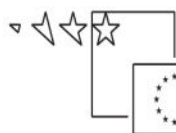




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE ŽELEZNIŠKEGA PROMETA

MIRAN SREBRNIČ

Višješolski strokovni program: Logistično inženirstvo
Učbenik: Signalnovarnostne naprave v železniškem prometu
Gradivo za 2. letnik

Avtor:

Mag. Miran Srebrnič
PROMETNA ŠOLA MARIBOR
Višja prometna šola



Strokovni recenzent:

doc. dr. Anton Pepevnik, univ. dipl. inž. prom.

Lektorica:

Tanja Srebrnič, prof. slov.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

656.25(075.8)(0.034.2)

SREBRNIČ, Miran

Signalnovarnostne naprave železniškega prometa [Elektronski vir]:
gradivo za 2. letnik / Miran Srebrnič. - El. knjiga. - Ljubljana : Zavod
IRC, 2009. - (Višješolski strokovni program Logistično inženirstvo /
Zavod IRC)

Način dostopa (URL): [http://www.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/
Signalnovarnostne_naprave_zelezniskega_prometa-Srebrnic.pdf](http://www.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Signalnovarnostne_naprave_zelezniskega_prometa-Srebrnic.pdf). -
Projekt Impletum

ISBN 978-961-6820-33-2
249242624

Izdajatelj: Konzorcij višjih strokovnih šol za izvedbo projekta IMPLETUM
Založnik: Zavod IRC, Ljubljana.
Ljubljana, 2009

Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje je na svoji 120. seji dne 10. 12. 2009 na podlagi 26. člena Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Ur. l. RS, št. 16/07-ZOFVI-UPB5, 36/08 in 58/09) sprejel sklep št. 01301-6/2009 / 11-3 o potrditvi tega učbenika za uporabo v višješolskem izobraževanju.

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum 'Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008-11'.

Projekt oz. operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007-2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

KAZALO

1	UVOD V SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE ŽELEZNIŠKEGA PROMETA ..	3
2	SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE ŽELEZNIŠKEGA PROMETA	4
3	PROGOVNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE	7
3.1	VPLIV PROGOVNIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV NA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI ..	7
3.1.1	Vpliv in pomen avtomatizacije progovnih signalnovarnostnih naprav na varnost prometa	8
3.1.2	Vpliv avtomatizacije na propustnost prog	8
3.1.3	Vpliv zagotovljene varnosti na ceno prevozov	8
3.2	VRSTA PROGOVNOVARNOSTNIH NAPRAV IN NJIHOV POMEN V ZAGOTAVLJANJU VARNOSTI PROMETA	9
3.2.1	Splošni varnostni pogoji	11
4	SIGNALNE NAPRAVE	13
4.1	VRSTE KRETNIC IN KRETNIŠKI DELI	13
4.2	ZAVAROVANJE KRETNIC	15
4.3	RAZTIRNIKI	16
4.4	ZUNANJE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE	17
4.5	MEHANSKI (LIKOVNI) SIGNALI	17
4.6	MEHANSKI (LIKOVNI) PREDSIGNALI	18
4.7	ELEKTROMEHANSKE POSTAJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE	18
4.8	SVETLOBNI SIGNALI	19
4.8.1	Svetilka svetlobnega signala	19
4.8.2	Motnje na žarnicah prostorskih signalov	26
5	NAPRAVE ZA DOLOČANJE ZASEDENOSTI TIRA IN POLOŽAJA KRETNIC	28
5.1	TIRNI TOKOKROGI ALI IZOLIRKE	28
5.2	MAGNETNI TIRNI KONTAKT (MTK)	35
5.3	ELEKTRONSKI ŠTEVNIK OSI (EŠO)	37
5.3.1	Motnje v delovanju števecv osi	40
5.4	INDUKTIVNI SENZORJI JAVLJANJA PRISOTNOSTI ŽELEZNIŠKEGA VOZILA	40
5.4.1	Primer izračuna električnega napajanja signalnovarnostne naprave	42
6	NAPRAVE ZA OGREVANJE KRETNIC	46
6.1	PLINSKA GRELNA NAPRAVA (PGN)	46
6.2	ELEKTRIČNA GRELNA NAPRAVA ZA KRETNICE	49
7	CESTNI ENONIVOJSKI PREHODI PREKO ŽELEZNICE, AVTOMATSKO ZAVAROVANJE	52
7.1	POGOJI IN NAČIN UPORABE NAPRAV ZA ZAVAROVANJE NIVOJSKIH PREHODOV (NPr) ..	53
7.1.1	Cestni svetlobnozvočni signal	55
7.1.2	Zobniški pogon zapornic	56
7.1.3	Kabli in kabelski pribor	57

7.1.4	Hišica cestnega prehoda.....	57
7.1.5	Opis delovanja naprave za varovanje enonivojskega križanja ceste z železnico.....	59
7.1.6	Zapornice	62
7.1.7	Vklopna mesta.....	62
7.1.8	Izklopna mesta	63
7.2	PRIMERI POSTAVITEV AVTOMATSKIH ŽELEZNIŠKIH ZAPORNIC	63
7.2.1	Zapornice	63
7.2.2	Vklopna mesta.....	64
7.2.3	Izklopna mesta	64
7.2.4	Sistem za zavarovanje cestnih prehodov v postajnem območju (NPr – PO).....	65
7.2.5	Sistem za zavarovanje cestnih prehodov z daljinsko kontrolo ((NPr – DK)	65
7.2.6	Določanje časa za varno prečkanje proge	66
7.2.7	Sistem zavarovanja NPR z daljinsko kontrolo.....	67
7.2.8	Načini postavitve zavarovanj cestnih prehodov preko železniških prog s pomočjo polzapornic.....	68
7.2.9	Delovanje sistema na varovanje cestnih prehodov pri dvotirnih progah	70
8	INDUKTIVNA AVTOSTOP (AS) NAPRAVA.....	74
8.1	LOKOMOTIVSKA SPREJEMNA NAPRAVA.....	75
8.2	PROGOVNI MAGNET ALI BALIZE	80
8.3	NAPRAVA ZA KONTROLO HITROSTI	83
8.3.1	Osnova uporabe avtostop naprav in načela montaže tirnih magnetov ob progi ..	84
9	SISTEM ZA DALJINSKI NADZOR.....	90
9.1	ELEKTRORELEJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE	90
9.1.1	Mozaiki tirne slike	90
9.2	PROGOVNE ELEKTRONSKE RELEJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE (ERSV).....	95
9.2.1	Avtomatski progovni blok (APB), enotirna proga.....	95
9.2.2	Avtomatski progovni blok, dvotirna proga.....	97
9.2.3	Vožnja po nepravem tiru.....	98
9.2.4	Medpostajna odvisnost na enotirnih in dvotirnih progah (MO)	99
9.2.5	Obojestranski promet	99
9.3	ELEKTRONSKO KRMILJENJE RELEJNIH SIGNALNIH NAPRAV	99
10	DALJINSKO KRMILJENJE SV-NAPRAV.....	102
10.1	ELEKTRONSKE NAPRAVE ZA KRMILJENJE RELEJNIH SV-NAPRAV	104
10.2	RAČUNALNIŠKO VODENJE ŽELEZNIŠKEGA PROMETA.....	105
10.2.1	Kratek opis sistema	105
10.2.2	Oprema delovnega mesta	105
10.2.3	Lokalno delovno mesto	106
10.2.4	Predstavitev sistema SIMIS W	107
10.2.5	Primerjava vodenja prometa starejše generacije z računalniškim	111
11	RANŽIRNA POSTAJA.....	114

11.1	ZUNANJE NAPRAVE.....	114
11.1.1	Premikalni signal na drči	114
11.1.2	Kretnice	115
11.1.3	Avtomatsko postavljanje voznih poti	116
11.1.4	Identifikacija konvojev	116
11.1.5	Princip sledenja vagonov	116
11.1.6	Princip določanja bočnega oplazenja	118
11.1.7	Princip primarne tirne zavore	118
11.1.8	Upravljanje tirnih zavor	118
11.1.9	Določitev tekalne upornosti vagona	119
11.1.10	Merjenje proste dolžine smernih tirov	120
11.1.11	Informacijske povezave	121
11.2	PRIMARNE TIRNE ZAVORE.....	122
11.2.1	Opis primarne tirne zavore tip R-90 P-UIC.....	123
11.2.2	Upravljanje tirnih zavor	123
11.2.3	Ročni režim	124
11.2.4	Polavtomatski režim	124
12	DIGITALNO ŽELEZNIŠKO OMREŽJE GSM-R	128
12.1	ZNAČILNOSTI DIGITALNEGA OMREŽJA GSM-R	129
12.1.1	Eurobalise	129
12.1.2	Euroradio	130
12.1.3	Euroloop	130
12.1.4	UMTS	130
12.2	GSM -R.....	130
12.2.1	Delovanje sistema GSM	131
12.2.2	Predaja zveze	131
12.2.3	Varnost in dokazovanje pristnosti	132
12.2.4	Kodiranje govora	132
12.2.5	Kanalsko kodiranje	133
12.2.6	Pokritje s signalom	133
12.2.7	Načrtovanje omrežja.....	134
12.3	SKLEP 10. POGLAVJA	134
13	SISTEM GPS	137
13.1	PRINCIP DELOVANJA GPS.....	138
13.1.1	Določanje položaja in hitrosti gibanja s pomočjo GPS	139
13.1.2	Možnosti uporabe GPS v prometu (na železnici).....	140
14	VIRI IN LITERATURA	142

UPORABLJENE KRATICE

SV – signalnovarnostne

SVN – signalnovarnostne naprave

EŠO – elektronski števniki osi

MO – medpostajna odvisnost

APB – avtomatski progovni blok

PGN – plinska grelna naprava

NPr – enonivojski prehod

HCPr – hišica enonivojskega cestnega prehoda

SŽ – Slovenske železnice

DK – daljinska kontrola

AS – avtostop, ASN – avtostop naprava

MO – medpostajna odvisnost

CVP – center vodenja prometa

GSM – R – sistem za vodenje železniškega prometa na osnovi povezav mobilne telefonije

EIRENE – celotni evropski sistem za upravljanje vlakov

ETCS – evropski železniški kontrolni sistem (European Train Control System)

SIM – identifikacijska elektronska kartica

ERTMS – (European Rail Traffic Management System) evropski sistem vodenja železniškega prometa

GPS – globalni pozicionirni sistem (Global Positioning System)

PO – postajno območje

HNPr – hiška nivojskega prehoda

ERSV – elektronska relejna signalnovarnostna naprava

CVP – center vodenja prometa

Utr/min – utrip na minuto (npr. žarnice)

1 UVOD V SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE ŽELEZNIŠKEGA PROMETA

Učbenik je nastal ob spremljanju in spoznavanju razvoja in uporabe signalnovarnostnih naprav v železniškem prometu. Signalnovarnostne naprave so zelo pomemben del tehničnih sredstev, ki omogočajo tekoč in varen potek železniškega prometa. Signalnovarnostne naprave so del infrastrukture na železnici.

Učbenik je namenjen kot študijsko gradivo študentom višjih šol logističnega inženirstva. Pri pripravi učbenika so mi v veliki meri pomagale izkušnje, ki sem jih pridobil med delom na železnici, ter poučevanje študentov višješolskega študija logistično inženirstvo na področju železniškega prometa. Področje signalnovarnostnih naprav sledi razvoju ostalih delov železniških sredstev in tehničnih sredstev v celoti.

Z izdajo tega učbenika želim prikazati pomembnost teh sistemov v odvijanju tekočega in varnega prometa. V učbeniku je poudarek na tehničnih sredstvih in njihovem delovanju; s poznavanjem teh sredstev bodo diplomanti višješolskega programa spoznali povezanost posameznih tehničnih podsistemov na železnici, njihovo delovanja in medsebojne povezave.

Signalnovarnostne naprave se nenehno razvijajo in v vseh pogledih sledijo razvoju železnice.

Zahvaljujem se vsem, ki so mi pomagali pri ustvarjanju učbenika. Z veseljem bom sprejel tvorne pripombe in predloge, ki bodo omogočili nadgradnjo tega učbenika.

2 SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE ŽELEZNIŠKEGA PROMETA

V tem poglavju boste spoznali

- Uporabo sistemov signalnovarnostnih naprav na Slovenskih železnica.

Ob koncu poglavja boste razumeli

- namen signalnovarnostnih železniških naprav.

UVOD V POGLAVJE

To so tehnična sredstva, s katerimi zavarujemo kritična mesta (kretniška področja oz. postaje, odprto progo med postajami, križanja železniških prog s cestami v istem nivoju itd.), poleg tega pa omogočajo centralizirano in s tem optimalno urejanje voženj vlakov na večjih področjih. Signalnovarnostne naprave v veliki meri razbremenjujejo prometno osebje rutinskih funkcij, najpomembnejše pa je, da s tehničnimi sredstvi in z logičnimi operacijami bistveno zmanjšujejo vpliv tako imenovanega "človeškega dejavnika", ki je sicer najpogostejši vzrok izrednih dogodkov.

Signalnovarnostne naprave so, poenostavljeno gledano, signali ob progi, ki so preko centralne naprave v medsebojni odvisnosti in odvisnosti s kretnicami in z drugimi napravami voznih poti, po katerih vozi vlak. Signali služijo za sporazumevanje med strojevodjo vlaka in prometnim osebjem, ki ureja promet. Kažejo signalne znake za dovoljeno ali prepovedano vožnjo vlakov in znake za dovoljeno vožnjo z redno ali zmanjšano hitrostjo, odvisno od geometrije proge, od oblike vozne poti (premo ali odklon), prometne situacije itd.

OSNOVNI PODATKI	
Proge, opremljene s signalnovarnostnimi napravami	668 km
Elektrorelejno zavarovanje, mehansko zavarovanje, avtomatski progovni blok:	230 km
Medpostajna odvisnost:	132 km
AS-naprave, proga:	668 km

STATISTIČNI PODATKI	
1. Zavarovanje postaj	168 postaj
- Elektrorelejno zavarovanje	80 postaj
- Elektromehansko zavarovanje	11 postaj
- Mehansko zavarovanje	15 postaj
- Kombinirano zavarovanje	62 postaj
2. Avtomatski progovni blok (APB)	240 km
3. Medpostajna odvisnost (MO)	96 km
4. Daljinsko krmiljenje prometa (DKP)	108 km
5. Avtostop naprave (ASN)	668 km
6. Zavarovanje cestnih prehodov (ZNPr) na SŽ	1016 NPr
a) Avtomatsko oz. električno zavarovanih NPr	232
b) Mehansko zavarovanih	54
c) Pasivno zavarovanih s cestnoprometnimi znaki	730



Zemljevid 1: Opremljenost prog s signalnovarnostnimi napravami na področju Slovenije

Vir: www.slo-zeleznice.si/sl/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/signalna_varnost/ - 38k – (načrt + statistika + splošno sž), 17.12.2008

POVZETEK POGLAVJA

Železniške signalnovarnostne naprave omogočajo hitro, racionalno in predvsem varno izvajanje železniškega prometa oziroma vožnje vlakov po tirih.

Spletni naslovi nekaterih izobraževalnih institucij za logistiko:

Višja prometna šola Maribor: <http://www.vpsmb.net/>

Fakulteta za logistiko Celje: <http://fl.uni-mb.si/>

Fakulteta za pomorstvo in promet Piran: <http://www.fpp.uni-lj.si/>

UM – Fakulteta za gradbeništvo (izvaja program promet): <http://kamen.uni-mb.si/>

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. Navedite, kaj zagotavljajo signalnovarnostne naprave v železniškem prometu.
2. Opišite signalnovarnostne naprave.

3 PROGОВNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

V tem poglavju boste spoznali

- Pomen signalnovarnostnih naprav na potek železniškega prometa in na varnost prometa.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- pomen signalnovarnostnih naprav kot tehnični sistem in
- pomen zagotavljanja varnosti.

UVOD V POGLAVJE

Za varen potek prometa je ta komunikacija ključnega pomena. Strojvodja se ravna po navodilih, ki mu jih preko naprav sporoča prometnik (dispečer), in sicer v primeru avtomatskih naprav sporočilo ali kar ukrep (npr. ob prevozu signala »stop« avtostop naprava povzroči avtomatsko zaviranje).

Naslednja pomembna naloga naprav je opozarjati na razne omejitve in posebnosti proge. To so največkrat naprave, s katerimi dispečer ne upravlja, torej se večinoma podajajo omejitve, posebnosti, opozorila in so zelo pomembne za varnost železniškega prometa.

Nato so še naprave, ki zagotavljajo varnost v primeru križanj proge s cestami. Te naprave opozarjajo na dogajanje na progi in s tem zagotavljajo varnost prometa na križanjih med cesto in železnico.

Torej imajo naprave, ki jih bomo spoznali, ključno vlogo pri zagotavljanju varnosti prometa in propustnosti prog. V novejšem času je trend napredka v smeri čim večje avtomatizacije. S tem želimo zagotoviti čim večjo varnost in propustnost prog ob čim nižjih stroških.

3.1 VPLIV PROGОВNIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV NA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI

Varnost vseh dejavnosti, s katerimi se ukvarja človek, ima velik oziroma velikokrat največji pomen v neki dejavnosti. V prometni dejavnosti je pomen zagotavljanja varnosti zelo pomemben oziroma ima prioriteto. V prometu ni stoddotne varnosti, vendar se ji želimo približati.

Vsako takšno približevanje ima svojo ceno; cena varnosti je pogojena s kakovostjo naprav in kakovostjo osebja, ki ravna z njimi.

Torej je potrebno zagotoviti brezhibnost delovanja naprav, poučevati osebje, ki s temi napravami manipulira (upravlja v prometu), in vzdrževalce, ki naprave vzdržujejo.

3.1.1 Vpliv in pomen avtomatizacije progovnih signalnovarnostnih naprav na varnost prometa

V današnjem času želimo s področja zagotavljanja železniškega prometa izključiti možnost človeške napake. Iz psihologije dela vemo, da če opravljamo stalno ponavljajoča se dela, pozornost pade in se verjetnost nesreč veča. Z avtomatizacijo sistemov odpravljamo takšna opravila. Cilj avtomatizacije je zagotoviti izključitev vpliva človeškega dejavnika na varnost ob povečanju propustnosti prog.

3.1.2 Vpliv avtomatizacije na propustnost prog

Propustnost proge na posameznem delu je odvisna od števila tirov in od možnosti zagotovitve varnega prometa na opazovanem odseku. Ta kriterija se v veliko točkah izključujeta.

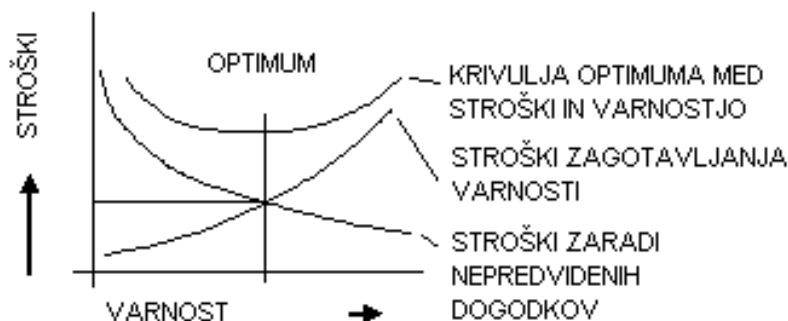
- To lahko utemeljimo s trditvijo, da je z malo gostoto prometa in nizko hitrostjo vlakov varnost večja.

To pomeni, da z zagotavljanjem večje varnosti znižujemo propustnost proge. Nizka propustnost proge ob majhnem prometu seveda ne more in ne sme biti naš cilj. Naš cilj je maksimalna ekonomsko upravičena propustnost proge ob zagotovitvi maksimalne varnosti.

3.1.3 Vpliv zagotovljene varnosti na ceno prevozov

Varnost ima svojo ceno; večja varnost pomeni višje stroške delovanja naprav, ki varnost zagotavljajo. Če je avtomatizacija nizka, se za varnost povečujejo stroški za večje število zaposlenih. V vsakem primeru varnost zvišuje stroške, torej bi teoretično pomenila stodontna varnost prevelik dvig stroškov.

Odnos med opisanimi lastnostmi prikazuje naslednji diagram:



Grafikon 1: Prikaz soodvisnosti med stroški in varnostjo

Vir: Lasten.

Iz grafikona ugotovimo, da se z večjo varnostjo povečajo stroški zanjo, vendar se znižajo stroški zaradi nepredvidenih dogodkov (nesreč). Enake zakonitosti veljajo v vseh sistemih, kjer je potrebno zagotoviti varnost. Ti stroški se nato pojavijo v ceni prevozov. Torej je na železnici varnost strošek, ki ga moramo pokriti z osnovno dejavnostjo prevozov.

3.2 VRSTA PROGOVNOVARNOSTNIH NAPRAV IN NJIHOV POMEN V ZAGOTAVLJANJU VARNOSTI PROMETA

Glede na prostorsko nameščenost naprave delimo na:

- notranje naprave,
- zunanje naprave,
- naprave, ki služijo za napajanje notranjih in zunanjih naprav.

Te naprave se nahajajo ob tirih, na tirih in v prostorih, iz katerih naprave upravljamo. Osnova delovanje je energija, ki je potrebna za njihovo delovanje. Za namestitev naprav potrebujemo prostor v zgradbah ob progi in medsebojno povezavo med njimi, kar zagotavlja njihovo delovanje in nadzor nad njimi.

Delovanje naprave je lahko sproženo avtomatsko, na primer avtomatske nivojske zapornice. Vlak zapornice zapre s pomočjo stikala, montiranega pred mestom enonivojskega križanja ceste in železnice. Ko prevozi drugo stikalo, se zapornice odprejo; vse se je zgodilo avtomatsko, prometnik je dobil signal »zapornice so zaprte« in ko je vlak odpeljal, je dobil signal »zapornice so odprte«. Za mehansko zapiranje zapornic, za delovanje zvočnega in svetlobnega signala potrebujemo energijo, ki opravi to delo. Torej bodo zapornice pravilno delovale, če bodo izpolnjeni vsi pogoji. Za pravilno sprožitev naprav potrebujemo energijo, ki omogoči potovanje signala »vlak se približuje prehodu« in »vlak se oddaljuje od prehoda«.

Za delovanje zapornic potrebujemo:

- napravo, ki zazna prehod vlaka na primerni razdalji od zapornic; ta razdalja je pogojena z dovoljeno maksimalno hitrostjo na opazovani progi, na primer stikalo;
- povezavo, ki »javi« zapornicam »zapiranje« ali »odpiranje«;
- energijo, ki omogoča javljanje prevoza vlaka;
- energijo za zapiranje in odpiranje zapornic, pretvorbo te energije v mehansko svetlobno in kasneje za izklop zapornic.

Razdalje med naštetimi elementi so velikokrat več kilometrov ali v primeru centralnega upravljanja iz dispečerskih centrov več 100 km. Signali javljanja so signali malih moči in so »peljani« preko električnih kablov, v novejšem času s pomočjo optičnih kablov (pretvorbe električne energije v svetlobno in obratno) ali s pomočjo radijskih signalov. Velikokrat, posebej če so velike razdalje, se ta signal »pripelje« z vsemi naštetimi sredstvi in v vseh naštetih oblikah.

Za napajanje potrebujemo električni vir energije, ki ga dobimo iz električnega omrežja. Največkrat je to energija iz železniške mreže, sicer pa se lahko napajajo s pomočjo vira energije iz lokalnih električnih omrežij.

Za postavitev in namestitvev teh naprav potrebujemo vse predhodno naštete dejavnike, da te naprave služijo svojemu namenu. Velikokrat je povezovanje signalnovarnostnih naprav zelo zahteven in drag postopek. Povezovanje elementov signalizacije, elementov napajanja in elementov krmiljenja je izvedeno s kabli, ki so položeni v zemljo, ali s posebej za to pripravljenimi podzemeljskimi kanali; to pomeni veliko izkopov in zemeljskih del. Takšni posegi zahtevajo pripravo obsežne dokumentacije, na kateri morajo biti označeni in vrisani vsi pomembni deli in položaji. To nam podaja položajni načrt; naslednja potrebna dokumentacija so načrti, ki so izdelani na osnovi položajnega načrta:

- pregledni načrti voznihi poti,
- pregledni načrti premikalnih poti,
- pregledni načrti izolirnih odsekov,
- načrti za povezavo relejnih skupin,
- načrt tirne slike na postavljalni mizi.

Tirna slika se mora ujemati s položajnim načrtom in vsemi ostalimi načrti. To so dokumenti, potrebni pred začetkom del. Po inštalaciji elementov dokumentacija služi kot pomoč pri vzdrževanju in razumevanju delovanja vseh naprav na opazovanih odsekih.

Do sedaj smo našteli samo elemente in dela, ki so direktno udeleženi v delovanju naprav; potrebne pa so še zgradbe, v katerih se opravlja nadzor proge in se usmerja promet. V teh prostorih so mize z mozaiki, vendar se vedno bolj uveljavljajo računalniški terminali, ki omogočajo veliko enostavnejšo in dokumentirano dogajanje na progi.

V prejšnjih poglavjih smo definirali nekatere elemente varnostnih naprav, v tem poglavju pa bomo spoznali postajne naprave, ki se uporabljajo tudi na drugih službenih mestih, kot so križišča, cepišča, nakladališča in podobno.

Varnostna naprava v širšem smislu besede pomeni tako varnostno napravo nekega službenega mesta, ki narekuje prisilno odvisnost med signalnimi znaki glavnih in drugih signalov, lege kretnic in raztirniov, zagotavljanja vlakovne vozne poti, kakor tudi zasedenost tirov in kretnic, omogoča varno in tekoče opravljanje vlakovnih voženj in premikalnih sestavov brez medsebojnega ogrožanja.

Naloga postajnih signalnovarnostnih naprav je, da zagotovijo varno opravljanje prometa na mestih, kjer je možno ogrožanje, ter da omogočijo varne, redne in tekoče vožnje vlakov in premikalnih sestavov.

3.2.1 Splošni varnostni pogoji

Signalnovarnostne naprave morajo biti narejene tako, da kontrolirajo enostavne in komplicirane medsebojne odvisnosti, da so enostavne za vzdrževanje, da so čim manj specifične, da so obdobja med potrebnimi obdobjnimi in rednimi pregledi čim daljša, da so naprave za formiranje vlakovne vozne poti v centralni postavljalnici in podobno.

Zaželeno je tudi, da se razvijejo tipski elementi, ki so cenejši in enostavnejši za vzdrževanje. Te elemente je mogoče hitro in enostavno dopolnjevati zaradi nadaljnjega razvoja. Potrebno je tudi, da so električni tokokrogi sestavljeni iz čim manj kontaktov, prevodnikov in ostalih elementov zaradi zanesljivega delovanja.

Vse navedeno zagotavlja, da se na signalu lahko pojavi signalni znak »prosto« šele po oddani komandi kakor tudi po izpolnjenih vseh pogojih za zavarovanje vlakovne vožnje, ki jo signalni znak signala dovoljuje.

V primeru motnje ali okvar na signalnovarnostnih napravah signal ne sme kazati signalnega znaka, ki je manj varen za opravljanje prometa od signalnega znaka, ki bi ga kazal signal, če ne bi bilo motnje ali napake na signalnovarnostnih napravah. To dejansko pomeni, da signal ne sme kazati signalnega znaka »prosto« namesto »stoj«, »vožnjo v premo« namesto »vožnjo v odklon« in podobno. Vse signalnovarnostne naprave, ki so motene ali pokvarjene, omogočajo signalom kazanje signalnih znakov, ki prepovedujejo nadaljnjo vožnjo ali dovoljujejo vožnjo skrajno previdno.

Večina glavnih signalov je opremljena s pomožno žarnico v okencu rdeče luči, ki se prižge tudi takrat, ko luč signala zaradi motnje ali okvare ugasne. Vse okvare signalnovarnostnih naprav morajo biti vidne (signalizirane) na postavljalni mizi v centralni postavljalnici z ustreznimi indikatorji.

Električni tokokrogi (izolirni odseki), ki omogočajo kazanje signalnega znaka za dovoljeno vožnjo na nekem signalu, morajo biti narejeni tako, da delujejo nemoteno tudi pri več okvarah ali motnjah hkrati, če so izpolnjeni osnovni pogoji za delovanje.

Signalnovarnostne naprave morajo biti narejene tako, da v primeru okvar ali motenj samodejno ponudijo najvarnejše rešitve za opravljanje železniškega prometa.

POVZETEK POGLAVJA

Pri okvarah ali motnjah, ki bi lahko po naravi pomenile grožnjo za varno opravljanje železniškega prometa, morajo biti predvidene take konstrukcijske rešitve, da signalnovarnostno napravo avtomatično spremenijo v stanje, ki zagotavlja varno vožnjo vlakov.

Dodatna literatura za študij

- 1) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.

Spletne strani:

- 2) SIGNALNI PRAVILNIK 001, objavljen v Ur.l. št. 32/02
www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja_zeleznice, 10.12.2008
- 3) www.slo-zeleznice.si/sl/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/signalna_varnost/ - 38k – (načrt + statistika + splošno sž), 17.12.2008

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Pojasnite vpliv železniških signalnovarnostnih naprav na varnost prometa.*
2. *Navedite razloge za čim večjo medsebojno odvisnost signalnovarnostnih naprav.*
3. *Pojasnite vpliv avtomatizacije na propustnost prog.*
4. *Pojasnite vpliv zagotavljanje varnosti na ceno železniških prevozov.*
5. *Navedite in pojasnite splošne varnostne pogoje, ki jih morajo zagotoviti železniške signalnovarnostne naprave.*



Študijski primer in v razmislek:

Primerjava organizacije tehničnih sistemov SV-naprav z organizacijo vodenja prometa na železnici.

Primerjajte, v čem sta si sistema podobna v organizacijski shemi.

- Za pomoč skicirajte organizacijski shemi obeh sistemov in ju pojasnite.

4 SIGNALNE NAPRAVE

Spoznali boste:

- Namen signalnih naprav v železniškem prometu.
- Pomen nadzorovanja delovanja kretnic v poteku opravljanja in zagotavljanja varnosti železniškega prometa.
- Sredstva za podajanje sporočil, pomembnih za potek prometa, strojevodji.

Razumeli boste:

- vrste naprav starejše generacije glede na način delovanja,
- način delovanja v sistemu nadzora železniškega sistema,
- kako zagotovimo zanesljivost delovanja teh naprav in nadzor nad njimi.

UVOD V POGLAVJE

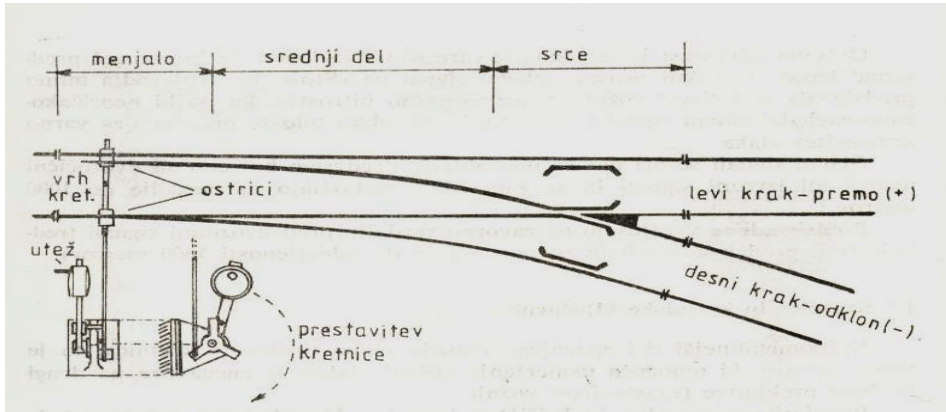
Že naslov pove, da s signalnimi napravami »nekaj« sporočamo. Na železnici so to največkrat svetlobni signali, ki omogočajo vožnjo vlaka. Sporočila so utripajoča, različnih barv in kombinacija obojega. V primeru mehanskih signalov je sporočilo posredovano z barvo in obliko signala.

4.1 VRSTE KRETNIC IN KRETNIŠKI DELI

Kretnica je tirna naprava, ki omogoča usmerjanje voženj vlakov z enega tira na drugega brez prekinitve (zaustavitve) vožnje.

Kretnica predstavlja poleg tirnice najpomembnejši del zgornjega ustroja. Razlikujemo navadne (enojne) in križiščne kretnice.

Najpomembnejša dela kretnice sta ostrici, ki omogočata spremembo smeri vožnje. Ena od ostric se vedno prilega pripadajoči osnovni tirnici (ta določa smer vožnje), druga pa je vedno odmaknjena od sosednje osnovne tirnice. Ostrici sta medsebojno povezani z zveznim drogom, ki omogoča usklajen položaj in prestavitev obeh ostric iz enega položaja v drugega. Mesto, kjer se konča tir in se začne kretnica, imenujemo vrh (začetek) kretnice, mesto spoja, kjer se matični tir in tir, ki se cepi, nadaljujeta, pa konec kretnice.



Slika 1: Shema navadne (desne) kretnice

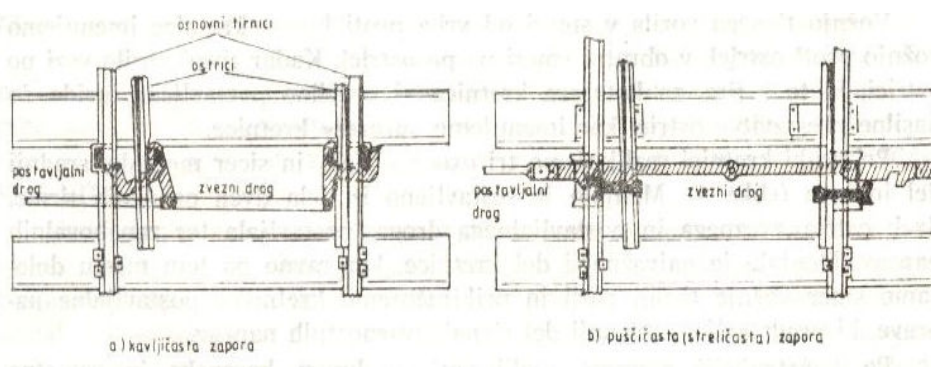
Vir: Žitnik, 1983, 134.

Pri vsaki kretnici razlikujemo tri osnovne dele: menjalo, srednji del in srce.

Menjalo je sestavljeno iz dela dveh osnovnih tirnic, dveh ostric, zveznega in postavljalnega droga, postavljalna ter zapahovalnih naprav. Menjalo je najvažnejši del kretnice, saj ravno na tem mestu določamo smer vožnje tirnih vozil in priključujemo kretniške postavljalne naprave, ki predstavljajo zunanji del SV-naprav. Po konstrukciji razlikujemo predvsem korenske in vzmetne kretnice.

Korenske kretnice imajo razmeroma kratki ostrici, ki sta medsebojno togo (fiksno) povezani z zveznim drogom in se obe postavljata sočasno. Take kretnice so starejšega tipa in jih ni več dovoljeno vgrajevati.

Vzmetne kretnice imajo bistveno daljši ostrici od korenskih. Ostrici sta vzmetni in se pri postavljanju zvijata po celotni dolžini. Vožnja po vzmetni kretnici je neprimerno mirnejša, saj je sprememba smeri vožnje tirnega vozila speljana v dolgem loku. Obe ostrici sta opremljeni z zapahovalnima napravama, preko katerih ju povezuje zvezni drog.



Slika 2: Menjalo s kavličasto in streličasto zaporo

Vir: Žitnik, 1983, 133.

Vzmetne kretnice imajo različne sisteme zapahovalnih naprav. Pri nas so v uporabi predvsem kretnice s streličasto zaporo, redkeje pa kretnice s kavličasto zaporo.

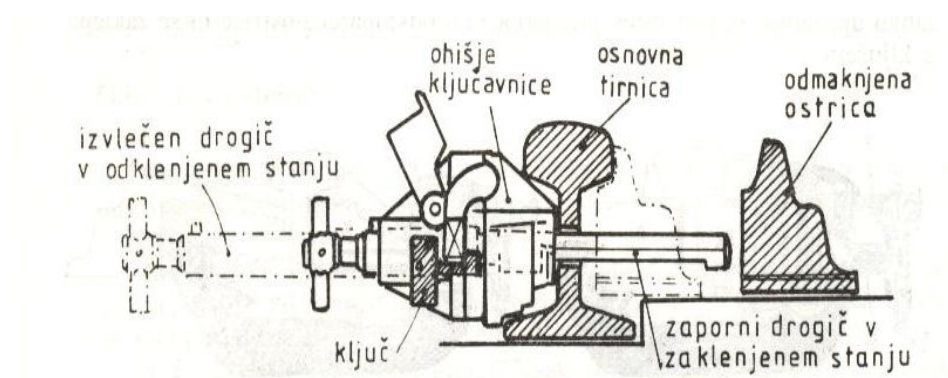
Zapahovalne naprave so zgrajene tako, da je kretnica prerezljiva, kar omogoča, da se pri prerezu praviloma ne poškoduje.

Kretnice lahko prestavljamo ročno (na kraju samem) in s centralnega mesta. Način prestave s centralnega mesta je odvisen predvsem od opremljenosti službenega mesta z SV- napravami.

S centralnega mesta lahko kretnice prestavljamo po žicevodih, kar je običajno pri mehaničnih in elektromehaničnih SV-napravah, električno pa pri ERSV-napravah, v novjšem času pa tudi v vseh sodobnejših SV-napravah, ki jih bomo spoznali v naslednjih poglavjih.

4.2 ZAVAROVANJE KRETNIC

Da bi kretnice zavarovali pred zlonamerno postavitvijo ali postavitvijo po pomoti v nepravilni položaj pred ali med vožnjo vlaka, kakor tudi pred samodejno prestavitvijo zaradi močnejših udarcev koles tirnih vozil na ostrice med vožnjo, kretnice zapahujemo s posebnimi kontrolnimi zapahi ali jih zaklepamo s posebnimi kretniškimi ključavnicami.



Slika 3: Kretniška ključavnica ROBEL

Vir: Žitnik, 1983, 136.

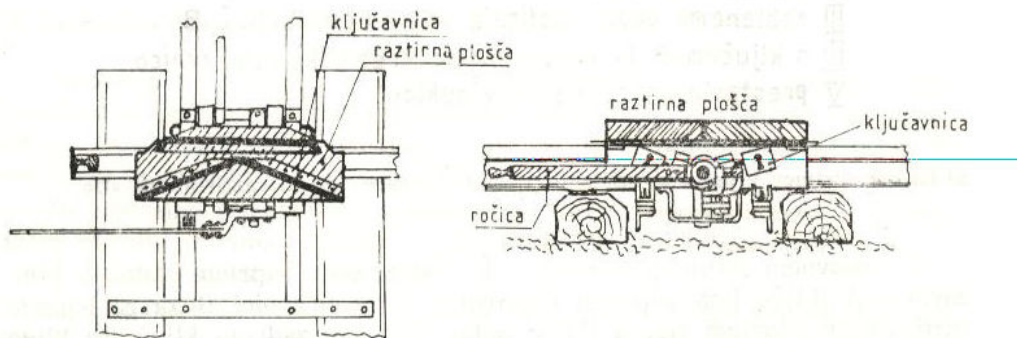
Ključavnica ROBEL je pritrjena pri vrhu kretnice na vrat osnovne tirnice, v katerem je odprtina, skozi katero sega v zaklenjenem položaju zaporni drogič med osnovno tirnico in ostrico na tisti strani, kjer je ostrica odmaknjena od osnovne tirnice. Pri zaklenjeni ključavnici zapornega drogiča ni mogoče izvleči, kar pomeni, da ni mogoče primakniti odmaknjene ostrice k pripadajoči osnovni tirnici, na katero je ključavnica pritrjena, s tem je preko zveznega droga in zapahovalnih naprav onemogočena odmaknitev sosednje ostrice, ki se tesno prilega pripadajoči osnovni tirnici.

Bistveno je poudariti, da se pri prestavitvi vzmetne kretnice ostrici ne prestavljata skupaj, ampak prva začne prestavljanje ostrice, ki se ne prilega pripadajoči osnovni tirnici; ko se ta prestavi do polovice blazinice, se začne prestavljati tudi ostrica, ki se je tesno prilegala pripadajoči osnovni tirnici.

Ključ ključavnice ROBEL lahko izvlečemo samo, kadar je kretnica v zaklenjenem stanju, sicer je zadržan v ključavnici kretnice. Ključavnice ROBEL niso prerezljive; namestimo oziroma odstranimo jih lahko le, kadar so odklenjene.

4.3 RAZTIRNIKI

Raztirniki (iztirniki) so varnostne naprave, ki jih vgrajujemo na stranskih, skladiščnih ali industrijskih tirih, kadar se ti cepijo od glavnih postajnih tirov. Vgradnja takih naprav pri odcepu na odprti progi pri novogradnji ni dovoljena.

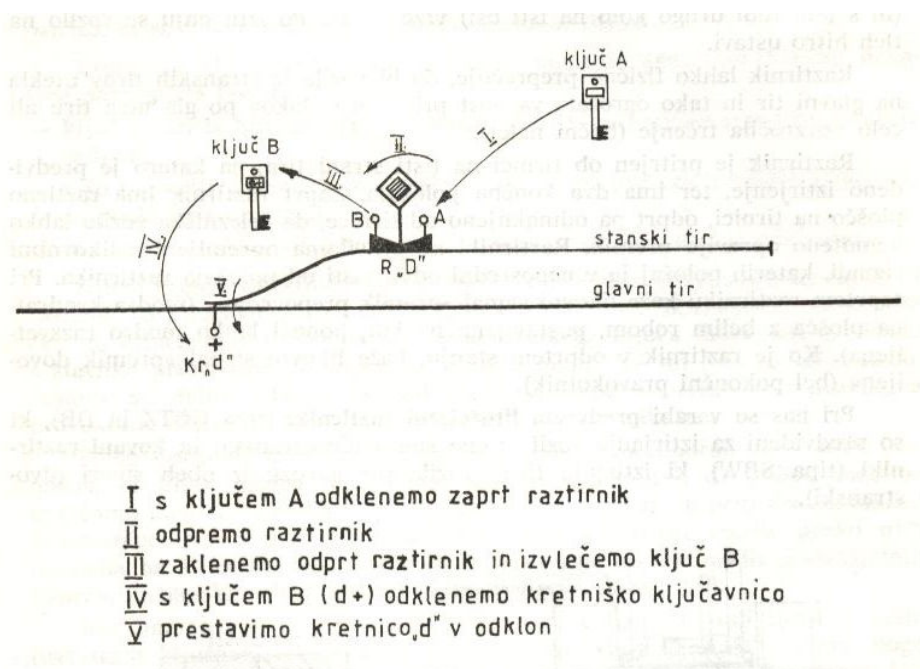


Slika 4: Dvostranski raztirnik s ključavnico

Vir: Žitnik, 1983, 137.

Glavni del raztirnika je železna plošča, ki leži v zaprtem položaju na glavi tirnice in ima nalogo, da kolo tirnega vozila (vagona), ki nanjo zapelje, vrže s tira. Raztirnik je pritrjen na tisti strani, na katero je predvideno iztirjenje, ter ima dva končna položaja. Zaprt raztirnik ima raztirno ploščo na tirnici, odprti pa odmaknjeno od tirnice, da lahko tirna vozila nemoteno opravijo vožnjo.

Postavljanje raztirnikov je lahko na kraju samem, z osrednjega mesta s pomočjo žicevodov, ali električno, enako kot kretnice. Raztirniki zelo pogosto zagotavljajo bočno zaščito vlakovne ali premikalne vožnje. Kontrola položaja raztirnika se doseže na več načinov, odvisno od zavarovanja, ki je na postaji, kot so ključevna odvisnost, odvisnost s posebnimi kontrolnimi zapahi in električna odvisnost. Katera bo uporabljena, je odvisno od opreme službenega mesta z SV-napravami in pogostosti voženj po tiru, kjer je nameščen raztirnik.



Slika 5: Primer ključevne odvisnosti med kretnico »d« in raztirnikom »D«

Vir: Žitnik, 1983, 138.

Na sliki 5 vidimo, kako je dosežena ključevna odvisnost med cepno kretnico in raztirnikom, odvisnost z SV-napravo je v takem primeru mogoča s kontrolo (prisotnostjo) ključa raztirnika v centralni ključavnici, pri ERSV- napravah pa kontrola ključa preko električne ključavnice, kar bomo spoznali v naslednjih poglavjih.

4.4 ZUNANJE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

Preden namestimo zunanje naprave, moramo imeti pripravljene predpogoje za njihovo namestitev, torej moramo imeti nameščene vse povezave, ki omogočajo kontrolo delovanja, krmiljenje delovanja in napajanje teh naprav. To so predpogoji nemotenega delovanja.

4.5 MEHANSKI (LIKOVNI) SIGNALI

Na področju Slovenskih železnic je še vedno veliko likovnih signalov in predsignalov, predvsem na stranskih progah in progah z manjšo intenziteto prometa. Mehanski likovni signali so dejansko približno 10 metrov visoki okrogli kovinski stebri, na katerih je signalna glava z eno ali dvema signalnima ročicama. Ročica je podolgovata kovinska plošča pravokotne oblike, ki je lamelirana, da se zmanjša vpliv vetra.

Na takih signalih je ena ali sta dve ročici. Enoročni glavni signali omogočajo spreminjanje položaja signalne ročice tako, da kažejo signalna znaka »prosto« in »stoj«. Dvoročni signala omogočata poleg naštetih položajev signalnih ročic še položaj ročic, da signal kaže signalni znak »omejena hitrost«.

4.6 MEHANSKI (LIKOVNI) PREDSIGNALI

Pred takimi signali so na zavorno razdaljo vgrajeni likovni predsignali, ki s svojim položajem (navpično ali vodoravno) signalne plošče omogočajo dajanje signalnega znaka »pričakuj stoj« in »pričakuj prosto«.



Slika 6: Mehanski (likovni) dvoročni in enoročni glavni signal ter predsignal

Vir: Lasten.

4.7 ELEKTROMEHANSKE POSTAJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

Že iz samega naziva se da razbrati, da gre za kombinacijo mehanskih in električnih naprav; električni del predstavlja nadgradnjo mehanskega dela signalnovarnostnih naprav.

S postajnimi elektromehanskimi signalnovarnostnimi napravami še vedno običajno ravnamo ročno, kar se nanaša predvsem na prestavljanje kretnic in signalov, medsebojno odvisnost pa vzpostavljamo električno. Potrebno električno energijo proizvaja prometno osebje z vrtenjem ročice induktorja (ročni generator), seveda samo takrat, kadar ravna s signalnovarnostno napravo. Pri elektromehanskih signalnovarnostnih napravah (EMSV) so še vedno mehanski signali (likovni); kretniške postavljalne naprave in zapahi so po dvojnem žicevodu povezani s postavljalnimi vzvodi na centralnem mestu; nameščeni so v skupnem stojalu, ki mu rečemo tudi kretniški blok. Na sliki 7 je predstavljen kretniški blok. Ker so tehnične in tehnološke lastnosti žicevodov občutljive in omejene, je možno z žicevodi predstavljati kretnice na razdalji do približno 300 m, zapahovati kretnice na razdalji do približno 400 metrov, postavljati signale na razdalji do 1000 metrov in predsignale na razdalji do 1600 metrov. Vse navedene signalnovarnostne naprave morajo brezhibno delovati in v vsakem trenutku zagotavljati varnost prometa. Iz tega lahko hitro ugotovimo, da s tovrstnimi napravami ne moremo opremljati večjih postaj, ranžirnih postaj, saj se pri takih postajah pojavlja potreba po več postavljalnicah v bližini področij, kjer so kretnice in signali. Več postavljalnic predstavlja problem s tehničnega in organizacijskega zornega kota, saj je za zaključitev dela

organizacijske enote (službenega mesta, postaje) nujna tehnična in organizacijska uskladitev dela med temi postojankami in njihovim osebjem.



Slika 7: Kretniški blok

Vir: Lasten.

Za enostavnejši prikaz nadgradnje elektromehaničnih postajnih naprav bomo v nadaljevanju ponovno uporabili vzorčno postajo s pripadajočimi simboli.

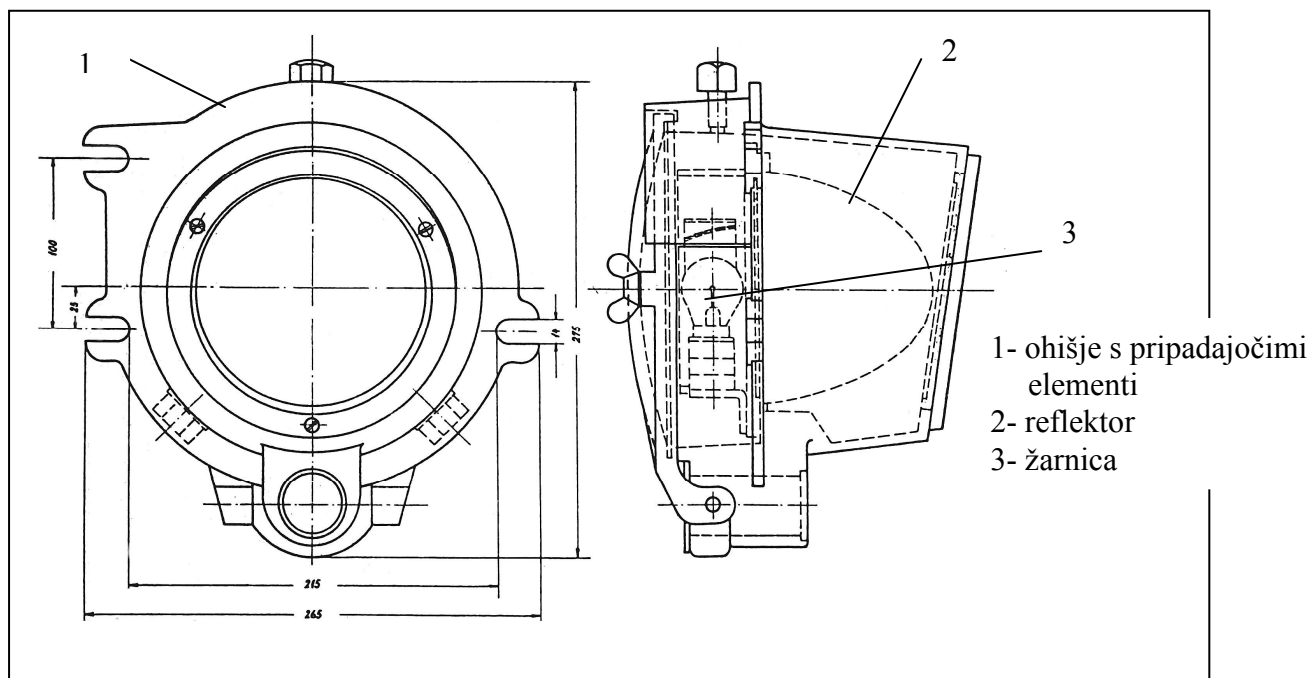
4.8 SVETLOBNI SIGNALI

To so sredstva, s katerimi se s pomočjo svetlobe daje signale strojevodji. Različna kombinacija barv obvešča strojevodjo o načinu vožnje in poteku prometa. Svetlobni signali so vidni signali, ki na osnovi zaznavanja svetlobe z očesom obveščajo strojevodjo, kako naj ravna v posameznih pogojih. Ti signali morajo upoštevati vidno polje strojevodje in potek proge, še posebej kjer je proga nepregledna ali ima veliko krivin.

4.8.1 Svetilka svetlobnega signala

Za svetlobni signal je zelo pomembno, da je opazen v smeri proge, torej mora biti narejen tako, da ga strojevodja čim prej in čim bolje opazi, vsekakor mora biti toliko opazen, da se strojevodja lahka ravna po sporočilu opazovanega signala.

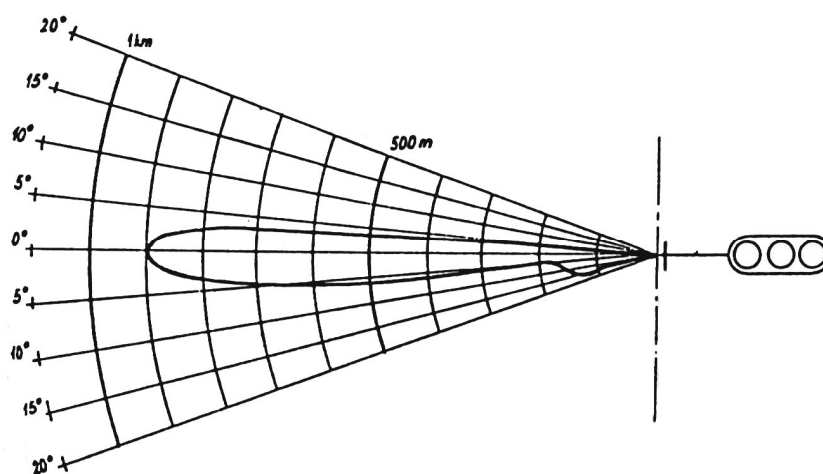
Na sliki 8 vidimo v prerezu en takšen signal. S slike razberemo, da je to signal, ki je zaprt in preprečuje dotok vode in umazanije, ki bi poškodoval vitalne dele signala. Torej je sestavljen iz elementov, ki ščitijo vitalne dele. To so razna tesnila in ohišja. Naslednji pomembni deli so elementi, s pomočjo katerih dosežemo primerno vidljivost signala v želeni smeri; ti elementi so: žarnica, reflektor, steklo. Steklo je element zaščite in zelenega usmerjanja svetlobe.



Slika 8: Svetlobni signal

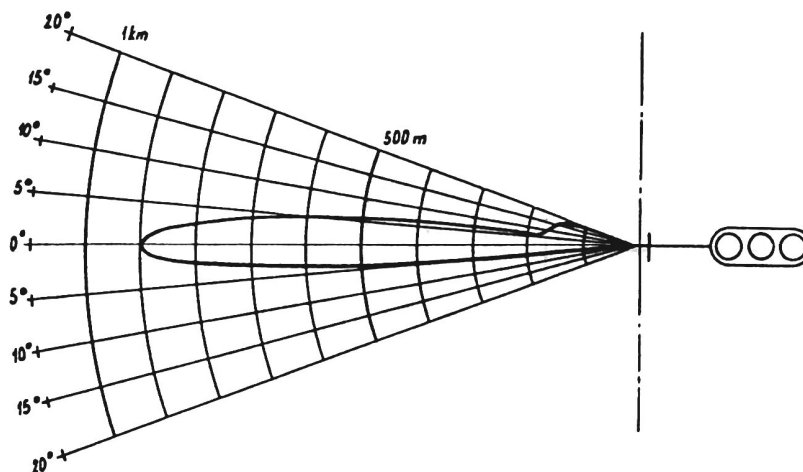
Vir: Žitnik, 1983, 21.

Žarnica proizvede svetlobo, ki jo usmerimo s pomočjo paraboličnega reflektorja iz zaščitnega stekla. Ustrezno barvo svetlobe dosežemo z obarvanim steklom.



Slika 9: Levo orientirana svetloba

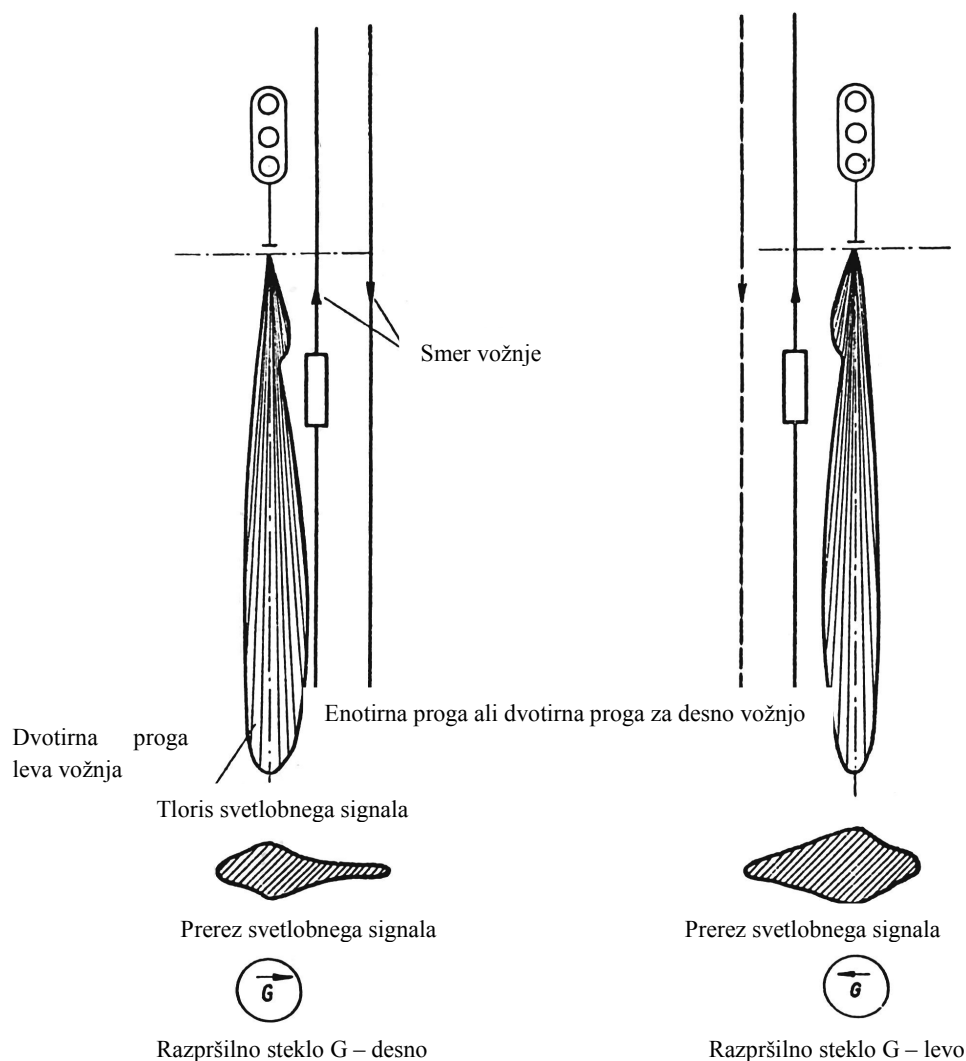
Vir: Žitnik, 1983, 26.



Slika 10: Desno orientirana svetloba

Vir: Žitnik, 1983, 26.

S pomočjo stekel in reflektorja dosežemo ustrezno usmeritev svetlobe in s tem največjo možno vidljivost v smeri proge oziroma v smeri, nasprotni vožnji vlaka. Torej je karakteristika usmeritve svetlobe naravnana tako, da strojevodja čim prej opazi svetlobni signal; vsak svetlobni signal predstavlja sporočilo. Slaba ali prepozna vidljivost svetlobnega signala zmanjša čas, v katerem mora strojevodja ukrepati.



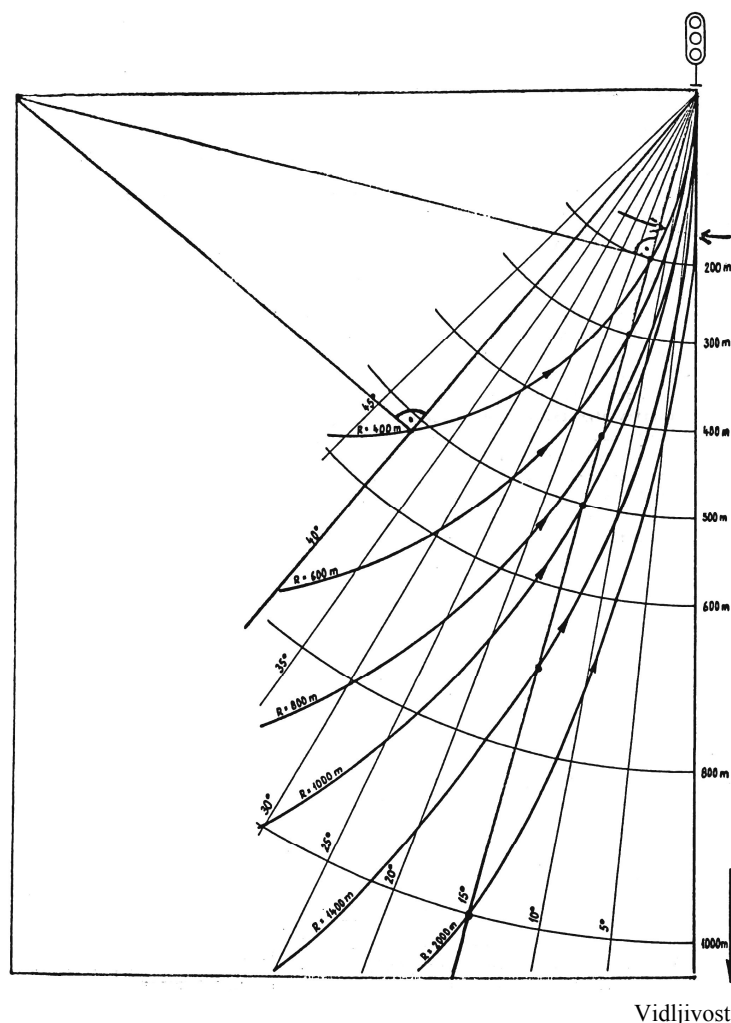
Slika 11: Postavitev svetlobnih signalov v odvisnosti od smeri vožnje

Vir: Žitnik, 1983, 27.

Slika 11 prikazuje, kako namestimo svetlobne signale ob tire. Svetlobna karakteristika se spremeni z različnim načinom montaže stekla; če steklo obrnemo za 180^0 , spremenimo levo orientiran svetlobni signal v desno orientiranega.

Za vidljivost signala so še zelo pomembni vremenski pogoji; v megli je vidljivost signala mnogo manjša.

Če je tir izpeljan v krivino, je potrebno svetlobne signale prilagoditi smeri krivine.



Slika 12: Vidljivost signala v odvisnosti od krivine proge
Vir: Žitnik, 1983, 158.

Vidljivost iz lokomotive na progi se, kot je razvidno iz slike, zniža z zmanjšanjem polmera. Da strojevodji zagotovimo dovolj časa za hitro ukrepanje, vidljivost do glavnega signala zagotovimo z montažo predsignalov. Posebej je to pomembno pri zmanjšani vidljivosti in pogostih krivinah, še posebej če so nepregledne.

Pri postavitvi svetlobnih signalov je torej potrebno upoštevati pravilnost postavitve signala tudi glede na vidljivost. Zavorne poti vlakov so 1000 metrov ali več, torej če upoštevamo reakcijski čas strojevodje (1 do 2 sekundi), reakcijski čas zračnih zavor in samo zavorno pot, mora strojevodja že veliko prej opaziti ustrezeni svetlobni signal, ki ga opozori, kaj mora storiti. Če je to signal »zaustavitev«, v nobenem primeru ne sme prevoziti glavnega signala.



Slika 13: Svetlobni signali na stebru in v vidnem polju strojevodje
Vir: Lasten.

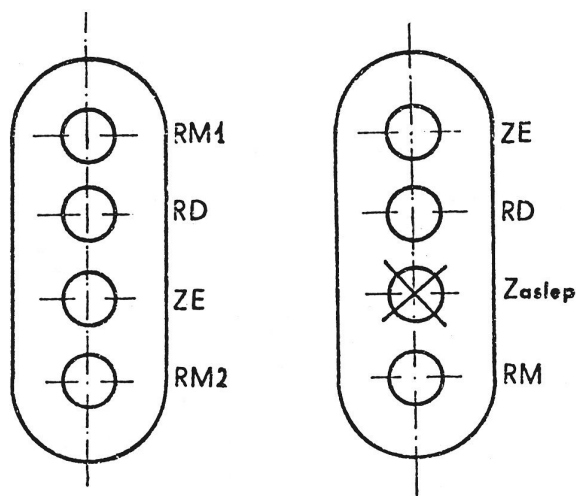
Iz vsega do sedaj povedanega sklepamo, da je eden izmed najpomembnejših pogojev ustrezne svetlobne signalne naprave njena dobra vidnost, predvsem v vidnem polju strojevodje. Torej je tudi njegova namestitvev v pravi višini nujen pogoj za kakovostno vidnost signala. To pomeni, da potrebujemo primerno namestitvev signala po višini in širini od proge.



Slika 14: Svetlobni signal, nameščen ob progi, na levi strani proge
Vir: Lasten.

Signal na sliki je dobro viden in dovolj opazen, da strojevodja lahko pravočasno ukrepa v skladu s »sporočilom«. Signalni steber je izdelan iz različnih kovinskih profilov in je pritrjen

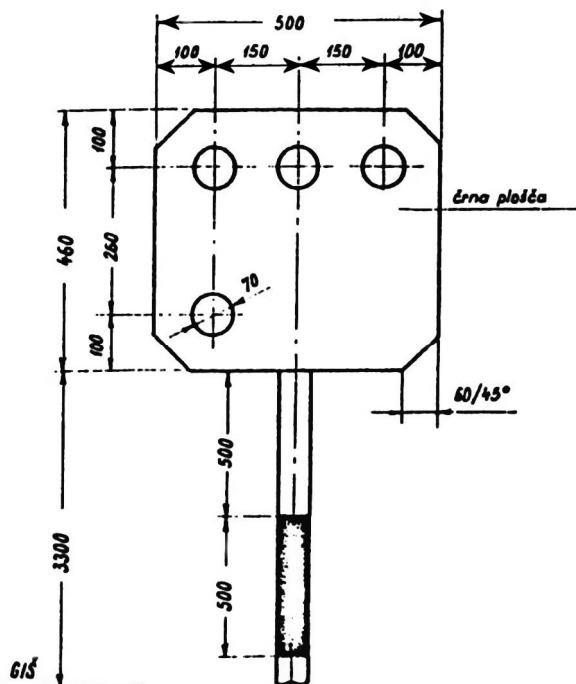
na posebej izdelanih temeljih. Na stebru so nameščene dve do štiri signalne svetilke različnih barv.



Slika 15: Razvrstitev različnih barvnih svetlobnih signalov, 4-lučni signal

Vir: Žitnik, 1983, 62.

Slika 15 prikazuje razmestitev signalnih svetilk v različnih vrstnih redih. Vsaka barva ima svoj pomen in podaja svoje sporočilo.



Slika 16: Namestitev svetlobnih signalov na signalni plošči

Vir: Žitnik, 1983, 64.



Slika 17: Postavitev signala za izvozni tir
Vir: Lasten.

4.8.2 Motnje na žarnicah prostorskih signalov

Prostorski signali na Slovenskih železnicah so trilučni. V svetilkah za rumeno, rdečo in zeleno lučko je po ena žarnica z glavno in rezervno glavno nitko. Redno sveti glavna nitka, če ta pregori, se avtomatsko prižge rezervna nitka, nepravilnost pa javlja javljalnik pripadajočega prostorskega odseka, ki rdeče utripa. Prostorski signali na postajnih mizah nimajo posebnih mozaikov s simbolom signala, zato se motnje javljajo v javljalniku Pods, ki začne rdeče utripati.

POVZETEK POGLAVJA

Signali so naprave, ki posredujejo strojevodji sporočilo operaterja prometa. Kombinacija naprav na tirih (raztirniki) in signalizacija ob tirih s svojimi sporočili zagotavljata varnost in propustnost prometa. Vendar so to samo tehnična sredstva; za zagotavljanje varnosti in pretočnosti prometa je najpomembnejši človek, ki s temi napravami upravlja.

Dodatna literatura za študij

- 1) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 2) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.
- 3) Žitnik, A. MERITVE, MONTAŽA IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV, skripta: Višja železniška tehniška šola Ljubljana, 1983.

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Pojasnite, čemu služijo signalnovarnostne naprave.*
2. *Opišite način varovanja kretnic.*
3. *Pojasnite racionalnost železniškega prometa.*
4. *Opišite pomen varnega izvajanja železniškega prometa.*
5. *Opišite mehanske signalnovarnostne naprave.*
6. *Naštete pomanjkljivosti mehanskih signalnovarnostnih naprav.*
7. *Opišite svetlobne signalnovarnostne naprave.*
8. *Naštete in pojasnite najpomembnejše kriterije, ki pogojuje vidljivost signalnovarnostnih naprav.*
9. *Naštete kriterije, ki jih moramo upoštevati pri postavitvi signalnih naprav ob tirih.*
10. *Pojasnite, kaj zavarujemo s signalnovarnostnimi napravami.*
11. *Razložite pomen razbremenitve železniškega osebja in njegov vpliv na varnost prometa.*
12. *Opišite motnje in napake na napravah svetlobne signalizacije.*

**Študijski primer in v razmislek:**

Primerjajte mehanske sisteme SV-naprav s svetlobnimi sistemi SV-naprav.

Primerjajte, kako se sistema razlikujeta v načinu sporočanja informacij.

Primerjajte načine upravljanja SV-sistemov.

Pojasnite, po katerih lastnostih sta sistema funkcionalno skladna.

- Upoštevajte načine prenosov informacij.
- Upoštevajte možnosti obeh tehničnih sistemov znotraj celovitega vodenja prometa iz enega centra.

5 NAPRAVE ZA DOLOČANJE ZASEDENOSTI TIRA IN POLOŽAJA KRETNIC

Spoznali boste:

- Naprave, ki zaznajo zasedenost tira.
- Položaj kretnic.
- Način delovanja naprav v sistemu signalnovarnostnih naprav.

Razumeli boste:

- pomen naprav v sistemu vodenja prometa,
- način njihovega delovanja,
- zagotavljanje zanesljivosti delovanja,
- pomen informacij, ki jih te naprave zaznavajo, za varni in tekoči promet.

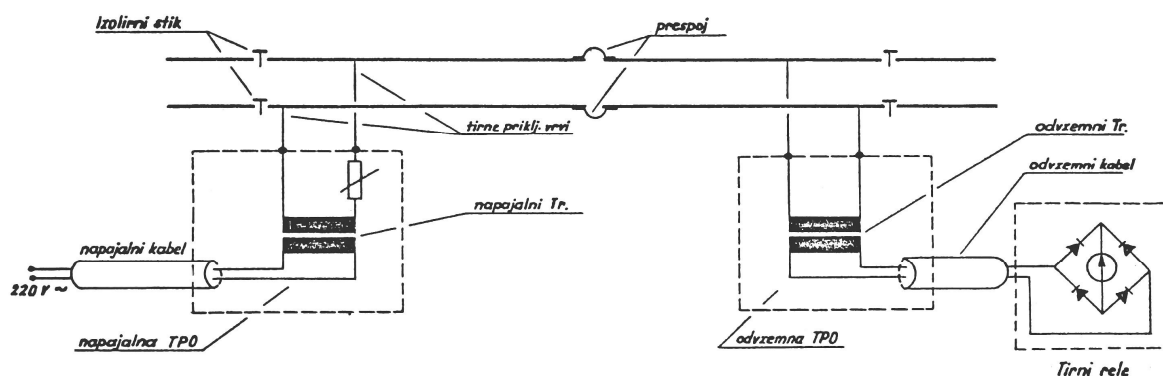
UVOD V POGLAVJE

Kakovostnega vodenja prometa ni, če nimamo hitre in zanesljive informacije o zasedenosti tira in položaju kretnic. Informacije morajo biti pravilne, zanesljive in pravočasne, le tako lahko zagotovimo pravilno delovanje sistema. Naprave – senzorji so tehnični temelj, ki omogoča vodenje železniškega prometa.

5.1 TIRNI TOKOKROGI ALI IZOLIRKE

Tirni tokokrogi ali izolirke se uporabljajo za kontrolo zasedenosti tirov v povezavi s tirnim relejem. Tirni rele je izvršilni oziroma stikalni element vsake izolirke. Ločimo kretnične in tirne izolirke, ki služijo za kontrolo stanja tirnic ali kretnic.

Tirna izolirka javi zasedenost tira, deluje na principu sklenjenega tokokroga, torej ko vlak pelje po tiru, vzpostavi stik med obema tirnicama; vlak deluje kot stikalni element. Da se ta tokokrog sklene, potrebujemo napetostno razliko med obema tiroma. Torej služi en tir kot vir napetosti, drugi tir predstavlja posamezni odsek, na katerem kontroliramo zasedenost tira.

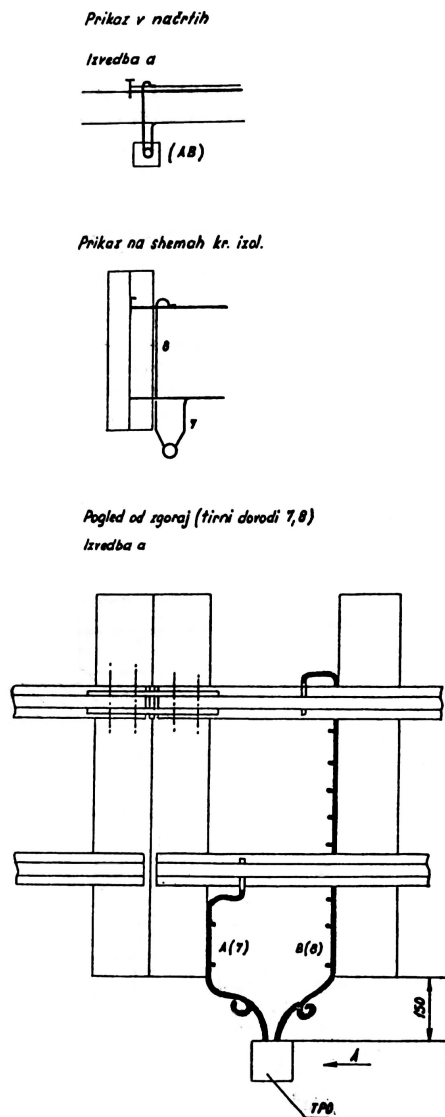


Shema 1: Električna vezava napajanja tirov z napetostjo in odvzemom

Vir: Žitnik, 1983, 190.

Z izolirnimi mesti električno razdelimo tir na posamezne dele, na katerih s sklenitvijo kontakta preko koles vlaka sklenjen kontakt potrjuje zasedenost opazovanega dela tira. Na elektrificiranih progah z enosmerno napetostjo uporabljamo za napajanje izolirnih mest izmenično napetost 50 Hz. Če je elektrifikacija proge izvedena z napetostjo 25 KV 50 Hz, uporabljamo napetost frekvence 83 1/3 Hz.

Pri elektorolednih SV-napravah razdelimo področje neke postaje na posamezne odseke z izolirnimi mesti, ki ločujejo dele tirov in kretnice.



Slika 18: Prikaz vezave tirov v primeru izolirnih mest
Vir: Žitnik, 1983, 152.

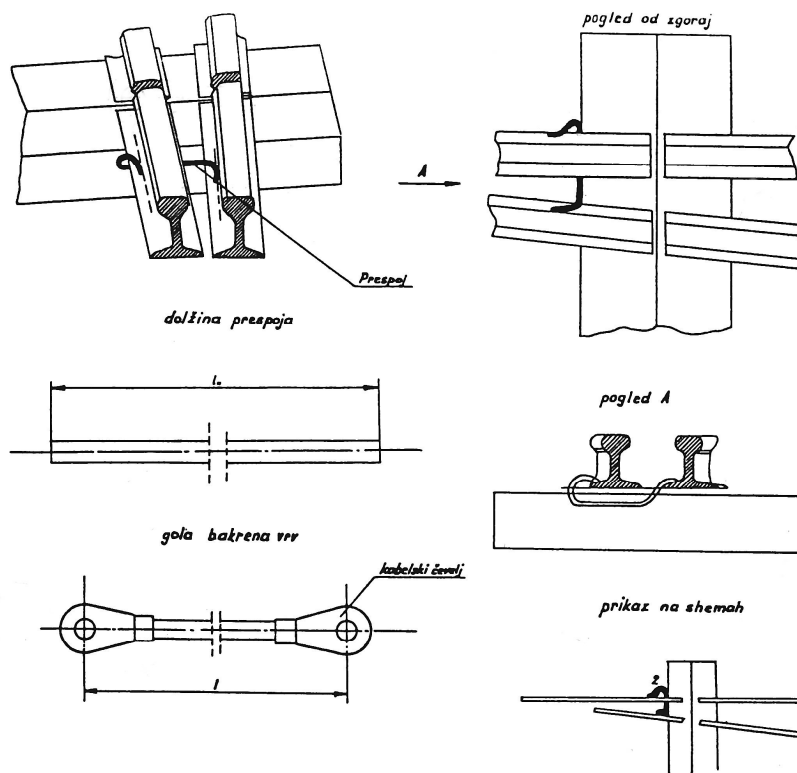
Tiri so vezani tako, da sta leva in desna tirnica električno ločeni med posameznimi odseki. Ena tirnica torej predstavlja skupni vod, druga tirnica dobi napetost preko koles in osi vlaka ter s tem relejna skupina registrira zasedenost tira.

Z načrta vidimo, da je celotno področje postaje izolirano samostojno, torej selektivno, tako dobimo posamezne kretniške izolirne odseke. V določenih primerih izoliramo tudi kretniške skupine, s tem dobimo več kretnic, izoliranih od ostalih tirov. Tako ločimo:

- signalne, ki predstavljajo del izolirnega tira med uvozom na postajo in kretniško izolirko;
- uvozne, ki služijo za najavo vlakov in za vračanje signalov na STOJ;
- izvozne, za izvoz vlakov s postaje;
- kretniške, ki služijo za prikazovanje položaja kretnice;
- predkretniške in
- tirne izolirke.

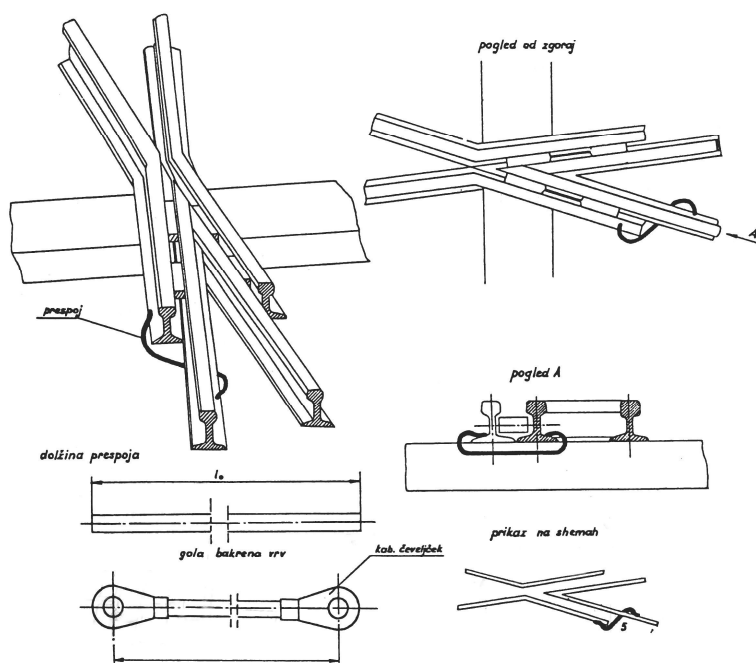
Vsak uvozni in izvozni odsek je izoliran posebej in prav tako s tirnimi izolirkami ločimo odseke tirov.

Glavna naloga izolirk je javljanje stanja o zasedenosti tirov in o položaju kretnic. S tem preprečujemo nesreče, torej vožnjo vlaka na tir, ki je že zaseden.



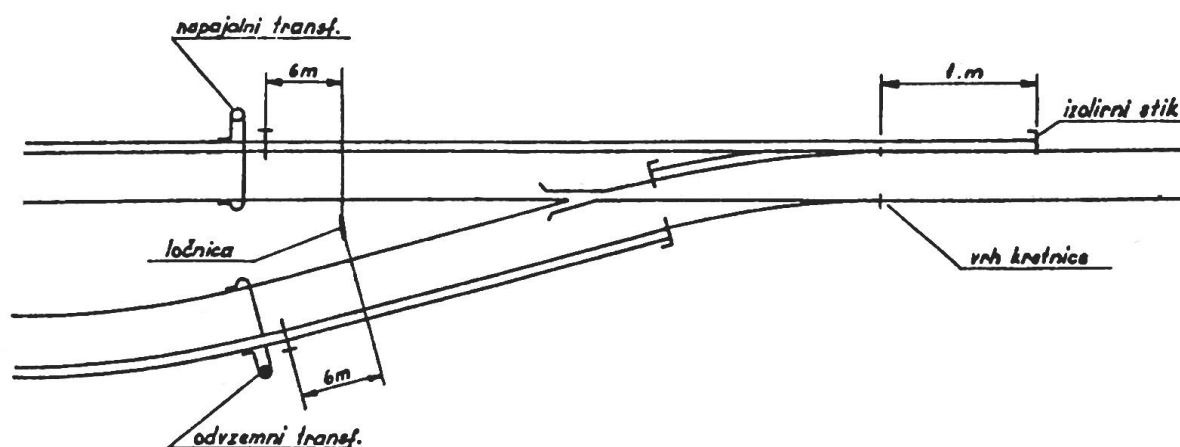
Slika 19: Prikaz povezave med tiri na mestih pred spojem tira s tirno kretnico

Vir: Žitnik, 1983, 129.



Slika 20: Prikaz električne povezave med deli kretnice in tira

Vir: Žitnik, 1983, 130.



Slika 21: Prikaz spoja kretniških izolirnih mest

Vir: Žitnik, 1983, 136.

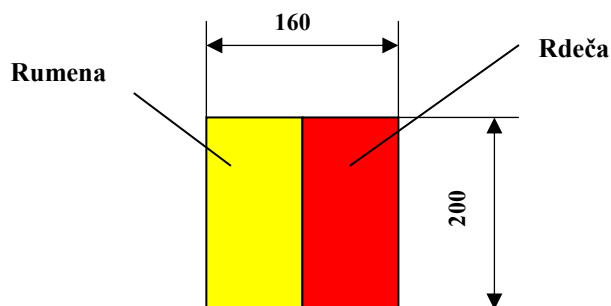
Premikalni signal z vezavo, prikazano na sliki 21, podaja položaj tirnice.

1.) Izolirni stiki na kretnici se vgrajujejo samo na tistih mesti, kje se zaradi mehanične konstrukcije sestavljajo tirnice kretnic. Ti stiki so:

- na začetku kretnice,
- na stiku pred srcem kretnice,
- na stiku za srcem kretnice in
- na krakih kretnice za ločnico.

2.) Praviloma se izolira desno tirnico, gledano od vrha kretnice (leva tirnica in srce kretnice se uporabljata za povratni vod elektrovleke).

Za povezavo tirnih izolirk na odprti progi imamo možnost povezave, tako so lahko med seboj povezane zaporedno ali vzporedno. Vezavo naredimo odvisno od potreb na posameznih odsekih. Ob mejna mesta, kjer se nahajajo izolirna mesta, se postavijo mejniki izolirnih mest.



Slika 22: Mejniki izolirnih odsekov

Vir: Lasten.

Mejniki izolirnih odsekov prikaže strojevodji, kje se je odsek končal ali začel.



Slika 23: Električni priklop izolirnih mest

Vir: Lasten.

Izolirani stiki za kretnice se naredijo samo na mestih, kjer se zaradi mehanične konstrukcije sestavljajo tirnice kretnic. Ti stiki so vedno na dvojnih železniških pragovih. Sistem, kot so tirne izolirke, je v svoji enostavnosti zelo učinkovit in prikazuje vsak trenutek preko relejnih

postaj stanje na tirih; preglednost dogajanja na tirih je eden izmed najvažnejših pogojev za zagotavljanje varnosti in optimalne propustnosti tirov. Torej sistem podaja informacijo, ki jo nato s pomočjo povezav pripeljemo na ustrezno mesto, kjer preprečuje nesreče.

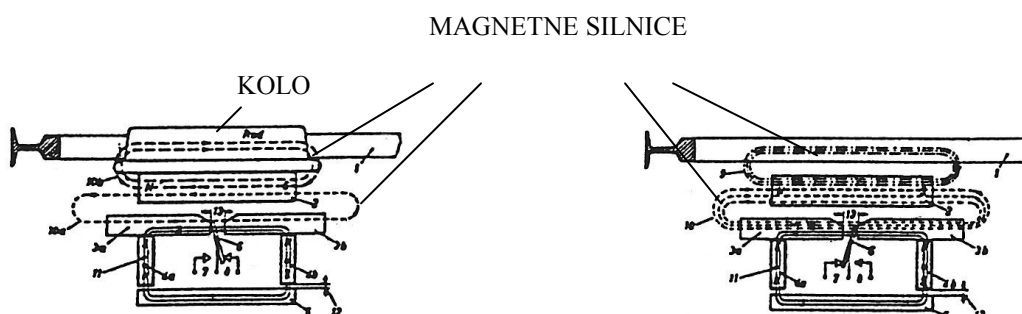
V primeru elektrovleke bi enotirnična izolacija zelo motila delovanje tirnega releja, zato se v tem primeru uporablja dvotirnična električna izolacija.

5.2 MAGNETNI TIRNI KONTAKT (MTK)

Magnetni tirni kontakti delujejo na principu trajnih magnetov in ne potrebujejo zunanje napajanja. V ohišju MTK, ki je pritrjeno na notranji strani tira, se nahajata dva permanentna (trajna) magnetna; med magnetoma je jarem iz železa z dvema poloma, med katerima je kotva polariziranega releja.

Delujejo na principu spremembe magnetnega polja; če skozi silnice trajnega magnetnega polja pelje kolo vlaka, se spremeni magnetna upornost sklenjenih silnic izven ohišja.

Kot smo že omenili, je magnetna prevodnost železa približno 1000-krat večja od magnetne prevodnosti zraka, torej se s prehodom veliko boljšega magnetnega prevodnika poveča magnetno polje izven naprave, s tem se oslabi polje trajnega magnetnega v napravi. To pomeni, da se je magnetno polje sklenilo po drugi poti, izven področja MTK. Zaradi te oslabitve polja v napravi se kotvica polariziranega releja pomakne v drugo lego in preklopi kontakte.



Slika 24: Princip delovanja MTK

Vir: Žitnik, 1983, 158.

S slike 24 vidimo, kako se sklone magnetno polje preko železniškega kolesa in kako takrat, ko ni kolesa.

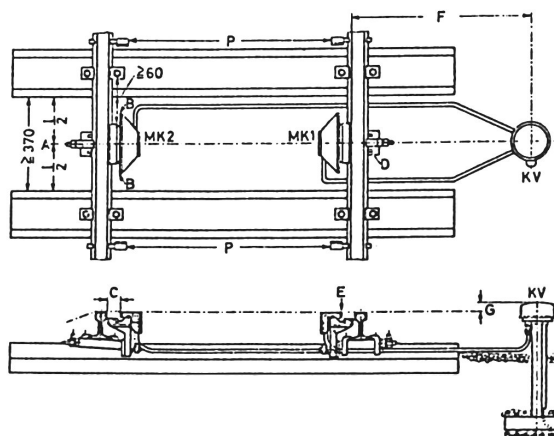


Slika 25: Magnetni tirni kontakt

Vir: Lasten.

Magnetni tirni kontakti zaradi vgrajenega močnega trajnega magneta zahtevajo poseben način ravnanja. Magnetno polje lahko povzroči poškodbe nekaterih naprav, predvsem raznih merilnih instrumentov in magnetnih kartic. V primeru napačnega skladiščenja lahko poškodujejo eden drugega.

Montaža MTK mora biti opravljena zelo skrbno; MTK je nameščen tam, kjer je kakovost tirov velika, torej so dobro vzdrževani in dobro podbiti. Medsebojna razdalja med MTK mora biti vsaj 20 cm. Montirajo se najmanj 4 do 6 pragovnih polj od izolirnega mesta.



Slika 26: Način montaže MTK

Vir: Žitnik, 1983, 192.

Zaradi večje zanesljivosti delovanja se MTK vedno montira v paru, na desni tirnici v smeri vožnje; če je tir na mestu vgradnje v krivini, se montira (MTK1) vedno na notranji tirnici. Magnetni tirni kontakt MTK 2 montiramo na levo tirnico.

Magnetni tirni kontakt deluje zanesljivo za hitrosti vlakov do 200 km/h; pri tem mora rele preklopiti približno vsakih 20 ms, to je s frekvenco 50 Hz. Ker ima kotvica majhno maso, lahko sledi impulzom, zato se MTK lahko uporablja tudi kot števniki osi. Za vklop in izklop cestnih prehodov ni potrebno štetje impulzov, zato se MTK-ju dodaja podaljševalo impulzov, da kotva releja kljub kratkemu impulzu lahko sklene kontakte releja.

Z zaščitnim odbojnikom zaščitimo MTK z obeh strani proti visečim delom in udarom vlaka. Odbojnik postavimo tako, da je poševna plošča oddaljena od MTK-ja najmanj 5 cm. Zaščitni odbojniki služijo tudi za zaščito drugih naprav ob tirih.

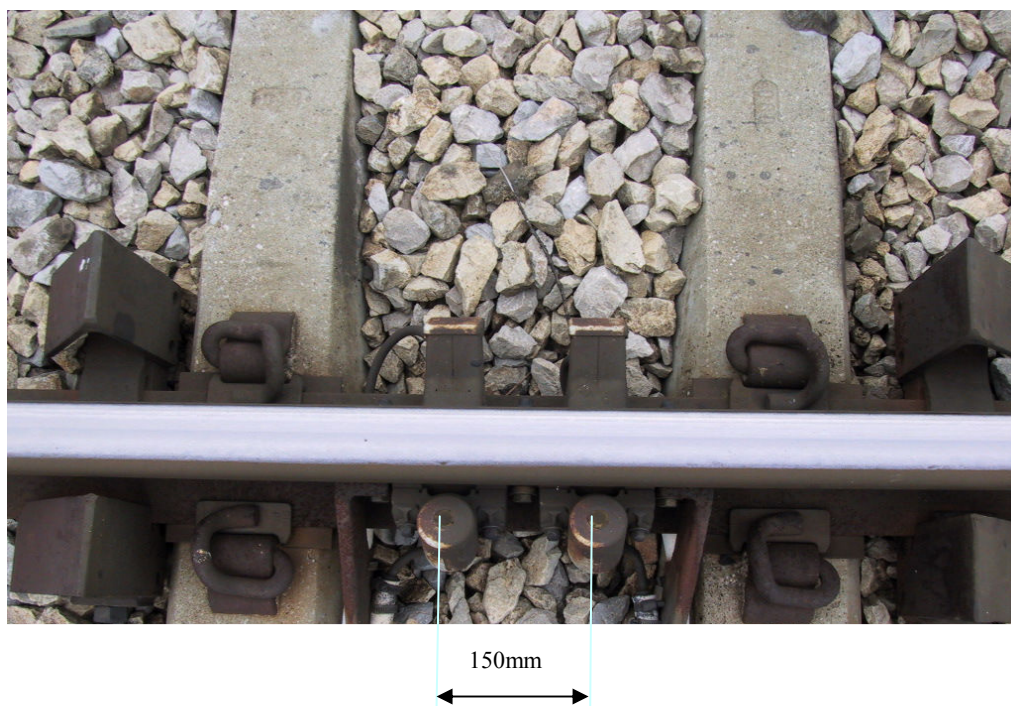
5.3 ELEKTRONSKI ŠTEVNIK OSI (EŠO)

Elektronski števniki osi (EŠO) služijo za kontrolo prostosti in zasedenosti medpostajnih odsekov, prostorskih in tirnih odsekov pri avtomatskem progovnem bloku (APB) in medpostajni odvisnosti (MO). Vedno več pa se uporablja tudi v postajnem območju za kontrolo kretnic in tirnih odsekov; če so števniki vgrajeni na betonskih ali železnih pragovih, to povzroči prenizko izolacijsko upornost med tiri. Znano je tudi, da v nasprotju s tirnimi releji (TR) na števnike osi ne vplivajo dolžina kontroliranega odseka niti spremenljiva upornost gramozne grede in kakovost zgornjega ustroja. Tudi betonske pragove je možno izolirati nasproti tiru, vendar ima takšna izolacija omejen rok trajanja, torej so vzdrževalni stroški v primeru uporabe izolirnih mest večji.

Osnovni princip delovanja temelji na spremembi magnetne upornosti. Magnetna upornost železa (železniškega kolesa) je približno 1000-krat manjša od magnetne upornosti zraka; to pomeni, da se magnetno polje zelo zgosti in se v sprejemni tuljavi inducira v primeru prevoza kolesa veliko večja napetost, torej dobimo napetostni impulz, ki ga zazna elektronska naprava, ki te impulze med seboj sešteje in nato pri prevozu izstopnega kontrolnega mesta odšteje.

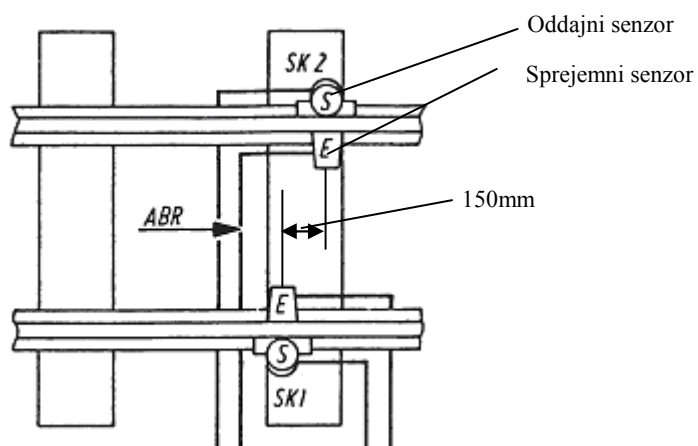
Števniki osi ne potrebujejo izolirnih mest, torej so lahko tiri med seboj zvarjeni v dolgi tirni trak. S tem se zmanjšajo stroški vzdrževanja proge in vozil ter se poveča udobnost vožnje.

Za kontrolo stanja enega tirnega odseka potrebujemo na vsakem koncu po en števniki osi, ki ga lahko brez posebnih posegov vgradimo v zgornji ustroj proge ter pritrdimo na vrat tirnice.



Slika 27: Senzorji števnika osi, pritrjeni na tire – enostransko

Vir: Lasten.



Slika 28: Shematski prikaz priklopa senzorjev števnika osi na dveh tirih

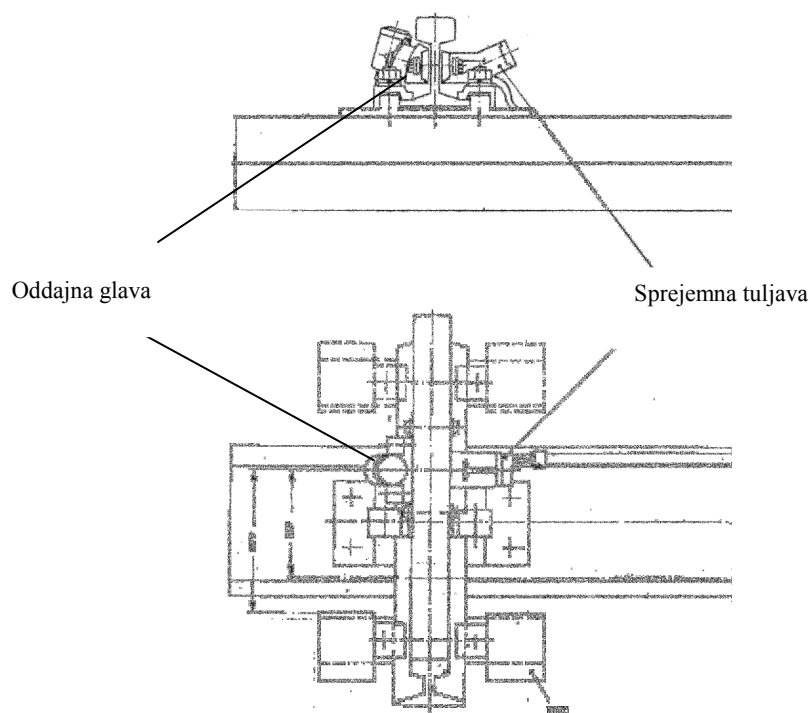
Vir: Žitnik, 1983, 190.

Števniki (senzorji) zaznajo in javljajo v elektronsko skupino vsako os (kolo), ki prevozi tir mimo senzorja. Vsaka posamezna os povzroči ustrezni pravokotni impulz na sprejemnem senzorju, torej kolikor prevozi osi, toliko je pravokotnih impulzov. Stanje prevozov števila osi je rezultat štetja osi z obeh števnih mest. Vsaka os, ki pripelje, sešteva impulze; vsaka os, ki odpelje preko senzorja, odšteva število impulzov. Če je vsota pripeljanih impulzov enaka

vsoti odpeljanih impulzov, je vrednost seštevka enaka nič, torej je kontrolirani odsek nezaseden; na tem mestu je proga prosta.

Vsak oddajni tirni kontakt ima oddajno in sprejemno tuljavo, ki sta nameščeni vsaka v svojem ohišju z ene in druge strani tirnice.

Števno mesto je sestavljeno iz dveh nasproti ležečih in zamaknjenih tirnih kontaktov. Obe števnici sta za 150 mm zamaknjeni. Oddajna in sprejemna kabla napajata oziroma prenašata informacijo elektronski napravi, ki registrira število impulzov. Ta naprava je nameščena na postaji ali v blokovni hišici.



Slika 29: Montažna skica števca osi

Vir: Žitnik, 1983, 192.

Sprejemna glava je nameščena na notranji strani tira, oddajna glava pa na zunanji strani tira.

Naloga elektronske naprave je sprejeti in ovrednotiti sprejete impulze, torej primerjati število vhodnih in izhodnih impulzov iz nadziranega odseka. S tem ko so števnici impulzov zamaknjeni za 150 mm, lahko elektronski števec impulzov določi, v kateri smeri se giblje vlak.

Pri prevozu števecv osi lahko pride do različnih motenj, torej kljub temu da je vlak prepeljal pravilno in v celoti skozi nadzirani odsek proge, vsota izstopa in vstopa osi nista prikazani kot enaki. V tem primeru je javljanje popolnoma enako, kot če je tir zaseden. Prometnik se mora zanesljivo prepričati, da je prišlo do motnje in tir ni zaseden. To naredi tako, da vklopi in izklopi osnovne lege. Po teh ukazih se števnici, katerih razlika ni nič, sprostijo, razen signala pred prostorskim odsekom, ki je bil lažno zaseden. Ta signal ostane v legi »stoj« (obveščanje

prvega naslednjega vlaka). Redna lega se vzpostavi avtomatsko po prevozu prvega naslednjega vlaka, če seveda na napravah ni trajne okvare.

Sprememba smeri privolitve je verižni električni proces med eno in drugo postajo preko naprav vseh blokovnih mest in obstaja možnost, da se stikalni procesi ne opravijo do konca (zamašena privolitev). V takšnem primeru nima nobena izmed sosednjih postaj privolitve, zato ni mogoče vključiti niti osnovne lege APB-ja, prostorski signalni znaki lahko kažejo različne prostorske slike. Prometno osebje sosednjih postaj v takem primeru ureja promet do odprave nepravilnosti.

Na enak način se lahko javlja tudi motnja v energetskem napajanju blokovnih mest, in to v posameznem blokovnem mestu ali pa v vseh hkrati, ko pride do nepravilnosti pri vseh napravah APB zaradi napajanja iz ene od mejnih postaj.

5.3.1 Motnje v delovanju števecv osi

Pri voznjah raznih tirnih vozil lahko iz različnih vzrokov pride do nepravilnega štetja ali motenj v delovanju števecv osi. Posledica take motnje je lažna zasedenost takega prostorskega odseku tudi takrat, ko ga ves vlak zapusti.

Javljanje lažne zasedenosti prostorskega odseka oziroma motnje v delovanju števecv osi določenega prostorskega odseka se v ničemer ne razlikuje od javljanja pri dejanski zasedenosti prostorskega odseka (javljalec Pods sveti rdeče mirno).

O lažni zasedenosti govorimo takrat, ko določen prostorski odsek kaže zasedenost odseka, prometnik pa se prepriča, da je predhodni vlak, ki bi lahko zasedal ta odsek, ves in popolnoma uvozil na eno od sosednjih postaj. V takih primerih se mora prometnik prepričati, da je celoten odsek med postajama dejansko prost, nato pa pristopi k prisilni sprostitvi vseh lažno zasedenih prostorskih odsekov, kar stori z vklopom in izklopom osnovne lege APB-ja. Prostorski signal odseka, ki je kazal lažno zasedenost, ostane v legi »stoj«, redna lega tega signala se avtomatsko vzpostavi po prevozu prvega vlaka.

Če nobena postaja nima privolitve smeri vožnje, bodo izvozna signala in prostorski signali kazali signalni znak »stoj« in takrat ni mogoče vključiti in izključiti osnovne lege APB-ja. Takrat se promet ureja po določbah Pravilnika 2, okvaro pa odpravijo vzdrževalci SV-naprav.

5.4 INDUKTIVNI SENZORJI JAVLJANJA PRISOTNOSTI ŽELEZNIŠKEGA VOZILA

Senzor za detekcijo vozil na tirih predstavlja zelo zanesljiv način detekcije vozil in smeri vožnje. Ta sistem v celoti nadomesti sisteme, ki opravijo detekcijo na osnovi tirnih kontaktov ali tirnih tokokrogov. Ta senzor je učinkovit ne glede na hitrost vlakov, prav tako so stroški vzdrževanja minimalni.

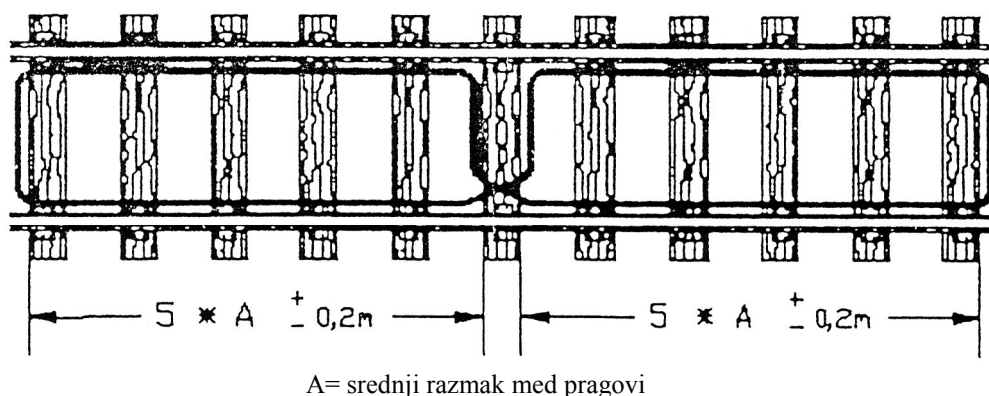
Senzorji v kombinaciji z ustrezno programsko opremo predstavljajo zelo učinkovit sistem za vodenje prometa.

Za porabnike pomeni opisani senzor sledeče prednosti:

- zgradba senzorjev je enostavna in robustna,
- enostavna montaža,
- senzorji so kompatibilni s stroji za utrjevanje grede in ne potrebujejo vzdrževanja,
- omogočajo visoko stopnjo varnosti i razpoložljivosti.

Senzorji delujejo na področju frekvenc 60/80 KHz, ki jih nastavimo s pomočjo kodirnega stikala. Na senzor ne vpliva elektromagnetno polje v primeru zaviranja z magnetno zavoro. Ne potrebujemo izolirnih mest in prikaz prisotnosti vlaka ni odvisen od upornosti osi koles.

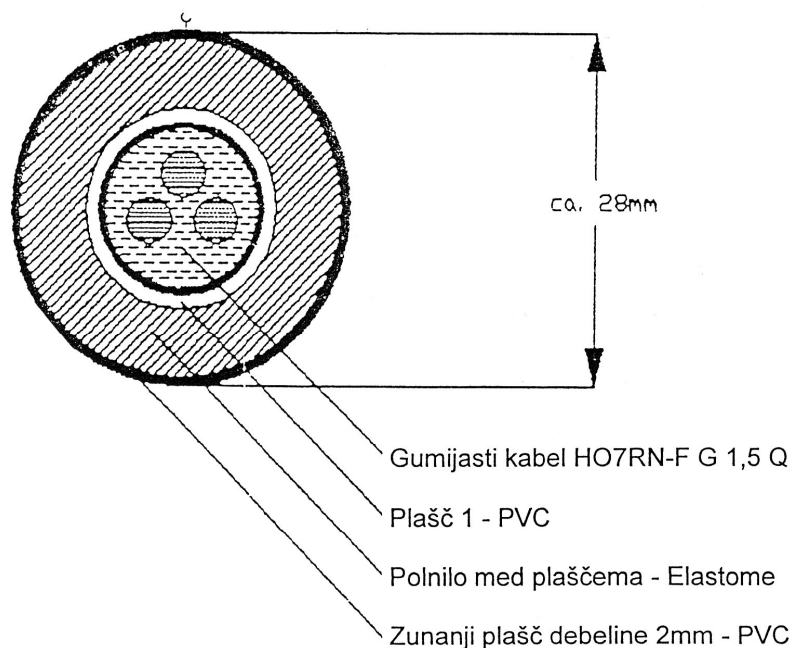
Ti senzorji izkoriščajo pojav spremembe induktivne upornosti s spremembo medija, preko katerega se zaključuje magnetno polje. Ta pojav smo že omenili pri števcih osi in v primeru magnetnega stikala. Bistvena razlika je v tem, da imamo v tem primeru veliko večjo zanko, v razmaku približno 10 pragov. Zanka je položena na tire v obliki osmice. S položitvijo kabla tako, da se križa v sredini osmice (slika 30), dosežemo, da nastaneta dve enaki ploskvi, ki sta električno za 180° obrnjeni. S takšnim načinom izključimo neželene vplive povratnih tokov.



Slika 30: Vgradnja induktivne zanke

Vir: Iskra, 1999.

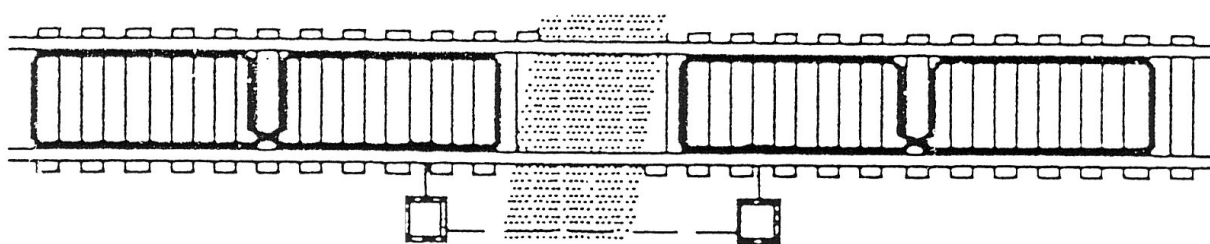
Za izvedbo induktivne zanke se uporablja poseben trožilni kabel. V zanki ga vezemo tako, da je vezava žic zaporedna.



Slika 31: Presek posebnega kabla za induktivni senzor prisotnosti vozil

Vir: Iskra, 1999.

Iz teorije varnosti v železniškem prometu vemo, kako pomembno je, da imamo zanesljivo informacijo o prisotnosti ovir. To so na železniških tirih največkrat drugi vlaki ali vagoni. Senzorje zato postavljamo na kritična mesta, kot so na primer prehodi ceste preko železnice. Izvedba zank je narejena na obeh straneh cestnega prehoda.



Slika 32: Montaža senzorja pri cestnih zapornicah

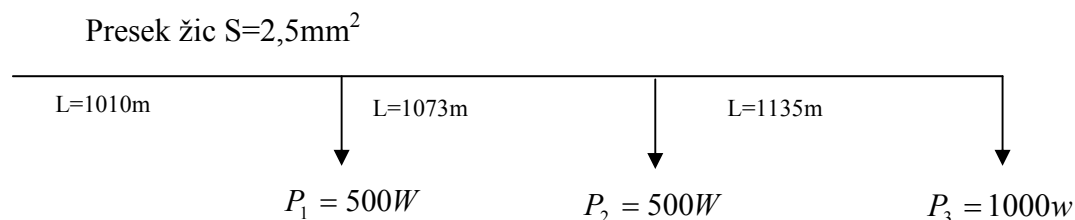
Vir: Iskra, 1999.

S pomočjo dveh zank evidentiramo prisotnost kovinskega predmeta na opazovanem področju, kar omogoča varno upravljanje z zapornicami in javlja v centre vodenja zasedenost tira.

5.4.1 Primer izračuna električnega napajanja signalnovarnostne naprave

Napajanje naprave bo narejeno z elektroenergetskim kablom, položenim do cestnega prehoda, z napetostjo 3x750 V.

Uporabniki se napajajo neposredno iz transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost, dovoljen padec napetosti je 8 %. Izberemo kabel preseka 2,5 mm in upoštevamo predvideno moč 100 VA, nato izračunamo odstotni padec napetosti (slika 33).



Slika 33: Razporeditev porabnikov SV-naprav
Vir: Iskra, 1999.

Uporabimo enačbo:

$$U\% = \frac{100 \times (P \times L)}{g \times S \times U^2}$$

$$(P \times L) = L_1 \times (P_1 + P_2 + P_3) + L_2 \times (P_2 + P_3) =$$

$$= 1010 \times (500 + 500 + 1000) + 1073 \times (500 + 1000) + 1135 \times 1000 = 4764500$$

$$U\% = \frac{100 \times 4764500}{56 \times 2,5 \times (750)^2} = 6,05\% < 8\%$$

$U\%$ – padec napetosti

L – dolžina vodnika, v m

P – moč, v W

g – specifična prevodnost (Sm/mm^2), to je recipročna vrednost od specifične upornosti;

specifična prevodnost bakra je $g = 56 \text{ Sm/mm}^2$

S – presek vodnika, v mm^2 ($2,5 \text{ mm}^2$)

U – nazivna napetost $U = 750 \text{ V}$

100 – pomeni 100 %

Izračunali smo odstotni padec napetosti na vodnik, ki napaja 3 porabnike SV-naprav.

POVZETEK POGLAVJA

Vsak izmed navedenih senzorjev ima svoje prednosti in slabosti, najvažnejša lastnost za upravljanje prometa je njihova zanesljivost delovanja, saj zaznajo najpomembnejše podatke za vodenje prometa. To sta zasedenost tira in položaj kretnic. Brez zanesljivega zaznavanja prisotnosti vlaka in položaja kretnic ni možno voditi železniškega prometa.

Dodatna literatura za študij

- 1) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 2) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.
- 3) Tehnična dokumentacija uređaja za avtomatsko osiguranje cestovnog prijelaza, SPA-2B/CR; proizvajalca ADtranz (2000).
- 4) Žitnik, A. MONTAŽA, MERITVE IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV, skripta; Železniško gospodarstvo Ljubljana, 1983.

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. Pojasnite pojem "senzor".
 2. Opišite tirno izolirko in pojasnite, čemu služi.
 3. Pojasnite, kje so najpogostejše nameščene izolirke in kaj z njimi zaznavamo (kateri tipi izolirk obstajajo).
 4. Pojasnite, kaj je magnetni tirni kontakt in čemu služi.
 5. Opišite delovanje magnetnega tirnega kontakta.
 6. Pojasnite, kaj so elektronski števniki osi (EŠO), za kaj jih uporabljamo in kakšne so njihove prednosti, slabosti.
 7. Pojasnite, kako deluje EŠO.
 8. Razložite, kako EŠO zaznava smer vožnje in kako zasedenost tira.
 9. Naštejte pogoste okvare EŠO in pojasnite, kako ravnamo ob okvarah.
 10. Pojasnite, kaj so induktivni senzorji javljanja (ISJ) zasedenosti tira.
- Opišite način odvisnosti tirnih senzorjev v sistemu delovanja signalnovarnostnih naprav.

**Študijski primer in v razmislek:**

Razmislite o pomembnosti informacij, ki jih senzorji zajemajo. V katerem delu organizacijske piramide SV-naprav se nahajajo?

Razmislite, kako bi deloval celoten sistem SV-naprav brez teh senzorjev.

- Upoštevajte načine prenosov informacij, ki jih pridobimo s pomočjo senzorjev.
- Upoštevajte njihov vpliv na varnost in organizacijo prometa.

6 NAPRAVE ZA OGREVANJE KRETNIC

Spoznali boste

- Naprave, ki omogočajo delovanje kretnic v zimskem času.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- pomen teh naprav za varen in tekoč potek železniškega prometa,
- načine delovanja ter prednosti in slabosti posameznih naprav.

UVOD V POGLAVJE

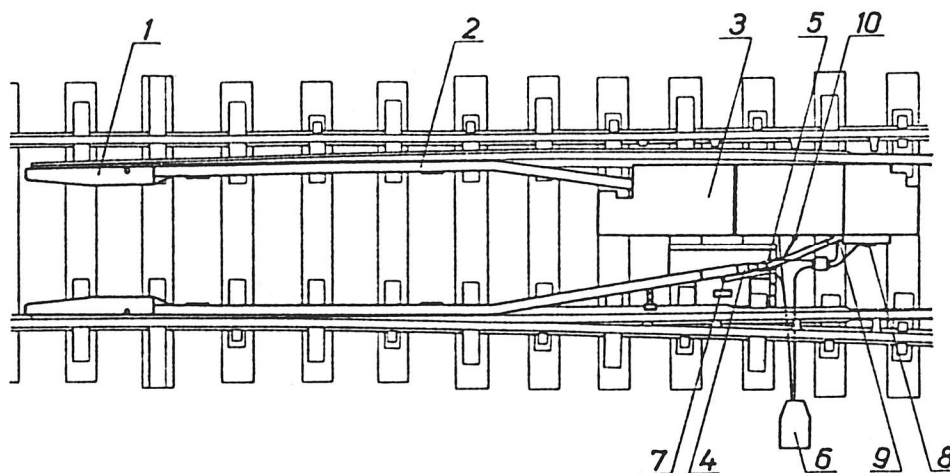
Slovenija se nahaja na področju zelo raznolikih vremenskih pogojev. V prometu to pomeni, da je potrebno zagotoviti brezhibno delovanje železniške infrastrukture v vseh letnih časih. Poseben problem nastane na tirnih kretnicah pozimi zaradi snega in ledu. Z grelnimi napravami se izognemo ročnemu čiščenju kretnic, ki je zelo drago in zamudno.

Da se izognemo vsem težavam z vremenskimi vplivi, posebej tam, kjer se montirajo električne kretnice, ki se upravljajo centralno s komandne mize, moramo kretnice ogrevati. Ločimo dva sistema, in sicer sistem, ki uporablja za energijo plin, in sistem, ki uporablja za gretje električno energijo. Električno ogrevanje kretnic zaradi svoje zanesljivosti vedno bolj izpodriva gretje s pomočjo izgorevanja plina.

6.1 PLINSKA GRELNA NAPRAVA (PGN)

Na področju infrastrukture SŽ uporabljamo plinske grelna naprave različnih proizvajalcev. Opisali bomo princip delovanja naprave, ki jo najpogosteje uporabljamo na področju Slovenije. To so grelna naprave proizvajalca PGN Pintch Bamag ali proizvajalca Geisner in proizvajalca p.c. Wagner.

Plinska naprava lahko ima zaprti ali odprti sistem ogrevanja kretnic s prevajanjem toplote na ojstrice kretnic. Princip delovanja kretniške naprave je v tem, da se prevaja toplota, ogrevajo se ojstrice kretnic in ne osnovne tirnice. Na vsaki ojstrici kretnice je vgrajena zaprta ploščata grelna cev, ki se segreva z izgorevanjem plina iz gorilnika ter prenaša toploto na kretniške ojstrice, na osnovno tirnico in na koncu grelnika na kretniško zaporo oziroma zapah, ki mora biti lahko gibljiv, ker zapahuje kretnico in omogoča električno kontrolo kretnice na postavljalni mizi.



Slika 34: Plinska grelna naprava p. c. Wagner

Vir: Žitnik, 1983, 255.

Legenda k sliki:

1. končna komora
2. grelna cev
3. zaščitni pokrov iz rebraste pločevine
4. posebni plinski gorilnik
5. termoelement
6. avtomatika kretniškega gretja
7. vžigalna svečka
8. ventilator
9. razdelilnik zraka
10. razdelilnik plina

Ta tip gretja lahko uporabimo za vse navedene kretnice oblik S 49, UIC 54 in druge.

Grelne cevi so pritrjene na noge kretniških ojstric in se pri prestavljanju kretnic premikajo skupaj z ojstricami. Plinska gorilnika sta gibljivo pritrjena na začetku obeh grelnih cevi in sta povezana s skupnim ventilatorjem z gumijastima cevema tako, da se lahko premikata pri prestavljanju kretnice. Propan izgoreva v gorilniku, ventilator pa dovaja potrební zrak za izgorevanje in potiska vroče izgorevalne pline po grelnih ceveh, kjer v končni komori pri kretniških zapahih izstopajo iz cevi.

Kretniška grelna naprava se vgrajuje samo na dobro izpodbite kretnice. Pred montažo grelné naprave je potrebno kontrolirati pravilno in natančno naleganje ojstric na osnovno tirnico in drsne blazinice. Da naprava dobi energijo, je potrebno pred montažo položiti plinsko inštalacijo do grelné naprave in kable (plinska inštalacija se naredi z brezšivnimi cevmi ali cevmi za visoke pritiske z notranjim opletom).

Plinske grelné naprave dobijo vir energije iz plinskih jeklenk, ki so nameščene v bližini kretnice, ki jo moramo ogrevati.

Avtomatika kretniškega gretja (princip delovanja): Gretje kretnic na postaji se vključuje daljinsko s krmilne mize. Največkrat je vklop narejen tako, da lahko vklopimo gretje ene kretnice ali skupine kretnic. Na mizi, kjer smo vklopili napravo za gretje, imamo signalne lučke, ki javljajo pravilnost delovanja (rumena) ali okvaro (rdeča).

Pri vklopu začne delovati časovni rele. Ta odpre magnetni ventil in vklopi električni ventilator, medtem se vklopi visokonapetostna tuljava, ki s pomočjo visoke napetosti preko vžigalnih tuljav pripelje visokonapetostne impulze na svečke gorilnika. Ventilatorji se vklopijo takoj, ko prične avtomatika delovati, izklopijo se šele potem, ko se izklopi glavno stikalo in ni več nevarnosti, da bi prišlo do eksplozije plinsko-zračne mešanice.

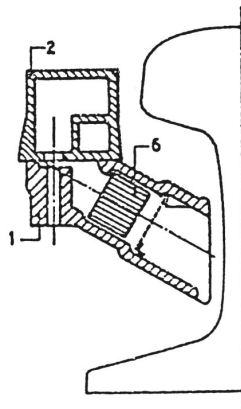
Avtomatika plinskega gretja je vgrajena v litoželezno vodotesno ohišje, ki je enako kot ohišje za priklop izolirnih odsekov. Vsaka kretnica ima svojo avtomatiko, ki je priključena na vžigne svečke.

Avtomatika krmili sledeče elemente:

- ventilator,
- magnetni ventil,
- termoelementa,
- vžigalni svečki.

Poraba plina, čistega propana, je približno 1,2 kg/h.

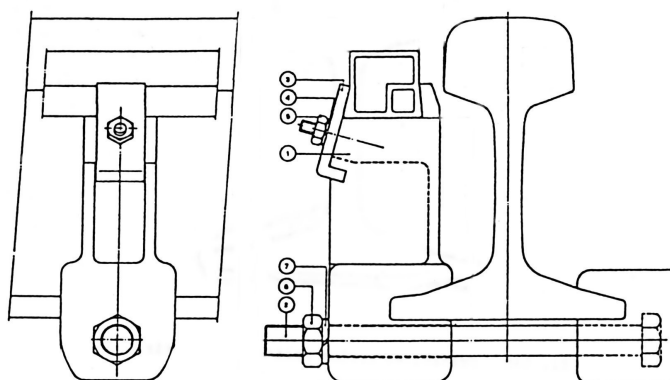
Imamo še naprave z odprtim sistemom gretja, na primer proizvajalca Geismerja. To so starejši tipi naprav, narejeni samo za ročni vklop. V tem primeru se z izgorevanjem plina direktno greje profil tira pri kretnici. Plinski gorilniki so nameščeni tako, da se dobro prilagajajo kretnici.



Slika 35: Prikaz prereza gorilnika z direktnim plamenom na tirnico (proizvajalec Geismer)

Vir: Žitnik, 1983, 256.

Z vgradnjo vžigalne svečke je možno takšno grelno napravo avtomatizirati. Na drugi strani gorilnika sta v tem primeru vgrajena še posebna termoelementa, ki nadzirata delovanje vžiga.



Slika 36: Pritrditev GNP – Geisner

Vir: Žitnik, 1983, 256.

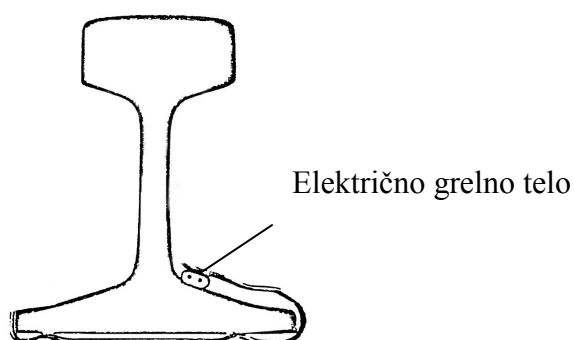
Pri vžigu plinske mrežice začne gorilni element tleti. Po eni minuti zgori mešanica znotraj jeklene mrežice. Ker plin ne gori na površini mrežice, je ogenj zaščiten pred vetrom, prepihom in vožnjo vlaka. Jeklena izvedba gorilnika zagotavlja delo tudi v težkih pogojih dela na železnici.

6.2 ELEKTRIČNA GRELNA NAPRAVA ZA KRETNICE

Električne grelne naprave se uporabljajo največkrat na tistih progah, ki so elektrificirane. V primeru izmenične napetosti je najenostavneje transformirati iz ene napetosti v drugo. Nižanje napetosti s 3000 V je veliko zahtevnejše, izvede se s pomočjo polprevodniških vezij.

Električni grelniki so izdelani kot ploščata paličasta grelna telesa, ki se pritrdijo na tir (noga ali vrat tirnice) tako, da ogrevajo prostor med tirnico in osnovno ojstrico.

Na kretnico se montirata dva paličasta grelnika dolžine 7,2 m in moči 4,8 KW do 6,28 KW, odvisno od tipa naprave.



Slika 37: Namestitev grelne palice na nogo tirnice

Vir: Žitnik, 1983, 257.

Grelci so narejeni iz visokokakovostnih materialov, odpornih na mehanske poškodbe in vplive različnih vremenskih razmer.

Načina regulacije in nadzora gretja sta veliko enostavnejša od plinskega. Tudi montaža in zahtevnost vzdrževanja sta veliko enostavnejši, pomembno je, da imamo v bližini dovolj močen vir napajanja.

Slaba stran je, da je vir energije odvisen od omrežja, torej lahko pride do prekinitve vodov, kar se največkrat dogaja pozimi, ko najbolj potrebujemo ogrevanje. Vendar ima ta način ogrevanja kljub vsemu več prednosti:

- enostavno vzdrževanje,
- enostavna regulacija vklopa in izklopa,
- ni potrebno skrbeti za zalogo plina na terenu.

POVZETEK POGLAVJA

Za zagotovitev nemotenega delovanja – tudi pozimi ob nizkih temperaturah, ob prisotnosti vlage, kar povzroča zmrzovanje – za brezhibno delovanje kretnic potrebujemo naprave, ki led in sneg odstranijo s tirnice (stalijo led ali sneg) in s tem zagotovimo obratovanje tirnih kretnic tudi v zimskem času.

Dodatna literatura za študij

- 1) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 2) Žitnik, A. MONTAŽA, MERITVE IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV, skripta: Železniško gospodarstvo Ljubljana, 1983.

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Pojasnite, kaj so grelnе naprave kretnic in kakšne tipe teh naprav poznamo.*
2. *Navedite namen kretniških grelnih naprav.*
3. *Naštejte in opišite tri osnovne tipe grelnih naprav ter jih primerjajte (prednosti, slabosti).*

**Študijski primer in v razmislek:**

Opišite, kaj bi se zgodilo, če teh naprav ne bi uporabljali.

Razmislite, katera naprava bi najprej zaznala (npr. pozimi), da je z grelno napravo nekaj narobe.

- Nedelovanje naprave povzroči okvaro kretnice.
- Kaj se zgodi, če kretnica ne deluje?
- Katera naprava bi to okvaro zaznala?
- Kam mora biti ta informacija posredovana?
- Kaj bi se zgodilo s prometom na progi?

7 CESTNI ENONIVOJSKI PREHODI PREKO ŽELEZNICE, AVTOMATSKO VAROVANJE

Spoznali boste:

- Pomen križanja med železnico in cesto v istem nivoju.
- Načine varovanja prehodov ceste preko železnice.

Razumeli boste:

- načine varovanja enonivojskih prehodov,
- delovanje varovanja enonivojskih prehodov v sistemu,
- delovanje signalnovarnostnih naprav,
- način nadzora delovanja teh naprav.

UVOD V POGLAVJE

Ta križanja morajo biti, kadar ni dvonivojskih križanj, dobro vidna. Načini zavarovanj so različni: z znaki, kot je Andrejev križ, samo s svetlobnimi znaki, ki se vklopijo pred preходом vlaka, z zapornicami, zvočnim signalom in s svetlobnim signalom. Kombinacija vseh teh sistemov predstavlja najvarnejšo izvedbo enonivojskega prehoda ceste preko železnice. Postavitev takšnih prehodov je finančno visoka, zato na področju Slovenije veliko prehodov ni zavarovanih z zapornicami. Zaradi cene postavitve takšnega sistema se tudi ukinjajo nekateri, v glavnem stranski prehodi preko tirov. Takšno varovanja povzroča na cestah z večjim prometom velike zastoje, takrat je edina prava rešitev dvonivojsko križanje.

Hitrosti vlakov se povečujejo, kar pomeni, da se oddaljenost vklopnih mest za zapiranje zapornic vedno bolj oddaljujejo od zapornic. Razlika med vlaki za velike hitrosti in tovornimi vlaki je lahko tudi več kot 100 km/h, kar povzroči, da so zapornice v primeru prevoza tovornih vlakov »predolgo« zaprte, torej s povečevanjem hitrosti ene vrste vlakov v primerjavi z drugimi se dnevni povprečni čas zaprtosti zapornic poveča, posledica je gneča pred zapornicami.

7.1 POGOJI IN NAČIN UPORABE NAPRAV ZA ZAVAROVANJE NIVOJSKIH PREHODOV (NPR)

Ker se naprave za zavarovanje nivojskih prehodov pojavljajo na območju postaj in na odprti progi, jih ne moremo uvrstiti niti samo med postajne niti samo med progovne signalnovarnostne naprave.

Nivojski prehodi (NPr) predstavljajo križanja prog in cest v istem nivoju in predstavljajo šibko točko s prometnovarnostnega vidika, saj se na skupnem mestu srečujejo udeleženci v cestnem in v železniškem prometu.

Pred letom 1968 smo poznali starejše vrste tehničnih naprav za zavarovanje nivojskih prehodov. Mehanske zapornice je zapiral in odpiral čuvaj na kraju samem ali z oddaljenega mesta. Pri takem načinu zavarovanja je imel veliko vlogo človek, ki je po naravi zmotljiv in tako predstavlja zelo šibko točko za varnost udeležencev v železniškem in cestnem prometu. Čuvaji predstavljajo tudi velik strošek, saj so kader, ki ga je treba nenehno izobraževati, zdravstveno nadzirati ipd. Vse našteje pomanjkljivosti v veliki meri odpravljajo avtomatske naprave za zavarovanje nivojskih prehodov.

Varnost udeležencev v cestnem in v železniškem prometu je odvisna tudi od tega, kako so razporejeni prometni znaki in naprave za zavarovanje prehoda, ter od učinkovitega in pravočasnega opozarjanja udeležencev v cestnem prometu na približajoči se vlak.

Zakonodaja daje v prometu absolutno prednost železniškim vozilom zaradi njihovih fizikalnih lastnosti (velike hitrosti, velika zavorna razdalja in pot zaustavitve, kompozicije z veliko maso, ni možnosti spreminjanja smeri ipd). Zato se vsak nivojski prehod označi s cestnoprometnimi znaki 240 metrov pred nivojskim prehodom, ki si vsakih 80 metrov sledijo do nivojskega prehoda, poleg tega pa so svetlobni prometni znaki pred prehodom, tudi če so ugasnjeni, in polzapornice ali zapornice, tudi če so odprte, dovolj opazne in izstopajo v prostoru, da jih udeleženec v cestnem prometu zazna in prilagodi hitrost vozila in pozorno opazuje prometne razmere na nivojskem prehodu.

Z vidika železnice je prometno-tehnološka varnost zagotovljena s signali na progi pred enonivojskim prehodom, ki nadzirajo delovanje naprav na enonivojskem prehodu, ali pa s podvojeno konstrukcijo naprav in z javljanji o delovanju naprav na bližnje zasedeno prometno mesto (postajo), od koder prometno osebje uravnava vožnjo železniških vozil.

Tako ločimo sisteme avtomatskih naprav za zavarovanje nivojskih prehodov z varnostno odvisnostjo s signali in sisteme za zavarovanje nivojskih prehodov brez varnostne odvisnosti od signalov.

Število NPr mora biti omejeno na najnujnejši obseg, kar se doseže predvsem:

- z ukinitvami NPr;
- z ureditvijo povezovalnih cest med NPr in preusmeritvami cestnega prometa na en skupni NPr, ki omogoča največjo varnost pri prečkanju;

- z omejitvami gradnje novih NPR;
- s prostorskim planiranjem/načrtovanjem;
- z izgradnjo izvennivojskih križanj (nadvozi, podvozi).



Slika 38: Križanje med cesto in železnico, zavarovano s polovično zapornico z zvočnimi in s svetlobnimi opozorili

Vir: Lasten.

Naprave za avtomatsko zavarovanje prehodov so naprave z delovanjem vseh prej omenjenih sistemov. Način delovanja je odvisen od mesta postavitve in predvidene hitrosti vlakov na opazovanem tiru. Če želimo kakovostno delovanje takšnih naprav, morajo biti vključene v sledilni sistem vlakov, posebej je to pomembno na postajnih področjih. Če je naprava predvidena za postajno področje (kot na primer postaja Pragersko), se vključuje tudi v primeru premikov vlakov pri sestavljanju vlakov, ki se opravijo na področju križanja ceste z železnico. Lahko se vključujejo tudi ročno, s pomočjo posebnih tipk, vgrajenih v posebnih pultih.

Avtomatika napaja cestne svetlobne signale in polzapornice, kontrolira pravilno delovanje cestnega prehoda in po kablu posreduje kontrolo. Ta informacija pride v relejno skupino odvisnosti od cestnega prehoda. Povezava je nato narejena preko omenjene relejne skupine,

pojavi se signal na tirni sliki in javlja svetlobni prikaz vseh potrebnih indikacij zavarovanja cestnega prehoda.

Kot vzorčno varovanje prehoda vzamemo napravo za zavarovanje cestnega prehoda, ki ima vgrajene:

- dva cestna svetlobna signala,
- dva zaporniška pogona,
- betonsko hiško cestnega prehoda (NPr), kjer sta vgrajena avtomatika (NPr) in napajalni del,
- lokalno kabliranje za povezavo zunanjih objektov in naprav.

Sledi kratek opis prej omenjenih naprav.

7.1.1 Cestni svetlobnozvočni signal

Cestni svetlobno-zvočni signal mora biti vgrajen tako, da je dobro viden iz avtomobila, ki pripelje po cesti. Na cestah z veliko frekvenco prometa sta po dva cestna signala, na vsaki strani cestnega prehoda.

Cestni svetlobni zvočni signal je sestavljen iz:

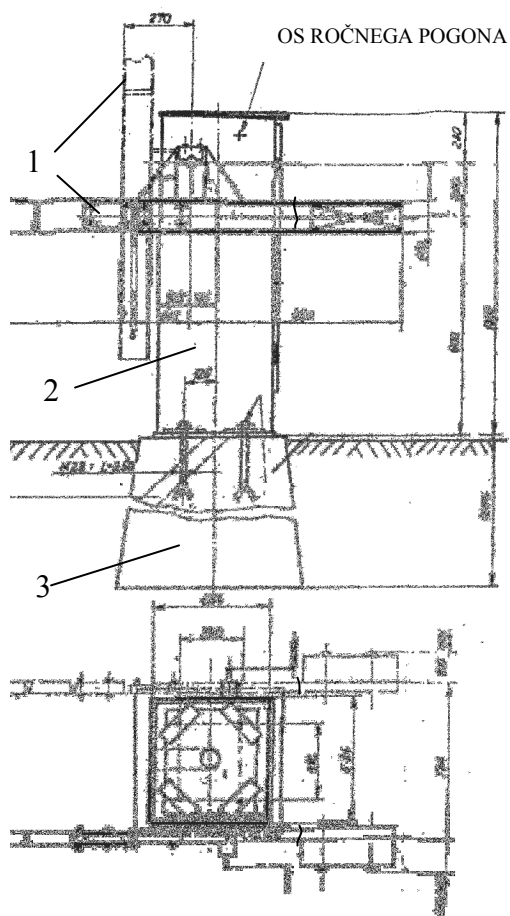
- betonskega temelja,
- signalnega stebra,
- trikotne signalne plošče z dvema svetilkama z rdečo utripajočo lučjo,
- glasno donečega zvonca,
- kabskega razdelilca.



Slika 39: Zavarovanje cestnih prehodov s pomočjo svetlobnih signalov

Vir: Žitnik, 1983, 211.

Signalna plošča ima obliko enakostraničnega trikotnika s stranico $a = 90\text{cm}$, z navzgor obrnjenim vrhom in vgrajenimi svetilkami z rdečima izmenično utripajočima lučema, luči izmenično utripata s frekvenco 1 utrip/sek. Nad svetilko je vgrajen senčnik, ki poveča vidljivost svetlobnega signala. V vsaki svetilki je dvonitna žarnica z rezervno žarilno nitko ali po dve halogeni žarnici. Tok skozi signalne žarnice se nastavlja s posebnim uporom, vgrajenim v ohišje svetilke.



- 1 – drog zapornic v dveh skrajnih položajih
- 2 – ohišje pogona
- 3 – temelj polzapornic

Slika 40: Pogon zapornic cestnega prehoda

Vir: Žitnik, 1983, 159.

Če cestni signal uporabljamo brez polzapornic, torej je zavarovanje cestnega prehoda (NPr) samo s svetlobno signalizacijo, se na vrhu signalizacije (na vrhu trikotnika) pritrdi še dodatni enojni ali dvojni Andrejev križ.

7.1.2 Zobniški pogon zapornic

Služi za dviganje in spuščanje zapornic, z odpiranjem zapornic odpremo cestni prehod preko proge. Uporabljajo se zapornice, ki zaprejo pol ceste, torej desno polovico ceste na vsaki strani, enako kot je smer prometa na cestišču. Vgradi se 1,3 m za cestnim signalom in 5 do 6 m od zunanje tirnice. Pogon zobnikov se izvaja s pomočjo enosmernega 24 V motorja. Ta motor se vključuje preko releja. Čas dviganja in spuščanja zapornic je možno nastaviti s pomočjo regulacijskega motorja.

Zobniški drog je izdelan iz aluminija in je pobarvan rumeno-rdeče. S pomočjo stikal se ustavi v zgornji ali spodnji (vodoravni) legi.

7.1.3 Kabli in kabelski pribor

Presek kabelskih žil za svetlobne signale in zapiranje zapornic se izračuna na osnovi varnostne analize (največji dovoljeni padec napetosti in minimalni tok kratkega stika ter čas pregorevanja varovalke).

Za zaporniški pogon znaša presek žile:

$s = 2,5\text{mm}^2$ za največjo dolžino kabla 30 m,

$s = 4\text{mm}^2$ za največjo dolžino kabla do 50 m.

Za ostale priključke se uporablja kabel z žilami $d = 0,9\text{mm}^2$ do dolžine 100 m.

7.1.4 Hišica cestnega prehoda

Za namestitev ustrezne opreme in avtomatike za zavarovanje cestnega prehoda NPr se ob cestnem prehodu, izven profila, vgradi tipska betonska hišica, kot se uporabljata APB in NPr. Višina hišice je približno 2,5 m, zunanje mere so približno 1,7 m. Na področju SŽ obstajata dva tipa hišic.



Slika 41: Hišica cestnega prehoda (HNPr)

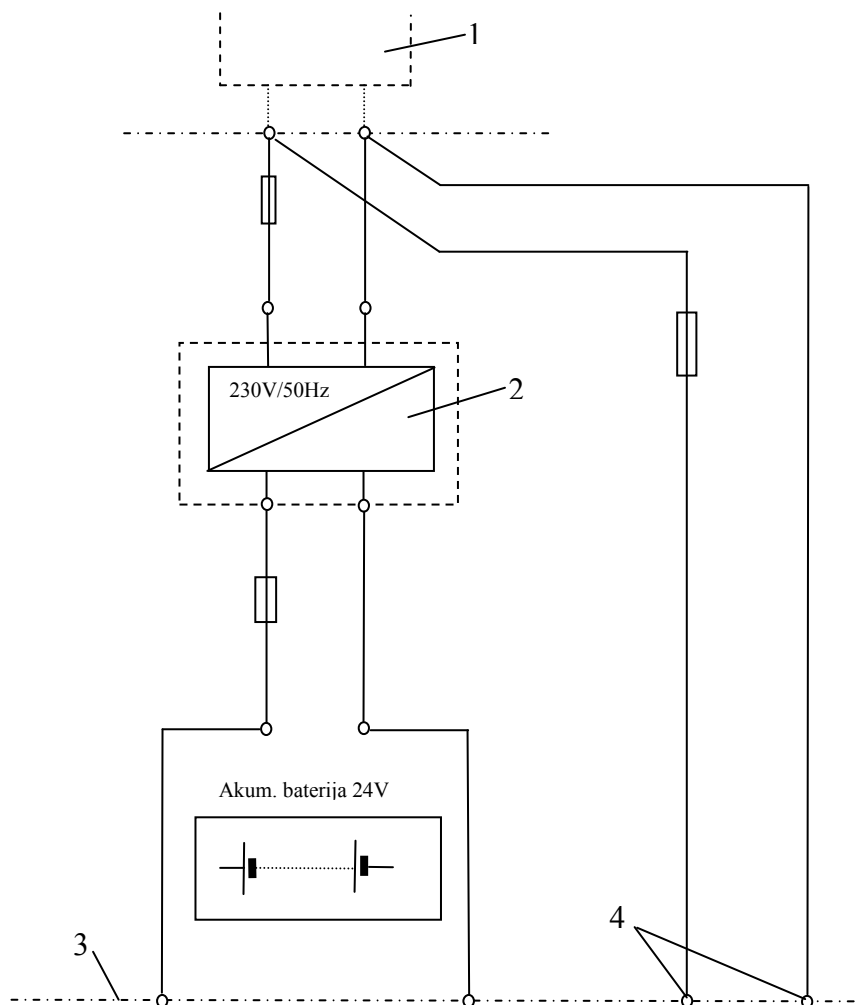
Vir: Lasten.

V hišici je nameščena avtomatika za zavarovanje cestnih prehodov. Osnovni deli naprav v hišici so:

- sprejemni okviri za namestitev relejnih skupin,

- stabilizirani usmernik za napajanje naprave,
- avtomat za utripanje luči,
- priključne letve za priključek zunanjih kablov,
- varovalni elementi, preizkusne tipke, merilne sponke, vtičnice,
- relejni vstavki in relejna skupina.

Za električno napajanje sta predvidena usmernik 230/24V in akumulatorska baterija. Usmernik je s kablom priključen na omrežno napetost po naslednji shemi:



Shema 3: Principielna shema vezave naprave za NPr
Vir: Lasten.

Legenda k shemi:

- 1 – priključne sponke na napajalni napravi,
- 2 – stabiliziran usmernik 230 V AC/24 V DC,
- 3 – priključne sponke za cestne signale, zvonec in pogon zapornic,
- 4 – priključek za spajkalnik ali ročno svetilko.

Iz sheme 3 razberemo, da potrebujemo veliko zanesljivost obratovanja, torej tudi v primeru izpada električnega napajanja naprava dobi električno energijo s pomočjo akumulatorskih baterij.

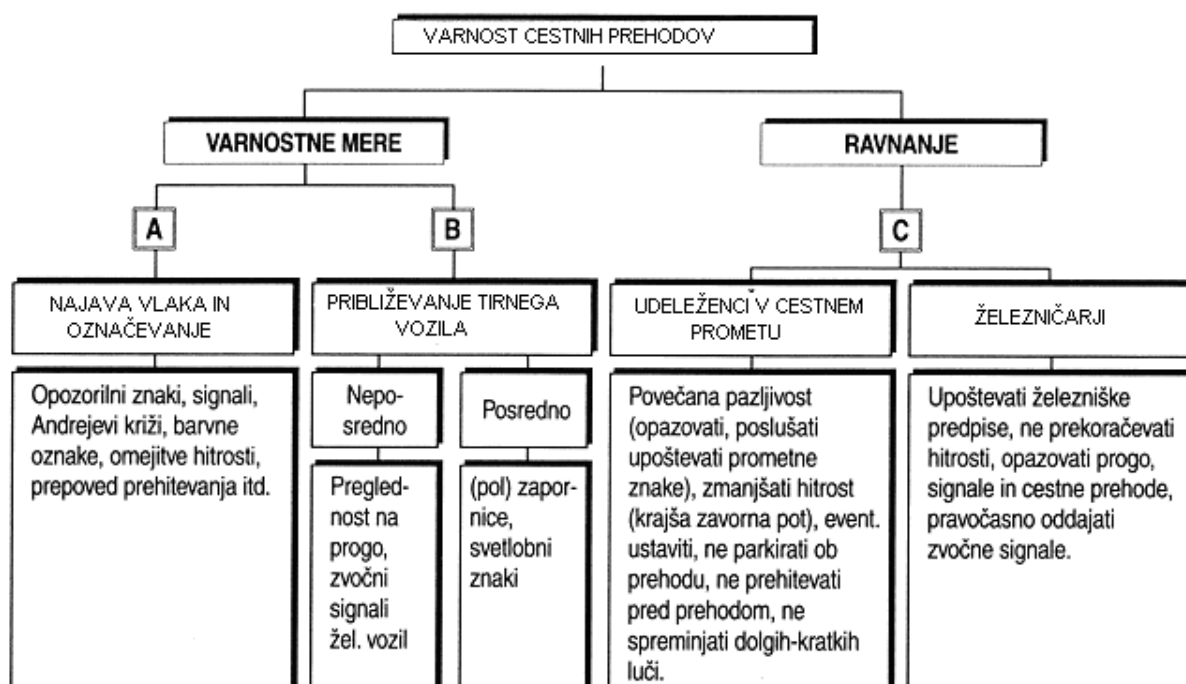
V hišici je predviden prostor za akumulatorske baterije, ki v primeru izpada zagotovijo napajanje sistema. Prostor za akumulatorske baterije mora biti dovolj prezračen zaradi plinov, ki se sproščajo med polnjenjem in praznjenjem akumulatorjev.

Na zunanji strani je nameščena telefonska omarica, v kateri je telefon za lokalno uporabo cestnega prehoda. Vratca omarice so zaklenjena s tipsko ključavnico.

7.1.5 Opis delovanja naprave za varovanje enonivojskega križanja ceste z železnico

Delovanje naprav NPr je v odvisnosti s postajnimi uvoznimi in izvoznimi signali, ki so postavljeni v smeri cestnega prehoda; cestni prehod je pravilno zavarovan:

- če so pravilno vključeni vsi cestni svetlobni signali;
- v primerih, če so vgrajene polzapornice, so te v zaprti legi.



Shema 4: Pregled varnostnih razmer na križišču med cesto in progo

Vir: Jontes, 1999, 94.

Prehod se zapre s tem, ko se vključijo svetlobni (izmenični svetlobni signal) in zvočni (zvonec) signali, po 15 sekundah se začnejo spuščati zapornice, ki se zaprejo po 8 do 10 sekundah. Vklonpa mesta za zapiranje oziroma odpiranje zapornic so na takšnem mestu, da vlak, ki vozi po tiru z največjo dovoljeno progovno hitrostjo, potrebuje največ 6 sekund, da dospe do zapornic; to je rezervni čas. Če se vlaka na dvotirnih progah srečata v bližini

zapornic, se zavarovanje ne sme izklopiti, tudi če je en vlak prevozil senzor po prehodu križišča, drugi pa je ravnokar pripeljal na senzor, ki signalizira začetek zapiranja. V primeru pojava kritične napake osebje ustrezno uravnava promet brez signalov.

Napravo je možno aktivirati na dva načina:

1. AVTOMATSKO, z vzpostavitvijo vozne varovane poti,
2. ROČNO, z vklopom tipke.

Zagotovljen mora biti približevalni čas vlaka k cestnemu prehodu. Zaradi pravočasne izpraznitve ceste v križišču (križanje ceste s progo) morajo biti uvozni in izvozni signali časovno zadržani pri preklopu z »zaprto« na »odprto«.

Izklop naprave za zavarovanje cestnega prehoda je možen le po predhodni prevoženi vozni poti oziroma pri razrešitvi postavljene vozne poti na sledeče načine:

- z avtomatsko razrešitvijo vozne poti,
- avtomatsko, s prevoženjem izklopnega tirnega kontakta,
- ročni izklop na komandni mizi.

Indikacija delovanja naprave in napake na napravi so prikazane na postavljeni mizi optično ter zvočno. Ob vklopu na mizi zasveti rdeča lučka, ki indicira vklop luči na cestni razsvetljavi, pri preklopu »stop« na »pelji« zagori na tirni sliki rumena lučka zapore signala, ki ugasne po izteku tega časa.

Če je prehod zavarovan tudi s polzapornicami, svetita v tirni sliki tudi lučki, ki ponazarjata lego polzapornic. V času dviganja ali spuščanja polzapornic ti lučki utripata. V primeru napake na napravi zazvoni alarmni zvonec in rdeča lučka javi napako. Vsaka napaka, ki je indicirana na prej opisan način (ogrožena je varnost prometa), povzroči blokiranje glavnih signalov za vožnjo v smeri cestnega prehoda na »STOJ«.

V omarici cestnega prehoda se nahaja v posebni niši tudi stikalo za ročno krmiljenje zapornic, ki omogoča pooblaščenim osebam vklop in izklop naprave. To je namenjeno predvsem lokalni rabi v primerih, ko so na cestnem prehodu premikalne vožnje in podobno.

Če je ta naprava vklopljena s takim stikalom, je vključena vse dotlej, dokler jo pooblaščen osebje ne izključi. Ob stikalu je luč, ki indicira, da je naprava vklopljena.

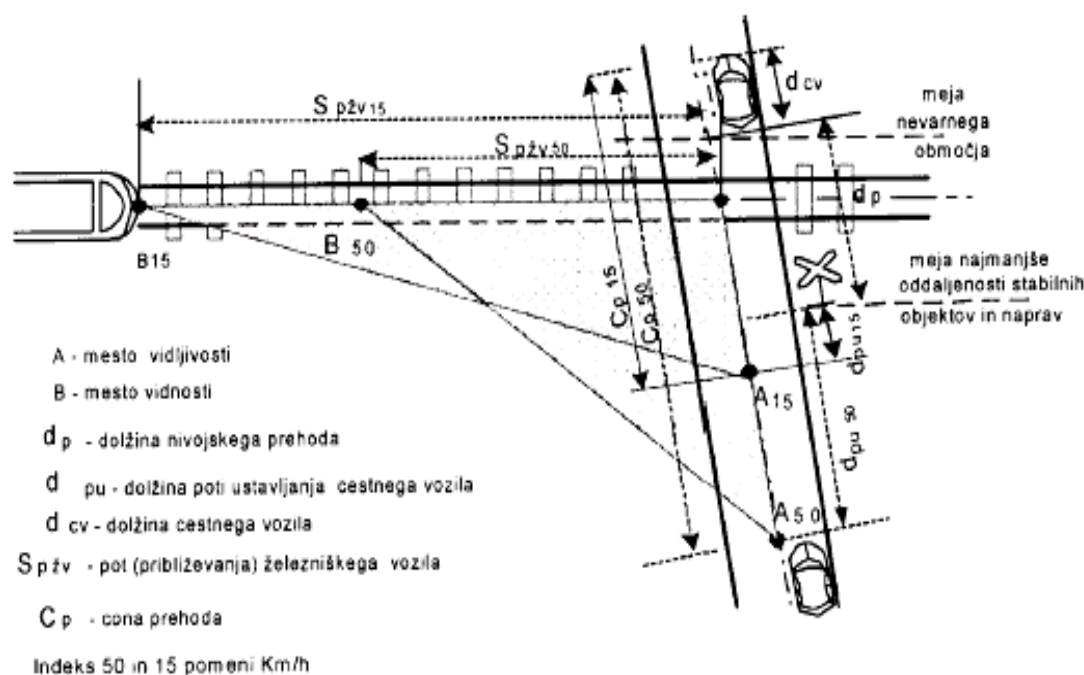
V obratovanje se ta naprava vključi po predhodnih meritvah vseh priključnih kablov ter preverjanju pravilnosti povezav v skladu s projektom, torej mora naprava delovati tako, da je vključena v celotni sistem zagotavljanja varnosti.

Preglednostni prostor je prostor od mesta vidljivosti na cesti pred NPr do navpične osi prehoda z višine od 1 do 2,5 m nad nivojem cestišča, ko imajo udeleženci v cestnem prometu neprekinjen pregled do mesta vidnosti na progi z obeh strani NPr na višino najmanj 1,5 do 4 metre nad gornjim robom tirnice (GRT) enotirne proge preko NPr (glej prilogo III, ki je sestavni del Pravilnika).

Mesto vidljivosti je tisto mesto na cesti, s katerega udeleženec v cestnem prometu pri približevanju NPr prvič vidi do mesta vidnosti na progi.

Mesto vidnosti je najmanj toliko oddaljeno od NPr, da more udeleženec v cestnem prometu z mesta vidljivosti na cesti opaziti prihajajoče železniško vozilo in do NPr svoje vozilo zaustaviti. Mesto vidnosti se določi z izračunom poti približevanja železniškega vozila.

Navpična os NPr je v sečišču osi proge in osi ceste. Opisani elementi so prikazani na sliki 42.



Slika 42: Elementi preglednostnega prostora na nivojskem prehodu

Vir: Žitnik, 1983, 163.

Za zavarovanje prehodov so uporabljeni unificirani in standardizirani cestni svetlobno-zvočni signali, izdelani v skladu s Pravilnikom o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah.

Z vsake strani proge ob desni strani cestišča v smeri vožnje cestnih vozil je postavljen po en signal z glasno donečim zvoncem, ki ob vključitvi zavarovanja uporabnike v cestnem prometu opozarja na približujoči se vlak. Zvonca zvonita od začetka vklopa zavarovanja pa do sprostitve drogov polzapornic v vodoravni položaj. Pravilno delovanje zvoncev se tokovno kontrolira.

Ko je zavarovanje nivojskega prehoda vključeno, svetilki cestnega signala izmenično rdeče utripata s 60 utr/min. V vsaki signalni svetilki sta uporabljeni dve halogenski žarnici H3, 24V/70W kot glavna in rezervna žarnica. Pri pregoretju glavne žarnice se avtomatsko vključi

rezervna. Hkrati s tem se javi motnja v delovanju prehoda na mesto daljinske kontrole. V primeru, da pregori tudi rezervna žarnica, se na mestu daljinske kontrole javi napaka.

7.1.6 Zapornice

Zapornica je sestavljena iz pogona in droga.

Nivojski prehodi so opremljeni s po dvema zapornicama, ki zapirata celotno cestišče z obeh strani proge.

Drog zapornice je iz lahkega materiala (aluminij) in je pobarvan z izmeničnimi rdečorumenimi pasovi pod kotom 45° , z odsevnimi stekli (mačja očesa) in rdečimi lučmi, ki ob vklopu zavarovanja utripajo.

V primeru naleta cestnega vozila v drog se le-ta odlomi od nosilnega dela na lahko lomljivem, električno kontroliranem delu, s čimer se bistveno zmanjša možnost poškodbe tako vozila kot droga zapornice. Informacija o zlomu pa se javi na mesto daljinske kontrole nivojskega prehoda kot napaka.

Zaporniški pogoni dvigajo droge z elektromotorjem in jih enakomerno spuščajo skladno s krmilnimi ukazi notranje opreme. Enakomerno, časovno nastavljivo spuščanje (od 8–12 sekund) po principu gravitacije z ekscentrično pritrditvijo in lastno težo droga omogoča pogonski elektromotor, ki v takem primeru deluje zaviralno kot motor v generatorskem stiku. Končna lega droga (spodnja ali zgornja) je kontrolirana z mikrostikali v pogonu.

7.1.7 Vklonpa mesta

Za vklop zavarovanja nivojskega prehoda so na vklopnih mestih uporabljeni senzorji koles, na SŽ se uporabljajo največkrat (SK) tipa RSR 180 proizvajalca Feauscher.

Senzor koles je brezkontaktno tipalo za zanesljivo zaznavanje koles oziroma osi železniških vozil. Senzorji so vgrajeni na obeh tirih z obeh strani nivojskega prehoda na ustrezni oddaljenosti (vklopna mesta) in so uporabljeni za vklop zavarovanja nivojskega prehoda. Do vklopa zavarovanja pride, ko senzor zazna kolo železniškega vozila na vožnji proti nivojskemu prehodu.

Za vklop zavarovanja nivojskega prehoda se uporabljajo senzorji koles tipa SK z vsake strani na enem oziroma na obeh tirih.

Senzor koles se sestoji iz dveh senzorskih sistemov v enem ohišju vzdolž tirnice. Ustrezna obdelava informacij senzorja se uporabi tudi za detekcijo smeri vožnje železniških vozil.

Senzorji vozil delujejo smerno odvisno. Tako prevoz vklopnega senzorja na oddaljevalnem odseku ne vpliva na delovanje naprav za zavarovanje NPr.

Vklopna mesta na progi so v neposredni bližini signalov, ki kažejo signalni znak "začetek zavorne razdalje pred nivojskim prehodom".

Za izklop zavarovanja nivojskega prehoda so na izklopnih mestih senzorji vozil.

7.1.8 Izklopna mesta

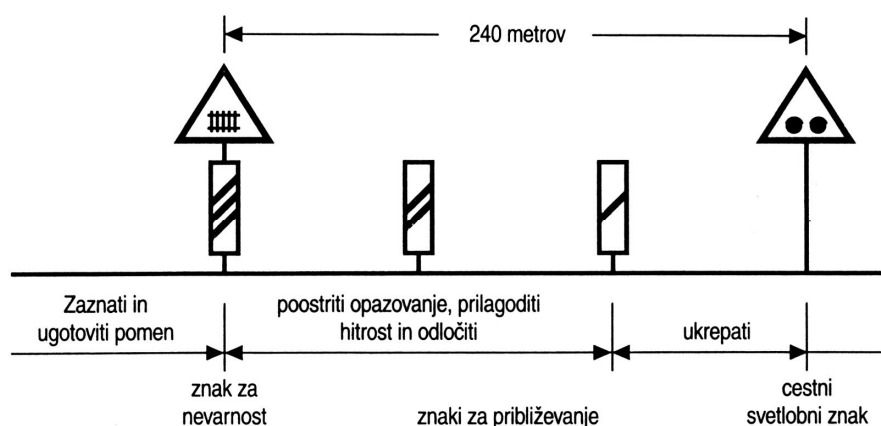
Za izklop zavarovanja nivojskega prehoda so na izklopnih mestih uporabljeni senzorji vozil (SV-naprav) tipa AFS.

Za izklop zavarovanja sta uporabljena senzorja vozil SV-naprav z obeh strani prehoda oziroma na obeh tirih dvotirne proge z obeh strani.

Senzor vozila je naprava, ki brez fizičnega dotika zazna železniško vozilo s pomočjo induktivne zanke, vgrajene med tirnici.

7.2 PRIMERI POSTAVITEV AVTOMATSKIH ŽELEZNIŠKIH ZAPORNIC

Postavitev opozorilnih znakov je s ceste na železnico, torej udeležencem v cestnem prometu 30×80 m pred enonivojskim prehodom ceste preko železnice.



Slika 43: Postavitev opozoril pred zapornicami s cestne strani

Vir: Jontes, 1999, 95.

7.2.1 Zapornice

Zapornica je sestavljena iz pogona in droga.

Nivojski prehodi so opremljeni s po dvema zapornicama, ki zapirata celotno cestišče z obeh strani proge.

Drog zapornice je iz lahkega materiala (aluminij) in je pobarvan z izmeničnimi rdečorumenimi pasovi pod kotom 45° , z odsevnimi stekli (mačja očesa) in rdečimi lučmi, ki ob vklopu zavarovanja utripajo.

V primeru naleta cestnega vozila v drog se le-ta odlomi od nosilnega dela na lahko lomljivem, električno kontroliranem delu, s čimer se bistveno zmanjša možnost poškodbe tako vozila kot droga zapornice. Informacija o zlomu pa se javi na mesto daljinske kontrole nivojskega prehoda kot napaka.

Zaporniški pogoni dvigajo droge z elektromotorjem in jih enakomerno spuščajo skladno s krmilnimi ukazi notranje opreme. Enakomerno, časovno nastavljivo spuščanje (od 8–12

sekund) po principu gravitacije z ekscentrično pritrditvijo in lastno težo droga omogoča pogonski elektromotor, ki v takem primeru deluje zaviralno kot motor v generatorskem stiku. Končna lega droga (spodnja ali zgornja) je kontrolirana z mikrostikali v pogonu.

7.2.2 Vklonpa mesta

Za vklop zavarovanja nivojskega prehoda so na vklopnih mestih uporabljeni senzorji koles, na SŽ se uporabljajo največkrat (SK) tipa RSR 180 proizvajalca Feauscher.

Senzor koles je brezkontaktno tipalo za zanesljivo zaznavanje koles oziroma osi železniških vozil. Senzorji so vgrajeni na obeh tirih z obeh strani nivojskega prehoda na ustrezni oddaljenosti (vklopna mesta) in so uporabljeni za vklop zavarovanja nivojskega prehoda. Do vklopa zavarovanja pride, ko senzor zazna kolo železniškega vozila na vožnji proti nivojskemu prehodu.

Za vklop zavarovanja nivojskega prehoda se uporabljajo senzorji koles tipa SK z vsake strani na enem oziroma na obeh tirih.

Senzor koles se sestoji iz dveh senzorskih sistemov v enem ohišju vzdolž tirnice. Ustrezna obdelava informacij senzorja se uporabi tudi za detekcijo smeri vožnje železniških vozil.

Senzorji vozil delujejo smerno odvisno. Tako prevoz vklopnega senzorja na oddaljevalnem odseku ne vpliva na delovanje naprav za zavarovanje NPr.

Vklopna mesta na progi so v neposredni bližini signalov, ki kažejo signalni znak "začetek zavorne razdalje pred nivojskim prehodom".

Za izklop zavarovanja nivojskega prehoda so na izklopnih mestih senzorji vozil.

7.2.3 Izklopna mesta

Za izklop zavarovanja nivojskega prehoda so na izklopnih mestih uporabljeni senzorji vozil (SV-naprav) tipa AFS.

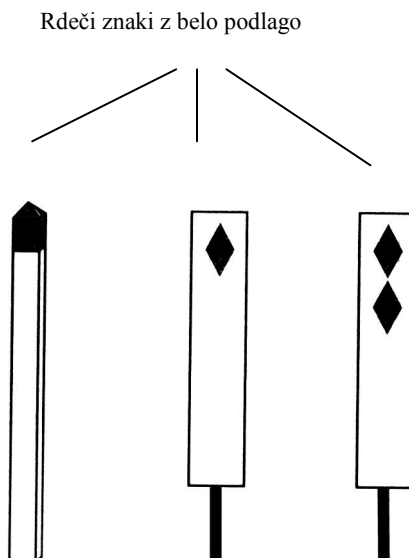
Znaki imajo rdeč rob, rdeče prečne črte in rumeno ozadje.

Pri križanju ceste z železnico ima po zakonodaji vlak vedno absolutno prednost. Postavitev znakov s strani železnice pred enonivojskim prehodom železnice preko ceste je v smeri vožnje vlaka. Poleg znakov pred progo so še ročice zapornic in znaki z rdečimi ne-utripajočimi lučmi dovolj vidni.

Pomembno za varnost je:

- Vlak ima dovoljeno vožnjo samo v primeru, če so vsi signali križanja proge s cesto v fazi delovanja, v nasprotnem primeru vlak nima prostega prehoda preko ceste.
- Posebni kontrolni signali na zavorni razdalji z obeh strani cestnega prehoda s signalnim znakom pokažejo, ali v redu delujejo ali ne.

Sistemi zavarovanja križanja proge s cesto so zelo različni, kar je odvisno od pogojev, ki jih je potrebno izpolniti na predvidenem mestu.



Slika 44: Opozorilo strojevodji pred srečanjem železnice s cesto, signali za začetek zavorne razdalje pred preходом železnice preko proge

Vir: Jontes, 1999, 110.

7.2.4 Sistem za zavarovanje cestnih prehodov v postajnem območju (NPr – PO)

Delovanje naprav je običajno avtomatsko, kar pomeni, da se avtomatsko upravljajo s postavitvijo uvozne ali izvozne poti. Tako kot se avtomatsko postavljajo kretnice, se tudi varnostne naprave, kar NPr gotovo je, postavijo v ustrezen položaj in varnostnih naprav ni mogoče izključiti, dokler vlak ne zapusti področja. Prirejene so za avtomatsko vključevanje ali izključevanje tudi pri postavitvah.

7.2.5 Sistem za zavarovanje cestnih prehodov z daljinsko kontrolo (NPr – DK)

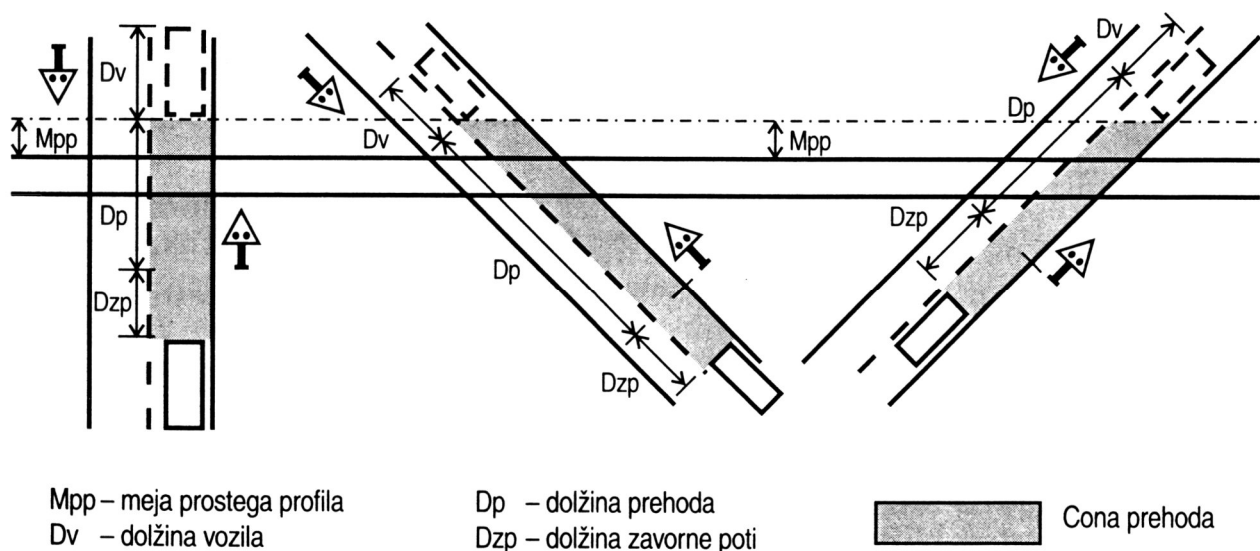
To so naprave, ki so v osnovi prirejene za delovanje brez varnostne odvisnosti od signalov. To pomeni predvsem, da signal med vklopnim mestom in samim preходом kaže signal za dovoljeno vožnjo tudi, kadar zavarovanje ni vključeno, saj vemo, da za varno delovanje namesto signala skrbita podvojeni sistem naprav in daljinska kontrola delovanja. To pomeni, da signal ni varnostno odvisen od stanja na preходу. Odstopanja od te filozofije so; takrat imamo neposredno odvisnost od postajnih naprav. Te med vožnjo vlak izključi sam, s svojim preходом preko določenega odseka tira. Takšen način delovanja v povezavi s signalizacijo bi pomenil v povezavi z »zapornicami« avtomatsko vklop znaka »pričakuj stoj« in »stop«, dokler ne bi bilo vključeno zavarovanje cestnega prehoda. S takšnim načinom bi izničili delovanje APB ali pa bi morala biti vklopna mesta na večkilometrski oddaljenosti od cestnega prehoda, kar pomeni predolg čas zapiranja cestnega prometa.

7.2.6 Določanje časa za varno prečkanje proge

Za prehod proge je zelo pomemben čas, ko opozorimo voznika na cesti, da se približuje vlak in se bo prehod prekinil. Voznik mora imeti dovolj časa, da varno zaustavi, in prehod ne sme biti predolgo zaprt, saj bi to pomenilo velike zastoje na cesti. Na progi vozijo vlaki različnih hitrosti, razdalje aktiviranja zapornic morajo biti nastavljene na hitrost najhitrejše dovoljene hitrosti za najhitrejši vlak.

Te razlike v hitrostih vlakov in s stalnim mestom vklopa (na primer pri počasnem, največkrat tovornem vlakom in potniškem, npr. vlaki z nagibno tehniko) pomenijo veliko daljši čas zaprtih zapornic za počasne vlake. Če je promet velik, posebej s tovornimi vlaki, so zapornice zaprte veliko časa.

To pomeni, da je v primeru, ko je promet na progi in cesti gost, nujno potrebno narediti dvonivojsko križanje proge z železnico.



Slika 45: Cone prehoda ceste preko tira pri pravokotnem ostrem in topem prehodu ceste preko proge

Vir: Jontes, 1999, 104.

Pri izdelavi projekta za prehod ceste preko proge je potrebno pri postavitvi signalov upoštevati kot, pod katerim se cesta sreča z železnico, in na osnovi tega določiti mesto postavitve svetlobnega signala in zapornic.

Naslednji pomembni parameter je čas približevanja vlaka DO ZAPORNIC. Ta čas je odvisen od največje dovoljene hitrosti vlaka.

Čas približevanja je čas od zaznavanja prevoza vlaka preko točke zaznavanja do prevoza mimo zapornic. Delimo ga na čas:

- predzvonjenja, najmanj **15 sek.**,
- spuščanja polzapornic, **10 sek.**,
- rezervni čas, **6 sek.**

Ti časi se zaradi krajevnih razmer lahko tudi spremenijo, na dvotirni progi se upošteva še:

- ostali čas **8 sek.**, ki je enak času dviga zapornic.

Zaradi krajevnih razmer se ti časi lahko podaljšajo, v nobenem primeru se ne morejo skrajšati.

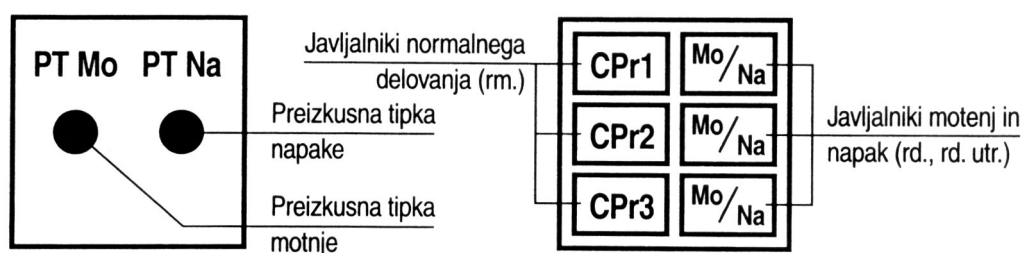
7.2.7 Sistem zavarovanja NPR z daljinsko kontrolo

Za kontrolo pri sistemu daljinske kontrole ne moremo izkoristiti razpoložljivih glavnih signalov ali vgrajevati posebnih signalov, varnost lahko zagotovimo samo s podvojitvijo določenih naprav in z javljanjem delovanja na bližnje zasedeno delovno mesto iz prometa, torej s pomočjo daljinske kontrole prometa nadziramo delovanje zapornic.

Prehodi so na enotirnih in dvotirnih progah, na odprtih progah, na postajah med uvozom in kretnico. Torej imamo več različnih možnosti postavitve, vsem pa je skupna daljinska kontrola delovanja. Daljinska kontrola javlja na delovno mesto, največkrat na najbližji postaji, tri možnosti:

- **DELUJE** – ni nepravilnosti;
- **MOTNJA** – nastala je napaka, ki še ne ogroža varnosti prometa, na primer pregoretnje glavne žarnice, vendar je tudi to okvaro potrebno čim prej odpraviti;
- **NAPAKA** – pregoretnje glavne in rezervne žarnice.

Prometnika na sosednjih postajah morata v primeru motnje o tem obvestiti vlakovno osebje, ki naj ravna kot v primeru, ko je prehod v okvari. Te našteje okvare se javijo na mozaiku kontrole.

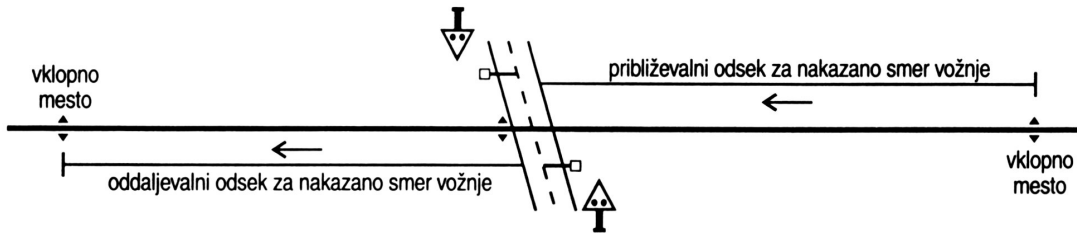


Slika 46: Prikazovanje stanja zapornic na mozaiku za javljanje napak

Vir: Jontes, 1999, 107.

Te oznake so osnova za javljanje napak na varovanih cestnih prehodih. V primeru motnje signal deluje **rdeče utripajoče**, v primeru okvare pa je luč **rdeča**. V obeh primerih ugasne javljalec normalnega obratovanja. Vse te napake se registrirajo in se poleg svetlobnega signala tudi zvočno javljajo.

7.2.8 Načini postavitve zavarovanj cestnih prehodov preko železniških prog s pomočjo polzapornic



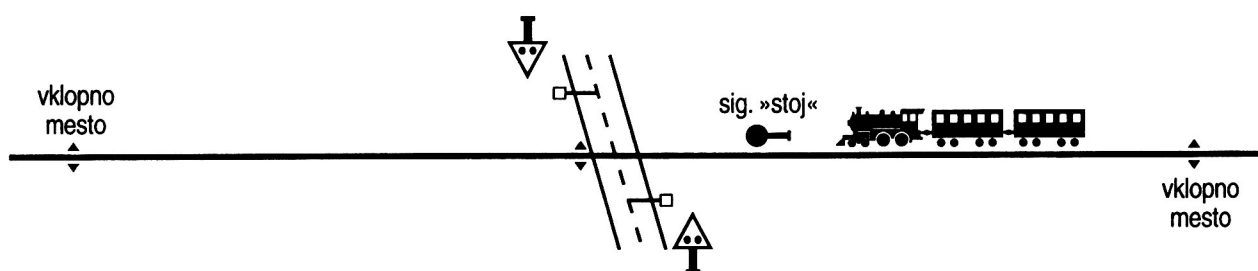
Slika 47: Način izvedbe zavarovanja prehoda ceste preko železnice

Vir: Jontes, 1999, 108.

Vlaki na enotirni progi vozijo v obeh smereh, torej mora biti zaznavanje prehodov vlakov v obe smeri enako. Zato so na obeh straneh prehoda vklopna in izklopna mesta, seveda na ustreznih razdaljah od prehoda. Vklopna mesta so senzorji, ki zaznavajo prehod železniškega vozila; največkrat delujejo na principu spremembe magnetnih upornosti s podaljšanim časom vklopa, približno 7 sekund po prehodu koles preko mesta namestitve senzorja. Če se ne javi prehod vlaka preko zapornic, naprava po 4 minutah izvede samodejni izklop, seveda mora biti osebje s tem seznanjeno in mora ukrepati v skladu s pravilnikom.

Pri postavitvi zavarovanega cestnega prehoda s polzapornicami moramo upoštevati:

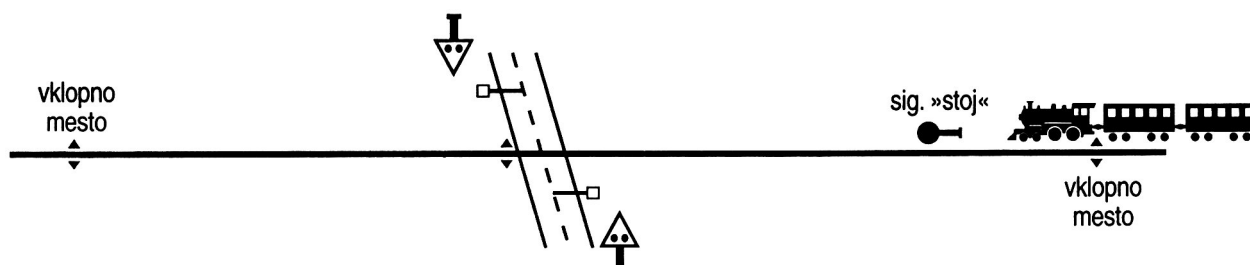
1. Predvideno mesto zaustavitve; če bi vožnja vlaka trajala več kot 4 minute, jo samodejni izklop blokira, na primer če je med vklopnim mestom in zapornicami postajališče. V tem primeru se vgradi posebna izolirka, ki preprečuje samodejni izklop, dokler je izolirka zasedena.



Slika 48: Pomnilni vklop

Vir: Jontes, 1999, 112.

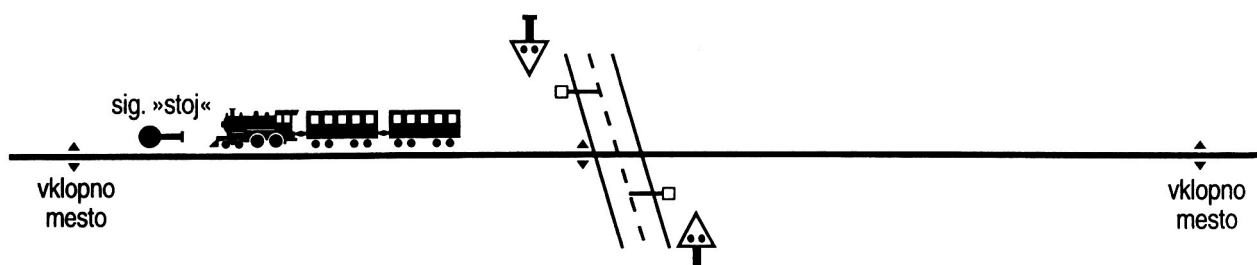
2. Naslednji primer je zaustavitev vlaka na mestu vklopnega senzorja. V tem primeru ne potrebujemo nobenih dodatnih ukrepov, saj senzor registrira, da je vlak prisoten, delovanje je enako kot pri prejšnjem, vključno s pomnjenjem, tako kot na prejšnjem primeru, slika 48.



Slika 49: Zaustavitev vlaka na mestu namestitve vklopnega senzorja

Vir: Jontes, 1999, 112.

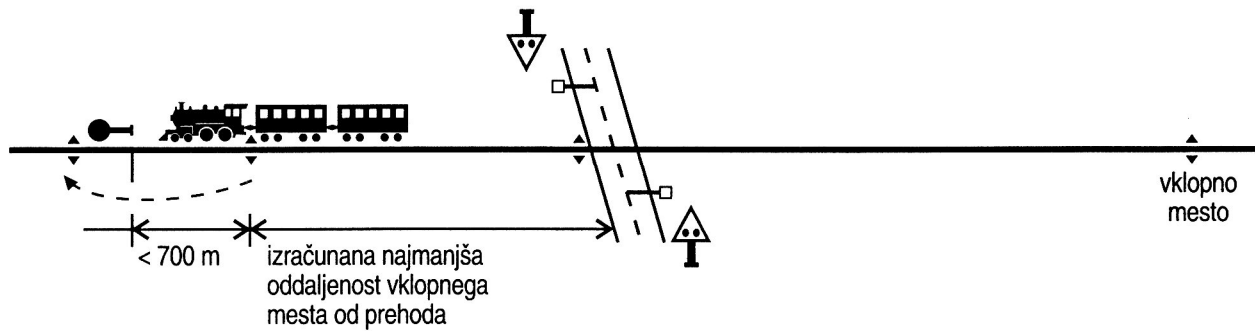
3. Vlak pelje preko mesta križanja zavarovanega prehoda in lahko stoji dalj časa na narisanim mestu – oddaljevanje od zapornic. To se reši s tem, da se zapornice deaktivirajo po prehodu zadnje osi preko izklopnega mesta.



Slika 50: Vlak po prehodu preko izklopnega mesta

Vir: Jontes, 1999, 113.

4. **Avtomatsko deaktiviranje**, če bi bili vklopni kontakti na oddaljenem odseku na mestu, določenem z izračunom, in je glavni signal oddaljen od njih manj, kot je dolžina najdaljšega vlaka (manj kot 700 m). V tem primeru lahko pride do prevoza preko tega mesta do vzpostavitve osnovnega stanja, ko bi vlak peljal preko oddaljevalnega mesta. Tako bi prišlo do ponovnega zapiranja zapornic in ko bi vlak odpeljal preko, bi se zapornice odprle. S perspektive voznikov cestnih vozil bi to pomenilo zapiranje zapornic in ponovno odpiranje brez razloga. Za preprečitev tega moramo napravo deaktivirati v odvisnosti od smeri vožnje vlaka.



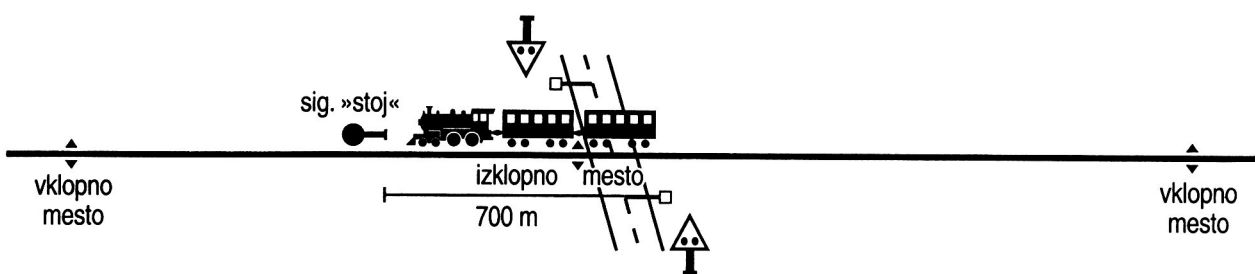
Slika 51: Avtomatsko deaktiviranje polzapornic

Vir: Jontes, 1999, 114.

Deaktiviranje avtomatskega progovnega bloka (APB): V tem primeru je treba upoštevati kriterij smeri privolitve, torej se prenaša kriterij smeri privolitve APB na delovanje zapornic; deaktiviranje obstaja samo v smeri privolitve v napravah APB. Lahko bi uporabili naprave, ki delujejo samo v eni smeri prevozov vlakov preko senzorjev.

Dodatni problem nastane v primeru, ko se vlak ustavi na mestu križanja ceste in proge. Zaradi točkovne izvedbe senzorjev bi se zapornice odprle, ko vlak stoji na cestnem prehodu. To pomeni, da zadnje kolo, ki pelje preko senzorja, ni nujno zadnje kolo vlaka; prišlo bi do izključitve zavarovanja, čeprav je vlak na prehodu.

Tak primer rešujem z avdiofrekvenčnimi izolirkami, ki potekajo po tiru preko cestišča najmanj v dolžini največje medosne razdalje najdaljšega vagona.



Slika 52: Zaustavitev vlaka na prehodu

Vir: Jontes, 1999, 115.

7.2.9 Delovanje sistema na varovanje cestnih prehodov pri dvotirnih progah

Vlaki pri dvotirnih progah vozijo praviloma po enem tiru v eni smeri, to imenujemo vožnja po **pravem tiru**. V izjemnih primerih vozijo vlaki tudi po drugem, »nepravem« tiru. Za vožnjo na pravem tiru so uporabljene rešitve, kot smo jih prej našli.

V primeru vožnje po **nepravem tiru** mora biti vključena pred vožnjo osnovna lega APB. V tem primeru morajo pravilno delovati APB in naprave za zavarovanje cestnega prehoda.

POVZETEK POGLAVJA

Varnost udeležencev v cestnem in železniškem prometu je odvisna tudi od tega, kako pravilno so razporejeni prometni znaki in naprave za zavarovanje prehoda, ter od učinkovitega in pravočasnega opozarjanja udeležencev v cestnem prometu na približujoči se vlak.

Dodatna literatura za študij

- 1) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 2) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.
- 3) Tehnična dokumentacija uređaja za avtomatsko osiguranje cestovnog prijelaza, SPA-2B/CR; proizvajalca ADtranz (2000).
- 4) Žitnik, A. MERITVE, MONTAŽA IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV, skripta; Višja železniška tehniška šola Ljubljana, 1983.

Spletne strani

- 5) SIGNALNI PRAVILNIK 001, objavljen v Ur.l. št. 32/02
www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja_zeleznice, 10.12.2008

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Opišite načine varovanja enonivojskega križanja ceste z železnico.*
2. *Naštejte in opišite pomanjkljivosti enonivojskega križanja ceste z železnico.*
3. *Pojasnite, zakaj imajo absolutno prednost železniška vozila.*
4. *Naštejte elemente, ki sodelujejo pri varovanju NPr.*
5. *Pojasnite načine, s katerimi se doseže zmanjšanje števila NPr.*
6. *Opišite cestni svetlobno-zvočni signal.*
7. *Opišite hišico cestnega prehoda in pojasnite, čemu služi.*
8. *Pojasnite, kako zagotovimo zanesljivo preskrbo z električno energijo za delovanje zapornic. Narišite osnovno shemo.*
9. *Opišite, kaj je zobniški pogon zapornic. Pojasnite, čemu služi.*
10. *Opišite zapornice.*
11. *Opišite pogled s strani ceste na železniške zapornice in iz strojevodske kabine.*
12. *Opišite, kaj se zgodi v primeru loma droga zapornice.*
13. *Pojasnite, kam uvrščamo varovanje križanja ceste z železnico.*
14. *Opišite način povezave varovanja enonivojskega križanja ceste z železnico v sistemu signalnovarnostnih naprav.*

**Študijski primer in v razmislek:**

Razmislite o pomenu varovanja NPR v sistemu varnosti cestnega in železniškega prometa.

Razmislite, katere naprave bi najprej zaznale, da je z avtomatskim sistemom varovanja NPR nekaj narobe.

- Nedelovanje naprave povzroči več razlogov; naštejte jih.
- Katere naprave lahko povzročijo nepravilno delovanje varovanja?
- Ko ste opisali različne razloge okvar, razmislite, kako se zaznajo te okvare.
- Opišite, kam in po čem potuje informacija o napaki ali motnji.
- Razmislite, kaj bi se zgodilo z delovanjem celotnega sistema SVN, če informacija o okvari ne bi prispela pravočasno.

8 INDUKTIVNA AVTOSTOP (AS) NAPRAVA

Spoznali boste:

- Induktivno avtostop napravo.
- Pomen naprave v sistemu zagotavljanja varnosti železniškega prometa.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- pomen naprave za preprečevanje napak strojevodij in s tem zagotovljene večje varnosti železniškega prometa,
- kako naprava deluje,
- kaj je potrebno upoštevati pri nameščanju AS-naprav,
- mesto naprave v sistemu zagotavljanja varnosti železniškega prometa.

UVOD V POGLAVJE

Z avtostop napravo preprečujemo možnost nesreč zaradi prevelike hitrosti ali prevoza signala, možnost zaustavitve vlaka.

Naprave se vgrajujejo na vlečna vozila in na železniška vozila z lastnim pogonom. Torej je to naprava, ki preprečuje napake strojevodje, to je napake prehitre vožnje ali nekontroliranega prevoza signalov, ki so v legi:

- previdno (rumena luč),
- omejena hitrost (rumena utripajoča),
- stoj (rdeča luč),
- pričakuj omejitev hitrosti (zelena utripajoča luč).

Ta naprava je nepogrešljiv element varnosti železniških prevozov.

Naprava sodi v vrsto naprav, ki kontrolirajo način vožnje v ustreznih točkah na progi.

Naprava deluje na osnovi nihanja elektromagnetnega polja različnih frekvenc. To so frekvence 1000 Hz, 2000 Hz in 500 Hz. Sistem deluje po načinu elektromagnetnih resonančnih krogov.

RESONANČNI KROG:

- Resonančna frekvenca nastane v resonančnem tokokrogu s pomočjo resonančnega kroga RC ali RL. Resonančna frekvenca se ojači v pasivnem magnetu (tirnem) in se s tem zniža na aktivnem magnetu (lokomotivskem).
- Magnetna polja enakih frekvenc se med seboj ojačajo. Elektromagnetno polje frekvence se ojači, če je lastna frekvenca tirnega (pasivnega) magneta enaka frekvenci lokomotivskega (aktivnega) magneta. To ima za posledico znižanje električnega toka v lokomotivski sprejemni glavi; znižanje električnega toka zazna avtostop naprava in ustrezno reagira.
- Torej koristimo pojav v resonančnem nihanju magnetnega polja naprave na vozilu in resonančne frekvence električnega vezja progovne naprave.

8.1 LOKOMOTIVSKA SPREJEMNA NAPRAVA

Lokomotivski del avtostop naprave je sestavljen iz elektronskih elementov, ki so izdelani v obliki samostojnih modulov in so vgrajeni v elektronsko omarico na lokomotivi. Ta je nato povezana s pripadajočim lokomotivskim magnetom.

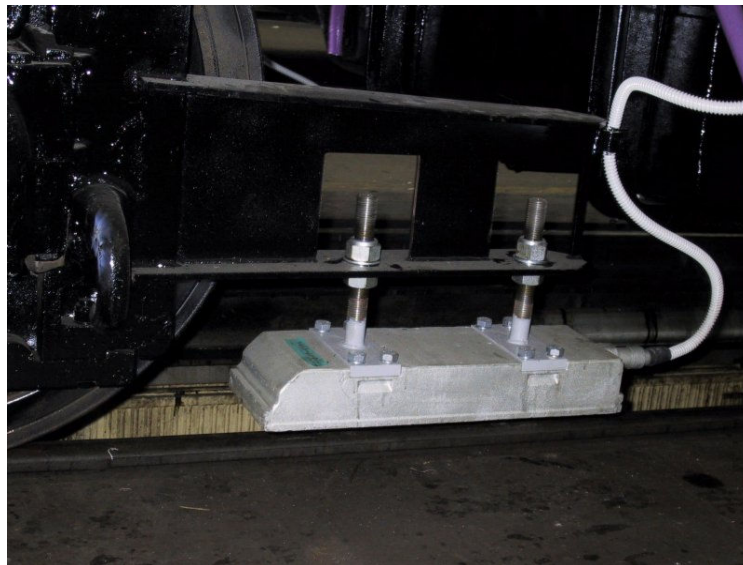
Glavni sestavni deli lokomotivske AS-sprejemne naprave so:

- **Napetostni pretvornik;** za delovanje naprave je potrebna stabilna enosmerna napetost 24 V. Ker so lahko različne napetosti na lokomotivah, potrebujemo napetostni pretvornik.
- **Stabilizator napetosti** daje na izhodu stabilno napetost $10\text{ V} + 0,5\text{ V}$, tudi pri spremembi vhodne napetosti od 20,4 V do 30,5 V.
- **Kontrolnik napetosti** kontrolira brezhibno delovanje stabilizatorja napetosti in z modro kontrolno lučko javlja v kabino, da je napetost v dovoljenih mejah.
- **Tranzistorski generator frekvence** proizvaja osnovno frekvenco 2000 Hz, z napetostno stabilizacijo se nato deli še na frekvenci 1000 Hz in 500 Hz za trajno napajanje nihajnih krogov.
- **Lokomotivska magneta;** sestavljena sta iz treh vzporednih in med seboj ločenih tuljav s feritnim jedrom, ki skupaj s posameznimi kondenzatorji tvorijo tri serijske tokokroge. Resonančne frekvence teh tokokrogov so 2000, 1000 in 500 HZ in se stalno napajajo iz pripadajočih generatorjev napetosti. Lokomotivski magneti so vgrajeni v vodotesno ohišje in se nahajajo pod lokomotivo.
- **Elektronska časovna kontrola** je sestavljena iz časovnih tokokrogov, ki imajo različne časovne baze; njena naloga je ustvariti časovne kriterije za hitrost vožnje.
- **Elementi za zvezo z zavornim sistemom;** njihova naloga je povezava AS- naprave z zavornim sistemom in omogočiti delovanje sistema zaviranja. Ti elementi so: zračni filter, pomožni ventil, ločilna pipa, pomožni ventil, prenosni ventil in krmilni (ničelni) ventil.
- **Registrator delovanja AS – »Hasler«;** nahaja se v strojevodski kabini in registrira hitrost ter vse ostale pomembne dogodke v zvezi z vožnjo, na primer prevoz signala

»stop«. Naprava ima tri glavne dele: impulznik, merilnik hitrosti (tahometer) in napravo za registriranje in trak (tahograf). Na trak se zabeleži naslednji podatki:

1. čas,
2. hitrost,
3. vpliv tirnega magneta 1000 Hz (Zv),
4. aktiviranje tipke potrditve (Zw),
5. vpliv tirnega magneta 500 Hz (zg),
6. prisilno zaviranje (Zz),
7. aktiviranje tipke za vožnjo po nalogu.

V lokomotivski sprejemni glavi so trije serijski resonančni tokokrogi, ki tvorijo feromagnetno jedro s tremi med seboj indukcijsko zvezanimi tuljavami in z ustreznimi kondenzatorji. Oscilacijski so prilagojeni na frekvence 500, 1000 in 2000 Hz. Pri prevozu čez aktivni progovni magnet pride do trenutnega znižanja toka v resonančnem krogu lokomotivske glave, ki deluje kot negativni impulz. Ta impulz povzroči izklop ustreznega releja, ki povzroči ustrezno delovanje avtostop naprave glede na določen režim vožnje.



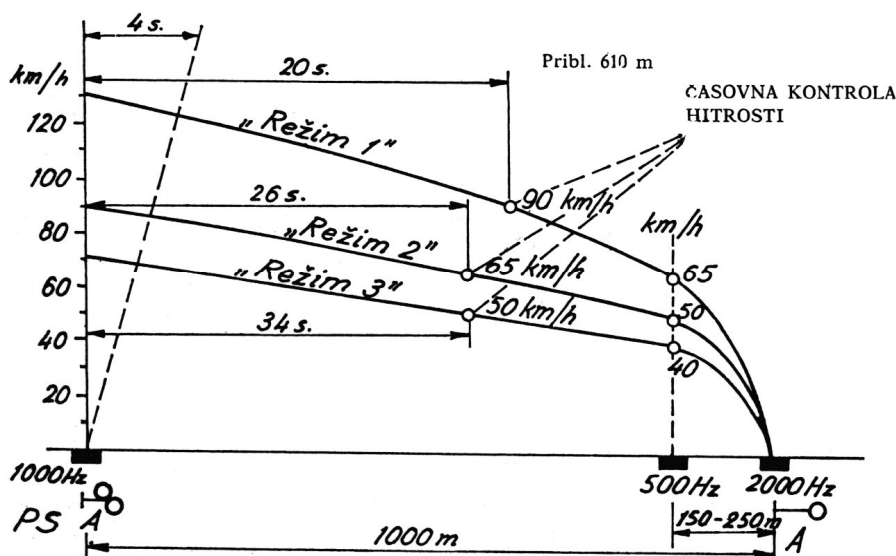
Slika 53: Lokomotivski magnet

Vir: Lasten.

Lokomotivski magnet je vedno montiran na desni strani v smeri vožnje lokomotive.

ČASOVNA KONTROLA

Njena naloga je, da časovno pogojuje vklop časovnega kroga 3 sekunde, da določi čas za aktiviranje tipke potrditev in krog za 20, 26 ali 34 sekund, ki določa časovni interval za zmanjšanje hitrosti za določeno vrednost. Te vrednosti so podane na diagramu.



Grafikon 2: Diagram zaviranja za različne režime vožnje

Vir: Žitnik, 1983, 237.

Režimi delovanja ASN na EMG 310 (Pendolino) so pri hitrostih 165 km/h, 125 km/h in 105 km/h, na EMG 312 (Siemens) pa so pri hitrostih 140 km/h, 125 km/h in 105 km/h.

Pri obeh vrstah ASN mora strojevodja po prevozu 1000 Hz balize hitrost zmanjšati glede na režim delovanja (režim I ali režim II). Pri EMG 310 mora strojevodja v I. režimu ASN v času 23 sekund zmanjšati hitrost od maksimalne 165 km/h na 85 km/h, pri EMG 312 pa mora prav tako v I. režimu v času 23 sekund zmanjšati hitrost od maksimalne 140 km/h na 85 km/h. V II. režimu mora strojevodja na EMG 310 in EMG 312 postopati enako. Hitrost mora od maksimalne 125 km/h v času 29 sekund zmanjšati na 70 km/h. Na obeh vozilih obstaja tudi III. režim, ki v praksi ne pride v poštev; pri njem je treba maksimalno hitrost 105 km/h zmanjšati na 55 km/h. Za obe vrsti vozil pa obstaja še tako imenovana »restriktivna krivulja hitrosti«, po kateri mora strojevodja na obeh vrstah vozil od 1000 Hz balize voziti največ 45 km/h.

AS-naprava na vozilih EMG 310 deluje tako, da mora strojevodja v prvem režimu (za te vlake je I. režim običajen) na balizi 500 Hz pri normalnem delovanju hitrost zmanjšati tako, da ni večja od 65 km/h in ne manjša od 50 km/h. Po prevoženih 153 metrih od te balize mora biti hitrost manjša od 50 km/h in večja od 25 km/h.

Za vozila EMG 312 velja II. režim (običajen je za potniške vlake), da mora strojevodja pri normalnem delovanju AS-naprave hitrost na balizi 500 Hz zmanjšati na največ 50 km/h in najmanj 35 km/h. Po prevoženih 153 metrih od 500 Hz balize mora hitrost znašati manj kot 35 km/h. V primeru uporabe tipke »vožnja po nalogu« sme znašati hitrost največ 40 km/h.

AS-naprava dobi podatke o hitrosti vožnje vlaka preko impulznika, ki podaja hitrost vožnje in je nameščen na osi lokomotive. V kolikor ima lokomotiva dva oddelka za strojevodjo, je nameščen registrator hitrosti v obeh oddelkih. AS-naprava ima posebne izhode za hitrosti 90, 65, 50 in 40 km. Ti izhodi so potrebni, da se lahko z njihovo pomočjo določi način delovanja ostalih sklopov, katerih delovanje v določenih pogojih vožnje krmili AS. Vklopi se ustrezni

sklop, ki povzroči potrebno delovanje elektropnevmatskih ventilov. To ima za posledico reagiranje zavore vlaka.

AS-naprava ima poleg funkcije zagotavljanja varnosti na progah nalogo vgrajenega registratorja hitrosti (tahometer) za kontrolo vozne hitrosti na zavorni poti kakor tudi kontrolo celotne vozne hitrosti med vožnjo vlaka. Na zapisovalnik se zapisujejo sledeči podatki:

- čas,
- hitrost,
- vpliv progovnega magneta 1000 Hz (Zv),
- aktiviranje tipke potrditev (Zw),
- vpliv progovnega magneta 500 Hz (Zg),
- prisilno zaviranje (Zz),
- aktiviranje tipke za vožnjo po nalogu.

Različni načini vožnje, ki so pogojeni z izbranimi frekvencami, so različno označeni na zarisnem traku, iz zapisa na traku razberemo potek hitrosti in režim delovanja avtostop naprave. Iz teh zapisov lahko razberemo način delovanja AS; to je posebej pomembno v primeru izrednega dogodka, saj s pomočjo tega zapisa velikokrat analiziramo vzroke, zaradi katerih je prišlo do izrednega dogodka.

Pred začetkom vožnje lokomotive z avtostop napravo mora strojevodja preveriti, če se trak nahaja v napravi. Pred vožnjo mora strojevodja pritisniti tipko za kontrolo delovanja AS-naprave.

Torej AS-naprava v posebej pomembnih točkah na tiru na osnovi hitrosti vlaka zelenega režima vožnje zagotavlja varnost na tirih. Avtostop naprava deluje pri naslednjih signalih:

1.) GLAVNI SIGNAL

Signalni znak	BARVA LUČI	Pomen signalnega znaka
SZ 4	Rdeča luč	Stoj
SZ 6	Rumena luč	Previdno, pričakuj stoj
SZ 7	Zelena utripajoča luč	Prosto, pričakuj omejitev hitrosti
SZ 8	Rumena utripajoča luč in pod njo zelena mirna luč	Omejitev hitrosti, pričakuj stoj
SZ 9	Rumena utripajoča luč in pod njo zelena mirna luč	Omejitev hitrosti, pričakuj prosto ali previdno
SZ 10	Rumena utripajoča luč in pod njo zelena utripajoča luč	Omejitev hitrosti, pričakuj omejitev hitrosti
SZ 11	Zelena mirna luč in pod njo rumena mirna luč	Omejena hitrost
SZ 12 a,b	Rdeča mirna luč in pod njo rumena utripajoča luč	12 a: Previdno, uvoz na postajo z 10 km/h 12 b: Previdno, izvoz s postaje z 10 km/h
Glavni signal	Nerazsvetljen	Stoj

Tabela 1: Signalni znaki, pri katerih deluje ASN

Vir: Žitnik, 1983, 234.

2.) PRED SIGNAL

Signalni znak	BARVA LUČI	Pomen signalnega znaka
SZ 13	Rumena mirna luč	Pričakuj STOJ
SZ 15	Zelena utripajoča luč	Pričakuj omejitev hitrosti
Predsignal	Nerazsvetljen	Pričakuj stoj

Tabela 2: Signalni znaki na predsignalih, na katerih deluje ASN

Vir: Žitnik, 1983, 234.

DELOVANJE ASN PO PREVOZU PROGОВNEGA MAGNETA OB TIRUPrevoz aktivnega progovnega magnetu 1000 Hz

Po prevozu magnetu pride do resonančnega pojava, ki ima za posledico znižanje toka in vključitev časovnih krogov 4 sekunde; pred iztekom 4 sekund je potrebno pritisniti tipko »potrditev«, to se registrira na tahometru. V primeru pravočasnega aktiviranja tipke se z zvočnim signalom potrdi pravilno ravnanje in nato se opravi kontrola hitrosti (prižge se rumena lučka na pulstu). Če hitrost ustreza, vlak pelje naprej. Če tipka »potrditev« ni

aktivirana pravočasno, se sproži prisilno zaviranje. Pri tem se izklopi modra signalna lučka na pultu.

- Vrnitev naprave v osnovno stanje po zaviranju: to je postopek, ki omogoča nadaljevanje vožnje vlaka, po določenem času se deaktivira zavora.

Prevoz aktivnega progovnega magneta 2000 Hz

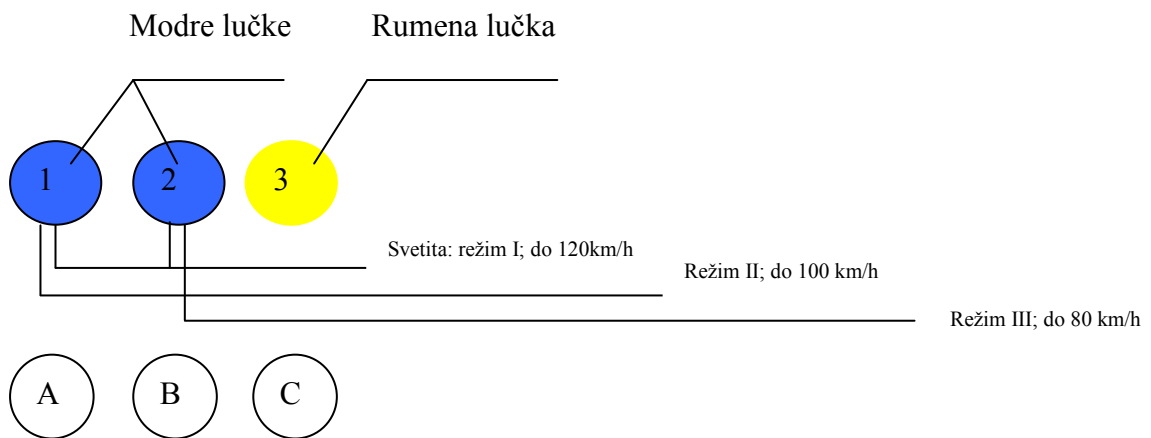
Zniža se tok resonančnega tokokroga 2000 Hz. Začne se takojšnje prisilno zaviranje; če je bil prevožen signal »stoj«, se oglasi še zvočni signal. Vrnitev naprave v osnovni položaj se izvede; če je potrebno ta signal prevoziti zaradi okvare na signalu, se pritisne tipka po nalogu, v tem primeru strojevodja ne upošteva znaka stoj.

Prevoz aktivnega magneta 500 Hz

Če je hitrost pod predpisano, se ne zgodi nič razen registracije prevoza naprave in zvočnega ter svetlobnega opozorilnega signala strojevodji, ki mora pravočasno pritisniti tipko »potrditev«.

SIGNALIZACIJA DELOVANJA AVTOSTOP NAPRAVE NA PULTU STROJEVODSKE KABINE

Najpomembnejše podatke razbere strojevodja s pomočjo barvne signalizacije.



Slika 54: Signali režimov vožnje
Vir: Lasten.

Tipka A »vožnja po nalogu«; tipka B »razrešitev«; tipka C »potrditev«. Enak pomen kot tipke imajo signalne lučke nad tipkami.

8.2 PROGOVNI MAGNET ALI BALIZE

Progovni magnet proizvaja ustrezno frekvenco, lokomotivski magnet proizvaja vse tri frekvence (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz). Ko lokomotivski magnet prevozi progovni magnet, katerega ena izmed frekvenc je enaka kot na tirnem magnetu, se na osnovi tega registrira, če je lokomotiva prekorachila dovoljeno hitrost in pride do ustrezne reakcije avtostop naprave in ta aktivira zavoro. Zavora se aktivira tudi ob nepravocasnem pritisku tipke »potrditev«.

Lokomotivski in tirni magnet sta v bistvu resonančna kroga s to razliko, da so tirni magneti pasivni nihajni krogi brez lastnega napajanja, lokomotivski so aktivni z lastnim napajanjem. Nihajni krogi aktivnega magneta vplivajo s svojo energijo na pasivni tirni magnet, kjer se ojača magnetno polje, ki je v resonanci z električno vezavo progovnega magneta.

Spremembo pasivne frekvence dosežemo s kombinacijo vezav kondenzatorjev in induktivnih tuljav. Torej s spremembo L ali C dosežemo spremembo resonančne frekvence.

Princip vezave tirnega magneta 1000/2000 Hz; s spremembo vezave spremenimo skupno kapacitivnost C in s tem resonančno frekvenco.

Za resonančno nihanje v elektrotehniki veljajo oznake:

C – kapacitivnost, v faradih (AsV^{-1}),

L – induktivnost, v (VsA^{-1}),

X_C – kapacitivna upornost, v Ω ,

X_L – induktivna upornost, v Ω ,

ω – kotna hitrost, v radijanih,

$j = \sqrt{-1}$ – imaginarna vrednost,

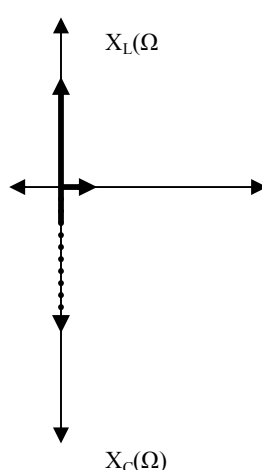
f – frekvenca, v Hz.

Kapacitivna ohmska upornost:

$$X_C = -j \frac{1}{\omega C}$$

Induktivna upornost:

$$X_L = j\omega L$$



Resonančna frekvenca vezave je takrat, ko velja, da je vrednost ohmske upornosti (R) minimalna in jo zanemarimo:

$$X_L - X_C = 0$$

$$j\omega L - j \frac{1}{\omega C} = 0 \quad : j$$

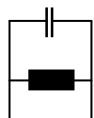
$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$$

$$\omega^2 = \frac{1}{L \cdot C} \text{ frekvenca je } \omega = 2\pi f$$

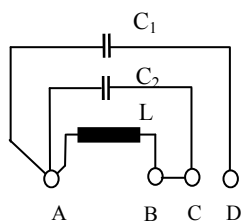
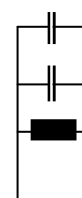
$$(2\pi f)^2 = \frac{1}{LC}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ Vrednost resonančne frekvence izračunamo v Hz, če uporabimo osnovne enote.}$$

1. PRIMER



2. PRIMER

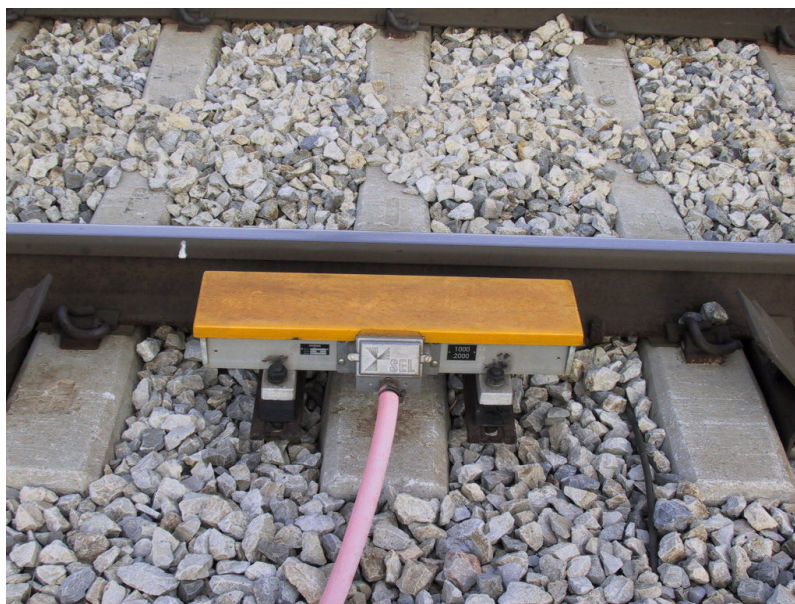
**Shema 5: Principi vezav pasivnih tirnih magnetov 1000/2000 Hz**

Vir: Lasten.

Tirni magnet z navitjem in s kondenzatorji tvori paralelni nihajni krog, ki je uglasen na eno izmed resonančnih frekvenc (1000, 2000, 500 Hz). Te reagirajo na različne signalne znake, ki signalizirajo ustavitev ali znižanje hitrosti vlaka. K vsakemu tirnemu magnetu je vzporedno vključen kontakt pripadajočega signala, ki je glede na ustrezeni signal zaprt ali odprt. Pri signalnem znaku PROSTO je kontakt sklenjen in nanj ne reagira lokomotivski magnet.

Tirni magnet 500 Hz; to je pomožni tirni magnet z resonančno tirno frekvenco 500 Hz. Vgrajuje se 250 m pred uvoznimi signali oziroma na splošno 450 m pred nevarno točko in služi za krajevno kontrolo hitrosti na prehodu preko magnetov; hitrost vlaka mora biti v mejah dopustnega. Ta magnet sproži AS-napravo le v primeru, če kaže izvozni, uvozni ali kritni signal znak STOJ.

Po tabelah 1 in 2 je kontakt odprt, zato je resonančni nihajni krog vključen in reagira na navzoči lokomotivski magnet, kar avtomatično sproži: kontrolo budnosti, kontrolo hitrosti ali celo hitro zaviranje vlaka.



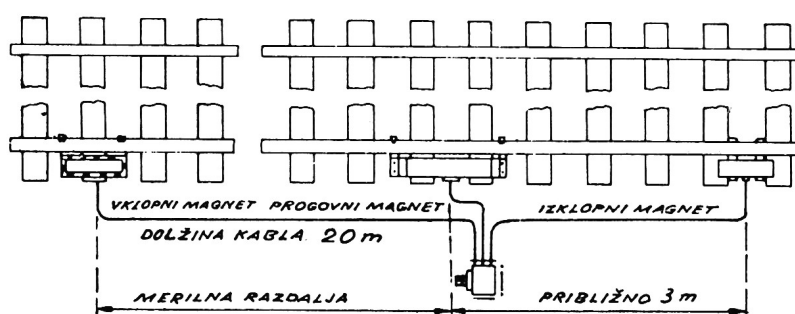
Slika 55: Progovni magnet

Vir: Lasten.

Progovni magneti so nameščeni v skladu z znaki ob progi.

8.3 NAPRAVA ZA KONTROLO HITROSTI

Ob progi sta vgrajena dva vklopna magneti na določeni razdalji. Na osnovi časa prevoza dveh vklopnih magnetov se določi hitrost vožnje:



Slika 56: Namestitev magnetov za kontrolo hitrosti vlaka

Vir: Žitnik, 1983, 236.

Razdalja med posameznima vklopnima magnetoma in čas, ko lokomotiva prevozi to pot, sta osnova za izračun hitrosti. Naprave za kontrolo hitrosti se vgrajujejo:

- pri signalnih znakih za počasno vožnjo ali omejitev hitrosti,
- pri predsignalnih »prosto«, »pričakuj omejitev hitrosti«,

- pri glavnih signalih,
- s signalnim znakom »vozite z omejeno hitrostjo km/h....«.

Točne pogoje in nastavitve ter namestitve avtostop naprav predpisujejo pravilniki, ki so v skladu s predpisi UIC in v skladu z nacionalnimi predpisi o varnosti železniškega prometa.

8.3.1 Osnova uporabe avtostop naprav in načela montaže tirnih magnetov ob progi

Avtostop naprave (progovni magneti) se obvezno vgrajujejo na proge za hitrosti, večje od 120 km/h. Pogoji, ki so ključnega pomena za vgradnjo avtostop naprav, so še:

- gostota prometa,
- odstotek potniškega prometa,
- pogostnost spremembe voznega reda,
- nepreglednost proge,
- prehod z enotirnih odsekov na dvotirne,
- odstotek vgrajenih avtostop naprav v lokomotive, ki vozijo na ustreznih progah.

Če se priključi kakšna proga na progo brez magnetov, se morata glavni signal in njegov predsignal opremiti s progovnimi magneti. Prav tako morajo biti AS-progovni magneti vrisani v progovne načrte.

V rabi so progovni magneti v naslednjih izvedbah:

500 Hz – kontrola hitrosti pred glavnimi signali,

1000 Hz – pretežno za predsignale,

2000 Hz – pretežno za glavne signale,

1000/2000 Hz – pretežno za dvopomenske glavne signale.

Zaradi lažjega vzdrževanja in medsebojne zamenljivosti so v rabi največkrat progovni magneti 1000/2000 Hz. Avtostop naprave se razen pri signalih ob progah vgrajujejo še na odsekih prog, kjer se opravlja kontrola hitrosti. Naprave za kontrolo hitrosti se uporabljajo na delih prog, kjer so pogoste počasne vožnje.

Postavitev magnetov ob progi in povezava s svetlobnimi signali :

Točka A:

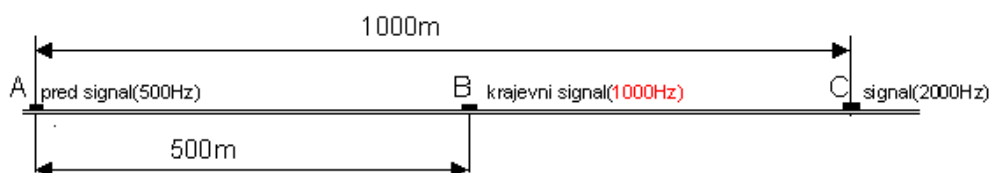
- Predsignal opozori strojevodjo na možnost, da bo znak »stop«. Glede na režim in po potrditvi prevoza se aktivira čas v odvisnosti od nastavljenega režima vožnje. Če je prižgana rumena luč, je aktivirana naprava in aktivira čas dovoljenega prevoza do točke A.

Točka B:

- Vlak prevozi točko B (krajevni signal) v predvidenem ali daljšem času; izklopi se rumena luč in vlak pelje naprej. Če je čas krajši od predvidenega, se aktivira zavora. Če svetli samo rumena luč, se pričakuje signal »stop«.

Točka C:

- Možnost »stop«, ustavitev (rdeča), omejena hitrost (rumena), prosti prehodi (zelena).



Shema 6: Osnova postavitve magnetov za avtostop napravo ob tirih

Vir: Navodilo 425, 1983, 138.

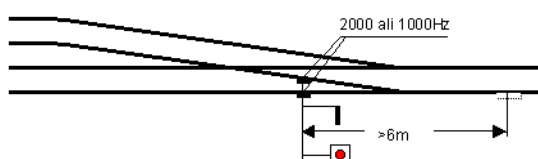
Ko lokomotiva pelje preko točke A, se vklopita zvočni in svetlobni signal; rumena lučka s pritiskom na tipko C potrdi, da je zaznal prehod preko predsignala; če tega ne stori, vlak začne zavirati. Med točkama A in B meri avtostop naprava čas v odvisnosti od režima vožnje. Če je ta čas krajši od dovoljenega, pomeni prekoračeno hitrost, vklopi se zavora po točki B.

Ti časi so:

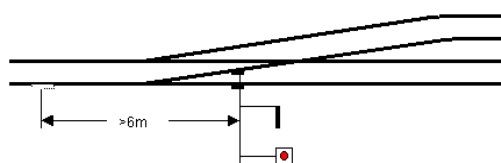
- za režim I je 20 sekund,
- za režim II je 26 sekund,
- za režim III je 34 sekund.

Primeri postavitve avtostop naprav:

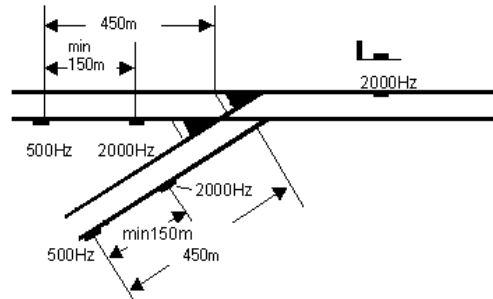
V nekaterih primerih so nameščeni 6 m ali več pred signalom ali za njim.



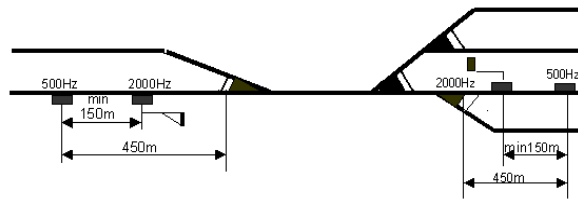
Primer 1: Progovni magneti 1000/2000 Hz so kombinirani in se večinoma uporabljajo za frekvenco 1000 ali 2000 Hz.



Primer 2: V posebnih primerih se signali vgradijo 6 m pred signalom ali za njim, če ni možnosti vgradnje zaradi kretnic ali kakšne druge ovire.

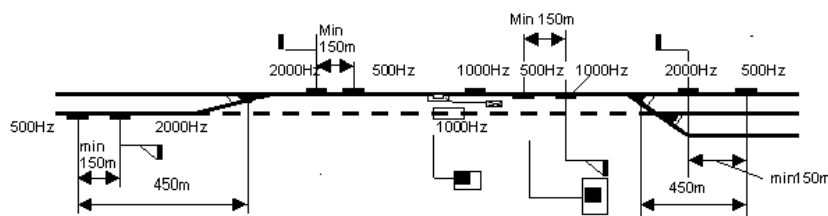


Primer 3: Magnet 500 Hz se montira 450 m pred nevarnimi mesti in magnetom 2000 Hz, to velja za horizontalne proge. Če je nagib, se ta razdalja poveča ali skrajša, odvisno od smeri nagiba.



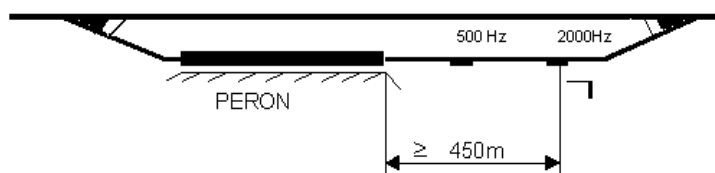
Primer 4: Neodvisno od dovoljene hitrosti se progovni magneti 500 Hz vgrajujejo pred glavnimi signali »stoj« na naslednjih mestih:

- na glavnih signalih pri prehodu z dvotirnih na enotirne odseke (delujejo pri signalnem znaku »stoj«),
- pred progovnimi bločnimi signali, če ni predvidena varovalna kretnica,
- pred glavnimi signali, ki se vgrajujejo začasno.

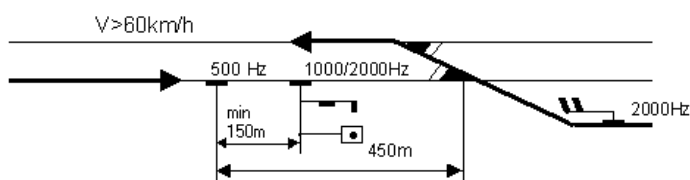


Primer 5: Deluje pred signalnim znakom »stoj«:

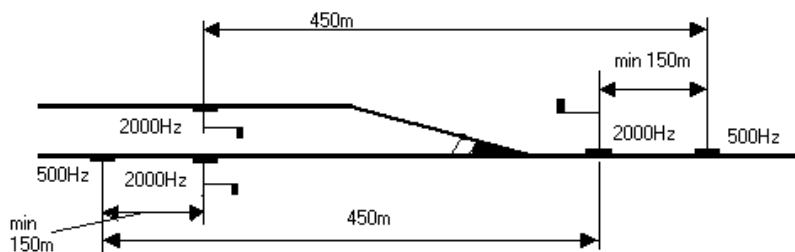
- ki se vgrajuje začasno,
- katerega mesto vgraditve se je začasno spremenilo,
- ki velja začasno za kakšen drugi tir.



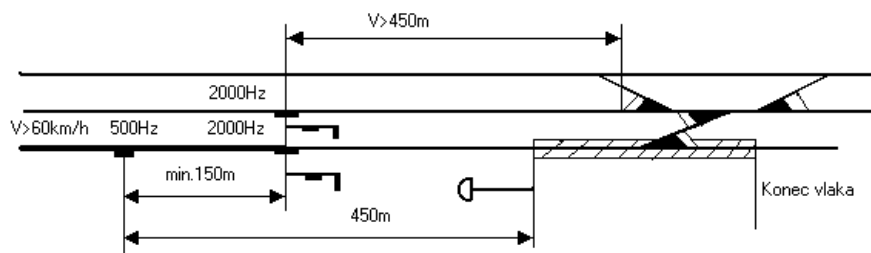
Primer 6: 250 m pred izvozom, postajnim kritnim in mejnim tirnim signalom, kadar je stalno mesto ustavitve vlaka 450 m ali več pred signalom (deluje pri signalnem znaku »stoj«).



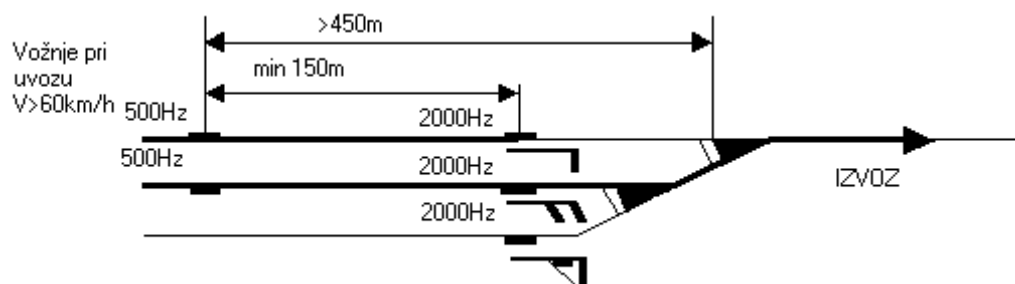
Primer 7: Primer vgradnje AS-magnetov na progi, ko je dovoljena hitrost vlaka več kot 60 km/h.



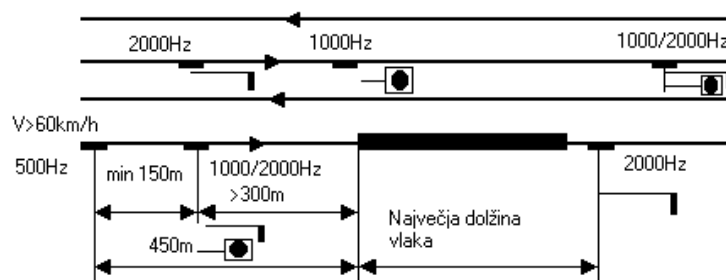
Primer 8: Pred glavnimi signali na enotirnih progah, če je razdalja med uvoznim in izvoznim signalom iz nasprotne smeri, kot je predvideno nevarno mesto za progovni magnet 500Hz (deluje pred signalnim znakom »stop«).



Primer 9: Pred izvoznimi signali, kadar je uvoz mogoč, hkrati je možen izvoz s sosednjega tira.



Primer 10: Pred uvoznim postajnim kritnim ali kotnim tirnim signalom.



Primer 12: Pred glavnimi signali na prevoznih tirih in pred prostorskimi signali, ki so na manjši oddaljenosti kot 500 m, v tem primeru vozijo mimo najdaljši vlaki.

POVZETEK POGLAVJA

S pravilno postavitvijo in kakovostnim vzdrževanjem AS-naprav preprečujemo napake, kot je prevoz signala "stop". Prevoz takšnega signala je največkrat razlog za najhujše železniške nesreče.

Dodatna literatura za študij

- 1) Navodilo (Navodilo 425; JŽ) za ravnanje z induktivno avtostop napravo I 60: Zavod za časopisno dejavnost JŽ BEOGRAD, 1983.
- 2) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.
- 3) Žitnik, A. MERITVE, MONTAŽA IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV, skripta: Višja železniška tehniška šola Ljubljana, 1983.

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. Opišite AS-napravo in pojasnite, čemu služi.
2. Katere napake preprečuje AS-naprava?
3. Na osnovi česa deluje AS?
4. Naštejte sestavne dele lokomotivske ASN in pojasnite, čemu služijo.
5. Opišite resonančni krog v primeru AS-naprave(lokomotivski-progovni).
6. Opišite časovno kontrolo, narišite diagram treh osnovnih režimov.
7. Opišite princip delovanja kontrole AS-naprave.
8. Kaj se zgodi, če prevozimo aktivni progovni magneta 1000 Hz?
9. Kaj se zgodi, če prevozimo aktivni magnet 2000 Hz?
10. Kaj se zgodi, če prevozimo aktivni magnet 500 Hz?
11. Opišite način signalizacije delovanja AS-naprave na pultu strojevodje.
12. Kaj so progovni magneti in čemu služijo?
13. Opišite način, kako spremenimo pasivno frekvenco AS in pojasnite, funkcija česa je.
14. Zakaj in kje uporabljamo napravo za kontrolo hitrosti?
15. Opišite osnove uporabe AS in načela montaže tirnih magnetov ob progi.
16. Komentirajte na osnovi posamezne skice primere postavitve AS-naprav.
17. Opišite in pojasnite pomen AS-naprave v sistemu signalnovarnostnih naprav.

**Študijski primer in v razmislek:**

Razmislite o pomenu AS-naprav za varnost železniškega prometa.

Razmislite, kaj je glavni razlog vgradnje AS-naprav na železnico in katera je najvažnejša funkcija te naprave.

- Ali naprava poveča ali zmanjša pretočnost prometa?
- Preko katerih naprav in kako bi AS-naprav zaznala npr. okvaro senzorja, ki povzroči zapiranje zapornic, ko vlak pelje proti avtomatsko varovanemu NPr?

9 SISTEM ZA DALJINSKI NADZOR

Spoznali boste:

- Naprave za daljinski nadzor železniškega prometa.
- Delovanje sistema s pomočjo relejev.
- Pomen tirne slike.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- osnove delovanja in povezovanja ostalih tehničnih podsistemov v sistem signalne varnosti,
- prenos in povezavo podatkov, potrebnih za normalno delovanje centra vodenja,
- nadzor nad brezhibnostjo delovanja naprav, ki jih upravlja.

UVOD V POGLAVJE

Sistem znižuje verjetnost človeških napak in omogoča operaterjem vpogled na celotni potek dogodkov. Sistemi daljinskega vodenja zagotovijo maksimalno propustnost prog. Varnost in večja propustnost prog sta velikokrat v nasprotju; večja je gostota prometa, manjša je varnost; boljše so naprave vodenja, manjša je verjetnost napak. S kakovostno kontrolo in nadzorom upravljanja povečamo propustnost prog, s tem povečamo varnost in zmanjšamo možnost človeški napak na minimum.

9.1 ELEKTRORELEJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE

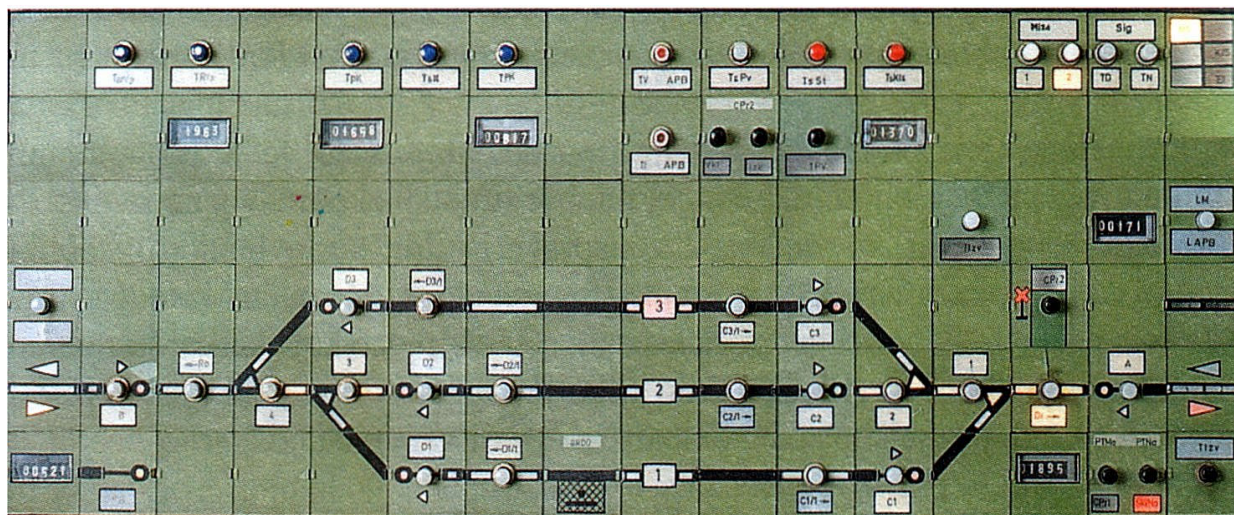
Te naprave omogočajo daljinsko krmiljenje in nadzor nad svetlobne signali, kretnicami, izolirkami in senzorji. To pomeni možnost sledenja vlaku, torej kje se nahaja, in možnost odpiranja poti, po katerih bo vlak peljal. Sistem preprečuje, da bi vlak vozil po delu proge, kjer nima vseh pogojev za varno vožnjo. Varna vožnja pomeni, da na odseku ni drugega vlaka, zapornice so zaprte, vlak ne vozi prehitro, kretnice so odprte v pravi smeri; vse to vidi prometnik na mozaiku. Naprave, ki to omogočajo, so med seboj povezane, njihovo delovanje je soodvisno. Na primer vlak ima vključen signal »stop«, če zapornice na opazovanem odseku niso zaprte. To je soodvisnost med zaprtimi zapornicami in signali, ki usmerjajo vlak. Stikalni procesi pri postavljanju voznih poti si tako v določenem zaporedju sledijo od ene do druge relejne skupine. To sledenje procesov od starta do cilja imenujemo sledilna tehnika.

9.1.1 Mozaiki tirne slike

Mozaik tirne slike je sistem, ki omogoča vpogled na dogajanje na področju posamezne železniške postaje, istočasno s svojo vgrajeno logiko preprečuje nesreče. Sistem mozaikov prikazuje stanje vlakov in signalizira okvare na ključnih napravah na postaji. V svoji funkciji torej omogoča varen promet, voden in nadzorovan z enega mesta. V Sloveniji uporabljamo

mozaike proizvajalcev SEL ali Iskra. Bistvo mozaika je, da nudi postajnemu osebju pregledno in razumljivo sliko na enem mestu. Javljanje dogajanja temelji na svetlobnih signalih različnih barv. Slika na mozaiku je prikaz enotirne proge, na kateri so označeni ključni elementi tira. V prejšnjem poglavju smo obravnavali elemente, ki omogočijo nadzor na progi in s pomočjo posameznih relejnih mest sporočajo na mozaik o stanju teh naprav. Torej to, kar so elementi iz prejšnjega poglavja zaznali, je vidno na mozaiku. Tehnika je torej zelo preprosta, vsak pogoj je določen za DA ali NE (pomeni ZASEDENO – NEZASEDENO ALI DELUJE – NE DELUJE). Ti pogoji imajo največkrat zaporedno logiko. To pomeni, da če ni izpolnjen prvi pogoj, ne more biti izpolnjen drugi pogoj, torej če zapornice niso zaprte, vlak ne more imeti odprte poti.

Mozaiki so največkrat samo kot javljalniki stanja na tirih. Lahko imajo vgrajene tipke, s katerimi vlakovni odpravnik daje določene ukaze. Tipke so v delujočem ali mirujočem položaju, so različnih barv; s tem povečamo razpoznavnost in preglednost na mozaikih.



Slika 57: Postavljalna miza z mozaiki

Vir: Jontes, 1999, 44.

Za delo s postavljalno mizo mora prometnik natančno poznati pomen posameznih simbolov. Na tirni sliki poznamo notranje in zunanje mozaike s pripadajočimi notranjimi in zunanji tipkami ter javljalniki.

Notranji mozaiki sestavljajo neposredni prikaz tirne situacije, torej simbolično prikazujejo postajne zunanje tirne in signalne naprave. To so:

- tiri,
- kretnice,
- glavni signali,
- premikalni signali itd.

Notranji signali so na primer signali cestnih prehodov. Vzrok, da niso na tirni sliki, je največkrat v tem, da so bili dograjeni kasneje. Prazni mozaiki so tisti, ki samo izpolnjujejo

prostor, vendar omogočajo kasnejšo namestitve novih mozaikov. Sistem je nastavljen tako, da vse pomembne ukaze, ki jih daje prometnik na postavljalni mizi, opravi s pritiskom na dve tipki sočasno, to je način, ki zmanjša verjetnost napake. Na sočasni pritisk dveh tipk, ki funkcijsko nista povezani, se ne opravi nič.

Postavljalna miza s tirno sliko je prirejena za delo prometnika, torej za delo samo enega človeka, ki pri delu uporablja obe roki. Poseg tretje osebe ni dovoljen, poleg tega naprava nepravilnega ukaza ne uresniči. Logika delovanja tipk je, da zaradi okvare ostane tipka pritisnjena. Stanje okvare se nato javlja v posebnem skupinskem javljalniku.

Delovanje

Ko prometnik sočasno pritisne na dve tipki, se proces ustavi in se nadaljuje do izpolnitve ukaza, ko prometnik tipki spusti. Da se začetni stikalni postopki v celoti zaključijo, je potreben določen čas, zato je potrebno tipke pritiskati približno 3 sekunde oziroma dokler se na javljalniku ne pokaže odziv na ukaz.

Delovanje zunanjih mozaikov

Zunanji mozaiki s skupinskimi javljalniki so javljanja, ki so pomembna za delovanje celotne naprave.

Na primer:

- Javljanje prekinitve napajanja mozaika in javljanje, da mozaik deluje s pomočjo rezervnega agregata (polje M 24), prižge se rdeča luč. Torej ima vsak simbol in mozaik predpisano obliko in s tem tudi predpisan pomen.

Pomen nekaterih primerov na shemi 7, polje K 26:

UOb (rumeno) – usmernik obratuje,

Upo (rumeno) – usmernik polni baterijo,

UMo (rdeče) – motnja na usmerniku (nastanek nepravilnosti).

Sistem deluje pravilno, če je akumulatorska baterija (60 V) stalno polna; ta baterija pomeni rezervni vir napajanja sistema.

Zunanji mozaiki s samostojnimi tipkami in javljalniki. To so tipke in javljalniki, ki jih uporabljamo za upravljanje, druge zunanje tipke so skupinske, ker jih vedno uporabljamo z določenimi notranjimi tipkami.

Na primer polje:

- M 22 je mozaik z dvema tipkama, z njima prilagajamo osvetlitev mize.
- M 23 SIG pomeni, da prilagajamo svetlobo dnevnim in nočnim razmeram.

Zunanji mozaiki s skupinskimi tipkami so nameščeni na zgornjem robu postavljalne mize. Tipke so različnih barv, skupinske pa so zato, ker jih uporabljamo za oddajanje pravih ukazov. Uporabljamo jih v kombinaciji s pripadajočimi notranjimi tipkami v tirni sliki.

Na primer:

- M 10 (modra) – skupinska kretniška tipka; **TSK** – uporabljamo jo skupaj s tipko katere koli kretnice ali električnega raztirnika, kadar ju želimo prestaviti.
- M 9 (modra) – pomožna kretniška tipka **TpK** – uporabljamo jo, kadar skušamo prestaviti katero koli kretnico, ki ima prikazano lažno zasedenost. O lažni zasedenosti se moramo predhodno prepričati.
- M 20 (rdeča) – skupinska tipka za vračanje signalov na »stoj«; **TsST** uporabimo s tipko določenega signala, ki kaže signalni znak za dovoljeno vožnjo in ga je treba izjemoma, zaradi neke ovire, vrniti na signal »stoj«.

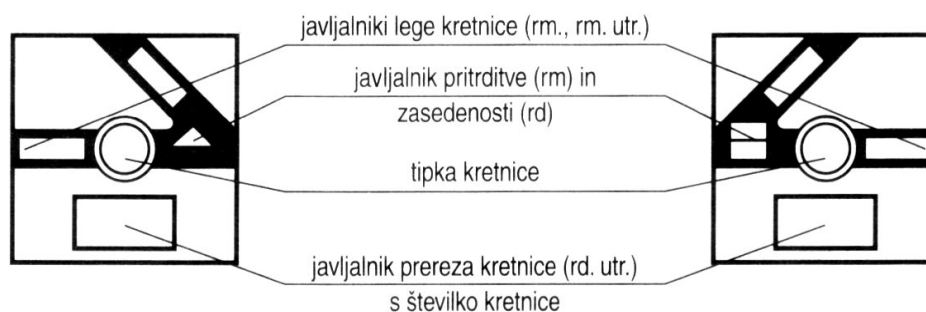
Notranji mozaiki (shema 7) so del sheme tira in javljajo položaje kretnic raztirnika zasedenosti tira; ti nam na razumljiv shematski prikaz povedo največ o stanju na tiru. Poznavanje teh mozaikov je nujen pogoj za delo ob postavljalni mizi.

Na primer:

F 6, F 7, F 20, E 20 in F 21 (slika 58), v tem mozaiku so naslednji javljalniki:

- Javljalnik lege kretnice sveti samo v tistem kraku, ki ustreza dejanski legi na terenu; če sveti rumeno mirno, je kretnica v natančni pravilni legi; če lučka utripa, kretnica ni v pravilni legi ali pa se premika v novi položaj.
- Javljalnik pritrditve ali zasedenosti sveti rumeno, ko je kretnica pritrjena oziroma blokirana v vozni poti. Če javljalik sveti »rdeče mirno«, je kretnica zasedena.
- Javljalnik prereza kretnice pod tipko (ali nad njo, če je mozaik obrnjen); v njem je številka kretnice, v tem javljalniku se javlja prerez kretnice.

V sredini mozaika je siva tipka, ki jo uporabljamo skupaj z nekaterimi skupinskimi tipkami:



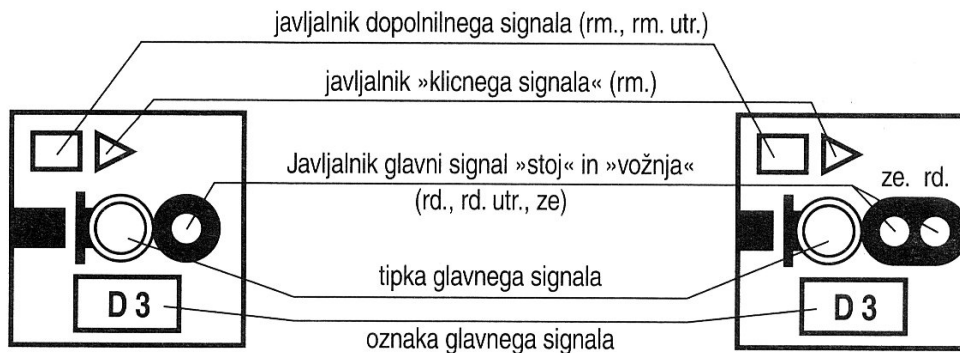
Slika 58: Mozaik kretnice

Vir: Jontes, 1999, 54..

Mozaik glavnega signala (slika 59) na mizi (shema 7) F 3, G 7, E 8, F 8, E 19, F 19, G 20, F 24. Ta mozaik javlja, v kakšnem položaju se nahaja glavni signal.

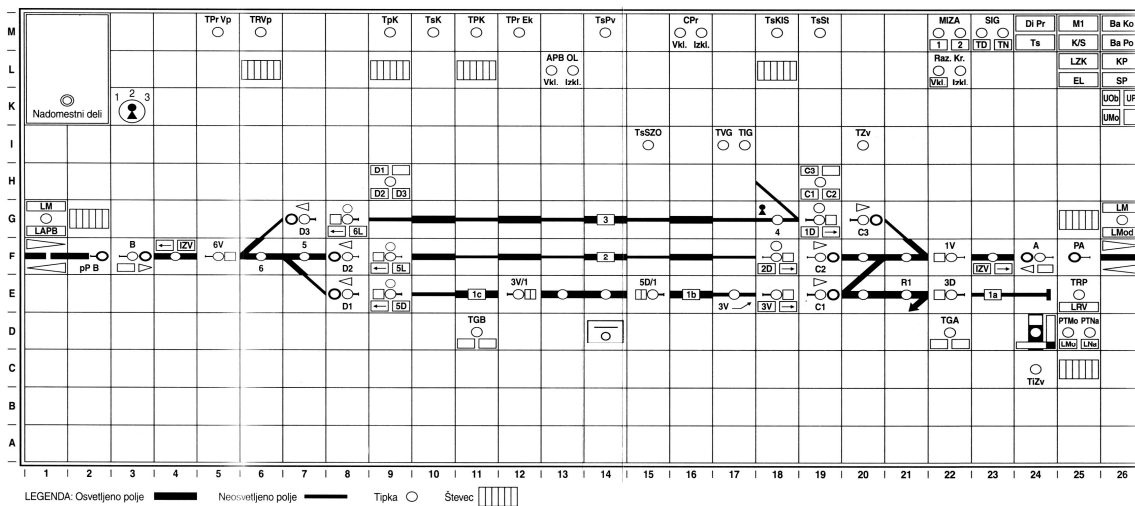
Na primer:

- Javljalek signala »stoj« ali »voznja« sveti rdeče, ko je signal »stoj«; ko utripa rdeče, je okvara na signalu. Javljalek lahko sveti tudi zeleno, kar pomeni: vklopljen je signal za prosto pot po sistemu signalizacije na Slovenskih železnicah. Prometnik na postaji ne more vplivati nanj, ta signal je namreč programiran v relejnem delu SV-naprave in upošteva lego kretnic v vozni poti oziroma obliko vozne poti (premo, odklon, predsignaliziranje signalnega znaka naslednjega signala itd.).
- Javljalek klicnega signala javlja, da je vključen znak za previden uvoz (izvoz) vlaka na postajo ali z nje.
- Javljalek dopolnilnega signala sveti rumeno mirno, kadar je dopolnilni signal pripadajočega glavnega signala vključen.



Slika 59: Mozaik glavnega signala

Vir: Jontes, 1999, 56.



Shema 7: Načrt tirne slike postavljalne mize

Vir: Jontes, 1999, 46.

Mozaik združuje in prikazuje informacije o stanju na tirih na enem mestu. To omogoča kakovostna in pravočasna informacija ob možnosti ukrepanja ter onemogočanju nepravilnega ukrepanja.

Sistem mozaika prikazuje stanje na tiru. Tehnika temelji na relejni tehniki, ki se je pokazala za dokaj zanesljivo in omogoča varen promet na železnici. Pomanjkljivost te tehnike je v velikih časovnih odzivih; v primeru, ko promet ni velik in je hitrost vlakov pod 160 km/h, ta odzivnost ne predstavlja nekega posebnega problema.

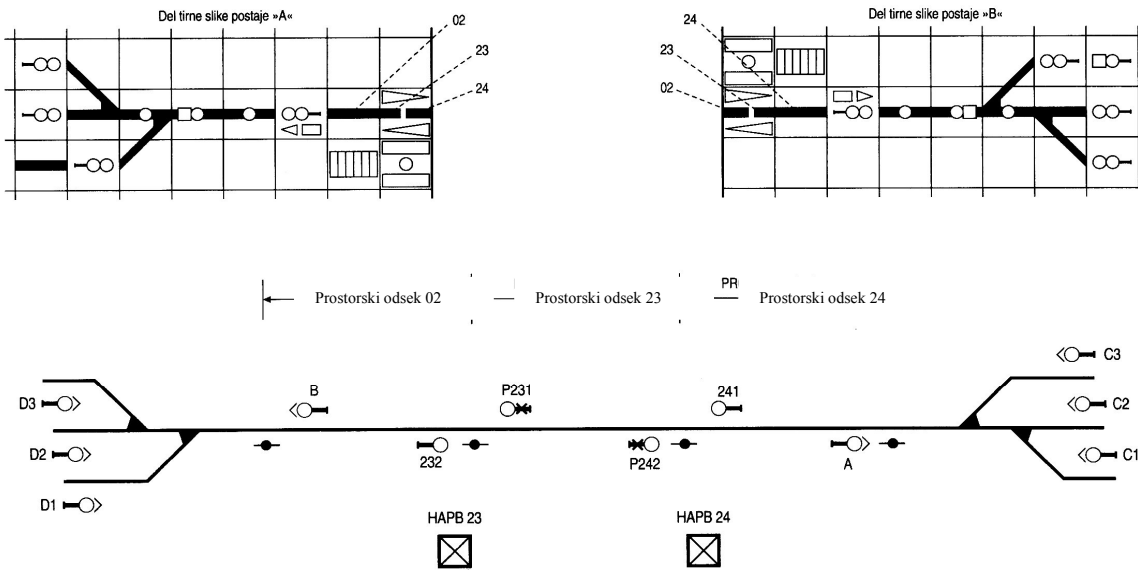
Vsako polje, ki je zasedeno z mozaikom, s simbolom ali črkovno oznako, ima svoj pomen. Iz povedanega vidimo, da tirna slika s pomočjo mozaika prikaže položaje in znake, ki prikazujejo vse, kar mora vedeti o stanju na tirih prometnik, ki upravlja postajo. Dodatno vgrajena logika, ki onemogoča nepravilne ukaze, bistveno zmanjša verjetnost napak (nesreč), ki bi jih brez te logike lahko storil prometnik. S temi napravami nismo samo povečali preglednosti nad dogajanjem, temveč se poveča tudi varnost upravljanja z železniškimi tiri. V današnjem času računalniška tehnika vedno bolj izpodriva sisteme upravljanja železniškega prometa s pomočjo mozaikov in relejne tehnike.

9.2 PROGOVNE ELEKTRONSKE RELEJNE SIGNALNOVARNOSTNE NAPRAVE (ERSV)

9.2.1 Avtomatski progovni blok (APB), enotirna proga

Služi za zavarovanje več zaporednih voženj v isti smeri. Da sistem deluje, progo med dvema postajama razdelimo na več odsekov dolžine od 1 do 3 km. Vsak izmed teh odsekov je zavarovan s pripadajočim glavnim prostorskim signalom in z napravami za ugotavljanje prisotnosti vlakov. Ti senzorji so lahko števna mesta, torej števcji osi, ki so postavljeni na začetku in koncu odseka (50 m za prostorskim signalom). Torej ko je prosti odsek, bo signal pred odsekom kazal prosto pot; ko je zaseden, bo signal kazal znak »stop«. Za APB-naprave enotirne proge velja, da delujejo v vozni smeri, vsi signali v obratni smeri pa so ugasnjeni. To pomeni, da prometnik na postaji s postavitvijo izvozne smeri ne more spremeniti smeri; spremembo smeri mora zahtevati od sosednje postaje, ki bo vlak sprejela.

Vsak prostorski odsek je zavarovan s pripadajočimi signali iz obeh smeri, tako je na primer prostorski odsek 23 zavarovan s signalom 232 (slika 60) in s prostim signalom 241. Vsak prostorski odsek ima vgrajeno lastno elektronsko skupino in števnike osi, ki so zamaknjeni za 15 cm. S tem določajo smer vožnje. Števno mesto tako pošilja informacije o prevozu koles vlaka. V skladu s poslano informacijo o številah osi elektronska skupina obdeluje te podatke in v skladu s sprejetimi signali odpira ali zapira progovno pot. V osnovi torej preprečuje vožnjo vlakov na zasedenem odseku in dovoljuje vožnjo na prostem odseku.



Slika 60: Primer razporeditve naprav APB na enotirni prog

Vir: Jontes, 1999, 71.

Na enotirnih progah je zagotovljena čelna zaščita z določitvijo smeri privolitve, ki preprečuje, da bi kateri koli postajni ali progovni signal pokazal v nasprotni smeri od privolitve signalnega znaka za dovoljeno vožnjo.

Sistem naprav avtomatskega progovnega bloka je grajen tako, da se ob okvarah in nepravilnostih v delovanju postavi v položaj večje varnosti. To pomeni, da se v primeru indikacije okvar na števecih osi, signalih, zapornicah, torej na katerem koli delu, ki sodeluje pri nadzoru ali vožnji vlaka, postavijo signali v položaj zasedenosti tira, torej ne dovolijo prevoza vlaka. Te informacije o stanju naprav se prenašajo po kablji do posameznih postaj.

Da APB deluje z veliko zanesljivostjo, potrebuje kakovosten vir napajanja z električno energijo, ki ni odvisen samo od električnega omrežja. Potrebno energijo za delovanje dobi po posebnih kablji, ima pa še svoje napajanje preko akumulatorskih baterij.

Na primer: Dana je privolitev vozne smeri od postaje A do postaje B, torej prostorski signal 232 kaže redno lego, to je signalni znak »prosto«, »pričakuj prosto« ali »previdno«, pripadajoči uvozni znak kaže signalni znak »stoj«, prostorski znak P321 pa tudi signalni znak »pričakuj stoj«, in to neodvisno od signalnega znaka pripadajočega uvoznega signala, torej rumena. Prostorski signal 241 je zaradi smeri privolitve proti koncu proge ugasnjen (nerazsvetljen). Vse to je vidno na mozaiku.

Redna lega APB je, ko so vsi prostorski odseki nezasedeni, zato pripadajoči signali smeri privolitve kažejo signalni znak za dovoljeno vožnjo (zeleni val).

Osnovna lega APB se nanaša na stanje števecv osi v izrednih razmerah. Z izklopom osnovne lege prometnik povzroči prisilno postavitve vseh števecv v prostorskih odsekih v osnovno stanje in vsi pripadajoči prostorni znaki kažejo signalni znak »stoj«. Osnovno lego lahko vklopi na nekem odseku prometnik tiste postaje, ki ima privolitev. Tak ukrep lahko opravi

prometnik šele potem, ko se je prepričal, da ima prosti odsek. V primeru prisilnega vklopa preide vsa odgovornost za prehod vlakov na prometnika, takšen poseg se zato registrira na števcu vklopov. Med vklopom osnovne lege utripajo rdeče vsi javljalniki smeri s postaje, ki ima privolitev. Osnovno lego po opravljenih vožnjah ali odpravi napak na javljalnikih, zaradi katerih je prišlo do vklopa osnovne lege, je potrebno čim prej izklopiti.

Motnje APB so nepravilnosti, ki nastanejo v delovanju APB. To so:

- motnje na signalnih žarnicah ali pripadajočih relejnih napravah,
- motnje v energetske napajanje naprav,
- motnje v delovanju števca osi.

Za delovanje naprave APB je potrebno relativno malo mozaikov, in še to samo za najpomembnejša javljanja. Naprava APB deluje avtomatsko, kar pomeni, da vlak med svojo vožnjo sam krmili delovanje uvoznih in izvoznih signalov, torej sam zapira zasedene poti in odpira proste vozne poti. Za pravilno vožnjo morata biti poleg normalnega delovanja postaje APB izpolnjena še dva pogoja, in sicer:

- privolitev pravilne smeri nameravane vožnje,
- prvi prostorski odsek prost (nezaseden).

Prometnik mora biti pozoren, kdaj se vlak odpravlja s postaje; posebej se mora prepričati, da je prvi prostorski odsek prost, vendar ne samo z javljalniki. Naprava tehnično zagotavlja prostost prvega prostorskega odseka le, če izvozni signal pokaže redni signalni znak za dovoljeno vožnjo.

9.2.2 Avtomatski progovni blok, dvotirna proga

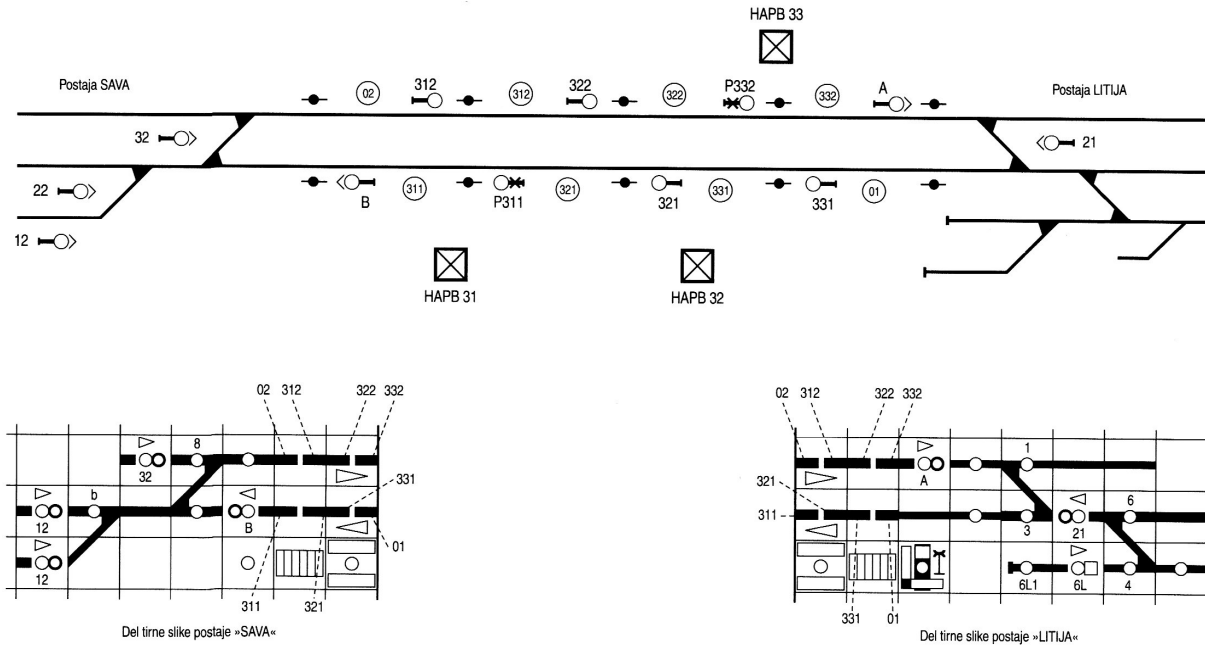
Če postaje povezuje dve progi, poteka promet po vsaki progi v svoji smeri. Tako imamo levotirni promet, to je takrat, ko vlaki redno vozijo po levem tiru, po drugem pa v obratni smeri.

Postajne naprave so projektirane tako, da se vožnje zavarujejo samo v eni smeri enega tira, na nepravem tiru se ne zavarujejo.

To pomeni, da na dvotirnih progah ni potrebno spreminjati smeri privolitve, sistem deluje kot dve samostojni napravi APB za vsak tir posebej, prirejeno z vožnjo v pravi smeri.

Enako kot na enotirnih progah imamo tudi v tem primeru tir razdeljen na odseke, vsak prostorski odsek pa je zavarovan s trilučnim signalom in opremljen z napravami za kontrolo prostosti oziroma zasedenosti na principu štetja osi. Vsako blokavno mesto sestavljajo hišica ABB z ustreznimi napravami, s števnimi mesti (za vsak tir posebej) in proste signale z leve in desne za vsak tir posebej. Kljub vzporednosti tirov so lahko zaradi neodvisnosti naprav APB levega in desnega tira posamezni odseki različni.

V položaju redne lege so signali odprti (zeleni val), če so odseki prosti, oziroma je rdeči znak, če je odsek zaseden.



Slika 61: Mozaik avtomatskega progovnega bloka na dvotirni progi

Vir: Jontes, 1999, 86.

Tudi v primeru dvotirne proge uporabljamo zunanje in notranje mozaike. Naprava APB na dvotirnih progah deluje tudi v tem primeru popolnoma avtomatsko, torej avtomatsko odpira proste poti in zapira zasedene.

9.2.3 Vožnja po nepravem tiru

Osnovna lego postavi prometnik na ustrezni postaji ločeno za vsak tir posebej. To lahko naredi samo prometnik, ki upravlja promet na pravem izvoznem tiru s svoje postaje, na naprave sosednjega tira nima vpliva. Med vožnjo po nepravem tiru zaradi vključene osnovne lege vsi signali, ki veljajo za nasprotno smer, kažejo signal »stop«.

Izjemna vožnja po nepravem tiru se opravi samo po dogovoru s sosednjo postajo.

Vklop in izklop vožnje po nepravem tiru se opravljata samo v izrednih primerih, na primer ob iztirjenju vlaka ali opravljanju kakšnih nujnih del na enem izmed tirov, okvar števcov osi itd.

Posebej previden mora biti strojevodja v primerih vožnje po nepravem tiru na cestne prehode. Strojvodja mora peljati preko cestnega prehoda, kot da je ta v okvari, saj se v takšnem primeru zavarovanje cestnega prehoda ne vključuje avtomatsko, ampak prometnik s pomočjo tipk zapira cestni prehod. Takšen način imenujemo polavtomatski, saj se po prehodu vlaka prehod avtomatsko odpre.

Motnje, ki se lahko pojavijo, so enake kot pri delovanju APB na enotirni progi; razlikujejo se le po tem, da ni možno spreminjati smeri vožnje.

9.2.4 Medpostajna odvisnost na enotirnih in dvotirnih progah (MO)

Te medsebojne odvisnosti ne moremo uvrstiti med progovne naprave, saj so vse notranje in zunanje signalnovarnostne naprave na dveh sosednjih postajah, v prometnem pomenu služijo za zavarovanje odprte proge.

Bistvo MO je v nadzoru pristojnosti posamezne postaje oziroma zasedenosti celotnega medpostajnega odseka (v nasprotju z APB, kjer sta dve ali več). Kadar je odsek zaseden, tehnično onemogoča preklon signalnega znaka za dovoljeno vožnjo na katerem koli izvoznem signalu.

Pomembna je še smerna odvisnost z dajanjem privolitve, kar pomeni, da je onemogočeno z dveh postaj dati privolitev izvoza na isti medpostajni odsek.

Te naprave se niti v tehničnem niti v prometnem pomenu ne razlikujejo od naprav avtomatskega progovnega bloka, le da je na progi en sam nadziran odsek in da zato ni progovnih prostorskih signalov. Uvozni signali sosednjih postaj imajo samostojne predsignale.

Ravnanje z napravami MO je enako kot pri napravah APB na enotirnih oziroma dvotirnih progah, uporabljajo se enaki mozaiki, le da so namesto z APB označeni z MO.

9.2.5 Obojestranski promet

To pomeni, da je dvotirna proga opremljena z napravami medpostajne odvisnosti oziroma avtomatskega progovnega bloka, tako da je možen varovan promet med dvema postajama po obeh tirih v obeh smereh. S tem se bistveno poveča propustnost proge, hkrati je v primeru zapore enega tira veliko lažje zamenjati smer vožnje.

V tehničnem pogledu uporabljamo naprave APB in naprave MO za enotirne proge na vsakem tiru posebej, zato se uporaba in delovanje v ničemer ne razlikujeta. Razlika je le v označevanju prostorskih signalov.

Obstaja še možnost, pri kateri po enem tiru dvotirne proge v eni smeri vozimo po režimu APB, v obratni smeri po režimu MO.

9.3 ELEKTRONSKO KRMILJENJE RELEJNIH SIGNALNIH NAPRAV

Elektronika ima veliko prednosti pred relejnimi napravami. Te prednosti so v funkcionalnosti, saj je jasno, da elektronika veliko hitreje obdeluje logistične informacije. Problem nastane z varnostjo in zanesljivostjo delovanja, vendar se s kakovostjo elektronskih elementov ti izboljšujeta in se približujeta ali na določenih področjih presegata kakovost relejne tehnike. Prve takšne naprave so v Evropi začeli vgrajevati v devetdesetih letih, v Sloveniji so inštalirane na progi Ljubljana – Sežana in na progi Murska Sobota – Hodoš.

Razlikovati je treba elektronske signalnovarnostne naprave in elektronsko krmiljenje elektrarelejnih varnostnih naprav.

Elektronske signalnovarnostne naprave vsebujejo vse potrebne elemente signalnotehnične varnosti in neposredno krmilijo zunanje naprave, kot so signali, kretniški pogoni itd.

Elektronske naprave za krmiljenje elektrolejnih varnostnih naprav pomenijo nadgradnjo in le poenostavljajo uporabo relejnih SV-naprav, koncentrirajo elemente krmiljenja posamezne velike postaje oziroma vozlišča ali omogočajo krmiljenje večjega števila manjših postaj na določenem odseku proge ter razbremenjujejo človeka rutinskih del. Tako imajo značaj **lokalnih krmilnih naprav** ali **daljinskih krmilnih SV-naprav**. Isto vrsto naprav lahko uporabljamo za lokalno ali daljinsko uporabo. Naprave so grajene v modularni tehniki z med seboj zamenljivimi moduli, to zelo poenostavi vzdrževanje in s tem povečuje uporabnost omenjenih naprav. Za daljinsko krmiljenje potrebujemo komunikacijsko povezavo med centrom in daljinskimi postajami; ta povezava je lahko vzpostavljena po kovinskih ali optičnih vodnikih.

Tem napravam so lahko dodane naprave za sledenje številke vlaka. Na nadzornih ploščah v mozaikih so vgrajene številčnice, ki prikazujejo številko vlaka. Ko dispečer na vhodni postaji izpiše številko vlaka v prikazovalnik na tiru, je vlak pripravljen za odhod, ta številka avtomatsko sledi vožnji na celotni poti vlaka. Naprava torej sledi vlaku ter zasedbam in sprostitev posameznih tirov. S pomočjo številke vlaka dispečer telekomande vidi, da je vlak na določenem odseku in kateri vlak je to. Številke vlakov so urejene sistematsko in na osnovi številke dispečer ve, ali je potniški ali tovorni vlak in tudi njegov rang (tovorni, potniški, poslovni, mednarodni), kar poveča preglednost in olajša načrtovanje trase.

Za sisteme daljinskega vodenja vlakov velja, da morajo biti zanesljivi, pregledni in imeti možnost nadzora vodenja z enega centra. Zanesljivost in preglednost zagotovimo z ločenimi vejami, ki zagotavljajo energijo za izvršitev ukaza, in ločeno vejo, ki sporoča, da je bil ukaz izvršen. Torej sta ločeni upravljavska in nadzorna funkcija.

Dodatna literatura za študij

- 1) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 2) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.
- 3) Žitnik, A. MERITVE, MONTAŽA IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV, skripta; Višja železniška tehniška šola Ljubljana, 1970.

Spletne strani:

- 4) SIGNALNI PRAVILNIK 001 objavljen, v Ur. l. št. 32/02
www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja_zeleznice, 10.12.2008

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. Naštejte lastnosti daljinskega nadzora prometa.
2. Pojasnite, kaj omogočajo elektrolejne SV-naprave.
3. Pojasnite, kaj so mozaiki tirne slike in čemu služijo.
4. Pojasnite, kaj so notranji mozaiki in kaj prikazujejo.
5. Opišite postavljalno mizo in pojasnite, čemu služi.
6. Opišite zunanje mozaike in pojasnite, čemu služijo.
7. Ob skici opišite pomen javljalnika glavnega signala.
8. Ob skici opišite pomen javljalnika lege kretnice.
9. Opišite pomen tirne postavljalne mize in pojasnite, čemu služi.
10. Opišite APB in pojasnite, s katerimi napravami ga vzpostavimo.
11. Naštejte pogoje, ki jih upoštevamo za razporeditve naprav APB na enotirni progi.
12. Opišite možne okvare naprav APB na enotirni progi.
13. Opišite APB dvotirne proge.
14. Pojasnite, kaj je vožnja po nepravem tiru, in naštejte, kaj je potrebno upoštevati, da jo lahko opravimo.
15. Opišite MO na enotirnih in dvotirnih progah in naštejte, katere pogoje moramo upoštevati.
16. Opišite, kako poteka obojestranski promet na dvotirni progi.
17. Pojasnite, kaj je elektronsko krmiljenje relejnih naprav, katere so te naprave in naštejte njihove prednosti.

**Študijski primer in v razmislek:**

Razmislite, kdaj in zakaj uporabljamo daljinsko voden železniški promet.

Razmislite, kaj je glavni razlog uvajanja in določanja obsega

področja železniškega prometa, ki ga vodimo iz enega centra.

- V kolikšni meri je področje daljinsko vodenega prometa odvisno od stanja tehničnih sredstev?
- Kako je razporejena organizacijska shema elektrolejnega načina daljinskega vodenja?
- V katerem delu tehniške organizacijske piramide SVN se nahajajo: senzorji, mozaik tirne slike in ostali tehnični sistemi?

10 DALJINSKO KRMILJENJE SV-NAPRAV

Spoznali boste:

- Elektronske naprave za krmiljenje signalnovarnostnih naprav.
- Sistem SMIS W za računalniški nadzor železniškega prometa.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- kako sistem opravi želeno nalogo,
- kako nadzira, ali je bila naloga opravljena,
- kako opravlja nadzor nad pravilnim delovanjem sistema kot celote,
- kako onemogoča napačne, nelogične odločitve,
- kako beleži opravljene naloge in možne napake.

UVOD V POGLAVJE

Nadgradnja relejnih naprav in njihova zamenjava sta nastali kot posledica razvoja polprevodniške in računalniške tehnike ter izuma optičnih kablov, ki so omogočil zelo hiter in kakovosten prenos ter obdelavo podatkov za zagotavljanje vodenja prometa. Sistem se razvija v smeri razbremenitve osebja, ki vodi promet, povečevanja hitrosti, propustnosti in varnosti.

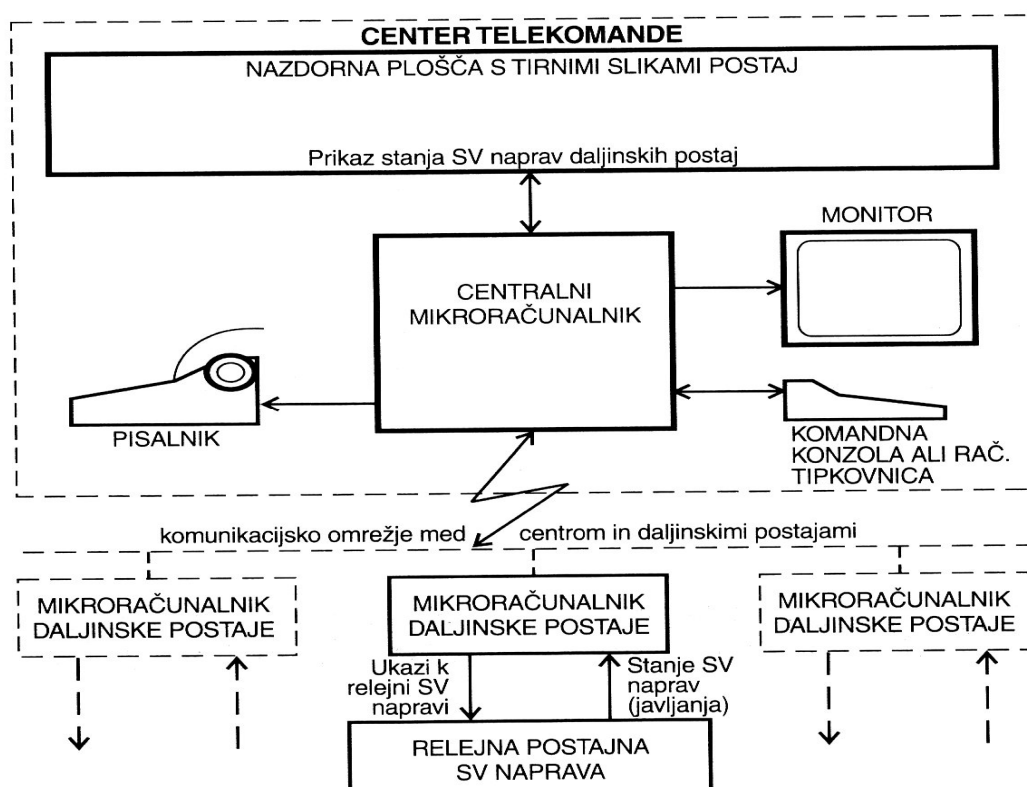
V Sloveniji je elektronska naprava vgrajena kot linijska telekomanda (Tko) za krmiljenje relejnih SV-naprav proge med **Ljubljano in Jesenicami**; upravlja se iz centra komande v Ljubljani. Z vgradnjo teh naprav se propustnost proge poveča. Ta odsek je opremljen z relejnimi signalnovarnostnimi napravami, postaje imajo vgrajene naprave za avtomatsko postavljanje prevozov APP. Avtomatsko so varovani tudi prehodi ceste preko železnice. Naslednja linijska telekomanda je bila narejena na progi **Divača – Koper**. Naprave so opremljene z APB in z napravami postajne odvisnosti. Postaje imajo vgrajene naprave za avtomatsko postavljanje prevozov (app) z možnostjo vključitve ali izključitve. Na tem področju (Divača – Koper) telekomande ni cestnih prehodov. Kljub temu da telekomanda ni deklarirana kot SV-naprava, je prenosni sistem zgrajen tako, da je verjetnost napak zelo nizka (10^{-11} za javljanje in 10^{-14} za ukaze).

Komunikacijski sistem:

- Prikazovanje stanja signalnovarnostnih naprav vseh daljinsko krmiljenih postaj na nadzorni plošči z mozaičnimi tirnimi slikami, ki so sestavljene iz mozaikov enakih standardiziranih oblik; mozaik je brez tipk.
- Ukaze operater odtipka s posebej prirejeno tipkovnico, izvedena je povratna zveza z operaterjem z maksimalnim zavarovanjem pred morebitnimi napakami. Posamezni

predviden korak operater preveri v vpisnem polju in ga potrdi ali spremeni, mikroračunalnik pa nadzoruje:

1. smiselnost zaporedja informacij;
2. odstopanja od predpisanih zaporedij, ki jih javlja kot napako;
3. večkratni zaporedni pritisk katere koli funkcijske tipke, ki so povezane;
4. pritisk na več tipk hkrati, pri čemer se upošteva tista, ki je pritisnjena prva;
5. tiskalnik za zapisovanje vseh operaterjevih ukazov in nekaterih drugih pomembnih podatkov.



Shema 8: Shema elektronskih naprav za daljinsko krmiljenje relejnih SV-naprav

Vir: Jontes, 1999, 131.

Dispečer na nadzorni plošči spremlja gibanje vlakov in s pomočjo komandne konzole oddaja ukaze za:

- postavljanje voznih poti,
- postavljanje kretnic,
- spremembe smeri privolitve APB in MO,
- preklon svetilnosti signalov dan – noč,
- vključitev in izključitev razsvetljave kretniških signalov,
- gretje kretnic ter vključitev in izključitev osnovne lege APB in MO,
- razreševanje voznih poti,
- vračanje posameznih signalov na »stoj« itd.

To so ukazi, ki jih sicer uporablja prometnik na postaji. Dispečer zaradi varnosti ne more opraviti ukazov:

- vključitev signalnega znaka za previdni uvoz in izvoz s postaje,
- postavitve zasedene ali prerezane kretnice,
- postavitve premikalnih voznihi poti.

Ti našteti primeri se rešujejo po ustreznih prometnih predpisih.

Dispečer lahko posamezno postajo izključi iz daljinskega upravljanja v režim lokalnega dela. V tem primeru prometnik ureja promet na postaji neposredno.

Nadzorna plošča je sestavljena iz mozaikov, ki so opisani v predhodnih poglavjih. Mozaik ima v tem primeru samo javljialno vlogo.

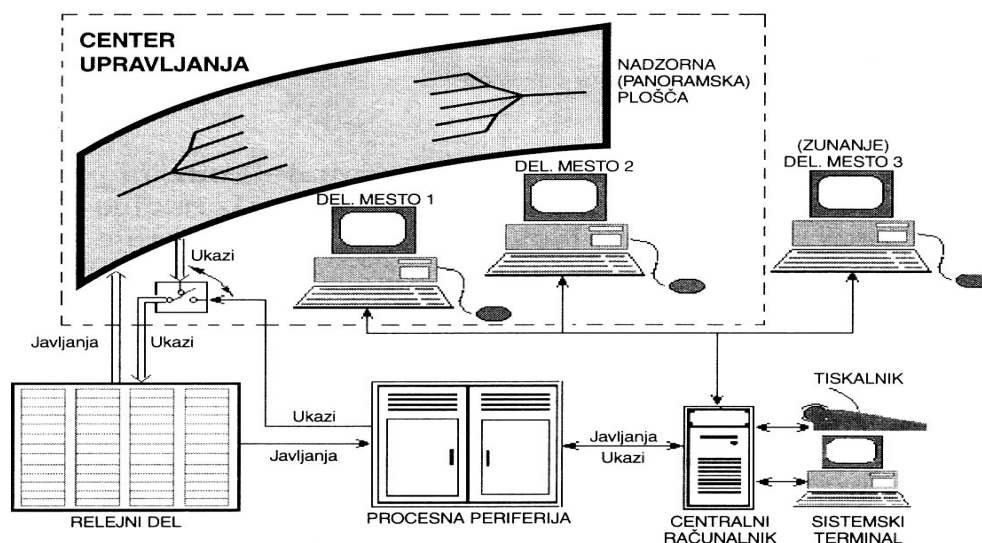
10.1 ELEKTRONSKE NAPRAVE ZA KRMILJENJE RELEJNIH SV-NAPRAV

Te naprave uporabljamo na velikih postajah oziroma vozliščih (vozliščna telekomanda), kjer je obseg tirnih naprav in naprav za zavarovanje tako velik, da klasične postavljalne mize s tirno sliko ne moremo obvladovati, saj je oddaljenost s funkcijskimi zvezami predvsem startnih in ciljnih tipk tako velika, da je en človek ne more obvladati.

Elektronske naprave kot nadgradnja SV-naprav omogočajo izvedbo preglednega načina obvladovanja takšne postaje (vozlišča). Ukaze, ki jih prometnik oddaja, uresničuje, opazuje z ustrezne oddaljenosti na nadzorni plošči oziroma panoramski tirni sliki.

Mozaiki so opremljeni s tipkami, ki se uporabljajo samo v primeru odpovedi računalnika. S takšnim načinom dela omogočimo prometniku, da varno, logično in racionalno upravlja z vozliščem. Ima možnost programiranja različnih poti, to pa pomeni vgradnjo določene inteligence v sam sistem upravljanja. Ukazi, ki jih daje prometnik, so različnih oznak in velikosti črk.

Na shemi 9 je prikazana organizacijska shema delovanja takšne lokalne postaje v Celju.



Shema 9: Shema lokalnega krmiljenja

Vir: Jontes, 1999, 140.

V sistemu so shranjeni različni programi, ki omogočajo kakovostno in hitro načrtovanje premikov na takšnem vozlišču. Posamezni programi so sestavljeni iz večjega števila ukazov.

10.2 RAČUNALNIŠKO VODENJE ŽELEZNIŠKEGA PROMETA

Vir prirejeno po: Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS: Slovenske železnice, 1999.

Kot vzorčni primer za spoznavanje sistema vodenja prometa bomo uporabili sistem ILTS proizvajalca SIEMENS; ta je nameščen na progi med Hodošem in Mursko Soboto.

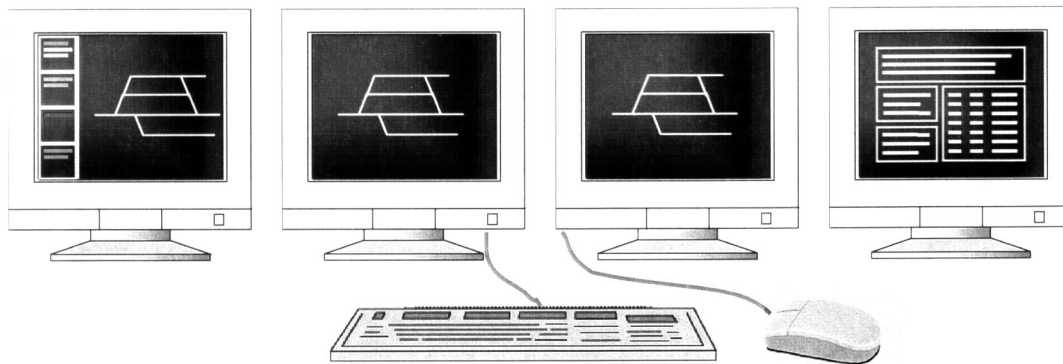
10.2.1 Kratek opis sistema

Sistem je namenjen operativnemu vodenju in avtomatizaciji železniškega prometa. Sistem vodenja poteka s pomočjo računalniške tipkovnice in miške. Sistem omogoča varnostni prikaz v času kritičnih voznih poti.

Sistem organizacije za navedeni sistem deluje preko centra vodenja prometa, ki se uporablja v Sloveniji. Center vodenja prometa obratuje z več delovnimi mesti na vsaki posamezni elektronski postavljalnici na mestu samem. Sistem omogoča delovanje tudi v primeru izpada enega računalnika.

10.2.2 Oprema delovnega mesta

Center vodenja prometa (CVP) je opremljen z več delovnimi mesti. Vsako delovno mesto je opremljeno z več monitorji visoke ločljivosti, s tipkovnico in z miško.



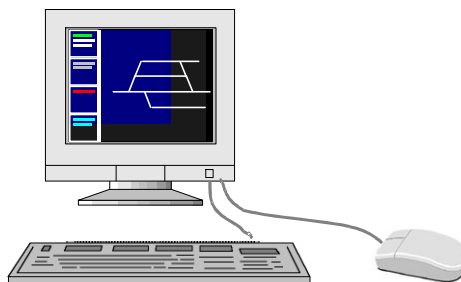
Slika 62: Delovno mesto centra za vodenje

Vir: Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS, 1999.

10.2.3 Lokalno delovno mesto

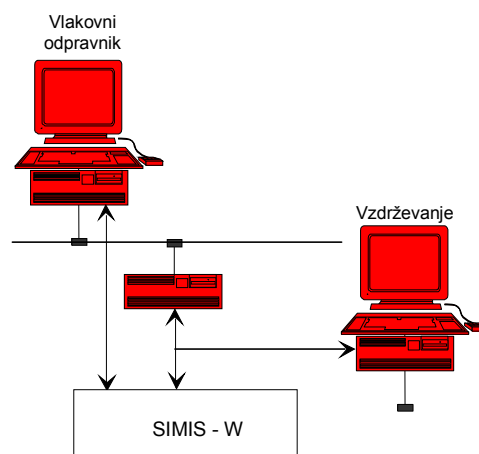
To je postaja na samem mestu vodenja in je opremljena z enim računalniškim monitorjem, s pripadajočo tipkovnico in z miško.

Lokalno delovno mesto na postaji sestavlja zaslon s tipkovnico in z miško.



Slika 63: Lokalno delovno mesto na postaji

Vir: Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS, 1999.



Slika 64: Shema povezav

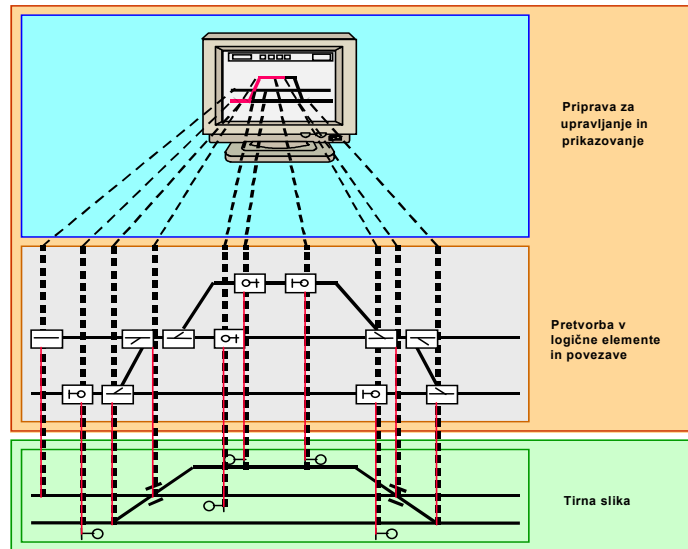
Vir: Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS, 1999.

Na zaslonu lokalnega delovnega mesta se prikazuje tirna slika postaje z vsemi potrebnimi elementi za javljanje in upravljanje.

Za upravljanje in vodenje prometa mora operater poznati posamezne grafične simbole, s pomočjo katerih se nadzira in upravlja železniški promet. Vsak izmed monitorjev prikazuje različne podatke, ki so potrebni za upravljanje v prometu. Delo na računalniških sistemih opravljajo za to pooblaščen osebe. Vse pomembne podatke za delovanje prometa in posamezne dogodke računalnik zabeleži, potrebni so za analizo dogodkov. Sistem deluje podobno kot sistem WINDOWS. Z odpiranjem posameznih oken lahko operater dobi vse pomembne podatke za načrtovanje voženj premikov ob upoštevanju varnostnih parametrov. Za delo s takšnimi ali podobnimi sistemi je nujno poznati način dela, ki je opisan v navodilih za delo.

10.2.4 Predstavitev sistema SIMIS W

To je sistem za vodenje prometa s pomočjo računalnikov. Funkcijski princip SIMIS W omogoča realizacijo sistemov postavljalnic iz posameznih elementov (objektov), ki so povezani ustrezno topografiji zunanjih naprav. Deli se na logične oziroma funkcionalne nivoje, ki med seboj komunicirajo preko standardnih vmesnikov (slika 65).



Slika 65: Sistem SIMIS W

Vir: Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS, 1999.

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

Sistem SIMIS W je zgrajen iz več nivojev računalnikov. Vsi računalniki delujejo po varnostnem principu v konfiguraciji »2 od 3«. To pomeni, da ima vsak računalnik še dodatna dva enaka partnerska računalnika. Sistem deluje pravilno, če katera koli dva od teh treh računalnikov kot rezultat obdelave informacij prikažeta enaka rezultata. Sistem najmanj dveh računalnikov zagotavlja ustrezen varnostni nivo, tretji računalnik pa povečuje razpoložljivost sistema, saj ob izpadu enega računalnika naprave nemoteno delujejo.

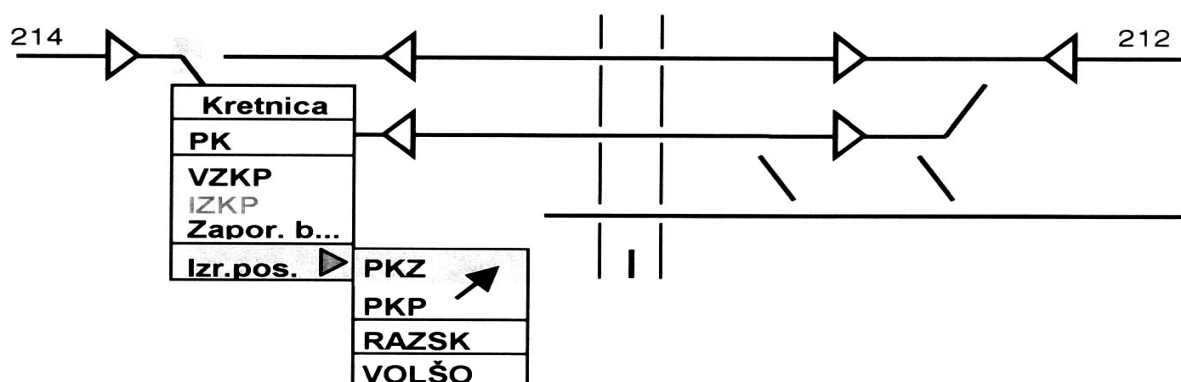
Partnerski računalniški sistemi stalno obdelujejo enake naloge. Zato morajo biti tudi ukazi k zunanjim napravam enaki. V primeru da ukazi med seboj niso enaki, primerjalniki postavijo izhode v varnostno stanje (varnostni odklop).

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

V primeru izpada računalnika se območje tega računalnika obarva vijolično, v območju sosednjih računalnikov pa se pri postavljenih vozniških poteh prikaže fragment vozne poti.

Primeri upravljanja sistema s pomočjo računalniške slike 66:

1. primer:



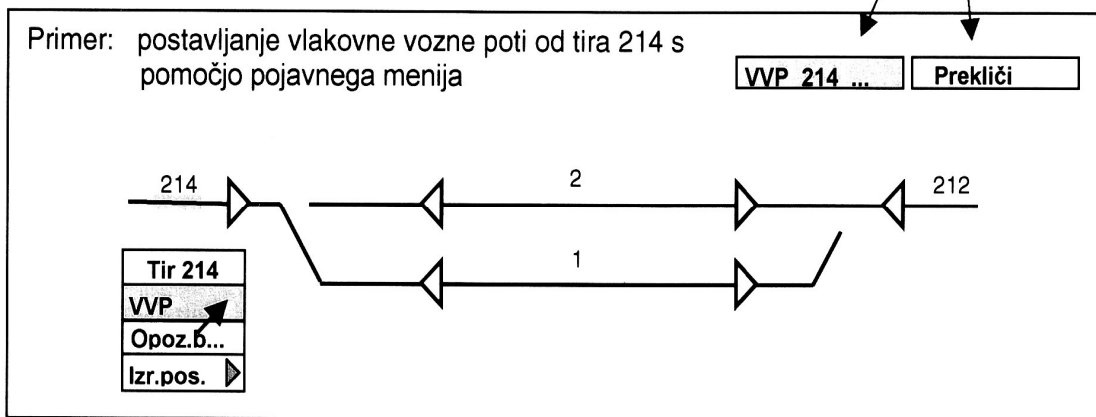
Slika 66: Prestavitev kretnice pri motenem odseku javljanja prostosti

Vir: Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS, 1999.

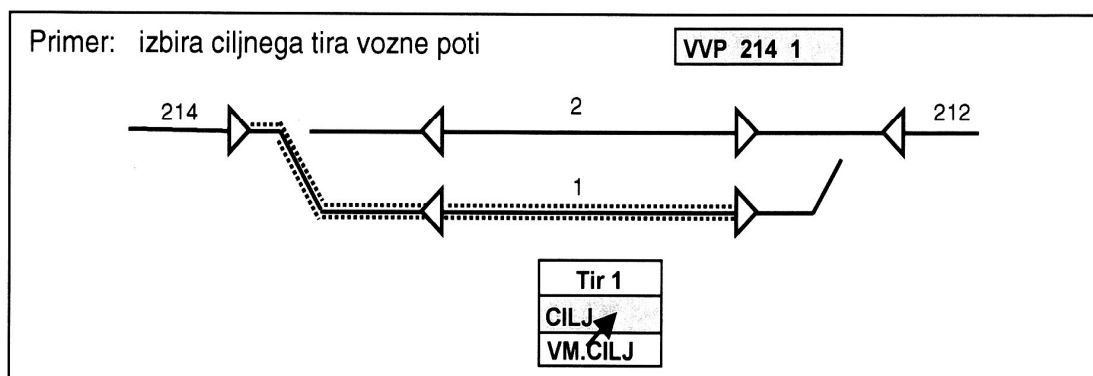
Na zaslonu so prikazani samo tisti elementi, ki jih je možno v danem trenutku upravljati. To pomeni, da je seznam razpoložljivosti ukazov odvisen od vrste prikaza, s tem se zelo povečata preglednost in razumljivost dogajanja.

2. primer:

- premaknite kazalko miške na startni tir (oz. startni signal)
 - pritisnite desno tipko miške
 - ⇒ sistem označi izbrani element
 - ⇒ v bližini elementa se odpre pojavni meni
 - premaknite kazalko na želeni menijski element
 - spustite desno tipko miške
 - ⇒ v oknu (t.j. „polju izhodnih ukazov“) se izpiše izbrano posluževanje, skupaj z gumbom „Prekliči“
- V levem polju se prikaže izbrano posluževanje. V desnem polju se lahko začeto posluževanje prekliče.



- ⇒ oblika kazalke se spremeni v:
- 
- premaknite kazalko miške na ciljni tir (oz. ciljni signal)
 - pritisnite desno tipko miške
 - ⇒ v bližini elementa se odpre pojavni meni cilja vozne poti
 - ⇒ doslej izbrana vozna pot se nakaže s črtkano dvojno črto (gl. katalog simbolov)
 - premaknite kazalko na menijski element „CILJ“ oziroma „VM.CILJ“



- spustite desno tipko miške.

Slika 67: Postavljanje vlakovne vozne poti

Vir: Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS, 1999.

Izbrani ukaz se posreduje postavljalnici.

V primeru okvar sistema vodenja ali zaznanih nepravilnosti na tiru računalnik sporoči in javi vrsto registrirane napake.

V kritičnih primerih, kot je na primer izključitev zavarovanja nivojskega prehoda ceste preko železnice, mora biti operater zelo previden, posebej ko so to nivojski prehodi, ki so tirno pogojeni zaradi postavitve vozne poti. V tem primeru mora najprej potrditi tirno pogojene vklope ali tirno neodvisne vklope zavarovanja nivojskega prehoda. Ustrezen prikaz lahko postavljalnici pošlje šele, ko se vsa optična potrdila ujemajo z javljanjem stanj na zrcalnem računalniku.

10.2.5 Primerjava vodenja prometa starejše generacije z računalniškim

Zakovitosti v prometu so obeh primerih enake. To na primer pomeni, da vlak ne sme peljati na tir, na katerem je neka ovira ali niso izpolnjeni vsi varnostni pogoji. Bistvena razlika je v tem, da s pomočjo računalnika lahko hkrati obdelujemo veliko večjo količino podatkov, s pomočjo slik nastavimo pregled samo na tistih delih proge, ki jih želimo zaradi nekega vzroka opazovati.

Računalniški sistem ima vgrajeno določeno inteligenco, ki delo operaterja poenostavi. Računalnik omogoča večjo propustnost prog ob večji preglednosti dogajanj.

Uvajanje vsakega novega sistema prinaša na začetku težave. Te so največkrat tehnološke, saj je vsako novo opremo potrebno prilagoditi lokalnim pogojem. Uvajanje teh sistemov dolgoročno znižuje stroške obratovanja. Zelo pomembno je, da so zaposleni, ki bodo upravljali in vzdrževali takšen ali podoben sistem, z njim dobro seznanjeni.

Med posameznimi proizvajalci omenjenih sistemov sicer obstaja razlika v načinu delovanja, preglednosti delovanja, skupno pa jim je zagotavljanje čim večje varnosti prometa. Varnost prometa se povečuje s preprečevanjem človeških napak in s kakovostjo vgrajenih komponent ter s kakovostjo vzdrževanja sistema. Da lahko izpolnimo te pogoje, potrebujemo osebje, ki na vseh nivojih delovanja in upravljanja obvlada te sisteme.

POVZETEK POGLAVJA

Opisani sistemi imajo vgrajeno možnost iskanja napak. To pomeni, da ves sistem nadzira delovanje samega sebe in javlja napake, ki so nastale v sistemu, kar olajša vzdrževanje in povečuje varnost delovanja ob nižanju stroškov obratovanja. To zagotavlja večjo varnost prometa. Omogoča nadzor, upravljanje in pregled nad celotnim delom naprav, ki krmilijo sistem in ki opravijo želeno nalogo.

Dodatna literatura za študij

- 1) Hernavs, B., Urbanc, J., in Kostiev, L.; Holding SŽ; Model prehoda iz sedanjega v nov sistem nadzora in vodenja prometa na slovenskih železnicah: Slovenski kongres o prometu, 2006.
- 2) Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS: Slovenske železnice, 1999.
- 3) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 4) Tehnična dokumentacija uređaja za avtomatsko osiguranje cestovnog prijelaza, SPA-2B/CR: proizvajalca ADtranz (2000).
- 5) Tehnična dokumentacija uređaja za avtomatsko osiguranje cestovnog prijelaza

Spletne strani:

- 6) SIGNALNI PRAVILNIK 001, objavljen v Ur. l. št. 32/02
www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja_zeleznice, 10.12.2008
- 7) www.drustvo-viharnik.si/gps.htm

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Naštejte osnovne funkcije daljinskega krmiljenja SV-naprav.*
2. *Opišite osnovne funkcije delovanja komunikacijskega sistema.*
3. *Opišite (skicirajte) princip organizacije delovanja daljinskega vodenja prometa.*
4. *Pojasnite, zakaj uporabljamo elektronske naprave za krmiljenje SV-naprav; narišite shemo delovanja elektronskih SV-naprav.*
5. *Opišite način in namen uporabe računalniško vodenega železniškega sistema (ILTIS).*
6. *Opišite sistem nadzora železniškega prometa SIMIS W.*
7. *Naštejte in opišite pogoje zanesljivosti delovanja železniških računalniških sistemov.*
8. *Naštejte in opišite pogoje zagotavljanja varnosti železniškega prometa s pomočjo računalniškega vodenja.*

**Študijski primer in v razmislek:**

Razmislite, v čem je razlika med računalniškim sistemom vodenja prometa in vodenjem prometa s pomočjo postavljalne mize (elektrorelejnim sistemom).

Razmislite, kakšna je organizacijska shema računalniškega vodenja prometa

v primerjavi z elektrorelejnim načinom vodenja.

- V katerem delu sta sistema primerljiva?
- Ali je bolj smiselno voditi promet enako obsežnega področja z računalniškim sistemom vodenja ali s pomočjo elektrorelejnih naprav? Utemeljite z odgovorom “da/ne”.
- Primerjajte odgovore in jih komentirajte.

11 RANŽIRNA POSTAJA

Spoznali boste:

- Pomen signalnovarnostnih naprav na ranžirnih postajah.
- Signalnovarnostne naprave, ki so pomembne za kakovostno razstavitev in ponovno sestavo vlakov.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- pomen ranžirne postaje v sistemu delovanja železniškega prometa,
- način zajemanja podatkov za nemoteno delovanje ranžirne postaje, zagotavljanje varnega in preglednega sestavljanja vlaka.

UVOD V POGLAVJE

Ranžirna postaja je ena izmed najvažnejših logističnih »točk«, potrebnih za upravljanje železniškega prometa. Na ranžirni postaji vlaki pripeljejo v eni, odpeljejo pa v drugi sestavi. Minimalna enota vlaka je vagon. Sestavljanje vlakov je možno samo tako, da se vagon priklopi s sprednje ali z zadnje strani. Proces sestavljanja vlakov omogočajo naprave ranžirne postaje.

Sestavljanje konvojov (vlakov) je zapleten proces zaradi možnosti pomika vlakov samo v smeri naprej in nazaj in samo po tirih. Vlaki morajo biti sestavljeni hitro in kakovostno. Z ranžirne postaje vlaki potujejo v različne države in različna mesta. Sestavljen vlak mora biti evidentiran, prav tako posamezni vagoni.

11.1 ZUNANJE NAPRAVE

11.1.1 Premikalni signal na drči

To so signali, usklajenimi s Signalnim pravilnikom:

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| signalni znak 33: | rinjenje prepovedano, |
| signalni znak 34: | rinite počasi, |
| signalni znak 35: | rinite hitreje, |
| signalni znak 36: | nazaj. |

Signali se postavljajo v odgovarjajočo lego s »stikalom signala na drči« na kontrolni postavljalni mizi.

Premikalni signali na drči imajo enak pomen kot signali na ostalih tirih.

Videz premikalnega signala	STANJE ŽARNIC	Pomen
??? 	Nobena žarnica ne sveti.	Neznano
Počasi 	Tri žarnice, postavljene vertikalno, svetijo konstantno.	Rini počasi.
Ustavi 	Tri žarnice, postavljene horizontalno, svetijo konstantno.	Ustavi.
Hitreje 	Tri žarnice, postavljene vertikalno, utripajo.	Rini hitreje.
Nazaj 	Tri žarnice, postavljene horizontalno, utripajo.	Vozi nazaj.

Slika 68: Premikalni svetlobni signali na drči

Vir: Uporabniški priročnik ranžirne postaje, 1998, 23.

11.1.2 Kretnice

Osnovna vloga kretnic je postavljanje vozni poti na osnovi podatkov z ranžirne liste.

Prestavljanje kretnic

Kretnice se postavijo v ustrezen položaj na osnovi komande mize (tirne slike) ali na osnovi podatkov iz računalnika. Komandna prestavitev je lahko:

- ročna, preko tipk na komandni mizi,
- avtomatska, z računalnika.

V obeh primerih se komandi opravi preko relejnih skupin na pogonu kretnic.

Računalnik registrira informacije o ročni komandi in zapori kretnice. Vsaka prestavitev se kontrolira z računalnika tako, da se vsaka sprememba lege registrira (ročna ali avtomatska), prav tako se registrira zasedenost tira.

11.1.3 Avtomatsko postavljanje vozni poti

Vlak, ki se razpušča preko drče, je sestavljen iz določenega števila konvojev, ki so namenjeni na točno določene smerne tirs. Na osnovi teh podatkov je sestavljena ranžirna lista. Osnovna podatka sta tabela vozni poti (številke smernih tirov) in število vagonov v posameznem konvoju.

Pri sestavljanju konvojev je potrebno identificirati in slediti konvojem pri njihovem potovanju po drči navzdol. Sledenje je izvedeno s tirnimi kontakti.

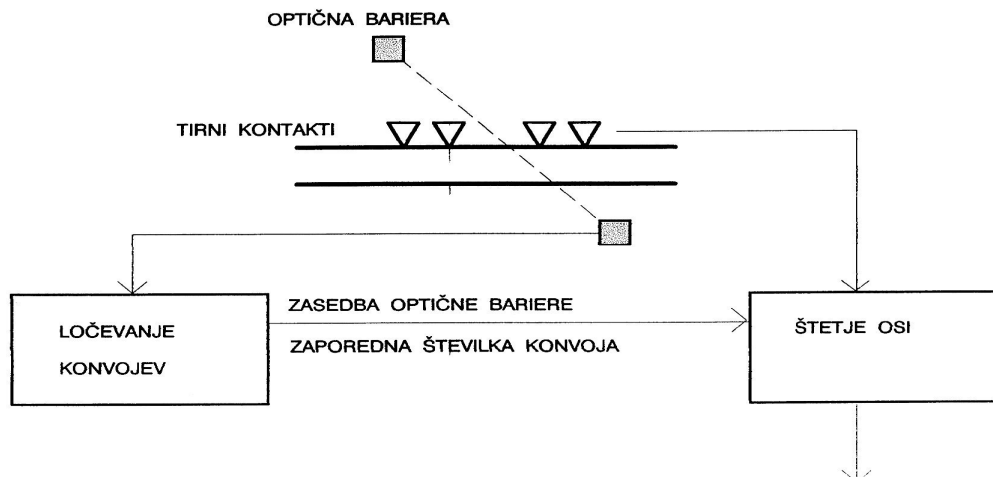
Računalnik na osnovi zajemanja podatkov s terena ugotavlja napredovanje konvoja in pred njim z morebitnim postavljanjem kretnic določa pot konvoja. Vagoni, ki ne dosežejo zastavljenega cilja, se registrirajo kot odbegli.

11.1.4 Identifikacija konvojev

V procesu razpuščanja premikalnega sestava:

- se identificirajo konvoji, določi se zaporedna številka konvoja,
- med seboj se ločijo konvoji,
- določi se število osi konvoja.

To nalogo opravimo z optično bariero in s števcem osi.



Slika 69: Shema identifikacije vagonov

Vir: Lasten.

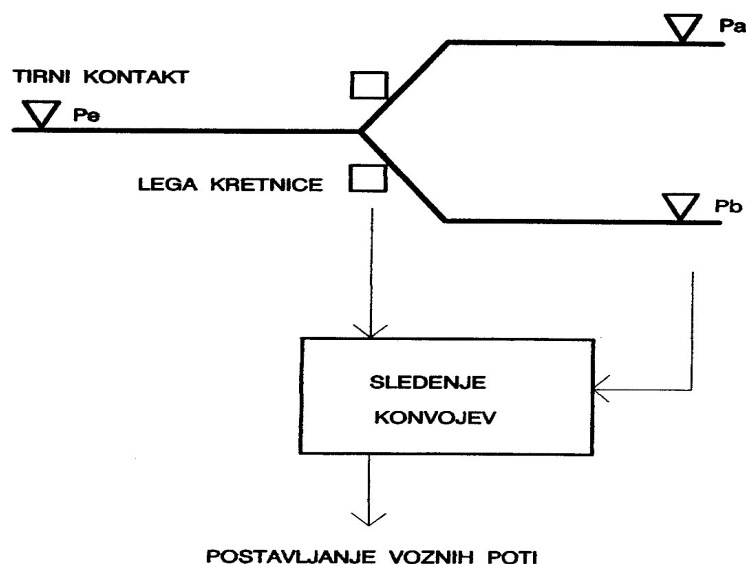
Optična bariera loči konvoje med seboj. Prekinitev žarka pomeni začetek konvoja, ponovna vzpostavitev žarka med oddajnikom in sprejemnikom pa pomeni konec konvoja. V času zasedbe s števcem osi določimo število osi. Za preprečitve morebitnih napak v štetju so uporabljeni štirje tirni kontakti ter poseben algoritem za štetje in kontrolo.

11.1.5 Princip sledenja vagonov

Konvoj se identificira z naslednjimi informacijami:

- zaporedna številka konvoja,
- število osi konvoja,
- številka smerne tira.

Sledenje vagona zagotovimo s štetjem osi na njegovi poti od optične bariere do smerne tira, skupaj z informacijo o legi posameznih kretnic.



Slika 70: Sledenja vagonov

Vir: Lasten.

Vsaka kretnica ima vgrajene tri kontakte:

- vhodni kontakt P_e , ki je montiran pred ojstrico na razdalji, ki je določena z maksimalno hitrostjo konvoja (zaščitna razdalja),
- izhodna tirna kontakta, ki se montirata na vsakem kraku kretnice.

Tirni kontakti tvorijo števec osi, ki daje informacije o zasedenosti kretniškega odseka za avtomatiko kretnic in omogoča določitev hitrosti; merjenje hitrosti omogoča odkritje morebitnega dohitevanja. V primeru okvare tirnega kontakta prevzame njegovo vlogo sosednji tirni kontakt.

Slednje se uporablja za določitev zasedenosti in sprostitve kretniških odsekov:

- krmiljenje kretnic,
- detekcija odbeglih konvojev,
- merjenje hitrosti konvojev v kretniškem področju.

Informacija o hitrosti konvojev se uporablja pri izračunu za določitev morebitnega bočnega oplazenja konvojev in verifikacijo natančnosti izračuna faktorja kotalnosti, kjer je to mogoče.

11.1.6 Princip določanja bočnega oplazenja

Ko konvoj zapusti primarno tirno zavoro, so v računalniku naslednji podatki:

- število osi,
- medosna razdalja,
- številka smernega tira,
- faktor kotalnosti nivoja,
- položaj vagona na drči.

Na merni bazi, sestavljeni iz dveh tirnih kontaktov na znani razdalji, je moč določiti hitrost in medosno razdaljo vagona. Ob prehodu prve osi preko prvega in drugega kontakta se določi hitrost vagona. Ob prehodu druge osi preko prvega in drugega kontakta se določi hitrost vagona. Ob prehodu druge osi preko prvega kontakta pa se iz hitrosti in časa izračuna medosna razdalja. V računalniku so tudi naslednji podatki:

- razdalja med vrhom drče in posameznimi tirnimi kontakti,
- razdalja med izhodi kretnic in ločnicami.

Na osnovi položaja konca prehodnega vagona in začetka naslednjega vagona ter na osnovi njunih hitrosti računalnik lahko predvidi oplazenje vagonov in ga s prestavitvijo kretnice spremeni v dohitevanje.

11.1.7 Princip primarne tirne zavore

Deluje na principu proporcionalnega zaviranja v odvisnosti od mase vagona. Ob vsaki zavori je vgrajena hidravlična komandna enota, ki omogoča upravljanje zavor z ročnim aktiviranjem na razvodnem ventilu ali aktiviranje na komandni mizi.

Učinkovitost zavore je tolikšna, da po enem dolžinskem metru absorbira kinetično energijo, ki je ekvivalent 0,2 m višine drče.

11.1.8 Upravljanje tirnih zavor

Upravljanje je lahko ročno ali polavtomatsko:

- pri ročnem operater s pomočjo tipk odpira in zapira;
- pri polavtomatskem operater odreja izhodno hitrost preko tipkovnice na komandni mizi;
- zavora mora biti zaprta pred vstopom vagona ali konvoja v zavoro.

Ročni režim

Ročna komanda se uporablja samo v kritičnih primerih ali pa v slučaju okvare naprav, zato ima prioriteto, prednost pred polavtomatsko komando. Za kritični primer se na primer smatra

zaustavljen vagon v kretniškem področju za zavore, kjer lahko nalet naslednjega vagona prepreči samo operater s pravočasno ročno intervencijo.

Z zavoro se ne sme zavirati celotna kompozicija, ki jo potiska lokomotiva, da bi konvoj lahko razpeli od celotne kompozicije, ker to močno obremenjuje tirne zavore.

Polavtomatski režim

V tem režimu operater na osnovi razpoložljivih podatkov, na osnovi lastne presoje in s pomočjo tastature določi izhodno hitrost vagona iz zavore. Delovanje zavore je nadzorovano tako dolgo, dokler vagon ne zapusti zavore. To je nadzorovano s pomočjo centralne procesne enote.

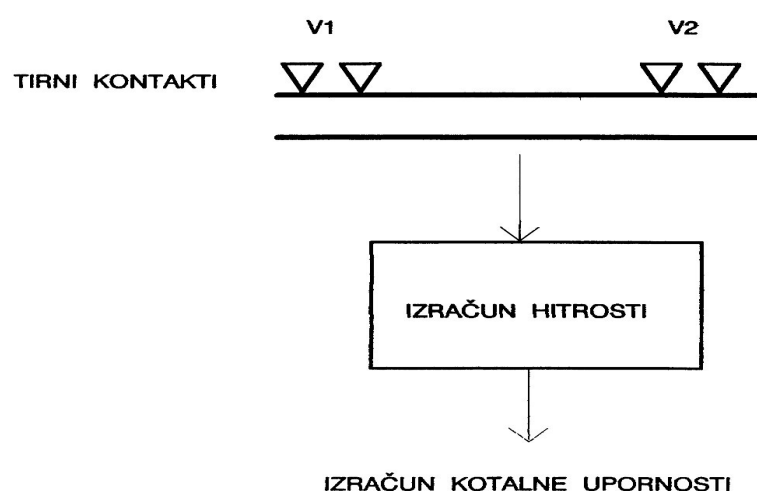
Operater s pomočjo podatkov, dostopnih pred vstopom vagona na področje tirne zavore, in videonadzora izbere izstopno hitrost vagona z aktiviranjem ustrezne tipke.

Po prevozu prve osi vagona preko tirnega kontakta pred zavoro se aktivira program za krmiljenje zavore. Primerjata se izmerjena in izbrana hitrost. Pri tem se upoštevata pojemek vagona in odzivni čas zavore. V primeru povečanja hitrosti po končanem zaviranju (za povečano hitrost $v = 0,25$ m/s) zavora ponovno zavre. Proces zaviranja traja, dokler vagon ne zapusti zavore. Vse to kontrolira in upravlja računalnik s pomočjo ustreznega programa. Vsi »posegi« operaterja in računalnika so registrirani. V primeru velikih odstopanj hitrosti po izstopu iz zavore računalnik na to opozori operaterja zvočno in svetlobno.

11.1.9 Določitev tekalne upornosti vagona

Računalnik na podlagi dveh meritev hitrosti vagona ob poznavanju karakteristik med mernima bazama in na podlagi podatkov o vagonu za ta vagon izračuna njegovo tekalno upornost.

Na podlagi izračuna ga umesti v enega izmed treh razredov: slab, srednji ali dober tekač. Ta podatek se izpiše na zaslonu in komandni mizi in je v pomoč operaterju pri izbiri izhodne hitrosti iz zavore. Na sliki.71 je podan princip meritve.



Slika 71: Ugotavljanje tekalne upornosti

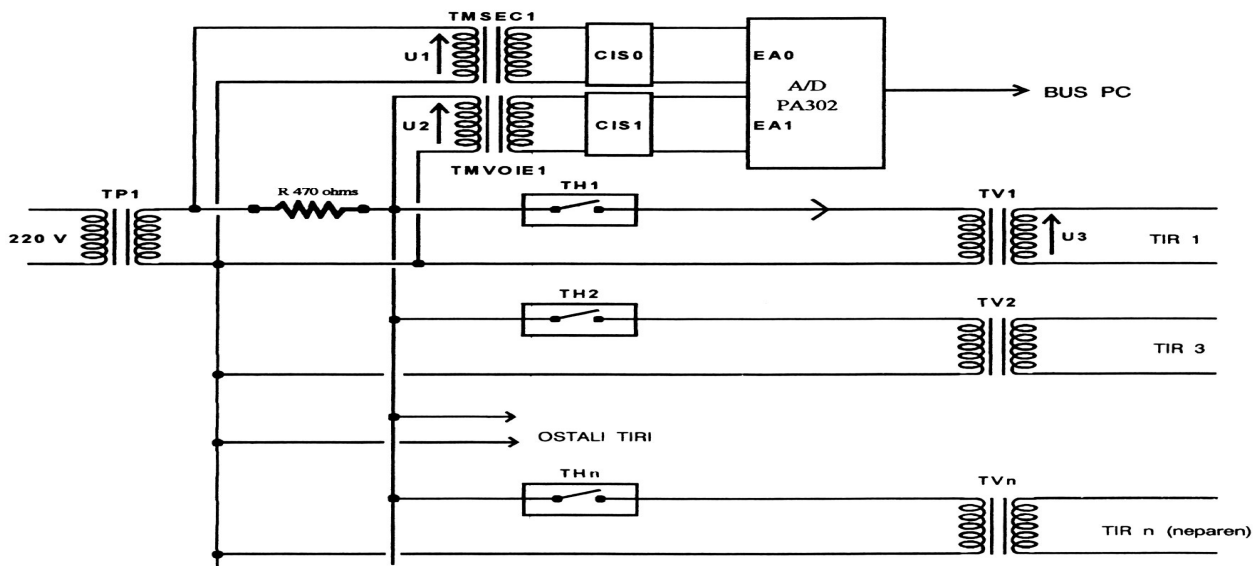
Vir: Lasten.

11.1.10 Merjenje proste dolžine smernih tirov

Na podlagi meritev za vse smerne tire so na barvnem videozaslону glavnega komandnega delovnega mesta prikazani podatki o njihovi prosti dolžini. To je podatek o poziciji zadnjega vagona skupaj z informacijo, če je vagon še v gibanju ali se je že ustavil.

Princip merjenja

Princip merjenja proste dolžine smernih tirov (za neparne tire) je prikazan na sliki Slika 72.



Slika 72: Merjenje proste dolžine smernih tirov

Vir: Lasten.

Izmenična napetost U_3 , ki preko tirnega merilnega transformatorja napaja tir, je proporcionalna impedanci smernega tira. To je impedanca (upornost), ki je sestavljena iz balasta ter predpoja na koncu smernega tira. Velja enačba:

$$U_2 = U_1 - (R.I_z)$$

Produkt $R.I_z$ je odvisen od dolžine tira.

Računalnik opravlja meritve ciklično, v kratkih časovnih intervalih (na primer v času 120 ms traja ena meritev); to pomeni, da 40 tirov izmeri v 2,4 sek. S tem dobi računalnik podatke, ali se vagon premika in s kolikšno hitrostjo.

Osnovne funkcije te naprave so:

- določitev praznega ali polnega tira,

- določitev vagona v gibanju,
- meritve naletnih hitrosti vagonov na smernih tirih.

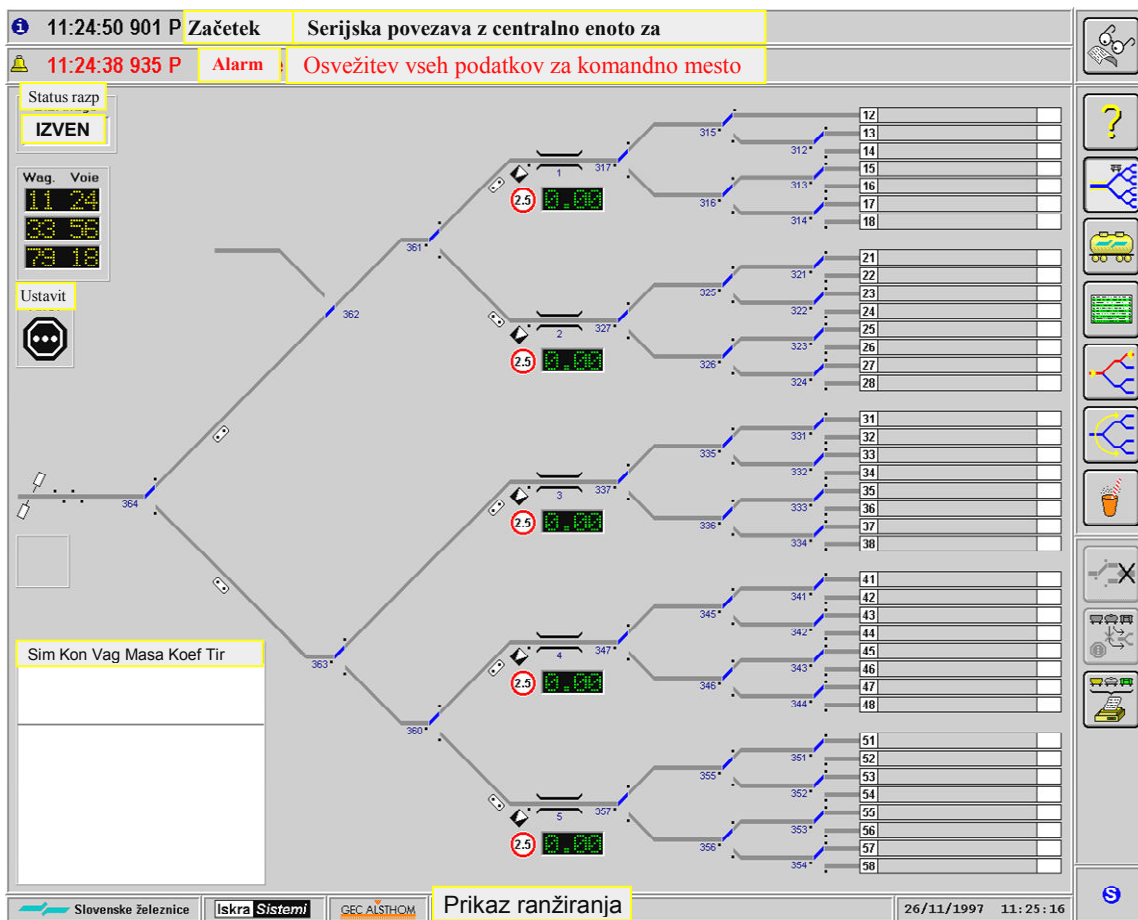
Hitro in pravilno obdelavo teh podatkov omogoča računalniški sistem. Glavna računalniška procesna enota dobi podatke od ostalih procesnih enot. Centralna procesna enota dobi naslednje podatke:

- pozicije zadnjih zaustavljenih konvojev, skupaj s časom zaustavitve,
- pozicije zadnjih vagonov v gibanju,
- hitrosti zadnjih vagonov v gibanju,
- naletne hitrosti,
- anomalije in okvare pri merjenju,
- sporočila o statusu naprave.

11.1.11 Informacijske povezave

Računalnik prikaže podatke na zaslonu in jih izpiše s tiskalnikom in shrani v pomnilnik. Računalnik je povezan tudi z računalniškim informacijskim sistemom ISSŽP.

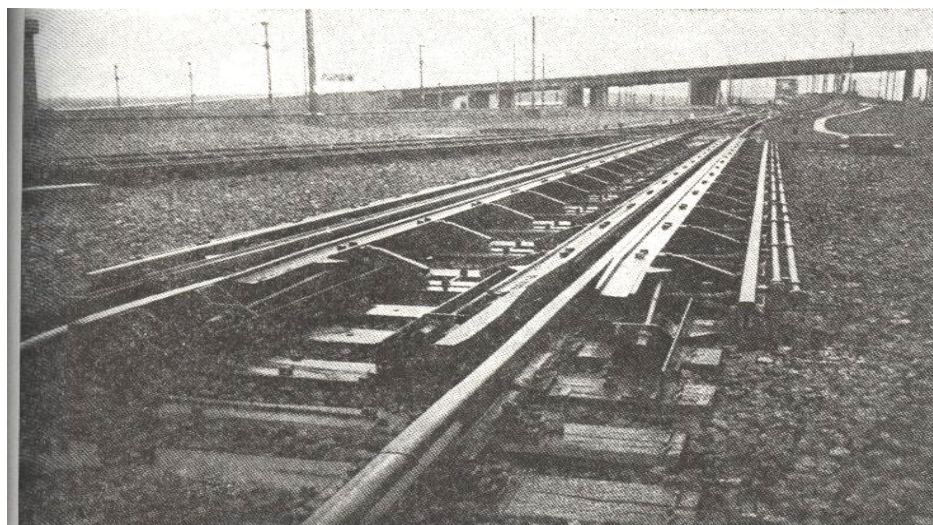
Primer prikaza ranžiranja na računalniku:



Slika 73: Prikaz zaslona na računalniškem ekranu
Vir: Uporabniški priročnik ranžirne postaje, 1998, 96.

11.2 PRIMARNE TIRNE ZAVORE

V nadaljnjih poglavjih bomo predstavili tirne zavore in njihov način delovanja, take tirne zavore so vgrajene na postaji Ljubljana, Zalog.



Slika 74: Tirna zavora (reterder) na drči

Vir: Uporabniški priročnik ranžirne postaje, 1998, 56.

11.2.1 Opis primarne tirne zavore tip R-90 P-UIC

Tirna zavora tip R-90 P-UIC je dvostransko delujoča in deluje na principu proporcionalnega zaviranja v odvisnosti od mase vagona. Ob vsaki zavori je vgrajena hidravlična komandna enota, ki omogoča upravljanje zavor z ročnim aktiviranjem na razvodnem ventilu z aktiviranjem na komandni mizi.

Karakteristike zavor so:

- širina 2,995 m (3,486 m z zaščitnimi pločevinami gibkih cevi),
- višina s pragovi:
0,446 m EBO,
0,452 m UIC,
dolžina celotne zavore = 23,5 m ,
- zavorna dolžina = 17,5 m,
- število zglobov = 15 x 2,
- število segmentov dolžine 1,25 m = 14,
- kapaciteta hidravličnega cilindra :
mali presek 0,12 l,
veliki presek 0,25 l,
- hod cilindra približno 200 mm.

Učinkovitost zavore je tolikšna, da po enem dolžinskem metru absorbira kinetično energijo, ki je ekvivalentna 0,2 m višine drče.

11.2.2 Upravljanje tirnih zavore

Upravljanje tirnih zavore je lahko ročno ali polavtomatsko:

- pri ročnem operater s pomočjo tipk odpira in zapira zavoro;
- pri polavtomatskem operater odreja izhodno hitrost preko tipkovnice na komandni mizi;
- zavora mora biti zaprta pred vstopom vagona ali konvoja v zavoro.

11.2.3 Ročni režim

Ročna komanda se uporablja samo v kritičnih primerih ali pa v slučaju okvare naprav, zato ima prioriteto pred polavtomatsko komando. Za kritični primer se, na primer, smatra zaustavljen vagon v kretniškem področju za zavoro, kjer lahko nalet naslednjega vagona prepreči samo operater s pravočasno ročno intervencijo.

Pri ročnem upravljanju je potrebno:

- da se en vagon zavira brez vmesnih presledkov;
- konvoj vagonov se zavira neprekinjeno, vse dokler "dejanska" hitrost ne ustreza željeni hitrosti;
- konvoj se sme ponovno zavirati, ko se hitrost poveča za več kot 1 m/s.

Z zavoro se v nobenem primeru ne sme zavirati celotna kompozicija, ki jo potiska lokomotiva, zato da bi konvoj lahko razpeli od celotne kompozicije, ker to močno obremenjuje tirne zavore. Nujno je, da se v primeru, ko je konvoj tako dolg, razpne pred razpuščanjem.

Pri ročni komandi operater s pritiskom na taster "Z" za zapiranje oziroma "O" za odpiranje neposredno deluje na komandni rele.

11.2.4 Polavtomatski režim

Pri polavtomatskem režimu operater na osnovi podatkov, ki so mu na voljo, in po lastni presoji s pomočjo tastature določi izhodno hitrost vagona iz zavore. Zavora je zaprta, dokler vagon oziroma konvoj ne doseže izbrane hitrosti. Delovanje zavore je kontrolirano, dokler vagon odnosno konvoj ne zapusti zavore. Za kontinuirano upravljanje zavore je uporabljena podvojena centralna procesna enota, ki je nameščena v omari za elektroniko E 2.

Operater na osnovi podatkov, ki so pred vstopom vagona v primarno tirno zavoro prikazani na zaslonu, in osebne presoje izbere izstopno hitrost vagona z aktiviranjem ustrezne tipke.

Podatki, ki so operaterju v pomoč, so:

- številka smerne tira,
- prosta dolžina smerne tira,
- masa in število vagonov v konvoju,
- ocena tekalnih lastnosti konvoja.

V računalniku so naslednje informacije o procesu zaviranja :

- hitrost, ki jo je izbral operater,
- prevoz prve osi vagona preko tirnega kontakta pred zavoro,
- hitrost vagona med zaviranjem,

- ročno zapiranje in odpiranje zavore,
- izključitev polavtomatike.

Na podlagi teh informacij in splošnih pogojev ranžiranja računalnik tvori komando za zapiranje oziroma odpiranje zavore. Pri tem se upoštevata pojemek vagona v zavori in odzivni čas zavore.

Po prevozu prve osi vagona preko tirnega kontakta pred zavoro se aktivira program za krmiljene zavore. Primerjata se izmerjena in izbrana hitrost. Vagon se zavira, če je njegova hitrost večja od izbrane. Merjenje hitrosti vagona se izvaja ves čas, od prehoda prve osi preko tirnega kontakta pred zavoro do izstopa vagona iz zavore.

Če se po končanem zaviranju hitrost vagona še v zavori poveča za 0,25 m/s, se zavora ponovno zapre. Povečanje hitrosti je izrazito pri dolgih konvojih. Proces zaviranja traja, dokler vagon ne zapusti zavore. Leva in desna polovica zavore se upravljata ločeno. Ena stran zavore se odpre pri hitrosti, ki je za 0,5 m/s večja od izbrane, druga stran pa, ko je dosežena izbrana hitrost. Na ta način se poveča natančnost zaviranja. Po vsakem ranžiranju se vlogi leve in desne polovice zavore zamenjata. Tako se doseže enakomerna obraba zavornih oblog.

POVZETEK POGLAVJA

To je postaja, na kateri sestavljamo vlake. Vlaki pripeljejo na postajo v eni sestavi, odpeljejo pa v novi sestavi. Kakovostna sestava vlaka je takrat, ko:

- tovara in vagona ne poškodujemo,
- vagon iz enega vlaka namestimo pravilno v drugega,
- imamo evidenco nad vključitvijo vagona v »novi« vlak,
- sestava in razstavitev vlakov morata biti hitri.

Dodatna literatura za študij:

- 1) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.
- 2) Uporabniški priročnik ranžirne postaje Zalog – glavno komandno mesto, 1998.
- 3) Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS: Slovenske železnice, 1999.

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. Pojasnite, kaj je ranžirna železniška postaja.
2. Naštejte zunanje naprave (signali, kretnice) in pojasnite, čemu služijo.
3. Opišite princip avtomatskega postavljanja vozniških poti RP.
4. Opišite princip identifikacije konvojev na RP.
5. Pojasnite, kako sledimo vagonom, ki jih formiramo v nov razpored.
6. Naštejte, s pomočjo katerih podatkov določi računalniški sistem možnost oplazenja.
7. Pojasnite, kako na RP določimo tekalno upornost vagona in zakaj je pomembna.
8. Opišite princip delovanja primarne tirne zavore; zakaj jo potrebujemo?
9. Opišite način merjenja proste dolžine smernih tirov na RP.
10. Naštejte podatke, ki jih dobi centralna procesna enota za RP.
11. Skicirajte tirno sliko in označite najpomembnejše elemente, ki so opisani v poglavju o RP (računalniški prikaz).

**Študijski primer in v razmislek:**

V čem je ranžirna postaja kot tehnični SVN-sistem delovanja podobna železniškemu SVN-sistemu kot celoti?

Razmislite, kakšna je shema organizacije tehničnih SV-sistemov železnice, in jo primerjajte z organizacijo SV-sistemov ranžirne postaje.

- V katerem delu sta oba sistema primerljiva?
- Primerjajte posamezne SV-sisteme na železnici z SV-sistemi v ranžirnih postajah.
- Opišite sisteme SV-naprav, ki so primerljivi ali enaki.
- Opišite sisteme S-naprav, ki niso primerljivi.
- Komentirajte podobnosti in različnosti sistemov.

12 DIGITALNO ŽELEZNIŠKO OMREŽJE GSM-R

Spoznali boste:

- Sistem vodenja vlakov s pomočjo GSM-R.
- Naprave, ki omogočajo vodenje železniškega prometa pri najvišjih hitrostih.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- delovanje GSM-R,
- organizacijo sistema,
- povezavo tehničnih sistemov v celoto,
- zagotavljanje varnosti, zanesljivosti in preglednosti nad prometom in vsemi ostalimi deli železniškega sistema.

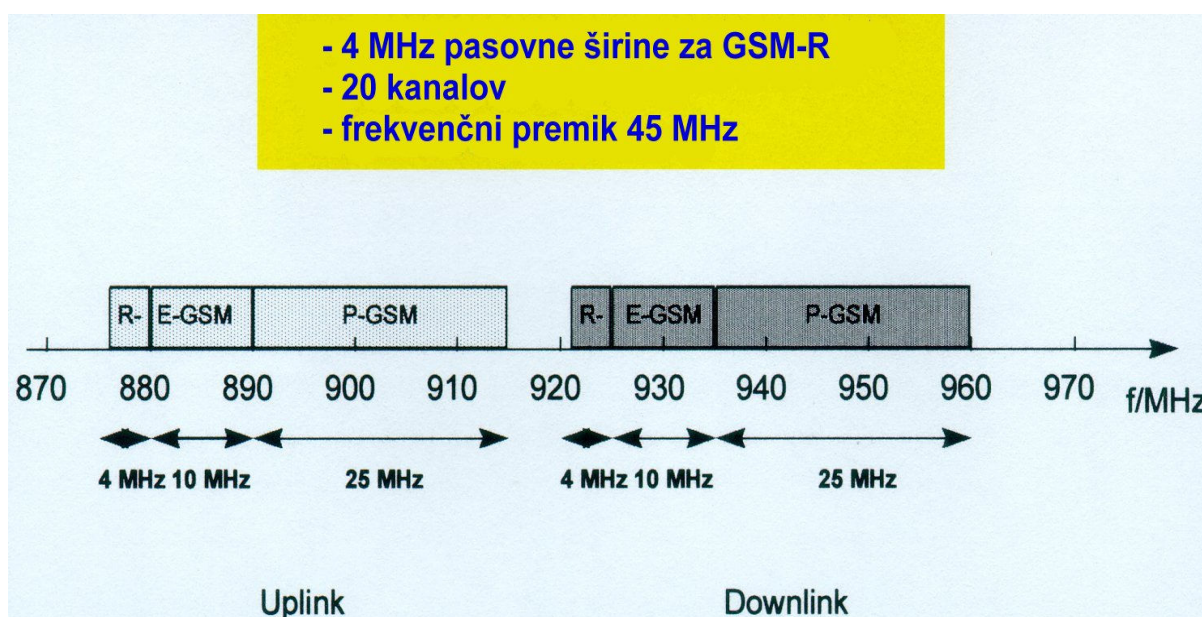
UVOD V POGLAVJE

Stalno se povečuje hitrost vlakov v razvitih državah, eksperimentalno tudi več kot 500 km/h. Pri tako velikih hitrostih strojevodja ne more dovolj hitro pravilno reagirati, še posebej če so pogoji vidljivosti slabi. Z do sedaj obravnavanimi sistemi ne bi več mogel varno voziti vlakov. Za hitrosti, večje od 160 km/h, in zavorne poti, ki jih dosegamo z vlakom, ni možno zagotoviti varne vožnje.

Težnje k združevanju Evrope se kažejo tudi na področju železniškega transporta. Glavna ovira za nemoten železniški promet so različni sistemi za nadzor in upravljanje z vlaki, ki se uporabljajo v različnih državah. Zato je Evropska skupnost ustanovila Evropski urad za radiokomunikacije (ERO – European Radiocommunications office); skupaj z Mednarodno železniško organizacijo UIC in s proizvajalci, združenimi v skupino EUROSIG, so razvili projekta ERTMS in ETCS. Pri standardizaciji poleg naštetih sodelujeta še ETSI in CEPT.

12.1 ZNAČILNOSTI DIGITALNEGA OMREŽJA GSM-R

Osnova za delovanje novih sistemov je digitalno železniško omrežje GSM-R ali EIRENE, ki temelji na omrežju GSM. Deluje na frekvenčnem področju:



Slika 75: Frekvenčna razdelitev 900 MHz področja

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/European_Rail_Traffic_Management_System (12.10.2008)

EIRENE je del celotnega sistema za upravljanje vlakov ETCS. Ta ima tri radiokomunikacijske sisteme:

- eurobalise,
- euroradio in
- euroloop.

12.1.1 Eurobalise

To je sistem, ki zagotavlja vozniku vlaka in centru za krmiljenje vse potrebne podatke za vožnjo vlaka: o hitrosti, o položaju, o signalizaciji in druge. Oddajno-sprejemna enota (balisa) je vgrajena na progi med tirnicama in oddaja ter sprejema podatke. Deluje na načelu magnetne indukcije, sproži jo nad njo vozeči vlak. Poznamo dve vrsti balis, ena samo oddaja stalne telegrame in se napaja izključno z napetostjo, ki se inducira v sprejemni anteni, povezana je z opremo ob progi in lahko oddaja in sprejema telegrame, ki jih odda vlak. Vlak stalno oddaja signal za napajanje balise frekvence $27,115 \text{ MHz} \pm 5 \text{ KHz CW}$. Oprema eurobalise je združljiva tudi z balisami drugih sistemov, ki se uporabljajo v različnih državah. Pri hitrosti vlaka 500 km/h je še možna hitrost prenosa podatkov do 565 kbitov/s. Ko balisa

sprejme napajalni signal, se v njeni anteni inducira napetost, ki napaja baliso. Za logično ničlo ima frekvenco $f_L = 3,954$ MHz in za logično enico $f_H = 4,519$ MHz. Balisa nato odda telegram, ki je FSK moduliran z zvezno fazo. Centralna frekvenca je: $(f_L + f_H)/2 = 4,237$ MHz ± 200 KHz.

Balisa začne delovati, ko je vrednost fluksa, ki se inducira v anteni, večja od $\Phi_{D1} = 6,5$ nVs. Če je signal amplitudno moduliran (poteka prenos podatkov), se balisa nanj ne sme odzvati oz. mora prenehati z oddajo, dokler ne ugotovi vrste amplitudne modulacije.

12.1.2 Euroradio

To je sistem za prenos podatkov in govora za krmiljenje vlaka v obeh smereh; uporablja 900 MHz področje. Za prenos podatkov uporablja digitalno železniško omrežje GSM-R ali EIRENE.

12.1.3 Euroloop

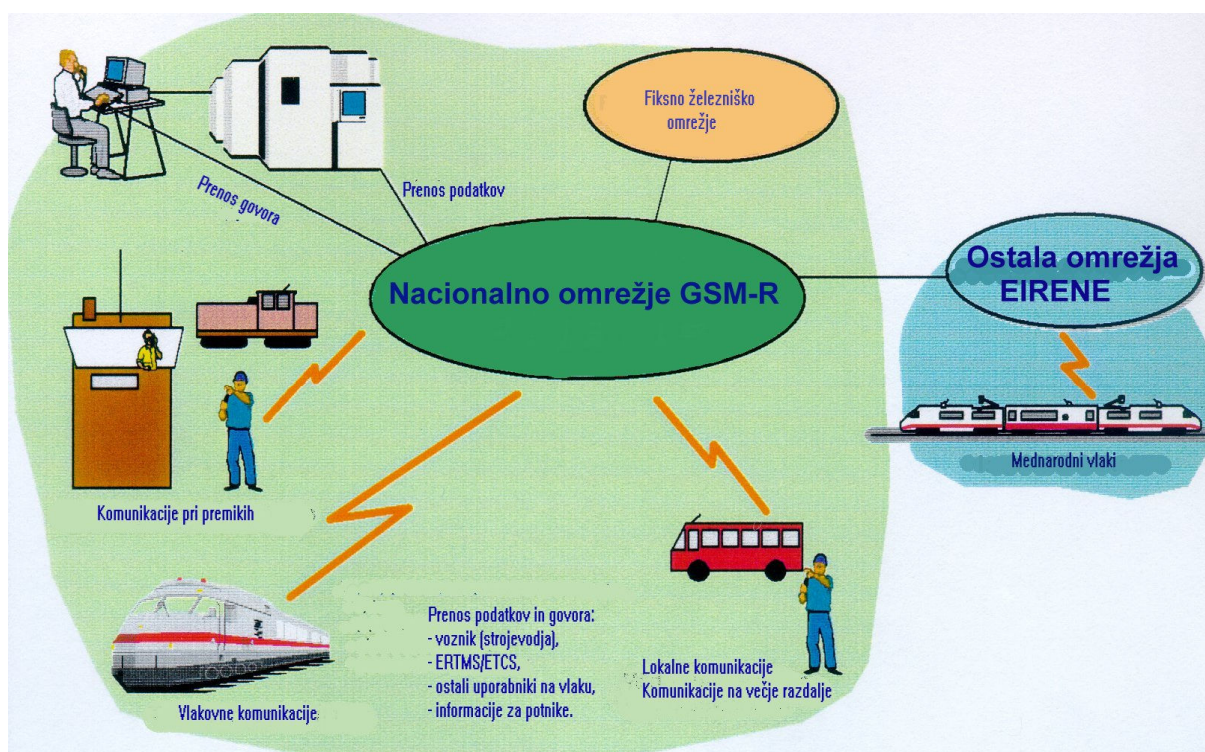
Je del varnostnega sistema, v prihodnosti ga bo nadomestil euroradio. Euroloop se uporablja za prenos podatkov, deluje pa na načelu induktivnosti zanke. Podatke oddaja nepretrgoma, ne kot eurobalisa, ki jo sproži nad njo vozeči vlak.

12.1.4 UMTS

Mobilni sistem tretje generacije UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Za zemeljske in satelitske zveze so rezervirani frekvenčni pasovi od 1900–1980 MHz, 2010–2025 MHz in 2110–2170 MHz, hitrost pretoka podatkov je 144 kbitov/s, v nekaterih primerih do 2 Mbitov/s. Sistem bo omogočal različne storitve in uporabo na različnih področjih. Uporaba UMTS na področju železnic je obdelana v projektu MOSTRAIN (Mobile Services for high speed trains).

12.2 GSM -R

Omrežje GSM-R železniškim operaterjem omogoča medsebojno združljivost z ostalimi železniškimi omrežji, povečano učinkovitost delovanja in zmanjšanje stroškov. Vse železniške komunikacije potrebujejo prenos govora in podatkov, omrežje pa mora biti učinkovito in zanesljivo. Omrežje združuje vse komunikacije, ki se uporabljajo pri delu na železnici, povezano je s fiksnim železniškim omrežjem in z ostalimi omrežji GSM-R. Uporablja standardno GSM-tehnologijo in dodatne storitve, vse prirejeno posebnim potrebam železnic. Pomemben del prometa v omrežju GSM-R je prenos podatkov, ki ga potrebujejo različne aplikacije (daljinsko vodenje, avtomatska kontrola vlakov, eurobalise). Za prenos podatkov se uporablja paketni način prenosa (GPRS ali General Packet Radio Service).



Slika 76: Omrežje GSM-R

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/European_Rail_Traffic_Management_System (12.10.2008)

GSM-R uporablja za delovanje tehnologijo GSM. Področje, ki ga pokriva operater, je razdeljeno na celice. Vsaka celica ima svoj oddajnik oz. skupino oddajnikov, ki delujejo na eni frekvenci. Velikost celice je odvisna od moči oddajnika. Celice so razporejene po določenem vzorcu, tako da se lahko frekvenca, ki je v uporabi v določeni celici, ponovi v primerno oddaljeni celici. Ker je moč oddajnikov majhna, so tudi celice manjše, zato je ponovitev frekvenc pogostejša in omogoča večje število uporabnikov.

12.2.1 Delovanje sistema GSM

Za sistem GSM-R je rezervirano dvakrat po 4 MHz frekvenčne širine (uplink in downlink). GSM-R v celoti sloni na tehnologiji GSM, zato za dodeljevanje frekvenčnega prostora uporablja kombinacijo frekvenčno in časovno porazdeljenega sodostopa. Frekvenčna razdelitev razdeli frekvenčni pas 4 MHz v 20 kanalov, ki so med seboj oddaljeni po 200 kHz. Vsaki bazni postaji je dodeljen en ali več takšnih nosilcev. S pomočjo frekvenčne razdelitve so 200-kHz kanali razdeljeni na časovna okna.

12.2.2 Predaja zveze

Uporabnik mobilne postaje se nenehno premika, zato se zaradi poslabšanja kakovosti zveze pojavi potreba za zamenjavo kanala ali celice. Ločimo štiri vrste predaje zveze:

- predaja zveze med kanaloma v isti celici,
- predaja zveze med celicama, ki ju nadzira isti kontroler baznih postaj, predaja zveze med celicama, ki pripadata istemu nadzornemu centru,

- predaja zveze med celicama, ki pripadata različnim nadzornima centroma.

Mobilna postaja aktivno sodeluje pri izvedbi predaje zveze; nenehno preverja moč svojega signala (oddajnika celice, kjer se trenutno nahaja) in moč signala sosednjih celic. Seznam celic, katerih signal mora preverjati, pošlje mobilnemu terminalu bazna postaja.

Preverjanje moči je pripomoček za zagotavljanje najboljše možne zveze v danem trenutku; zveza se vedno vzpostavi z bazno postajo, ki ima najmočnejši signal. Za predajo zveze se uporabljata dva osnovna algoritma.

- **Prvi je algoritem "najmanjše sprejemljive storitve";** če kakovost zveze pada (moč signala se manjša), se moč oddajanja mobilnega terminala večja, in sicer dokler nadaljnjo večanje moči oddajanja nima več učinka na kakovost signala. V tej točki se izvede predaja zveze.
- **Algoritem "ohranjanja moči";** predajo zveze izvede takoj in ne povečuje moči oddajanja mobilnega terminala.

12.2.3 Varnost in dokazovanje pristnosti

Postopek dokazovanja pristnosti se, izvede med kartico SIM in centrom za dokazovanje pristnosti. Kartica SIM generira šifrirni ključ s pomočjo algoritma, ki je shranjen na njej. Za postopek sta potrebna še uporabniški ključ in naključna številka, ki jo zagotovi omrežje (ta številka je enaka kot številka za postopek preverjanja pristnosti). Mobilni terminal in center za dokazovanje pristnosti s pomočjo naključnega števila, šifrnega ključa in algoritma A5 izračunata vsak svoj niz 114 bitov. Če se rezultata ujemata, je uporabnik identificiran, obenem pa se preveri še ostale storitve, do katerih je uporabnik upravičen.

Naslednji varnostni postopek je ugotavljanje identitete opreme. Preden se lahko mobilni terminal poveže v omrežje, mora register identitete opreme preveriti številko opreme.

Uporabnik ima zagotovljeno zasebnost, zato se po prvi spremembi položaja registrira v začasen register mobilnih uporabnikov (TMSI – Temporary Mobile Subscriber Identity).

12.2.4 Kodiranje govora

Prenos govora je precej pomembna storitev GSM, zato mora koda za transformacijo iz analogne oblike v digitalno izpolnjevati naslednje pogoje:

- kakovost govora, vsaj tako dobra kot pri prejšnjih sistemih;
- zmanjšanje redundance v govoru; to je obvezno, ker je zmogljivost radijskega kanala omejena;
- kodiranje govora ne sme biti preveč zapleteno, ker to vodi k prevelikim stroškom.

Zagotavljanje radijske povezave določene kakovosti za prenos podatkov in govora je le del funkcije mobilnega omrežja. Uporabnik GSM lahko brez prekinitev in težav menja celice, operaterje in države, kar zahteva registracijo, preverjanje identitete, usmerjanje klica, ugotavljanje lokacije.

12.2.5 Kanalsko kodiranje

Kanali so prometni (prenos podatkov in govora) in nadzorni (sporočila za upravljanje omrežja in vzdrževanje).

Za zagotavljanje varnosti in neprekinjenosti prometa je potrebno zagotoviti kakovostno neprekinjeno povezavo. Za doseg brezhibnosti delovanja potrebujemo kakovostno mrežo z uvedbo vseh dodatnih ukrepov, ki zagotavljajo zanesljivo delovanje. Bolj je teren razgiban, zahtevnejša naloga je pred projektanti in izvajalci.

V sistemu GSM je možen prenos podatkov z največjo hitrostjo 9600 b/s. Pri prenosu podatkov pa je prav tako kot hitrost zelo pomemben tudi čas vzpostavitve zveze. Zato so razvili nove postopke, ki skrajšajo čas, potreben za vzpostavitev zveze, in povečajo hitrost prenosa podatkov. Teoretično se lahko v enem časovnem oknu v prometnem kanalu (TCH) prenašajo podatki s hitrostjo 16 kb/s, vendar je del tega prostora namenjen odpravi napak in nadzoru.

V sistemu vodenja in pretoka informacij s pomočjo GSM-R poleg govora in podatkov, pomembnih za vožnjo, upravljamo in beležimo možne nepravilnosti v delovanju sistemov na vlaku, ki so nadzirani. Takšen nadzor in javljanje podatkov lahko preprečita nastajanje predvidljivih okvar in nas opozorita na potrebo po popravilih, tudi takšnih, ki niso direktno povezana z vožnjo.

Storitve so razdeljene na tri dele:

- telestoritve ,
- nosilne storitve,
- dodatne storitve,
- telefonija,
- faksimile ,
- klici v sili,
- teletekst,
- kratka sporočila (SMS – Short Message Service): sporočilo, iz največ 160 alfanumeričnih znakov.

12.2.6 Pokritje s signalom

Pri načrtovanju omrežja je nivo pokritja s signalom določen z močjo, ki jo merimo na priključkih antene, nameščene na strehi vlaka. Na področju pokritja ta kriterij velja z določeno verjetnostjo. (Nivo moči, potrebne za pokritje določenega prostora, je odvisen od statističnih kolebanj, ki jih povzročajo spremembe lastnosti okolja, kjer se širi valovanje.)

Uporabljajo se za prenos podatkov:

- asinhroni in sinhroni prenos, 300–9600 bps,
- izmenično govor in podatki, 300–9600 bps,
- asinhroni PAD oz. paketno komutiran, 300–9600 bps,
- sinhroni dodeljen paketni prenos, 2400–9600 bps.

12.2.7 Načrtovanje omrežja

Vsak operater mobilne telefonije si želi povečati zmogljivost omrežja in tako imeti dobiček. Za uporabnika je pomembno, da se pri tem ne izgubi kakovost storitve – to še posebej velja za železniške uporabnike.

Pomembno je, da oprema omogoča nadgradnjo in s tem povečanje zmogljivosti omrežja s čim manjšimi stroški.

12.3 SKLEP 10. POGLAVJA

Nadzor nad prometom vlakov je pomemben del upravljanja železnic v Evropi. Povezuje vgrajeno signalno infrastrukturo in vlake ter olajša glavno nalogo strojevodje, to je varno vodenje vlaka brez zamud. Na hitrih progah, kjer hitrosti vlakov presegajo 200 km/h, je avtomatsko krmiljenje (Automatic Train Control – ATC) nujno, kajti strojevodja pri taki hitrosti ne opazi več znakov ob progi.

Pomemben del bodočih sistemov za krmiljenje vlaka so radiokomunikacije. Prehod železniških družb v zasebno last je povzročil pojav konkurence v nekaterih evropskih državah. Železniške družbe bodo delovale po vsej Evropi, zato bo za razvoj železniškega transporta zelo pomembna združljivost vseh različnih sistemov za upravljanje vlakov.

Evropske železniške družbe, članice UIC, so sklenile, da bodo poenotile sistem krmiljenja vlakov. Standardizirale so evropski sistem za krmiljenje vlakov **ETCS** (European Train Control System). Prednosti tega sistema so:

- Pospešitev in izboljšanje mednarodnega prometa; hitri vlaki so opremljeni z zanesljivejšo in cenejšo opremo. Potreba po ustavljanju vlaka pri prehodu meje bo zmanjšana na minimum ali celo popolnoma odpravljena.
- Krajši so presledki med vlaki na močno obremenjenih progah, na katerih bo dosežen največji možen promet.
- Veljavnost evropskih standardov, ki bodo dostopni vsem, kar pomeni manj dela za tehnične službe posameznih držav.
- Razvoj in postopna uporaba novih tehnologij, ki bodo omogočale delovanje starih naprav in s tem olajšale prehod.
- Pojav konkurence na tržišču in večja moč evropske železniške industrije.
- Vzpostavljene bodo osnove za prehod na druge načine upravljanja železniškega prometa, npr. ERTMS (European Rail Traffic Management System).

Ena od prednosti sistema GSM-R je tudi možnost uporabe v komercialne namene. Lokacije baznih postaj so namreč opremljene z vsemi potrebnimi priključki (energetski...), infrastrukturo (hiška, stolp) in s telekomunikacijskimi povezavami (optika), ki jih lahko izkoristimo za komercialni sistem GSM. Stroški postavitve se tako precej zmanjšajo. Za povezave med MSC, BSC in baznimi postajami se lahko izkoristijo povezave Slovenskih železnic z optičnimi vlakni, ki s svojo pasovno širino omogočajo prenos podatkov tudi za komercialni sistem – GSM.

POVZETEK POGLAVJA

Vse naprave sistema GSM-R uporabljajo tehnologijo GSM in so zgrajene modularno ter omogočajo kasnejšo enostavno povečanje zmogljivosti ali nadgradnjo sistema.

Projektiranje omrežja GSM-R in frekvenčna razdelitev za potrebe Slovenskih železnic sta zahtevni nalogi; zaradi razgibanosti terena in specifičnih lastnosti se lahko izkušnje tujih železnic uporabijo le deloma.

Povečevanje hitrosti je tudi eden izmed razlogov za uvedbo sistemov, ki vožnjo vlaka nadzirajo v celoti, ne glede na pogoje vidljivosti.

Dodatna literatura za študij

- 1) Hernavs, B., Urbanc, J., in Kostiev, L.; Holding SŽ; Model prehoda iz sedanjega v nov sistem nadzora in vodenja prometa na slovenskih železnicah: Slovenski kongres o prometu, 2006.
- 2) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 3) Uporabniški priročnik ranžirne postaje Zalog – glavno komandno mesto, 1998.

Spletne strani:

- 4) SIGNALNI PRAVILNIK 001 objavljen v Ur. l. št. 32/02
www.mzp.gov.si/si/delovna_podrocja_zeleznice, 10.12.2008
- 5) http://en.wikipedia.org/wiki/European_Rail_Traffic_Management_System
(12.10.2008)

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. Opišite princip delovanja vodenja železniškega prometa s pomočjo omrežja GSM-R.
2. Pojasnite, kaj je GSM-R in čemu služi.
3. Opišite zaznavanja vlaka in kako nato sistem GSM-R sledi vlaku na celotnem področju delovanja.
4. Opišite, čemu služijo eurobalise, euroradio in euroloop.
5. Opišite nivojsko organizacijo sistema GSM-R.
6. Pojasnite, kaj je pomembno pri vzpostavljanju takšnega sistema.
7. Pojasnite, kaj je prednost sistema GSM-R pred ostalimi obravnavanimi sistemi.



Študijski primer in v razmislek:

Razmislite in pojasnite podobnosti in razlike sistema vodenja med vsemi do sedaj opisanimi sistemi in GSM-R.

Razmislite, kakšna je organizacijska shema posameznih sistemov.

Primerjajte jih.

- V čem so si vsi sistemi SVN podobni?
- Katere lastnosti in zakonitosti so se v času razvoja teh sistemov vodenja najbolj spremenile in katere najmanj?

13 SISTEM GPS

Spoznali boste:

- Satelitski sistem nadzora.
- Pomen sistema GSM v železniškem prometu.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- kako sistem deluje,
- katere so pomanjkljivosti GPS za opravljanje železniškega sistema,
- možnosti sistema za operativno vodenje.

UVOD V POGLAVJE

Sistem GPS je nastal kot sistem za navigacijo in pozicioniranje na Zemlji.

To lahko imenujemo merilni sistem, ki deluje s pomočjo umetnih satelitov, ki krožijo okoli Zemlje. Meritve opravljamo s pomočjo satelitov in ustreznega sprejemnika, ki je sposoben dekodirati signale, ki jih sprejema iz satelitov in iz njih izračunati položaj »sprejemnika«.

Okoli Zemlje stalno kroži več operativnih satelitov, kot ga vidimo na sliki Slika 77.



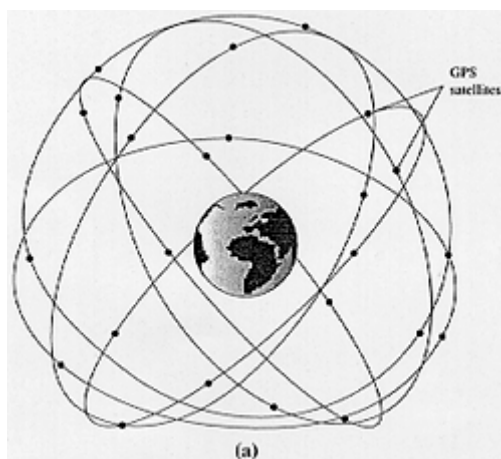
Slika 77: Satelit v krožnici okoli Zemlje

Vir: www.drustvoviharnik.si/gps.htm, 18.12.2008

Vsaj trije sateliti so v polju, iz katerega lahko dosežejo njihovi signali ustrezen sprejemnik.

13.1 PRINCIP DELOVANJA GPS

Sistem GPS (Global Positioning System) pomeni globalni pozicijski sistem; omogoča pozicioniranje položaja katere koli točke na Zemlji. Sistem deluje iz 21 operativnih satelitov, ki krožijo po geoplanetarni krožnici z obodnim časom 12 ur. Sprejemnik sprejema in dekodira kodirana sporočila najmanj treh satelitov ter iz njih izračuna svoj položaj v prostoru (slika 78).



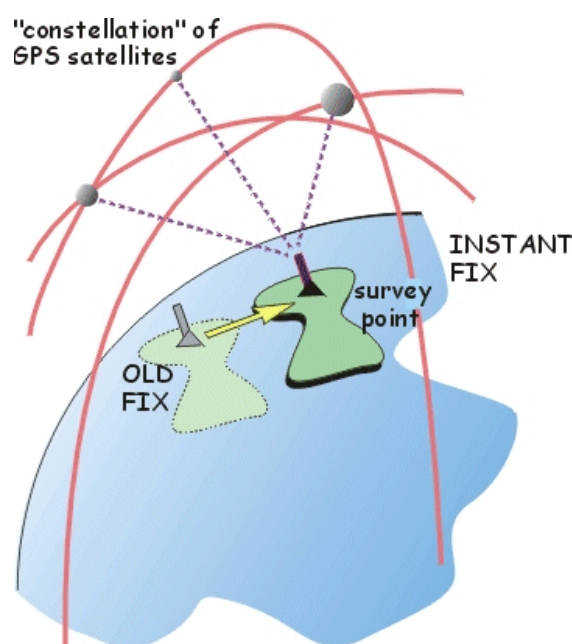
Slika 78: Kroženje satelitov GPS okrog Zemlje

Vir: www.drustvoviharnik.si/gps.htm, 18.12.2008

Delovanje sistema

- V vsakem trenutku poznamo točno lego posameznih satelitov;
- upoštevamo stanje atmosfere, ki bistveno vpliva na potovanje elektromagnetnih valov – nosilcev signala GPS;
- položaj sprejemnika določimo s pomočjo projekcije razdalj do posameznih satelitov sistema GPS;
- meritve razdalj potekajo s pomočjo meritve časa, ki je potreben za potovanje signala od satelita do sprejemnika;
- predvideno je, da so ure na satelitih in v sprejemnikih absolutno točne.

Za točno določitev položaja sprejemnika potrebujemo signale in položaje tirnic vsaj 3 satelitov.



Slika 79: Prikaz določitve položaja na Zemlji s pomočjo 3 satelitov

Vir: www.drustvoviharnik.si/gps.htm, 18.12.2008

Sateliti oddajajo signale za civilno rabo v obliki kode, ki se ponavlja vsakih 1023 bitov (1ms). Če imamo manj zahtevno meritev, je dovolj, da imamo enokanalni sprejemnik, ki zaporedoma meri razdalje do posameznih satelitov; določitev položaja zato traja med 5 in 30 sekundami. Sistema za civilno in vojaško rabo imata vsak svojo kodo, to pomeni kodo poti in satelita.

Hitrejša in natančnejša pozicioniranje omogočajo sprejemniki z 12 kanali, ki poiščejo signale vseh 12 satelitov, ki so na razpolago.

13.1.1 Določanje položaja in hitrosti gibanja s pomočjo GPS

S pomočjo beleženja in zapisovanja položajev lahko napravimo analizo gibanja. To pomeni, da določimo, kje in kako hitro se je gibal neki objekt. Merilni rezultati vsebujejo podatke:

φ – geografska širina,

λ – geografska dolžina,

k – količnik k za kotno stopinjo na ekvatorju znaša 111120 m.

S pomočjo elevacije in ostalih podatkov v izbranem koordinatnem sistemu lahko določimo položaj in pomik ob opravljeni hitrosti:

$$\Delta X = (\lambda_1 - \lambda_2) \cdot k \cdot \sin\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right)$$

$$\Delta Y = (\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$$

Iz teh podatkov izračunamo hitrosti na posameznih merjenih odsekih v smereh koordinatnega sistema (x, y, z):

$$v_x = \frac{\Delta X}{\Delta t} - \text{hitrost v smeri osi x, geografska dolžina,}$$

$$v_y = \frac{\Delta Y}{\Delta t} - \text{hitrost v smeri osi y, geografska širina,}$$

$$v_z = \frac{\Delta Z}{\Delta t} - \text{hitrost v osi z, višina.}$$

Če zanemarimo elevacijo, se izračun še poenostavi. Elevacija vpliva predvsem na izračun višine (z), kar za sledenje prometnih sredstev (vlakov) ni toliko pomembno. Torej iz dobljenih podatkov s pomočjo GPS in pripadajočega sprejemnika dobimo celoten potek poti posameznega sredstva.

13.1.2 Možnosti uporabe GPS v prometu (na železnici)

Določitev položaja s pomočjo sistema GPS je uporabna za določevanje in kasnejšo analizo položaja in hitrosti premikajočih se voznih sredstev, tudi železniških. Čeprav je sistem nastal na osnovi vojaških potreb, se uporablja v pomorstvu, cestnem prometu in tudi v železniškem prometu.

Sprejemnik, ki ga potrebujemo za določitev položaja, je majhen, zato je uporaben tudi na manjših sredstvih. Izboljšava dinamičnega sledenja je možna z uporabo specializiranih sprejemnikov z višjo frekvenco določitve položaja; nadaljnje izboljšave so možne s sistemom zajemanja podatkov na daljavo (telemetrija) in z obdelavo podatkov s pomočjo računalnika. Nadaljnji razvoj GPS zajema:

- uvažanje dinamičnih meritev s pomočjo žiroskopa, ki zajemajo tridimenzionalne podatke;
- dinamično obdelavo podatkov, kot je pospešek;
- analizo pospeškov kot dinamične komponente.

Podoben, vendar novejši sistem, ki ga pripravlja EU (Galileo), bo stopnjo natančnosti in možnosti uporabe še izboljšal.

Če želimo neposredno upravljati vlake preko satelitskih sistemov, moramo zagotoviti sledenje z zelo veliko časovno natančnostjo, v kratkem času reagiranja, z zanesljivostjo signala in s tem omogočiti pravilno ukrepanje ob pravem času. To so najpomembnejše zahteve, posebej če predvidevamo, da bodo hitrosti vlakov tudi do 500 km/h.

Dodatna literatura za študij

- 1) Hernavs, B., Urbanc, J., in Kostiev, L.; Holding SŽ; Model prehoda iz sedanjega v nov sistem nadzora in vodenja prometa na slovenskih železnicah: Slovenski kongres o prometu, 2006.
- 2) Horvat, B. Uporaba sistema GPS za meritev položaja in hitrosti v realnem okolju, zbornik: Logistika, 2000.
- 3) Štupica, P. Digitalno železniško omrežje GSM-R, 1999.

Spletne strani:

- 4) www.drustvo-viharnik.si/gps.htm, 18.12.2008
- 5) www.fiz.uni-lj.si/~zgonik/ModernaFizika/SEMINARJI/GPS., 12.11.2008
- 6) www-fl.ijs.si/~ziherl/GPS.pdf, 8.10.2008

Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Pojasnite, kaj je GPS.*
2. *Opišite možnost uporabe GPS na železnici.*
3. *Opišite osnovni princip določanja položaja s pomočjo GPS.*
4. *Navedite uporabnost GPS na področju železnice in verjetnost uporabe tega sistema v prihodnosti.*

**Študijski primer in v razmislek:**

Razmislite o razliki in možnostih sistema GPS v sistemu vodenja in nadzora na železnici.

Po kateri lastnosti se najbolj razlikuje “merilni” sistem GPS od ostalih sistemov SVN.

- Ali je sistem GPS v čem podoben sistemu SVN (npr. GSM-R)?

14 VIRI IN LITERATURA

- 1) Hernavs, B., Urbanc, J., in Kostiev, L. Holding SŽ; Model prehoda iz sedanjega v nov sistem nadzora in vodenja prometa na Slovenskih železnicah: Slovenski kongres o prometu, 2006.
- 8) http://en.wikipedia.org/wiki/European_Rail_Traffic_Management_System (12.10.2008)
- 2) Iskra Sistemi, Avtomatizacija procesov d.d.: Projekt gradnje, nadzora in kontrole delovanja računalniškega vodenja železniškega prometa na progi Šentilj – Zidani Most, 1999.
- 3) Jontes, J. UPORABA ŽELEZNIŠKIH SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV: Slovenske železnice, 1999.
- 4) Navodilo (Navodilo 425; JŽ) za ravnanje z induktivno avtostop napravo I 60: Zavod za časopisno dejavnost JŽ BEOGRAD, 1975.
- 5) Navodilo za vodenje železniškega prometa SIMIS: Slovenske železnice, 1999.
- 9) SIGNALNI PRAVILNIK 001 objavljen v Ur.l. št. 32/02
- 6) Tehnična dokumentacija uređaja za avtomatsko osiguranje cestovnog prijelaza, SPA-2B/CR: proizvajalca ADtranz (2000).
- 10) Uporabniški priročnik ranžirne postaje Zalog – glavno komandno mesto, 1998.
- 11) www.drustvoviharnik.si/gps.htm, 18.12.2008
- 12) www.fiz.unilj.si/~zgonik/ModernaFizika/SEMINARJI/GPS, 12.11.2008.
- 13) www.mzp.gov.si/si/delovna_področja_zeleznice, 10.12.2008
- 14) www.slo-zeleznice.si/sl/infrastruktura/zeleznisko_omrezje/signalna_varnost/ - 38k – (načrt + statistika + splošno sž), 17.12.2008
- 15) www.fl.ijs.si/~ziherl/GPS.pdf - 8.10.2008 Vir: www.drustvoviharnik.si/gps.htm, 18.12.2008
- 16) Žitnik, A. MONTAŽA, MERITVE IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV : skripta ; Železniško gospodarstvo Ljubljana, 1983.
- 17) Žitnik, A. MERITVE, MONTAŽA IN VZDRŽEVANJE SIGNALNOVARNOSTNIH NAPRAV, skripta: Višja železniška tehniška šola Ljubljana, 1970.

Projekt Impletum

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11

Konzorcijski partnerji:



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.