

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

Andrea Belančić

PRIMJENA ITS-A U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2013.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

PRIMJENA ITS-A U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

DIPLOMSKI RAD

Kolegij: Planiranje kopnenih prometnih sustava
Mentor: Prof.dr.sc. Hrvoje Baričević
Student: Andrea Belančić
Matični broj: 0112035331
Studij: Tehnologija i organizacija prometa

Rijeka, rujan, 2013.

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Predmet i cilj rada..... | 1 |
| 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja..... | 1 |
| 1.3. Gantogram istraživanja..... | 2 |
| 1.4. Sadržaj i struktura rada..... | 2 |
| 2. POJAM SIGURNOSTI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU | 3 |
| 2.1. Sustav za podršku upravljanju signalno-sigurnosnim uređajima..... | 3 |
| 2.2. Inteligentni informacijsko-komunikacijski sustavi u željezničkom prometu..... | 4 |
| 3. TEMELJI DIGITALNOG UPRAVLJANJA | 5 |
| 3.1. Analogno upravljanje..... | 5 |
| 3.2. Digitalno upravljanje..... | 6 |
| 4. POTREBA ZA RAZVOJEM ITS-A U ŽELJEZNIČKOM PROMETU | 7 |
| 4.1. Upravljanje željezničkim prometom u Europi..... | 8 |
| 4.1.1 ETCS (European Train Control System) uređaj..... | 9 |
| 4.1.2. Integracija GNSS-a i INS-a u željezničkom prometu..... | 10 |
| 4.1.3. Prednosti željezničkog pozicijskog sustava baziranog na GNSS-u..... | 11 |
| 5. SIGNALIZACIJA U ŽELJEZNIČKOM PROMETU | 12 |
| 5.1. Uređaji za postavljanje i kontrolu skretnica i iskliznica..... | 14 |
| 5.1.1. Upravljanje skretnicama | 14 |
| 5.1.2. Kontrola stanja skretnice | 15 |
| 5.1.3. Grijanje skretnica..... | 17 |
| 5.1.4. Skretnice za vlakove velikih brzina | 17 |
| 5.2. Lokomotivska signalizacija | 20 |
| 5.2.1. Prijenos signalizacije u lokomotivu..... | 20 |
| 5.2.2. Sustavi kontinuiranog prijenosa informacija | 23 |
| 5.3. Međukolodvorska ovisnost..... | 26 |
| 5.3.1. Automatski pružni blok..... | 27 |

| | |
|--|----|
| 6. TELEKOMUNIKACIJE U ŽELJEZNIČKOM PROMETU..... | 31 |
| 6.1. Prijenosni sustavi | 31 |
| 6.2. Telegrafske veze | 32 |
| 6.3. Željezničke radio-veze | 33 |
| 6.3.1. Radiodispečerski sustav | 34 |
| 6.4. Globalni sustav mobilne telefonije GSM-R | 36 |
| 6.5. Telekomanda | 41 |
| 6.6. Informacijski sustavi | 42 |
| 7. RAZVOJ SUSTAVA DALJINSKOG UPRAVLJANJA | 44 |
| 8. OSIGURANJE CESTOVNIH PRIJELAZA | 45 |
| 8.1. Znakovi upozorenja..... | 46 |
| 8.2. Načini osiguranja cestovnih prijelaza | 47 |
| 8.3. Način rada automatskog uključivanja..... | 48 |
| 8.4. Usporedba različitih tipova cestovnih prijelaza | 50 |
| 9. SWOT ANALIZA Primjene ITS-a u željezničkom prometu..... | 51 |
| 10. ZAKLJUČAK..... | 52 |
| LITERATURA | 53 |
| POPIS TABLICA | 54 |
| POPIS SLIKA | 55 |

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

Predmet ovog rada je primjena inteligentnih transportnih sustava (ITS) u željezničkom prometu, njegova uloga, te prednosti korištenja ovog sustava. U radu su navedene svrhe sustava, kao i značaj sustava u podizanju sigurnosti i kvalitete usluge željezničkog prometa. Razvijanje novih poluautomatskih sustava za nadzor vlakova nude rješenja po pitanju sigurnosti putnika i robe, ali jednako tako i uštede sredstava potrebnih za transport istih.

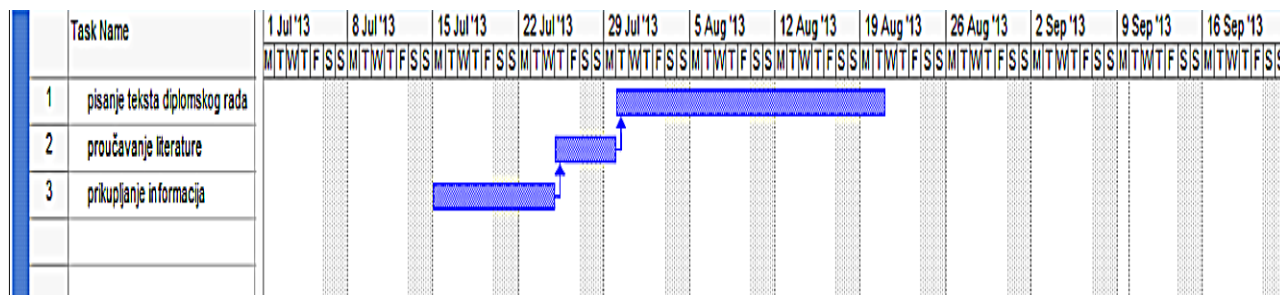
Potrebna je bolja interoperabilnost unutar željeznica kako bi promet što bolje funkcionirao u svrhu izbjegavanja konfliktnih situacija. Također, potrebno je poboljšati informacijske sustave, ne samo putnika u željezničkom prometu, već kao i pomoć strojovođi pri donošenju odluka za vrijeme vožnje. Problem koji se javlja kod poboljšanja ITS-a jest visoka cijena implementacije novih sustava i poboljšanje same infrastrukture željezničkog prometa te se postavlja pitanje isplativosti i potrebe koje čini mnoge zemlje nervoznim pri odabiru ulaganja vlastitih sredstava. No željeznički promet je vrlo bitna grana prometa koja ima puno prednosti i u koju se treba ulagati u budućnosti kako bi nam još više toga pružila.

Cilj rada je spoznati prednosti uvođenja ITS sustava i težnja njegovoj nadogradnji. Pronaći načine stvaranja sigurnosti u željezničkom prometu uz potrebne informacije i usluge. Glavna svrha željezničkog prometa koji je podržan protokom informacija je ostvariti siguran i učinkovit prijevoz putnika i tereta uz uvjet da su definirane mobilne i fiksne infrastrukture. Moderni željeznički transportni sustav je prijevoz putnika ili tereta koji se temelji na protoku informacija. RITS, vlakovi i temeljna infrastruktura predstavljaju osnovne tehničke opremljenosti željezničkog prijevoza. Najosnovniji uvjet kod poboljšanja prijevozne moći željezničkog prometa je prikupljanje kvalitetne tehničke opreme.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Za izradu ovog rada koristile su se slijedeće metode: metoda deskripcije (prikupljanjem literature i njenim proučavanjem, došlo se do objašnjenja pojedinih pojmova vezanih za rad), metoda analize (gdje su pojmovi i različite pojave odvojeni, kako bi se svaki dio mogao zasebno proučiti), induktivna metoda (na temelju različitih slučajeva doneseni su zaključci), deduktivna metoda (na osnovu prikupljenih podataka, doneseni su pojedinačni zaključci).

1.3. Gantogram istraživanja



Izradila: Andrea Belančić

1.4. Sadržaj i struktura rada

Rad se započeo onim najbitnijim, a to je pitanje sigurnosti u željezničkom prometu i čemu se sve treba težiti kako bi se stanje dovelo na zadovoljavajuću razinu. Opisani su uređaji koji se koriste za lakše postizanje sigurnosti, te njihova učinkovitost. Rad digitalnog i analognog upravljanja željeznicom, opisan je u poglavlju 3. U poglavlju 4. razrađena je poreba za uvođenjem ITS-a te kako on zapravo djeluje u očuvanju sigurnosti u željezničkom prometu. Navedene su mogućnosti ITS-a te zašto je on važan za željeznički promet. U poglavlju 5. obrađena je tema signalizacije u željezničkom prometu, te koliko je zapravo bitna u odvijanju prometa. Zadatak svih sigurnosnih sustava, koji zamjenjuju strojovođu jest prenošenje informacija o stanju signala na uređaje u lokomotivi. U 6. poglavlju su obrađene telekomunikacije u željezničkom prometu koje pružaju sigurno i efikasno odvijanje željezničkog prometa. Neophodan je pouzdan i brz prijenos podataka, naredbi i obavijesti. Razvoj temelja digitalnog upravljanja obuhvaćen je u poglavlju 7. koje opisuje njegov razvoj i koliko je bitno digitalno upravljanje. Osim ITS-a koji djeluje unutar same željeznice, opisan je i sustav djelovanja ITS-a na cestovnim prijelazima preko pruge koja su vrlo bitna zbog sigurnosti vlaka i vozila, te moraju imati potrebne oznake koje su opisane u 8. poglavlju. U 9. poglavlju je napravljena SWOT analiza koja nam predstavlja snage, slabosti, prilike i opasnosti kod primjene ITS-a u željezničkom prometu.

2. POJAM SIGURNOSTI U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

U željezničkom prometnom sustavu koji utječe na okolinu, sigurnost željezničkog prometa se označava kao pojam isključivanja štetnih ili konfliktnih situacija. Kao što je poznato, željeznički promet je definiran tehnološkim procesom. Taj proces podrazumijeva određenu regulaciju prometa. Promet vlakova se mora na neki način fizički regulirati, tako što će biti što manje opasan za okolinu. Sigurno odvijanje prometa može se odrediti prema utjecaju željezničkog prometa na okolinu.

Teži se da utjecaj željeznice na okolinu bude čim manji. Najteži zadatak koji se postavlja pred željeznicu u svezi sigurnosti je svakako spriječiti konfliktne situacije. Kako unutar samog željezničkog prometa, tako i prema drugim vrstama prometa s kojim se željeznica nalazi u istom okolišu.

Zadaću bezuvjetnog, pozdanog i automatskog prijelaza na višu razinu sigurnosti mogu ostvariti samo uređaji koji imaju ugrađene elemente za detekciju i mjerenje određene fizikalne veličine. Oni imaju ugrađene elemente za obradu prispjelih podataka. Sadrže i elemente umjetne inteligencije za usporedbu obrađenih podataka s programiranim, na temelju koje će se odrediti ponašanje objekata u sustavu.

2.1. Sustav za podršku upravljanju signalno-sigurnosnim uređajima

Elektronički signalno-sigurnosni uređaji predstavljaju računalski podržani sustav upravljanja željezničkim prometom. Oni u svom radu koriste informacije, bilo iz vlastitog sustava, bilo iz drugih informacijskih sustava, a njihova je zadaća donošenje optimalne upravljačke odluke. U takvim sustavima postupak odlučivanja odvija se od najjednostavnijeg rutinskog odlučivanja u dobro poznatim uvjetima, do vrlo složenog odlučivanja u nepoznatim i višedimenzionalnim uvjetima, ali ni jedna odluka ne smije ugroziti sigurnost odvijanja željezničkog prometa.

Tako se može dokazati da je u željezničkom prometu potrebno donositi odluke u različitim uvjetima složenosti. Da bi nastala vrijedna informacija, podatke treba na pogodan način obraditi. Obrada se podataka najčešće koristi za pretvorbu skupa neobrađenih i sirovih podataka u statističke informacije u brojevnom obliku. Najčešće predstavljaju srednju vrijednost, ili varijance podataka. Isto tako mogu biti i u grafičkom obliku prikazani dijagramima, histogramima ili grafikonima.

Pretvorba, obrada i pohranjivanje informacija obavlja se u informacijskom sustavu. Osnovni zadatak informacijskog sustava je da na temelju informacija pohranjenih u bazi podataka donositelju odluka neposredno pruži pravu i ažurnu informaciju. Ta informacija mora biti takva da se pomoću nje može planirati, organizirati i nadzirati sustav upravljanja željezničkim prometom. Uporabom takvih informacijskih sustava, donositelj odluke se udaljuje od same obrade podataka, a time se smanjuje vrijeme potrebno za interpretaciju podataka.

2.2. Inteligentni informacijsko-komunikacijski sustavi u željezničkom prometu

Promatrajući sustave umjetne inteligencije, računala se ne smiju tretirati kao računalni strojevi, oni nam služe za pretvorbu, obradu, proizvodnju i distribuciju informacija. Rad inteligentnog informacijsko-komunikacijskog sustava temelji se na mehaničkom modelu intelekta. Neke od tih sposobnosti su i učenje, razumijevanje, rješavanje problema, objašnjenje vlastitog ponašanja, te ostale inteligentne funkcije koje najviše ovise o znanju.

Da bi se neka pojava, događaj ili proces razumio, potrebno je imati određeno znanje koje se temelji na početnom znanju čije je podrijetlo izvan sustava, a kasnije se ono samo proširuje. Za inteligentno ponašanje informacijsko-komunikacijskog sustava dovoljan uvjet je posjedovanje velike količine specijalističkog znanja. Takvi sustavi mogu pružiti ogromnu podršku stručnjaku ili specijalisti pri rješavanju problema kada je potrebna visoka razina intelektualne aktivnosti.

Dobre rezultate ekspertni sustavi pokazuju u područjima gdje se mišljenje ne temelji na matematičkim operacijama, već na zaključivanju. Specijalističko znanje se temelji na korištenju iskustva, izbjegavanju tuđih pogrešaka, ponavljanjem uspješnih postupaka, kao i osjećanju problema, što sve ima za posljedicu naglašenu vremensku dimenziju znanja.

Tako su u željezničkom prometu izgrađena mnogobrojna pravila koja su nastala iz iskustva stogodišnje eksploatacije željeznice, a kombinirana s novim znanjima željeznica postaje atraktivna grana prometa. Može se pokazati da uporabom ekspertnog sustava čovjek postaje iskusan i vješt stručnjak.

U odnosu na čovjeka ekspertni sustav može otkloniti nedostatke čovjeka koje mogu izazvati slijedeće grupe pogrešaka:

- pogreške nastale kao posljedica psiholoških nedostataka ljudskog organizma,
- pogreške koje su posljedica ograničenosti senzorskih organa ljudskog organizma,
- pogreške nastale nedostacima antropometrijskih karakteristika i motorike ljudskog organizma.

Ekspertni sustav u odnosu na čovjeka, stručnjaka s dokazanim znanjem za obavljanje određenog zadatka, ima značajne prednosti.

3. TEMELJI DIGITALNOG UPRAVLJANJA

Digitalni sustav upravljanja je moderan i lako upotrebljiv način upravljanja električnim i elektroničkim uređajima na željeznici. Ovim sustavom moderna je mikroprocesorska tehnika ušla u upotrebu i pri daljinskim upravljanjem signalno-sigurnosnih uređaja.

3.1. Analogno upravljanje

Konvencionalnim modelom upravljanja se naziva električki sustav koji omogućuje kontinuiranom promjenom veličina napona ili struje promjenu fizikalnih veličina na električnim potrošačima. Na taj način se, upravlja snagom motora klasične električne lokomotive. Ispravljeni napon se preko potenciometarskog spoja otpornika prenosi na istosmjerni motor. Motoru je broj okretaja rotora ovisan o naponu, kako bi se lokomotiva brže ili sporije kretala. Ovaj način upravljanja se može najjednostavnije analizirati pomoću modela upravljanja male željeznice. Brzina lokomotive razmjerna je veličini napona na tračnicama. Kod isključenog napona lokomotiva se zaustavi.

Sve lokomotive koje se nalaze na istim tračnicama, odnosno koje se nalaze u istom strujnom krugu ponašaju se isto: sve se kreću brzo ili se sve kreću sporo. Neovisno upravljanje svakom pojedinom lokomotivom u ovom je slučaju nemoguće. Stručni izraz za upravljanje željeznicom promjenom veličine napona naziva se *analognim*. Budući da se radi o najčešćem načinu upravljanja modelom željeznice, taj se način može nazvati i konvencionalnim.

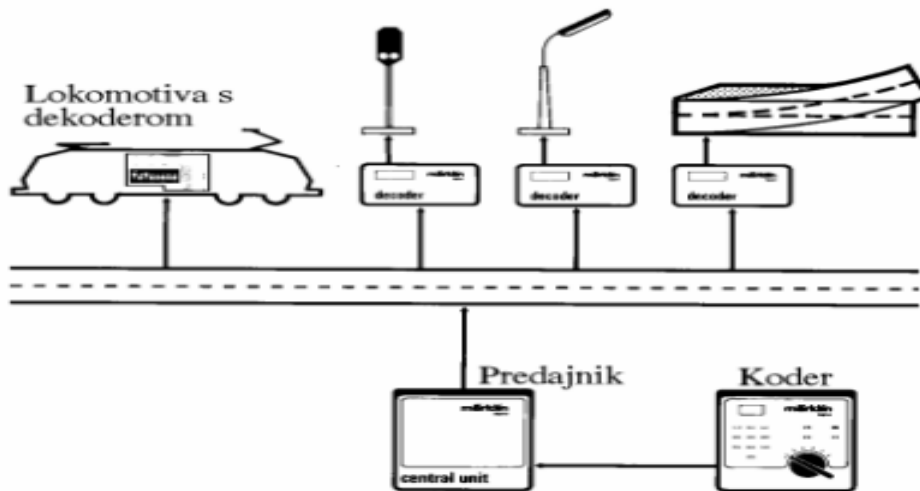
Kod standardnog upravljanja skretnicama i svjetlosnom signalizacijom napon se također uključuje i isključuje. Također, sve skretnice će se istovremeno pokretati ako svaka nema svoj posebni dovodni kabel. Za pojedinačno upravljanje signalnim uređajima je potrebno izgraditi mrežu kabela.

Smanjenje broja kabela je moguće uporabom analognog sustava. Komande se mogu analogno modulirati, ukoliko se na prijemnoj strani potrošača nalazi demodulator s izvršnim elementom, najčešće relejem. Ovim načinom upravljanja se proširuju energetske potrebe

3.2. Digitalno upravljanje

Digitalno upravljanje umjesto relejnih sklopova upotrebljava elektronički logički sklop. Na modelu se može najlakše shvatiti kako radi upravljanje digitalnim modelom željeznice tvrtke Marklin.

Slika 1. Upravljanje željeznicom s digitalnim Marklin sustavom



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Kod digitalnog Marklin sustava upravljanje modelom željeznice obavlja se na drugačiji način. Lokomotivama, tračnicama i signalima se ne upravlja tako da se uključuju direktno putem napona. Upravljanje se obavlja isključivo putem prenošenja informacija. Naredbe se unose u sustav upravljanja preko predajnika koji se naziva Koder. U Koderu se položaj regulatora ili pritisak na tipku pretvara u električne signale. Ti se signali koji predstavljaju informacije za upravljanje, prenose u centralnu jedinicu. Ona koordinira dotok informacija u cjelokupnom digitalnom upravljanju. Centralna jedinica šalje informacije s dovoljnom energijom preko samo dva kabela prema postrojenju. Ovdje se nadolazeće informacije putem prijemnika dešifriraju. Prijemnik se zove Dekoder. Informacije se pretvaraju u struju koja pokreće lokomotive i u struju koja pokreće skretnice i mijenja signale. Da bi reagirao, odgovarajući prijemnik mora primiti informaciju određenu za njega.

Informacija koja se prenosi mora sadržavati adresu na koju se odnose naredbe za upravljanje. Potpuna informacija sadrži uvijek dva podatka:

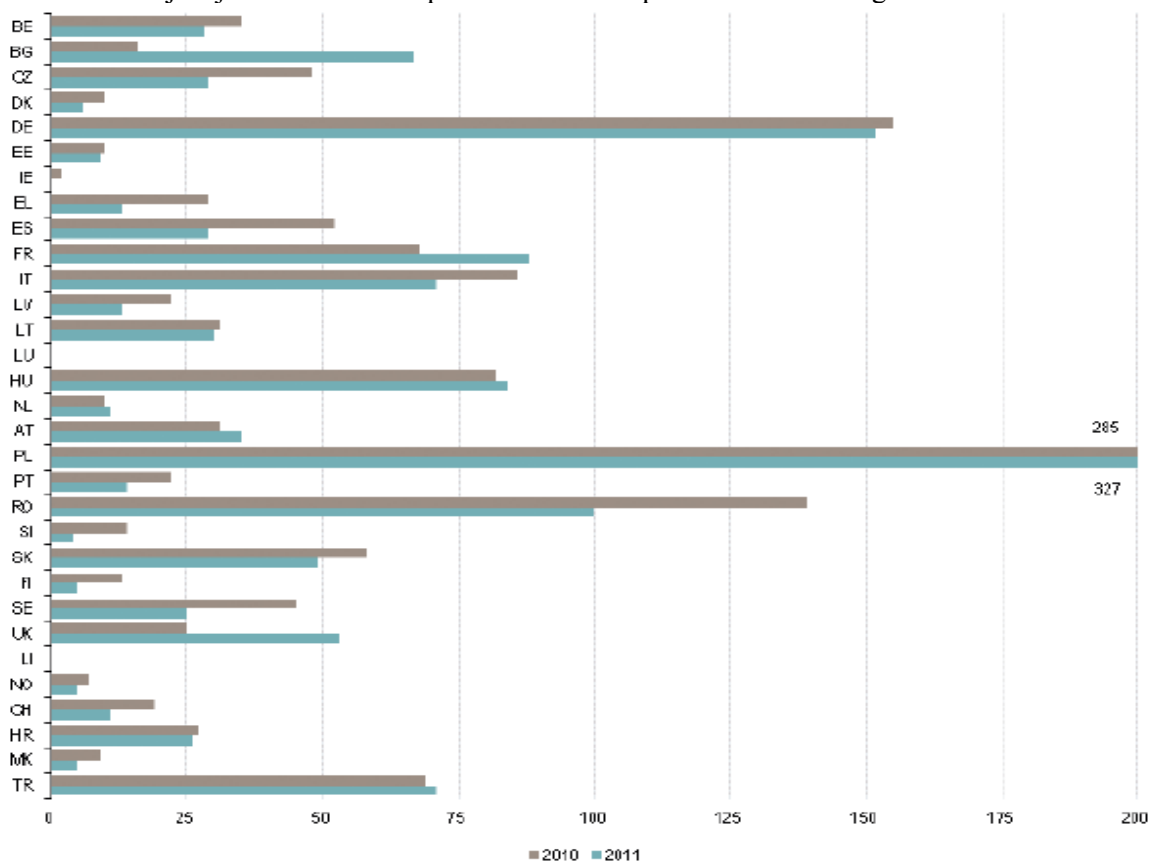
- adresu (na koga se odnosi)
- naredbu (što se treba činiti).

Kako bi prijenos informacija bio uspješan odašiljači prijemnik moraju biti usklađeni. To znači da se moraju sporazumijeti ili imati isti kod. U protivnom sporazumijevanje nije moguće.

4. POTREBA ZA RAZVOJEM ITS-A U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

Danas se na globalnoj razini približno svaka dva sata dogodi prometna nesreća koja uključuje vlak i motorno vozilo ili fizičku osobu. Gotovo pola tih nesreća uzrokovane su kvarom automatskih signalnih uređaja na samom vlaku ili željezničkoj pruzi. Šokantne statističke vrijednosti su nažalost očekivane ako se uzme u obzir uzorak testiranja istih. Zastarjele tehnologije na samim vlakovima i prugama kojima svakodnevno voze doprinose potencijalnim katastrofalnim nesrećama. Razvijanje novih poluautomatskih sustava za nadzor vlakova nude rješenja po pitanju sigurnosti putnika i robe, ali jednako tako i uštede sredstava potrebnih za transport istih. Po uzoru na postojeće primjere unutar Europske unije i ostalih naprednih zemalja svijeta postoje mogućnosti poboljšanja kvalitete željezničkog prometa. Problem koji se javlja jest visoka cijena implementacije novih sustava i poboljšanje same infrastrukture željezničkog prometa te se postavlja pitanje isplativosti i potrebe koje čini mnoge zemlje nervoznim pri odabiru ulaganja vlastitih sredstava. Uslijed dostupnosti preciznih satelitskih navigacijskih sustava, GPS-a i u bliskoj budućnosti Galileja koji pružaju referentnu poziciju, vrijeme i cijelost informacija na globalnoj i lokalnoj razini, željeznički promet suočen je s revolucijom u uvjetima fleksibilnosti poslovanja.

Slika 2. Broj željezničkih nesreća po državama Europe za 2010. i 2011. godinu



Izvor: hrcak.srce.hr/file/152853

Autonomni satelitski navigacijski prijamnici u kombinaciji s komunikacijskim podsustavom, tzv. telematički sustavi, primjenjuju se gotovo svugdje, a uglavnom vezano uz cestovni i pomorski promet. Željeznički sektor nije bio sklon primjeni ovih tehnologija međutim danas se stvari mijenjaju te se počinje sve više vjerovati u prednosti koje nudi tehnologija bazirana na GNSS-u i telematici. Glavna svrha željezničkog prometa koji je podržan protokom informacija je ostvariti siguran i učinkovit prijevoz putnika i tereta uz uvjet da su definirane mobilne i fiksne infrastrukture. Moderni željeznički transportni sustav je prijevoz putnika ili tereta koji se temelji na protoku informacija. RITS, vlakovi i temeljna infrastruktura predstavljaju osnovne tehničke opremljenosti željezničkog prijevoza. Najosnovniji uvjet kod poboljšanja prijevozne moći željezničkog prometa je prikupljanje kvalitetne tehničke opreme. Snaga i moć RITS-a moraju biti usmjereni na tehnološke inovacije te ubrzano provoditi rad novih vozila za poboljšanje tehničkih odlika infrastrukture. RITS je sustav željezničkog prijevoza novog doba koji spaja elektroničke i računalne tehnologije, moderne komunikacijske tehnologije na osnovi prikupljanja informacija, prijenosa i obrade podataka kako bi se osigurala sigurnost i prijevozna učinkovitost.

Da bi se udovoljilo novim zahtjevima u posljednje tri godine razvijen je prototip sustava mobilne telematike INTEGRAIL. Osnovni cilj razvoja INTEGRAIL sustava je pokazati isplativo korištenje GNSS-a za napredno upravljanje željezničkim prometom. Uvođenjem ovakvog sustava napravljen je prvi korak u pružanju pozicije, brzine i smjera kretanja vlakova preko primjene satelitske navigacije sa svrhom povećanja sigurnosti. U ovoj fazi takav pristup omogućuje veću efikasnost u iskorištavanju postojeće pružne infrastrukture. S vremenom će INTEGRAIL potencijalno postati temeljno sučelje GNSS odometrije u daljnjem razvoju ERTMS standarda za linije brzih vlakova.

4.1. Upravljanje željezničkim prometom u Europi

Za postizanje maksimalne učinkovitosti željezničkog prometa, tu su sustavi za upravljanje prometom, koji brinu da vlakovi voze sigurno, učinkovito i po pravilnoj trasi, te da održavaju prikladnu brzinu i izbjegavaju sudare.

Europski sustav upravljanja željezničkim prometom (European Rail Traffic Management System - ERTMS) ima dvije osnovne funkcije rada, komunikaciju i kontrolu.

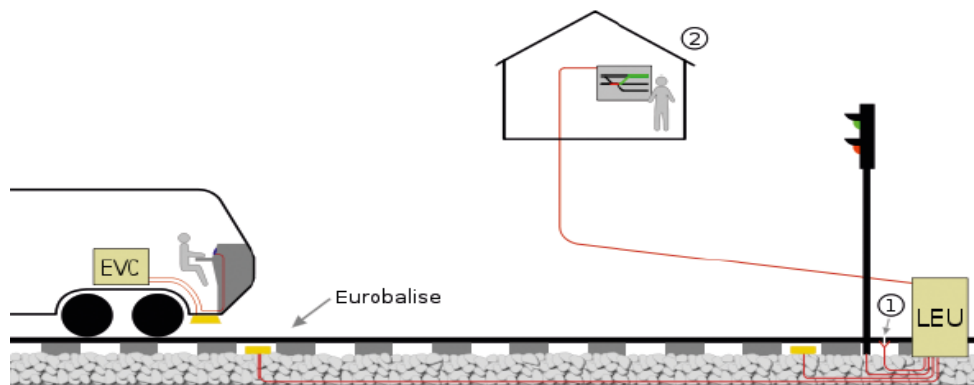
Funkcija komunikacije GSM-R se temelji na GSM standardu, ali koristi različite frekvencije i nudi određene napredne funkcije. Taj sustav se koristi kao radio kako bi poboljšao komunikaciju između vlaka i kontrolne stanice.

Europski sustav upravljanja vlakom je kontrola brzine koju provodi računalo unutar vlaka EuroCab koji uspoređuje trenutnu i dozvoljenu brzinu vlaka. Ukoliko je brzina vlaka veća, on ju smanjuje bez potrebe intervencije vozača.

4.1.1 ETCS (European Train Control System) uređaj

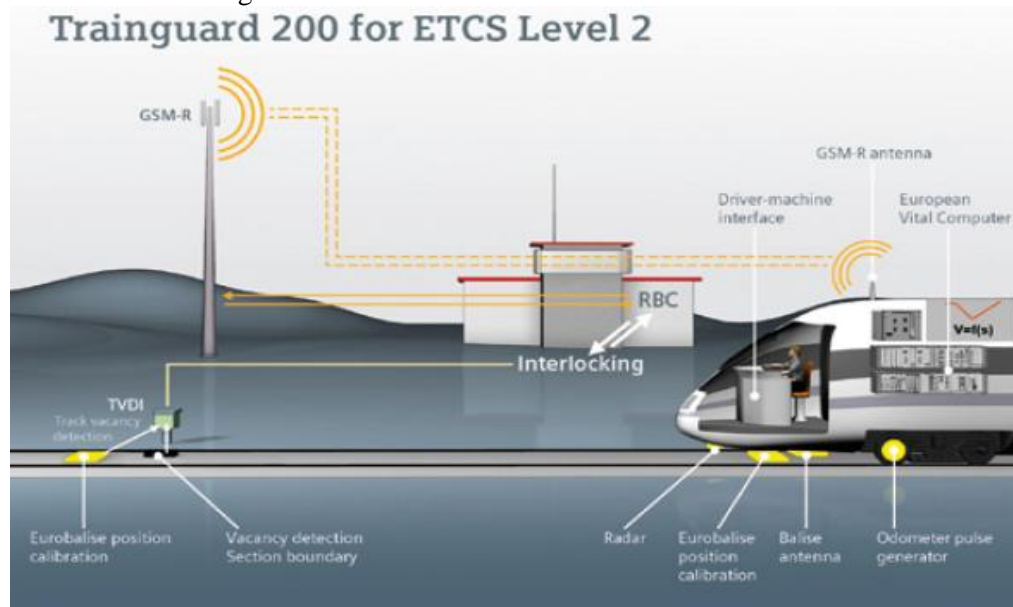
ETCS uređaj je magnetski uređaj instaliran unutar pruge. Radi na način da šalje informacije vlaku, što omogućuje kontinuitet u računanju dozvoljene brzine. Linije koje su opskrbljene pružnom signalizacijom, svjetlima i prometnim znakovima, ove informacije mogu biti proslijeđene standardnim svjetlosnim signalima, smještenim duž pruge, koji su spojeni na Eurobalise-u. To obuhvaća prvu razinu ETCS-a.

Slika 3. Prva razina ETCS-a



Izvor: hrcak.srce.hr/file/152853

Slika 4.. Prva i druga razina ETCS-a



Izvor: hrcak.srce.hr/file/152853

Što se tiče druge razine ETCS-a, informacije se i ovdje mogu proslijediti putem radio veze GSM-R, pa je signalizacija nepotrebna. Time bi se povećale uštede i ne bi se trebalo toliko ulagati u infrastrukturu.

Kod treće razine ETCS-a, vlak sam šalje informacije i lokaciju sa stražnjeg dijela vlaka kako bi bilo moguće odrediti najbolji mogući izbor tehničkih veličina na temelju prethodnih kriterija koje su potrebne trackside sustavu, a kako bi se dodatno smanjila oprema na prugama. ERTMS/ETCS započinje svoj razvoj tako da signalizacija kao i funkcije pozicioniranog vlaka budu uklonjene s trase.

Ipak, najvažnije je da komponenta ERTMS/ETCS magneta Eurobalise uvijek bude postavljena na razmaku od 1 km diljem pruge. Pozicioniranje vlaka bazirano na GNSS-u ne treba dodatnu opremu zbog čega je znatno jeftinije. ERTMS grupa je izdala prijedlog o zajedničkom pristupu za uvođenje GNSS-a u ERTMS/ETCS i očekuje da će ta tehnologija predstavljati zamjenu ili nadopunu za postojeću tehnologiju.

4.1.2. Integracija GNSS-a i INS-a u željezničkom prometu

Za kvalitetnu primjenu GNSS-a (globalni navigacijski satelitski sustav) i INS-a (inercijskog navigacijskog sustava) u željezničkom prometu, potrebni su visoko pouzdani i precizni podaci osigurani senzorima na vozilu.

Glavne komponente pozicije (geografska lokacija, brzina i smjer) mogu biti dobivene spajanjem podataka dobivenih iz GNSS prijemnika i INS senzora koji mogu biti u ulozi: odometra, akcelerometra, Doppler radara za kalkulaciju udaljenosti i žiroskopa za praćenje promjena nagiba.

Za bolju kontrolu vlakova, moguće je nadograditi postojeći sustav za nadzor vlakova s integriranim multisenzorskim pozicijskim sustavom ovisno o razini aplikacije, mogućnosti interoperabilnosti i kontekstu prometa.

S trenutnim mogućnostima odometra, u današnjem željezničkom prometu, moguće su sljedeće integracije:

- GNSS/INS poboljšava funkcije odometra, te sustav na temelju GNSS/INS tehnologije pomaže točnije odrediti trenutnu lokaciju. Ovakva integracija sustava je moguća bez značajnijih promjena postojeće konfiguracije i interoperabilnosti.
- GNSS/INS sustav zamjenjuje odometar. Sustav ne temelju GNSS/INS senzora može samostalno djelovati i određivati lokaciju. Prvi pristup predstavlja ekonomski isplativiji zahvat samom sustavu navigacije.

Slika 5. Senzor na nosivim brtvama



Izvor: hrcak.srce.hr/file/152853

Slika 6. Senzor na prednjoj strani osovine



Izvor: hrcak.srce.hr/file/152853

4.1.3. Prednosti željezničkog pozicijskog sustava baziranog na GNSS-u

Sustav baziran na GNSS-u će biti potreban drugim sustavima zbog:

- smanjenja troškova,
- bolje interoperabilnosti (bez potrebe za novom opremom)
- poboljšanje performansi postojeće odometrije

Razlog za pokretanje željezničkog upravljačkog sustava koji se temelji na GNSS-u će biti niska cijena. Za regionalne i sekundarne linije one niske gustoće prometa mogu prihvatiti ovakva povoljna ulaganja u signalizaciju.

Postojeći signalizacijski sustavi i također magnetni ETCS sustavi signalizacije su preskupi za takve linije. Željeznički pozicijski sustav baziran na GNSS-u će biti znatno jeftiniji, a time i učinkovitiji.

Interoperabilnost će se poboljšati i biti će ujedno i glavni pokretač za korištenje GNSS-a. ETCS i postojeći signalni sustavi bi trebali biti postavljeni zajedno gdje god je to moguće. Željeznice se trenutno suočavaju s ekonomskim i tehničkim barijerama kao i s problemima oko interoperabilnosti i treba težiti ka najboljim i novčano isplativim investicijama.

Kako GNSS nije nužan u infrastrukturi on može pružiti interoperabilnost bez potrebe za ulaganjem u infrastrukturu.

5. SIGNALIZACIJA U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

U željezničkom je prometu najvažnije dobro i pravilno funkcioniranje signalizacije i telekomunikacijskih uređaja. To su bitni sadržaji koji pomažu vozaču u primanju informacija o trenutnim događanjima, kao i o vremenskim prilikama, nesrećama ili ostalim bitnim podacima u tijeku vožnje.

Signalni uređaj ima osnovnu zadaću prenijeti pravodobno i jasno informaciju pokretnom, lokalno upravljanom objektu putem određenih signalnih znakova koji se emitiraju u okolni prostor. Da bi vozač mogao sa sigurnošću obavljati vožnju, signalni uređaj mora uvijek davati signalne pojmove, bez obzira na vanjske i unutarnje utjecaje. Kako čovjek upravlja signalnim uređajem, on mora dobiti povratnu informaciju o ispravnosti uređaja.

Za prenošenje informacija te način odvijanja željezničkog prometa unutar određenog područja upotrebljavaju se signali. Oni reguliraju i čine vožnju sigurnom davanjem signalnih znakova koji dopuštaju ili zabranjuju kretanje željezničkih vozila.

U sustavu optičke signalizacije signalni znaci moraju zadovoljiti slijedeće zahtjeve:

- svaki signalni znak mora biti što jednostavniji,
- signalni znaci moraju biti uvijek uočljivi i razumljivi u svim vremenskim uvjetima,
- signalni znaci moraju biti dovoljno različiti, kako strojovođu ne bi doveli u sumnju glede tumačenja nekog signalnog znaka i
- sustav signalizacije mora imati mogućnost generiranja dovoljnog broja znakova

Signali se prema namjeni dijele u više skupina: glavni, pomoćni signali i pokazivači.

Glavni signali su: ulazni, izlazni, prostorni i zaštitni. Ulaznim signalom zabranjuje se ili dopušta ulazak kao i način kretanja vlaka u kolodvor (postaju).

Izlaznim signalom se zabranjuje ili dopušta izlazak kao i način kretanja vlaka iz kolodvora ili iz nekog drugog mjesta gdje se vlak nalazi. Važan je za izlazak s jednog kolosijeka, dok je grupni izlazni signal bitan kod pojedinih grupa kolosijeka.

Prostorni signal postavljen je na otvorenoj pruzi, između dva kolodvora ili postaje. On zabranjuje ili dopušta ulazak vlaka u slijedeći prostorni odsjek. Označava granicu odjavnog odnosno prostornog odsjeka. Zaštitnim se signalom vlaku zabranjuje ili dopušta prolazak preko rasputnice, stajališta, transportnog otpremništva i ulazak u kolodvorsko područje.

Pomoćni signali su: predsignali, ponavljači predsignaliziranja, manevarski i granični kolosiječni signali.

Predsignali se ugrađuju na propisanoj udaljenosti ispred glavnih signala. Oni signaliziraju kakav signalni znak imaju njihovi glavni signali. Ponavljači predsignaliziranja koriste se u slučaju kad se ne može postići propisana daljina vidljivosti..

Manevarski signali služe za zaštitu manevarskih puteva vožnji i za zaštitu vožnje vlaka od manevarskog sastava.

Granični kolosiječni signali pokazuju da li je iza tih signala dopuštena ili zabranjena vožnja vlaka ili manevarske kompozicije. Ugrađuju se kod glavnog kolosijeka i dijele se na dva ili više odsjeka. Mogu označavati kraj glavnog kolosijeka, odnosno mjesto gdje se vlak mora zaustaviti.

Postoji niz pomoćnih signala kao npr. signali za elektrovuču, signali na vozilima, razni pružni signali. Oni nisu u vezi s signalnim uređajima nego su stalni, ponajviše u obliku signalnih ploča.

Dopunski signali su: pokazivači za pravac, pokazivači brzine i signal za polazak.

Pokazivačima za pravac dopunjuju se signalni znaci glavnih signala kada dopuštaju vožnju, tako da pokazuju za koju je prugu ili za koje područje kolodvora dopuštena vožnja. Obično je to na izlaznim signalima ili na zaštitnim signalima rasputnica, kada pokazuju početnim slovom krajnje postaje smjer postavljenog puta vožnje. Ovaj pokazivač može i brojkom kolosijeka, kod grupnih izlaznih signala, pokazivati s kojeg je kolosijeka dopušten izlazak.

Pokazivači brzine pokazuju kojom se brzinom smije voziti preko područja skretnica, kad glavni signal dopušta vožnju ograničenom brzinom, ako je brzina veća ili manja od 50 km/h. Ako se brzina mora ograničiti na 10 ili 20 km/h, onda se kod predsignala glavnog signala treba ugraditi pretpokazivač brzine istog oblika kao i pokazivač za brzine, s tim da je signalni znak sa žutom svjetlošću.

5.1. Uređaji za postavljanje i kontrolu skretnica i iskliznica

Skretnice su dio željezničke pruge, koji omogućuje prijelaz željezničkih vlakova, u oba smjera, s jednog na drugi kolosijek bez prekida vožnje. Skretnicom se može ostvariti put vožnje izborom pravca kretanja odnosno kolosijeka. Ovisno o konstrukciji skretnica može se ostvariti izbor vožnje na jedan od dva ili tri kolosijeka.

Skretnica se sastoji od prijevodničkog uređaja, koji svojim pokretnim dijelovima usmjeravaju vozila na željeni smjer vožnje, središnjeg dijela i središta. Kretanjem po kolosijeku željeznička su vozila izložena opasnosti od sudara i iskliznuća. Na skretnicama još treba dodati i opasnosti bočnih sudara. Za sigurno odvijanje prometa preko skretnice nužno je da prijevodnički uređaj bude u pravilnom položaju jer kada je prijevodnički uređaj nepravilno postavljen, vožnjom vozila uz jezičak može doći do iskliznuća.

Pri vožnji niz jezičak, kod nepravilnog položaja jezičaka, dolazi do presjecanja skretnice. Iz gore navedog je vidljivo da je pravilan položaj prijevodničkog uređaja skretnice od izuzetnog značenja za sigurnost odvijanja željezničkog prometa.

5.1.1. Upravljanje skretnicama

Upravljanje skretnicom predstavlja mehaničko djelovanje na pokretne dijelove prijevodničkog uređaja, a naziva se postavljanje skretnice. Postavljanje skretnica u željeni položaj može se obaviti ručnim okretanjem postavljača smještenog pokraj skretnice, mehaničkim postavljačem iz skretničkog bloka ili prometnog ureda, te elektromehaničkim napravama odnosno električkim postavnim spravama.

Slika 7. Skretnica s električnom postavnom spravom



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Ručno postavljanje skretnica predstavlja upravljanje pokretnim dijelovima skretnice u njenoj neposrednoj blizini, djelovanjem na odgovarajuće poluge s utegom. Mehaničko postavljanje predstavlja djelovanje na odgovarajuće poluge ugrađene u blok postavnicu, tako što se pokreti poluge prenose preko lanaca, žicovoda i koloturnika na pokretne dijelove skretnice, čime se jezičci prebacuju iz jednog u drugi položaj. Moderan način upravljanja skretnicama s jednog centralnog mjesta obavlja se električnim skretničkim postavnim spravama. Skretničkih postavnih sprava ima više vrsta i svaka od njih ima mehanizam koji se sastoji od slijedećih dijelova:

- elektromotora,
- prijenosa s zupčanicima,
- pogonskog mehanizma s kvačilom,
- sustava kontakata,
- postavne poluge,
- poluga za kontrolu jezičaka.

Kod elektromehaničkih postavnih sprava snaga iz elektromotora se prenosi mehaničkim elementima na postavnu polugu skretnice, a kod elektrohidrauličnih sprava hidrauličnim elementima. Posebnu vrstu postavnih sprava čine hidraulične postavne sprave koje se postavljaju za upravljanje skretnicama na ranžirnim kolodvorima.

5.1.2. Kontrola stanja skretnice

Kod skretnica se razlikuju tri osnovna položaja:

- redoviti položaj,
- pravilan položaj i
- ispravan položaj.

Redoviti položaj je onaj položaj u koji skretnica mora biti postavljena kad nema vožnje vlaka preko nje. Pravilan položaj je onaj kada je skretnica postavljena za predviđenu vožnju preko nje. Ispravan položaj je kada je jedan jezičak dobro priljubljen uz glavnu tračnicu, a drugi dovoljno razmaknut.

Zbog sigurnosti odvijanja željezničkog prometa potrebno je spriječiti svaku mogućnost ugrožavanja vožnje vlaka. Najvažnije od svega jest spriječiti prebacivanje jezičaka u vrijeme prolaska vozila preko skretnice, te neovlašteno prebacivanje skretnice u neki drugi položaj. Iz tih razloga skretnice se moraju osigurati, što se može učiniti na više načina, gdje je jedan od najjednostavnijih zaključavanje jezičaka skretnice.

Skretnice su osigurane:

- kad se postavljaju i zaključavaju iz centralnog mjesta ili
- se postavljaju neposredno, a zaključavaju centralno ili
- neposredno se postavljaju i zaključavaju.

Prema načinu osiguranja skretnice mogu biti u slijedećim stanjima:

- slobodne skretnice,
- pouzdano pritvrđene,
- pouzdano zaključane,
- pritvrđene i
- presječene

Slobodna je svaka skretnica koja nije zauzeta željezničkim vozilom, a nalazi se u ispravnom položaju. Pouzdano pritvrđene skretnice su osigurane skretnice koje su u ovisnosti s glavnim signalima. Na taj način se može postaviti dozvoljena vožnja samo uz pravilan i ispravan položaj skretnice. Pouzdano zaključane su one skretnice koje se neposredno postavljaju i zaključavaju, a u ključevnoj su ovisnosti s glavnim signalima.

Pritvrđene skretnice su sve osigurane skretnice. Mogu biti osigurane pojedinačnim tasterima, naposredno ako nemaju kontrole ili ako nemaju ključevnu ovisnost s glavnim signalima. Presječena skretnica je ona preko koje je prethodno obavljena nepravilna vožnja niz jezičak, pri čemu je došlo do nasilnog prebacivanja jezičaka, zbog pritiska kotača vozila. Preko ovakve skretnice nije dozvoljen promet dok se skretnica ne pregleda i ponovo osigura.

5.1.3. Grijanje skretnica

U zimskim uvjetima, pri niskim temperaturama i snijegu, snijeg i led mogu biti uzrokom smetnji u radu skretnica. Gomilanjem snijega i leda između jezička i glavne tračnice uzrok su odmicanju jezička. To predstavlja kvar skretnice i onemogućava normalno odvijanje prometa.

Snijeg i led se odstranjuju na slijedeće načine:

- mehaničko čišćenje,
- bacači plamena,
- kemijskim sredstvima,
- zagrijavanje tekućim gorivom ili plinom,
- električnim grijanjem skretnica

Tablica 1. Grijači skretnica

| TIP GRIJACA | IZVOR ENERGIJE | POTROŠNJA | NACIN UPRAVLJANJA | PRIMJEDBE |
|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| ručno čišćenje | čovjek | sati rada | | klimatski uvjeti |
| kemijska sredstva | čovjek ili stroj | sati rada | ručno ili strojno | korozija |
| plinski | plin PROPAN | m ³ /m | ručno ili automatski | zapaljive tvari |
| elektrici | električna struja | kWh/m | na daljinu, automatski | električna struja |

Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Na prugama HŽ-a najčešće se koriste plinski grijači skretnica, i to na pruzi Zagreb –Rijeka, dok se na prugama elektificiranim izmjeničnim sustavom koriste isključivo električni grijači.

5.1.4. Skretnice za vlakove velikih brzina

Skretnički uređaji za kontrolu položaja jezičaka kontroliraju ispravan i pravilan položaj jezičaka i prenose informaciju preko signalnog kabela do udaljenog procesorskog signalno-sigurnosnog uređaja. Ove sprave mogu biti tako konstruirane da pored svoje funkcije obavljaju i funkcije skretničke brave.

One pridržavaju skretnice u krajnjem položaju i za kontrolu pravilnog i ispravnog položaja skretnice, te se ugrađuju na skretnice s ručnim postavljačima. Ovisnost s drugim elementima signalno-sigurnosnog uređaja se ostvaruje preko udaljenog procesorskog uređaja.

Najčešće se ugrađuju na prugama velikih brzina kod skretnica s velikim polumjerom zakrivljenosti pored postavnih sprava na vrhu prevodnice. Za kontrolu položaja sredine jezičaka i prenošenje te informacije procesorski uređaj.

Brzina vožnje vlaka preko skretnica u položaju za skretanje je ograničena. Za vlakove velikih brzina polumjeri odvajanja su veći od 1200 m. Pri tako velikim polumjerima skretnice su dugačke, pa postoji problem upravljanja postavljanjem skretničkih jezičaka i njihovog pouzdanog držanja za vrijeme vožnje vlaka. Stoga se za dugačke skretnice postavljaju dodatni zatvarači.

Radi povećanja sigurnosti vožnje vlaka za brzine preko 160 km/h umjesto klasičnog središta skretnice ugrađuju se pomična središta upravljana posebnom postavnom spravom.

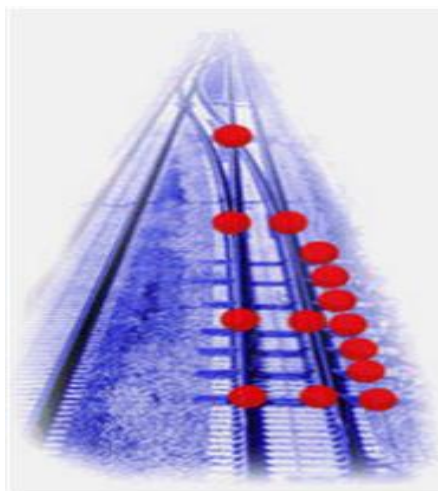
Slika 8. Pokretno središte skretnice



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Daljnje povećanje sigurnosti vožnje za vlakove velikih brzina postiže se ugradnjom senzora za premanentno praćenje parametara skretnice.

Slika 9. Senzori za dinamičku kontrolu skretnica



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Za postavljanje skretnica preko kojih voze vlakovi velikih brzina koriste se i postavne sprave postavljene između jezičaka.

Slika 10. Sprava i kontrolnik za skretnice velikih brzina vlakova



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

5.2. Lokomotivska signalizacija

Zadatak svih sigurnosnih sustava, koji upotpunjuju ili zamijenjuju strojovođu je prenošenje informacija o stanju signala na uređaje u lokomotivi. Mnoge nesreće u željezničkom prometu uzrokovane su subjektivnim razlozima strojovođe (prelazak signala zbog previda) i objektivnim ovisnim o vidljivosti signala (magla, dim, kiša, snijeg, pregaranje žarulje, nestanak struje).

Zadatak svih sigurnosnih sustava, koji zamijenjuju strojovođu jest prenošenje informacija o stanju signala na uređaje u lokomotivi. Radi toga svi takvi sustavi na pruzi moraju biti u vezi s odgovarajućim signalom na jednoj strani, a na drugoj moraju informaciju o signalnom znaku pravovremeno prenijeti na lokomotivu.

5.2.1. Prijenos signalizacije u lokomotivu

Prijenosom signalnih znakova u kabinu strojovođe, olakšano je uočavanje i donekle prepoznavanje signalnih znakova. Djelovanje na kočenje činilo se je kao najvažnije područje. Rezultati nisu izostali, pa su se na raznim željeznicama pojavila rješenja koja su se temeljila na mehaničkom prijenosu informacije sa signala na lokomotivu. Na mehaničkim signalima se ugrađivala poluga koja je bila postavljena u takav položaj da se, dok je signal pokazivao signalni znak "stoj", razbijala staklena cijev na lokomotivi, ako je ova prošla kraj takvog signala.

Staklena cijev je bila u zračnom vodu iz kojeg je na taj način ispušten zrak i aktivirano kočenje bez akcije strojovođe. Dok je signal pokazivao signalni znak slobodno, poluga se podizala i nije djelovala na lokomotivu. Uvođenjem većih brzina pokazalo se potrebnim da vozač trajno vidi signalni znak koji pokazuje sljedeći signal. Ta se je potreba zadovoljila prijenosom signalnog znaka u kabinu vozača. Prijenos je realiziran induktivnim ili radio putem.

Na sličan način radi i radioprijenos samo se tada između tračnica ugrađuje poseban kabel koji služi kao antena. Budući da se signalni znak u ovom slučaju trajno prenosi na vozilo, taj način prijenosa nazivamo sustav za kontinuirani prijenos informacija na vozila. Na HŽ usvojen je sustav točkastog prijenosa informacija poznat pod imenom INDUSI 60, a prema patentu iz 1934.g., a koji se primjenjuje na njemačkim željeznicama. Kod nas se taj uređaj često naziva i AUTOSTOP ili skraćeno AS uređaj.

Sustav AS uređaja ima pružne i lokomotivske dijelove, pa se popularno nazivaju pružni i lokomotivski uređaji. Pružni dijelovi ugrađuju se uz tračnicu i povezuju s pripadnim signalom da na lokomotivske dijelove prenose informaciju. Izostanak bilo koje informacije znači da je nastavak vožnje dopušten redovnom brzinom. Druga vrsta pružnog uređaja koji ima zadatak prenijeti informaciju da na mjestu gdje je on ugrađen treba provjeriti brzinu.

Lokomotivski dio AS-a prima informaciju i provjerava budnost vozača, provjerava kreće li se vozilo brzinom većom od dopuštene i automatski aktivira brzo kočenje ako nešto nije u skladu s programiranim. Lokomotivski dio uređaja je aktivni dio, a pružni dio je pasivni i ne zahtijeva napajanje. Pružni dio uređaja naziva se baliza i ugrađuje se na desnu tračnicu, uz pripadni signal. U električnom pogledu baliza je paralelni titrajni krug vrlo točno podešen na određenu frekvenciju.¹

Lokomotivski dio uređaja sastoji se od sljedećih sklopova:

- relejskog sklopa,
- komandno kontrolne ploče sa sirenom,
- sklopa za registraciju djelovanja,
- lokomotivskih baliza i
- elektro-pneumatskog ventila.

Kod točkastih sustava signalizacije, lokomotivi koja naiđe na dignutu polugu, otvori se poluga ventila komprimiranog zraka u kočnom sustavu, te se automatski zaustavlja vlak. Ovakvi točkasti sustav auto-stopa nije bio pouzdan zbog klimatskih uvjeta bilo zbog aktiviranja poluge ventila nekim stranim predmetom. Namjena auto-stop uređaja je da preda informaciju s pruge na lokomotivu o potrebi smanjenja brzine ili zaustavljanja. Kako je inače uobičajeno, promjenu brzine i zaustavljanje vlaka vrši strojovođa.

U slučaju njegove nepažljivosti, uređaj automatski smanjuje brzinu ili zaustavlja vlak. AS-uređaj se sastoji iz pružnog dijela balize, koji čini zavojnica L2 u metalnom kućištu, pričvršćena na pragove uz desnu, vanjsku stranu tračnice. Baliza se ugrađuje nekoliko metara ispred signala. Točkasti sustav auto-stopa pokazao se korisnim u primjeni do 160 km/h.²

¹ <http://www.fpz.unizg.hr/zto/pred/LS.pdf>

² Ibidem

Hrvatske željeznice koriste INDUSI I 60 sustav automatske kontrole brzine i zaustavljanja vlaka. To je induktivni rezonantni sustav, točkaste lokomotivske signalizacije. Kod nas se još naziva auto-stop uređaj ili kraće AS-uređaj. Namjena mu je da preda informaciju s pruge na lokomotivu o potrebi sniženja brzine ili zaustavljanja.

U pravilu, promjenu brzine i zaustavljanje vlaka vrši strojovođa. U slučaju njegove nepažljivosti, uređaj automatski, smanjuje brzinu ili zaustavlja vlak, čime sprečava moguće udese i povećava sigurnost vožnje. AS-uređaj rješava problem sigurnog zaustavljanja pred signalom stoj, odnosno skretnicama. Osim toga evidentira budnost, odnosno ispravne postupke strojovođe. AS-uređaji ne oslobađaju strojovođu dužnosti promatranja signala i pravilnog reagiranja, jer nije ugrađeno automatsko vođenje vlaka.

Nedostatak sustava jest što nema nikakvih informacija kod signalnih znakova dozvoljene vožnje. Stanja baliza moraju se periodički kontrolirati. U tu su svrhu izgrađeni specijalni mjerni vagoni. Pasivni je dio auto-stop ugrađen na pruzi. Zavojnica, zalivena u kućište od silumina vrlo je pouzdan dio s obzirom na mehanička oštećenja. Kondenzatori su kvalitetni i dugovječni, a to znači i pouzdani. Kvalitetni releji imaju nezavarljive kontakte.

Kritični tu samo kabeli za vezu baliza s relejnim sklopovima. Električna shema spajanja elemenata je takva, da u slučaju bilo kakve smetnje ili kvara daje znak veće sigurnosti. Stanje veće sigurnosti postignuto je i time što je aktivni dio auto-stop smješten u lokomotivi. U slučaju otkaza bilo kojeg elementa ili nestanka napajanja, strojovođa može intervenirati. Održavanje i servisiranje lokomotivskog dijela uređaja jednostavnije je od pružnog. Točkasti sustav auto-stop pokazao se prikladnim u primjeni do brzina 160 km/sat, zbog relativno velike sigurnosti, jednostavnosti i ekonomičnosti.

Međutim dalje povećanje brzina vlakova zahtijeva savršenije sustave intervalnog reguliranja vožnje. Pri tome se koriste novi principi predaje informacija između pruge, lokomotive i centrale upravljanja. U takvim sustavima osnovni je problem uspostavljanje sigurnih i brzih kanala veze. Istraživanjima tih problema bave se svi naučno-istraživački centri razvijenih zemalja.. Na temelju ispitivanja određena je brzina od 120 km/h kao fiziološka granica.

Iznad te brzine slabi pažnja strojovođe te on ne uočava signale i ne reagira pravovremeno. Uslijed toga se za sve veće brzine moraju s pruge automatski prenositi podaci o stanju trase, odnosno potrebnoj brzini vlaka. Razvoj sustava je bio postupan.³

³ <http://www.fpz.unizg.hr/ztos/pred/LS.pdf>

Redosljed primjene pojedinih rješenja.

- Na komandnom pultu u kabini strojovođe reproducira se svaki signalni pojam na koji vlak nailazi. Time je eliminiran utjecaj loše vidljivosti zbog vremenskih nepogoda.
- Osim signalnih pojmova, u kabini se pokazuju i drugi znaci na pruži. Kod nekih rutinskih radnji, čovjeka zamjenjuju ugrađeni automati na lokomotivi.
- Osim novih sustava na lokomotivi, mijenjaju se i pružni uređaji. To su signali, skretnice, trasa pruge (nagibi, zavoji) i dužina zaustavnog puta brzih vlakova
- Logičan nastavak razvoja jest zamjena čovjeka, a to znači potpuno automatsko upravljanje.⁴

5.2.2. Sustavi kontinuiranog prijenosa informacija

Do današnjeg načina upravljanja željezničkim prometom došlo se postupno. Etape razvoja i sustavi signalizacije i prijenosa informacija između pruge i lokomotive su slijedeći.

Neke informacije koje se prenose na lokomotivu obično su kodirane. Kod induktivnog prijenosa informacija koriste se izolirani odsjeci tračnica ili se uz tračnice položi specijalni kabel. Preko antene uređaj unutar lokomotive prima podatke. Pomoću antene se provodi kontinuiran prijenos signala. U Rusiji se primjenjuju dva tehnička rješenja kod kontinuiranih sustava lokomotivske signalizacije s tračnicama kao linijama veze.

Jedan od tih načina je pomoću izoliranih odsjeka, koji rade na frekvenciji 25 Hz. Stanje kolosijeka određuje se fazno osjetljivim uređajima. Informacija se predaje lokomotivi bročanim ili frekventnim kodom. Kompletna aparatura smještena u stanicama, kablovima je povezana s transformatorima spojenim na pojedine blok-odsjeke kolosijeka u međustaničnom razmaku. Drugi je način korištenje izoliranih odsjeka tračica bez izoliranih umetaka.

Međustanični razmaci su podijeljeni na niz odsjeka. Svaki susjedni se napaja različitim frekvencijski moduliranim signalima. Koriste se noseće frekvencije 425 i 475 Hz dok su modulirajuće frekvencije 8 i 12 Hz. Ovakvi odsjeci su transformatorima preko višežilnih kablova spojeni sa staničnim uređajima lokomotivske signalizacije.

⁴ <http://www.fpz.unizg.hr/zto/pred/LS.pdf>

Lokomotiva preko svojih antena prima i dešifrira kodirane signale. Ona ih prosljeđuje sklopovima automatike, uređajima za regulaciju brzine i indikatorima, pokazivači brzine, svjetlosni ili zvučni signali. Točan položaj vlaka u odnosu na trasu određuje računalo u lokomotivi iz slijedećih nezavisnih podataka.

„Kada govorimo o prvom, to je kotač lokomotive koji napravi osam okretaja na svakih 100 metara. Lokomotivski prijemnik registrira svakih 100 m prijeđenog puta. Kod prijelaza križanja kabela impuls u anteni je jednak nuli, tj. impulsa nema.

Prekid prijema drugi je podatak za određivanje pozicije vlaka. Takav je sustav automatske kontinuirane signalizacije firme Siemens ispunio zahtjeve praktične provjere do brzina 250 km/h. Na dijelovima pruga Hamburg - Bremen i Hamm - Bielefeld, u sustav su uključeni mikroracunari firme SEL. Paralelno se provodi obrada informacija i uspoređuju rezultati. Ukoliko zakaže jedno računalo, ostali normalno rade i djelovanje sustava upravljanja se ne prekida. U sustav su uključeni printeri, ulazno - izlazne predajne i prijemne jedinice i sustav veze na 12 kanala.

U ovakvim sustavima najčešći su kvarovi kablova jer se na njih talože nečistoće i metalni dijelovi. Kablovi otežavaju održavanje i remont pruge. Noviji sustav provjeren je i koristi se na pruzi Hamburg-Bremen. Taj sustav neprekidnog reguliranja kretanja vlaka koristi bežičnu vezu.

Firma Siemens napravila je takav sustav veza. Svi aparati su postavljeni iznad pruge. Zbog velike širine pojasa osim kanala daljinskog upravljanja mogu se koristiti i oni za telefoniju i televiziju. Lokomotivski primopredajnik postavljen je na krov lokomotive. Uređaji upravljanja s antenama postavljeni su na stupove kontaktne mreže međusobno razmaknuti 800 do 2000 metara. Na sredini zone od 12,7 km postavljeni su uređaji za napajanje.

Veliki obujam prenesenih informacija, sigurnost, pouzdanost, brzina i ekonomičnost bežičnih sustava veza još više dolaze do izražaja kad se veza ostvaruje preko satelita. Sustav upravljanja vlakovima s pomoću satelita uvela je 1984. godine željeznička kompanija Burlington Northern u SAD.⁵

⁵ <http://www.fpz.unizg.hr/ztos/pred/LS.pdf>

Uz razvoj i usavršavanje lokomotivske signalizacije kao rezultat dolazi niz poboljšanja u željezničkom prometu. Karakteristike ovih poboljšanja su slijedeće:

- povećavaju sigurnost kretanja vlakova,
- povećavaju propusnu moć pruge,
- poboljšavaju uvjete rada strojovođe,
- kontroliraju rad strojovođe,
- omogućavaju kretanje vlakova maksimalnim brzinama,
- povećavaju ekonomičnost,
- povećavaju udobnost putnika.

Lokomotivska signalizacija počela je s točkastim mehaničkim sustavima prijenosa podataka s pruge na lokomotivu. Razvila se sve do suvremenih bežičnih sustava prijenosa informacija u oba smjera.

Pri tome su centri za predaju i prijem povratnih informacija te kontrolu i upravljanje vlakovima i ss-uređajima, obuhvaćali sve veće dionice pruge i postali dispečerski centri.

Dispečerska centralizacija, daljinsko upravljanje ili telekomanda povezuje postojeće sustave duž pruge i u stanicama. Tako se iz jednog centralnog mjesta upravlja željezničkim prometom na određenom području.

5.3. Međukolodvorska ovisnost

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

Razlozi su često bili u pogreškama ljudi, zaboravljanje, pogrešno razumijevanje. Zbog tih razloga tražena su tehnička rješenja koja, će ako ne onemogućiti, a ono barem umanjiti mogućnost ljudske greške. Usporedos razvojem elektromehaničkog kolodvorskog ss-uređaja razvijen je i elektromehanički uređaj međukolodvorske zavisnosti. Prometnik u drugom kolodvoru može postaviti ili dati komandu za postavljanje izlaznog signala prema prvom kolodvoru u položaj za dopuštenu vožnju tek kad se deblokira blokovna jedinica privole za vožnju prema prvom kolodvoru.

Smjer vožnje ostaje blokiran sve dok se u prvom kolodvoru ne postavi ulazni put vožnje i bude razriješen prolaskom vlaka preko ulaznog izoliranog odsjeka. Tada se postavljeni put vožnje razrješava, a za novi vlak se procedura ponavlja. Ovakav se način dovodenja u tehnički uvjetovanu zavisnost izlaznih signala u susjednim kolodvorima naziva međukolodvorska zavisnost ili skraćeno MZ. Dakle uređaj međukolodvorske zavisnosti predstavlja dodatni uređaj koji dovodi u međusobnu tehnički uvjetovanu zavisnost dva susjedna kolodvorska ss-uređaja.

Taj uređaj obavlja sljedeće funkcije:

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

Ovaj uređaj omogućio je vrlo visok stupanj sigurnosti za promet vlakova na pruzi između kolodvora, odnosno pomoću njega je stupanj sigurnosti prometa na pruzi isti kao i u kolodvoru osiguranom potpunim ss uređajem. Još je važno uočiti da za ugradnju međukolodvorske zavisnosti trebaju susjedni kolodvori biti osigurani potpunim ss-uređajem elektromehaničkog ili relejskog tipa, ako se želi postići jednak stupanj sigurnosti prometa na pruzi i u kolodvoru. Primjena relejske tehnike u signalnim uređajima omogućila je automatizaciju tog procesa.

Automatizacija se sastojala u tome da se pruga između dvaju kolodvora podijeli u tako zvane prostorne ili blokovne odsjeke koji nakrajevima imaju pružne glavne signale, a pruga se između tih signala kontrolira izoliranim odsjecima ili brojačima osovina. Signalima upravlja uređaj koji je smješten uz prugu, obično na granicama prostornih odsjeka.

U kolodvorima se također ugrađuje dodatni uređaj uz kolodvorski ss-uređaj, koji predstavlja vezu između pružnog i kolodvorskog uređaja. Ako je kontrola zauzeća i upravljanje signalima provedena bez sudjelovanja čovjeka, to jest automatski, takav se uređaj naziva automatski pružni blok ili skraćeno APB uređaj. Podjela na blokovne odsjeke radi se na temelju posebnog računa koji uzimajući u obzir sve bitne okolnosti daje broj i optimalnu dužinu blokovnih odsjeka između dva kolodvora.

Tu je važno da odsjeci ne budu kraći od propisanog zaustavnog puta. Ako se za kontrolu slobodnosti koriste izolirani odsjeci, onda, radi svojih tehničkih svojstava, ne mogu biti duži od 1500 m s relejima ili 1800 m ako se koriste motorni releji. Specijalna rješenja mogu kontrolirati i duže odsjeke. S druge strane se ne preporuča predugačke odsjeke (koji se mogu bez problema ostvariti s brojačima osovina) pa se zato ne koriste duži od 3000 m. Kod predugačkih odsjeka moglo bi se između ostalog dogoditi da strojovođa zaboravi signalni znak prema kojem treba postupiti kod sljedećeg signala. APB ima pružni i kolodvorski dio uređaja.

Kolodvorski dio uređaja je isti kao i kod međukolodvorske zavisnosti, pa se u mnogim slučajevima u susjedne kolodvore i ugrađuju kolodvorski dijelovi APB uređaja kao prva faza ugradnje APB uređaja.

5.3.1. Automatski pružni blok

Povećanje propusne moći pruge može se postići na više načina:

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

Karakteristike APB-a su sljedeće:

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

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

Načelo rada je sljedeće:

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

- Putovanje vlaka uzrokovat će promjenu signalnog znaka na pružnim signalima u signalni znak stoj 2 sek nakon zauzeća blokovnog odsjeka iza tog signala.
- Oslobođanje blokovnog odsjeka uzrokovat će na signalu koji ga štiti promjenu signalnog znaka stoj (crveno) u slobodno, očekuj stoj (žuto), a na signalu ispred ovog promjenu signalnog znaka slobodno, očekuj stoj u signalni znak slobodno, očekuj slobodno (zeleno), kako je to propisano za dvoznačne signalne znakove.
- Čim se oslobodi blokovni odsjek moguće je ostvariti sljedeću uzastopnu vožnju, ali se to rijetko koristi, budući da je propisano da se uzastopni vlakovi upućuju na prugu samo tako da su između njih barem dva slobodna blokovna odsjeka (voze na "zeleno"). Taj se vremenski slijed kretanja vlakova naziva i "interval slijeđenja", a na našim prugama iznosi od 3 do 7 minuta.
- Kad i posljednji vlak iz jednog smjera stigne u usputni kolodvor, to jest kad je pruga slobodna, prometnik iz kolodvora prema kojem je bio smjer vožnje koja ima smjer može tražiti promjenu smjera vožnje. Prometnik u kolodvoru od koje je bio postavljen smjer daje privolu. Tada počinje radnja promjene smjera na svim blokovnim mjestima na pruzi.
- Prilikom promjene smjera na svakom se blokovnom mjestu provjerava ispravnost žarulje crvenog svjetla, provjerava se slobodnost blokovnog odsjeka, a zatim se gase signalni znaci na signalima za smjer koji je bio postavljen i pale na signalima za novi smjer. Kod APB-a s izoliranim odsjecima mijenja se i smjer napajanja izoliranih odsjeka. Smjer napajanja uvijek je takav da vlak prvo nailazi na onu stranu izoliranog odsjeka na kojoj je priključen kontrolni relej (relejska strana). Kad se te sve provjere i radnje uspješno obave na jednom blokovnom mjestu, isti se proces počinje provoditi na sljedećem prema kolodvoru koji je tražio promjenu smjera.

Na kraju, kad se promijeni smjer i u kolodvoru koji je tražio promjenu smjera, znači da je promjena smjera obavljena na svim blokovnim mjestima i tada se na komandnom stolu pokaže da je postavljen novi smjer i da se može poslati prvi vlak u suprotnom smjeru.

- Na komandnim stolovima susjednih kolodvora javljaju se zauzeća određenih ili svih blokovnih odsjeka, kvarovi na pružnim i kolodvorskim dijelovima uređaja i smetnje na signalima. Ta javljanja i komande različito se daju i javljaju kod APB-a raznih proizvođača, a na prugama Hrvatskih željeznica najviše se rabi APB i INTEGRA.

U međukolodvorskoj zavisnosti postoji, dakle, ovisnost prostornih signala o smjeru vožnje vlaka, slobodnosti kolosijeka, osiguranju sigurnog kretanja vlaka i o njegovom kretanju. Kod povećanja brzine kretanja vlaka klasična svjetlosna signalizacija zamjenjuje se kabinskom signalizacijom. Svjetlosni signali se tada zamjenjuju pogodnim uređajem za prijenos signalnih pojmova u lokomotivu (Eurobaliza).

Logika uporabe automatskog pružnog bloka i kod kabinske signalizacije je analogna uporabi svjetlosne signalizacije. Prostorni odsjek ne mora biti omeđen točno određenim granicama, pa se može rabiti uređaj za slobodnost kolosijeka s kontinuiranim praćenjem kretanja vlaka. Bitno je da iza vlaka u pokretu bude dovoljno dugačak slobodni odsjek pruge, koji osigurava dovoljan zaustavni put vlaka koji ga slijedi.

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

6. TELEKOMUNIKACIJE U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

Za sigurno i efikasno odvijanje željezničkog prometa neophodan je pouzdan i brz prijenos podataka, naredbi i obavijesti. Takav prijenos informacija i komuniciranje između osoblja omogućuje telekomunikacijski sustav HŽ. On obuhvaća pružne veze za upravljanje, kontrolu i održavanje tehničkih sredstava i daljinske telegrafske i telefonske veze žicama kao i bežične radio veze. Ovisno o načinu prijenosa obavijesti, koriste se različiti telekomunikacijski uređaji.

HŽ koriste slijedeća sredstva komuniciranja između osoba, tehničkih uređaja i središta upravljanja prometom:

- prijenosne sustave za prijenos informacija,
- telegrafske veze,
- telefonske veze,
- radio i UKV-veze,
- interfonsku mrežu,
- ozvučenje službenih mjesta,
- tonske zapise za dokumentaciju,
- informacijske sustave obavještavanja putnika,
- vizualni nadzor zatvorenim TV-sustavom.

6.1. Prijenosni sustavi

Telekomunikacijske veze ostvaruju se preko zračnih vodova, kabela mreže i radiokomunikacijskih uređaja. Zračni vodovi, kao prijenosni medij ne dolaze u obzir kod elektrificiranih pruga, jer su osjetljivi na rasipna elektromagnetska polja. Ne omogućavaju sigurnu i pouzdanu vezu, jer su osjetljivi i na atmosferske promjene. Unatoč razmjerno manjim investicijskim troškovima, preferira se izgradnja skupljih kabela veza. Željezničke veze najčešće se ostvaruju podzemnim kabelima.

Za niske frekvencije koriste se višežilni simetrični kabeli, a za visokofrekventne veze koaksijalni kabeli s pojačalima na svakih 6 do 7 km. Za velike potrebe komunikacija koriste se svjetlovodni kabeli. Po konstrukciji kabel izgleda ovako: vanjski plašt od plastične mase te nekoliko slojeva impregnirane jute, smole, olova ili aluminijske čine omotač. To je armatura, koja štiti jezgru od mehaničkih oštećenja i korozije. Jezgru kabela čine vodiči od čistog elektrolitskog bakra, međusobno izolirani i složeni u parice ili upredeni u četvorke.

Slaganje i upredanje vodova izvodi se radi sprečavanja preslušavanja zbog međ usobnih kapacitivnih i induktivnih veza. Broj vodiča u kabelu je standardiziran. Uvijek se koriste kabeli s nekoliko neiskorištenih vodova za rezervu. Bežična veza ostvaruje se s pomoću antena primopredajnika. Antena predajnika emitira u prostor elektromagnetske valove. Prema snazi i valnom području odašiljača i tipu antene, one imaju različite dijagrame zračenja i domet. Na UKV-području domet odgovara direktnoj vidljivosti antena prijemnika i odašiljača. Za male prijenosne primopredajnike domet je 3 do 12 km. Visoko uzdignute antene stacionarnih odašiljača imaju domet do 80 km.

6.2. Telegrafске veze

Telegrafске su veze prvi i najjednostavniji način prenošenja informacija. Zadatak im je da osiguraju što brži i dokumentirani (pismeni) prijenos obavijesti između službenih mjesta HŽ.

U telegrafiranju signali su skup istosmjernih ili izmjeničnih impulsa koji žičanim ili bežičnim putem idu od predajnika prema prijemniku. U željezničke telegrafске uređaje ubraja se klasičan teleprinter, Hellovi telegrafски uređaji i najnoviji telefaks uređaji kao npr. faksimil-veza.

Da bi se smanjile pogreške i povećala brzina prijenosa informacija, mora se što više smanjiti sudjelovanje čovjeka -operatera. Rezultat takvih nastojanja jesu telegrafски aparati. Osnovno telegrafско sredstvo koje koristi željeznica je teleprinter. To je aparat koji poruke ispisuje znakovima.

Osnovni dijelovi teleprintera jesu:

- tastatura (po izgledu i namjeni izgleda kao pisači stroj),
- mehanizam za tiskanje
- odašiljač(šalje oblikovane kombinacije strujnih impulsa u telegrafsku mrežu),
- prijemnik (pretvara primljene strujne impulse preko elektromehaničkih dijelova u slova),
- elektromotor (služi za pogon teleprintera),
- uređaj za napajanje električnom energijom.

Za davanje i primanje službenih obavijesti na željeznici koriste se i Hellovi telegrafски uređaji koji crtaju slova. Njima se postižu brzine telegrafiranja od 300 Bauda maksimalno. Željeznička uprava i kolodvori najčešće za prijenos pisanih dokumenata koriste telefaks uređaje. Telefaks uređaj metodom skeniranja standardnog papira formata A4 pretvara tiskani tekst u električne impulse koji se prenose klasičnom telefonskom linijom.

Današnja generacija telefaks uređaja omogućuje prijenos standardne stanice formata A4 za manje od 1 minute. Radi ograničenja u korištenju vlastite telekomunikacijske mreže HŽ koristi i javnu telefonsku mrežu za prijenos telefaks poruka.

Željeznička telegrafaska mreža u Hrvatskoj povezana je međusobno preko tzv. ŽAT (željezničke automatske telegrafske) centrale na koju je spojeno oko 40 korisnika. Automatskom su vezom obuhvaćeni teleprinteri s perforatorskim priključnim uređajima, žičani zračni i kabelski telegrafski vodovi. Teleprinterskim vezama spojeni smo sa nekim susjednim zemljama za prijem i otpremu tranzitne robe, službenih obavijesti i pogranični promet (npr. izmjenu motornih garnitura).

6.3. Željezničke radio-veze

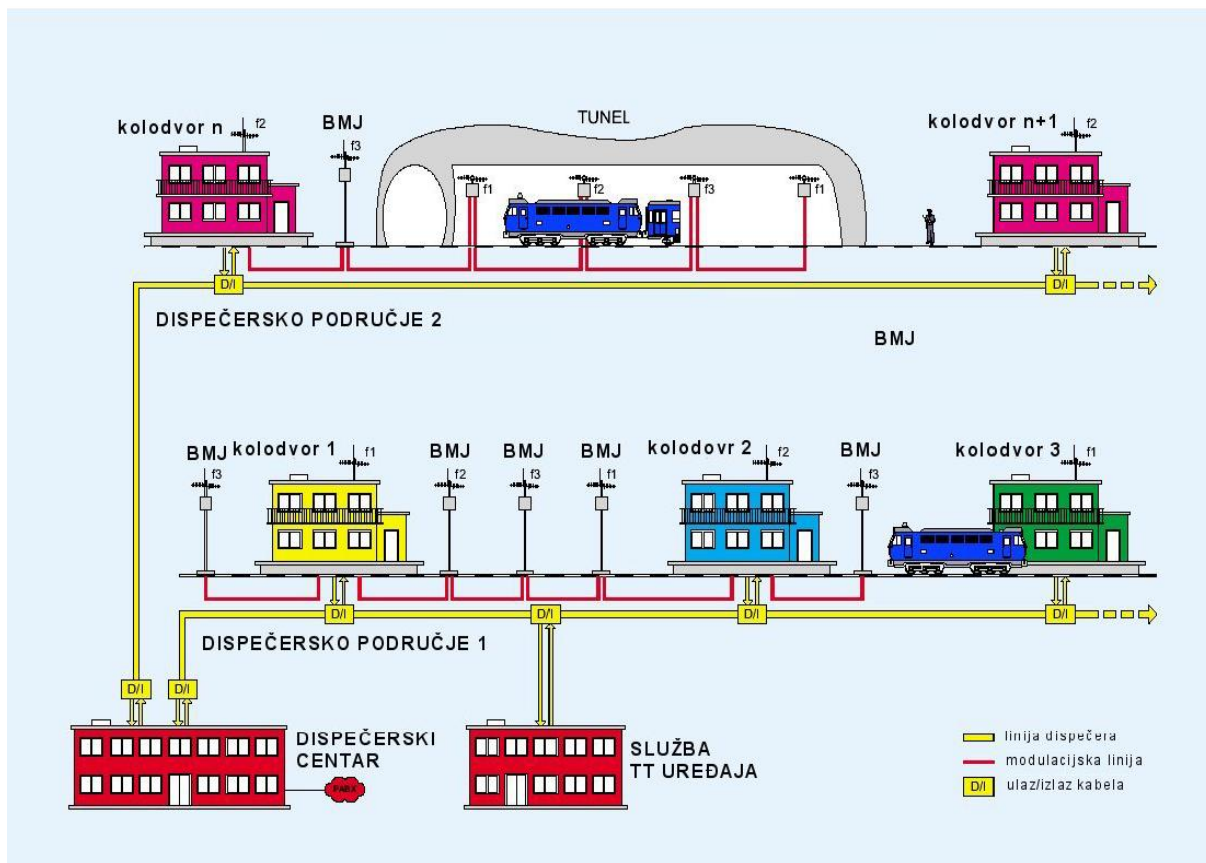
Da bi se smanjila inteferencija i druge smetnje u radio - mreži, postoji međunarodni dogovor o dozvoli korištenja pojedinih frekvencijskih područja. HŽ ostvaruju radio-vezu na ultrakratkovalnom UKV području. Domet UKV-odašiljača ograničen je direktnom vidljivošću. Zbog razmjerno male valne duljine, signali se antenama mogu usmjeriti u uski snop emitiranja, što omogućava smanjenje snage odašiljača.

Ovako usmjereni UKV-valovi reflektiraju se na svakoj zapreci (brdo, zgrada) i mogu omogućiti prijem u zaklonjenim područjima. Lokalne veze, stanične, pružne i mobilne vrše se na UKV - području. Domet im je ograničen vidljivošću. Koriste 4 do 300 kanala određenog frekvencijskog područja, tako da nema međusobnih smetnji s radio-stanicama ostalih ustanova. Budući da je sigurna veza UKV-područja optička vidljivost, tamo gdje to nije moguće, postavljaju se repetitori. Na prugama HŽ koristi se analogni sustav radio-dispečerske veze između prometnog dispečera i strojovođe lokomotive.

6.3.1. Radiodispečerski sustav

Radio-dispečer (RD) je informacijski sustav razvijen za željeznicu pomoću kojeg mogu odgovarajuća službena mjesta primati i davati dostatne informacije. Razmjena informacija se obavlja između jednog operativnog centra i vučnih vozila—vlakova u pokretu. Mjesto sa kojeg se daju naredbe i primaju saopćenja je radio-dispečerski centar RDC. Centar komunicira sa vučnim vozilima preko fiksnih pružnih radio-stanica koje se nalaze uz prugu. Informacije se između RDC i vučnog vozila prenose bilo govorom, bilo pomoću kodiranih naredbi FSK signali. Upotreba kodiranih informacija ubrzava komuniciranje, smanjuje zauzetost kanala i osigurava RDC neograničenu prednost u disponiranju. Službeni razgovori od vučnog vozila mogu se samo najaviti RD centrali. Radio-dispečerski sustav, uz dispečerski centar i pružne radio-stanice, čine još pružni razdjelnik, uređaj u vučnom vozilu i pružni telekomunikacijski kabel. Radio-dispečerski centar je povezan s pružnim radio-stanicama. Prijenos informacija od centra do pružne radio-stanice obavlja se, žično, po kabelu, a od pružne stanice do vučnog vozila radio-putem.

Slika 11. Analogni radiodispečerski sustav



Izvor: www.fpz.unizg.hr/

Zadatak RD centra u RD sustavu je:

1. uspostavljanje govorne veze, kao i razmjena podataka sa vučnim vozilima;
2. kontrola rada pružnih radio-stanica i pružnih razdjelnika slanjem kontrolnih kombinacija - dvostrukih tonova prema pruži i obradom odzivnog tona karakterističnog za tu pružnu stanicu i pružni razdjelnik.

Taj se postupak odvija automatski ili ručno. Svakom dispečerskom centru mogu se pridijeliti maksimalno 3 pruge sa ukupno 41 pružnom radio-stanicom i jedan pružni razdjelnik.

RD-sustav omogućuje također prosljeđivanje veza na druge korisnike željezničke automatske telefonske (ŽAT) mreže, ali uz dispečerove odobrenje i posredovanje. Sustav isto tako, preko strojovođe omogućuje uključenje dispečera u razglas u vlaku (u onim vlakovima koji ga po svome rangu imaju).

U radiodispečerskom sustavu uspostava veza moguća je selektivnim pozivom samo s određenim vučnim vozilom na pripadajućem dijelu pruge ili otvorenim pozivom sa svim vučnim vozilima na pripadajućem dijelu pruge. Razmjena informacija moguća je ili u govornom ili digitalnom kodiranom obliku.

Selektivne veze uspostavljaju se onda kad RD-uređaji rade u vrsti rada A, pa je uz govor moguć prijenos kodiranih naloga i javljanja. Veze s otvorenim pozivom uspostavljaju se onda kad RD-uređaji rade u vrsti rada B, a tada nije moguć prijenos kodiranih naloga i javljanja.

6.4. Globalni sustav mobilne telefonije GSM-R

Mobilne komunikacije su brzo postale najbitniji element za sigurno vođenje vlakova velikih brzina, naročito kod povećanja brzina do 300km/h, a predstavljene su na primjer, primjenom kod automatskog upravljanja vlakom.

Izbor tehnologije za sustave kabinske signalizacije vlakova i opreme u željezničkim upravljačkim centrima zahtijeva njenu novu i zahtjevnu primjenu. Konstruktori moraju razmotriti potrebe sigurnosti i funkcionalnosti kao bitnih operativnih zahtjeva moderne brze željeznice.

Od 1993. godine željezničke uprave su odlučile razviti GSM kao tehnološku podlogu za sljedeću generaciju radiokomunikacijskog sustava, nakon dvogodišnje izrade elaborata o izvedivosti. Postojali su mnogobrojni razlozi za ovaj izbor, i tehničke i ekonomske prirode, ali izbor se ispostavio kao dobar strateški korak, iako u to vrijeme, slika sustava i nije bila tako jasna.

Europske željeznice su razvile novu generaciju komunikacijske mreže bazirane na GSM tehnologiji, nazvanu GSM-R, koja se trenutno implementira u mnoge zemlje i uskoro će ući u operativni status u Švedskoj, Nizozemskoj, Švicarskoj, Njemačkoj i Velikoj Britaniji.

Ovaj sustav, koji se oslanja na novi standard željezničke komunikacijske tehnologije, integrira sve dosadašnje pokretne radio aplikacije koje se koriste na željeznicama i omogućuje početak razvoja mnogih novih usluga i aplikacija u budućnosti.

GSM-R će posebice omogućiti jedinstvenu komunikacijsku platformu koja će osigurati internu operativnost željezničkog prometa i biti podloga Europskog sustava za upravljanje vlakovima. Korisniku se daje na raspolaganje osim govornog kanala i digitalni radio kanal za prijenos podataka, grupni poziv, određivanje prioriteta poziva, funkcionalno adresiranje kao i druge za željeznicu specijalne funkcije.

Postojeće usluge su bazirane na širokom spektru različitih sustava sa specifičnim upravljanjem, što rezultira značajnom nekompatibilnošću. European Council Directives treba potpuno kompatibilni sustav kontrole i upravljanja vlakovima na brzim internacionalnim linijama Europske Unije, a upravo te zahtjeve ispunjava GSM-R.

GSM-R združuje u jedan sustav većinu, ako ne i sve, aplikacije koje su potrebne željeznicama, uključujući: digitalna tehnologija, integracija usluga baziranim na standardiziranim otvorenim sustavima, križanje sa željeznicom i javnim mobilnim i fiksnim mrežama, roaming mogućnost preko cijelog područja Europe te potrebna mobilnost koja će zadovoljiti zahtjeve željeznica, te mogućnost korištenja javnih mreža pomoću kojih bi se lakše omogućio roaming te poboljšala dispozicija, upravljanje i kontrola nacionalnih i međunarodnih željezničkih procesa.

Kako bi se neki sustav mogao izrađivati i primjenjivati, nužno je postojanje tehničkih specifikacija i normi. Za GSM-R, novu digitalnu radio normu za europske željeznice, izrađene su specifikacije u UIC projektu EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network). EIRENE specifikacije definiraju zahtjeve kojima moraju udovoljavati željeznički radio komunikacijski sustavi kako bi se osigurala interoperabilnost između nacionalnih željeznica.

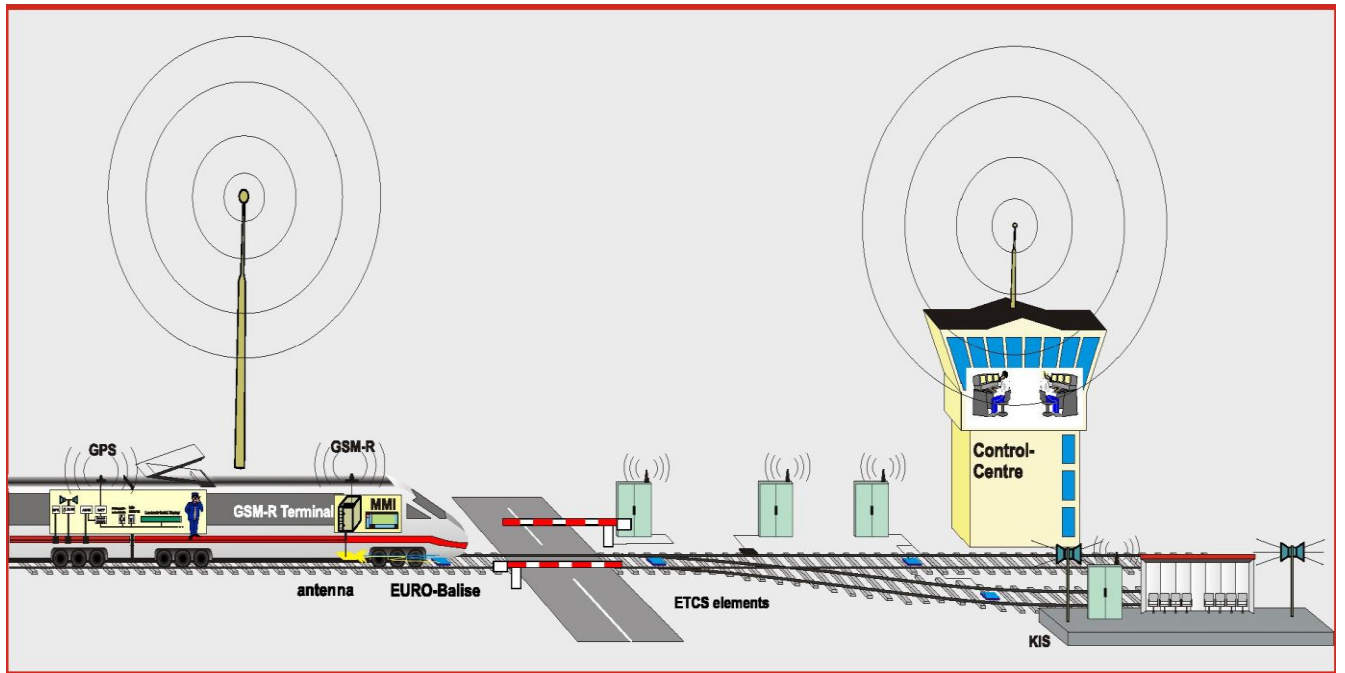
Specifikacije definiraju: zahtjeve i konfiguraciju mreže, općenite zahtjeve za mobilnu opremu, komunikaciju i opremu vučnog vozila, kontrolnu opremu, plan numeriranja, tekstualna javljanja, pozive u hitnim slučajevima, opremu za ranžiranje i dr.

Slika 12. Prikaz korištenja GSM-R mreže



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Slika. 13. Digitalni radiodispečerski sustav GSM-R



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Prednosti GSM-R-a su bezbrojne i koriste svima. Standardiziranjem sustava, GSM-R operateri će moći značajno smanjiti troškove u upravljanju i održavanju. Ulaganje će biti svedeno na minimum. Putnici koji putuju izvan svoje zemlje neće više morati gubiti dragocjeno vrijeme čekajući na promjenu lokomotiva na granicama. GSM tehnologija koja se koristi u javne svrhe daje veliki potencijal za dodavanje novih usluga u budućnosti.

Arhitektura sustava GSM-R je tipična mobilna mreža i sastoji se od komutirajućih mrežnih podsustava NSS (Network Switching Subsystem) i podsustava za mrežno upravljanje NMS (Network Management Subsystem) na glavnoj razini kao i podsustava baznih stanica BSS (Base Station Subsystem) koji se sastoji od perifernih kontrolnih grupa baznih stanica BCS (Base Station Controller) i perifernih prijemno predajnih baznih stanica BTS (Base Transceiver Station).

Od GSM-R mreže se traži pokrivenost duž pruge veću od 95% a raspoloživost veća od 99,9%. Ona jamči pogonsku komunikaciju po principu svatko sa svakim. Mora imati vanjska sučelja do postojećih fiksnih željezničkih mreža kao napr. ŽAT, mreža otvorenih korisnika, privatnih željezničkih fiksnih mreža, kontrolne opreme i specijalističkih željezničkih sustava.

Aplikacije za željeznice uključuju:

- Logistiku (praćenje teretnih vagona, kontejnera, dobara itd)
- Poboľšane operativne usluge za željezničko osoblje (Intranet pristup operacijskim bazama podataka, prilagođene usluge vijesti za redove vožnje i tarife, automatska rezervacija sjedala sa prikazom na displayu)
- Telematske aplikacije za vozni park i fiksnu opremu infrastrukture.
- Optimizirana nosivost vlakova

Primjeri novih aplikacija za korisnike željezničkih usluga:

- On-line putničke informacije o vlakovima i peronima
- Internet terminali za pouzdane www usluge
- Rent a Car, naručivanje taxija, rezervacija hotela
- Specijalne turističke i hotelske usluge.

Uvođenjem GSM-paketne službe GPRS (General Packet Radio Service) ponuditi će se željeznici još danas nesagledive mogućnosti poboljšanja usluga u vlaku i u kolodvorima i time povećati ekonomičnost.

Uz povećanje efikasnosti mreže i novih mogućnosti odlučujuću odluku kod uvođenja GSM-R ima reduciranje troškova za proizvodnju, za održavanje u pogonu i pogonskih troškova za ostale sustave (nepotrebna dugačka kabela mreža, nepotrebni signali i telefonski ormarići uz prugu).

Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) je 1993. odabrao GSM standard kao podlogu za budući digitalni mobilni sustav i osnovao je European Integrated Railway Radio Enhanced Network project EIRENE kako bi koordinirao potrebama korisnika, postavio specifikacije na visokoj razini i upravljao relativnom standardizacijom te pripremnim operacijama.

Projekt EIRENE stvorio je specifikacije za internu uporabu mobilnih komunikacija. Da bi osigurao da se države članice pridržavaju tih Specifikacija, specifikacije su pretvorene u Europske Standarde od strane ETSI (European Telecommunications Standards Institute) i CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization).

Projektni tim EIRENE projekta održao je sastanak na ETSI-ju i zaključio pripreme i raspravu o standardizaciji EIRENE-a i GSM-R-a, te je projekt proslijeđen odgovarajućim grupama.

ETSI-SMG (Special Mobile Group) počela je primjećivati potrebu za mobilnu standardizaciju početkom 1993. To je dovelo do specifikacije frekvencijskog pojasa GSM-R-a u GSM zračnom sučelju i predstavljanja Voice Broadcast Calls, Voice Group Calls i Priority features kao novih usluga u GSM-u. Jednostavna standardizacija završena je u 1997. godini.

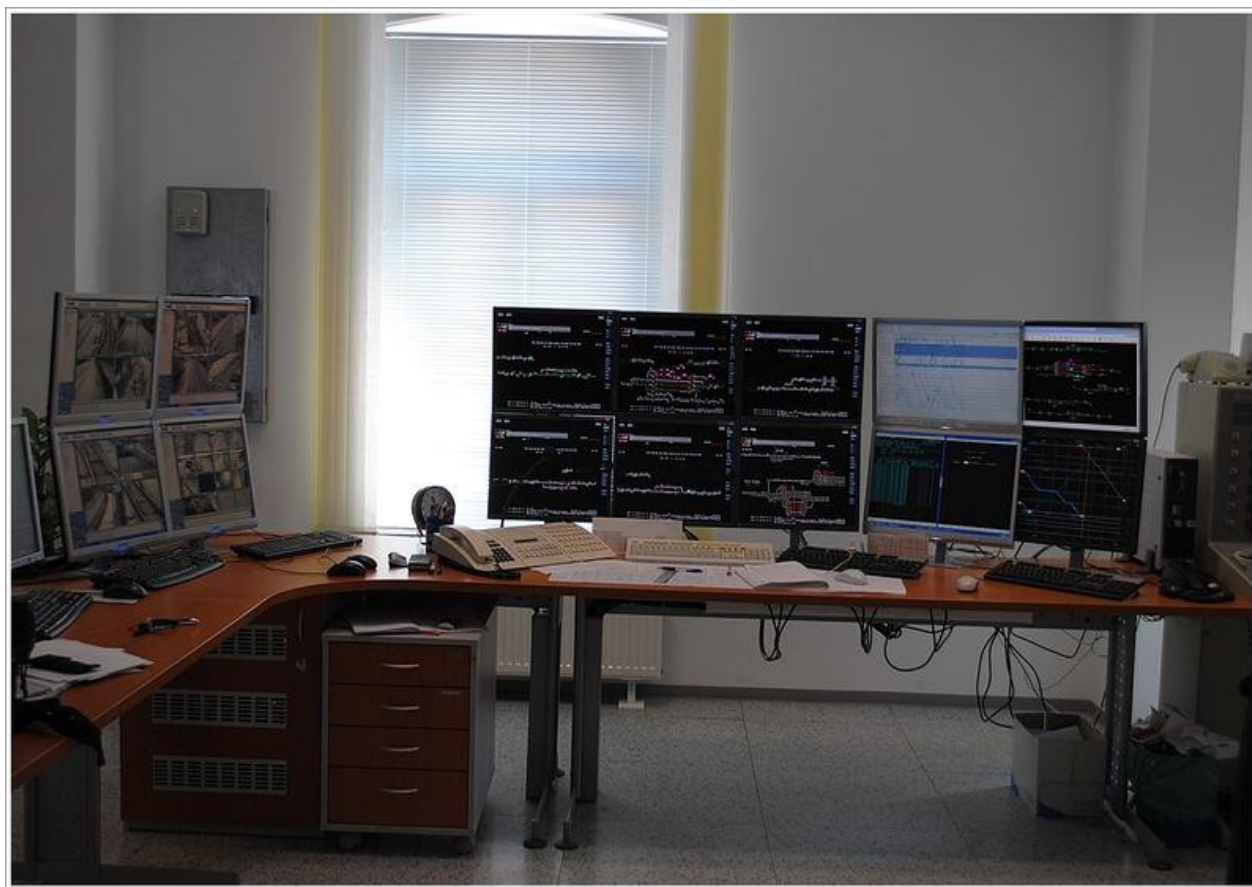
Poslovima razvoja i implementacije, ispravaka i poboljšanja na GSM-R tehnologiji, kojima su se bavili razne bivše SMG grupe, trenutno upravlja ETSI Special Task Force. EIRENE projektni tim je vrlo uspješan u zajedničkim naporima promicanja GSM-R-a i kombinirajući znanje stručnjaka iz različitih tehničkih kultura (GSM i željeznice) kako bi postigao otvoren, koristan i plodan sustav. Zanimanje za GSM-R također raste i izvan Europe, posebno u Aziji i Sjevernoj Americi.⁶

⁶ Zemljič, F.: "Svrha sustava za daljinsko upravljanje vožnjom vlakova, tehnički uvjeti i elementi koji su potrebni za funkcionalniju upotrebu te postavnicička oprema", godina VI broj 3, rujan, 2007. str 21, 22, 23

6.5. Telekomanda

Pod pojmom daljinskog upravljanja signalno-sigurnosnim uređajima (DUS) podrazumijeva se upravljanje s više ss uređaja s jednog mjesta, a time posredno i prometom vlakova. Takav sustav naziva se još i telekomanda.

Slika 14. Telekomanda



Izvor: <http://www.sis-nis.com>

Moderni sustavi daljinskog upravljanja se temelje na mikroprocesorskoj tehnologiji i modularnog su tipa. Drugim rječima, sve upravljačke i kontrolne funkcije izvršavaju posebno programirani mikroprocesori. Srodne grupe funkcija ili samo određene funkcije obavljaju mikroprocesori smješteni na jednu štampanu pločicu koja se naziva modul.

Video displeji ili monitori su u stvari katodne cijevi, visoke kakvoće izvedbe, za pokazivanje slike u boji. Obično jedan ili više njih pregledno pokazuju, shematski upravljano područje s ograničenim brojem informacija. Broj im je određen veličinom upravljanog područja, ali se teži da ih ne bude više od dva.

Drugi video displej (ili skraćeno VDU) pokazuje situaciju samo jednog kolosijeka. Dok su slike na preglednim VDU stalno nazočne i prikazuju upravljano područje. Slike na stanici VDU su promjenjive (na taj se može pozvati slika svake stanice s upravljanog područja). Zato se taj VDU zove stanični ili stanična tabla. Na njemu se pokazuje šematski prikaz pojedine stanice sa svim informacijama koje se pokazuju i na komandnom stolu te stanice.

Dakle zauzeće izolacija, položaj skretnica, blokiranje putova vožnji, signalni znaci na glavnim i ranžirnim signalima itd. Osim toga se na njemu pokazuju i druge obavijesti kao na primjer datum, mjesec, godina, sat, minuta i sekunda tekućeg vremena, ovlaštenje prometnika koji trenutno radi i koji je odgovoran za sve izdane komande te kontrolna pokazivanja ispravnosti rada samog VDU.

Pojedini redovi na VDU određeni su za komunikaciju čovjek sustav, pa tako postoje redovi za izdavanje komandi (tu se pojavljuje komanda koju prometnik želi izdati i koju oslobađa da bude izvršena kad provjeri da je ispravna), red za alarme, red za blokade i slično.

6.6. Informacijski sustavi

Osim službenom osoblju na željeznici se informacije daju i korisnicima. To su informacije o točnom vremenu, vremenu dolaska i odlaska vlakova, presjedanju, promjenama reda vožnje, te sastavu vlakova. Ovakve se informacije daju preko satova, optičkih indikatora, pokazivača, ozvučenja javnih površina, alarmnih uređaja i sl. Za točno odvijanje prometa i održavanje voznog reda, željeznica koristi posebnu mrežu ura.

Na magistralnim su prugama HŽ, preko posebnih pružnih telekomunikacijskih kabela, povezane ure sustava jedinstvenog točnog vremena. Svaka centralna ura ima slijedeće sklopove: automatsko korigiranje rada matičnih ura i davanje minutnih impulsa. Na kolodvorima su ugrađene matične ure koje napajaju odgovarajući broj sekundarnih ura.

Kolodvorske se matične ure preko voda točnog vremena (do udaljenosti 20 km) pokreću impulsima iz centralne ure. Na svakih 20 km ugrađuje se sklop za korekciju i pojačanje impulsa.

Razglasi služe za prijenos govornih obavijesti putnicima. Ozvučavaju otvorene (peroni) i zatvorene prostorije (vagoni, čekaonice i ostale stanične prostorije).

Na teretnim i ranžirnim stanicama ozvučavanje je provedeno prijenosnim fiksno ugrađenim interfonima. U interfonu je mikrofoni, pojačalo, zvučnik i taster za poziv. Veza sa službenim centrom ostvarena je kabelima. Interfonima se iz centra upućuju pozivi i izdaju naredbe djelatnicima na širem području kolodvora.

Također se može uspostaviti veza svakog interfona s centrom, pritiskom na taster poziva. Interfoni omogućuju simpleks-vezu. U suvremene informacijske sustave ubrajaju se automati zaizdavanje karata, rezervacije mjesta, davanje podataka o putu vožnje kao prikaz na ekranu ili štampani tekst.

Ugradnja suvremenih informacijskih sustava pridonosi povećanju održavanja reda vožnje, pravodobnom obavještanju i usluživanju putnika, smanjenju gužvi i nesporazuma. To sve pridonosi udobnosti i sigurnosti u odvijaju željezničkog prometa.

Slika 15. Uređaj za informiranje putnika



Izvor: www.prometna-zona.com

7. RAZVOJ SUSTAVA DALJINSKOG UPRAVLJANJA

Razvoj sustava daljinskog upravljanja u početku elektrifikacije rasklopnim se aparatima upravljalo uređajima lokalne komande iz prostorija u sklopu samog postrojenja ili ručno na samom aparatu. Razvojem telekomunikacija i relejne tehnike počeli su se uvoditi uređaji daljinskog upravljanja u sustav stabilnih postrojenja električne vuče.

Oni su donijeli novu kvalitetu u postupku nadzora i održavanja elektroenergetskih i pružnih postrojenja, te bitno smanjili zastoje u prometu, koji su nastali zbog beznaponskog stanja kontaktne mreže. U daljinsko upravljanje ubraja se; uključivanje i isključivanje osnovnih prekidača i rastavljača, mjerenje struje i napona, te signalna dojava čitavog stanja iz udaljenih mjesta duž pruge u centar daljinskog upravljanja CDU.

Tokom šezdesetih godina dvadesetog stoljeća s razvitkom elektronike počeli su se masovnije uvoditi tranzistorski sklopovi i u tehniku daljinskog upravljanja. Tako su nastali prvi hibridni relejno-tranzistorski uređaji.

Njihov relejni dio obavlja pretežiti dio funkcija prosljeđivanja komandi rasklopnim aparatima i signalizacija njihovog položaja, te signalizacija upozorenja, dok tranzistorski dio, na temelju elektroničkih impulsa pristiglih preko odgovarajućih releja, formira odgovarajući kodirani telegram za prijenos putem komunikacijske linije, i u suprotnom smjeru prima pristigli telegram, dekodira ga i prosljeđuje ka relejnom dijelu.

U relejnim i hibridnim relejno-tranzistorskim sustavima daljinskog upravljanja koristi se komandna ploča kao sredstvo za nadzor sustava stabilnih postrojenja elektrovuče. Ona daje shematski prikaz svih postrojenja koja se kontroliraju i na njoj su ugrađeni komandno-potvrđni prekidači i prozirna gravirana okna sa signalnim svjetiljkama koje se upale kad pristigne odgovarajuća signalizacija.

Komandno-potvrđni prekidač služi za izdavanje komande uključivanja i isključenja dotičnog rasklopnog aparata i prijem signalizacije (potvrde) o izvršenju izdate komande.

On je obično tipa zakreni-pritisni s dva položaja, krilce u smjeru voda KM pokazuje da je aparat uključen, a kad je ono okomito na smjer voda znak je da je dotični aparat isključen. Signalne svjetiljke na ploči obično rade u režimu tamne sheme, što znači da ne svijetle kada je aparat u redovnom položaju i dok nema signalizacija upozorenja koje označavaju da se dogodila neka neredovna situacija u postrojenju na pruži. Svjetiljke se pale pri mijenjanju položaja aparata ili nenormalnoj pojavi, kao što je kvar ili nestanak napona.

8. OSIGURANJE CESTOVNIH PRIJELAZA

Cestovnim prijelazom u razini (ŽCPR) nazivamo mjesto prijelaza cestovne prometnice preko pruge, odnosno građevinski gledano, mjesto križanja kolnika i gornjeg ruba tračnice koje se nalazi u istoj razini. Radi velikih razlika u brzinama kretanja cestovnih i pružnih vozila, njihovim masama, a posebno zaustavnim putevima, ta su mjesta vrlo opasna zbog mogućnosti sudara. To je razlog zašto se ta mjesta osiguravaju na razne načine.

S motrišta cestovnog prometa osiguranje CPR možemo razvrstati u dvije skupine:

- pasivno (s cestovnim znacima) i
- aktivno (uređajima za osiguranje cestovnih prijelaza).

Aktivno osiguranje može se ostvariti:

- mehaničkim uređajima i
- električnim uređajima.

Najsigurniji način je razdvajanje razina, gradnjom nadvožnjaka ili podvožnjaka. Dovoljna razina sigurnosti postiže se ugradnjom signalnih uređaja koji obavještavaju sudionike u cestovnom prometu o približavanju željezničkog vozila. Na ŽCPR se daje prednost pružnim vozilima jer ona imaju veću masu, kreću se prisilnom putanjom i imaju dulji zaustavni put. To znači da se kod nailaska vlaka cestovni promet obustavlja.

Ugradnju signalnih uređaja na ŽCPR nazivamo osiguranje ŽCPR. Najčešći uzroci nesreća na cestovnim prijelazima su nepoštivanje prometnih znakova, neprilagođena vožnja, prolazak automobila ispod spuštenih branika, nepažnja vozača cestovnih vozila i pješaka. Zbog duljeg zaustavnog puta i manje učestalosti prolaza, prioritet se daje uvijek željeznici.

Nastoji se potpuno ukinuti cestovne prijelaze u istoj razini. Jasno to nije uvijek moguće, te se teži smanjenju njihova broja, što se postiže na slijedeće načine:

- zamjenom prijelaza nadvožnjacima odnosno podvožnjacima,
- zamjenom dvaju ili više susjednih prijelaza jednim,
- osiguranjem cestovnih prijelaza u razini suvremenim tehničkim sredstvima,
- na tehnički neosiguranim prijelazima omogućavanjem potrebne vidljivosti

Na prugama s velikim brzinama vlakova, većom od 160 km/h, križanje ceste i željezničke pruge mora biti izvedeno u dvije razine. Preporuča se u tom slučaju, da cesta prelazi iznad željezničke pruge.

8.1. Znakovi upozorenja

Cestovne oznake cestovnog prijelaza u razini postavljaju se svakih 80m prije križanja. Prva je udaljena 240m i ima tri kose trake s trokutom na vrhu u kojem može biti oznaka prijelaza s branikom ili bez njega. Znak s dvije trake postavljen je 160m prije križanja, dok je znak s jednom trakom postavljen na udaljenosti od 80m. Prije prijelaza postavlja se tzv. Andrijin križ, ako pruga nije zaštićena branicima ili polubranicima. Znak jednostrukog Andrijinog križa koristi se kao cestovni signal ako je prijelaz preko jednog kolosijeka.

Dvostruki Andrijin križ znak je za prijelaz preko dva ili više kolosijeka. Cestovni prijelazi preko dva i više kolosijeka osiguravaju se svjetlosnim signalima. Uključivanje i isključivanje signala obavlja se automatski, nailaskom vlaka na kolosiječne kontakte. Kod brzina iznad 120 km/h pješački prijelazi moraju biti obavezno osigurani svjetlosnim i zvučnim signalima, a kod brzina ispod 120 km/h pješački prijelazi mogu biti riješeni samo mimoilaznim ogradama. Na križanju industrijskog kolosijeka sa cestom koji je osiguran uređajima, moraju se ugraditi iskliznice odnosno željeznič

ki signali s obje strane prijelaza, koji moraju biti u međusobnoj ovisnosti sa signalima na cesti.

Stalni željeznički signali za najavu cestovnih prijelaza su:

- oznaka zaustavnog puta
- oznaka uključne točke kod automatskih uređaja,
- u slučaju da pruga ima ugrađen APB, za obavješćivanje se koriste signali prostornih odsjeka.

Slika 16. Znak koji označava zaustavni put ispred cestovnog prijelaza



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

8.2. Načini osiguranja cestovnih prijelaza

Naprave za osiguranje cestovnih prijelaza u razini su:

- uređaji osiguranja koji se uključuju ručno
- uređaji osiguranja koji se uključuju daljinski s centralne postavnice
- uređaji osiguranja koje uključuje i isključuje sam vlak pri dolasku i odlasku

Branik mora biti dobro obilježen. Stariji način obilježavanja je da se branik naizmjenično oboji naizmjenično crvenom i žutom bojom i označi s tri crvena reflektirajuća stakla, ravnomjerno raspoređena po cijeloj duljini branika. Noviji način obilježavanja je da se branik presvuče reflektirajućim slojem po cijeloj duljini i na sredini ima trepćuću signalnu svjetiljku.

Osiguranje branicima

Osiguranje branicima koristi se obično u naseljima i na mjestima učestalog prometa. Branici se postavljaju na udaljenosti 3m od najbliže tračnice. Branicima se može upravljati ručno. Uređajem rukuje čuvar cestovnog prijelaza neposredno uz sam prijelaz ili s određene udaljenosti s koje ima dobru preglednost prijelaza.

Ako čuvar nije cijelo vrijeme pokraj branika kod napuštanja radnog mjesta mora branike učvrstiti (zaključati), a brava s ključem se nalazi na uređaju za postavljanje branika. Postavljanje branika se može izvesti i daljinski žicovodom ili elektromotorom. Kod daljinskog upravljanja branicima, postavljaju se tzv.prerezivi branici. Prije spuštanja branika sudionici se opominju predzvonjenjem u trajanju 15 do 25 sekundi.

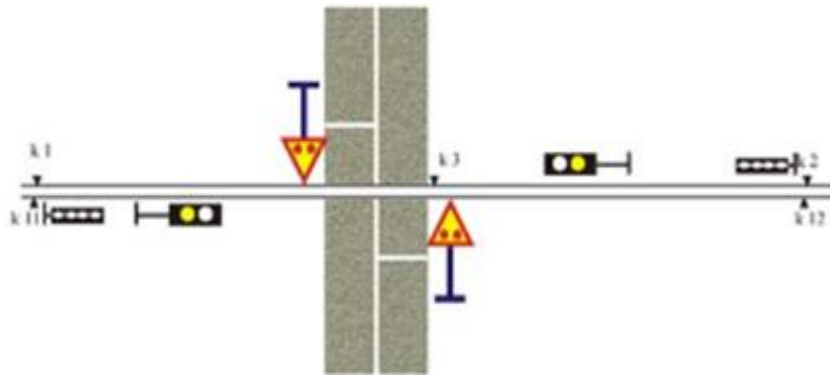
Osiguranje polubranicima

Motke polubranika zatvaraju samo pola ceste i vozilo ne može ostati “zarobljeno” na cestovnom prijelazu. Uključivanje zvona, svjetlosnih signalai spuštanje i dizanje motki polubranika obavlja se automatski, nailaskom vlaka na uključne i isključne točke.

Osiguranje svjetlosnim signalima i zvonom

Primjer osiguranja ŽCPR-a na jednokoliječnoj pruzi je prikazan slikom 17. Vlak kontaktima k1 k11 ili k2 k12 uključuje trepćuću svjetlost i zvono na cestovnim signalima. Signalni znak "Početak zaustavnog puta ispred cestovnog prijelaza" dvije signalne svjetiljke trepću naizmjenice sa 60 treptaja u minuti. Zvono je na istom stupu sa svjetiljkama. Svjetla se isključuju 5 sekundi nakon što zadnja osovina vagona prijeđe preko k3 k13 kolosiječnih kontakata.

Slika 17. Osiguranje ŽCPR-a bez polubranika na jednokolosiječnoj pruzi



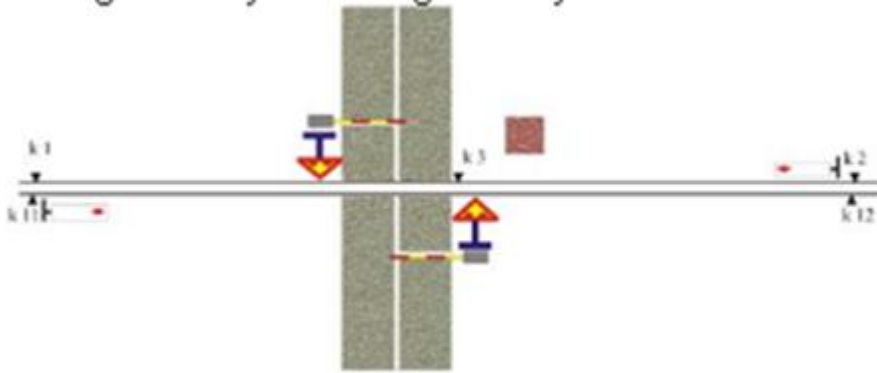
Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

8.3. Način rada automatskog uključivanja

Kada u području prijelaza nema vlaka motke branika su u vertikalnom položaju, a svjetla na cestovnim signalima ugašena, ako je prijelaz slobodan. I u slučaju osiguranja s polubranicima, vlak svojim nailaskom automatski aktivira uređaj. Prijelazom kotača vagona preko kontakata k1 k11 ili k2 k12 aktivira se automatika.

Uključi se zvonjenje, signalne se svjetiljke na putu uz prugu naizmjenice pale i gase i nakon podešenog vremena (10 do 30 sekundi) motke se počinju spuštati. Spuštanje može trajati 8 do 15 sekundi. Nakon toga ostaje uključena samo cestovna svjetlosna signalizacija, a kada zadnja osovina vlaka prijeđe preko isključnog kontakta k3, nakon podešenog vremena (oko 5 s), motke branika se dižu i gasi se svjetlosna signalizacija.

Slika 18. Osiguranje ŽCPR-a s polubranicima



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Motke se najčešće spuštaju i dižu pomoću elektromotora s elektromagnetskom kočnicom, a postoje i izvedbe na hidraulički pogon. I u jednom i drugom slučaju mora se omogućiti i ručni pogon za slučaj kvara ili nestanka struje. Sustav za upravljanje elementima za osiguranje cestovnog prijelaza obično je smješten neposredno uz prijelaz u posebno izgrađenoj kućici, kontejneru ili samostojećem ormaru. Najvažniji element osiguranja je sustav za detekciju nailaska vlaka. Najčešći sustav za detekciju približavanja vlaka su kolosiječni kontakti, ali se mogu koristiti i izolirani odsjeci, pa se tako kod elektroničkih uređaja najčešće koriste izolirani odsjeci bez izoliranih umetaka. Kako bi se osigurala potrebna pouzdanost uređaja, potrebno je analizirati moguće uzroke kvara automatike.

Automatika može zakazati u ovim slučajevima:

- neaktiviranje detektora nailaska vlaka (kolosiječnog kontakta),
- pregaranja žarulja,
- kvar elektromotora postavljača polubranika,
- kvar napojnog ili relejnog uređaja,
- lom motke polubranika

Kako se u slučaju bilo kakve neispravnosti, zbog održanja potrebne razine sigurnosti odvijanja cestovnog prometa, mora se automatski uključiti zabranjen prolaz cestovnim vozilima. Udvostručavanjem nekih elemenata povećava se sigurnost prometa na putnim prijelazima.

Elementi koji bi mogli postati uzrok smetnji ili kvara su:

- akumulatorske baterije,
- ispravljači,
- žarulje,
- kolosiječni kontakti

8.4. Usporedba različitih tipova cestovnih prijelaza

Troškovi izgradnje cestovnog prijelaza u dvije razine u odnosu na troškove osiguranja križanja željezničke pruge i ceste u istoj razini odnose se kao 10:1. Ekonomska analiza pokazuje da financijska sredstva dovoljna za izgradnju samo jednog podvožnjaka ili nadvožnjaka mogu biti dostatna za izgradnju deset cestovnih prijelaza u razini opremljenih najsuvremenijim SS-uređajima.

Za razdoblje od 5-10 godina s predračunskom cijenom redovitog održavanja i otklanjanja posljedica kvarova na uređajima cestovnog prijelaza u istoj razini taj se odnos bitno poboljšava u korist rješenja križanja željezničke pruge i ceste u dvije razine i iznosi 4:1. U svrhu još veće razine sigurnosti na željezničkim cestovnim prijelazima ugrađuju se i dodatni uređaji za automatsko snimanje vozila koja prelaze željezničku prugu unatoč upaljenoj svjetlosnoj signalizaciji. Također se ugrađuju i dodatni uređaji za detekciju prisustva vozila u ugroženom području, te dodatni kontrolni željeznički signali, kako bi se vlak u okviru tehničkih mogućnosti zaustavio prije naleta na cestovno vozilo.

Slika 19. Kontrola opasnog područja ŽCPR-a



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

Uporabom digitalnog mobilnog telekomunikacijskog sustava GSM-R moguće je informaciju o stanju na ŽCPR-u prenijeti direktno u upravljačnicu lokomotive.

Slika 20. Prijenos informacija sa ŽCPR-a u lokomotivu putem GSM-R -a



Izvor: <http://www.fpz.unizg.hr>

9. SWOT ANALIZA Primjene ITS-a u željezničkom prometu

| | |
|---|---|
| <p><u>Strengths (S) Snage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • mogućnosti ITS usluga • djelovanje na sigurnost • bolja interoperabilnost sa europskim željeznicama • ekološka prihvatljivost • veća propusnost • bolja komunikacija • osiguranje željezničkih cestovnih prijelaza • dostupnost informacija | <p><u>Weaknesses (W) Slabosti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • velika početna ulaganja • nespremnost ulaganja • nedostatak sredstava • veliki troškovi nastali uslijed kvara uređaja • nedovoljan poticaj razvoja ITS-a u željezničkom prometu • starost i neopremljenost opreme i voznog parka |
| <p><u>Opportunities (O) Prilike</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • bolje povezivanje • smanjenje rizika potencijalnih tragedija • isplativost modernizacije željezničkog prometa • Rent a Car, naručivanje taxija, rezervacija hotela • poboljšane operativne usluge za željezničko osoblje (Intranet pristup operacijskim bazama podataka, prilagođene usluge vijesti za redove vožnje i tarife, automatska rezervacija sjedala sa prikazom na displayu) | <p><u>Threats (T) Prijetnje</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • stalna nadogradnja tehnologije • uređaji zamjenjuju čovjeka • neaktiviranje detektora nailaska vlaka (kolosiječnog kontakta) • kvar napojnog uređaja • veća usmjerenost na druge grane prometa • nemogućnost uvođenja ITS-a u sve željeznice zbog slabog i sporog razvoja |

10. ZAKLJUČAK

Potreba za razvojem ITS-a je sve veća, kako bi se što bolje uskladile sve europske željeznice i kako bi radile na istom principu. Pružanje takvih usluga je od velike važnosti, ne samo za bolje povezivanje i prometovanje, već i za manje stvaranje gužvi i pružanje kvalitetnih i točnih informacija putnicima. Kao najvažnija prednost ITS-a, izdvaja se sigurnost koju pruža. Bilo da se radi o sigurnosti i upozoravanju strojovođe ukoliko on ne poduzme potrebne mjere, pa sve do vanjskih potrebnih informacija tijekom vožnje vlaka, ITS jet u da pravovremeno reagira. Tehnologija se sve više unaprijeđuje, kako bi pomogla ljudima reagirati ukoliko dođe do pomanjkanja koncentracije ili pak slabe vidljivosti. Vrlo važno je imati i dobru opremu, kako bi to sve skupa usklađeno funkcioniralo. Vlakovi moraju biti prilagođeni današnjim potrebama razvoja i unaprijeđenja željeznica kako bi se izvukao maksimum iz ITS-a. Lokomotive moraju biti napravljene sa svim potrebnim instrumentima koji su dio rada ITS sustava, kako bi lakše primale informacije iz okoline i prenosile ih sve do strojovođe. ITS mora djelovati i na okolinu željeznice koja je vezana za cestovne prijelaze preko željezničke pruge, a sve kako bi zaštitila obje strane, vozilo i vlak. Osim što se sigurnosni uređaji ugrađuju u lokomotive, dodatno se ugrađuju i uređaji za detekciju vozila, koji unatoč upaljenom upozorenju nailaska vlaka ipak prelaze prugu. Oni detektiraju vozilo i šalju informacije vlaku, kako bi se mogao na vrijeme zaustaviti i spriječiti udar vlaka u vozilo. ITS u željezničkom prometu pruža velike mogućnosti koje nisu usko vezane samo za željeznicu, već surađuju i sa okolinom kako bi se željeznički promet mogao nesmetano odvijati i pružiti sigurnost. Kako bi ITS mogao dobro funkcionirati, trebaju brojna ulaganja. Potrebno je poboljšati pružnu infrastrukturu po pitanju kvalitete, kako bi bio moguć brži protok vlakova. Željeznice su tijekom proteklih godina u procesu modernizacije, ali nedostatak sredstava bi mogao zaustaviti taj napredak.

LITERATURA

1. Baričević, H.: TEHNOLOGIJA KOPNENOG PROMETA, Pomorski Fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka 2001.
2. Zemljič, F.: “ Svrha sustava za daljinsko upravljanje vožnjom vlakova, tehnički uvjeti i elementi koji su potrebni za funkcionalniju upotrebu te postavnicička oprema” , godina VI broj 3, rujan, 2007.

Internet izvori:

1. <http://zeljeznice.net>
2. <http://www.hznet.hr/>
3. <http://www.fpzg.unizg.hr/>
4. <http://hrcak.srce.hr/>
5. www.waset.org/journals/waset/v44/v44-240.pdf
6. <http://benthamsience.com>
7. <http://www.sis-nis.com>
8. <http://www.prometna-zona.com>

POPIS TABLICA

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Tablica 1. Grijači skretnica..... | 18 |
|--------------------------------------|----|

POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| 1. Slika 1. Upravljanje željeznicom s digitalnim Marklin sustavom..... | 6 |
| 2. Slika 2. Broj željezničkih nesreća po državama Europe za 2010. i 2011. godinu..... | 7 |
| 3. Slika 3. Prva razina ETCS-a..... | 9 |
| 4. Slika 4.. Prva i druga razina ETCS-a..... | 9 |
| 5. Slika 5. Senzor na nosivim brtvama..... | 11 |
| 6. Slika 6. Senzor na prednjoj strani osovine..... | 11 |
| 7. Slika 7. Skretnica s električnom postavnom spravom..... | 15 |
| 8. Slika 8. Pokretno središte skretnice..... | 19 |
| 9. Slika 9. Senzori za dinamičku kontrolu skretnica..... | 20 |
| 10. Slika 10. Sprava i kontrolnik za skretnice velikih brzina vlakova..... | 20 |
| 11. Slika 11. Analogni radiodispečerski sustav..... | 35 |
| 12. Slika 12. Prikaz korištenja GSM-R mreže..... | 38 |
| 13. Slika. 13. Digitalni radiodispečerski sustav GSM-R..... | 39 |
| 14. Slika 14. Telekomanda..... | 42 |
| 15. Slika 15. Uređaj za informiranje putnika..... | 44 |
| 16. Slika 16. Znak koji označava zaustavni put ispred cestovnog prijelaza..... | 47 |
| 17. Slika 17. Osiguranje ŽCPR-a bez polubranika na jednokolosiječnoj pruzi..... | 49 |
| 18. Slika 18. Osiguranje ŽCPR-a s polubranicima..... | 50 |
| 19. Slika 19. Kontrola opasnog područja ŽCPR-a..... | 51 |
| 20. Slika 20. Prijenos informacija sa ŽCPR-a u lokomotivu putem GSM-R –a..... | 51 |