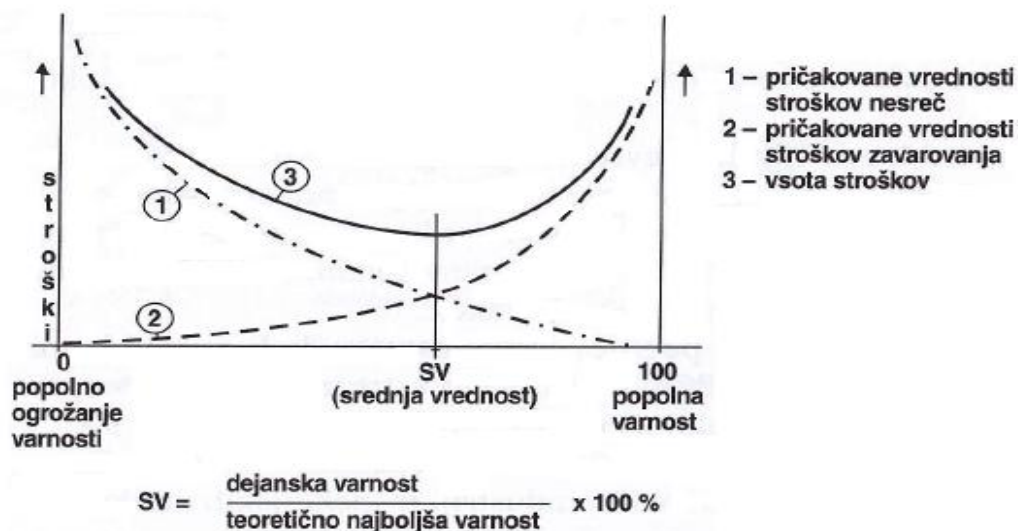
- konstrukciji:
 - o mehanske SV (signalnovarnostne) naprave,
 - o elektromehanske SV naprave,
 - o elektrorelejne SV naprave,
 - o elektronske naprave za krmiljenje elektrorelejnih SV naprav in
 - o elektronske SV naprave;
- kraju in namenu:
 - o postajne SV naprave,
 - o progovne SV naprave,
 - o ASN (avto-stop naprave),
 - o naprave za zavarovanje nivojskih prehodov,
 - o naprave za daljinsko krmiljenje in vodenje prometa ter
 - o naprave ranžirne tehnike.

2.1.1 Naloge signalnovarnostnih naprav

Signalnovarnostne naprave v veliki meri razbremenjujejo prometno osebje rutinskih postopkov. Najpomembnejše je, da je s tehničnimi sredstvi in z logičnimi operacijami bistveno zmanjšan vpliv tako imenovanega »človeškega dejavnika«, ki je sicer najpogostejši vzrok ogrožanja varnosti, kar v skrajnih primerih privede do škodnih in nevarnih dogodkov. Zanesljivost ljudi se odraža glede na starost, izkušnost, sposobnost, nadarjenost, telesno in duševno razpoloženje. Tako se tehnična sredstva od 27. septembra leta 1825, ko je bila predana prva železnica v obratovanje, nenehno izpopolnjujejo. V celoti ne bo mogoče nikoli povsem izključiti človeškega vpliva na tehnične naprave (načrtovanje, konstrukcija, vzdrževanje ...).

Z večjimi zahtevami po varnosti se večajo tudi stroški izdelave varnostnih naprav. Absolutne varnosti v prometu ni mogoče doseči, zato nacionalne ekonomije

postavljajo meje ekonomičnosti in rentabilnosti. Pri tem se začne odpirati vrsta vprašanj, saj so posledice nizke ravni varnosti prometa lahko tudi človeške žrtve, ki jih ne moremo denarno ovrednotiti. Primerjavo stroškov zavarovanja in stroškov izrednih dogodkov lahko ponazorimo z grafom, ki je lahko le hipotetičen.



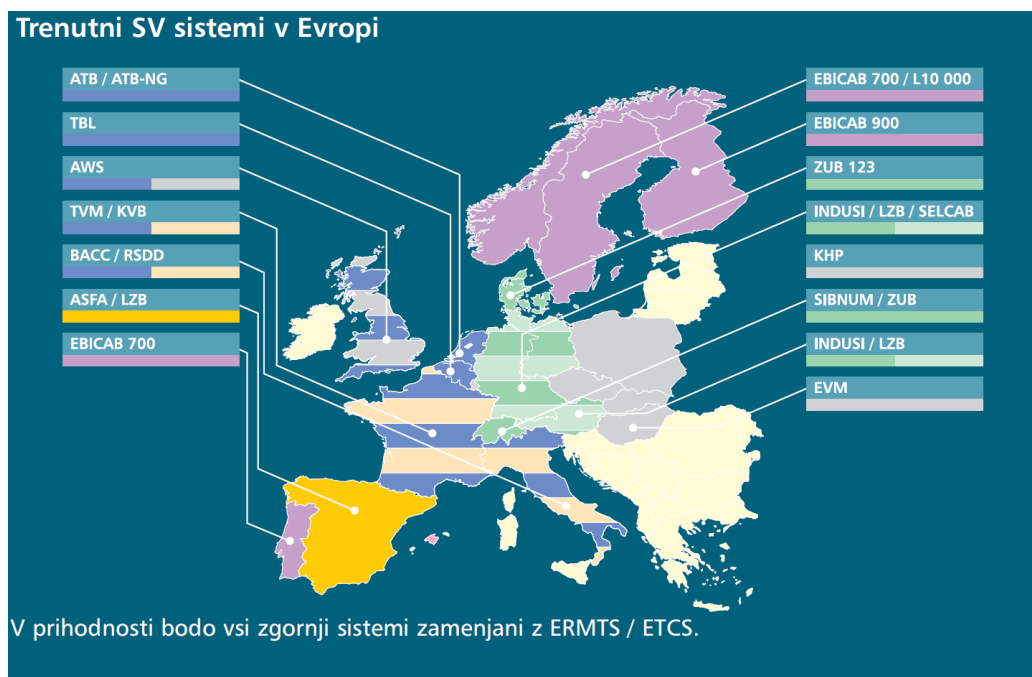
Slika 4: Primerjava stroški – varnost

(Vir: Janez Jontes, *Uporaba železniških signalnovarnostnih naprav*, 1999, stran 9)

Tako se je v preteklosti vsaka država sama opredelila za svojo strategijo oziroma filozofijo varnosti v okviru finančnih možnosti in drugih lokalnih posebnosti. Tiste, ki so se želele vključiti v mednarodne tokove, so morale izpolnjevati osnovne skupne elemente varnosti vseh sodelujočih. V Evropi je v tem trenutku kar dvaindvajset različnih varnostnih sistemov, kar je prikazano na sliki 5 na naslednji strani. Zaradi različnih vrst signalnovarnostnih naprav se lahko pojavijo ovire pri interoperabilnosti v železniškem prometu.

Reševanje te problematike se je začelo s sprejemom EU direktiv za interoperabilnost hitrih in konvencionalnih prog, nadaljnje aktivnosti tečejo na področju tehničnih specifikacij in harmoniziranih standardov. Z uvedbo ERTMS sistema (European Rail Traffic Management System) naj bi zagotovili interoperabilnost, premični progovni blok in enoten varnostni sistem.

V tehničnem smislu ERTMS sestavljata dva sistema, in sicer ETCS in GSM-R (brezžični komunikacijski sistem na osnovi javnega GSM s funkcionalnostmi za železniške potrebe). 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.



Slika 5: Signalnovarnostni sistemi v Evropi

(Vir: http://www.slo-zeleznice.si/uploads/pictures/gallery/file/Nova_Proga_01_2007.pdf)

2.1.2 Varnost in zanesljivost varnostnih naprav

Zanesljivost naprav je lastnost naprav, da v določenem opazovalnem obdobju in določenih obratovalnih razmerah ohranijo svoje osnovne karakteristike (uporabnost, pravilnost, razpoložljivost ...). Ugotovljamo jo z opazovanjem delovanja in izražamo s številom okvar na enoto časa. Zanesljivost delovanja naprav je odvisna predvsem od kakovosti uporabljenih komponent, projektnih rešitev, intenzivnosti uporabe, starosti naprav in od kakovosti vzdrževanja.

Varnost naprav je lastnost naprave, ki preprečuje nevarne prometne situacije in hkrati tudi tehnične okvare in izpade naredi čim bolj neučinkovite. V takem primeru povzroči zaustavitev prometa, na primer s spremembo signalne znaka v lego za prepovedano vožnjo. Element varnosti ima pri signalnovarnostnih napravah absolutno prednost pred zanesljivostjo. Nezanesljivost ima za posledico samo nerednosti v prometu. Posledica neustrezne varnostne ravni pa bi se odražale neposredno z ogrožanjem ljudi in s povzročanjem materialne škode.

Temeljno definicijo varnosti varnostnih naprav razumemo kot princip »varne okvare« in vsebuje naslednje principe:

- pri delovanju naprav je potrebno računati na možnost nastanka okvare, izpada oziroma odpovedi (tehnična napaka);
- vsaka tehnična napaka se mora konstrukcijsko pogojeno odražati samo varno, pri čemer se promet ustavi;
- nobena tehnična napaka ne sme imeti takega učinka, da bi izostala katera od varnostnih funkcij in
- vsaka tehnična napaka se mora v napravi samodejno zaznati.

2.2 MEHANSKE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

Mehanske SV naprave so tirne in signalne naprave, vgrajene v sistem za zavarovanje železniškega prometa. Ravnanje oziroma posluževanje z mehanskimi napravami je samo ročno – mehansko. V sistem mehanskih SV naprav spadajo: mehanski likovni signali, kretnice in kretniške ključavnice, raztirniki, centralno postavljanje in zapahovanje kretnic, mehanske zapornice, žicevodi in mehanska odvisnost med signali in kretnicami.



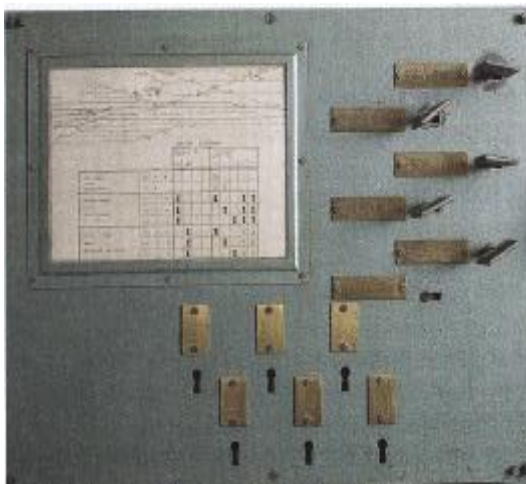
Slika 6: Mehanski signal – posluževanje na samem mestu
(Vir: http://fredriks.de/mb/TMW_Signale_2.jpg)

V začetku obdobja mehanskih naprav govorimo o signalih in kretniških napravah, saj so služile za posluževanje posameznih signalov ali kretniških naprav na samem mestu, šele pozneje pa daljinsko s centralnega mesta. Praksa je pokazala, da je pri posameznih prestavitvah kretnic in signalov prihajalo do napake in posledično do usodnega vpliva na varnost v železniškem prometu. Zato se je pokazala potreba po tehnični odvisnosti signala in kretnice, kar je bistveno zmanjšalo vpliv človeškega faktorja.



Slika 7: Kretniška ključavnica s ključem
(vir: <http://www.servisna-oprema.si/private/zeleznica/kljucavnica.jpg>)

Taka tehnična odvisnost pomeni, da naprava fizično preprečuje postavitev signala v lego za dovoljeno vožnjo, če pred tem niso pravilno postavljene in zavarovane kretnice na vozni poti. Tu je pomembna povratna odvisnost, da po postavitvi signala v lego za dovoljeno vožnjo fizično ni mogoče dodatno prestaviti kretnice na že postavljeni vozni poti, dokler se signal ne postavi v lego za prepovedano vožnjo. Kretnice so v tem primeru pritrjene oziroma blokirane in tu lahko govorimo o mehanskih signalnovarnostnih napravah kot sistemu.



Slika 8: Centralna ključavnica

(Vir: Janez Jontes, *Uporaba železniških signalnovarnostnih naprav*, 1999, stran 19)

Taka oblika odvisnosti se imenuje ključevna odvisnost. Posamezna kretnica je zaklenjena s kretniško ključavnico za zaklepanje v premo (plus lega »+«) ali odklon (minus lega »-«), ključi ključavnic pa so v odvisnosti s ključi signalov v tako imenovani centralni ključavnici, ki je sestavljena iz sistema ključavnic. Kretnice se poslužujejo na mestu samem. Kretniški ključ v centralni ključavnici pomeni, da je kretnica zanesljivo zaklenjena v natančni legi »+« ali »-«.



Slika 9: Likovni signal s sistemom z daljinskim posluževanjem (žicevodom)
(Vir: <http://www.shrani.si/f/1F/oc/10yQTWHk/tomaz-vlaki14podgorska-p.jpg>)

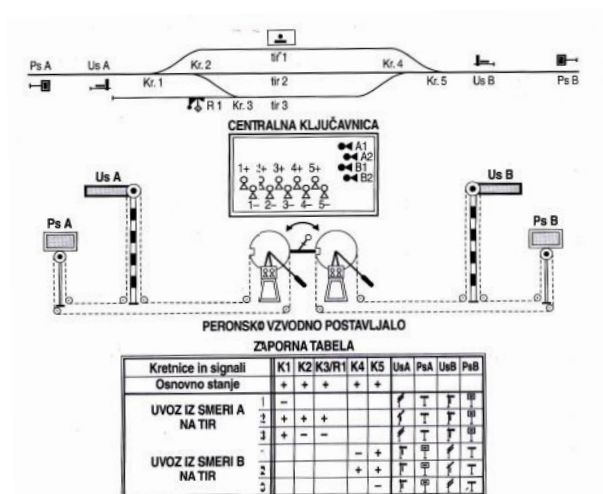
Posamezno postavljanje in zaklepanje kretnic na terenu pomeni precej zamudno opravilo za železniške uprave. Zato so posamezne železnice pričele uvajati prestavljanje kretnic in signalov s centralnega mesta. Za prenosne poti so se uporabljali različni sistemi (z drogovi, pnevmatski ali hidravlični, dvojnimi žicevodi itd...). Na centralnem mestu so se postavili vzvodi z verižnimi kolesi na skupnem stojalu. S takega centralnega mesta je moč prestavljati kretnice do 300 m in signale do 1200 m daleč. Vzvodi na centralnem mestu se imenujejo mehanski bloki.



Slika 10: Signalni vzvodi

(Vir: <http://img57.imageshack.us/img57/1079/picture001br3.jpg>)

Za daljinsko posluževanje signalov služijo tako imenovani signalni vzvodi. Signalni vzvodi so lahko peronski ali pa v kretniških postojankah. Ti vzvodi so opremljeni s ključavnico, ki zaklepa vzvod v položaju, pri katerem je signal v legi stoj, ključ te ključavnice je zadržan v centralni ključavnici vse dotlej, dokler niso vstavljeni in obrnjeni ključi kretniških ključavnic v vozni poti. Kateri ključi so potrebni za vozno pot, je razvidno iz zaporne tabele.



Slika 11: Zaporna tabela

(Vir: Janez Jontes, *Uporaba železniških signalnovarnostnih naprav*, 1999, stran 18)

Mehanski blok ima praviloma sistematično razporejene vzvode. Na eni strani bloka je vzvod predsignala in uvoznega signala, nato sledi vzvod izvoznega signala, za njim so vzvodi kretnic. Zaradi lažjega razpoznavanja so vzvodi označeni z različnimi barvami. Kretniški postavljalni vzvodi so črne barve, za zapahovanje kretnic modre barve, vzvodi predsignalov so rumene barve in vzvodi uvoznih in izvoznih signalov so označeni z rdečo barvo.



Slika 12: Mehanski blok

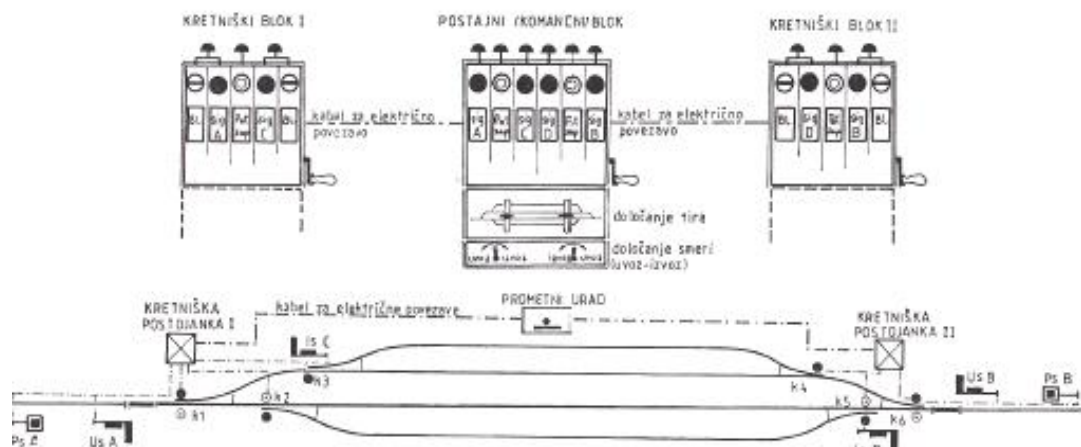
(Vir: <http://shrani.si/files/moskanjci1112pa.jpg>)

Ob naraščanju prometa je bilo potrebno postaje razširiti – povečati število in opraviti podaljšanje postajnih tirov. S tem ko so se podaljšali postajni tiri, je bilo potrebno postaviti dve centralni mesti, t. i. kretniški postojanki, da je bilo moč daljinsko upravljati s postajnimi mehanskimi SV napravami na strani A in B postaje. Ker pa je postaja ena zaključena enota, je bilo potrebno zagotoviti usklajeno in koordinirano delo na obeh kretniških postojankah. Popolno zagotavljanje takih razmer je zagotovil razvoj v elektrotehniki. Mehanskemu bloku je bil dodan kot nadgradnja električni del, za doseg medsebojne odvisnosti med mehanskima blokoma v kretniških postojankah preko urada prometa. Mehanskim napravam, kombiniranim z električnim, imenujemo elektromehanske naprave.

2.3 ELEKTROMECHANSE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

Pri EMSV (elektromehanskih signalnovarnostnih) napravah gre za kombinacijo mehanskih naprav in električnih naprav. Mehanske naprave, ki so nadgrajene z električnimi napravami, imenujemo postajni – komandni ali kretniški elektromehanski blok.

Povezava med kretniškimi bloki, signali, kretniškimi postavljalnimi napravami in zapahi je še vedno s pomočjo dvojnih žicevodov. Bistvena razlika med mehanskimi in elektromehanskimi SV napravami je v tem, da je povezava pri EMSV napravah med kretniškimi bloki v kretniških postojankah in komandnim blokom v prometnem uradu opravljena s pomočjo električnih kablov. V prometnem uradu prometnik preko komandnega bloka usklajuje delovanje vseh kretniških blokov. SV naprava je konstruirana tako, da so kretniški bloki podrejeni postajnemu komandnemu bloku.



Slika 13: Razporeditev EMSV naprav na postaji

(Vir: Janez Jontes, *Železniške signalnovarnostne naprave*, 1989, stran 40)

Kretnik v kretniški postojanki ne more postavljati nobenih drugih vozni poti za vlakovne vožnje, razen tistih, ki mu jih odredi prometnik na komandnem pultu. Ves vlakovski promet se odvija izključno po nalogu prometnika. Posluževanje s SV napravami (kretnice in signali) je v tem primeru še vedno ročno, varnostna tehnološka odvisnost pa se zagotavlja s pomočjo električnega toka. EMSV naprave poleg varnostnih nalog omogočajo tudi obveščanje in sporazumevanje med delovnimi mesti, ki tvorijo prometno-tehnološko celoto.



Slika 14: Kretniški blok z električno nadgradnjo

(Vir: <http://nezazeljeno.com/uploaded/prlekija/zeleznice/image012.jpg>)

Postajno-komandni oziroma kretniški blok se sestoji iz:

- mehanskega dela,
- omare premečnikov in
- električnega dela.

Naloge postajno-komandnega bloka:

- za posamezno smer omogoča nakazovanje in postavitve ene vozne poti;
- onemogoča sočasno nakazovanje uvoznih poti, ki se križajo ali ogrožajo;
- onemogoča postavitve uvoznega in izvoznega signala hkrati na isti tir;
- omogoča nakazovanje in postavitve prevozne vozne poti (uvoz in izvoz vlaka).



Slika 15: Komandni pult v prometnem uradu
(Vir: <http://www.shrani.si/f/2B/Bj/9Er3ym/img4534.jpg>)

Za pridobivanje energetskega vira je namenjen ročni generator. Potrebno električno energijo proizvaja osebje z vrtenjem induktorske ročice. Tu se pretvarja energija človeških rok (mehanska) v električno energijo. Ročni generator generira enosmerno in izmenično napetost od 60 V do 100 V. Tako enosmerni kot izmenični tok se uporablja za bločne naprave oziroma električne ključavnice. Bločni vložki se potem delijo na bločne vložke, ki jih krmilimo s pomočjo izmenično enosmerne ali izmeničnega in enosmerne toka.



Slika 16: Postajni-komandni blok z ročico magnetnega induktorja
(Vir: <http://www.shrani.si/f/1c/Py/38GLoYnP/zeleznica-036.jpg>)

Prednost tega sistema pred mehanskimi SV napravami je v tem, da se lahko tu kontrolira stanje SV mehanskih naprav (kretniški blok in komandni blok) iz večjih razdalj. Vendar na postaji prometa še vedno ne more urejati samo en človek. Pri srednje velikih in velikih postajah sta tako na strani A in B postaje zgrajeni kretniški postojanki s kretnikoma, ki poslužujeta z elektromehansko SV napravo.

Vsaka EMSV naprava ima izdelano svojo zaporno tabelo, kjer je s pomočjo simbolov prikazano zaporedje posameznih postopkov ter položaj kretnic in zapahov za posamezne vozne poti.

Pomanjkljivost te naprave je v tem, da nima sistema za ugotavljanje prostosti oziroma zasedenosti postajnih tirov in kretnic. Tako lahko zaradi človeške napake pri teh napravah pride do izrednega dogodka, človeških žrtev in velike materialne škode. Pri tovrstnih napravah na varnost v železniškem prometu bistveno vpliva človeški faktor, kajti sistem omogoča postavitev vozne poti kljub zasedenosti tira oziroma kretnice na postavljeni vozni poti. Preverjanje prostosti postajnih tirov in zasedenosti kretnic je naloga postajnih delavcev.

Ta pomanjkljivost ugotavljanja prostosti in zasedenosti postajnih tirov in kretnic se je odpravila z uvedbo ERSV (elektrorelejnih signalnovarnostnih) naprav.

2.4 ELEKTRORELEJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

ERSV (elektrorelejne signalnovarnostne) naprave so se na progah Slovenskih železnic začele vgrajevati od leta 1963. Te naprave so postopoma začele nadomeščati EMSV naprave na postajah in odprti progi. Električna v celoti nadomesti mehansko delo. Uporaba električne energije omogoča upravljanje vseh signalov, kretnic, izolirk, raztirniki itd. do razdalje šest kilometrov z enega mesta.

Za napajanje ERSV naprav se uporablja omrežna napetost javnega omrežja, ki se potem krmili na vse oblike napetosti, ki jih varnostna naprava potrebuje. Poleg napajanja iz javnega omrežja ima varnostna naprava še rezervno raven napajanja v primeru izpada napetosti v javnem omrežju. Vsaka ERSV naprava ima akumulatorsko baterijo za zagotavljanje od 3 do 8 ur rezervnega napajanja. Drugi rezervni nivo je dizel – agregat, ki je predviden za uporabo pri daljših izpadih električne napetosti. Prometnik ima na postavljalni mizi sistem javljanja o stanju in delovanju napajalnega dela. Rezervni nivoji napajanja se preklaplajo avtomatsko.

Na slovenskih železnicah so večinoma uporabljene ERSV naprave tipa SI Te I 30 (Sledilna tehnika Iskra 30).

Za ERSV naprave je značilno:

- likovne signale nadomestijo svetlobni signali;
- električno upravljanje mehanskih naprav (kretnice, raztirniki) in njihova kontrola stanja;
- električna kontrola prostosti in zasedenosti tira in kretnic;
- krmiljenje naprav s pomočjo tipk z enega centralnega mesta;
- avtomatski stikalni procesi, ki zagotavljajo visoko stopnjo varnosti in zanesljivosti.

Naziv elektrolejna naprava izhaja iz osnovnega sestavnega elementa – releja. Vsaka zunanja naprava ima v relejnem prostoru svojo pripadajočo relejno skupino. Rele kot osnovni element ERSV naprav je zelo zanesljiv v svojem delovanju in ima lahko samo dva položaja (mirovni ali delovni). V signalni tehniki se uporabljajo profesionalni releji, ki se potem povezujejo v relejno skupino. V relejnem delu se vzpostavljajo in preverjajo vse medsebojne odvisnosti, onemogočajo nepravilna posluževanja, avtomatsko postavljajo vozne poti in krmilijo ter kontrolirajo vse zunanje naprave.



Slika 17: Stojala z relejnimi skupinami v relejnem prostoru ERSV naprav
(Vir: <http://shrani.si/f/1r/Zi/3uJM2Vdj/dsc09254.jpg>)

ERSV naprave delimo na postajne in progovne signalno-varnostne naprave. Postajne ERSV se delijo naprej na notranje in zunanje ERSV naprave.

2.4.1 Notranje ERSV naprave

Notranje naprave SV naprav so razporejene v prostorih postajnih zgradb. Notranje SV naprave se delijo na:

- relejni del,
- napajalni del in
- postavljalno mizo s tirno sliko.

V relejnem delu potekajo stikalni procesi, ki jih sproži prometnik s posluževanjem tipk na postavljalni mizi. Na tem delu so programirani vsi varnostni ukrepi za zagotavljanje varnosti za urejen železniški promet. Napajalni del zagotavlja nepretrgano napajanje SV naprav z električno energijo.

Postavljalna miza je zamenjala komandni blok v prometnem uradu. S pomočjo postavljalne mize prometnik ureja promet na postaji. Z relejnim delom je povezana s pomočjo kablov. Postavljalna miza je sestavljena iz tipskih mozaikov, ki ponazarjajo stanje zunanjih SV naprav. Mozaiki so sestavljeni tako, da ponazarjajo geografsko stanje tirne situacije. Mozaiki se lahko poljubno sestavijo glede spremembe na terenu.



Slika 18: Postavljalna miza
(Vir: <http://img516.imageshack.us/img516/3750/picture006fs3.jpg>)

2.4.2 Zunanje ERSV naprave

Svetlobni signali

Na železnicah so se pri mehanskih in EMSV napravah prvotno uporabljali likovni signali. Likovni signali so se upravljali daljinsko iz postavljalnic s pomočjo žicevodov. Tak sistem upravljanja pa ima kar nekaj slabih lastnosti, kot so:

- slaba vidljivost,
- omejitve pri dometu upravljanja,
- večja možnost okvar,
- omejitev pri prikazovanju števila signalnih znakov in
- za upravljanje je morala biti na razpolago človeška sila.

V sklopu ERSV naprav se vgrajujejo svetlobni signali, s katerimi so bile odpravljene vse negativne lastnosti likovnih signalov.



Slika 19: Glavni signal in signal za zavarovanje tirne poti
(Vir: http://i963.photobucket.com/albums/ae117/leechen7/Koperbahn/2010_09_0808_43_175143copy.jpg)

Signale lahko delimo na:

- glavne signale, predsignale, ponavljalnike glavnih signalov in mejne tirne signale;
- signale za zavarovanje tirne poti;
- dopolnilne signale glavnih signalov;
- signale na kretnicah in
- signale za zavarovanje nivojskih prehodov.

Izolirka

Glavna značilnost ERSV naprav je kontrola prostosti in zasedenosti tirov in kretnic. To nalogo opravljajo izolirke, ki javljajo zasedenost ali prostost na postavljalni mizi. Izolirka je tir, del tira, kretnica ali skupina kretnic, ki je opremljena z napravo za detekcijo zasedenosti. Pri delovanju izolirke je pomembno to, da se v primeru okvare vedno prikaže stanje večje varnosti in to je zasedenost tira oziroma kretnice. Sistem deluje tako, da je na tiru enotirnica izolirana z izolirnim stikom, druga pa ne. Tirnice se napajajo na eni strani preko tirne priključne omarice s transformirano napetostjo od 2 do 12 V. Priključna omarica dobi napajanje 230 V iz relejnega prostora po električnem kablu. Na drugi strani sta tirnici priključeni na odzemni transformator, ki potem to napetost transformira na okoli 60 V in jo pošilja nazaj v relejni prostor. V relejnem prostoru se potem tako stanje odraža kot prostost tira in se potem signalizira na postavljalni mizi v prometnem uradu. Ko na tir navozi železniško vozilo, napravi kratek stik med izolirano in neizolirano tirnico. Tako na tiru ni napetosti in odzemni transformator ne oddaja več napetosti proti relejnemu prostoru. V relejnem prostoru se takšno stanje zazna kot zaseden odsek.

Kretniški pogon

Kretniški pogon omogoča daljinsko prestavljanje in kontrolo stanja kretnic oziroma raztirnika. Kretniški pogon je lahko v električni ali hidravlični izvedbi. Kretniški pogon je prirejen tudi za ročno prestavitev kretnice v primeru okvare ali pri opravljanju vzdrževalnih del. Hidravlični kretniški pogon ima boljše karakteristiko delovanja kot električni. S pomočjo kretniškega pogona se prestavljajo kretnice na razdalji do nekaj kilometrov. Pri prestavitvi kretnice iz ene skrajne lege v drugo kretniške pogone razvrščamo v počasi tekoče (4,5 s), normalno tekoče (2,5 s) ali hitro tekoče (do 1 s). Naloga kretniškega pogona je:

- hitra, zanesljiva in enakomerna prestavitev kretnice iz ene skrajne lege v drugo;
- da drži kretnico v končni legi.

Električna ključavnica

Na manj pomembnih mestih postaje, ki je opremljena z ERSV napravo, so manj pomembne kretnice in raztirniki, kjer ni smotno opremljati naprav s kretniški pogoni in se zato opremljajo z električno ključavnico. Tako se kljub ročni prestavitvi kretnice javlja varnostni napravi pravilni in natančni položaj kretnice. Kretnica je zaklenjena v redni legi s kretniško ključavnico, ključ je blokiran v električni kretnici. Ključ sprosti prometnik na postaji s pritiskom tipke na postavljalni mizi. Električno ključavnico sestavljajo:

- mehanski del (ključavnica),
- kontakti za kontrolo ključa,
- elektromagnet za zaporo ključa in
- brenčač.



Slika 20: Kretniški pogon

(Vir: <http://www.shrani.si/f/T/rm/1znVWGLy/201004172222-copy.jpg>)

Tirni magnet avtostop naprave

Naprave za avtomatsko zaustavljanje vlakov (ASN) so vgrajene tako na postajnem kot na progovnem delu železniške proge. Naloga ASN naprave je preprečiti nezgode, nesreče ali nevarnosti, ki bi utegnile nastati, kadar strojevodja pred glavnim signalom ne ukrene vse potrebno, da bi zmanjšal hitrost oziroma da bi vlak ustavil ali za ščitenje drugih nevarnih mest, kjer mora biti hitrost zanesljivo znižana. Deluje po sistemu induktivnega prenosa informacij s proge na vlečno vozilo, in sicer po principu točkovne kontrole hitrosti (I 60) oziroma kontinuirane kontrole hitrosti (I 60 R ali LZB 80E/PZB 90). To je točkovni prenos podatkov vlakovne varnostne naprave. Na SŽ se trenutno uporablja samo točkovni prenos podatkov med infrastrukturo in vlečnim vozilom.



Slika 21: Opremljenost prog z ASN

(Vir: PE Infrastruktura Služba za električno dejavnost, Ljubljana 2010)

Tirni magnet progovne avtostop naprave sestavljajo tirni magneti z dvema resonančnima frekvenca 1000/2000 Hz in tirni magnet z eno resonančno frekvenco 500 Hz. Njihova naloga je prenos informacij s proge na vlečno vozilo.

Tirni magneti z dvema resonančnima frekvencama 1000/2000 Hz se vgrajujejo pri glavnih signalih, v posebnih primerih je dovoljena toleranca pri vgradnji 6 m pred ali za mestom postavitve glavnega signala oziroma predsignala. Tirni magnet z resonančno frekvenco 500 Hz pa je vgrajen 150 do 250 m pred uvoznimi, kritnimi ter pred izvoznimi signali oziroma nekaterimi nivojskimi prehodi.



Slika 22: Tirni magnet ASN
(Vir: <http://shrani.si/f/2s/6o/4ypSyA1j/mhgafhgas.jpg>)

Elektronski kontakt števca osi

Elektronski kontakt števca osi (EKŠO) je naprava, ki kontrolira zasedenost oziroma prostost dela proge. Pritrjen je na tirnico. Redkeje se uporablja tudi na kretniškem območju, kjer ni mogoča izvedba kontrole z izolirko. Na Slovenskih železnicah so te naprave vgrajene pri sistemih APB (avtomatskega progovnega bloka) in MO (medpostajne odvisnosti).

EKŠO sestavlja sprejemni in oddajni del, ki delujeta po principu elektromagneta in je preko ožičenja povezan z elektronsko skupino števca. Ko se med oddajno in sprejemno tuljavo pojavi kolo železniškega vozila, se vpliv oddajne antene na sprejemno zmanjša. V sprejemni tuljavi se ne inducira napetost. Tako spremembo zazna elektronska skupina števca kot en impulz, ki ga nato enota registrira. Prostorni odsek, katerega prostost se kontrolira z EKŠO, je opremljen z dvema kontaktoma na vsakem koncu odseka. Števca osi sta zamaknjena 150 mm zaradi zaznavanja smeri vožnje.



Slika 23: Elektronski kontakt števca osi EKŠO
(Vir: <http://www.shrani.si/f/1S/sB/11hyI9N/p8200891.jpg>)

Magnetni tirni kontakt

Magnetni tirni kontakt (MTK) je naprava, ki vključi oziroma izključi napravo za zavarovanje nivojskega prehoda, ko ga vlak prevozi. Pritrjen je na nogo tirnice. Oblikovan je tako, da venec kolesa globoko sega v magnetno polje njegovega kontakta. Sistem naprave za zavarovanje cestnega prometa je na vklopnih in izklopnih mestih opremljen s po dvema tirnima kontaktoma. Ko kolo železniškega vozila prevozi njegovo magnetno mesto, prevzame glavni del magnetizma, zato se zmanjša vpliv na kotvo. S tem se kotva premakne in sproži vklopne in izklopne funkcije v napravi za zavarovanje cestnega prometa. MTK sledi hitrim spremembam hitrosti vlakov do 160 km/h.



Slika 24: Magnetni tirni kontakt (MTK)

(Vir: http://www.azp.si/www/dokumenti/konferenca2011/Prezentacije/Iskra_-_Sreko_Modic.pdf)

2.4.3 Progovne ERSV naprave

Avtomatski progovni blok (APB)

Avtomatski progovni blok je progovna ERSV naprava, vgrajena na odprti progi med dvema postajama. Omogoča avtomatsko zavarovanje vožnje zaporednih vlakov. Proga med dvema postajama je razdeljena na več prostornih odsekov v razdalji približno od 1000 do 3000 m, kar znatno povečuje prepustno moč proge pri zagotavljanju visoke stopnje varnosti.

Vsak prostorni odsek je varovan s svetlobnim signalom, katerega signalni znak je pogojen s prostostjo oziroma z zasedenostjo prostornega odseka, ki ga varuje. Prostost odseka oziroma zasedenost se kontrolira s pomočjo naprave za ugotavljanje prostosti oziroma zasedenosti po principu štetja osi.

Tehnična izvedba APB je podobna postajni izvedbi SV naprav. Notranje ERSV naprave so nameščene v betonskih hišicah ob progi v bližini signalov. Zunanje ERSV naprave so prostorni svetlobni signali in elektronski tirni kontakti števec osi. Sklop zunanjih in notranjih ERSV naprav se imenuje blokovno mesto. Blokovna mesta se energetsko oskrbujejo preko energetskega kabla, ki je napajen iz sosednjih postaj. Vsako blokovno mesto ima akumulatorsko baterijo kot rezervno raven napajanja v primeru izpada energetskega vira napajanja.

Posamezna blokovna mesta so medsebojno povezana zaradi doseganja medsebojne odvisnosti in povezave v zaključen sistem. Zaključen sistem se potem na obeh straneh zaključuje v sosednjih postajnih SV napravah.



Slika 25: Betonska hišica APB
(Vir: <http://img210.imageshack.us/img210/8127/p6083460.jpg>)

Medpostajna odvisnost (MO)

Pri medpostajni odvisnosti gre za podaljšanje postajnih SV naprav na odprto progo. Gre za električno odvisnost med dvema sosednjima postajama. Varnostni element pa je zasedba oziroma prostost medpostajnega odseka.

Tehnična izvedba kontrole prostosti medpostajnega odseka je enaka kot pri sistemu APB in deluje po principu štetja osi. Elektronski tirni kontakti števca osi so vgrajeni znotraj uvoznih signalov postaj. SV naprava ne dovoljuje postavitve izvoznega signala v lego za dovoljeno vožnjo, če je medpostajni odsek zaseden.



Slika 26: Opremljenost prog z APB, MO in z daljinskim vodenjem prometa
(Vir: PE Infrastruktura Služba za električno dejavnost, Pokritost prog s SV napravami, Ljubljana 2010)

Naprave za zavarovanje nivojskih prehodov

Istonivojska križanja ceste in železnice so ena šibkih točk na železnici. Prve naprave so bile mehanske, ki jih je posluževal človek mehansko, kar je pomenilo vrsto pomanjkljivosti. Čuvaji predstavljajo velik strošek za sistem, predvsem je tu velik vpliv človeškega dejavnika na varnost in urejenost v železniškem prometu. Prve avtomatske naprave na SŽ so bile vgrajene leta 1968 na Logu med postajama Litija – Kresnice.

Naprave za zavarovanje nivojskih prehodov (NPr) omogočajo večje progovne hitrosti, povečujejo varnost in prepustnost železniškega in cestnega prometa. Napravo vlak samodejno vklopi in izklopi po prevozu vklopnega oziroma izklopnega mesta. Naprave za zavarovanje NPr se uvrščajo tako med postajne kot progovne SV naprave, saj je mesto vgradnje NPr lahko tako na postajnem kot progovnem delu.

Naprave za zavarovanje NPr se delijo v tri skupine:

- NPr – KS (sistem s kontrolnimi signali),
- NPr – PO (sistem za postajno območje) in
- NPr – DK (sistem z daljinsko kontrolo).



Slika 27: Kontrolni signal

(Vir: <http://www.shrani.si/f/0/od/13xmD6gq/img0037-medium.jpg>)

Skupno število nivojskih prehodov	944	
Zavarovani NPr	(334)	(35,38%)
Avtomatsko zavarovani NPr	284	30,08%
Mehansko zavarovani NPr	38	4,03%
Zaporna bruna	12	1,27%
NPr, označeni s cestno-prometnimi znaki	610	64,62%

Tabela 1: Skupno število nivojskih prehodov in način zavarovanja
(Vir: PE Infrastruktura Služba za električno dejavnost, Pokritost prog s SV napravami, Ljubljana 2010)

Glede na način delovanja naprav za zavarovanje NPr delimo na:

- avtomatsko delovanje,
- polavtomatsko in
- ročno delovanje.

Sistem NPr – KS se uporablja na enotirnih odprtih progah. Sistem je zavarovan s pomočjo kontrolnega signala, ki je postavljen na zavorni razdalji pred potnim prehodom. Nepravilnost delovanja naprave na sistemu se signalizira s pomočjo kontrolnega signala. V takem primeru mora strojevodja ustaviti vlak pred potnim prehodom.

Sistem NPr – PO se uporablja na postajnem območju. Naprava je v smislu varnosti odvisna s signali. Delovanje naprav je običajno avtomatsko. Vključi se s postavitvijo vozne poti. Izklopi se, ko zadnje kolo prepelje izklopno mesto na samem nivojskem prehodu in je razrešen prevožen del vozne poti, ki poteka preko križanja ceste in proge.

Sistem NPr – DK so prirejene naprave, ki delujejo brez varnostne odvisnosti s signali, izjema so le NPr v bližini postaje. Kontrole varnega delovanja ni mogoče opraviti z razpoložljivimi prostornimi signali. V ta namen je varnost zagotovljena s podvojenostjo naprav in z javljanjem delovanja stanja naprave na postavljalni mizi pri najbližje zasedenem prometnem mestu. Zaradi tega se je sistem tudi poimenoval daljinska kontrola.

2.5 ELEKTRONSKE NAPRAVE ZA KRMILJENJE ERSV NAPRAV

Nadaljnji razvoj SV naprav je v 80-ih letih na SŽ privedel do elektronskih naprav, s katerimi je mogoče krmiliti ERSV naprave. 27. novembra 1978 je na enotirni progi Ljubljana – Jesenice začela obratovati prva tovrstna naprava.

Center telekomande je v Ljubljani. Vgradnja te naprave je bistveno povečala prepustno moč proge in optimizacijo prometa. Te naprave pomenijo nadgradnjo in poenostavljeno uporabo SV naprav. S sodobnimi napravami se koncentrirajo elementi krmiljenja posamezne velike postaje, vozlišča ali omogočajo krmiljenje več manjših postaj na odseku proge. Povezava centra z daljinsko vodenimi postajami je izvedena s pomočjo progovnih kablov.

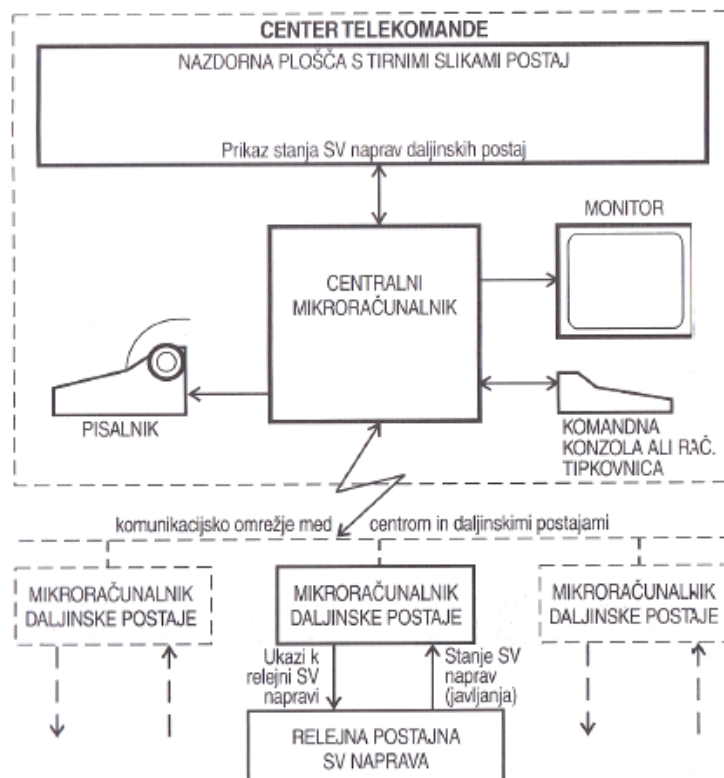
Elektronske naprave za krmiljenje ERSV naprav se po načinu uporabe delijo na:

- vozliščno telekomando, kot elektronska naprava za lokalno krmiljenje SV naprav in
- linijsko telekomando, kot elektronska naprava za daljinsko krmiljenje relejnih SV naprav.

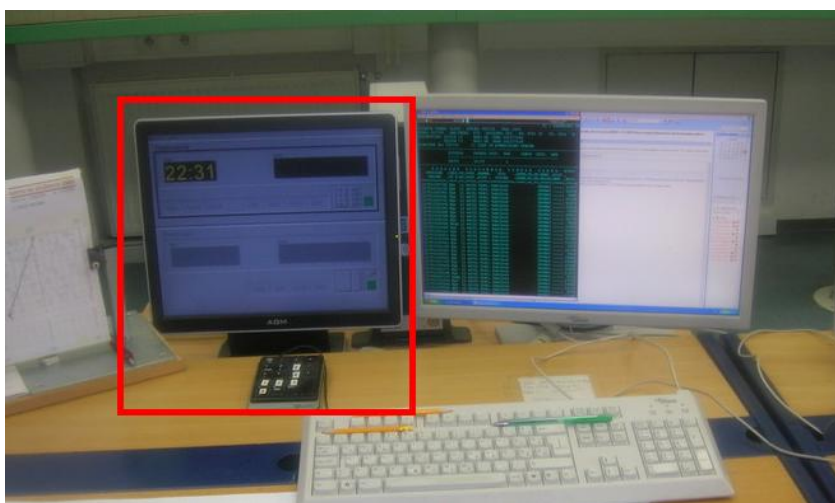
Elektronske naprave iste vrste se lahko uporabijo za lokalno kot za daljinsko krmiljenje. Sprememba je samo v konfiguraciji sistema in programski opremi, ki je prirejena načinu uporabe.

V centru telekomande z vsemi napravami ravna progovni prometnik. Progovni prometnik preko operaterske - komandne konzole ali računalniške tipkovnice oddaja ukaze za postavljanje vozniških poti, postavljanje kretnic, spremembo smeri privolitve,

preklop svetlobnih signalov, vklop gretja kretnic, razreševanje voznih poti, vračanje posameznih signalov v lego za prepovedano vožnjo in vključitev ali izključitev osnovne lege APB in MO. Oddajanja ukazov se izvajajo preko operatorske - komandne konzole s poenostavljeno konzolo za lažje ravnanje.



Slika 28: Arhitektura elektronskih naprav za daljinsko krmiljenje ERSV naprav
(Vir: Janez Jontes, Uporaba železniških signalnovarnostnih naprav, 1999, stran 131)



Slika 29: Operatorska konzola in tipkovnica na standardnem osebni računalniku z grafičnim vmesnikom
(Vir: <http://img2.imageshack.us/img2/7046/010wa.jpg>)

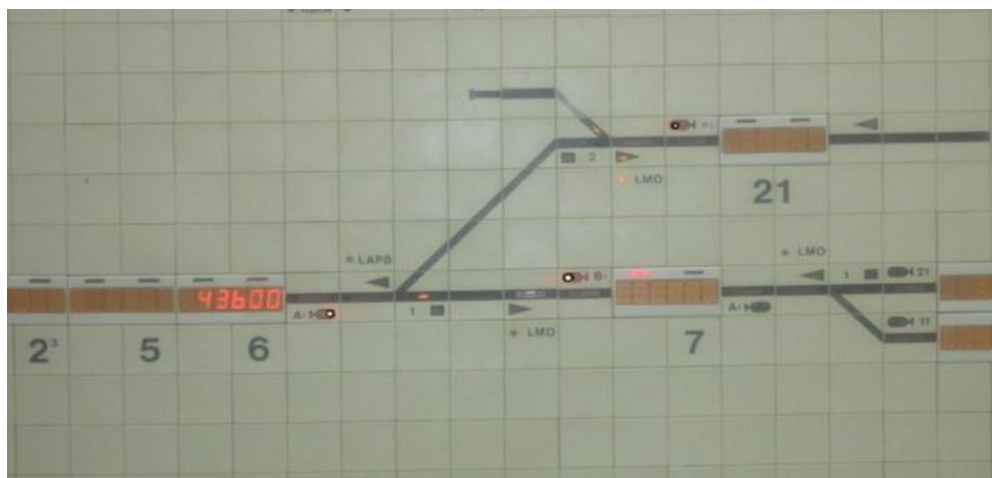
Vsako posluževanje SV naprave se zapiše na tiskalniku (protokoliranje dogodkov). Pri daljinskem krmiljenju ERSV naprav lahko progovni prometnik z ukazom posamezno postajo preklopi iz daljinskega krmiljenja v lokalni režim delovanja. Pri tem mora biti postaja zasedena s prometnikom, ki neposredno ureja promet na kraju samem. Prikaz stanja SV naprav vseh daljinsko krmiljenih postaj je realiziran na nadzorni plošči z mozaičnimi ploščicami. Tirna slika je postavljena enako kot tirna slika postavljalnih miz postajnih SV naprav.



Slika 30: Nadzorna panoramska plošča s svetlobnimi javljalniki v centru telekomande

(Vir: <http://img24.imageshack.us/img24/7110/004qui.jpg>)

Napravi za daljinsko krmiljenje je dodana naprava za sledenje številke vlaka. Po vnosu številke vlaka na začetni postaji ta številka sledi vlaku na celotni vozni poti. V mozaikih nadzornih plošč, ki simbolizirajo prostorne odseke in postajne tise, so vgrajeni številčni prikazovalniki. Tako naprava omogoča progovnemu prometniku, da poleg gibanja vlaka vidi tudi, kateri vlak se nahaja na določenem odseku.



Slika 31: Številčni prikazovalnik, vgrajen v mozaiku nadzorne plošče (vlak št. 43600)
(Vir: <http://img24.imageshack.us/img24/9997/001nap.jpg>)

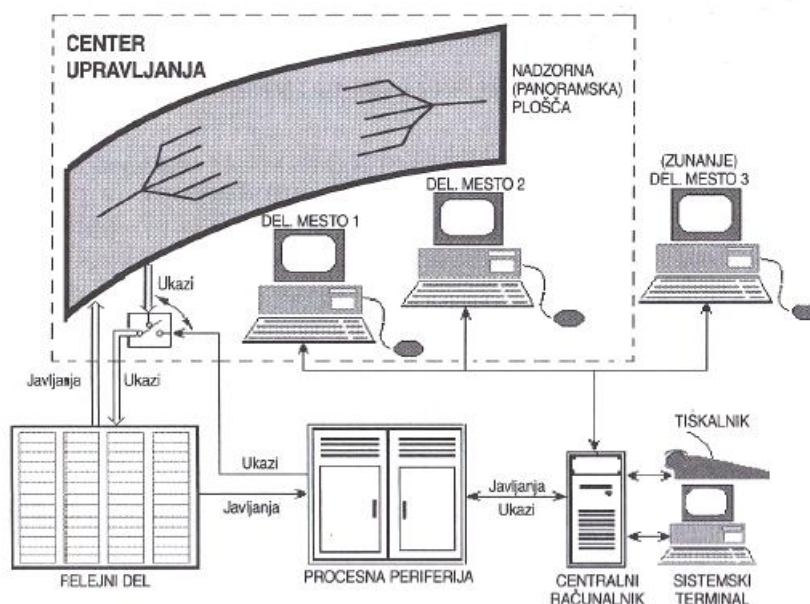
Elektronske naprave za lokalno krmiljenje ERSV naprav

Elektronske naprave za lokalno krmiljenje ERSV naprav se vgrajujejo na velike postaje, kjer je obseg tirnih naprav tako velik, da klasično postavljalno mizo en sam človek ne more fizično posluževati zaradi velikosti. Te elektronske naprave omogočajo koncentriranje posluževanja SV naprav na delovnem mestu prometnika.



Slika 32: Centralna postavljalnica z nadzorno ploščo in številčnimi postavljalnimi pultoma
(Vir: Kristijan Matko, 2012)

V centralni postavljalnici je nadzorna plošča s tirno sliko postaje z mozaiki s tipkami in z javljalniki. Tipke so vgrajene kot rezervna raven posluževanja v primeru odpovedi elektronskih naprav in so v rednem obratovanju izključene.



Slika 33: Arhitektura elektronske naprave za lokalno krmiljenje ERSV naprav z VPS
(Vir: Janez Jontes, Uporaba železniških signalnovarnostnih naprav, 1999, stran 140)

Ukazi prometnika se preko številčnega postavljalnega pulta ŠPP (sistem na postaji Jesenice) ali video postavljalnega pulta VPS (sistem na postaji Celje) realizirajo na relejnem delu ERSV naprav. Elektronske naprave omogočajo v okvirju svoje inteligence:

- racionalizacijo ukazov,
- predprogramiranje ukazov za postavljanje vlakovnih in premikalnih vozniških poti,
- uporabo integriranih podatkov voznega reda,
- protokoliranje vseh ukazov in dogodkov ter
- avtomatsko vodenje prometnega dnevnika.

2.6 ELEKTRONSKE SV NAPRAVE

Elektronske SV naprave so sodoben sistem vodenja vlakov, namenjen operativnemu vodenju in avtomatizaciji železniškega prometa. Vse naloge je mogoče opraviti s pomočjo računalniške miške preko okenskega uporabniškega vmesnika na računalniku.

V zgodnjih osemdesetih letih so evropske železniške uprave sklenile sporazum z namenom znatnega povečanja kapacitete železniškega transporta v naslednjih nekaj letih. Pri doseganju tega strateškega cilja so si zadale naslednje cilje:

- krajši čas potovanja,
- krajši intervali med vlakovnimi vožnjami,
- večja razpoložljivost železniškega sistema,
- ohranitev visoke stopnje varnosti,
- racionalizacija postopkov s pomočjo avtomatizacije,
- preprostejše modificiranje nameščenih sistemov.

Z razvojem popolnoma novih elektronskih postavljalnic so bili vzeti naslednji kriteriji:

- procesno orientirani sistemski odzivni časi;
- varnost sistema med delovanjem;
- od tehnologije neodvisna sistemska arhitektura;
- jasno definirani in transparentni vmesniki za prenos podatkov in komunikacijo z drugimi sistemi, tudi tistimi drugih proizvajalcev;
- modularna zasnova;
- visoka stopnja razpoložljivosti in zanesljivosti z uporabo preverjenih in preizkušenih hardverskih komponent;
- minimizacija zahtev v zvezi z vzdrževanjem;
- poenostavitev dokazovanja funkcionalno pravilnega delovanja in varnosti ob istočasnem ohranjanju visoke stopnje varnosti sistema;
- preprosto konfiguriranje in modificiranje sistema;
- zmanjšanje infrastrukturnih stroškov;
- nižji investicijski stroški investitorja oziroma upravitelja v času celotne življenjske dobe sistema.

V ta namen so bile na SŽ vgrajene sodobne elektronske varnostne naprave na progah:

- Ljubljana – Sežana; SV naprave ILTIS (Simis – W),
- Divača – Koper; SV naprave THALES (Alcatel), I

- Pragersko – Ormož, Ormož – Središče in Ormož – Hodoš; SV naprave ILTIS (Simis – W) in
- Postaja Kamnik; SV naprava TRIS (Iskra).

Lastnosti elektronskih SV naprav:

- enostavna in fleksibilna nadgradnja z elementi infrastrukture in s pomočjo nadgradnje programske opreme;
- enostavno in hitro testiranje sistema;
- poenostavljeno in hitrejše odkrivanje napak;
- poenostavljena statistična obdelava vseh elementov, ki sodelujejo v procesu;
- omogoča izvedbo APB;
- prenašanje informacije med sistemi in CVP, s tem omogočajo avtomatsko vodenje vlakov in
- povezovanje SV sistemov z Radio centrom za izmenjavo podatkov skladno s specifikacijami posamezni ravni ETCS (Europe Train Control System – Evropski sistem za nadzor vlakov).

Sistem elektronskih naprav je prirejen tako, da se lahko z njim upravlja lokalno na postaji ali v centru za vodenje (CVP) vse postaje na odseku proge. Za optimalno obvladovanje vodenja prometa na progah se uvaja CVP z elektronskimi postavljalnicami.



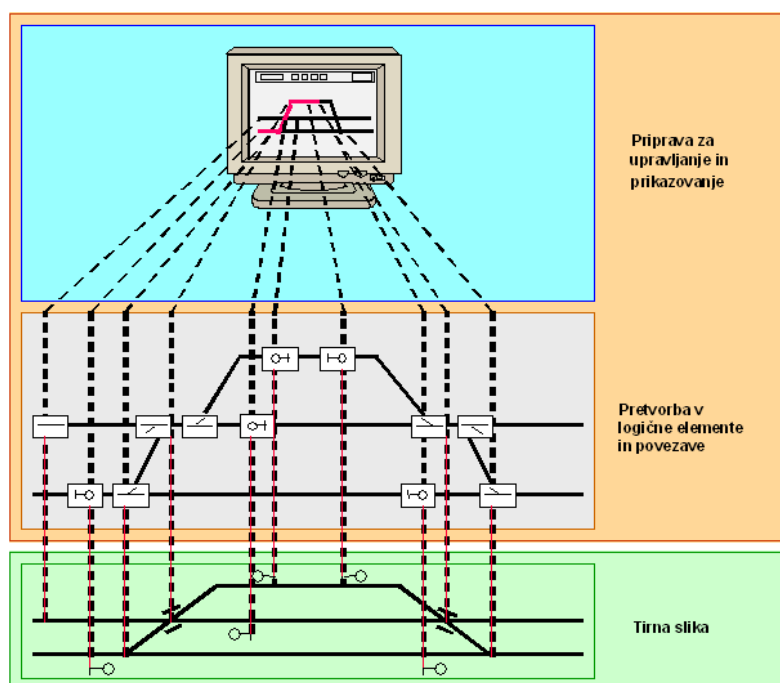
Slika 34: Elektronska postavljalnica v centru vodenja prometa (simbolna slika)
(Vir: http://www.vlaki.info/slike/2010_12_13/2010_12_13_02.jpg)

Elektronske SV naprave so sestavljene iz:

- osnovnih elektronskih SV naprav za zavarovanje postaj in postajnih odsekov (elektronske postavljalnice - EP) ;
- elektronskih naprav za lokalno ali centralno upravljanje EP in prikazovanje;
- elektronskih SV naprav za zavarovanje NPr in
- ostalih dopolnilnih naprav (naprava za ogrevanje kretnic, obveščanje potnikov, kontrola prostorov, javljanje požarov itd.).

Sistem nadzira varnost logičnih funkcij, ki ščitijo vožnje vlakov, kakor tudi vmesnike za nadziranje perifernih enot. Sistem združuje tri procesne module, ki zagotavlja varnost na osnovi paralelne neodvisne obdelave podatkov. Odloča se po sistemu 2 od 3. Poseben eksterni varnostni sistem avtomatsko izključi procesni modul, ki je v neskladju z drugima dvema. Varnostni sistem je kljub temu odporen proti napakam in nadaljuje obratovanje brez enega procesorja, po principu 2 od 2. Elektronski varnostni sistem omogoča komuniciranje med centralnim varnostnim sistemom in perifernimi enotami s pomočjo hitrega prenosa podatkov.

Fizičnim zunanjim napravam pripadajo t. i. logični elementi v elektronski postavljalnici (EP), kjer se s pomočjo programske opreme tvori enaka shema, kot je na terenu. To pomeni, da so tako kot zunanji, funkcijsko enako povezani tudi notranji elementi. Preko teh povezav se v obliki sporočil prenašajo informacije, s katerimi logični elementi lahko komunicirajo med seboj.



Slika 35: Prikaz topografije zunanjih SV naprav
(Vir: Slovenske železnice, Navodilo za vodenje prometa in upravljanje s SV napravami, 2008, stran 47)

EP je strukturirana na principu področij. To pomeni, da so posamezne skupine zunanjih naprav razdeljene na pripadajoče območne računalnike oziroma, da je v posamezni računalnik vključeno določeno število zunanjih objektov (kretnice, signali itd.). Taka razporeditev omogoča večjo razpoložljivost naprav, saj ob izpadu posameznega področnega računalnika ni oviran promet na celotni postaji.

Elektronske SV naprave sistema THALES (Alcatel) in ILTIS (Simis – W), ki sta vgrajena na progah SŽ, omogočata nadgradnjo z ETCS. Sam sistem delovanja je opisan v naslednjem poglavju.

3 UVEDBA NOVEGA VARNOSTNEGA SISTEMA – ERTMS NA PROGAH SLOVENSКИH ŽELEZNIC

3.1 SPLOŠNI OPIS ERTMS

ERTMS je kratica za evropski sistem upravljanja železniškega prometa (European Rail Traffic Management System). Pobuda za novi sistem je prišla s strani Evropske komisije. Cilj je bil izdelati enoten sistem za upravljanje prometa kot izhodišče za zagotavljanje tehnične interoperabilnosti na transevropskih (TEN) koridorjih in v nadaljevanju tudi po ostalih železnicah. Glavna tehnična zahteva za uvedbo ERTMS evropske komisije je doseganje interoperabilnosti. Tako se lahko vlaki z ETCS in GSM-R opremo vozijo na progah, ki so opremljene s sistemom ETCS in GSM-R drugega dobavitelja opreme. Osrednji del sistema ERTMS predstavlja signalno varnostni sistem ETCS. V tehničnem smislu ERTMS sestavljata dva sistema:

- ETCS (Europe Train Control System), Evropski sistem za nadzor vlakov in
- GSM-R, brezžični komunikacijski sistem na osnovi javnega GSM s funkcionalnostmi za železniške potrebe.

ETCS (evropski vlakovni kontrolni sistem) ponuja poenotenje in nadgradnjo obstoječih signalno-varnostnih naprav in jih centralizira v vlakovni kontrolni sistem. S tem omogoča postopen prehod na standardizirano rešitev. To lahko dosežemo z novejšimi informacijskimi in telekomunikacijskimi sistemi.

GSM-R je standard za koriščenje mobilne telefonije v železniškem prometu. Deluje na GSM tehnologiji po specifikacijah EIRENE – MORANE, ki zagotavlja prenos podatkov pri hitrosti železniškega vozila do 500 km/h. Koristi za prenos podatkov med železniškim vozilom in CVP (centrom vodenja prometa).

Velika prednost ERTMS je možnost, ne samo za interoperabilnost med različnimi železniškimi omrežji, temveč tudi za notranje interno delovanje – znotraj posamezne železniške uprave. V preteklosti je bilo uporabljenih veliko različnih sistemov za vodenje in nadzor vlakov, v nekaterih primerih pa jih sploh ni bilo. Sistem ponuja veliko možnosti za optimizacijo gostote SV opreme na progi. Bistvena prednost pri izgradnji popolnega ETCS je možnost njegove postopne izgradnje in postopno uvajanje na področju železniške uprave, ki bo sodobna in v perspektivi kompatibilna z opremo ostalih železniških uprav v Evropi.

Cilj ERTMS je zmanjšati tehnična tveganja, povezana z veliko množico kabinske signalizacije in SV sistemov na progi. ERTMS bo tudi zelo zmanjšal gospodarska tveganja, povezana z različnimi sistemi SV naprav na železniških vozilih in ob progi. Sistem se nanaša predvsem na prenos podatkov med progo in vozilom. Prenos podatkov preko komponent ETCS je mogoč tudi od obstoječih sistemov vodenja prometa, ki so povezani z opremo ETCS.

3.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI ETCS

Sistem ETCS je razdeljen na dva podsistema:

- podsistem na vozilu in
- podsistem na progi.

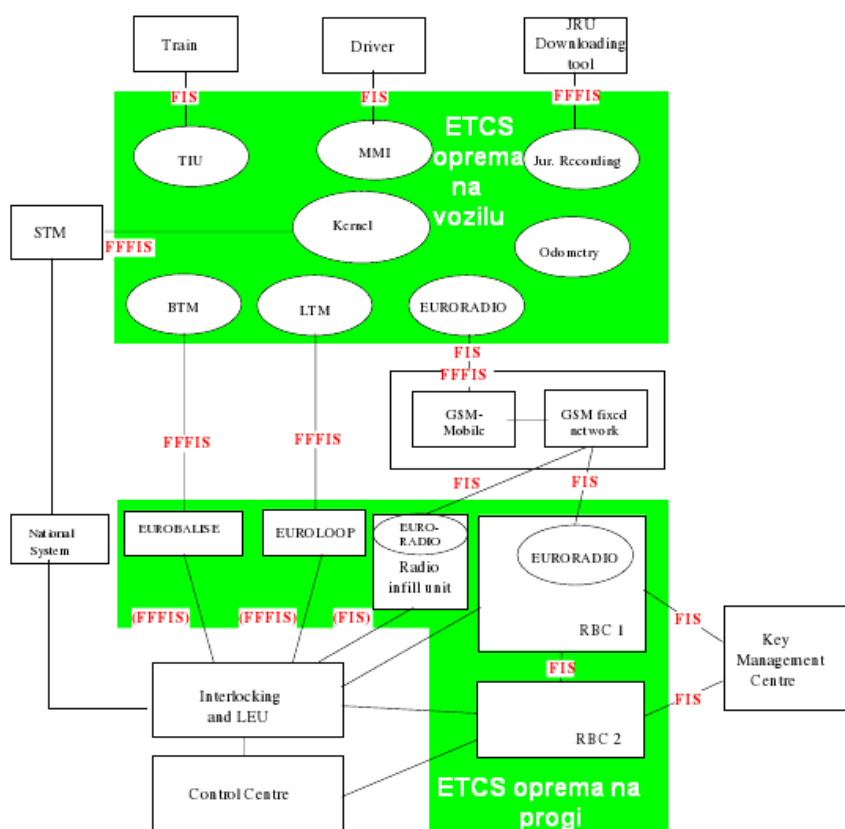
Glavne omejitve interoperabilnosti so povezane z vmesniki med tema dvema podsistemoma. Kot glavni cilj ETCS je omogočiti vlakom, ki so opremljeni s strani katerega koli dobavitelja, da delujejo na tirih, opremljenimi s SV napravami, s katerim koli dobaviteljem.

Komponente podsistema na progi:

- Baliza (Eurobalise)
- Elektronske progovne enote (LEU)
- Omrežje za radijsko komunikacijo (GSM-R)
- Radio Block centri (RBC)
- Loops (Euroloop)
- Radio Infill enote
- Signali ob progi

Komponente podsistema na vozilu:

- ERTMS / ETCS in
- GSM-R oprema za ETCS



Slika 36: Arhitektura sistema ETCS

(Vir: <http://printfu.org/read/etcs-interface-with-the-existing-signalling-systems-7aeb.html?f=1qeYpurpn6Wih-uLy3tZWkmb7GtbijqrC4xKyj2Mbg19vN5Nje286a39rLlqPi>)

3.2.1 Komponente podsistema na progi

Eurobaliza – baliza

Je progovna naprava, ki točkovno omogoča pošiljanje ali sprejemanje telegramov podsistemom na vozilu. Baliza je lahko pasivna ali aktivna. Katera baliza je vgrajena na progovnem delu, je odvisno od nivoja sistema ETCS. Če ena baliza ne zadostuje za prenos vseh podatkov, se lahko vgradi zaporedno od dve do osem baliz. V tem primeru so organizirane v skupino na predpisano razdaljo, ki je odvisna od progovne hitrosti. Tako se zagotovi zanesljivost in varnost komunikacije med tirnim vozilom in progovno opremo. Vsaka baliza oddaja telegram in s kombinacijo vseh telegramov se opredeljuje sporočilo. Telegrami se ustvarjajo v elektronski enoti LEU (lineside electronic unit) na podlagi informacij od drugih progovnih naprav.



Slika 37: Eurobaliza

(Vir: http://2.bp.blogspot.com/-mFODYP-9XFE/TZQOR1qU5bl/AAAAAAAAAe0/kqAWMnqLNsm/s1600/etcs_balise.jpg)

Euroloop

Euroloop ali eurozanka je komponenta, ki temelji na koaksialnem kablu in kabelskim modemom, ki omogoča pošiljanje informacije s proge na tirno vozilo in obratno. Vgrajuje se skupaj z Eurobalizami. Uporablja se na nivoju »1« in zagotavlja informacijo signalizacije naslednjega glavnega signala vnaprej, v smeri vožnje vlaka.

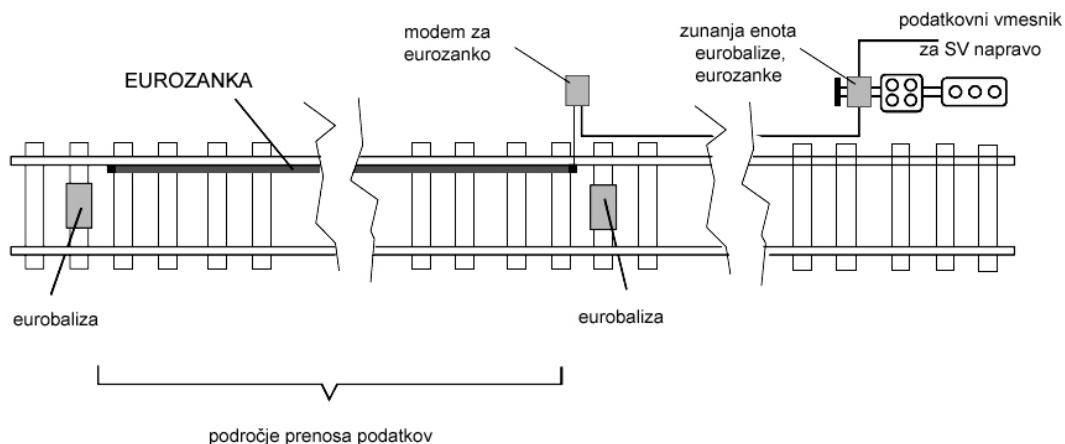


Slika 38: Eurozanka (kabel)

(Vir: Peter Stanley, ETCS for Engineers, 2011, stran 185)

Eurozanka z razliko od balize dalj časa deluje na tirno vozilo zaradi njegove dolžine. Dolžina zanke je odvisna od potrebne količine prenosa podatkov in od progovne hitrosti tirnega vozila. Pri hitrosti npr.: 500 km/h je dolžina kabla 500 m. Eurozanka deluje dvosmerno:

- prenaša informacijo s proge na tirno vozilo ali
- sprejema informacijo s tirnega vozila.



Slika 39: Funkcionalna zasnova Eurozanke

(Vir: http://www.group-pap.net/Avtomatika/files/15_ISEP%202009.pdf)

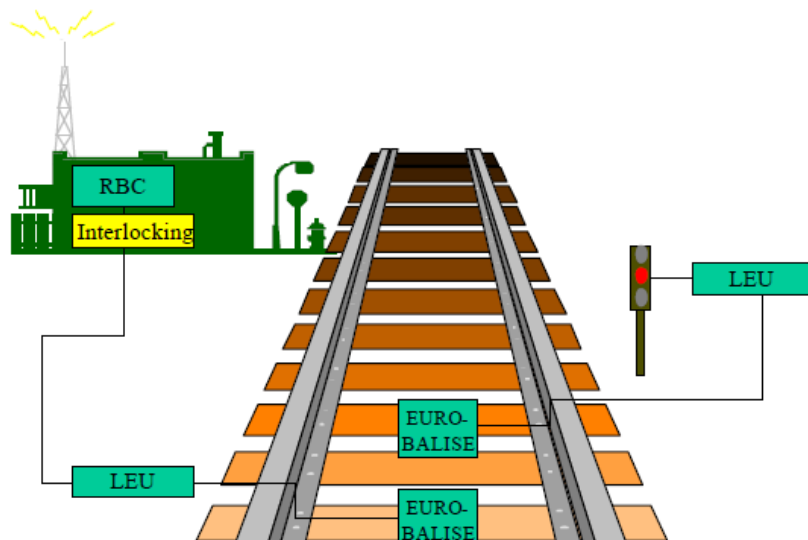
Elektronska progovna enota (LEU)

To je elektronska progovna naprava, ki na podlagi prejetih podatkov iz zunanjih sistemov ob progi ustvarja telegrame in jih nato pošlje na balize. Sistem prav tako sprejema telegrame, ki jih oddaja tirno vozilo med vožnjo preko Eurobaliz, Eurozanke ali GSM-R, jih obdela in jih nato po potrebi prenaša katerikoli drugi napravi na progi.



Slika 40: Elektronska progovna enota LEU

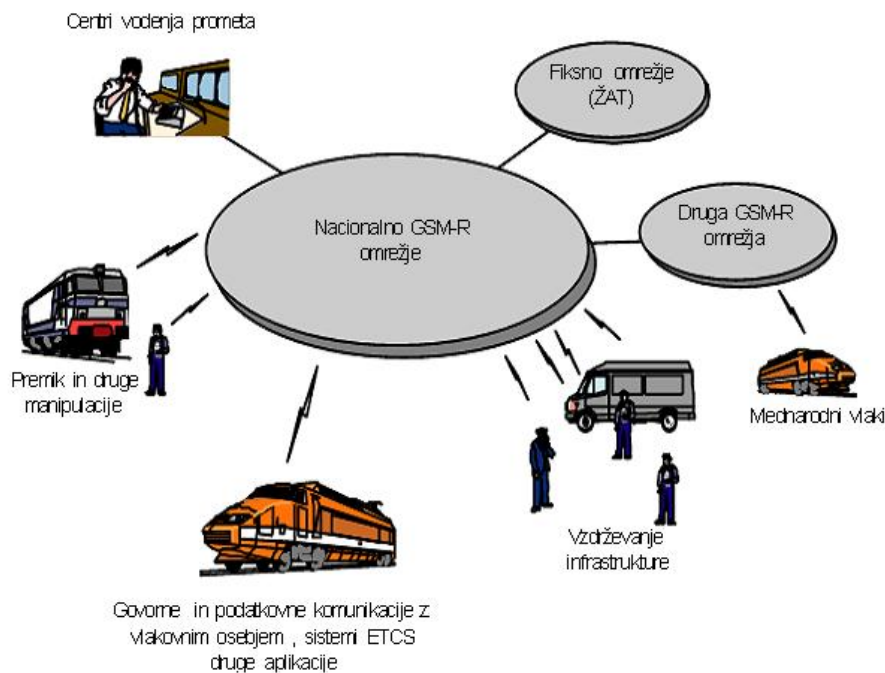
(Vir: <http://www.etra.cc/EtraPres/PDF/WORKSHOP20PROCEEDING/paperprini.pdf>)



Slika 41: Funkcionalna zasnova LEU Lineside Elektronic Unit
(Vir: http://www.ertms-conference.com/conferences/2006/docs/c3_fontela.pdf)

Omrežje za radijsko komunikacijo (GSM-R)

Sistem je bil razvit na osnovi javnega GSM sistema in prilagojen posebej za železniške potrebe. GSM-R radio-komunikacijsko omrežje se uporablja za dvosmerno izmenjavo sporočil med podsistemi na vozilu in RBC-ji ali Radio Infill enotami. Prvotna naloga naprave je bila govorna komunikacija na železnici, na primer med strojevodjem in npr. osebjem upravljavca.



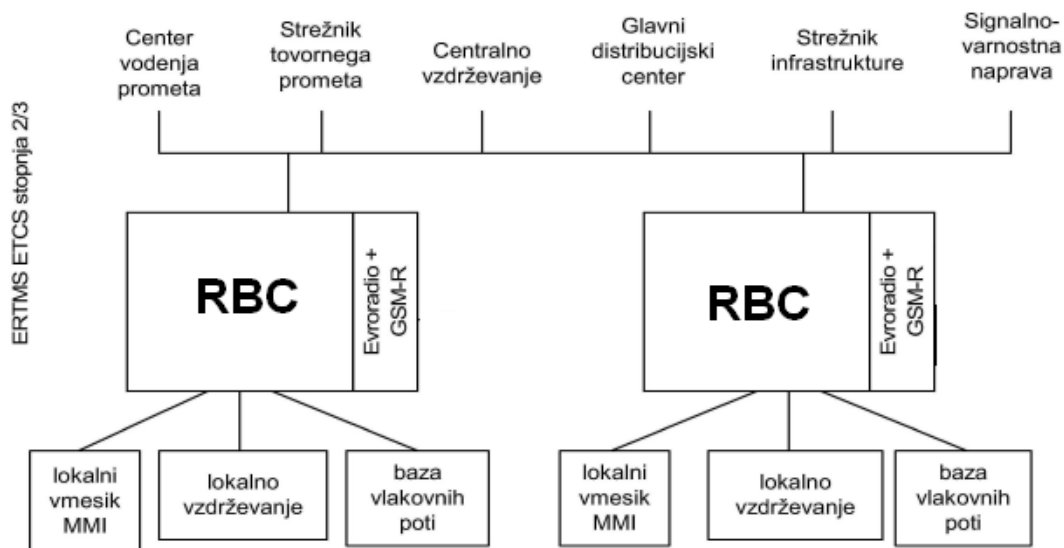
Slika 42: Funkcionalnost sistema GSM-R
(Vir: www.stat.si/doc/sosvet/Sosvet_14/Sos14_s1310-2010.ppt)

GSM-R nadomešča obstoječe analogne komunikacijske sisteme (RDZ in UKV) za operativno komunikacijo med centri vodenja in vlaki ter drugimi servisi, potrebnimi za nemoteno odvijanje prometa (premik, popis voz, pregled vagonov, vzdrževanje infrastrukture).

GSM-R sistem sestavljajo: fiksne povezave, bazne postaje, centralni sistem in sistem za upravljanje ter povezave na obstoječe TK omrežje in z ostalimi komunikacijskimi sistemi (domaćimi in tujimi). Temeljna infrastruktura GSM-R omogoča nadgradnje v funkciji širitve poslovnih aktivnosti (potniški promet, energetski Management, spremljanje vozil, tovora ipd.).

Radio Block center (RBC)

Glavna naloga RBC je upravljanje z razporejanjem in zaščito vlakov. Center je povezan z različnimi zunanjimi sistemi. Je računalniško podprt sistem za komunikacijo med progo in vlakom in deluje tudi kot vmesnik na progovnem delu skupaj s postavljalnicami. Sistem izvaja večino nalog ETCS funkcij progovnega dela. V glavnem je namenjen za nivo delovanja ETCS »2 in 3«. Zahteve glede interoperabilnosti RBC so povezane predvsem z izmenjavo podatkov med RBC in podsistemom na vozilu.



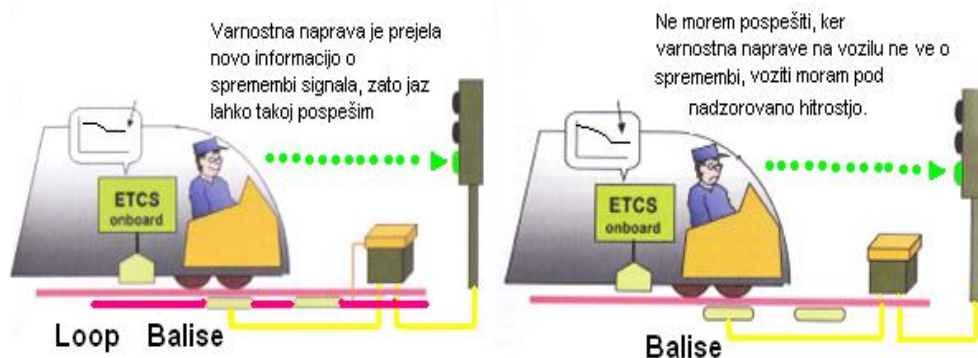
Slika 43: Funkcionalna zasnova RBC

(Vir: (Vir: http://www.group-pap.net/Avtomatika/files/15_ISEP%202009.pdf)

Radio Infill enota

Je komponenta, ki uporablja GSM-R prenos za zagotavljanje signalne informacije vnaprej, glede na naslednji glavni signal smeri vožnje vlaka.

Nivo »1« delovanja ETCS zahteva točkovni prenos podatkov ali v nekaterih primerih polkontinuiranim (Euroloop ali Radio Infill) prenosom na progi. Tak primer je kombinacija sistema ERTMS/ETCS stopnje 1, ki kot sredstvo točkovne kabinske signalizacije uporablja Eurobalise, in funkcijo Infill, ki ne temelji na enotni rešitvi, temveč na nacionalnem sistemu.



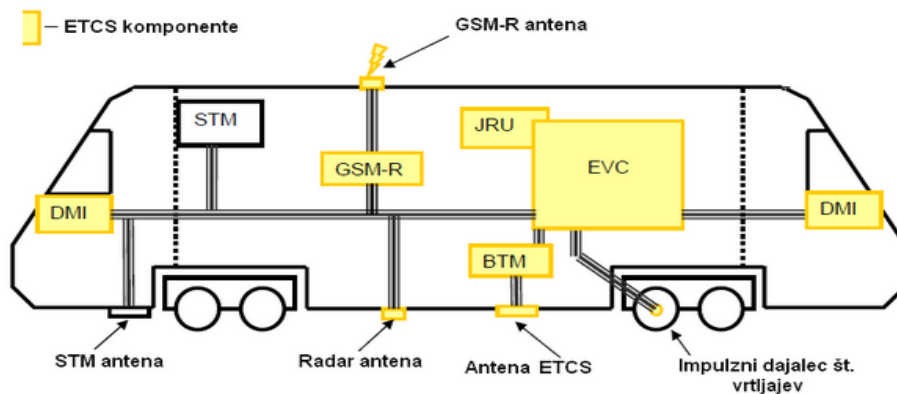
Slika 44: ETCS nivo »1« z in brez Radio Infill enote
(Vir: Peter Stanley, ETCS for Engineers, 2011, stran 182)

3.2.2 Komponente podsistema na vozilu

ERTMS/ETCS podsistem na vozilu

ERTMS/ETCS oprema na vozilu je računalniško podprta in sestavljena iz naslednjih modulov ali enot. To so lahko posamezne enote ali v kombinaciji:

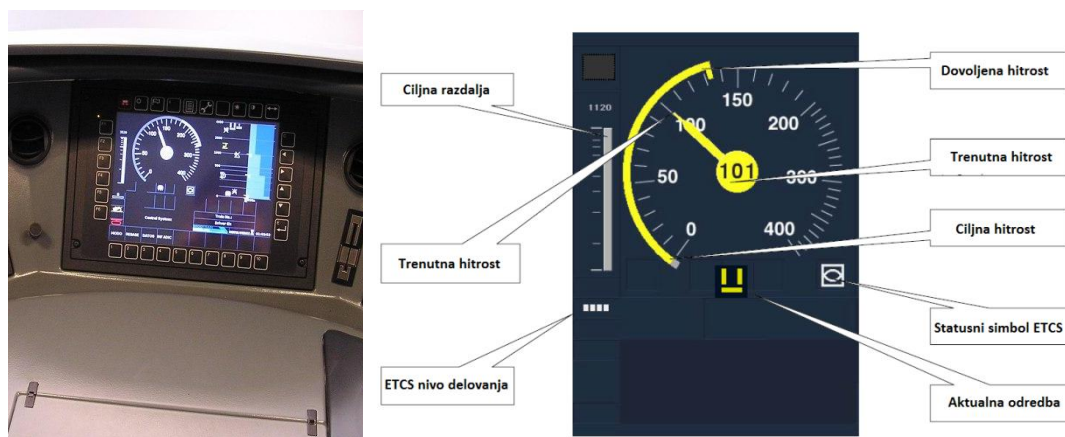
- Kernel modul, ki uporabljajo velike logične funkcije ETCS.
- Train Interface Unit (TIU), nadzor vmesnikov med vlakom in ETCS podsistemom na vozilu.
- Balise Transmission Module (BTM), nadzorni vmesnik med ETCS podsistemom na vozilu in sistemom Eurobalise, nameščenim na progi.
- Loop Transferr Modul (LTM), nadzorni vmesnik med ETCS podsistemom na vozilu in Euroloop-om, nameščenim na progi.
- EURORADIO modul, nadzorni vmesnik med GSM-R mobilno napravo in ETCS opremo na vozilu.
- Modul za meritev poti in hitrosti, vključno s procesno enoto in različnimi senzorji, za oceno premika vlaka (hitrost in premik).
- Juridical Recording Unit (JRU), zapis o vožnji vlaka in splošno, vodi zgodovino o drugih dogodkih, povezanih z drugo opremo ali dejavnostjo strojevodje in tudi za diagnostiko opreme ETCS.
- Driver-Machine Interface (DMI).



Slika 45: Arhitektura komponent ETCS na vozilu
(Vir: <https://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/B38-subset-107A-pre-fitting-v1.0.0.pdf>)

Osnovna oprema ERTMS v strojevodski kabini

V strojevodski kabini železniškega vozila, opremljenega z ETCS sta dva monitorja, iz katerih strojevodja prejema vse podatke in sprejete ukrepe ERTMS-a. Monitorja sta navadno poimenovana Driver Radio Interface (DRI) in Driver Machine Interface (DMI). DRI napoveduje dohodne klice ali prekinitve obstoječih klicev z nujnimi obvestili, omogoča komunikacijo s CVP. DMI je lahko izveden bodisi s soft-touch gumbi ali touch-screen tehnologijo. Strojvodja preko DMI vnese podatke o vlaku, ki so potrebni za start-up opreme ETCS-ja na vozilu, ali podatke o spremembi statusa med vožnjo. Strojvodja ima preko DMI prikazano kabinsko signalizacijo, lahko potrdi informacije in opozorila, ki jih sistem zazna. Splošno načelo je, da so vse vhodne zahteve od strojevodje in vse informacije v času obratovanja vlaka pod ETCS-jem in potekajo preko DMI in DRI.



Slika 46: DMI – monitor in prikaz nadzora hitrosti
(Vir: Kristijan Matko, 2012)



Slika 47: Driver Radio Interface (DRI)
(Vir: Kristijan Matko, 2012)

3.3 NIVOJI DELOVANJA ETCS

3.3.1 Razlaga nivojev ETCS

Sistem ETCS ima pet različnih funkcionalnih nivojev delovanja, ki določajo obseg uporabnosti sistema. Glede na opremo proge s sistemom ETCS se na vlaku aktivira ustrezen nivo s pripadajočo funkcijo. Povezava med opremo na progi in nivoji ETCS so podani v tabeli 2.

Nivo	0	1		2	3	STM
Signalizacija ob progi	DA	DA		Ni potrebna	Ni potrebna	DA
Informiranje	NE	NE	Baliza, Radio Loop	Ne	Ne	Ne
Prenos	Baliza	Baliza	Baliza, Loop, Radio Infill	Baliza, Radio	Baliza, Radio	Baliza
Radijsko omrežje	Ne	Ne	Delno	V celoti	V celoti	Ne
RBC	Ne	Ne		Da	Da	Ne
Integriteta vlaka	Ne	Ne		Ne	Da	Ne
Blok visoke zmogljivosti	Ne	Ne		Da	Da	Ne
Lociranje	Baliza	Baliza		Baliza	Baliza	STM baliza
Zaznavanje prostosti vozne poti	Na progi	Na progi		Na progi	Na vlaku	Na progi
Tipi baliz	Fiksne	Fiksne in upravljalne		Fiksne	Fiksne	STM
LEU	Ne	Da		Ne	Ne	Ne
Signalizacija	Ob progi	Ob progi		Na vlaku	Na vlaku	Ob progi
DMI	Hitrost	Prekrivanje		Signalizacija v kabini	Signalizacija v kabini	Signalizacija v kabini
* Uporaba LEU je možna						

*Tabela 2: Povezava med nivoji ETCS-a in opremo na progi
(Vir: Peter Stanley, ETCS for Engineers, 2011, stran 43)*

Funkcionalnost na posameznih ETCS nivojih, omejitve teh nivojev ter možni mednivojski prehodi so podani v specifikaciji sistemskih zahtev. Obstaja 16 različnih operativnih načinov. Operativni način nam pove stanje enote na vlaku. ETCS nivo in trenutni operativni način skupaj določata nadzorno funkcionalnost ETCS-ja.

Upravljalca infrastrukture lahko izbere, glede na operativne zahteve na že obstoječi infrastrukturi ter na svojo strategijo, primeren nivo ETCS, tako da se lahko proga opremi v skladu z njegovimi potrebami.

ETCS je možno konfigurirati, da operira na enem od sledečih aplikacijskih nivojev:

- ETCS nivo »0« (vlak, opremljen z ERTMS/ETCS, ki operira na progi brez ETCS ali nacionalnega sistema, ali na progi, na kateri je ERTMS/ETCS sistem v naročilu).
- ETCS nivo »STM« (vlak, opremljen z ETCS, ki operira na progi, opremljeni z nacionalnim sistemom, ki se povezuje prek uporabe STM).
- ETCS nivo »1« (vlak, opremljen z ETCS, ki operira na progi, opremljeni z Eurobalizami ter z možnostjo informiranja prek Eurobaliz, Eurozanke ali radijskih informacijskih naprav).
- ETCS nivo »2« (vlak, opremljen z ETCS, ki operira na progi, nadzorovani z radijskim centrom (kontinuiran prenos) in opremljeni z Eurobalizami in Euroradijem, kjer se prostost vozne poti in integriteta vlaka preverja ob progi).
- ETCS nivo »3« (podoben je nivoju »2«, le da se lokacija vlaka, prostost vozne poti in integriteta vlaka nadzirajo na podlagi informacij, zbranih na vlaku).

Proga je lahko opremljena z večimi nivoji vzporedno. Lahko se opremi z ETCS nivojem »STM« in vzporedno z ETCS nivojem »2«. Nivoji »1, 2 in 3« so med seboj kompatibilni, tako lahko vlak, opremljen z ETCS nivojem »2«, vozi na progi, opremljeni z nivojem »1«.

IZ	NA	0	STM	1	2	3
0			*	*	*	*
STM		*	* a)	*	*	*
1		*	*		*	*
2		*	*	*	b)	*
3		*	*	*	*	b)
a) Prehod iz STM v STM je prehod iz enega sistema STM v drugi sistem STM. b) Prehod med nivojem »2« in nivojem »2« ali med nivojem »3« in nivojem »3« je predaja med enim RBC in drugim RBC, ne pa sprememba nivoja.						

Tabela 3: Možni prehodi med nivoji

Vir: (Vir: Peter Stanley, ETCS for Engineers, 2011, stran 45)

3.3.2 Delovanje v STM ravni (Specifični modul za prenos podatkov)

Infrastruktura je lahko opremljena z napravami sistema nadzora – vodenja (signalnovarnostnim sistemom) razreda »A«, ki predstavlja enotni sistem nadzora vodenja ali razreda »B«, ki predstavlja sistem nadzora – vodenja in vrste uporabe, ki so obstajali pred začetkom veljavnosti Direktive 96/48/ES (nacionalni signalnovarnostni sistem).

V primeru opreme infrastrukture z razredom »B«, ki predstavlja nacionalni signalnovarnostni sistem, se doseganje interoperabilnosti sestava nadzor-vodenje na vlakih zagotavlja z uporabo specifičnega prenosnega modula (STM), ki omogoča sistemu razreda »A« na vozilu delovanje na progah, opremljenih s sistemom ob progi razreda »B«, z uporabo podatkov razreda »B«. Vmesnik med sistemom razreda »A« na vozilu in specifičnimi prenosnimi moduli je opredeljen v TSI.

Specifični prenosni modul (STM) omogoča sistemu ETCS na vozilu delovanje na progah, ki so opremljene s sistemi avtomatske zaščite vlaka (ATP)/avtomatske kontrole vlaka (ATC) razreda »B«.

Oprema infrastrukture z razredom »A«:

- interoperabilni ETCS in GSM-R sistem na progi in na vozilih. Ta sistem je specificiran in normiran v TSI in EN standardih.

Oprema infrastrukture z razredom »B«:

- nacionalni obstoječi sistem na progi. Pogoj je, da je ta sistem skladen z v TSI zavedenimi nacionalnimi sistemi. V tem primeru lahko izvedemo interoperabilna vozila s specificirano in standardizirano ETCS napravo in prenosom informacij s proge s pomočjo specifičnega prenosnega modula (STM).

3.3.3 Delovanje ETCS na nivoju »0«

Pogoji za delovanje na nivoju »0«, če:

- proga ni opremljena niti z ETCS niti z nacionalnim sistemom,
- progovni podsistem ni operativen (je v popravilu ali v primeru napake).

Nivo delovanja »0« mora biti izbran za nekatere vrste vlakov ali če je proga opremljena s sistemom razreda B. Oprema sistema razreda B na vlaku ni povezana z ETCS enoto na vlaku in torej ne more biti definirana kot na STM. V tem primeru se upoštevajo določene omejitve in posebne značilnosti. Nivo »0« se lahko uporabi na mešanih območjih, na vlakih z manjkajočo ali pokvarjeno opremo, da je vlak kljub temu vozen. Za zaščito železniškega prometa se uporabi linijska signalizacija ali druge oblike zunanje signalizacije.

V nivoju »0« je edini del opreme ETCS, ki je v uporabi, nadzor maksimalne realizirane hitrosti. V tem nivoju se ne prejme nobena avtorizacija, izdana ob progi. Za najbolj osnovno stopnjo je strojevodja dolžan ob zagonu vnesti osnovne podatke o vlaku. Na tej stopnji se lahko vlak odzove na katero koli raven spremembe iz skupine Eurobalize. DMI zagotavlja le prikaz merilnika hitrosti. Sistem uveljavlja najvišje dovoljene hitrosti, opredeljene kot tiste s strani strojevodje, in najvišjo dovoljeno hitrost, ki je določena v načinu Unfitted mode (UN).

Na progi ni nobene opreme ETCS, razen Eurobaliz, ki sporočajo prehode med nivoji in druge specifične informacije. Glavne funkcije ETCS na vlaku so:

- lociranje vlaka,
- nadzor maksimalne hitrosti vlaka,
- nadzor maksimalne dovoljene hitrosti,
- prenos informacij iz Eurobaliz (z namenom zaznavanja prehoda med nivoji) in
- na vlaku ni kabinske signalizacije.

3.3.4 Delovanje ETCS na nivoju »1«

Pri nivoju »1« gre za nadgradnjo obstoječih SV naprav na progi in običajno ni potrebna nobene sprememba signalizacije. Ta sistem omogoča neprekinjeno kontrolo hitrosti. Strojevodja je podprt s strani signalizacije ob progi in informacij na DMI.

ETCS na DMI prikazuje razdaljo do konca prostega odseka in nadzoruje najvišjo varno hitrost ob upoštevanju značilnosti proge in vozil ne glede na vidljivost. V tem primeru je potrebno z že znanimi starimi SV napravami zagotavljati varno vozno pot, prostost tirov, kretnic in prikaz signalnih znakov na signalih ob progi. Takoj ko nastopi nivo »1« delovanja ETCS, mora strojevodja poznati obstoječi varnostni sistem na progi. Funkcijske enote za kontrolo vožnje so nameščene na vlaku z ali brez podpore progovnega podsistema.

Oprema na progi za prenos podatkov na vozilo je osnovana na podlagi:

- Eurobalize za točkovni prenos podatkov s proge na vlak,
- elektronske naprave ob progi (LEU) za branje stanja signala in pošiljanje pravih telegramov balizi,
- Eurobalize za sporočanje fleksibilnih informacij,
- delno kontinuiranega prenosa podatkov preko Eurozanke,
- delno kontinuiranega prenosa podatkov z uporabo radia.

Oprema na vlaku:

- oprema na vlaku z Eurobalizami za prenos podatkov,
- prenos podatkov z Eurozanko, če je le-ta potreben in
- radijski prenos podatkov, če je le-ta potreben.

ETCS nivo »1« s komunikacijo proga – vozilo brez sprejema informacije s proge preko radijske zveze ali Eurozanke

Ta sistem omogoča kontinuirano kontrolo hitrosti in hkrati onemogoča vožnjo na zaseden odsek proge. Sistem temelji na napravah za točkovni prenos informacij, ki se nadgradijo obstoječemu SV sistemu.

Osnovne karakteristike za progovni del so:

- točkovni prenos informacije proga – vozilo,
- točkovna informacija in
- detekcija vlaka, ki jo opravljajo obstoječe progovne SV naprave na progi.

Progovni podsistem ne prejema podatkov o vlaku in ne pozna karakteristike vlaka, ki mu podatke pošilja.

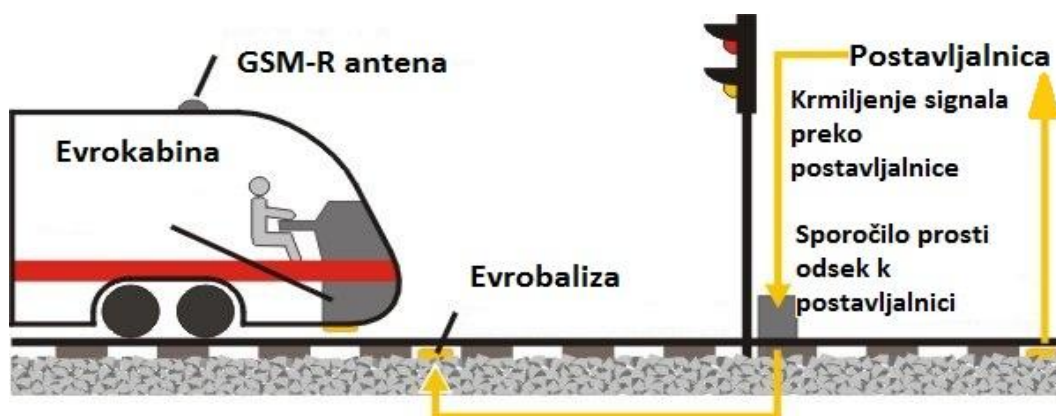
Glavne funkcije progovnega podsistema so:

- Določitev prostega odseka proge za vožnjo glede na stanje signalov in prenos podatkov skupaj s podatki o tem delu proge s pomočjo baliz.
- Razdalja med dvema vlakoma je omejena s fiksnimi progovnimi bloki, ki so opremljeni s signali in z napravami za ugotavljanje zasedenosti progovnega bloka.
- Dovoljenje za vožnjo vlaka do določenega mesta na progi, le-to je vedno vnaprej določeno (do signala).

Glavne funkcije podsistema na vozilu so:

- Vozilo je opremljeno z modulom za prenos podatkov s pomočjo baliz.
- Vlak sprejema vse karakteristike proge.
- Pri sprejemu novih podatkov sistem izračuna različne statične hitrostne profile, ki morajo upoštevati karakteristike vlaka.
- Vnaprej izbere najbolj kritične vrednosti hitrostnih profilov.

Izračun kompenziranih dinamičnih hitrostnih profilov se vrši v podsistemu ETCS na vozilu. Naprava ciklično preverja hitrost in mesto vlaka na progi z aktualnim izračunanim kompenziranim hitrostnim profilom.



Slika 48: ETCS nivo 1

(Vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Etcs_l1.jpg)

ETCS nivo »1« brez prenosa polkontinuiranih informacij s proge

Ko je zagotovljen točkovni prenos podatkov, lahko na vlak prispe informacija o spremembi signalnega znaka na signalu. Pri tej izvedbi sistem ni zmožen prikazati strojevodji nove informacije, dokler baliza vozila na prevozi balize v bližini signala. Tu mora strojevodja opazovati signal in vlak ustaviti oziroma nadaljevati z vožnjo vlaka v naslednji odsek proge, če je prišlo do spremembe signalnega znaka.

Progovni podsistem nima podatkov o karakteristiki posameznega vlaka, vse za vlak pomembne informacije se prenašajo le preko točkovnih prenosnih naprav. Ker so informacije na vlak posredovane le občasno – točkovno odobri sistem nadaljevanje vožnje s trenutno najvišjo dovoljeno hitrostjo. Na ta način se dovoli vožnja vlaka v nov prosti odsek na progi.

ETCS nivo »1« s komunikacijo proga – vozilo in z dodatnim sprejemom informacij s proge preko radia in Eurozank

Poleg balize ali Eurozanke za točkovni prenos podatkov mora biti dodan radijski prenos podatkov. Ta način omogoča polkontinuiran ali kontinuiran prenos podatkov na vozilo po celotni progi.

Osnovne karakteristike progovnega podsistema so:

- Mediji za prenos informacij so balize. Trajne ali kratkotrajne informacije se prenašajo preko radia ali Eurozanke.
- Progovne naprave ne poznajo karakteristike vlaka, ki mu pošiljajo informacije. Komunikacija v smeri vlak – proga ni mogoča.

Glavne funkcije progovnega podsistema so:

- Kontinuiran ali polkontinuiran prenos informacije preko radia ali Eurozanke. Informacije vsebujejo progovne parametre, podatke o infrastrukturi in o meji področja. Podsistemu na vlaku omogoča, da izračuna statične hitrostne profile. Nova informacija velja kot nov vhodni podatek za izračun novih statičnih hitrostnih profilov.

Glavne funkcije podsistema na vozilu so:

- Obdelava vhodnih podatkov. Informacije, ki so bile sprejete preko točkovnih medijev, so lahko direktno zamenjane s podatki, ki prispejo preko polkontinuiranega ali kontinuiranega prenosa. Po prenosu informacij s proge sistem na vozilu izbere najbolj omejujočo vrednost statične hitrosti.
- Na mestih, kjer je proga opremljena s sistemom za polkontinuirani ali kontinuirani prenos podatkov, so na voljo nove informacije.
- Pri uporabi radia kot sistema za prenos podatkov vlak javlja tekočo pozicijo v koordinatah balize. Radijski prenos je v tem primeru uporabljen le za prenos polkontinuirane informacije in ni kot v ETCS nivoju »2«.
- Pri uporabi Eurozanke kot sistema za prenos podatkov vlak ne javlja svoje tekoče pozicije, ker stabilni del SV naprav pozna lokacijo zank. Tu se uporablja smer prenosa informacij s proge na vozilo in ne obratno.

ETCS nivo »1« s komunikacijo proga – vozilo s sprejemanjem dodatnih polkontinuiranih informacij s proge preko radia ali Eurozank s proge in dodajanjem informacij z vlaka progovnemu podsistemu

Ta sistem je kot opcijski in ga lahko uporabimo takrat, ko razpolagamo z možnostjo dvosmerne komunikacije preko radia, Eurobaliz ali Eurozank s proge na vozilo in obratno. V tem primeru lahko progovni podsistem predhodno obdeluje informacijo, ki jo potem potrebuje vlak. Progovne naprave v tem primeru poznajo karakteristiko vlaka. Te karakteristike so poslane po katerem koli mediju z vlaka proti progi.

Karakteristike progovnega podsistema so:

- Uporaba dvosmerne komunikacije proga – vlak.
- Medij za prenos informacij vlak – proga je lahko radio, Eurozanka ali Eurobaliza.
- Mediji za prenos informacij proga – vlak so lahko preklopne balize za točkovno informacijo in radio ali zanke za polkontinuirane informacije.

Glavne funkcije progovnega podsistema so:

- Izdelava statičnih hitrostnih profilov za posamezni vlak, če so poznani njegovi karakteristični podatki.
- Izdelava in izbira najbolj restriktivne vrednosti statične hitrosti na odseku proge pred opazovanim vlakom.
- Izbira segmentov statičnih profilov hitrosti znotraj zavorne razdalje, ki ji je dodana razdalja še ene sekcije baliz in poslana po radiu, Eurobalizi ali vmesni Eurozanki z oznako prioriteta.
- Prenos odobritve in izbranega statičnega hitrostnega profila na vlak po razpoložljivem mediju. V to sporočilo sta iz varnostnih namenov vključena tudi ETCS identiteta vlaka in časovna značka na vlaku.

Glavne funkcije podsistema na vozilu so:

- Preizkus identitete in časovne značke za vlak specifičnih hitrostnih profilov.

- Pretvorba statičnih hitrostnih profilov preko medija za prenos polkontinuiranih informacij iz koordinat balize v sistem za zajemanje in prikaz hitrosti.
- Izračun dinamičnih hitrostnih profilov, ko je razpoložljiv statični hitrostni profil. Ko progovna stran pošlje selektivni statični hitrostni profil na določen vlak, potem se stari statični profil uporabi kot vhod v funkcijo za izračun dinamičnega hitrostnega profila.
- Izračun hitrosti in razdalje se razlikuje v vsakem računskem ciklusu glede na zadnji izračun in že kompenziran dinamični hitrostni profil.

3.3.5 Delovanje ETCS na nivoju »2«

Sistem omogoča izvajanje vlakovnih voženj brez signalov na progi z uporabo progovnega sistema kontrole prostosti tirov in kretnic. Nivo »2« zagotavlja avtomatski nadzor nad hitrostjo vlaka s pomočjo radijskega prenosa informacije infrastruktura – tirno vozilo. S tem je mogoč varen nadzor hitrosti. Tu je mogoče mesta zaustavljanj in upočasnitev vlakov predvidevati že prej, kot je to mogoče pri progovnih SV napravah. Potrebna je podatkovna komunikacija med SV napravami, ki morajo biti elektronska, zaradi možnosti komuniciranja z radio blok centrom (RBC). Naloga RBC je upravljati komunikacijo z vozili na progi s pomočjo GSM-R sistema.

Vlak, opremljen z ETCS, ki vozi na območju RBC-ja, je vseskozi povezan z njim. Eurobalize služijo v glavnem kot mejniki nivoja »2«. V RBC-ju se vsi statični podatki, kot so hitrostni profili, profili naklonov, pogoji na progi in pozicije baliz, hranijo v obliki zemljevidov proge. Skupaj z direktno povezavo med RBC-jem in prekrivanjem, ki poskrbi, da so vsi potrebni dinamični podatki, kot so stanje signalizacije, vedno na voljo RBC-ju, ki ima vedno točno podobo nadzorovanega območja.

Na podlagi teh informacij je RBC vedno zmožen izračunati dovoljenje za nadaljevanje vožnje vlaka na progi, lahko pa ga tudi spremeni ali umakne. Spremenljivke, ki se uporabljajo za prenos, imajo isto strukturo kot v nivoju »1«. ETCS enota na vlaku bo procesirala informacije, prejete po radiu, in informacije, ki so na voljo pri enoti na vlaku, kot na primer značilnosti zavor, da bo lahko določila primeren hitrostni profil ter identificirala informacije, ki so strojevodji potrebne na DMI-ju.

V nasprotju z nivojem »1« ETCS nivo »2« enota na vlaku tudi pošilja informacije, kot so zahteva dovoljenja za vožnjo in poročila o poziciji vlaka. V primeru okvare radijske zveze obstaja nadzorna funkcija, ki poskrbi, da se po vnaprej določenem časovnem obdobju na vlaku sprožijo nastavljeni varnostni odzivi. Funkcionalnost nivojev »1« in »2« je zelo podobna razen pri mediju prenosa podatkov.

Oprema na progi za prenos podatkov na vozilo je:

- Radijski blok center;
- Radio za dvosmerno komunikacijo;
- Eurobalize, v glavnem za določanje lokacije.

Oprema na vlaku:

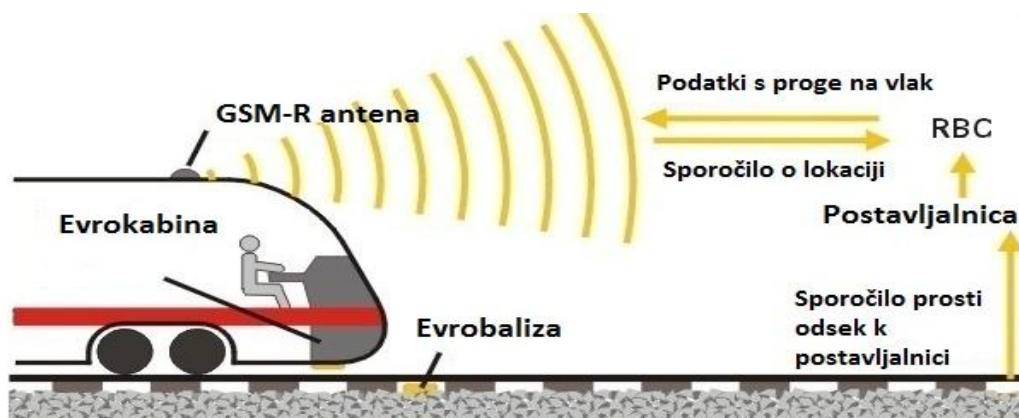
- Vlak je opremljen z napravami za radijski prenos podatkov in z Eurobalizami.

Osnovne karakteristike nivoja »2« so:

- Detekcija vlaka je na strani progovnih naprav.
- Razdalja med dvema vlakoma je omejena glede velikosti fiksnih progovnih odsekov.
- Sistem uporablja dvosmerno komunikacijo vlak – proga.
- Mediji za prenos informacij na vlakom so radio, Eurobaliza ali Eurozanka. Radio in balize sta obvezna medija. Vlak sporoča svojo pozicijo preko radia ali preko Eurozank in svoje karakteristike preko katerega koli dostopnega medija.
- Balize se uporabljajo kot povezava za preverjanje pravilnega funkcioniranja naprave za zajemanje in prikaza hitrosti.
- Statični hitrostni profil, ki ga izračuna progovni podsistem, se prenaša preko radia in je združen s podatki o prostem odseku proge.

Glavne funkcije progovnega podsistema so:

- Prepoznavanje vsakega vlaka na območju RBC-ja po njegovi ETCS identiteti.
- Stalno lociranje vsakega vlaka na območju RBC-ja.
- Določanje dovoljenja za vožnjo na podlagi stanja signalizacije za vsak vlak posebej.
- Sporočanje dovoljenja za vožnjo in opisa proge vsakemu vlakom posebej.
- Predaja nadzora vlaka med različnimi RBC-ji na meji med RBC-ji.



Slika 49: ETCS nivo 2

(Vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Etcs_11.jpg)

Glavne funkcije podsistema na vozilu so:

- Pošiljanje podatka o svoji lokaciji.
- Sprejemanje dovoljenja za vožnjo in opis proge preko radia, ki se nanaša na balize.
- Izbira najbolj omejujoče vrednosti različnih dovoljenih hitrosti za vsako prihajajočo lokacijo.
- Izračun dinamičnega hitrostnega profila glede na značilnosti gibanja in zaviranja vlaka.
- Primerjava dejanske hitrosti vlaka z dovoljeno hitrostjo in nadzor zaviranj, če je le to potrebno.
- Kabinska signalizacija strojevodij.

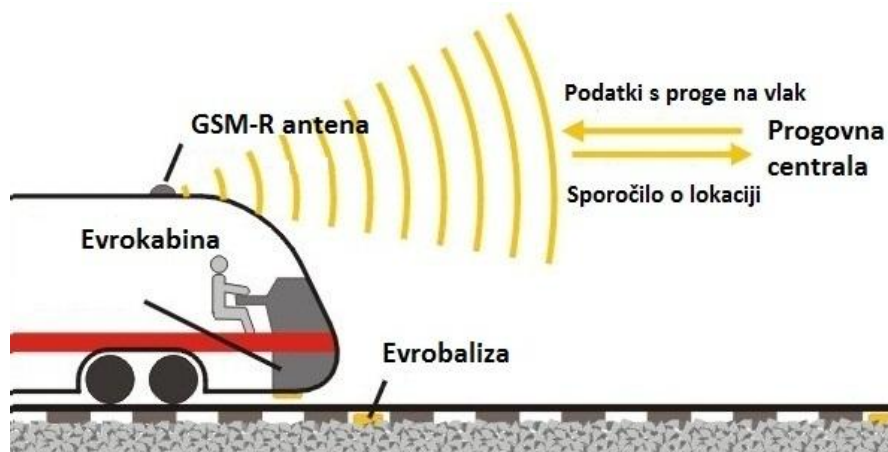
3.3.6 Delovanje ETCS na nivoju »3«

Nivo »3« delovanja ETCS omogoča premični – navidezni APB. Tirno vozilo samo določa položaj in deluje brez signalov s pomočjo radijskega prenosa podatkov. Ta nivo omogoča znatno povečanje prometa, kar prispeva k maksimalni izkoriščenosti infrastrukture. Ta sistem potrebuje ustrezne progovne naprave, ki zagotavljajo pravilno in varno lego kretnic na postaji in na progi, ne potrebuje pa informacije o zasedenosti oziroma prostosti kretnic in tirov. To zagotavlja ustrezna naprava na vlaku: V tem trenutku specifikacija za to funkcijo pri tovornem vlaku še ni definirana.

Edina zahteva opreme progovnega podsistema so Eurobalize, ki prenašajo fiksne podatke o lokaciji. Podatki o poti dovoljene vožnje se prenašajo preko radia. Dovoljeno področje premika ima svoje mesto ustavitve. Konec dovoljenega območja premika je lahko v režimu delovanja premičnega bloka kjer koli v področju, ki je opremljeno z balizami. V tem nivoju so trije osnovni (A, B in C) in dva posebna (D1 in D2) načina obratovanja v tako imenovanem radio blok načinu obratovanja.

Osnovne karakteristike nivoja »3« so:

- Dvosmerni prenos podatkov vlak – proga.
- Medij prenosa informacij vlak – proga je radio. Vlak pošilja podatke o položaju, hitrosti in pospešku ter svoje karakteristike preko radia.
- Mediji za prenos podatkov s proge na vlak so Eurobalize za prenos fiksnih točkovnih informacij za nadzor in kalibriranje delovanja naprave za zajemanje in prikaza hitrosti.
- Radio za prenos informaciji za dovoljeno vožnjo.



Slika 50: ETCS nivo 3

(Vir: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/Etcs_11.jpg)

Glavne funkcije progovnega podsistema so:

- Izračun različnih statičnih hitrostnih profilov z upoštevanjem karakteristik vlaka na osnovi podatkov o infrastrukturi.
- Izbira najbolj kritičnih vrednosti statičnih hitrostnih profilov.
- Izračun dinamičnih hitrostnih profilov za vsak vlak posebej, za katerega pozna dinamične karakteristike.

- Določanje mesta, dovoljenega za vožnjo, glede na pozicijo ostalih vlakov in izpopolnjevanje hitrostnih profilov znotraj dovoljenega področja vožnje.
- Različni načini obratovanja v modusu radio blok:
 - o A, B in C: Preneseni so popolni podatki o področju dovoljene vožnje, vključno z razdaljo do konca področja ali njegove limite, hitrost na tem mestu in statični hitrostni profil med mejama področja dovoljene vožnje.
 - o D1: Prenesene so koordinate dveh ali več izbranih točk ter hitrosti in razdalja delavne intervencijske krivulje zaviranja.
 - o D2: Preneseni telegram definira zahtevan pospešek ali pojemek, ki mora biti izveden v ciklu in posredovan strojevodji.

Glavne funkcije podsistema na vlaku so:

- Obvezna je naprava za kontrolo integritete vlaka.
- Vmesnik med strojevodjem in ETCS napravo je DMI, ki posreduje strojevodji vse važne podatke o vožnji vlaka. Tu je zagotovljena popolna kabinska signalizacija.

4 UČINEK UVEDBE NOVIH VARNOSTNIH NAPRAV

Obstajajo različne rešitve vgradnje ERTMS/ETCS na progah SŽ, ki so posledica konceptnega modela. Vsaka rešitev mora biti ocenjena s sredstvi finančne in ekonomske analize. Potrebno je upoštevati, da so rešitve sestavljene iz različnih kombinacij tehničnega ETCS – nivoja »1« in »2«. Poleg tega so rešitve ERTMS/ETCS zelo povezane z GSM-R rešitvami.

Minimalna rešitev ("z ETCS nivo 1"):

- nivo »1« na koridorjih, obvoznih progah in drugih pomembnih progah (v korelaciji z minimalno rešitvijo GSM-R).

Maksimalna rešitev ERTMS/ETCS ("z ETCS nivo 2"):

- nivo »2« na pilotni progi, na koridorjih V in X in
- nivo »1« na obvoznih progah, pomembnih progah in nekaterih regionalnih progah (v korelaciji z minimalno rešitvijo GSM-R).

Srednja rešitev ERTMS/ETCS ("z ETCS nivo 1"):

- nivo »1« na koridorjih V in X, na obvoznih progah, pomembnih progah in nekaterih regionalnih progah in
- nadgradnja na ostalih regionalnih progah.

Izkušnje ETCS pilotnih instalacij v Evropi so pokazale, da naj bi bila maksimalna rešitev realizirana v 10-letnem obdobju. Za načrt izvedbe maksimalne rešitve se mora upoštevati daljše obdobje realizacije do 15 let. Investicijski stroški vgradnje sistema na SŽ so odvisni od vgrajene rešitve in bi znašali od 570 do 930 milijonov EUR. Dolgoročno gledano se pričakujejo prihranki pri vzdrževanju ETCS po odstranitvi starih tehnologij v primerjavi z obstoječimi sistemi. Prihranki bodo v primerjavi s trenutnimi potrebami po vzdrževanju višji pri minimalni rešitvi kot pri maksimalni rešitvi zaradi nižjih stroškov vzdrževanja. Vgraditev ETCS s centralizacijo operativnih storitev, ki uporabljajo daljinsko vodenje, bi omogočila prihranke v stroških dela. Uvedba daljinskega vodenja elektronskih SV naprav prispeva k zmanjšanju potrebnega osebja za delovanje.

Pri implementaciji ERTMS/ETCS se bodo na SŽ pojavile koristi na naslednjih področjih:

Interoperabilnost	
Usklajenost z mednarodnimi sporazumi	Evropska interoperabilnost: v- in izven Slovenije, odvisno od ETCS stopnje
Skrajšanje postopkov za vlake ob prečkanju meja	Evropska interoperabilnost: v- in izven Slovenije, odvisno od ETCS stopnje
Kakovost in zanesljivost delovanja sistema	
Povečanje točnosti / zmanjšanje zamud, povzročenih zaradi infrastrukture	Povečanje hitrosti in sposobnosti prog
Skrajšanje potovalnega časa	Povečanje maksimalne hitrosti vlakov s sistemom nagibanja
Uporabnost prog / izboljšanje produktivnosti	Večja razpoložljivost in zanesljivost opreme

Zmanjšanje komunikacijskih linij / vmesnikov	za ETCS stopnjo 2
Povečanje zanesljivosti in razpoložljivosti sistema	Večja razpoložljivost in zanesljivost opreme
Učinkovitost	
Izboljšanje prog, vozlišč	Učinkovit nadzorni sistem vlakov
Izboljšanje prog	ETCS (sledenje vlakom znotraj obsega signalno-varnostnih naprav)
Varnost	
Zmanjšanje tveganja nesreč (trčenj vlakov, poškodbe zaposlenih ali potnikov, poškodbe vozil)	Uvedba moderne tehnologije v skladu z evropskimi varnostnimi in kvalitetnimi standardi; popolni avtomatski nadzor hitrosti
Uporabniki	
Izboljšanje uporabniških storitev	Povečanje "Kvalitete delovanja"
Izboljšanje informiranja strank / potnikov	Na voljo bodo boljše informacije o gibanju vlakov
Zaposleni	
Zvišanje motivacije zaposlenih	Zmanjšana motivacija (starejšega) osebja (s staro tehnologijo postane tudi znanje starejšega osebja okrnjeno), visoko motivirano osebje (novo in manjše število osebja) z novo tehnologijo
Zmanjšanje časa izobraževanja	Pričakuje se novo izobraževanje za zahtevne tehnologije (za manj osebja)
Optimizacija zaposlenih	Dolgoročno se pričakuje zmanjšanje osebja, ko bodo stare tehnologije / oprema nadomeščene z novimi
Infrastruktura	
Boljša razpoložljivost pripomočkov / opreme	Velika vzdržljivost, višja razpoložljivost, visoka zanesljivost opreme
Zmanjšanje infrastrukturne opreme	Zmanjšanje infrastrukture na progah, zamenjava starih tehnologij z bolj kompaktnim elektronskim sistemom, vendar pa bo več opreme zaradi povečanja funkcionalnosti
Sinergija	
Optimizacija delovanja (zmanjšanje energije, zmanjšanje števila postaj)	Znižanje infrastrukture na progah z namenom pridobiti nizek življenjski cikel stroškov (še posebej v ETCS stopnje 2)
Skrčenje dokumentacije opreme in skrajšanje navodil delovanja	Postalo bo bolj kompleksno zaradi povečane funkcionalnosti

*Tabela 4: Koristi SŽ pri implementaciji ERTMS/ETCS
(Vir: Interno gradivo, SŽ d. o. o., 2012)*

V diplomskem delu sem se omejil samo na nekatere tehnične učinke vgradnje novega varnostnega sistema ERTMS/ETCS nivo »2« na progi Ljubljana – Sežana.

4.1 ZAMENJAVA ZASTARELEGA ANALOGNEGA KOMUNIKACIJSKEGA SISTEMA

Eden od učinkov uvedbe ERTMS na glavnih progah je postavitve novega komunikacijskega omrežja GSM-R, ki je osnovni gradnik tega sistema. Radio-dispečerska naprava (RDN) je radio komunikacijski sistem namenjen za komunikacijo med progovnim prometnikom in strojevodjem ter lokalnimi službami. Sistem omogoča govorno komunikacijo in izmenjavo telegramov. Na SŽ je komunikacijski sistem še analogni, ki po tehnični in ekonomski strani ne ustreza več svojemu namenu in ga je potrebno zamenjati z novim digitalnim sistemom.

Zato je potrebno na SŽ postaviti novo radijsko omrežje, ki bo zadostovalo obstoječim in novim zahtevam, kot je izpopolnjevanje evropskih standardov. To je GSM-R omrežje, ki združuje govorno in podatkovno komunikacijo za potrebe osebja vodenja prometa, železniških delavcev, postajnega osebja ter osebja za upravljanje in administracijo. Uvedba sistema GSM-R tudi časovno sovpada z uvedbo sistema ETCS na koridorju D (Valencia – Lyon – Torino – Benetke – Ljubljana – Budimpešta; vključno s priključno progo do Luke Koper), za katerega že potekajo aktivnosti na evropski ravni.

4.2 TEHNIČNA MOČ PROGE

Pridobitev pri posodabljanju prog z novimi SV napravami je pridobitev na tehnični moči proge. V tem poglavju sem se opredelil na prepustno moč proge, ki je posledica opremljenosti proge s sodobnimi SV napravami na progi, in same proge. V nadaljevanju je podan izračun prepustne moči proge na odseku Ljubljana – Sežana v sedanjem stanju in v primeru vgradnje nove SV naprave ETCS nivo »2«.

Tehnična moč proge je količina dela, ki se opravi v časovni enoti na določeni progi in je odvisna od tehničnih sredstev. Tehnična moč proge, ki je odvisna od vlečnih in vlečenih vozil, se imenuje prevozna moč proge. Tehnična moč proge, ki je odvisna od stabilnih naprav, opreme, proge in progovnih naprav, se imenuje prepustna moč proge.

Prepustna moč proge je izražena s številom vlakov, ki jih lahko proga prepusti v določenem časovnem intervalu, pri tem se morajo upoštevati tehnične in tehnološke karakteristike proge. Prepustno moč odrejajo:

- stabilne naprave,
- proga in progovne naprave,
- vzdolžni profil proge,
- število službenih mest in
- organizacija prometa na tem odseku proge.

4.2.1 Povečanje tehnične moči proge

Ko je posamezna proga praktično zasičena, je potrebno omejitvene dejavnike izboljšati oziroma odpraviti. Enotirna proga je nasičena, če je izkoriščena več kot 85%, dvotirna proga pa, če je izkoriščena več kot 90%. Ukrepi za povečanje tehnične moči proge so:

- **organizacijsko tehnični dejavniki:**
 - povečanje mase tovornih vlakov z izkoriščanjem kinetične energije,
 - povečanje mase tovornih vlakov (s pomočjo večjega števila lokomotiv),
 - združevanje dveh in več vlakov,
 - povečanje tehnične hitrosti vlakov,
 - krajšanje postajnih intervalov,
 - menjava tipa grafikona,
 - vodenje prometa preko CVP,
 - uvedba obojestranskega prometa,
 - sledenje vlakov v snopih,
 - promet vlakov v časovnem presledku,
 - karavanski način prometa vlakov in
 - boljša izkoriščenost nosilnosti vagonov.

- **rekonstrukcijski dejavniki:**
 - vgraditev novodobnih SV naprav,
 - uvedba sodobnega informacijskega sistema,
 - uvedba odjavnic na progi ali APB,
 - usposobitev postaje za križanja in prehitenja brez zaustavitve vlakov,
 - povečanje števila službenih mest,
 - podaljšanje postajnih tirov,
 - izgradnja dvotirne proge,
 - uvedba sodobne električne vleke vlakov,
 - ureditev vzdolžnega profila proge,
 - povečanje osne obremenitve proge in
 - povečanje prepustne moči postaj.

4.2.2 Izračun prepustne moči proge Ljubljana – Sežana

Proga Ljubljana – Sežana d. m. je elektrificirana dvotirna proga v razdalji 116,8 kilometrov. Proga je dvotirna, na njej se odvija obojestranski promet s CVP v Postojni.

Promet vlakov na dvotirnih progah se odvija po smereh, kar pomeni en tir za vsako smer. Zaradi tega se prepustna moč proge računa za vsako smer posebej, pri kateri je merodajen najneugodnejši interval zaporednega sledenja. Pri paralelnem grafikonu se prepustna moč računa po formuli:

$$n = \frac{1440}{I} (\text{vlakov}) \qquad n = \frac{1440}{6} = 240$$

I = interval, ki znaša 6 min, če se upošteva vgrajen ETCS ali APB za vsako smer. Prepustna moč proge znaša $240 \times 2 = \mathbf{480 \text{ vlakov/dan}}$.

$$n = \frac{1440}{13} = 111$$

I = interval, ki znaša 13 min v smeri Ljubljana – Sežana pri obstoječi organizaciji.

$$n = \frac{1440}{11} = 131$$

I = interval, ki znaša 11 min v smeri Sežana – Ljubljana pri obstoječi organizaciji.

Prepustna moč proge pri obstoječi organizaciji prometa na odseku Ljubljana – Sežana znaša 111 vlakov/24 h, na odseku Sežana – Ljubljana pa 131 vlakov/24 h. Skupna prepustna moč dvotirne proge Ljubljana – Sežana znaša **242 vlakov/dan**.

Prepustna moč proge v primeru vgrajene nove SV naprave ETCS nivo »2« na odseku Ljubljana – Sežana bi se povečala iz sedanjih 242 vlakov na 480 vlakov v 24 urah.

5 ZAKLJUČKI

5.1 PROMETNA POLITIKA RS

V zaključku diplomske naloge je najprej podana kritična ocena do prometne politike RS (Republike Slovenije). V dvajsetih letih samostojnosti Republike Slovenije se je zelo malo vlagalo v železniško infrastrukturo. V začetku samostojnosti bi morala biti prometna politika zastavljena tako, da bi se za železniško infrastrukturo najeli krediti, s katerimi bi bilo mogoče izgraditi nove proge, predvsem drugi tir proge Koper – Divača ter drugi tir proge Ljubljana – Jesenice.

Razen navedenih novozgrajenih prog bi bilo nujno potrebno opraviti rekonstrukcijo ostalih glavnih prog. Izgradnja avtocestnega križa bi morala biti predana v roke koncesionarjev. Tako bi imeli v dvajsetih letih samostojne prometne politike v RS, nov avtocestni križ in obnovljeno ter novozgrajeno železniško infrastrukturo, ki bi omogočala višje progovne hitrosti. Na glavnih progah je v današnjem času veliko ozkih grl, predvsem zaradi nizke progovne hitrosti.

5.2 DOSEDANJA POSODOBITEV SV NAPRAV NA PROGI LJUBLJANA – SEŽANA D. M.

Nekje v istem obdobju se je opravljala posodobitev SV naprav na progi Ljubljana – Sežana d. m. ter na progi Divača – Koper, vendar se pri posodobitvi ni vgrajevalo SV naprav enega proizvajalca. Takšen način posodabljanja prog z napravami več proizvajalcev ima tudi negativne strani. Slaba stran vgrajenih sodobnih SV različnih proizvajalcev je v zelo dragih vmesnikih, ki omogočajo kompatibilnost različnih sistemov, in v višjih stroških vzdrževanja zaradi nekompatibilnosti rezervnih delov in programske opreme.

Na progi Ljubljana – Sežana d. m. je zadnja posodobitev pripomogla k povečanju tehnične moči proge, a je to povečanje minimalno glede na trenutni vložek v posodobitev. Največji učinki te posodobitve zaradi vgradnje nove SV naprave in CVP so predvsem;

- zmanjšanje stroškov dela,
- večja natančnost in varnost železniškega prometa,
- manjša poraba energije in
- manjši strošek vzdrževanja.

Ti pozitivni učinki potem privedejo do pozitivnih rezultatov v poslovanju družbe.

Vlakovni promet se vodi in ureja iz Centra vodenja prometa Postojna. Sama organizacija in pokazatelji primernosti sistema so pokazali še druge pomanjkljivosti pri tej rekonstrukciji proge s strani varnosti prometa.

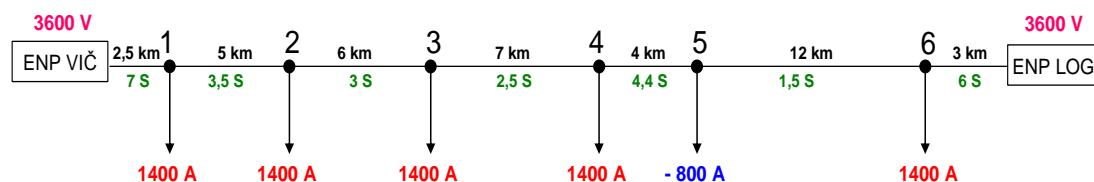
Sistem je sicer zasnovan na moderni tehnologiji, vendar pri posodobitvi na postajah niso bili vgrajeni podhodi, široki peroni za uporabnike prevoznih storitev – potnike in tehnologija vizualne kontrole vstopa in izstopa potnikov. Zaradi teh pomanjkljivosti pri vodenju prometa vlakov ni v celoti izključen človeški faktor, kar ima lahko za posledico ogrožanje varnosti oziroma človeških življenj. Progovni prometnik, ki posluhuje naprave na petih postajah, je zaradi teh

pomanjkljivosti pod veliko stresno obremenitvijo, kar ima za posledico negativni vpliv na njegovo zdravstveno stanje. Zaradi varovanja potnikov je v CVP Postojna izključeno avtomatsko vodenje prometa. Posledica tega je zmanjšanje prepustne moči proge in povečanje porabe energije pri speljavi vlakov zaradi pogostih zaustavitvev na uvoznih signalnih postaj.

5.3 POSODOBITEV PROGE SAMO NA ENEM SEGMENTU

V nadaljevanju bo na konkretnem primeru dokazano, da če je posodobitev proge omejena samo na enem segmentu, ni pravega učinka. Pri rekonstrukciji proge je potrebno odpraviti vsa ozka grla, ki vplivajo na zmanjšanje tehnične moči proge. Na progo se lahko vgradi novodobna SV naprava, ampak če ni zagotovljeno zadostno število ENP (elektro napajalnih postaj), ki bi lahko napajale z električno energijo elektro vlečna vozila, je učinek skoraj ničen.

Napajanje vozne mreže pri obstoječi organizaciji prometa, kjer je med ENP Vič in Logatec 6 vlakov:



Slika 51: Napajanje vozne mreže v obstoječi organizaciji prometa
VIR: Kristijan Matko, 2012

Zgornja slika prikazuje shematski prikaz napajanja vozne mreže dvotirne proge med ENP Vič in ENP Logatec, med katerima je razdalja 39,5 km. V obstoječem stanju prometne ureditve lahko na tem odseku vozi 6 vlakov, kar je prikazano na sliki s puščicami, kar pomeni, da imamo 6 vozišč. Med ENP in med vsakim vlakom je razdalja v km, pod črto so v zeleni barvi prikazane vrednosti prevodnosti v Siemensih, kar izračunamo na osnovi podatka za 1 km dvotirne proge, za katero znaša upornost $0,057 \Omega$. To vrednost pomnožimo s kilometri in delimo z 1. Predpostavimo, da je v obeh ENP napetost 3600 V in zapišemo matriko napetosti U_N :

$$U_N = \begin{bmatrix} 3600 \\ 3600 \\ 3600 \\ 3600 \\ 3600 \\ 3600 \end{bmatrix} \text{ V}$$

Na podlagi izračunanih prevodnosti tvorimo voziščno admitančno matriko Y :

$$Y = \begin{bmatrix} 10,5 & -3,5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3,5 & 6,5 & -3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 5,5 & -2,5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2,5 & 6,9 & -4,4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -4,4 & 5,9 & -1,5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1,5 & 7,5 \end{bmatrix}$$

V vsakem vozlišču se nahaja električno vlečno vozilo (vlak) s podatkom za obremenitveni tok v A, kar predstavlja na sliki rdeča barva za vlečni tok in modra barva za tok pri generatorskem zaviranju lokomotive. Na osnovi tokov tvorimo matriko tokov I_o :

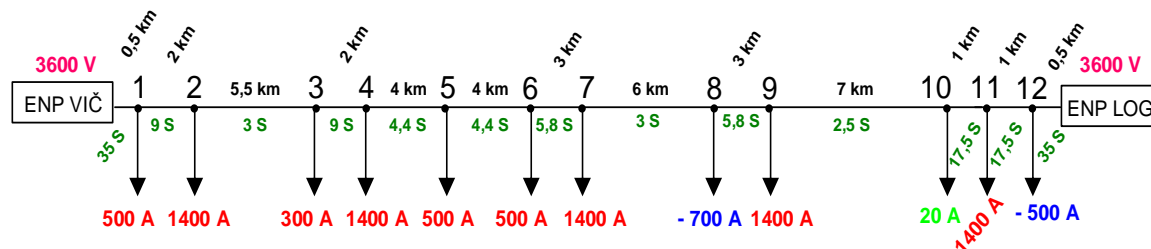
$$I_o = \begin{bmatrix} 1 & 1400 \\ 2 & 1400 \\ 3 & 1400 \\ 4 & 1400 \\ 5 & -800 \\ 6 & 1400 \end{bmatrix} \text{ A}$$

Sedaj lahko izračunamo, kolikšna je napetost na odjemniku toka obeh lokomotiv po naslednji enačbi : $U_V = U_N - Y^{-1} \cdot I_o$ (V)

$$U_V = \begin{bmatrix} 1 & 3159 \\ 2 & 2678 \\ 3 & 2582 \\ 4 & 3028 \\ 5 & 3244 \\ 6 & 3342 \end{bmatrix} \text{ V}$$

Rezultati pokažejo, kolikšni so padci napetosti v posamičnih vozliščih oziroma kakšno napetost odčita vsak strojevodja na kV metru na vozniškem pultu.

Napajanje vozne mreže pri vgrajenem ETCS ali APB za vsako smer, kjer je med elektro-napajalnima postajama 12 vlakov.



Slika 52: Napajanje vozne mreže pri vgrajenem ETCS ali APB za vsako smer
VIR: Kristijan Matko, 2012

Na enakem odseku bo pri vgrajenem ETCS nivo »2« možno vpeljati 12 vlakov, katerih razporeditev in ostale podatke prikazuje slika 52 na prejšnji strani. Na enak način kot v prejšnjem primeru izračunamo vrednost napetosti v posamičnem vozlišču. V tem primeru vidimo, da so veliki padci napetosti v vozni mreži, posledično bi prišlo do izpada delovanja vlečnih vozil in izpada ENP zaradi prevelikih tokovnih obremenitev. Zaradi izpada ENP bi prišlo do motenj v železniškem prometu. Da bi bila energetska učinkovitost zadostna, je potrebno med ENP Vič in Logatec izgraditi še eno ENP, ki bi zagotavljala dodatno oskrbo z električno energijo.

$$U_v = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} \begin{bmatrix} 3461 \\ 2978 \\ 2203 \\ 1978 \\ 1799 \\ 1733 \\ 1737 \\ 2212 \\ 2337 \\ 3188 \\ 3310 \\ 3512 \end{bmatrix} \text{ V}$$

5.4 ERTMS/ETCS

Če se povrnemo na novodobne SV sisteme, ugotovimo, da je glavna motivacija Evropske komisije vgradnje ERTMS-a, da se uskladi sistem kabinske signalizacije po vsej Evropi. Tak pristop vključuje željo po zmanjšanju tehničnih in ekonomskih tveganj. Glavna tehnična zahteva izgradnje sistema je doseganje interoperabilnosti. Tako lahko vlaki z ETCS in GSM-R opremo vozijo na progah, ki so opremljene s sistemom ETCS in GSM-R drugega dobavitelja. Prav tako lahko vlaki mejni prehod prečkajo brez dodatnega zadrževanja.

Na splošno in iz tehničnega vidika se Slovenskim železnicam priporoča uvedba ETCS sistema, ker predstavlja izvedljivo in moderno rešitev, ki je v skladu z interoperabilno politiko EU in sosednjih držav. Z ekonomskega in finančnega stališča se nobena od rešitev ne more smatrati za dobičkonosno, kar je tipično za infrastrukturne investicije. Če se že mora dati prednost katerikoli rešitvi, potem je s finančnega vidika bolj sprejemljiva minimalna ETCS rešitev v primerjavi z maksimalno ETCS rešitvijo. Dodaten denar pa naj SŽ vložijo v rekonstrukcijo proge, da bi se povečala progovna hitrost.

Zelo se priporoča začetek razvoja ERTMS/ETCS s pilotnim projektom na glavnih progah. Pilotni projekti bodo pomagali v procesu odločanja, za kar pa morajo biti uvedene rešitve.

LITERATURA IN VIRI

Knjige:

- Jontes, J. (1989). *Železniške signalnovarnostne naprave*. Ljubljana: Železniško gospodarstvo Ljubljana.
- Jontes, J. (1999). *Uporaba železniških signalnovarnostnih naprav*. Ljubljana: Slovenske železnice d. d., Ljubljana.
- Kek, J. (2010/2011). *Organizacija železniškega prometa*. Kranj: B&B, izobraževanje in usposabljanje d. o. o.
- Voršič, J., Zorič, T. (1984). *Matrične metode v razreševanju električnih omrežij*. Maribor. Razmnoževalnica TF Maribor.
- Stanley, P. (2011). *ETCS for Engineers*. Hamburg: DVV Media Group GmbH/Eurailpress.
- Kozinc, V. (1972). *Stabilne naprave za železniško vleko – 1. del*. Ljubljana. Združeno železniško transportno podjetje Ljubljana.

Diplomsko, magistrsko ali doktorsko delo:

- Petrovitski, M. (2010). *Interoperabilnost komuniciranja omrežja v železniškem sistemu*. Diplomsko delo, Ljubljana: ŠC, PET, VSS.

Članek v reviji:

- Širnik, D. (2011). *ERTMS in Slovenien, SIGNAL + DRAHT*, strani 16 – 18.
- Urbanc, J. (2007). *Uvajanje ERTMS, Nova proga*, strani 14 – 16.

Poročila, interni dokumenti:

- Slovenske železnice d. o. o. *intranet*, dostopno 20. 01. 2012.
- Slovenske železnice d. o. o. (2009). *Ittis – Katalog posluževanja*, Slovenske železnice 2009.
- Slovenske železnice d. o. o. (2009). *ESTW L90 5 Slovenija*. Specifikacija naročniških zahtev, Thales 2004.
- Slovenske železnice d. o. o. (2008). *Sistem za daljinsko vodenje železniškega prometa TRIS CTC*, Iskra 2008.
- Slovenske železnice d. o. o. (2004). *CVP – Slovenija. Priročnik za delo s sistemom LTIS*, Siemens, 2004.
- Slovenske železnice d. o. o. (1999). *Elektronska postavljalnica vrste Simis*, Siemens 1999.

Spletne revije:

- RSSB Block 2, Angel Square, London. (01. 10. 2009). *ERTMS cab signalling*. Pridobljeno 12. 01. 2012 z naslova http://www.rqsonline.co.uk/Rule_Book/Rule%20Book%20Modules/S%20-%20Signals/GERT8000-S6%20ERTMS%20Iss%201.pdf.
- Paolo De Cicco. (15. 05. 2008). *ETCS Implementation Handbook*. Pridobljeno 05. 01. 2012 z naslova http://www.uic.org/etf/publication/publication-detail.php?code_pub=190_15.

KAZALO SLIK

Slika 1: Opremljenost postaj z različnimi tipi SV naprav	2
Slika 2: Prometna koridorja (V in X v evropskem prostoru).....	2
Slika 3: Koridorji ERTMS A – F	3
Slika 4: Primerjava stroški – varnost.....	6
Slika 5: Signalnovarnostni sistemi v Evropi	7
Slika 6: Mehanski signal – posluževanje na samem mestu	8
Slika 7: Kretniška ključavnica s ključem.....	8
Slika 8: Centralna ključavnica.....	9
Slika 9: Likovni signal s sistemom z daljinskim posluževanjem (žicevodom)	9
Slika 10: Signalni vzvodi.....	10
Slika 11: Zaporna tabela	10
Slika 12: Mehanski blok.....	11
Slika 13: Razporeditev EMSV naprav na postaji.....	12
Slika 14: Kretniški blok z električno nadgradnjo.....	12
Slika 15: Komandni pult v prometnem uradu	13
Slika 16: Postajni-komandni blok z ročico magnetnega induktorja.....	13
Slika 17: Stojala z relejnimi skupinami v relejnem prostoru ERSV naprav	15
Slika 18: Postavljalna miza.....	16
Slika 19: Glavni signal in signal za zavarovanje tirne poti.....	16
Slika 20: Kretniški pogon.....	18
Slika 21: Opremljenost prog z ASN	18
Slika 22: Tirni magnet ASN	19
Slika 23: Elektronski kontakt števca osi EKŠO	19
Slika 24: Magnetni tirni kontakt (MTK).....	20
Slika 25: Betonska hišica APB	21
Slika 26: Opremljenost prog z APB, MO in z daljinskim vodenjem prometa.....	21
Slika 27: Kontrolni signal	22
Slika 28: Arhitektura elektronskih naprav za daljinsko krmiljenje ERSV naprav	24

Slika 29: Operaterska konzola in tipkovnica na standardnem osebem računalniku z grafičnim vmesnikom.....	24
Slika 30: Nadzorna panoramska plošča s svetlobnimi javljalniki v centru telekomande.....	25
Slika 31: Številčni prikazovalnik, vgrajen v mozaiku nadzorne plošče (vlak št. 43600)	25
Slika 32: Centralna postavljalnica z nadzorno ploščo in številčnima postavljalnima pultoma	26
Slika 33: Arhitektura elektronske naprave za lokalno krmiljenje ERSV naprav z VPS	26
Slika 34: Elektronska postavljalnica v centru vodenja prometa (simbolna slika)	28
Slika 35: Prikaz topografije zunanjih SV naprav	29
Slika 36: Arhitektura sistema ETCS.....	31
Slika 37: Eurobaliza.....	32
Slika 38: Eurozanka (kabel).....	32
Slika 39: Funkcionalna zasnova Eurozanke	33
Slika 40: Elektronska progovna enota LEU	33
Slika 41: Funkcionalna zasnova LEU Lineside Elektronic Unit	34
Slika 42: Funkcionalnost sistema GSM-R.....	34
Slika 43: Funkcionalna zasnova RBC.....	35
Slika 44: ETCS nivo »1« z in brez Radio Infill enote	36
Slika 45: Arhitektura komponent ETCS na vozilu	36
Slika 46: DMI – monitor in prikaz nadzora hitrosti.....	37
Slika 47: Driver Radio Interface (DRI).....	37
Slika 48: ETCS nivo 1	42
Slika 49: ETCS nivo 2	45
Slika 50: ETCS nivo 3	46
Slika 51: Napajanje voznega omrežja v obstoječi organizaciji prometa	54
Slika 52: Napajanje voznega omrežja pri vgrajenem ETCS ali APB za vsako smer.....	55

KAZALO TABEL

Tabela 1: Skupno število cestnih prehodov in način zavarovanja	22
Tabela 2: Povezava med nivoji ETCS-a in opremo na progi.....	38
Tabela 3: Možni prehodi med nivoji	39
Tabela 4: Koristi SŽ pri implementaciji ERTMS/ETCS.....	49

KRATICE IN AKRONIMI

A	amper
APB	avtomatski progovni blok
ATC	avtomatska kontrola vlaka
ATP	avtomatska zaščita vlaka
ASN	avtostop naprava
BTM	Balise Transmition Module – nadzorni vmesnik v ETCS sistemu
CVP	center za vodenje prometa
CPr	naprava za zavarovanje cestnega prehoda
DK	daljinska kontrola
DMI	Driver-Machine Interface – upravljalni monitor
DRI	Driver Radio Interface – upravljalni monitor za radio
EIRENE	enotno evropsko radijsko povezovalno omrežje
EKŠO	elektronski kontakt števca osi
EMSV	elektromehanska signalnovarnostna naprava
ENP	elektro-napajalna postaja
EP	elektronske postavljalnice
ERTMS	European Rail Traffic Management System - Evropski sistem za upravljanje železniškega prometa
ERSV	elektrorelejna signalnovarnostna naprava
EU	Evropska unija
SV	signalnovarnostna naprava
ETCS	Europe Train Control System – Evropski sistem za nadzor vlakov
GSM-R	brezžični komunikacijski sistem na osnovi javnega GSM s funkcionalnostmi za železniške potrebe
I 60 R	avtostop naprava tipa I 60 R
JRU	Juridical Recording Unit – zapisovalna enota o vožnji vlaka
KS	kontrolni signal
LEU	elektronske progovne enote
LTM	Loop Transfer Modul – nadzorni vmesnik v ETCS sistemu
LZB 80E/PZB 90	avtostop naprava tipa LZB 80E/PZB 90
MO	medpostajna odvisnost

MTK	magnetni tirni kontakt
PO	postajno območje
RBC	radijski blok center
RDN	radio-dispečerska naprava
RDZ	radio-dispečerska zveza
RS	Republika Slovenija
STM	specifični prenosni modul
SŽ	Slovenske železnice
ŠPP	številčni postavljalni pult
TEN	trans-evropska transportna mreža
TIU	Train Interface Unit – nadzor vmesnikov v ETCS sistemu
TSI	tehnične specifikacije interoperabilnosti
U	napetost
UKV	ultra kratki valovi
VPS	video postavljalni pult