



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS
GELEŽINKELIŲ TRANSPORTO KATEDRA

Darius Gaidelis

EISMO VALDYMO SISTEMŲ GELEŽINKELYJE TYRIMAS
ANALYSIS OF RAILWAY TRAFFIC CONTROL SYSTEMS

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa: Transporto inžinerija, valstybinis kodas 62403T104

Specializacija: Geležinkelių transporto inžinerija

Mokslo kryptis: Transporto inžinerija

Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS
GELEŽINKELIŲ TRANSPORTO KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

Darius Gaidelis

EISMO VALDYMO SISTEMŲ GELEŽINKELYJE TYRIMAS
ANALYSIS OF RAILWAY TRAFFIC CONTROL SYSTEMS

Baigiamasis magistro darbas

Studijų programa: Transporto inžinerija, valstybinis kodas 62403T104

Specializacija: Geležinkelių transporto inžinerija

Mokslo kryptis: Transporto inžinerija

Vadovas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

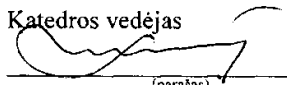
Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS
GELEŽINKELIŲ TRANSPORTO KATEDRA

Technologijos mokslo sritis
Transporto inžinerijos mokslo kryptis
Transporto inžinerijos studijų kryptis
Transporto inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62403T104
Geležinkelių transporto inžinerijos specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėjas


(parašas)

Leonas Povilas Lingaitis
(Vardas, pavardė)

2008-01-25
(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO

UŽDUOTIS

2008-01-04 Nr. 01

Vilnius

Studentui **DARIUI GAIDELIUI**
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema **Eismo valdymo sistemų geležinkelyje tyrimas**

patvirtinta 2008 m. sausio 3 d. dekanų potvarkiu Nr. 4ti.

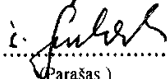
Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2009 m. gegužės mėn. 15 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Atlikti eismo valdymo sistemų geležinkelyje analizę: apibūdinti šio uždavinio uždavymus, eismo valdymo sistemas, jas palyginti tarpusavyje ir su kitomis pasaulioje naudojamomis ir būsimomis sistemomis. Atlikti stoties techninių parametrų analizę. Tanalizuoti signalizacijos gedimus ir jų priežastis. Atlikti geležinkelio vežamųjų krovinių analizę ir stoties darbuotojų poreikio stacionarumui naudoti skirtingų tipų eismo valdymo sistemas. Atlikti skirtingų eismo valdymo sistemų išiegos atitiktumą stacionarumui. Pateikti išvadas ir pasiūlymus.

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas


(Parašas)

dr. Šarūnas Mikaliūnas
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau


(Parašas)

Darius Gaidelis
(Vardas, pavardė)

2008-01-10
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Transporto inžinerijos fakultetas
Geležinkelių transporto katedra
Transporto inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas.

Eismo valdymo sistemų geležinkelyje tyrimas

Autorius: Darius Gaidelis

Vadovas: Šarunas Mikaliūnas

Kalba – lietuvių

ANOTACIJA

Baigiamajame magistro darbe lyginamos geležinkelyje naudojamos eismo valdymo sistemos. Analizuojami jų privalumai ir trūkumai. Apžvelgta įvairiose šalyse naudojamų geležinkelio eismo valdymo sistemų raida bei aptariamas tolimesnis jų vystymasis. Analizuojamos mikroprocesorinių eismo valdymo sistemų pritaikymo Lietuvoje galimybės. Siekiant tai pagrįsti išsiaiškinti, atlikta Lietuvos geležinkeliais vežtu kroviniu analize ir įvertintas įvairiais kelių ruožais vežtu kroviniu skaičiaus netolygumas. Analizuota kiek traukinių sulaikyta dėl eismo valdymo sistemų gedimų per paskutinius kelerius metus. Suskaiciuoti naujai įrengiamos mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos įdiegimo geležinkelio stotyje kaštai bei šių sistemų atsipirkimo laikas bei darbuotojų poreikis. Darba sudaro: įvadas, 5 skyriai, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 60 p. teksto be priedų, 16 paveikslų, 9 lentelės, 16 literatūros šaltinių. Atskirai pridedami darbo priedai.

Raktiniai žodžiai: geležinkelių transportas, eismo valdymo sistemos.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Transport Engineering
Department of Railway Transport
The final work of Transport Engineering MSc. Program

Analysis of Railway Traffic Control Systems

Author: Darius Gaidelis

Academic supervisor: Šarunas Mikaliunas

Thesis language – Lithuanian

ANNOTATION

In the final master work it was compared the peculiarity of traffic control systems and analysed advantages and disadvantages. Also it was reviewed international evolution and the further development of traffic control

systems in various countries. It was done analysis of microprocessor traffic control systems adaptation possibilities. Trying to find out, also it was done analysis of freight carried through the territory of Lithuania by rail and estimated the unequivalence of transported goods number through various sections of railway. Reviewed the number of delayed trains because of deterioration last few years and calculated the expenses of microprocessor traffic control system introduction in the railway station. At the end it was estimated payback of new arranged microprocessor traffic control systems and the requirement of employees. Structure: introduction, 5 sections, conclusions and suggestions, references. Thesis consist of: 60 p. text without appendixes, 16 pictures, 9 tables, 16 bibliographical entries. Appendixes included.

Keywords: railway transport, systems of traffic control.

TURINYS

IVADAS	9
1. EISMO VALDYMO SISTEMŲ KŪRIMO APŽVALGA	12
2. EISMO VALDYMO SISTEMŲ PALYGINIMAS.....	16
2.1. Mikroprocesorinė eismo valdymo sistema	18
2.1.1. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos struktūra.....	18
2.1.2. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos sudedamosios dalys.....	21
2.1.3. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos privalumai	22
2.1.4. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos charakteristikos	23
2.1.5. Objektų valdiklio sistema	23
2.2. Blokinė eismo valdymo sistema	25
2.2.1. Surinkimo grupės blokinės eismo valdymo sistemos veikimas	26
2.2.2. Vykdomosios grupės blokinės eismo valdymo sistemos veikimas.....	28
2.3. Tarpstočių eismo valdymo sistemos.....	29
3. STOTIES TECHNINIŲ PARAMETRŲ ANALIZĖ	33
3.1. Schematinio stoties kelio plano struktūra.....	33
3.2. Stoties dvibėgio kelio plano struktūra	34
3.3. Bėgių grandinių struktūra ir veikimas	35
3.4. Šviesoforai ir jų valdymas.....	37
3.5. Iešmų perjungimo būdai ir kontrolė	37
3.6. Signalizacijos sistemų gedimų ir sulaikytų traukinių analizė.....	39
4. GELEŽINKELIAIS VEŽAMŲ KROVINIŲ ANALIZĖ IR STOTIES DARBUOTOJŲ POREIKIS	43
4.1. Geležinkeliais vežamų krovinių analizė	43
4.2. Stoties darbuotojų poreikio nustatymas.....	48
5. MIKROPROCESORINĖS EISMO VALDYMO SISTEMOS ĮDIEGIMO KAŠTAI IR ATSIPERKAMUMAS	49
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	59
LITERATŪRA	60
PRIEDAI	

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Eismo valdymo sistemų stotyse pasiskirstymas	16
2 pav. Eismo valdymo sistemos nuo jų eksploatacijos pradžios	16
3 pav. Sistemos EBILOCK struktūra.....	19
4 pav. Saugumo užtikrinimo blokas	20
5 pav. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos schematinis planas.....	21
6 pav. Objektinių valdiklių bendras vaizdas.....	24
7 pav. Automatinės ir pusiau automatinės kelio blokuotės sistemos.....	30
8 pav. Kintamos srovės 25 Hz bėgių grandinė su DSŠ-16 tipo kelio rele	36
9 pav. Elektros pavaros ir jos objektinio valdiklio savitarpio komutacinė schema.....	38
10 pav. Signalizacijos sistemų gedimų ir sulaukytų traukinių analizė.....	39
11 pav. Vežimų Lietuvos geležinkeliais dinamika.....	40
12 pav. Ruožų apkrovos netolygumo įvertinimas ketvirčiais	44–45
13 pav. Ruožų apkrovos netolygumo įvertinimas per metus	45
14 pav. Ruožų ridos netolygumų įvertinimas ketvirčiais	46–47
15 pav. Aptarnaujančio personalo stotyse kitimas	48
16 pav. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos atsiperkamumas.....	58

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Ruožų apkrovos netolygumo įvertinimas	43
2 lentelė. Ruožų ridos netolygumų analizė.....	46
3 lentelė. Aptarnaujančio personalo kitimas pasirenkant skirtingas eismo valdymo sistemas	48
4 lentelė. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos įdiegimo kaštai Z stotyje	50–54
5 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Pabradės stotyje	55
6 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Kirtimų stotyje.....	55
7 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Dūkšto stotyje	56
8 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Dotnuvos stotyje	56
9 lentelė. Darbuotojų mėnesinio darbo užmokesčio išlaidų sutaupymas	57

ŽYMENYS IR SANTRUMPOS

- SI – signalizacijos įrenginiai;
- EC – elektrinė centralizacija;
- MRC – maršrutinė relinė centralizacija;
- IPU – centrinė interlokingo sistema;
- ESM – elektroninė skaičiavimo mašina;
- ALS – automatinė lokomotyvo signalizacija;
- MPC – mikroprocesorinė sistema;
- CP – centrinis procesorius;
- DSŠ – kištukinė dviejų sekcijų relė;
- ST – signalizacijos taisyklės;
- AB – automatinė kelio blokuotė.

IVADAS

Geografinė padėtis nulėmė, kad Lietuva yra tranzito kraštas, nors ir nedidelė, bet reikšminga atkarpa Rytų – Vakarų geležinkelių linijoje. Tai patvirtina ir beveik 150 metų Lietuvos geležinkelio istorija, gana tiksliai atitinkanti XIX, XX amžiaus Lietuvos istorinius, ekonominius, politinius įvykius. Karai bei revoliucijos, derinę visos mūsų šalies raidą prie stiprių Rytų ir Vakarų valstybių poreikių, „persiuvinėjo“ ir Lietuvos geležinkelio vėžės plotį pagal Rusijos ar Vakarų Europos reikalavimus.

Geležinkelių automatikos sistemos – tai techninės priemonės, užtikrinančios saugų traukinių eismą ir automatizuojančios jų valdymą. Jas sudaro geležinkelių stočių ir tarpstočių automatikos signalizacijos įrenginiai (SI), kuriuos naudojant rengiami traukinių ir manevrų maršrutai, valdomas ir kontroliuojamas traukinių eismas.

Šiuo metu eismas Lietuvos geležinkeliais valdomas Rusijoje suprojektuotomis ir pagamintomis relinės signalizacijos sistemomis. Nustatyta, kad apie 40 % šios sistemos įrenginių eksploatuojami jau 30 metų, dar 40 % – 20 metų ir tik 20 % stočių signalizacijos įrenginių eksploatuojami mažiau kaip 15 metų. Daugumos stočių ir tarpstočių įranga suprojektuota pagal trisdešimties, keturiasdešimties metų senumo tipinius projektus. Šie techniniai projektai ir įrenginiai nebeatitinka saugaus traukinių eismo ir vežimų organizavimo reikalavimų.

Įdiegus naujus šių dienų reikalavimus atitinkančius signalizacijos įrenginius, ženkliai sumažėtų neigiamų faktorių, turinčių įtakos traukinių eismo saugumui ir eismo intensyvumui, krovinių bei vagonų apyvartai ir kitiems geležinkelių transporto eismo rodikliams. Siekiant integruotis į ES transporto tinklus ir užtikrinti aukštos kokybės transporto paslaugas, pasenusių eismo valdymo ir kontrolės sistemų, įrenginių keitimas bei modernizavimas Lietuvos geležinkelyje yra vienas pagrindinių geležinkelių infrastruktūros pertvarkymo tikslų.

Siekiant padidinti geležinkelių konkurencingumą bei spręsti aplinkos apsaugos ir eismo saugumo problemas, integruotis į Europos transporto paslaugų rinką, sumažinti eksploatacines išlaidas, būtina modernizuoti signalizacijos ir telekomunikacijų sistemas. Saugiam traukinių eismui užtikrinti reikia naudoti tokią aparatūrą, kurios:

- a) gedimų tikimybė nesimetriška;
- b) sistemos veikimo teisingumo patikrinimas dinaminis;
- c) struktūra, daugiakanalė su informacijos palyginimo įrenginiais;
- d) informacija perduodama koduojama ir saugoma;
- e) personalo veiksmai kontroliuojami ir t. t.

Tik atsižvelgus į šiuos veiksnius galima užtikrinti patikimą signalizacijos įrenginių darbą naudojant naujos kartos mikroprocesorinę aparatūrą.

Esamos relinio tipo sistemos, suprojektuotos pagal tipinius projektus EC-9 ir MRC-13, sunaudoja daug elektros energijos, todėl šiuo metu diegiamos mikroprocesorinės sistemos, kurios reikalauja iki 20 % mažiau elektros energijos ir turi kitų privalumų, pvz., gedimų registravimas atmintyje ir kt.

Norint užtikrinti saugų traukinių eismą tam tikru maršrutu, neužtenka vien kelio, dar reikia patikimų automatikos, elektros tiekimo ir ryšių sistemų įrenginių, kurie padeda reguliuoti eismą. Šiuo metu atliekami geležinkelio ruožuose automatikos, telekomunikacijų sistemų ir įrenginių modernizavimo projektai, kurie savo apimtimi, sudėtingumu, naujumu neturi lygių ne tik Lietuvos geležinkeliuose, bet ir kaimyninėse šalyse.

Iš esmės AB „Lietuvos geležinkeliai“ telekomunikacijų tinklas pradėtas modernizuoti, kai buvo pasirašyta sutartis su Danijos kompanija dėl pirmojo 12 skaidulų šviesolaidinio kabelio ir pirmosios STM-1 lygio perdavimo sistemos įdiegimo.

Pasirašant sutartį dėl geležinkelių eismo reguliavimo ir signalizacijos įrenginių modernizavimo, ruože Kaišiadorys–Radviliškis buvo nuspręsta kartu modernizuoti ir galinius telekomunikacijų įrenginius, kurių pagrindu veikia visi ruožo technologiniai ryšiai. Užbaigus modernizavimą visi telekomunikacijų įrenginiai nuo galinių vartotojų terminalų iki magistralinių perdavimo sistemų veiks modernių skaitmeninių technologijų pagrindu. Galiniai technologinio ryšio įrenginiai, skirti eismo valdymui, sujungti per duomenų perdavimo tinklus.

Tokių modernių technologijų naudojimo patirtį Lietuvoje turi nedaugelis telekomunikacinių įmonių, tačiau rangovai žada, kad ryšio sistema užtikrins daug aukštesnio lygio ir kokybės telekomunikacijų paslaugas. Geležinkelio automatikos ir telekomunikacijos įrenginių modernizavimo tikslas – organizuoti traukinių eismą iki 160 km/h greičiu.

Įvertinus esamų signalizacijos įrenginių techninę būklę, kaimyninių ir Europos šalių patirtį, Lietuvos geležinkeliuose buvo parengta „Automatikos, ryšių ir elektros tiekimo ūkio plėtros programa iki 2012 metų“, kurioje įvardytos ir Lietuvos geležinkelių signalizacijos įrenginių pagrindinės plėtros ir renovavimo kryptys bei uždaviniai:

- 1) sukurti techninę bazę keleivių ir krovinių vežimų procesų valdymui centralizuoti;
- 2) subalansuoti techninį priemonių lygį, atsižvelgiant į realias eismo apimtis konkrečiuose geležinkelio ruožuose;
- 3) pasirengti traukinių eismui 160 km/h greičiu, perspektyvių technologijų (elektrifikavimo, naujos kartos didelio našumo riedmenų) įdiegimui;
- 4) įdiegti geležinkelių automatikos, važiuojančio traukinio techninės būklės automatinės kontrolės priemonių, elektros tiekimo ir pervažų įrenginių centralizuotos telekontrolės ir diagnostikos sistemas, leidžiančias pereiti prie efektyvesnių įrenginių priežiūros technologijų, išlaisvinant priežiūros personalą nuo daugelio profilaktinių darbų;

5) geležinkelių transporto veiklos rentabilumo augimo.

Lietuvos geležinkelių transporto poreikiai gali būti išreikšti daugeliu aspektų: geležinkelių transportas turėtų būti efektyvesnis, labiau orientuotas į klientus, patrauklesnis naudotojams, tačiau ne toks brangus. Geležinkelių sektoriaus reformos tikslas: konkurencingo, Europos Sąjungos reikalavimus atitinkančio Lietuvos geležinkelių transporto paslaugų sektoriaus sukūrimas taip pat konkuravimas su kitomis transporto rūšimis.

1. EISMO VALDYMO SISTEMŲ KŪRIMO APŽVALGA

Pirmosios kompiuterinės geležinkelių eismo valdymo sistemos pradėtos naudoti 1970-ųjų metų pabaigoje. Tolimesnis jų plitimas įvairiose šalyse daugeliu atveju priklausė nuo nacionalinių transporto eismo valdymo sistemų diegimo geležinkeliuose koncepcijų. Šiuolaikines mikroprocesorines eismo valdymo sistemas gamina Europoje ir pasaulyje plačiai žinomos švedų „Bombardier Transportation“ (ankstesnis pavadinimas – ADTRANZ), SIEMENS (Vokietija), ALCATEL (Austrija) ir ALSTOM (Ispanija) įmonės. Kiekviena ši įmonė savaip sprendė eismo automatizavimo sistemų kūrimo klausimus. 1978 metais pirmąją tokią elektroninę valdymo sistemą EBILOCK Gioteburge įdiegė Švedijos kompanija „Ericsson Signal“. Dabar ši įmonė priklauso kompanijai ADTRANZ, kuri susiliejo su transporto sektoriuje dabar neegzistuojančiu koncernu AEG. EBILOCK sistemai priskiriamas visas spektras eismo valdymo sistemų. Tai – EBILINE tarpstočio automatinės blokuotės sistema, pervažos signalizacijos EBIGATE sistema. Be to, dar sukurta traukinių eismo valdymo centro sistema EBICOS bei automatinės lokomotyvų signalizacijos sistema EBICAB. Šiuo metu EBILOCK sistema daugiausiai naudojama Skandinavijoje.

„Bombardier Transportation Interlocking“ yra elektroninė ir kompiuterinė, praplečiamais moduliais pagrįsta sistema, skirta saugioms Interlokingo funkcijoms užtikrinti, kontroliuojant traukinių judėjimą [1]. Ši Interlokingo sistema buvo suprojektuota dirbti visuose galimuose kelių išdėstymo tipuose, nepriklausomai nuo to, ar didelė ar maža stotis, taip pat tarpstočių valdymui ir kontrolei. Tokia sistema gali būti išskaidyta į dvi pagrindines posistemas: centrinę Interlokingo sistemą (IPU) ir objektinį kontrolierių, kontroliuojantį kelio įrangą. IPU aparatinės įrangos platforma yra naujausia technologija, kuri užtikrina, kad modulinė programinės įrangos sistema, susidedanti iš bendrų ir specifinių vietos duomenų, dirba našiai ir patikimai esant žemiems sistemos kaštams.

Pagrindiniai mokslo darbai apie mikroprocesorines sistemas yra instrukcijos ir straipsniai. Instrukcijos:

- darbas su IPU sistema;
- EBISCREEN maršrutų automatizavimas;
- duomenų perdavimo sistema Lietuvos geležinkeliams, priežiūros instrukcija;
- objektų valdiklio sistemos priežiūra.

Bendras šių instrukcijų tikslas – suteikti darbuotojams informaciją, kaip reikia dirbti su sistema.

EBILOCK pagrindą sudaro saugumo užtikrinimo blokas [2]. Prie šio bloko tiesiogiai prijungtas valdymo ir indikacijos terminalas. Esant didelėms arba sudėtingoms valdymo zonoms į

sistemą integruojami kiti įrenginiai, numatytos automatizuotų darbo vietų sistemos. Šiuo atveju terminalas naudojamas techniniam aptarnavimui ir rezervinei valdymo priemonei.

Centrinis saugumo užtikrinimo blokas – 16 skilčių duomenų bazė bei standartiniai komponentai. Jis realizuoja visa centralizacijos logiką. Stambioms valdymo zonoms naudojami keli tokie blokai, surišti nuosekliąja duomenų perdavimo linija, kuri rezervuojama patikimumui padidinti.

Perdavimo linijos sudarytos pagal žiedo topologiją, žiedas prasideda ir baigiasi centriniame saugumo bloke. Esant kabelio gedimui bet kurioje žiedo vietoje sistema veikia be apribojimų.

Kiekvienam lauko įrenginiui skirtas atskiras valdymo įtaisas. Šis taip vadinamas objektų valdymo įtaisas turi mikroprocesorių, taip pat programinę įrangą konkrečiam plokštės panaudojimui ir plokštės ryšiui su centriniu saugumo bloku bei lauko įrenginiais. Objekto valdymo įtaisas nerezervuojamas net tais atvejais, kai jis valdo labai svarbius objektus, pvz. įvažiavimo į stotį iešmus.

Objektų valdymo įrenginiai kartu su koncentratoriais išdėstyti aparatinėse spintose. Koncentratoriai regeneruoja signalą ir formuoja pajungimo punktus prie žiedinės perdavimo linijos. Jie, per modemus apsikeičia informacija vienas su kitu ir su centriniu saugumo užtikrinimo bloku. Sugedus maitinimo įrangai vieno iš koncentratorių informacija per jį perduodama taip, kad nepažeidžia kitų prijungimo punktų prie žiedinio tinklo darbo. Mikroprocesoriaus diagnostika ir techninių parametrų kontrolė vykdoma iš automatizuotos elektromechaniko vietos.

Saugumo užtikrinimo koncepcija ir eksploatacinis pasiruošimas. Visus svarbius duomenis apdoroja dvi programos – A ir B. Jos, atlieka vienodas funkcijas ir veikia vienkanaalinėje sistemoje, nors ir naudoja ją skirtingai (pvz. imami skirtingi registrai). Kiekviena iš programų sudaro savo programuotojų grupę.

Programomis A ir B suskaičiuoti duomenys siunčiami į objekto valdymo įrenginį kur jie sulyginami. Objekto valdymo komanda realizuojama tik tada, kai sutampa gauti duomenys. Pranešimas kurį perduoda objekto valdymo įtaisas – tai centriniame saugumo bloke programų A ir B sulyginamas.

Eksploataciniam pasiruošimui padidinti naudojamas rezervinis centrinis saugumo užtikrinimo blokas. Šio atveju rezervinė elektroninė skaičiavimo mašina (ESM) gauna visus duomenis iš veikiančios ESM. Šie duomenys atnaujinami ne vėliau kaip po 20 s. Po rezervinės ESM persijungimo į darbinę būseną, ji naudoja turimus duomenis, atnaujindama jos objektų valdymo įrenginius pranešimais. Bet šiuo atveju komandų vykdymo leidimas blokuojamas po 2 min.

Relinio tipo sistemoje vykdant montažo atjungimo darbus, yra laidų, blokų kontaktų arba relių supainiojimo galimybė. Pasekmės tokiais atvejais nenuspėjamos. Gali nutikti ir tyčinis įtampos

padavimas tam tikriems elementams, jungių pastatymas ant relių kontaktų ir blokų, lauko įrenginių klaidingas pajungimas.

Mikroprocesorinio tipo sistemoje aprašyti aptarnaujamo personalo veiksmų praktiškai negalime, nes relių skaičius joje dešimtis kartų mažesnis, be to vykdoma jų darbų loginė kontrolė.

Relinio tipo sistemoje yra nemažai elementų, kurių gedimas išveda iš rikiuotės faktiškai visą sistemą. Bandymas dubliuoti tokius elementus teigiamų rezultatų nedavė. Atsiradus įtampos šuoliams gali sudegti relinė aparatūra. Kabelių magistralės pažeidimas, taip pat ir patekus į juos elektros tinklų traukos srovei, pareikalauja daug laiko jų atstatymui.

Mikroprocesorinė sistema šiuo atveju yra daug patikimesnė, joje panaudotos elektroninės technologijos ir 100 % visų sudedamųjų dalių rezervas.

Galinga savaiminė diagnostika leidžia patikimai stebėti elektrinės centralizacijos elementų būklę, kontroliuoti visus gedimus, atvaizduojant juos mechaniko darbo vietoje esančiame monitoriuje.

„Siemens“ mikroprocesorinės sistemos. Šiuo metu Vokietijos ir Austrijos pramonė gamina mikroprocesorines sistemas. „Siemens“ gamina SIMIS ir SELMIS sistemas. Austrijoje gaminamos firmos Alcatel SEL mikroprocesorinės ELEKTRA sistemos. Visų šių sistemų paskirtis – valdyti stotis, kuriose yra iki 1000 vnt. įrenginių. Šios sistemos atitinka didelius eismo saugumo reikalavimus, užtikrina komandų įvedimo saugumo lygį, aptikimą ir informacijos perdavimą į valdymo punktą. Visose mikroprocesorinėse sistemose numatytos programos, kurios kontroliuoja sistemą.

Sistema SIMIS. Naudojama saugi duomenų apdorojimo sistema, šiai sistemai skirtais kompiuteriais, kurie gali turėti skirtingos konfigūracijos programas. Šie kompiuteriai gali dirbti pagal tik šiai sistemai skirtas principines schemas. Kiekviena sistema sudaryta iš dviejų nepriklausomų vienas nuo kito identiškų kompiuterių. Jie dirba sinchroniškai, o juose įdiegtos vienodos programos. Technologinio proceso duomenys kanaluose apdorojami lygiagrečiai. Išvesties duomenys yra palyginami, o palyginimo įtaisai apsaugoti nuo pavojingų gedimų.

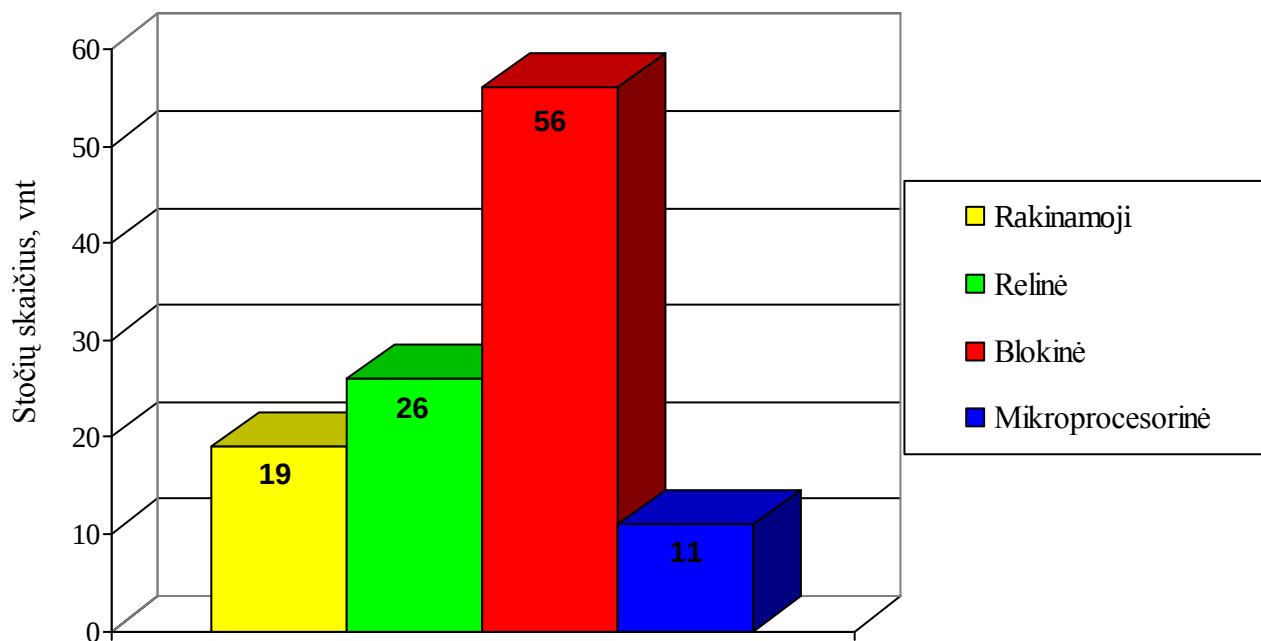
Sistema SELMIS. Visuose kompiuteriuose, kurie vykdo sistemoje atsakingas funkcijas, naudojamas saugumo užtikrinimo blokas SELMIS. Siekiant pašalinti priklausomybę nuo kitų prietaisų, kurie naudojami šiame bloke, jis sukurtas iš standartinių kompiuterinių dalių, kurios sudaro taip vadinamą saugumo apibrėžą. Saugumo apibrėža yra prietaisų ir programinių lėšų visuma, leidžianti tipiniams kompiuteriams atlikti atsakingas funkcijas. Jų dėka atsiranda galimybė sistemoje naudoti galingus ir modernius kompiuterius, kurių kaina atperkama pajėgumu. Blokų SELMIS saugumą užtikrina daugkartinės informacijos apdorojimas nepriklausomai ir lygiagrečiai dirbančiuose skaičiavimo kanaluose, bei tolesniu jos palyginimu su įėjimo, kontrolinių, tarpinių ir išvesties programos duomenimis.

Sistema ELEKTRA. Siekiant užtikrinti saugumo lygį, visi svarbiausi duomenys šioje sistemoje visada apdorojami dviejuose kanaluose. Todėl sistema padalinta į loginę ir kanalinę, tai patikimai užtikrina saugumą.

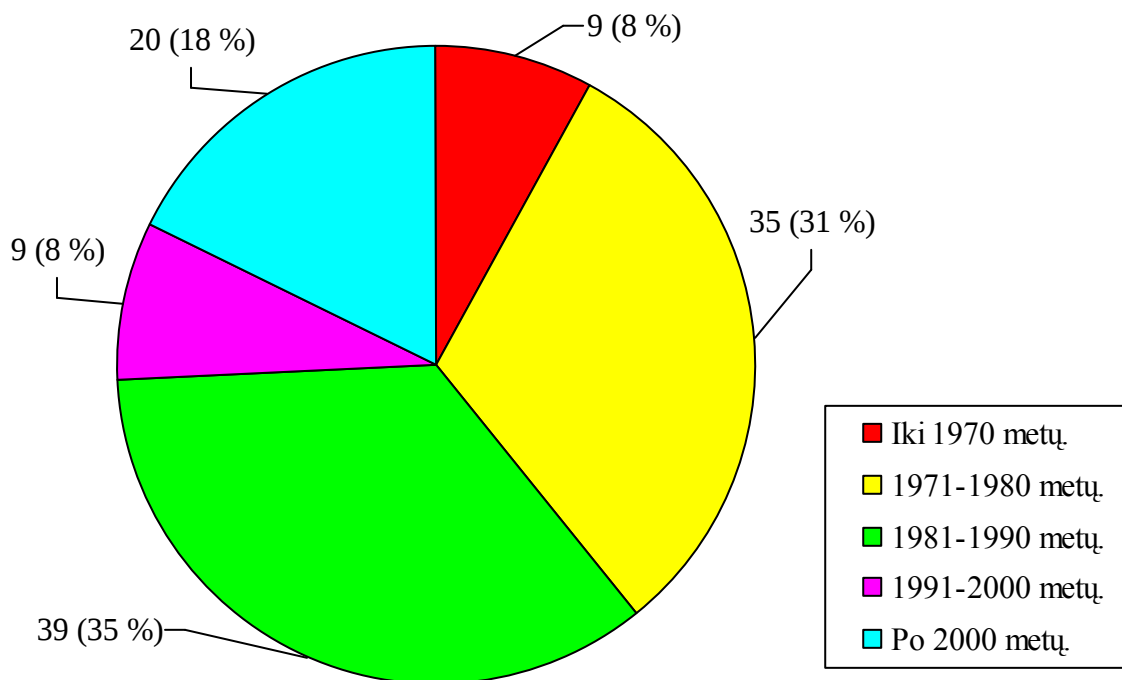
Pasiruošimas eksploatavimui pasiekiamas kompiuterių rezervavimo sąskaita. Dirba pagal principą „VOTRIC“ (Voting Triple Modular Redundant Computing System). Saugumą užtikrina dviejų kanalų sistema su skirtingomis programomis.

2. EISMO VALDYMO SISTEMŲ PALYGINIMAS

AB „Lietuvos geležinkeliai“ stotyse įrengtos šios eismo valdymo sistemos (1 priedas):
Rakinamoji 19 – stočių; relinė – 26 stotyse; blokinė – 56 stotyse; mikroprocesorinė – 11 stočių.



1 pav. Eismo valdymo sistemų stotyse pasiskirstymas



2 pav. Eismo valdymo sistemų stotyse pasiskirstymas pagal eksploatacijos laiką

Palyginus rakinamasias, relines, blokines ar mikroprocesorines eismo valdymo sistemas, galima išskirti mikroprocesorinių sistemų privalumus:

- aukštas darbingumas;
- aukštas perdavimo patikimumas;
- trumpas atsako laikas;
- papildomos diagnostikos galimybės;
- ryšys ir su atsakingais, ir su įprastiniais įvesties/išvesties įrenginiais;
- galima lengviau ir greičiau pakeisti funkcijas ir įtraukti naujus pakelės objektus;
- supaprastintas konstravimas aikštelėse;
- kompaktiškas fizinis dydis;
- modulinė konstrukcija, pritaikyta lengvam instaliavimui ir priežiūrai;
- mažiau daugiagyslio signalizacijos kabelio;
- kliento poreikiams pritaikoma programinė įranga patenkins specialius poreikius;
- sumažinti sistemos funkcionavimo kaštai;
- greitesnis investicijų atsipirkimo laikas.

Maršruto atblokavimas vyks automatiškai ir palaipsniui, traukiniui nuvažiavus kiekvieną izoliuotą kelio ruožą, įeinantį į maršrutą.

Jei gretimi tarpstočiai yra vienkeliai galima įrengti automatinę kelio blokuotę, kuri padidins traukinių pralaidumą.

Vienbėgis stoties planas braižomas be mastelio. Plane nurodoma: iešmų, šviesoforų, kelių, izoliuotų sandūrų išdėstymas bei numeracija. Iešmų ir šviesoforų koordinatės žymimos nuo stoties eismo valdymo posto ašies. Pagrindiniuose keliuose, kur traukiniai praleidžiami be sustojimo, įrengiami stiebiniai šviesoforai, o kituose keliuose – žemieji. Norint atlikti manevrus, stoties iešmynuose įrengiami manevriniai žemieji šviesoforai. Išleidžiamuosiuose keliuose manevriniai šviesoforai įrengiami su išleidžiamaisiais. Šviesoforų išdėstymo koordinatės priklauso nuo nuotolių iki iešmo smailių. Nustatant iešmų ir šviesoforų koordinates, būtina žinoti trumpiausio priėmimo ir išleidimo kelio naudingą ilgį.

Manevriniai šviesoforai žymimi raide M ir skaičiumi (lyginis – lyginiame iešmyne, nelyginis – nelyginiame) elektrinės centralizacijos posto link skaičiai didėja. Manevriniai šviesoforai yra stiebiniai ir žemieji. Stiebiniai šviesoforai statomi aklakeliuose ir signalizuoja raudonais arba baltais žiburiais. Žemieji šviesoforai, kurie įrengti traukinių priėmimo ir išleidimo maršrutuose, signalizuoja baltais arba mėlynais žiburiais.

Išleidžiamieji šviesoforai įrengiami lyginio ir nelyginio kelio kryptimis. Tokie šviesoforai signalizuoja šiais žiburiais: geltonas, žalias, raudonas ir baltas mirksintis („išimtinis signalas“).

Išleidžiamieji šviesoforai turi tokius žiburius: baltas, žalias, raudonas ir geltonas. Išleidžiamieji stiebiniai šviesoforai įrengiami pagrindiniuose keliuose ir nestabdomo važiavimo keliuose.

Pagrindiniuose keliuose geriausia kloti R65 tipo bėgius, o iešmų kryžmes naudoti 1/11, šalutiniuose keliuose – bėgių tipą R50, iešmų kryžmes 1/9.

Stoties dvibėgiame plane kaip ir schematiniame plane pavaizduoti visi: šviesoforai, elektros pavaros, jų numeracija.

2.1. Mikroprocesorinė eismo valdymo sistema

2.1.1. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos struktūra

Mikroprocesorinės sistemos pagrindą sudaro centrinis saugumo užtikrinimo blokas. Valdymui ir indikacijai skirtas terminalas tiesiogiai prijungtas prie šio bloko. Esant valdymo stambiai zonai ar jos sudėtingumui, į įrengimą integruojami kiti įrenginiai, tokiam atvejui numatyta darbo vietų automatizavimo sistema. Šiuo atveju terminalas naudojamas techniniam aptarnavimui ir kaip rezervinis valdymo įrenginys.

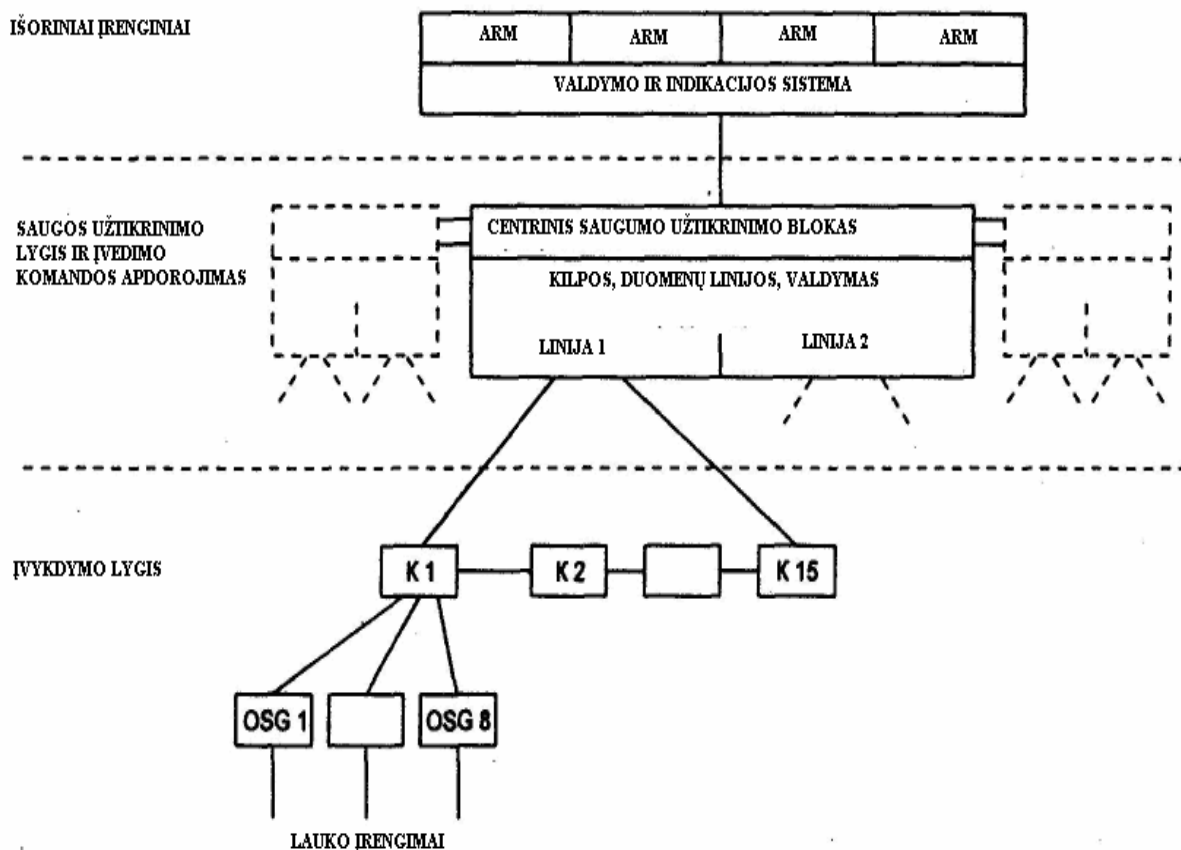
Centrinis saugumo užtikrinimo blokas sukurtas kaip 16-skilčių ESM su specializuotais standartiniais komponentais. Jis realizuoja visą centralizacijos sistemos logiką. Stambių zonų valdymui naudojami keli tokie blokai sujungti nuosekliaja duomenų perdavimo linija, kurie užtikrina saugumą (3 pav.).

Perdavimo linija atrodo kaip kilpa, kuri prasideda ir baigiasi centriname saugumo užtikrinimo bloke. Nutrūkus kabeliui, bet kurioje kilpos (šleifo) vietoje sistemos darbas tęsiamas be apribojimų.

Kiekvienam lauko įrenginiui skirtas savas valdymo įrenginys. Šis, taip vadinamas, objekto kontrolieris savo struktūroje turi mikroprocesorių, diversinę programinę įrangą konkrečiam naudojimo atvejui, plokštės ryšiui su centriniu saugumo užtikrinimo bloku ir lauko įrenginių valdymu. Objekto kontrolės įrenginys nėra rezervuojamas net tais atvejais, kada jis valdo tokius kritiškai svarbius objektus, kaip įleidžiamąsias pavaras stotyje.

Objektų valdymo įtaisai kartu su koncentratoriais talpinami šalia geležinkelio, įrenginių spintose. Koncentratoriai naudojami signalų regeneracijai ir formuoja prisijungimo punktus prie kilpos perdavimo linijos. Koncentratoriai per modemus keičiasi informacija tarpusavyje su centriniu saugumo užtikrinimo bloku. Sugedus vieno iš koncentratorių elektros maitinimo įrenginiui, informacija per jį perduodama tiesioginiu būdu. Tai netrikdo kitos kilpos prisijungimo darbo.

Įrenginiai valdomi iš automatizuoto stoties budėtojo pulto. Vykdamas manevravimo darbus eismo valdymas galimas ir iš vietinio operatoriaus pulto. Visa informacija apie sistemos veikimą ir gedimų diagnostiką yra pasiekama iš mechaniko darbo vietos.



3 pav. Sistemos EBILOCK struktūra: *ARM* — budėtojo darbo vieta; *K* — koncentratorius; *OSG* — objektų valdymo įrenginiai

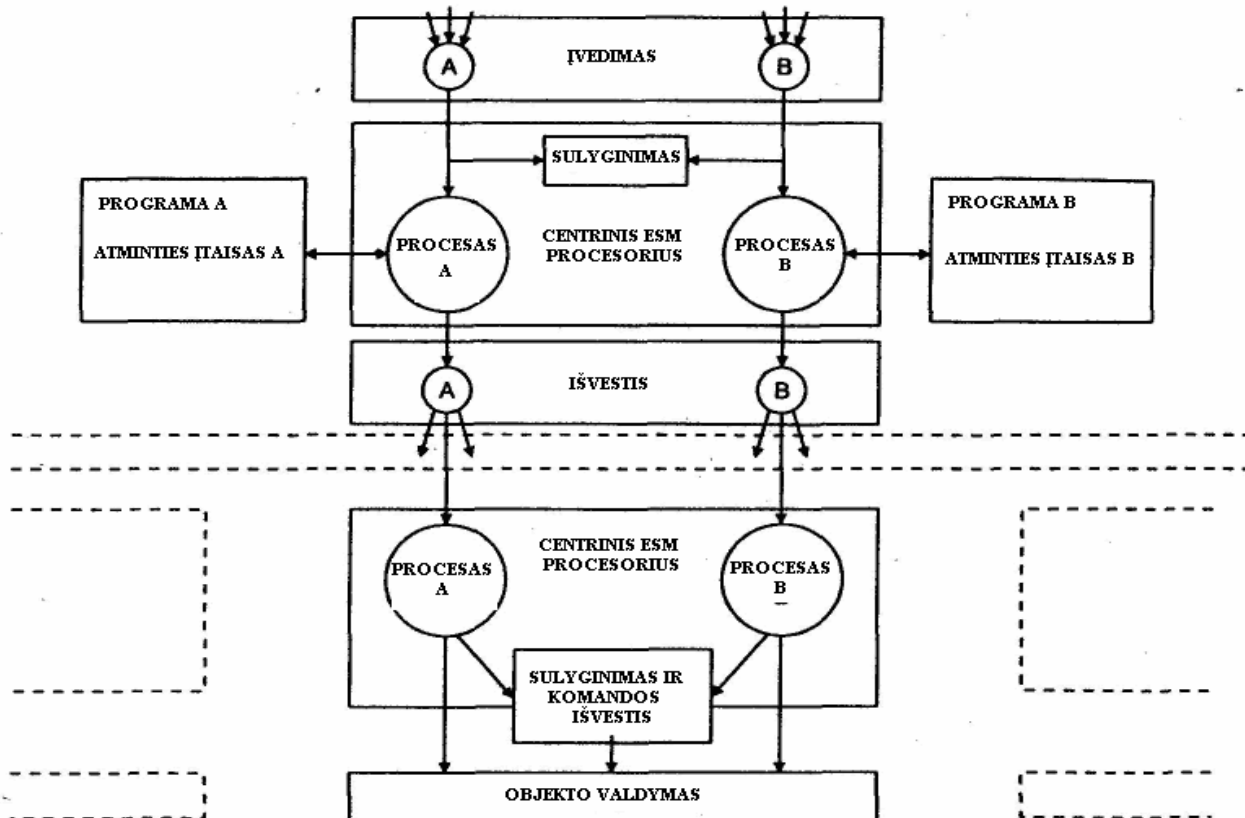
Centrinė apdorojimo sistema susideda iš dviejų kompiuterių, vienas iš kurių nuolat dirba, o kitas yra rezerve. Dėka to, kad informacija iš centrinio kompiuterio nuolat siunčiama į rezervinį, jo pasiruošimas darbui vykdomas be MPC sistemos sustabdymo. Abu kompiuteriai ryšio kilpomis susiję su koncentratoriais, o šie sujungti su objektiniais valdikliais. Persijungiant kompiuteriams automatiškai perkomutuojamos ryšio kilpos.

Pagrindinis ir rezervinis kompiuteriai modemų pagalba naudojant keturių gyslų kabelį arba optinį kabelį nuosekliai sujungti su ryšio koncentratoriais. Sistema sudaryta tokiu būdu, kad nutrūkus kabeliui vienoj vietoj informacija ateina per kitą kabelį.

Duomenų perdavimas nuo kelio į traukinį ALS EBICAB sistemoje įgyvendinamas daviklių/siųstuvų pagalba, kurie gauna duomenis iš lauko signalo valdymo įrenginių. Šie davikliai/siųstuvai be signalo parodymo taip pat perduoda papildomą informaciją.

Našumas. Prie centrinio saugumo užtikrinimo bloko sistemos EBILOCK-850 gali būti prijungta maždaug 300 valdymo įrenginių. Pradinio lygio sistemoje prie EBILOCK-950 galima prijungti iki 100 įrenginių.

Saugumo užtikrinimo ir eksploatacinio pasiruošimo koncepcijos. Visų atsakingų duomenų apdorojimas vykdomas dviejų diversinių programų A ir B. Jos vykdo identiškas funkcijas ir dirba vienkanaalėje sistemoje, nors ir naudoja jas skirtingai (pvz. naudojami skirtingi registrai). Kiekviena iš diversinių programų kuriama skirtingų programuotojų grupėmis.



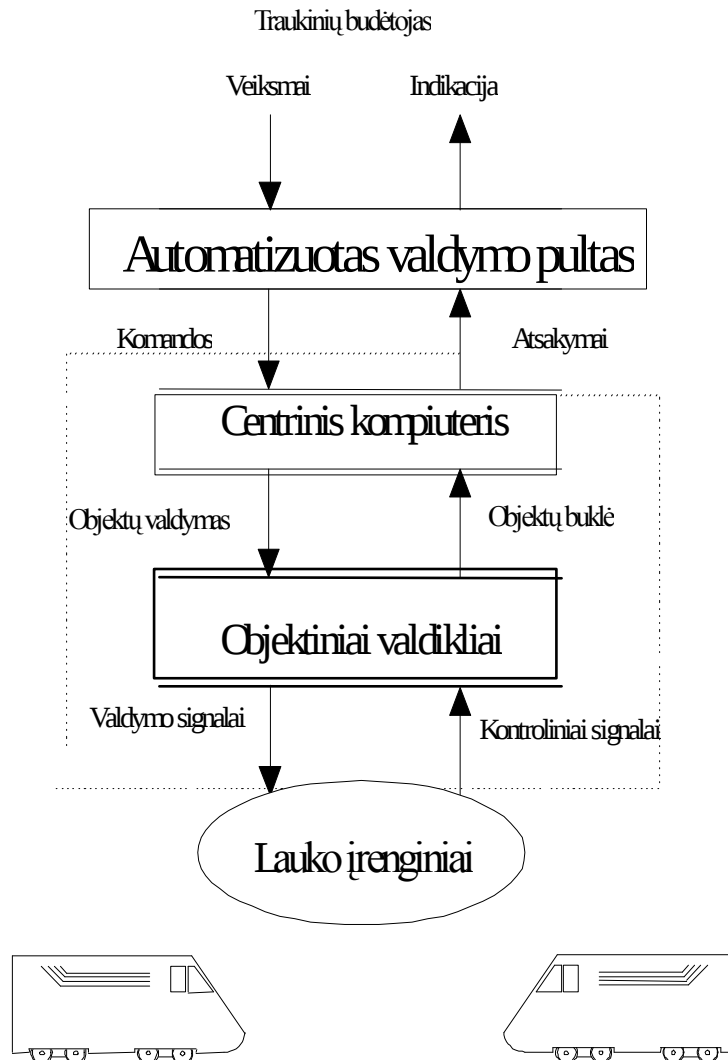
4 pav. Saugumo užtikrinimo blokas

Duomenys apdoroti programomis A ir B paeiliui siunčiami į objekto valdymo įrenginį, kuriame vyksta jų sulyginimas. Komanda objekto valdymui generuojama tik tada, jei duomenys sutampa. Paeiliui perduodami objekto valdymo įrenginio duomenys. Suformuoti duomenys diversinėmis programomis sulyginami centriniame saugumo užtikrinimo bloke programinės įrangos pagalba (4 pav.).

Eksploatacinio pasiruošimo pagreitinimui galimas centrinio saugumo užtikrinimo bloko rezervavimas. Šiuo atveju rezervuota ESM gauna visus duomenis iš dirbančio ESM ir net garantuoja, kad duomenys atnaujinami kas 20 sekundžių. Po persijungimo į darbo režimą rezervinė ESM tęsia naudoti turimus duomenis, atnaujinus juos iš objekto valdymo įrenginio siunčiamų duomenų. Bet jau vykdymui paleista komanda bus blokuota per 2 min.

2.1.2. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos sudedamosios dalys

Mikroprocesorinę eismo valdymo sistemą (5 pav.) schematiškai galima pavaizduoti taip:



5 pav. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos schematinis planas

Mikroprocesorinę eismo valdymo sistemą sudaro šios pagrindinės dalys:

- valdymo sistema (automatizuota stoties budėtojo vieta, elektromechaniko, vagonų techninio aptarnavimo punkto, vietinio iešmų valymo);
- duomenų apdorojimo sistema (centrinis procesorius CP);
- objektinių kontrolierių sistema (lauko objektų interfeiso įrenginiai) ir ryšio koncentratoriai su elektros įrenginiais;
- signalizacijos įrenginiai (iešmai, šviesoforai, pervazos, bėgių grandinės ir kt.)

- stovai su relinė įranga, bėgių grandinių generatoriais ir imtuvais, transformatoriais ir t.t.;
- ryšio kilpos nuo centrinio procesoriaus iki objektinio valdiklio;
- elektros maitinimo įranga (pirminė ir antrinė);
- apsaugos įrenginiai (įžeminimas, iškrovikliai, saugikliai, montažo varžos matavimo įranga);
- kabeliniai tinklai – kabeliai, nutiesti nuo objektinių kontrolių iki elektros pavarų, šviesoforų ir kitų įrenginių;
- MPC diagnostikos įranga, leidžianti nustatyti gedimo objektą, kas žymiai palengvina gedimo paiešką.

2.1.3. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos privalumai

Mikroprocesorinė eismo valdymo sistema skirta iešmų, šviesoforų ir pervažų, esančių stoties ribose ir tarpstotyje, valdyti. Palyginus su relinio tipo sistema, ši turi eilę pranašumų:

- sistemoje naudojamas dubliavimo principas;
- didesnis patikimumas pasiekiamas vykdant nepertraukiamus duomenų mainus tarp valdomų objektų ir centrinio procesoriaus;
- sistema turi tokias funkcijas, kaip maršruto paruošimas neatidarant signalo, iešmų blokavimas reikiamoje padėtyje, draudžiamųjų signalų šviesoforuose blokavimą, izoliuotųjų ruožų blokavimą ir kt.;
- padidintas informacijos srautas, skirtas eksploatuojančiam ir aptarnaujančiam personalui, informuojantis apie šios sistemos įrenginių būklę stotyje;
- sistema pasižymi mažesnėmis energijos sąnaudomis;
- visa informacija apie situaciją stotyje įrašoma į atmintį;
- įdiegta diagnostikos įrenginių kontrolė;
- pravažiojančių traukinių numerių ir signalizacijos įrenginių gedimų registravimas;
- žymiai mažesni įrangos gabaritai, jai reikės iki 4 kartų mažesnių patalpų;
- mažesnė statybos-montavimo darbų apimtis;
- galimybė pakeisti pasenusias relinio tipo eismo valdymo sistemas be papildomo patalpų išplėtimo.

Mikroprocesorinė sistema suderinama su visomis jau esančiomis eismo valdymo sistemomis. Tai pat šios sistemos pagalba galima organizuoti eismą tarpstočių ruožuose, tik tuo atveju kelio davikliai nuo bėgių grandinių patalpinami stotyje.

Elektroninė sistemos dalis, siekiant padidinti saugumo lygį, turi pagrindinius ir rezervinius elementus. Gedimo atveju sistema paleidžia rezervinę įrangą. Ši sistema yra programiškai apsaugota nuo nesankcionuoto prisijungimo. Duomenis po sistemos atsijungimo galima pilnai atkurti, nes veikia automatinio išsaugojimo režimas. Ši sistema nesunkiai suderinama su aukštesnio lygio valdymo ir informacinėmis sistemomis.

2.1.4. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos charakteristikos

Vienas MPC komplektas (pagrindinis ir rezervinis procesoriai) gali valdyti 150 loginiais elementais (faktiniais objektais kompiuterio programoje), 1000 IPU objektais (iešmais, šviesoforais, relių apvijomis, relių kontaktai ir kt.). Toks IPU objektų skaičius atitinka 40-60 iešmų turinčią stotį. Sistema išplečiama ir, esant reikalui, prie jos prijungimas neribotas objektų skaičius.

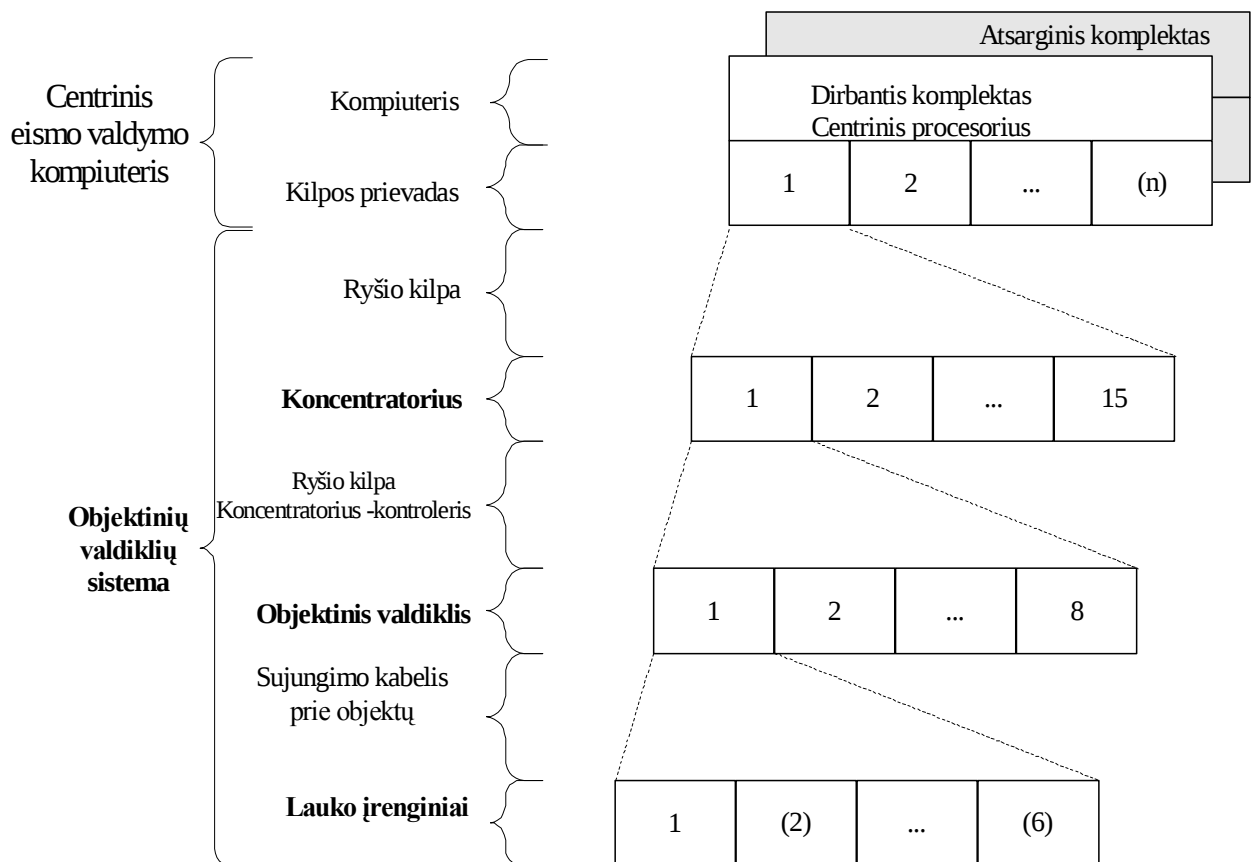
Bet ribojami šie parametrai:

- maksimalus ryšio kilpų skaičius vienam kompiuteriui – 12;
- maksimalus koncentratorių skaičius vienoje ryšio kilpoje – 15;
- maksimalus objektų skaičius ryšio kilpoje – 32;
- maksimalus objektinių kontrolių, prijungiamų prie vieno objektinio valdiklio skaičius – 8.

2.1.5. Objektų valdiklio sistema

Objektų valdiklio (6 pav.) sistema valdo pakelės tinklus, kurie valdo ir kontroliuoja įvairių kelio objektų (saugaus ir nesaugaus pobūdžio) būsenas. Kiekvienas objekto valdiklis valdo vieną ar daugiau pakelės objektų naudodamasis specialiai šiai sąsajai užprogramuotu objektu (pvz. šviesoforai, iešmų mašinos, relinės ritės ir kontaktai, skirti įvairiai geležinkelių įrangai: maršruto šleifo užimtumas, maršruto šleifo kodo generavimas automatiniam lokomotyvo signalizavimui, linijos blokavimo sistemai, iešmų šildymo sistemai, pervažų sistemai, ašidėžių temperatūros matavimo sistemai, gabarito kontrolei) [3].

Gedimo paieška prasideda nuo pranešimo apie gedimą analizės, jis pasirodo kompiuterio ekrane. Pranešime apie gedimą (aliarme) nurodomas objekto pavadinimas, kuris sugeneravo aliarmo signalą (objektinio valdiklio ar kito objekto, konkretus plokštės išėjimas ir pan.). Greitesnei paieškai sukurtas specialus langas „objektinių valdiklių stovai“, kuriame visi valdikliai nurodyti atitinkamai jų esančiai konfigūracijai. Nurodomas valdiklis bus pažymėtas kita spalva. Pats paprasčiausias gedimų paieškos būdas – šviesos diodų parodymai ant priekinio objektinių valdiklių stovo.



6 pav. Objektinių valdiklių bendras vaizdas

Kompiuterinės centralizacijos darbo logika yra realizuota centriniame kompiuteryje. Tam, kad būtų užtikrintas centrinio kompiuterio patikimas darbas, jį sudaro du analogiški moduliai (kairysis ir dešinysis), tai – du analogiški kompiuteriai dirbantys lygiagrečiai (vienas jų budinčiame režime). Centrinio kompiuterio ryšys su lauko įrenginiais palaikomas ryšio kilpomis. Kiekviena kilpa gali palaikyti ryšį ne daugiau kaip su 15 koncentratorių. Kiekvienas koncentratorius gali būti sujungtas su 8 objektiniais valdikliais. Kiekvienas objektinis valdiklis gali valdyti vieną arba kelis lauko įrenginius, tam panaudojant specialų programinį mikroprocesorių. Ryšio kilpa, jeigu tarkim, būtų pakeistas kabelis, yra galimybė suderinti ir dirbti dviem kryptimis.

Objektinių valdiklių sistema leidžia sumontuoti objektinius valdiklius tiek centralizacijos poste, tiek iešmyne ar tarpstotyje.

Objektinio kontrolerio gedimai generuoja keletą pavojaus kodų, ir tokiu būdu gaunama informacija apie objektinio kontrolerio aparatūrinės įrangos būseną bei kelio objektus.

Objektinis kontroleris, neatsakantis į nustatytą pranešimą, traktuojamas kaip neveikiantis, ir kelio objektai yra perjungiami į iš anksto nustatytą saugią būseną.

2.2. Blokinė eismo valdymo sistema

Kiekvienoje stotyje yra išskiriami tipiniai valdymo objektai: iešmai, įleidžiamieji, išleidžiamieji, maršruto ir manevrų šviesoforai [4].

Šviesoforai žymimi specialiu ženklu, nei stoties scheminiame plane. Blokų išdėstymo schemoje šviesoforai atrodo taip:

- įleidžiamieji ir išleidžiamieji – 
- manevrų – 

Kiekvieno tipinio valdymo ir kontrolės objekto elektrinė schema skirtinga, o jo relinė aparatūra sukomplektuota uždaramame bloke. Blokinė centralizacijos struktūra leidžia sumažinti montažinių darbų apimtį montuojant centralizacijos sistemas. Kištukinių blokų įjungimo dėka, galima neveikiantį (sugedusį) bloką pakeisti nauju nenutraukiant sistemos darbo.

Kiekvienos stoties iešmyno surinkimo ir išpildymo blokų išdėstymo funkcinė schema skirtinga. Šioje schemoje kiekvienam objektui nurodomas surinkimo ir išpildymo blokų tipas.

Stotyje naudojami tokie surinkimo blokų tipai [5]:

NPM69 – valdo įleidžiamuosius, išleidžiamuosius ir maršruto šviesoforus bei manevrų šviesoforą iš priėmimo – išleidimo kelio;

NSS – valdo sudvejintus iešmus;

NSO – valdo vieninius iešmus;

NMIIP – manevriniais šviesoforams iš aklakelių;

NMI – valdo vieninius manevrinius šviesoforus stoties iešmyne;

NMID – papildomas, kartu su bloku NMI valdo išpildymo grupės bloką MI.

Išpildymo grupės blokai:

VD-62 – valdo įleidžiamuosius šviesoforus, išleidžiamuosius ir maršruto;

UP-65 – kontroliuoja beiešmį kelio ruožą;

MI – valdo vieninius manevrinius šviesoforus stoties iešmyne;

MII – valdo manevrinius šviesoforus iš aklakelių;

MIII – valdo manevrinius šviesoforus;

S – iešmų komutacinis blokas, kuris įrengiamas prie kiekvieno iešmo ir kontroliuoja to iešmo padėtį, perduodamas informaciją į centrinį valdymo pultą;

PS – iešmų paleidimo blokas, kuris valdo elektros pavaras ir kontroliuoja iešmų padėtį bendros kontrolinės relės pagalba;

SP-69 – kontroliuoja iešmų sekcijos būklę, užrakina iešmus esančius maršrute;

V1 – valdo išleidžiamąjį šviesoforą viena kryptimi esant triženklei automatinei kelio blokuotei;

P-62 – kontroliuoja priėmimo išleidimo kelio būklę, taip išvengiama priešingų maršrutų, statomas ant kiekvieno „priėmimo – išleidimo“ kelio.

Bloką SP-69 reikia įrengti taip, kad jo jungimo grandys susijungtų visomis judėjimo kryptims per iešminę sekciją.

Išpildymo grupės blokai tarp savęs sujungiami 8 elektrinėmis grandinėmis.

2.2.1. Surinkimo grupės blokinės eismo valdymo sistemos veikimas

Visos surinkimo grupės relės montuojamos uždaruose blokuose, kurie pagal tipines schemas tikrinami gamyklose. Surinkimo grupė leidžia vietoj atskiro iešmų valdymo naudoti maršrutinį iešmų valdymą. Prie atskiro iešmų valdymo norint paruošti maršrutą reikia kiekvieną iešmą su komutatoriumi perjungti atskirai, o prie maršrutinio iešmų valdymo – paspausti du mygtukus: maršruto pradžios ir pabaigos.

Surinkimo grupės relinė aparatūra aprūpina: paspaudus mygtuką fiksuoti nustatytą maršrutą; nustatyti kategoriją (traukinių ar manevrų maršrutas) ir maršruto kryptį priklausomai nuo paspausto pradžios ar pabaigos mygtuko.

Surinkimo grupės relės yra: KN (NKN) – mygtukinės, fiksuojančios maršrutinių mygtukų paspaudimą, AKN – automatinės mygtukinės, kurios nustato pagrindinį maršruto variantą ir leidžiančios paruošti sudėtingus maršrutus paspaudžiant tik du mygtukus, taip pat paruošti manevrinius maršrutus; P – priėmimo; O – išleidimo; PM – manevriniai priimančiai; OM – išleidžiamai (krypties relė, kad būtų nustatyta kategorija ir maršruto kryptis).

Krypties relė jungiama pagal specialią schemą su blokavimu, leidžiančiu vienu metu įjungti vieną tos kategorijos relę, priklausomai nuo to kuris mygtukas buvo paspaustas pirmas. Krypties relės įjungimas leidžia nustatyti maršrutą tos kategorijos ir krypties, kuriai ji priklauso ir draudžia surinkti kitų kategorijų ir krypties pilno maršruto parengimą; PP, OP – traukinio pakartotinės relės; MP – manevrinės pakartotinės relės.

Aukščiau išvardintos relės nustato maršruto pradžią. VKM – pagalbinė manevrinė pabaigos – nustato šviesoforą, iki kurio arba už kurio ruošiamas manevrinis maršrutas (maršruto pabaigą). BP – pagalbinė traukinio relė, nustato traukinio maršruto variantą. PU ir MU – pliusinės ir minusinės valdančios relės, kad būtų įjungta iešmų valdymo paleidimo grandinė, pagal parengtą maršrutą. Visa surinkimo grupės schema sudaryta iš keturių grandžių tarp blokinių sujungimų: 11 – relės KN įjungimas; 12 – AKN relės įjungimas; 13 – relės PU ir MU; 14 – atitikimo schema su įjungtomis į ją, traukinių ir manevrų maršrutų, pradinėmis relėmis.

Mygtukinės, pakartotinės ir pagalbinės relės. Tarpiniuose blokuose naudojamos relės: mygtukinės KN ir NKN; pakartotinės PP, OP, MP; pagalbinė manevrinė – VKM; pagalbinės traukinio VK ir VP. Maršruto pradžios paspaudimo mygtuką kontroliuoja dvi pakartotinės relės OP ir PP. Traukinio arba manevrų maršrutų pabaigą kontroliuoja dvi pagalbinės relės VK ir VKM.

Automatinės mygtukinės relės. Mygtukinių relių AKN pagalba nustatomas maršrutas paspaudžiant tik du mygtukus: maršruto pradžią ir pabaigą. Relės AKN statomos NMI ir NMIP blokuose. AKN maitinamos per frontinius mygtukinių relių KN ir NKN kontaktus, o taip pat per relių OP, MP, VP, VKM, VK kontaktus blokuose, išdėstytuose maršruto ribose.

Iešmų valdymo relės. Kad būtų galima automatiškai perjunginėti iešmus naudojamos iešmų valdymo relės PU, MU, kurios statomos blokuose NSS ir NSO ir jungiamos į 13-tą grandį. Kiekvienam atskiram iešmui NSO bloke statomos relės PU ir MU, o suporintuose iešmuose NSS bloke – relės PU1, PU2 ir MU.

Visa schema sudaroma pagal stoties planą ir padalinta į atskiras sekcijas. Sekcijos ribojamos maršrutiniais mygtukais. Visos schemos padalinimos į atskiras sekcijas atliekamas relių ON, MN, VK, VKM kontaktais.

Relės PU, MU normaliai yra be srovės ir pradeda veikti nuo aukščiau minėtų relių kontaktų.

Atitikimo schema. Atitikimo schema reikalinga tam, kad galima būtų įjungti pradinių relių vykdymo grupes su iešmų padėties patikrinimu, iešmų valdymo relių surinkimo grupės. Atitikimo schema būtina tam, kad maršruto sudarymas ir iešmų pervedimas maršrute, vyktų vienu metu ir įjungtų šviesoforo signalą.

Be atitikimo schemos, maršruto surinkimas gali įvykti ne pagal naują variantą, o pagal ankstesnio maršruto variantą, su užrakinta iešmų padėtimi.

Į atitikimo schemą jungia pradines reles N, kurios yra vykdymo grupėje ir nustato šios grupės maršruto pradžią (traukinio arba manevrinis). Manevrinio maršruto pabaigą vykdymo grupėje nustato pabaigos relės KM.

Atitikimo schemoje tikrinamas valdymo relių PU, MU ir kontrolinių relių PK, MK atitikimas, kiekvienam iešmui į nustatytą maršrutą.

Kai sudaromas traukinio maršrutas, pradinė relė įsijungia į atitikimo grandinę relių PP, OP kontaktais.

Krypties relės. Rengiant traukinio ir manevrų maršrutus, kategorija ir maršruto kryptis nustatoma paspaudus manipulatoriaus pirmą maršruto mygtuką. Maršruto kategoriją ir kryptį, dirbant surinkimo grupei, fiksuoja šios krypties relės, kurios yra NN bloke: P – priėmimo, įjungta į grandinę relės VN, kuri gauna maitinimą per relės NKN frontinį kontaktą; O – išleidimo; PM – manevrų priėmimo; OM – manevrų išleidimo, įjungtas per pagalbinės relės VOM kontaktą ir gauna

maitinimą grandine VČM per frontinius relės KN kontaktus. Relės PM ir OM gauna papildomą maitinimą per gandinės VO1 ir VO2 iš blokų NMID, NMIIP.

Maršruto atšaukimas. Maršruto surinkimas atšaukiamas paspaudžiant mygtukus „Surinkimo atšaukimas“ ir po to pradinį atšaukimo maršruto mygtuką (šviesoforo mygtuką). Maršruto mygtukas laikomas paspaustas, kol šviesoforo signalas nepersijungs į draudžiamąjį. Šiuo atveju maitinimo negauna ON relė, kuri, atjungdama frontinius kontaktus atjungia kontaktų PN, PG, MG maitinimą ir išjungia maršruto surinkimo visas reles. Taip atšaukiamas maršrutas.

2.2.2. Vykdamosios grupės blokinės eismo valdymo sistemos veikimas

Vykdomosios grupės schemas vykdo sistemos kontrolę, maršrutų užrakinimą ir šviesoforų atidarymą, taip pat maršruto atšaukimą. Visa elektrinė vykdomosios grupės schema susideda iš šešių grandinių (stygų) tarp blokinių sujungimų: 11 (21) kontrolinės - sekcijinės relės; 12 (22) ir 13 (23) signalinės relės S, MS; 14 (24) ir 15 (25) maršrutinių relių 1M ir 2M; 25(26) išardymo relės R.

Visuose blokuose vykdomosios grupės įėjimo grandinės žymimos mažesniais skaičiais – 11, 12, o išėjimas didesniais skaičiais – 21, 22.

Relės KS vykdo iešmų laisvumo izoliuotuose ruožuose, stoties kelio ruožuose (relių kontaktai PK, MK), taip pat iešmo atspaudimo kontrolę, negabaritinių ruožų laisvumą.

Maitinimas į relių schemą KS tiekiamas priešingos relės surinkimo grupės kontaktu, bloke MP. Teigiamas polius P prijungiamas iš tos pusės, kur yra maršruto pradžia, o neigiamas polius M – maršruto pabaiga.

Rengiant maršrutą, per uždara grandinę 11 nuosekliai įsijungia sujungtos relės KS blokuose NM ir MII, SP-69 ir kontroliuoja parengto maršruto teisingumą. Relė KS bloke SP-69 išjungia maršrutines reles, taip užrakinama maršruto sekcija.

Signalinės relės montuojamos išleidimo ir manevrinių šviesoforų blokuose, o įleidžiamųjų šviesoforų signalinės relės montuojamos ne blokuose, o po vieną atskirai.

Signalinių relių schemose kontroliuojama: relės KS įjungimas signaliniame bloke; iešmų padėtis, ar nėra atlenktų iešmų, kurie įeina į maršrutą; negabaritinių ruožų laisvumas; ar nėra rankiniu būdu išardomas maršrutas; ar maršrutinės relės yra be srovės (maršruto sekcijos užrakinimo kontrolė).

Maršrutinės relės užrakina iešmus maršrute ir įsijungia per grandis 14 ir 15. Kiekvienam iešmynui arba kelio ruožui blokuose SP-69 ir UP-65 numatomos dvi maršrutinės relės. Normalioje padėtyje abi kiekvienos sekcijos maršrutinės relės yra sužadintos ir maršrutas neužrakintas. Kai maršrutas parengtas ir relė KS sužadinta, maršrutinės relės išjungiamos ir maršrutas užrakinamas.

Kontrolinės sekcijinės relės. Šios relės yra bendros traukiniams ir manevrų maršrutams (grandis 11).

Šių relių pagalba išrenkamos ir kontroliuojamos kelio ir iešmų sekcijos, įeinančios į parengtą maršrutą. Bloke P-62 montuojamos dvi KS relės.

Signaliniuose blokuose MIII, VD-62 įjungtos KS relės, kurios atlieka teisingai nustatyto maršruto kontrolę.

KS relių schema kontroliuoja traukinio judėjimą pagal maršrutą. Relės KS patalpinta blokuose SP-69, UP-65, P-62, VD-62. Šios relės nuosekliai jungiamos į 11 grandinę.

Signalinės relės. Signalinių relių schema yra bendra traukiniams ir manevrų maršrutams (12 ir 13 grandinės).

Visa grandinė eina per visus blokus pagal parengtą maršrutą. Šiuose blokuose kontroliuojamos visos teisingo maršruto išardymo ir sudarymo sąlygos. Kai sužadinama relė NS, surinkimo grupės pakartotinės relės išsijungia ir atsiranda save blokuojanti grandinė, kuri eina per relės NRU kontaktą, kontroliuojantį šviesoforo atidarymą.

Maršrutinės ir užrakinimo relės. Kelio ir iešminių sekcijų, įeinančių į maršruto užrakinimą ir atrakinimą atlieka maršrutinės ir užrakinimo relės (13-15 grandinės).

Blokuose UP-65 ir SP-69 statomos dvi maršrutinės relės: 1M ir 2M, taip pat užrakinimo relė Z. Maršrutinių relių išjungimą vykdo relės KS.

Maršruto atšaukimo relės. Ši 16 grandinė nuosekliai jungiama prie relių R, kurios yra kelio blokuose UP-65 ir SP-69; atšaukimo relės OT, jos jungiamos pagal atskiras schemas ir statomos signaliniuose blokuose; priartėjimo ruožo IPI, kur kontroliuoja prieš šviesoforus esančius priartėjimo ruožus.

Per 16 grandinę sužadinamos relės R blokuose UP-65, SP-69. Sužadinta kiekviena relė R savo bloke kontaktu atjungia 11 grandinę ir išsijungia visų maršruto sekcijų KS relės.

2.3. Tarpstočių eismo valdymo sistemos

Lietuvos geležinkeliuose eismo valdymui tarpstotyse naudojamos automatinės ir pusiau automatinės kelio blokuotės sistemos (7 pav.).

545,08 km yra įrengta automatinė blokuotė (2 priedas), iš jų [6]:

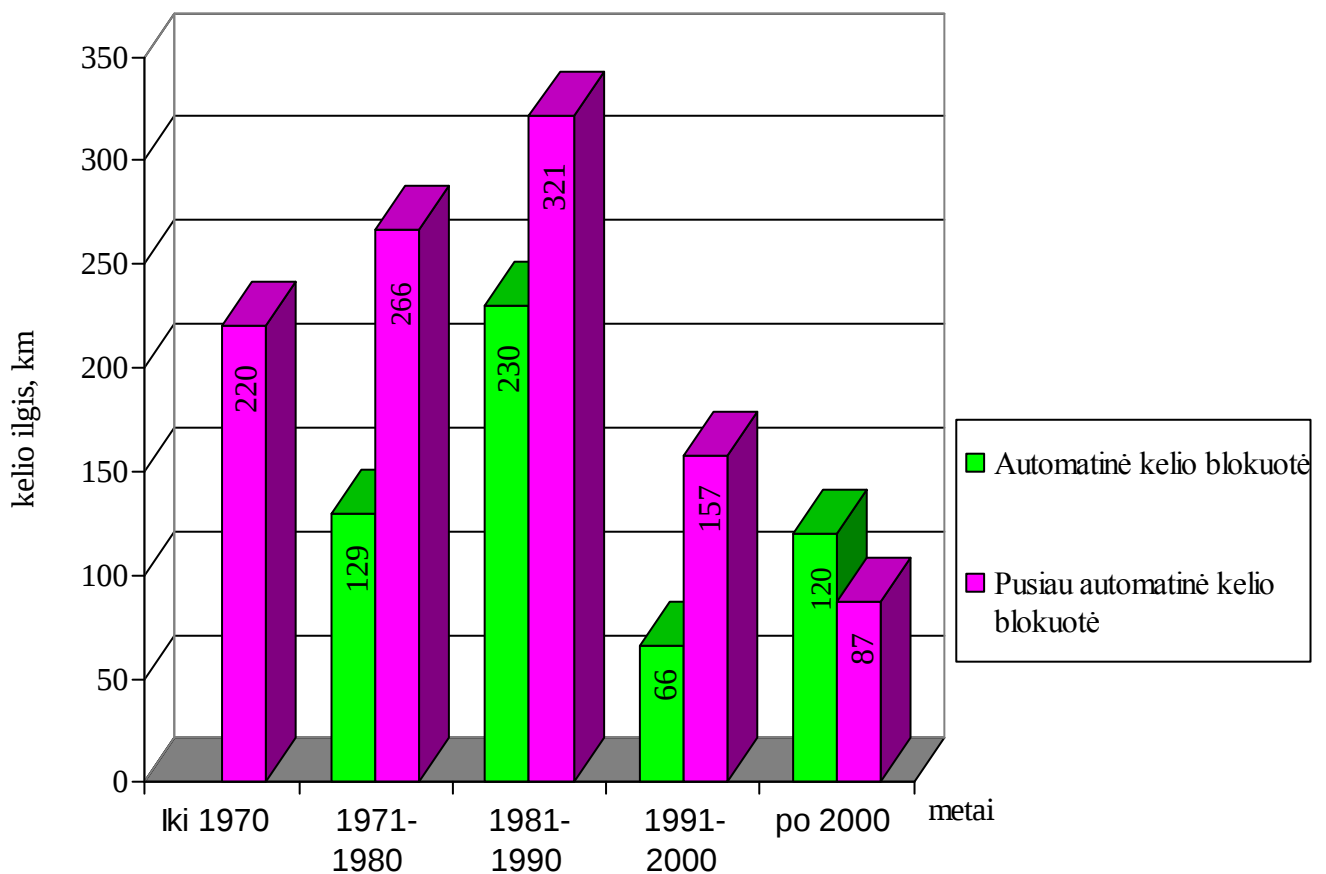
vienkelė – 268,18 km;

dvikelė – 276,90 km.

1052,45 km yra įrengta pusiau automatinė blokuotė (3 priedas), iš jų:

vienkelė – 967,83 km;

dvikelė – 84,62 km.



7 pav. Automatinės ir pusiau automatinės kelio blokuotės sistemos

Norint užtikrinti intervalinį traukinių eismą ir saugumą, geležinkelio linijose yra naudojama automatinė kelio blokuotė [7]. Traukinių važiavimo grafikas yra skirstomas pagal laiką ir laiko trukmę. Tarpstotis suskirstoma į blokuojamuosius ruožus kad, pagal grafiką galima būtų realizuoti užduotą laiką ir laiko trukmę intervaluose. Kiekvienas blokuojamas ruožas atitveriamas šviesoforais.

Tiesiuose kelio ruožuose tarpstočių šviesoforų signaliniai žiburiai dieną ir naktį turi būti aiškiai matomi iš besiartinančio traukinio lokomotyvo kabinos ne mažiau kaip 1000 m [8]. Traukinių eismo saugumą autoblokuotėje užtikrina tai, kad automatinės kelio blokuotės ruožas yra kontroliuojamas traukinių tvarkdario. Tam tikrame ruože, atsiradus gedimui šviesoforas signalizuoja raudonai. Traukinių eismo saugumo užtikrinimui lokomotyve įrengiama automatinė lokomotyvo signalizacija, kuri rodo tarpstotės šviesoforo parodymus. Ruožuose, kur įrengta automatinė kelio blokuotė, naudojama triženklė ar keturženklė tarpstočio šviesoforų signalizacija. Tarpstočių triženklės signalizacijos automatinės kelio blokuotės ruožų šviesoforų signalų reikšmės yra šios [9]:

žalias žiburys – „leidžiama važiuoti; priekyje - laisvi ne mažiau kaip du blokuojamieji ruožai“;
geltonas žiburys – „leidžiama važiuoti; priekyje - laisvas blokuojamasis ruožas“;

raudonas žiburys – „stop! Pravažiuoti signalą draudžiama“.

Triženklės ir keturženklės signalizacijos automatinės blokuotės ruožų priešstočio šviesoforas (tarpstočio šviesoforas, esantis prieš įleidžiamąjį) signalizuoja taip:

Geltonas mirksintis žiburys – „leidžiama važiuoti didžiausiu nustatytu greičiu; įleidžiamąjo šviesoforo signalas – leidžiamasis, traukinys pro jį turi važiuoti mažesniu greičiu į šalutinį stoties kelią“;

Žalias mirksintis žiburys – „leidžiama važiuoti didžiausiu nustatytu greičiu; įleidžiamąjo šviesoforo signalas – leidžiamasis, traukinys pro jį turi važiuoti ne didesniu kaip 80 km/h greičiu į šalutinį stoties kelią“.

Ruožuose, kuriuose įrengta automatinė kelio blokuotė, kiekvienas tarpstočio šviesoforas kito, prieš jį stovinčio šviesoforo, atžvilgiu yra įspėjamasis [10].

Dvikeliuose ruožuose, kuriuose automatinė lokomotyvo signalizacija netaisyklinguoju keliu naudojama kaip savarankiška signalizacijos priemonė, įspėjamųjų šviesoforų prieš įleidžiamuosius galima nestatyti.

Ruožuose, kuriuose įrengta automatinė kelio blokuotė su triženkle signalizacija, atstumas tarp gretimų šviesoforų turi būti ne mažesnis už šiai vietai nustatytą stabdymo kelią, kai keleivinis traukinys važiuoja maksimaliu, bet ne didesniu kaip 120 km/h, o prekinis – ne didesniu kaip 80 km/h greičiu ir kai naudojamas paprastasis stabdymas. Jei stabdoma staigiai, atstumas tarp gretimų šviesoforų turi būti ne mažesnis už stabdymo kelią, įskaitant laiką, numatytą automatinei lokomotyvo signalizacijai ir autostopams įsijungti. Visais atvejais šis atstumas neturi būti mažesnis kaip 1000 metrų.

Ruožuose, kuriuose įrengta automatinė kelio blokuotė su triženkle signalizacija ir kur keleiviniai traukiniai važiuoja didesniu kaip 120 km/h greičiu, o prekiniai traukiniai – didesniu kaip 80 km/h greičiu, nustatytu didžiausiu greičiu, esant žaliai lokomotyvo žiburiui, jiems leidžiama važiuoti su sąlyga kad, pasikeitus žaliai lokomotyvo šviesoforo žiburiui į geltoną, atliekant paprastąjį stabdymą, traukinys bus sustabdytas prieš draudžiamąjį tarpstočio šviesoforo signalą. Šviesoforai statomi dešinėje traukinių eismo krypties pusėje arba kabinami virš atitinkamo kelio ašies. Tarpstočiuose, kur traukinių eismas vyksta netaisyklinguoju keliu, atitveriamieji ir jų įspėjamieji šviesoforai prieš pervažas, traukiniams važiuojantiems netaisyklinguoju keliu, gali būti statomi ir kairėje traukinių eismo krypties pusėje. Šviesoforai statomi taip, kad, žiūrint iš traukinio lokomotyvo kabinos, jų signalų nebūtų galima supainioti su gretimų kelių šviesoforų signalais. Jei, laikantis statinių artumo gabarito, nėra galimybės įrengti šviesoforą dešinėje traukinių eismo krypties pusėje, geležinkelio valdytojo leidimu jis gali būti įrengtas kairėje. Ruožuose, kuriuose

įrengta automatinė kelio blokuotė, tarpstočio šviesoforo nuolatinis signalas yra leidžiamasis, o įleidžiamųjų maršruto ir išleidžiamųjų – draudžiamasis.

Automatinės kelio blokuotės įrenginiai neturi leisti :

įjungti leidžiamųjų išleidžiamąjo arba tarpstočio šviesoforų signalų, kol užimtas jų ribojamasis ruožas;

tarpstočių, kur įrengta automatinė kelio blokuotė, šviesoforų signalai, traukiniui įvažiuojant į blokuojamuosius ruožus ar sutrikus ruožų bėgių grandinėms, turi automatiškai persijungti į draudžiamus signalus.

Automatinė kelio blokuotė turi būti papildyta automatine lokomotyvo signalizacija ir eismo kontrolės sistemos įrenginiais [11].

Maksimalus blokuojamojo ruožo ilgis negali būti ilgesnis kaip 2000 m., o minimalus blokuojamojo ruožo ilgis negali būti mažesnis nei 1000 m. Blokuojamas ruožas turi garantuoti gerą šviesoforų matomumą.

Atlikę blokinės eismo valdymo sistemos apžvalgą galime teigti, kad ši sistema pranašesnė už relinę, nes į vieną bloką galima patalpinti iki aštuonių relių, tai palengvina sistemos priežiūros darbus, nes kiekviena grandis turi savo kontroliuojamus objektus. Taip pat sistemos montavimo darbams bus sunaudota mažiau laidų, kas palengvina gedimų paiešką.

Jei stotyje bus įrengta mikroprocesorinė eismo valdymo sistema, jos pranašumas tas, kad sumažės stoties aptarnaujančio personalo skaičius, jų funkcijas perduodant stočių tvarkdariui, o sistema užtikrins spartesnį iešmų perjungimą, aparatūra užima mažesnes patalas, ji bus lengviau aptarnaujama, taip pat sutaupytos išlaidos, kurias reikėjo mokėti stoties budėtojams ir pasenusios aparatūros aptarnavimui.

3. STOTIES TECHNINIŲ PARAMETRŲ ANALIZĖ

3.1. Schematinio stoties kelio plano struktūra

Šis planas sudaromas be mastelio.

- iešmų išdėstymas ir numeravimas;
- šviesoforų išdėstymas ir numeravimas;
- izoliuotųjų sandūrų išdėstymas;
- iešmų ordinatės, nuo MPC posto ašies iki valdymo objekto.

Išleidžiamųjų ir manevrų šviesoforų išdėstymas konkrečiu atveju priklauso nuo stoties technologinio proceso. Į technologinį procesą įeina traukinių maršrutų parengimo (priėmimo ir išleidimo), manevrų maršrutų parengimo operacijos.

Stoties traukinių ir manevrų šviesoforai žymimi raidėmis su skaitmeniniais indeksais. Pilnas traukinių šviesoforų žymėjimas priklauso nuo eismo krypties ir priėmimo – išleidimo kelio specializacijos.

Išleidžiamieji šviesoforai žymimi taip:

- nelyginės krypties N;
- lyginės krypties L.

Išleidžiamieji žymimi taip:

- iš kelio 1K – N1, L1;
- iš kelio 2K – N2, L2.

Manevrų šviesoforai nelyginiame stoties iešmyne žymimi raide M su nelyginiu skaičiumi pvz.; M1, M3, M4, ir t. t., lyginio stoties iešmyno – M2, M4, M6 ir t. t.

Išleidžiamieji šviesoforai L ir N yra stiebiniai.

Jei geležinkelio ruože naudojama autonominė trauka, išleidžiamieji šviesoforai įrengiami ne mažesniu, kaip 50 m atstumu nuo pirmojo iešmo.

Stoties zonoje manevrų šviesoforai išdėstomi taip, kad vykdant manevravimą būtų kuo mažesnis važiavimo kelias ir laikas. Todėl atliekamas sudėtingų manevrų maršrutų dalinimas į kelis paprastesnius.

Izoliuotos sandūros stoties iešmyne įrengiamos prie šviesoforų. Galimas šių izoliuotų sandūrų postūmis į tarpstočio ir į stoties pusę. Taip pat izoliuotos sandūros įrengiamos iešmo rėminio bėgio gale.

Norint apskaičiuoti iešmų ir šviesoforų ordinate, reikia žinoti naudingąjį trumpiausio priėmimo-išleidimo kelio ilgį. Tarkime, kad stotyje pagrindinio kelio ilgis yra 1200 m. Todėl išleidžiamojo šviesoforo N1 ordinatė yra 600 m nuo MPC posto ordinatės.

Šviesoforų ir iešmų ordinatės surandamos pagal specialias lenteles. Tam reikia žinoti stoties iešmų markes, stoties bėgių tipą ir atstumą tarp kelio ašių. Stoties pagrindinių kelių iešmų markės yra 1/11, o visų kitų 1/9. Stoties bėgių tipas – R 65. Atstumas tarp kelio ašių yra 5,3 m ten, kur įrengti stiebiniai šviesoforai, t.y tarp pagrindinių kelių 1K ir 2K, o tarp šalutinių kelių atstumas tarp kelio ašių lygus 5,1m. Maksimalus atvykimo – išvykimo kelių ilgis – 1500 m;

3.2. Stoties dvibėgio kelio plano struktūra

Dvibėgis stoties kelio planas yra pagrindinis dokumentas, reikalingas įrengiant stotyje bėgių grandines, bėgių grandinių kelio įrenginius ir kabelinę aparatūrą. Dvibėgis kelio planas sudaromas priklausomai nuo naudojamos ruožo elektros traukos.

Dvibėgiame kelio plane, skirtingai nei schematiniame kelio plane, iešmai ir keliai turi dvibėgi atvaizdą. Dvibėgiame stoties kelio plane yra pavaizduota:

- iešmai;
- šviesoforai nurodant jų signalų spalvas;
- izoliuotos sandūros abiejų bėgių;
- iešmų ir autonominės traukos jungės;
- kabelinės movos;
- kabelių trasa;
- maitinimo ir reliniai galai;
- mikroprocesorinės centralizacijos postas (MPC).

Dvibėgis kelio planas sudaromas atsižvelgiant į schematinį stoties kelio planą.

Į šį kelio planą perkeliama izoliuotos sandūros ir parodomas bėgių, grandinių, kelio įrenginių išdėstymas. Po izoliuotų sandūrų, kurios sudaro kelių ir iešmų sekcijas stoties iešmyne, parodoma išdėstymo poliarumo kaita gretimose bėgių grandinėse. Plusinis bėgis, bėgių grandinėse vaizduojamas pastorinta, o minusinis – plona linija.

Izoliuotos sandūros tarp izoliuotųjų kelio ruožų ir iešmų viduje įrengiamos ribose tarp smailės ir kryžmės, atsižvelgiant į tai, kad bėgių grandinės atsišakojimai būtų sujungti lygiagrečiai.

Pagrindiniuose keliuose ir keliuose, kuriuose vykdomas ALS kodavimas, iešmų izoliuotos sandūros įrengiamos atsišakojime.

ALS kodavimas vykdomas stočių pagrindiniuose bei atvykimo – išvykimo keliuose, kuriais važinėja traukiniai be sustojimo didesniu kaip 50 km/h greičiu, arba kuriais važinėja keleiviniai traukiniai.

Iešmų ir beiešmių kelių ruožuose ir priėmimo – išleidimo keliuose įrengtos kintamosios 25 Hz srovės dvisiulės bėgių grandinės, įmontuojant jose droselinius transformatorius. Dvisiulės bėgių grandinės ruožuose, kur vykdomas ALS kodavimas, minimaliai sumažėja asimetrijos srovė. ALS kodavimas vykdomas 50 Hz srove. Bėgių grandinėse įrengti viengubi iešmų traukos sujungėjai, kurie praleidžia srovę bėgių grandinėse.

3.3. Bėgių grandinių struktūra ir veikimas

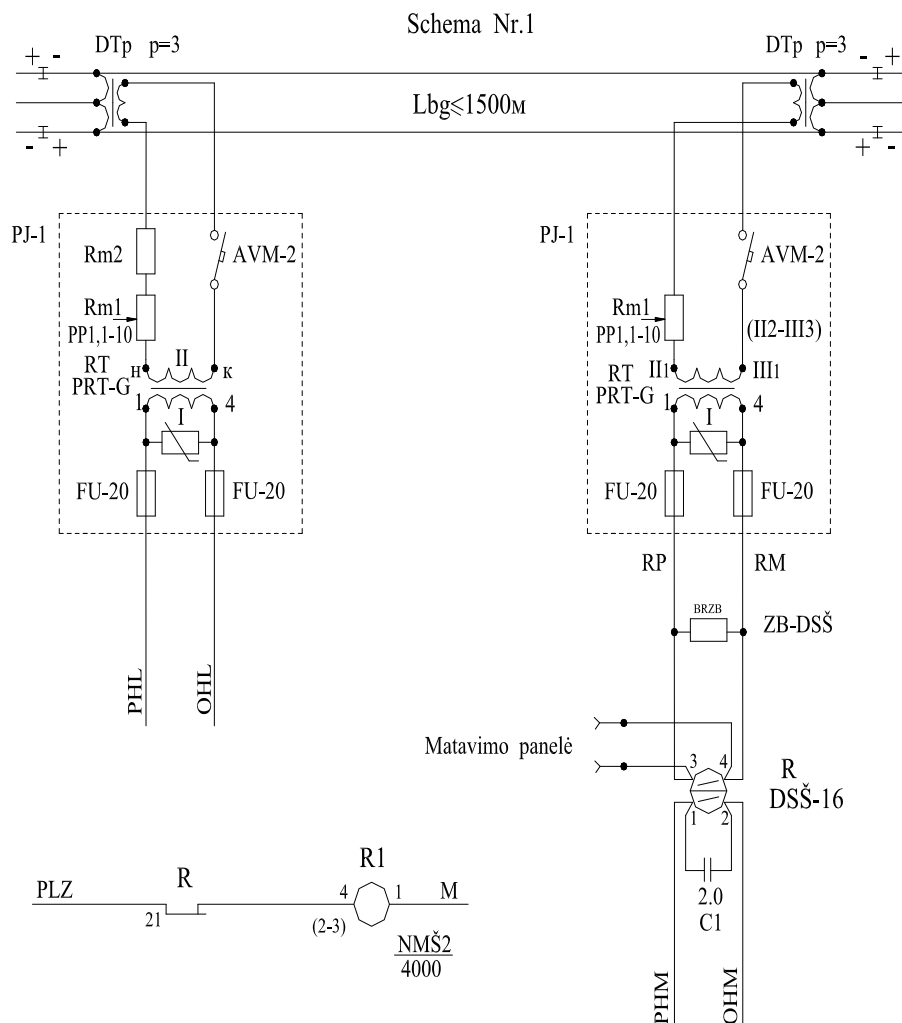
Šiuo metu Lietuvos geležinkeliuose labiausiai paplitusios yra dvisiulės bėgių grandinės su DSŠ-12, DSŠ-13 tipo relėmis. Pastaruoju metu vietoj DSŠ-13 yra projektuojamos bėgių grandinės su DSŠ-16 tipo relėmis. Jos naudojamos, kai bėgių grandinės ilgis 1500 m (8 pav.), o su DSŠ-13 rele – iki 1200 m, nes veikia 25 Hz dažniu ir gali būti naudojamos ir elektrifikuotuose ruožuose. Bėgių grandinės skirtos izoliuotųjų kelio ruožų laisvumo ir užimtumo kontrolei. Visi stoties keliai ir iešmynai suskirstyti į atskirus kelio ruožus, kurie izoliuoti vienas nuo kito izoliacinėmis sandūromis. Bėgių grandinių pavadinimai yra nurodyti dvibėgiame stoties plane. Poliariškumo kaita užtikrina apsaugą nuo izoliuotos sandūros pramušimo ir tarpusavio sąveikos. Tačiau projektavimo normose naujas stotis rekomenduojama projektuoti su toninio dažnio (tonalinėmis) bėgių grandinėmis. Toliau trumpai apžvelgiami tonalinių bėgių grandinių pranašumai ir trūkumai, naudojant 25 Hz dažnio bėgių grandines.

Pranašumai:

- tonalinės bėgių grandinės labiau apsaugotos nuo harmonikų sukeltų traukos srovės, kadangi nešamasis ir moduliacinis dažniai užtikrina, kad kelio filtras praleis tik „savo“ dažnį;
- tonalinės bėgių grandinės tarpstočiuose ir stotyse, kuriose nereikalinga tiksli sandūros koordinatė galima projektuoti besandūres bėgių grandines. Tai labai pagerina kelio kokybę ir palengvina aptarnavimą;
- didelis nutolimo atstumas nuo centralizacijos posto (iki 12 km).

Trūkumai:

- Sudėtingas tonalinių bėgių grandinių projektavimas, reguliavimas ir aptarnavimas dėl jų „plaukiojančių“ sandūrų besandūriniame kelyje ir jautrumo balasto varžai;
- tonalinėms bėgių grandinėms relinėje patalpoje reikia iki 30 % daugiau vietos.



8 pav. Kintamos srovės 25 Hz bėgių grandinė su DSS-16 tipo kelio rele

Maksimalus tonalinės bėgių grandinės ilgis – iki 1000 m, o vidutinis tarpstotyje – apie 500 m. Taigi atsiranda daug išsidėsčiusių tarpstotyje pavienių objektų, kuriuos nepatogu aptarnauti.

Kiekvienas atvykimo – išvykimo kelias, iešminiai izoliuotieji kelio ruožai ir beiešminiai izoliuotieji kelio ruožai jų laisvumo ir užimtumo kontrolei švieslentėje turi indikacines ląsteles. Esant laisvam izoliuotajam kelio ruožui ir neparengtam maršrutui per izoliuotąjį kelio ruožą, indikacinės ląstelės nešviečia. Esant laisvam izoliuotajam kelio ruožui ir parengtam maršrutui per izoliuotąjį kelio ruožą, indikacinės ląstelės švieslentėje šviečia baltai (balta juosta). Važiuojant riedmenimis izoliuotuoju kelio ruožu (maršrutu), į kurį įeina izoliuotasis kelio ruožas arba esant netikram jo užimtumui dėl bėgių grandinės gedimo, ruožo indikacinės ląstelės šviečia raudonai.

Pravažiavus riedmenims izoliuotąjį kelio ruožą ir įvykus automatiniam izoliuotojo kelio ruožo atblokavimui, jo indikacinės ląstelės nustoja šviesti.

3.4. Šviesoforai ir jų valdymas

Stotyje traukinių eismas ir manevravimas vykdomas pagal šviesoforų signalus, naudojantis geležinkelio signalizacijos taisyklėmis (ST).

Išleidžiamųjų ir išleidžiamųjų šviesoforų draudžiamasis signalas yra raudonas šviesoforo žiburys arba nešviečiantys visi šviesoforo žiburiai.

Manevrų šviesoforų draudžiamasis signalas yra mėlynas žiburys. Manevrinio maršruto leidžiamasis signalas yra baltas šviesoforo žiburys.

Šviesoforuose naudojamos dvisiulės ir viensiulės 12 V lemputės. Yra naudojami 220/12 V transformatoriai.

Šviesoforai gali dirbti dviem režimais: „DIENOS“ – lemputės maitinamos nominalia įtampa ir „NAKTIES“ – lemputės maitinamos 180 V įtampa.

Sistema seka srovės dydį, tekantį per transformatorių, ir pagal tai nustato lemputės perdegimą.

Perdegus pagrindiniam šviesoforo lemputės siūleliui jis persijungia į rezervinį (jei toks numatytas). Sugedus ir rezerviniam siūleliui, šviesoforo parodymas persijungia į labiau draudžiamąjį signalą. Kiekvienam šviesoforo gedimui generuojamas aliarmas.

3.5. Iešmų perjungimo būdai ir kontrolė

Iešmus būtina įjungti į elektrinę centralizaciją, nes tai sumažins juos aptarnaujantį personalą. Visų iešmų perjungimui, mechaniniam blokavimui ir padėčiai kontroliuoti naudojamos SP-6M tipo elektros pavaros su kintamos srovės elektros varikliais.

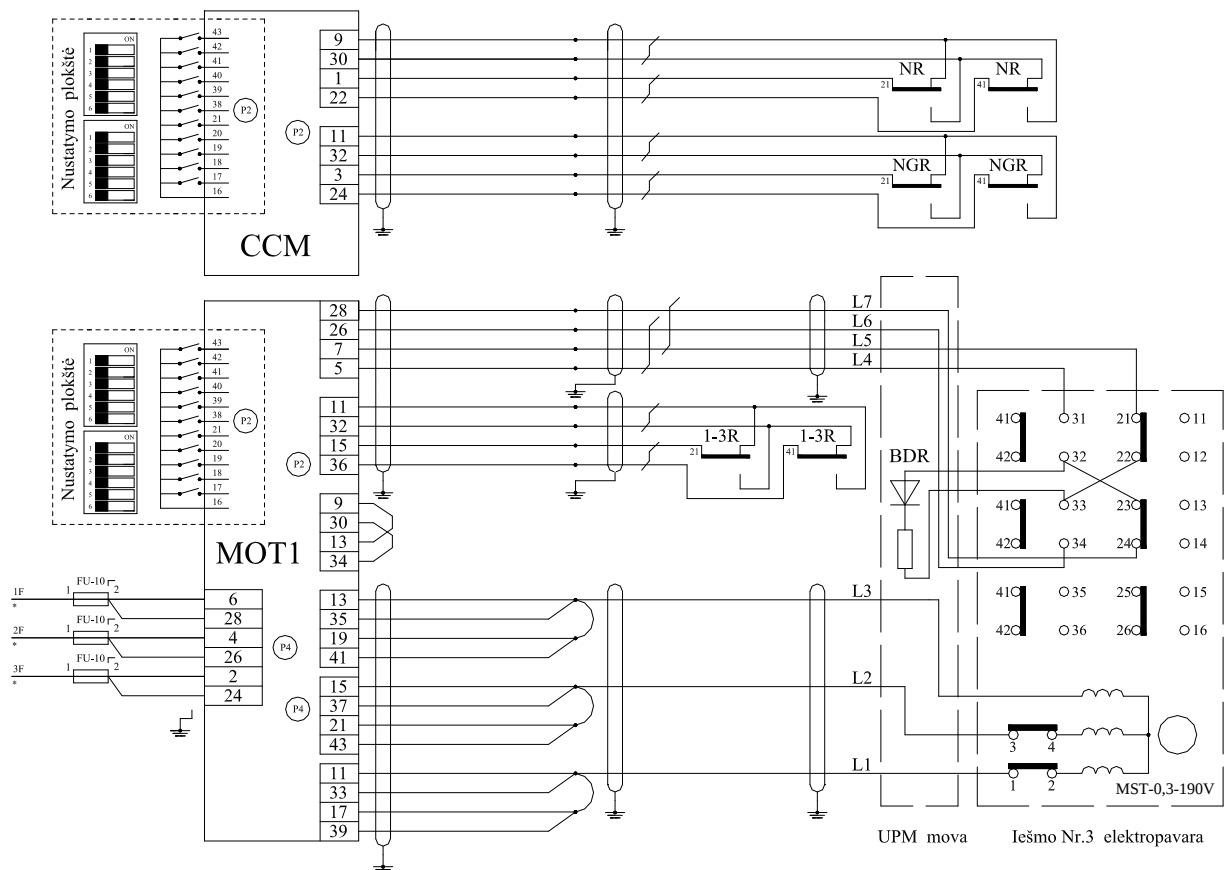
Jei yra netikrasis iešmų kelio ruožo užimtumas, iešmą galima perjungti panaudojus pagalbinį iešmų perjungimo mygtuką su skaitikliu „Pagalbinis iešmų perjungimas“. Iešmai perjungiami į kitą padėtį:

automatiškai, naudojant maršrutinį iešmų ir signalų valdymą, stoties budėtojai paspaudus pulte maršruto pradžios ir pabaigos mygtukus;

individualiu būdu iš iešminio komutatoriaus - individualaus iešmų perjungimo rankenėlių pagalba.

Individualiu būdu bet kuris iešmas perjungiamas pasukant individualaus iešmų perjungimo rankenėlę į atitinkamą padėtį. Taip iešmai perjungiami juos remontuojant, tikrinant smailių glaudumą, atskirais atvejais ruošiant maršrutą, esant kai kuriems maršrutinės relinės centralizacijos gedimams.

OBJEKTINIS VALDIKLIS IEŠMO Nr.1



* - Montažinis laidas 1,5 mm

9 pav. Elektros pavaros ir jos objektinio valdiklio savitarpio komutacinė schema

Norint perjungti iešmus maršrutiniu būdu, būtina paspausti pulte pradžios ir pabaigos maršruto mygtukus. Paspaudus pradžios maršruto mygtuką, prie rengiamo maršruto šviesoforo indikacinė ląstelė pradeda šviesti žaliai. Paspaudus pabaigos maršruto mygtuką, visų mygtukų, esančių prie rengiamo maršruto šviesoforų, indikacinės ląstelės pradeda šviesti žaliai ir tuo parodo, kad prasidėjo maršruto rengimo procesas. Šiuo metu visi iešmai, įeinantys į rengiamą maršrutą, automatiškai persijungia į reikiamą padėtį (jeigu jie iki to buvo kitoje padėtyje, ne pagal rengiamą maršrutą), iešmai persijungia vienu metu ir jų persijungimo momentą galima stebėti pagal ampermetro rodmenis. Sąvažos iešmai persijungia nuosekliai vienas po kito.

Iešmų perjungimas ir padėtis kontroliuojami pulte:

Kiekvieno vieninio iešmo arba sąvažos iešmų padėčiai kontroliuoti iešminiame komutatoriuje įrengtos trys lemputės: žalia, geltona ir raudona. Žalia lemputė dega iešmui esant plusinėje padėtyje, geltona – minusinėje padėtyje, o raudona lemputė dega, jeigu nėra iešmo padėties kontrolės.

Be to, ieško perjungimo kontrolei pulto viršuje įrengtas indikatorius. Pagal indikatoriaus rodyklės pakrypimą galima nustatyti ieško perjungimo pradžią ir pabaigą, taip pat pavaros variklio darbą sankabos režimu. Perjungiant iešmus, indikatoriaus rodyklė pakrypsta į dešinę pusę ir rodo ieško perjungimo metu elektros pavaros variklio darbo srovę. Dirbant elektros pavarai sankabos režimu indikatoriaus rodyklė pakrypsta daugiau į dešinę pusę.

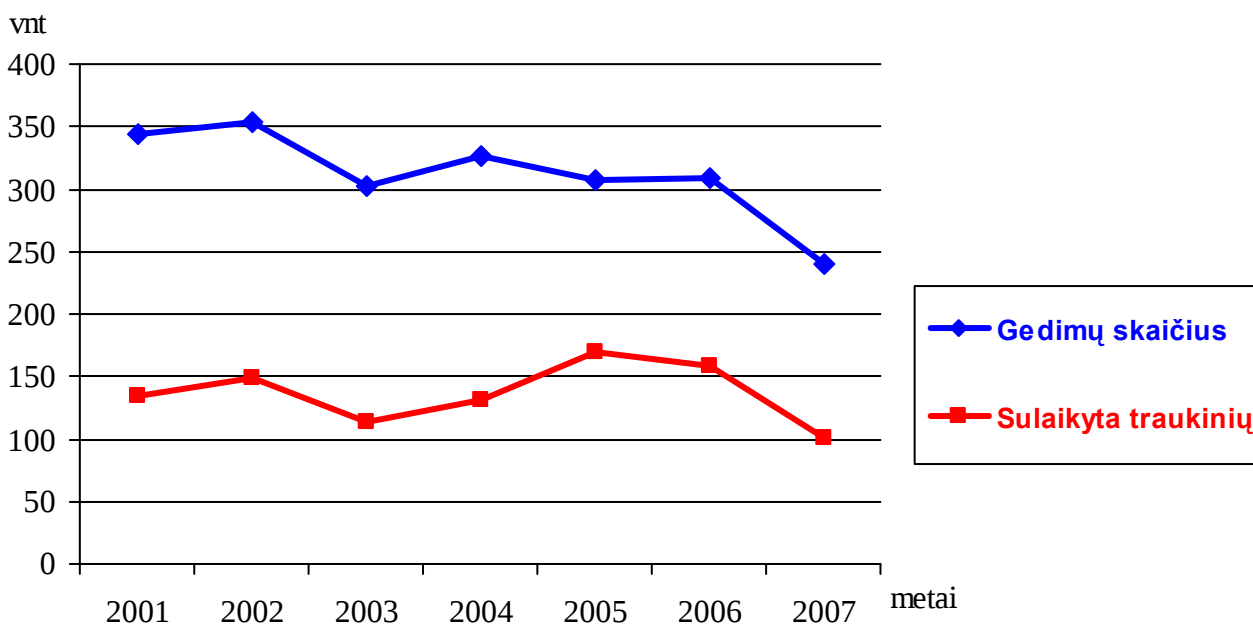
Jei ieško smailės neperjungiamos į kraštinę padėtį, dėl užterštumo ar patekusių tarp smailės ir rėminio bėgio pašalinių daiktų, elektros pavaros veikimas sankabos režime po 6–7 sekundžių nutrūksta automatiškai, pradeda skambėti iešmų atlenkimo skambutis. Stoties budėtojas turi perjungti iešmą į pradinę padėtį, paspaudęs atitinkamo ieško valdymo mygtuką.

Įrengus stotyje visus šviesoforus su šviesos diodinėmis galvutėmis bus ženkliai pagerintas šviesoforų matomumas, o panaudojus „DIENOS“ – „NAKTIES“ režimą, sumažės energijos sąnaudos.

Rengiant naujus projektus, būtina iešmus įjungti į elektrinę centralizaciją, nes tai sumažins juos aptarnaujantį personalą.

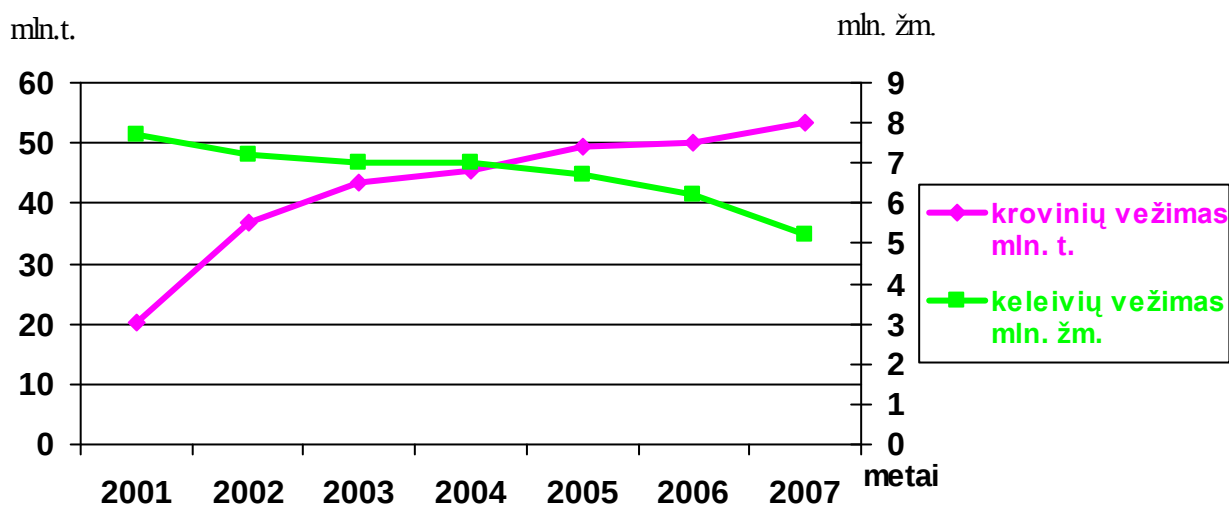
3.6. Signalizacijos sistemų gedimų ir sulaikytų traukinių analizė

Atlikus gedimų ir sulaikytų traukinių analizę 10 paveiksle matyti, kad per pastaruosius metus kreivė ženkliai svyra žemyn, tai rodo, kad signalizacijos įrenginių modernizavimas stotyse ir tarpstotyse sumažina gedimų ir sulaikytų traukinių skaičių [12].



10 pav. Signalizacijos sistemų gedimų ir sulaikytų traukinių analizė

Per kelis paskutinius metus diegiant naujas eismo valdymo ir signalizacijos sistemas, signalizacijos gedimų skaičius sumažėjo nuo 344 iki 240, o tuo pačiu ženkliai, t. y. nuo 135 iki 101 sumažėjo ir sulaikytų traukinių skaičius. Tai rodo, kad signalizacijos įrenginių modernizavimas stotyse ir tarpstočiuose naudingas, nes mažina signalizacijos gedimų ir sulaikytų traukinių skaičių.



11 pav. Vežimų Lietuvos geležinkeliais dinamika

Nuo traukinių, sulaikytų dėl signalizacijos gedimų, skaičiaus priklauso bendra keleivių ir krovinių vežimo trukmė. Kuo ilgiau traukiniai užtruks stotyse ar tarpstočiuose, tuo didesnius nuostolius patirs geležinkelių transportu krovinius vežančios bendrovės. Norint, kad keleivių ir krovinių vežimai Lietuvos geležinkeliais neužtruktų ilgiau nei gretimose šalyse, šių vežimų apimtys augtų 11 paveikslas, reikia siekti, kad eismo valdymo ir signalizacijos gedimų ir sulaikytų traukinių skaičiaus būtų minimalus [13].

Norint, kad įrenginiai patikimai veiktų, reikia: nustačius arba gavus pranešimą apie eismo valdymo sistemų gedimą, skubiai tvarkdarys turi padaryti atitinkamą įrašą traukinių eismo tvarkdario žurnale, o traukinių eismą organizuoti eismo taisyklių nustatyta tvarka [14].

Tvarkdariui draudžiama naudotis signalizacijos įrenginiais (vadovaujantis sugedusių įrenginių kontrolės prietaisų rodmenimis įjungti šviesoforuose leidžiamuosius signalus) tol, kol nebus pašalinti gedimai, patikrinti kaip veikia įrenginiai, įrašyti atitinkami įrašai traukinių eismo tvarkdario žurnale. Draudžiama naudotis įrenginiais ir tuo atveju, kai tvarkdario monitoriaus ekrane atsistatys izoliuotųjų ruožų laisvumas ar užimtumas, iešmų padėties kontrolė ar pasikeis kiti rodmenys, tol, kol nebus atitinkamų įrašų traukinių eismo tvarkdario žurnale, nes kitu atveju galimos grėsmės traukinių eismo saugumui.

Ypatingų komandų grupės funkcijos. Ypatingų komandų grupės funkcijos naudojamos tik ypatingais atvejais – iš dalies sutrikus įrenginių darbui. Prieš naudojant šias funkcijas reikia įsitikinti pagal eismo taisyklių reikalavimus, ar jų panaudojimas nesukels grėsmės traukinių eismo saugumui.

Ypatingos komandos vykdomos dviem etapais:

- tvarkdarys pasiunčia šios grupės komandą;
- tvarkdarys ne vėliau kaip per 15 sekundžių po pirmojo etapo pasiunčia komandos patvirtinimą. Patvirtinimas turi būti taikomas objektams, aktyvuotiems pirmame etape.

Tvarkdario veiksmai aptikus netikrąjį izoliuotojo ruožo (iešminio, beiešminio ar kelio) laisvumą:

1. Tuoju pat apie tai įrašyti į apžiūros žurnalą.
2. Jeigu buvo įjungta šviesoforų automatinė veikseną – perjungti juos į individualųjį valdymą.

Apie gedimą pranešti elektromechanikui ir budinčiam automatikos ir ryšių operatyviniam tvarkdariui. Kol nebus pašalintas bėgių grandinės gedimas, maršrutais, kuriuose yra netikras izoliuotųjų ruožų laisvumas, traukiniai priimami, išleidžiami ir manevruojama draudžiamaisiais atitinkamų šviesoforų signalais.

Jei neįmanoma tarpstotyje pakeisti traukinių važiavimo krypties, yra netikrasis tarpstočio užimtumas, krypties keitimas atliekamas pagalbinę krypties keitimo komanda.

Tvarkdario veiksmai:

- patikrinti tarpstočio faktinį laisvumą;
- patikrinti ar išleidžiamųjų šviesoforų rodmenys į tą tarpstotį yra draudžiamieji;
- patikrinti ar to tarpstočio raktas krivulė įstatytas į spyną ir pasuktas.

Vienkelės ar dvikelės autoblokuotės kryptis pasikeis, kai bus įvykdytos šios sąlygos:

- stotyje, kurioje nustatyta AB kryptis priimti traukinį, tvarkdarys duoda komandą pakeisti kryptį į „Išvykimas“;

- stotyje, kurioje nustatyta AB kryptis išleisti traukinį, tvarkdarys duoda komandą pakeisti kryptį į „Atvykimas“;

- to tarpstočio raktas krivulė įstatytas į spyną ir pasuktas;
- nėra paruoštas išleidžiamasis maršrutas iš kaimyninės stoties;
- nėra aktyvuota visų tarpstočio bėgių grandinių traukinio pravažiavimo kontrolė.

Visus elektros tiekimo sutrikimus, tokius kaip: bent vieno iš elektros stovų atsijungimas, ar visų maitinimo stovų atsijungimas, taip pat automatinės elektros stoties ir nepertraukiamo elektros

tiekimu įrenginio sutrikimus, tvarkdarys privalo įrašyti į traukinių eismo tvarkdario žurnalą ir pranešti įrenginius aptarnaujančiam personalui.

Dingus elektros tiekimui, įrenginiai dar 20 minučių gali veikti normaliai nuo nepertraukiamo elektros tiekimu įrenginio.

Per tą laiką tvarkdarys turi pasiruošti visiškam sistemos atsijungimui:

1. Atjungti visoje stotyje leidžiamuosius signalus.
2. Atrakinti parengtus maršrutus.
3. Išmus nustatyti į reikiamą padėtį.

Sugedus nepertraukiamo elektros tiekimu įrenginiui naudojimas įrenginiais nutraukiamas.

Išanalizavus, galime teigti, kad signalizacijos gedimų ir sulaikytų traukinių skaičių taip pat lemia operatyvus aptarnaujančio personalo darbas t. y., kuo greičiau bus atstatytas nepertraukiamas signalizacijos įrenginių veikimas, tuo pervežimas geležinkelio transportu bus efektyvesnis.

4. GELEŽINKELIAIS VEŽAMŲ KROVINIŲ ANALIZĖ IR STOTIES DARBUOTOJŲ POREIKIS

4.1. Geležinkeliais vežamų krovinių analizė

Skirtingais kelio ruožais vežamų krovinių kiekis ženkliai skiriasi, todėl prieš parenkant ir įdiegiant naują eismo valdymo sistemą, būtina išanalizuoti modernizuojamo ruožo apkrovimo netolygumus bei įvertinti ruožo efektyvumą.

Ruožu vežamų krovinių netolygumo rodiklis yra grįžtamumo koeficientas. Jis rodo tuščia kryptimi vežamų krovinių santykį su krauta kryptimi vežamu krovinių kiekiu.

Vežimų apkrovimo netolygumo rodiklio koeficientas – tai maksimalus per mėnesį vežtų krovinių kiekio santykis su vidutiniu mėnesiniu vežtų krovinių kiekiu per metus. Šio koeficiento vidutinė reikšmė visiems kroviniams – 1,05. Dėl vežimų geležinkeliais netolygumo būtina turėti krovinių praleidžiamumo rezervą, lokomotyvų ir vagonų atsargas, išlaikyti papildomus darbuotojus, kurie visiškai išnaudojami vežimų efektyvumui pasiekus maksimumą. Tokiu laikotarpiu ruožuose atsiranda žinomi traukinių praleidžiamumo sunkumai.

Ruožų apkrovimo netolygumas vertinamas netolygumo koeficientu [15]:

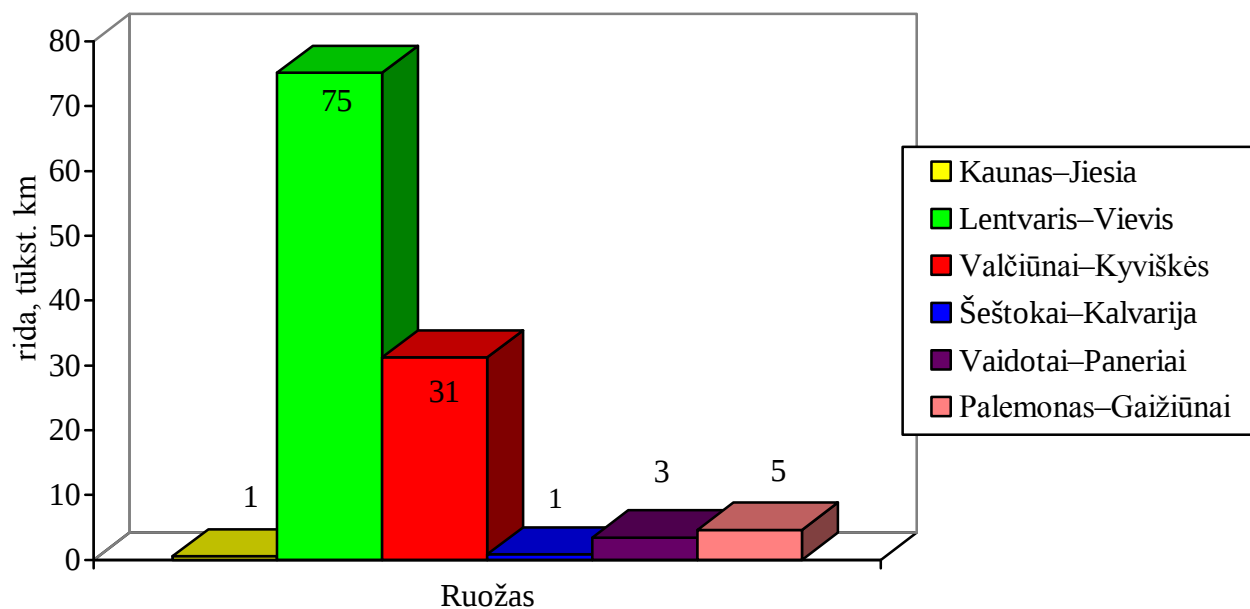
$$k_{apkr.netol.} = \frac{L_r}{\sum ms}; \quad (1)$$

čia: L_r – ruožo ilgis, km; $\sum ms$ – lokomotyvų traukinių rida, km.

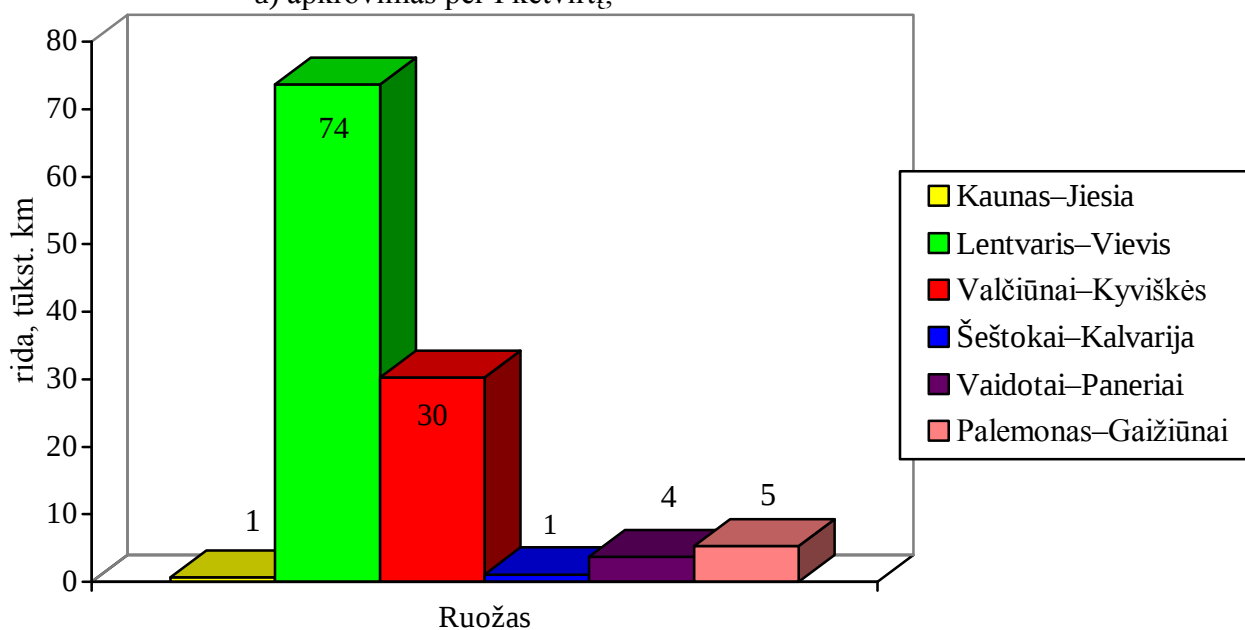
Eismo apkrovai įvertinti pasirinkti: du dvikeliai ruožai ir keturi vienkeliai ruožai.

1 lentelė. Ruožų apkrovos netolygumo įvertinimas

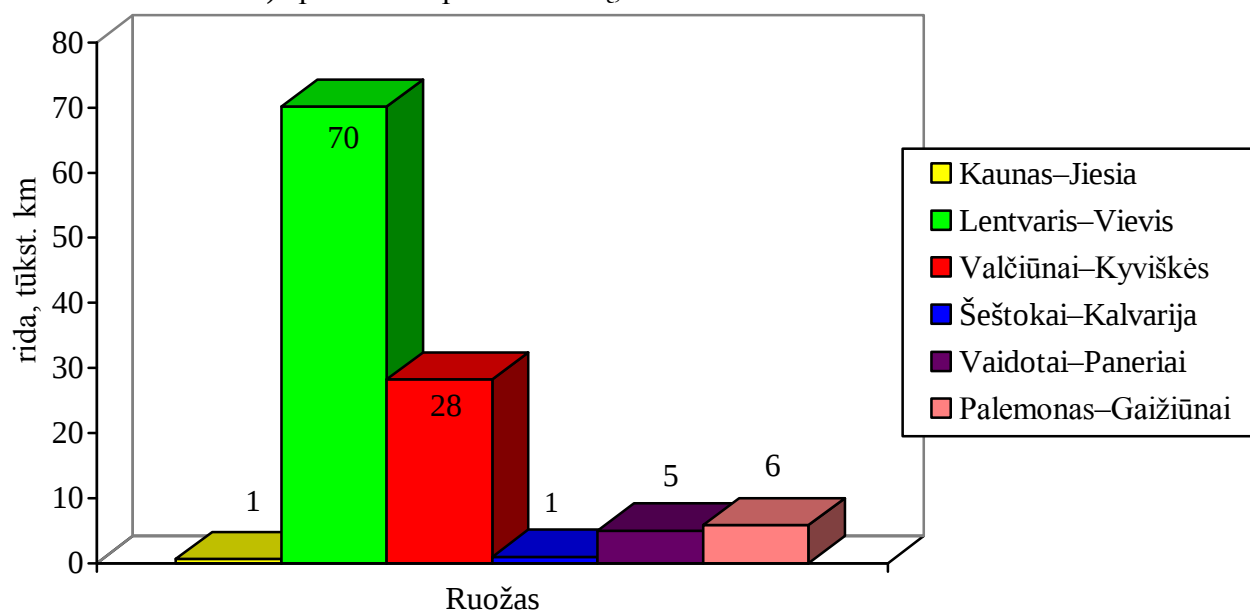
Eil. Nr.	Ruožo pavadinimas	Kelių skaičius	Ruožo ilgis	Ketvirtinė lokomotyvo rida, km				Rida per metus, km
				I	II	III	IV	
1.	Kaunas–Jiesia	2	8,22	505	631	605	482	2223
2.	Lentvaris–Vievis	2	23,50	75146	73649	70168	79462	298425
3.	Valčiūnai–Kyviškės	1	23,7	31218	30254	28216	32012	121700
4.	Šeštokai–Kalvarija	1	16,93	832	1079	958	902	3771
5.	Vaidotai–Paneriai	1	8,80	3441	3659	4982	4361	16443
6.	Palemonas–Gaižiūnai	1	25,48	4618	5297	5807	6295	22017



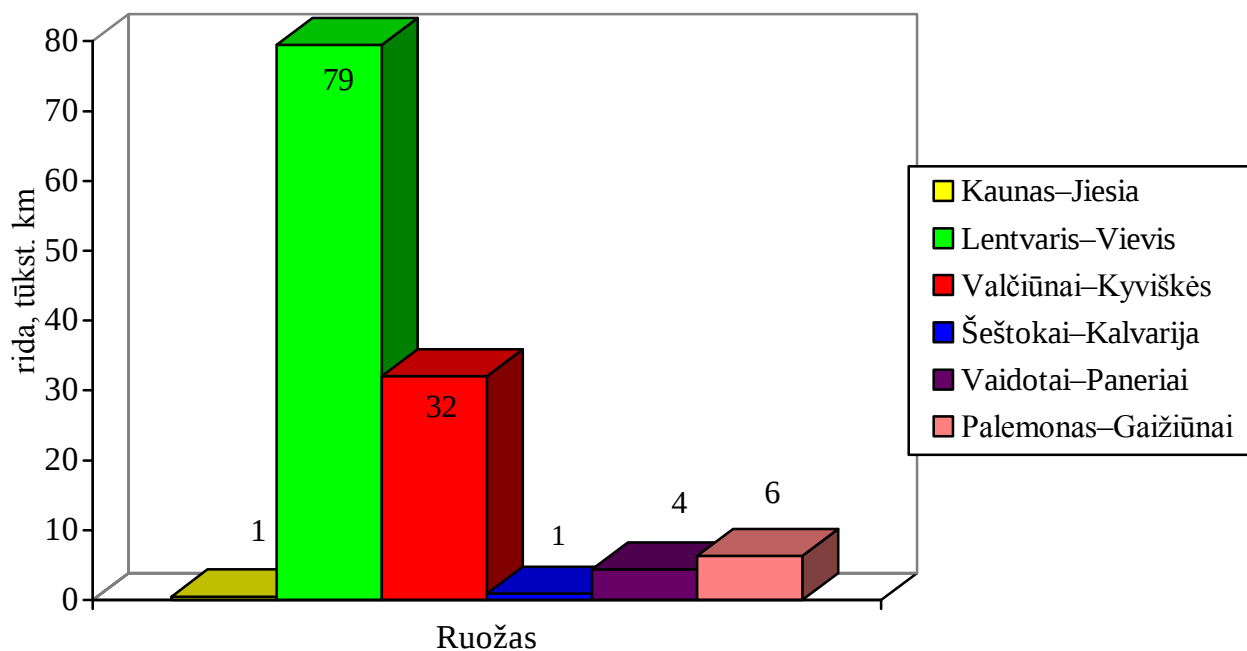
a) apkrovimas per I ketvirtį;



b) apkrovimas per II ketvirtį;



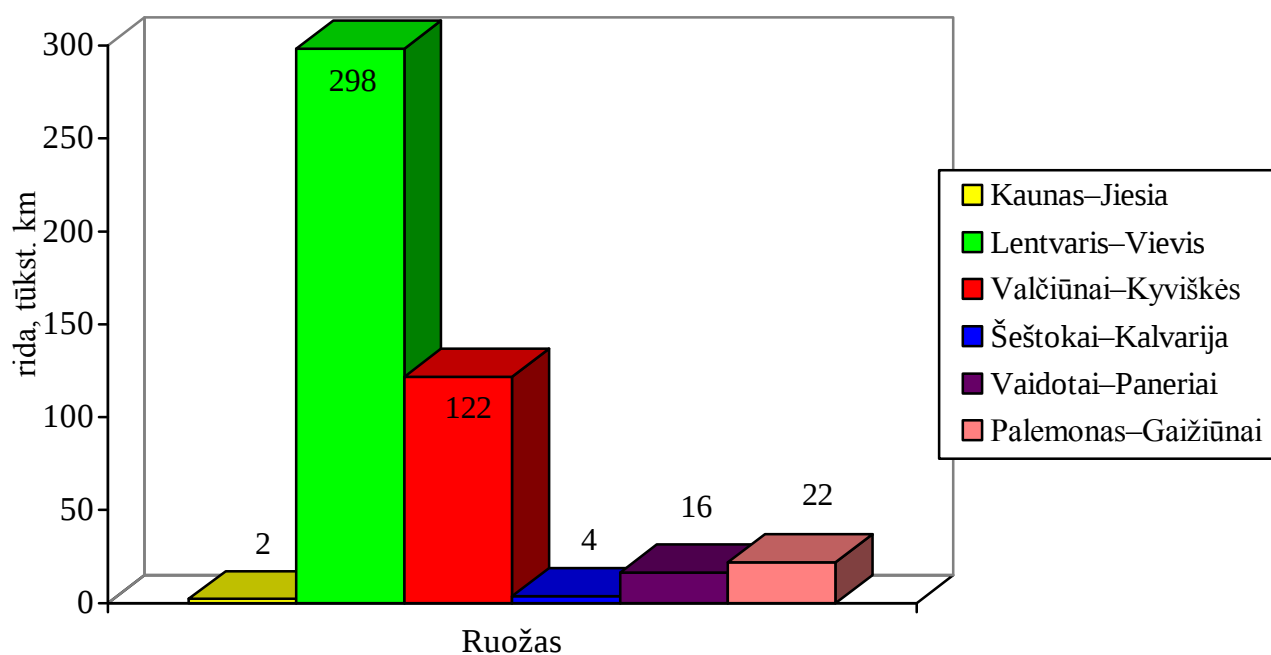
c) apkrovimas per III ketvirtį;



d) apkrovimas per IV ketvirtį;

12 pav. Ruožų apkrovos netolygumo įvertinimas ketvirčiais

12 paveiksle matyti, kad labiausiai apkrautas antras ruožas, kuris yra dvikelis. Apkrovimas kinta ataskaitiniais ketvirčiais. Po to trečias ruožas, kuris yra vienkelis, čia traukinių pralaidumas taip pat labai didelis. Visa tai atlikus galima teigti, kad antrame Lentvaris–Vievis ir trečiame Valčiūnai–Kyviškės ruožuose įvertinus traukinių pralaidumą, mikroprocesorinė eismo valdymo sistema turėtų kelis kartus greičiau atsipirkti, nei kituose nagrinėtuose ruožuose.



13 pav. Ruožų apkrovos netolygumo įvertinimas per metus

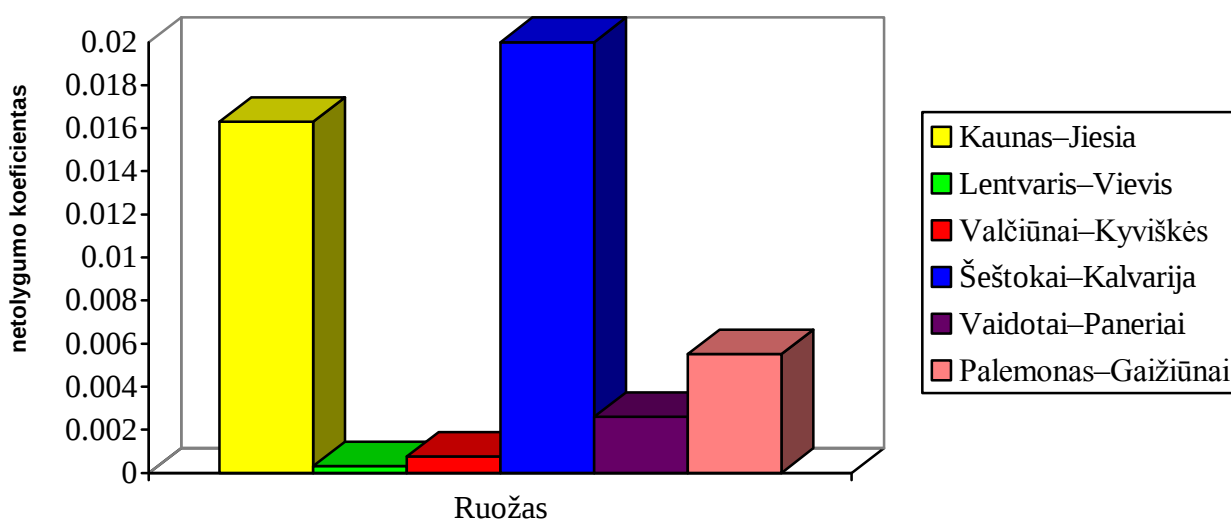
Įvertinę ruožų apkrovos netolygumą per metus 13 paveikslas, taip pat išryškėja, kad labiausiai apkrautas antras ruožas Lentvaris–Vievis, tad galima teigti, kad šiame ruože nujų eismo valdymo sistemų įdiegimas būtinas, o sistemos atsiperkamumas efektyviausias.

2-oje lentelėje pateikta pasirinktų ruožų ridos netolygumų pagal ketvirčius statistinė analizė. Matyti, kad antrojo ruožo netolygumo koeficientas yra mažiausias ir šis ruožas stabiliausias. Nestabiliausias pagal ketvirtinį apkrovimą yra ketvirtas ruožas.

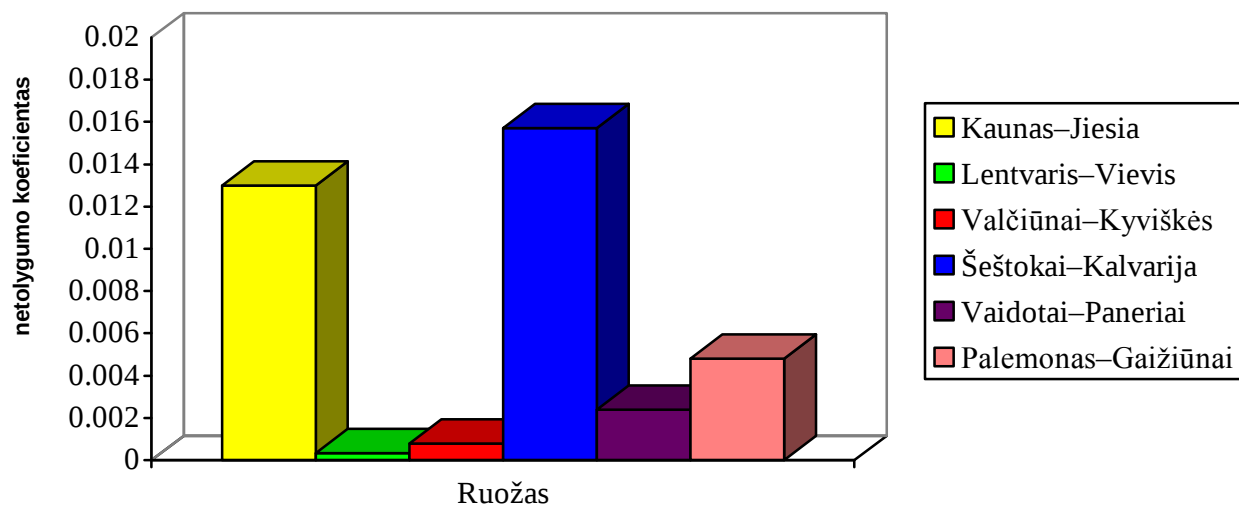
čia: X_1, X_2, X_3, X_4 – lokomotyvo rida per ketvirtį; $\bar{X}$ – vidutinė lokomotyvo rida.

2 lentelė. Ruožų ridos netolygumų analizė

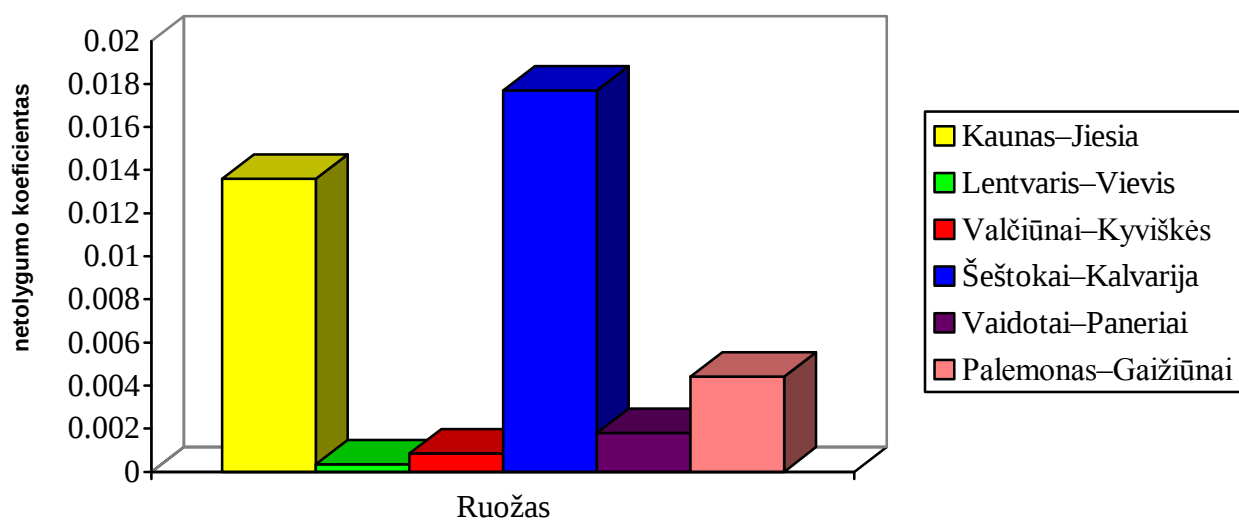
Eil. Nr.	Ruožo pavadinimas	X_1	X_2	X_3	X_4	$\bar{X}$
1.	Kaunas–Jiesia	0,0163	0,0130	0,0136	0,0171	0,0150
2.	Lentvaris–Vievis	0,00031	0,00032	0,00033	0,00030	0,000315
3.	Valčiūnai–Kyviškės	0,00076	0,00078	0,00084	0,00074	0,00078
4.	Šeštokai–Kalvarija	0,0203	0,0157	0,0177	0,0188	0,018125
5.	Vaidotai–Paneriai	0,0026	0,0024	0,0018	0,0020	0,0022
6.	Palemonas–Gaižiūnai	0,0055	0,0048	0,0044	0,0040	0,004675



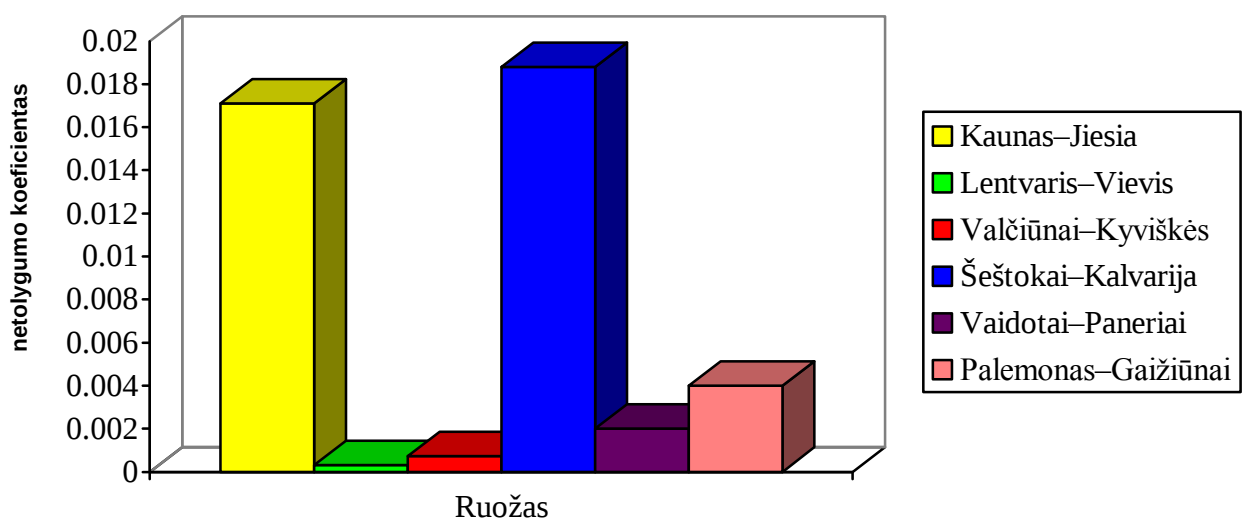
a) ridos netolygumas per I ketvirtį;



b) ridos netolygumas per II ketvirtį;



c) ridos netolygumas per III ketvirtį;



d) ridos netolygumas per IV ketvirtį;

14 pav. Ruožų ridos netolygumų įvertinimas ketvirčiais

Atlikus ruožų apkrovos ir ridos netolygumų analizes galima teigti, kad egzistuoja ruožų apkrovos netolygumai, kurie charakterizuoja parenkamo ruožo tinkamumą, o įvertinę ruožų apkrovos netolygumo koeficientus, galime efektyviau planuoti riedmenų darbus ir racionaliau pasirinkti tam tikrą ruožą įdiegiant šiuolaikiškas modernias eismo valdymo sistemas.

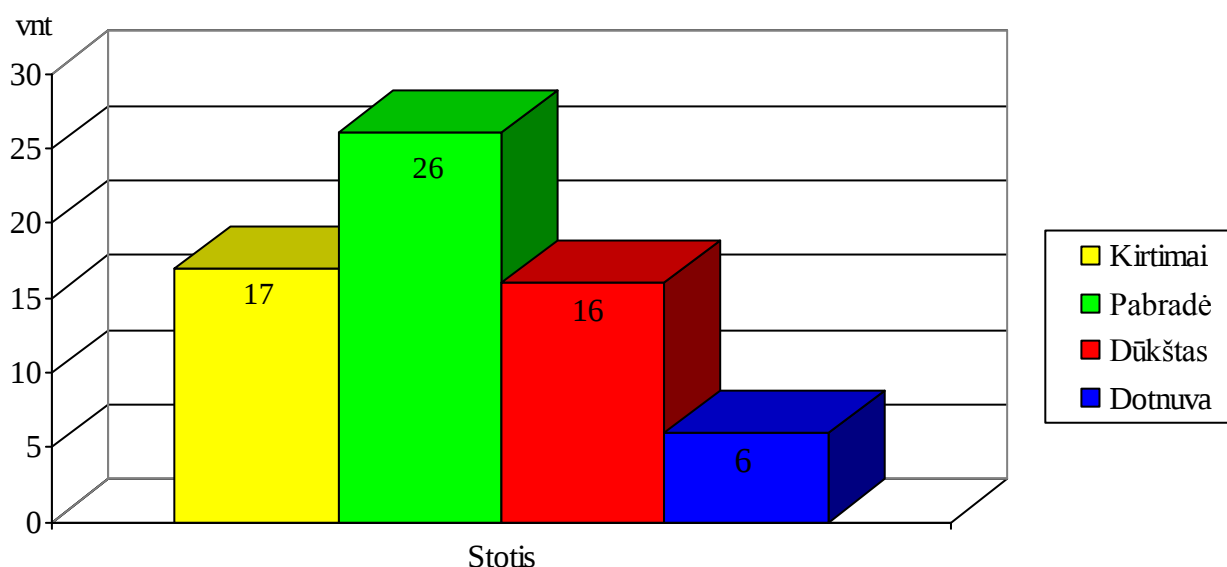
4.2. Stoties darbuotojų poreikio nustatymas

Jei stotyje bus įrengta mikroprocesorinė eismo valdymo sistema, šios sistemos pranašumas akivaizdžiai matomas 3 lentelėje, nes sumažės stoties aptarnaujančio personalo skaičius, jų funkcijas perduodant stočių tvarkdariui, vyksta spartesnis iešmų perjungimas, aparatūra užima mažesnes patalpas ir lengviau aptarnaujama, sutaupomos lėšos, kurias reikėjo mokėti stoties budėtojams ir pasenusiai aparatūrai aptarnauti.

3 lentelė. Aptarnaujančio personalo kitimas pasirenkant skirtingas eismo valdymo sistemas

Eil. Nr.	Stotis	Aptarnaujančio personalo skaičius	Stoties klasė	Eismo valdymo sistema
1.	Kirtimai	17	3	Blokinė
2.	Pabradė	26	3	Rakinamoji
3.	Dūkštas	16	3	Relinė
4.	Dotnuva	6	3	Mikroprocesorinė

Kaip matome 15 paveiksle, įrengus mikroprocesorinę eismo valdymo sistemą, aptarnaujančio personalo sumažės 2–2,5 karto lyginant su relinė ir blokine eismo valdymo sistema, net 3 kartus ir daugiau palyginti su rakinamąja valdymo sistema.



15 pav. Aptarnaujančio personalo stotyse kitimas

5. MIKROPROCESORINĖS EISMO VALDYMO SISTEMOS ĮDIEGIMO KAŠTAI IR ATSIPERKAMUMAS

Automatikos ir ryšių ūkis vaidina labai svarbų vaidmenį užtikrinant saugų ir tikslų traukinių eismą. Didinant traukinių greitį bei kelių praleidžiamąjį pajėgumą, nenutrūkstamą ryšį tarp geležinkelio transporto padalinių, savalaikį informacijos nurodymą bei įsakymų perdavimą, nuo automatikos, telemechanikos bei ryšių plėtojimo priklauso vežimų kultūra bei efektyvus transporto priemonių ir kitų transporto šakų nuolatinių įrengimų panaudojimas. Automatikos ir ryšių ūkyje dalyvauja 5,5 % eksploatacijos darbuotojų ir sunaudojama 4,8 % vežimams skirtų lėšų.

Automatinė blokuotė užtikrina eismo saugumą ir didina praleidžiamąjį pajėgumą. Dvikelėse linijose su keturženkliais šviesoforais gali būti nustatytas 3 min, o su triženkliais – 6–8 min intervalas tarp traukinių. Realiai dvikelėse linijose su automatine blokuote ir elektriniu iešmų centralizavimu stotyse praleidžiamąjį pajėgumą galima padidinti iki 180–220 porų traukinių per parą, o tai yra 3–3,5 karto daugiau, negu esant telefono-telegrafo sistemai ir 2–2,5 karto daugiau negu esant pusiau automatinei blokuotei.

Iešmų ir signalų įranga įgalina iš vieno centro valdyti iešmus bei signalus 150–200 km ruože. Žymiai sumažėja budinčių iešmininkų postų, bei stoties budėtojų skaičius.

Stotyse įrengiama elektrinės iešmų ir signalų centralizacijos įranga. Elektrinė iešmų ir signalų įranga 15–20 % padidina stoties ir aplinkinių tarpustočių praleidžiamąjį pajėgumą. Naudojant relinę mikroprocesorinę eismo valdymo sistemą, relių skaičius vidutiniškai sumažėja nuo 80 iki 23 skaičiuojant vienam stoties iešmui [16]. Esant elektriniam valdymui, maršrutas paruošiamas nuo 10 sek iki 1 min, o esant rankiniam valdymui tam prireikia 10–15 min. Pagrindinės eksploatacinės automatikos ūkio sąnaudos planuojamos gamybiniame – finansiniame plane pagal elementus (medžiagos, kuras, el. energija, darbo užmokestis ir kt.), pagal išlaidų straipsnius. Visos šios sąnaudos faktiškai atsispindi balansinėje ataskaitoje.

Automatikos įrenginių kapitalinis remontas atliekamas savo ir rangovų jėgomis. Pagal veiklos rūšis kapitalinio remonto darbai skirstomi į:

- įeinantys į gamybos sąnaudas;
- didinantys pradinę vertę.

Remonto darbų atlikimui surašomi aktai, sustatomos darbų atlikimo sąmatos. Automatikos ir ryšių įrenginių techninė būklė vertinama balais.

Šioje dalyje yra įvertinami mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos įdiegimo Z stotyje kaštai. Visi kaštai yra pateikiami lentelėje.

4 lentelė. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos įdiegimo kaštai Z stotyje

Eil. Nr.	Darbai	Mato vienetas	Kiekis	Vieneto kaina, Lt	Suma, Lt
I	Signalizacijos įrenginių tiekimas				
1.	Stiebinis dviženklis šviesoforas su transformatoriaus dėže	vnt.	2	4500	9000
2.	Stiebinis keturženklis šviesoforas su transformatoriaus dėže	vnt.	4	6100	24400
3.	Stiebinis keturženklis šviesoforas su išimtiniu signalu ir transformatoriaus dėže	vnt.	2	9500	19000
4.	Žemasis keturženklis šviesoforas	vnt.	4	2000	8000
5.	Žemasis dviženklis šviesoforas	vnt.	8	900	7200
6.	Elektros pavaros SP-6M	vnt.	11	2800	30800
7.	Iešmų garnitūrai ir detalės	vnt.	11	1250	13750
8.	Kelio transformatoriai PRT-G	vnt.	41	255	10455
9.	Kelio transformatoriai POBS-2G	vnt.	4	370	1480
10.	Signaliniai transformatoriai ST-4G	vnt.	62	160	9920
11.	Rezistoriai 6 Om 5 A RR1.1	vnt.	47	95	4465
12.	Ribotuvai VOCN-220	vnt.	41	50	2050
13.	Ribotuvai VOCN-24	vnt.	41	42	1720
14.	Universali kabelinė mova UKM-12-I	vnt.	12	160	1920
15.	Universali kabelinė mova UKM-12-II	vnt.	2	300	600
16.	Universali kabelinė mova UPM-24-IV	vnt.	11	260	2860
17.	Atsišakojimo kabelinė mova RM4-28	vnt.	12	300	3600
18.	Atsišakojimo kabelinė mova RM7-84	vnt.	11	800	8800
19.	Transformatorinė keldėžė PJ-1	vnt.	34	800	27200
20.	Cinkuotas pagrindas po keldėžė	kompl.	34	170	5780
21.	Cinkuotas pagrindas po mova	kompl.	42	150	6300
22.	Cinkuotas pagrindas nykštukiniam šviesoforui su viena galvute	kompl.	8	250	2000

4 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Darbai	Mato vienetas	Kiekis	Vieneto kaina, Lt	Suma, Lt
23.	Cinkuotas pagrindas nykštukiniam šviesoforui su dvejomis galvutėmis	kompl.	4	280	1120
24.	Pamatas stiebiniams šviesoforams	vnt.	8	900	7200
25.	Pagrindai šviesoforų kopėčioms	vnt.	8	150	1200
26.	Jungės transformatorių keldėžei	kompl.	23	67	1541
27.	Privirinami sujungėjai	vnt.	300	8	2400
28.	Sujungėjai tipas II	vnt.	300	11	3300
29.	Taškai išilginiai, bėgių grandinių jungių tvirtinimai	vnt.	36	110	3960
30.	Kabelinis šulinys RKŠ-2	vnt.	3	1250	3750
31.	Kabelinis šulinys RKŠ-3	vnt.	24	1400	33600
32.	Vamzdžiai PVC d100mm.	m	1242	30	37260
33.	Vamzdžiai HDPE d110mm.	m	730	35	25550
34.	Vamzdžiai PE d50mm.	m	510	25	12750
	Lauko kabeliai ir laidai				
	Bėgių grandinių kabeliai:				
35.	SBZPU 3x2X0.9	m	10530	3,5	36855
36.	SBZPU 4x2X0.9	m	4050	4	16200
37.	SBZPU 7x2X0.9	m	9930	6	59580
38.	SBZPU 10x2X0.9	m	5700	8,2	46740
39.	SBZPU 14x2X0.9	m	50	10,5	525
40.	SBZPU 24x2X0.9	m	1410	16	22560
	Iešmų kabeliai:				
41.	SBZPU 4x2X0.9	m	1590	4	6360
42.	SBZPU 7x2X0.9	m	770	6	4620
43.	SBZPU 10x2X0.9	m	890	8	7298
44.	SBZPU 10x2X1.4	m	640	11	7296
45.	SBZPU 48x2X1.4	m	1370	29,5	40415
	Šviesoforų kabeliai:				
46.	SBZPU 7x2X0.9	m	1210	6	7260

4 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Darbai	Mato vienetas	Kiekis	Vieneto kaina, Lt	Suma, Lt
47.	SBZPU 10x2X0.9	m	730	8,2	5986
48.	SBZPU 10x2X1.4	m	110	11,4	1254
49.	SBZPU 14x2X1.4	m	2640	15,5	40920
50.	SBZPU 16x2X1.8	m	1900	19	36100
51.	SBZPU 24x2X0.9	m	770	16	12320
52.	SBZPU 30x2X0.9	m	350	21	7350
53.	SBZPU 30x2X1,4	m	2400	25,5	61200
54.	SBZPU 30x2X1,8	m	1900	28	53200
55.	SBZPU 48x2X1.4	m	1420	29,5	41890
56.	SBZPU 48x2X1.8	m	3100	34	105400
	Montavimo laidai:				
57.	Laidas PV- 3x1,5	m	444	0,5	222
58.	Laidas PV-3x2,5	m	184	0,8	147
59.	Signalinė juosta tranšėjų žymėjimui	m	11960	0,6	7176
	Centralizacijos posto vidaus kabeliai ir laidai				
60.	Ižeminimo kontūrai su varinėmis šynomis	kompl.	1	3500	3500
61.	Centralizacijos posto vidaus kabeliai ir laidai	m	6430	4	25720
62.	Apsauginės ir priešgaisrinės signalizacijos įranga ir medžiagos	kompl.	1	4000	4000
63.	Gaisro gesinimo sistemos įranga ir medžiagos	kompl.	1	30000	30000
64.	Relinis stovas su bėgių grandinių ir kita aparatūra bei kabelių laikikliu	vnt.	18	50000	900000
65.	PC/ECC kompiuterių spinta su įranga	vnt.	1	220000	220000
66.	ECC/ECC kompiuterių spinta su įranga	vnt.	2	225000	450000
67.	Kabelių paskirstymo spinta su WAGO gniibtynais	vnt.	2	42000	84000

4 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Darbai	Mato vienetas	Kiekis	Vieneto kaina, Lt	Suma, Lt
68.	Įrenginių maitinimo paskirstymo spinta	vnt.	1	30000	30000
69.	AC/DC maitinimo šaltinių spinta	vnt.	1	30000	30000
70.	Maitinimo įvadų ir valdymo spinta	vnt.	1	30000	30000
71.	Nepertraukiamo maitinimo šaltinis (NMS)	vnt.	1	27000	27000
72.	Stoties akumuliatorių įranga su akumuliatoriais	kompl.	1	17000	17000
73.	Stoties įvadinis maitinimo skydas (IMS)	vnt.	1	20000	20000
74.	PC kompiuteriai	vnt.	4	4000	16000
75.	Monitoriai	vnt.	3	2500	7500
76.	Operatoriaus ir techninės priežiūros darbo vietos	kompl.	1	30000	30000
77.	Rakto krivulės blokas	vnt.	2	2000	4000
II	Signalizacijos įrenginių įrengimas ir bandymas				
78.	Iešmų įrangos montavimas prijungiant kabelius ir bandymas	vnt.	11	600	6600
79.	Šviesoforų montavimas prijungiant kabelius ir bandymas	vnt.	20	650	13000
80.	Bėgių grandinių įrangos montavimas prijungiant kabelius ir bandymas	vnt.	41	160	6560
81.	Movų montavimas prijungiant kabelius ir bandymas	vnt.	48	200	9600
82.	Centralizacijos posto įrangos montavimas prijungiant kabelius ir bandymas	kompl.	1	11000	11000
83.	Aparatūros patikra LG laboratorijose (RTB)	kompl.	1	15000	15000

4 lentelės pabaiga

Eil. Nr.	Darbai	Mato vienetas	Kiekis	Vieneto kaina, Lt	Suma, Lt
84.	Ižeminimo kontūro įrengimas ir bandymas	kompl.	1	200	200
85.	Kabelių klojimas ir bandymas	m	53440	5	267200
86.	Kabelinės kanalizacijos įrengimas	m	2482	10	21000
87.	Apsauginės ir priešgaisrinės signalizacijos įrengimas ir bandymas	kompl.	1	700	700
88.	Gaisro gesinimo įrengimas ir bandymas	kompl.	1	1500	1500
89.	Programavimas ir testavimas	kompl.	1	245000	245000
90.	Bandymas ir pridavimas	kompl.	1	56000	56000
Signalizacijos įrenginių tiekimas, įrengimas ir bandymas				Suma	3545885

4 lentelėje matyti, kad šios sistemos įrengimas yra ganėtinai brangus $A_{st.} = 3545885$ Lt, tokios investicijos atsipirks, nes reikia žvelgti į priekį ir atnaujinti automatikos ir ryšių ūkio įrenginius.

Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos atsiperkamumas. Modernizavus stotis ir įdiegus naują mikroprocesorinę eismo valdymo sistemą, akivaizdžiai sumažėjo įrenginių kiekis, todėl sumažės ir sutrikimų skaičius, padidės traukinių eismo saugumas ir pagerės darbo sąlygos. Didelį relių skaičių, gremėzdiškus pultus ir švieslentes pakeis mikroprocesoriai ir patogios automatizuotos operatorių darbo vietos. Bus sumažintas eismo organizavimo darbuotojų, iešmininkų skaičius. Mažų stočių įrenginius bus galima valdyti ir kontroliuoti jų darbą iš centrinio valdymo skyriaus.

Žinodami stotyse dirbančių darbuotojų skaičių ir pareigas galime suskaičiuoti lėšų darbuotojų algoms poreikį.

Skaičiuojant atlygį už išstarnautus metus daroma prielaida, kad darbuotojai vidutiniškai dirbo maždaug 10 metų, o tai sudaro 15 % tarifinio atlygio. Įvertinamas premijos dydis – 50 % dirbantiems lauko sąlygomis ir 45 % visiems kitiems.

5 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Pabradės stotyje

Pareigos	Darbuotojų skaičius	Tarifinis atlygis, Lt	Atlygis už išstarnautus metus, Lt	Premija, Lt	Viso išmokama, Lt
Viršininkas	1	1700	255	765	2720
Budėtojas	5	6500	975	2925	10400
Valytojas	1	900	135	405	1440
Vyresnysis prekių kasininkas	1	1300	195	585	2080
Prekių kasininkas	2	2400	360	1080	3840
Automatikos įrenginių elektromechanikas	1	1650	247,5	825	2722,5
Ryšių įrenginių elektromechanikas	1	1650	247,5	825	2722,5
Vyresnysis iešmininkas	10	11000	1650	5500	18150
Kelių brigadininkas	1	1600	240	800	2640
Kelių darbininkas	3	3600	540	1800	5940
Iš viso:					52655

6 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Kirtimų stotyje

Pareigos	Darbuotojų skaičius	Tarifinis atlygis, Lt	Atlygis už išstarnautus metus, Lt	Premija, Lt	Viso išmokama, Lt
Viršininkas	1	1700	255	765	2720
Budėtojas	5	6500	975	2925	10400
Valytojas	1	900	135	405	1440
Vyresnysis prekių kasininkas	1	1300	195	585	2080
Prekių kasininkas	3	3600	540	1620	5760
Automatikos įrenginių elektromechanikas	1	1650	247,5	825	2722,5
Ryšių įrenginių elektromechanikas	1	1650	247,5	825	2722,5
Kelių brigadininkas	1	1600	240	800	2640
Kelių darbininkas	3	3600	540	1800	5940
Iš viso:					36425

7 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Dūkšto stotyje

Pareigos	Darbuotojų skaičius	Tarifinis atlygis, Lt	Atlygis už ištarnautus metus, Lt	Premija, Lt	Viso išmokama, Lt
Viršininkas	1	1700	255	765	2720
Budėtojas	5	6500	975	2925	10400
Valytojas	1	900	135	405	1440
Vyresnysis prekių kasininkas	1	1300	195	585	2080
Prekių kasininkas	2	2400	360	1080	3840
Automatikos įrenginių elektromechanikas	1	1650	247,5	825	2722,5
Ryšių įrenginių elektromechanikas	1	1650	247,5	825	2722,5
Kelių brigadininkas	1	1600	240	800	2640
Kelių darbininkas	3	3600	540	1800	5940
Iš viso:					34505

8 lentelė. Darbuotojų mėnesinis darbo užmokestis Dotnuvos stotyje

Pareigos	Darbuotojų skaičius	Tarifinis atlygis, Lt	Atlygis už ištarnautus metus, Lt	Premija, Lt	Viso išmokama, Lt
Vyresnysis budėtojas	1	1400	210	630	2240
Budėtojas	1	1200	180	540	1920
Prekių kasininkas	1	1200	180	540	1920
Automatikos ir ryšių įrenginių elektromechanikas	1	1650	247,5	825	2722,5
Kelių brigadininkas	1	1600	240	800	2640
Kelių darbininkas	1	1200	180	600	1980
Iš viso:					13422,5

Iš 5, 6, 7, ir 8 lentelių, žinodami kiekvienos stoties darbo užmokesčio išlaidas per mėnesį, apskaičiuosime metines darbo užmokesčio išlaidas (9 lentelė).

9 lentelė. Darbuotojų mėnesinio darbo užmokesčio išlaidų sutaupymas

Stotis	Darbo užmokestis per mėnesį, Lt	Darbo užmokestis per metus, Lt	Per kiek laiko atsipirks (metais)
Pabradė	52655	631860	7,5
Kirtimai	36425	437100	12,8
Dūkštas	34505	414060	14,0
Dotnuva	13422,5	161070	-

Palyginame, kiek kiekvienoje stotyje sutaupoma pajamų per metus įrengus mikroprocesorinę eismo valdymo sistemą (9 lentelė).

Pabradės stotis:

$$Du_1 = 631860 - 161070 = 470790 \text{ Lt};$$

Kirtimų stotis:

$$Du_2 = 437100 - 161070 = 276030 \text{ Lt};$$

Dūkšto stotis:

$$Du_3 = 414060 - 161070 = 252990 \text{ Lt}.$$

Iš 4 lentelės matome, kad mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos įdiegimo stotyje

kaštai sudaro $A_{st.} = 3545885 \text{ Lt}$.

Apskaičiuosime, per kiek metų atsipirks mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos nagrinėjamose stotyse įrengimas. $t = \frac{A_{st.}}{Du};$ (2)

Pabradės stotis:

$$t_1 = \frac{3545885}{470790} = 7,5 \text{ m.}$$

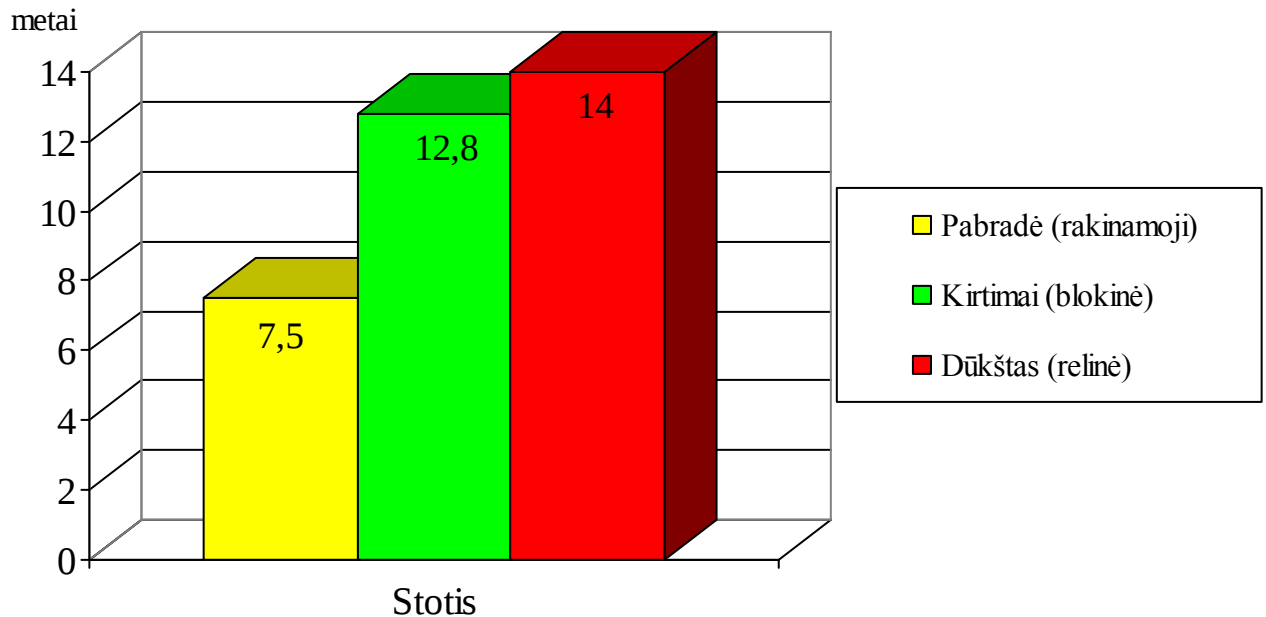
Kirtimų stotis:

$$t_2 = \frac{3545885}{276030} = 12,8 \text{ m.}$$

Dūkšto stotis:

$$t_3 = \frac{3545885}{252990} = 14,0 \text{ m.}$$

čia: t_1 ; t_2 ; t_3 – laikas, kada atsipirks eismo valdymo sistema.



16 pav. Mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos atsiperkamumas

Įrengus mikroprocesorines eismo valdymo sistemas nagrinėjamose stotyse, galima teigti, kad mažiausias įrenginių atsipirkimo laikas Pabradės stotyje, kur įrengta rakinamoji eismo valdymo sistema, – 7,5 metai. Kirtimų stotyje mikroprocesorinė eismo valdymo sistema atsipirks po 12,8 metų, o Dūkšto stotyje – tik po 14 metų. Įvertinus tai, kad rakinamoji eismo valdymo sistema yra pasenusi, galima efektyviai planuoti šiose stotyse šiuolaikiškų modernių eismo valdymo sistemų įdiegimą.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Didesnė dalis – apie 80 % signalizacijos įrenginių yra pasenę ir neatitinka saugaus traukinių eismo ir vežimų organizavimo reikalavimų.
2. Atlikę blokinės eismo valdymo sistemos apžvalgą galime teigti, kad ši sistema pranašesnė už relinę, nes į vieną bloką galima patalpinti iki aštuonių relių, tai palengvina sistemos priežiūros darbus ir gedimų paiešką, nes kiekviena grandis turi savo kontroliuojamus objektus.
3. Naujos mikroprocesorinės eismo valdymo sistemos turi eilę privalumų. Pagrindinės jų – didesnis valdymo galimybių spektras (lengviau ir greičiau pakeičiami ar įrengiami nauji objektai, visa informacija apie situaciją stotyje įrašoma į atmintį), mažesni gabaritai.
4. Apskaičiuota, kad įdiegus mikroprocesorinę eismo valdymo sistemą pagerės stoties eksploatavimo rodikliai: iki 3 kartų sumažės aptarnaujančio personalo skaičius, sumažės įrenginių priežiūros sudėtingumas, neišaiškintų sutrikimų skaičius, iki 2 kartų padidės riedmenų pralaidumas.
5. Apskaičiuota, kad rakinamosios eismo valdymo sistemos keitimas mikroprocesorine atsipirktų jau po 7,5 metų.
6. Vertinant ekonominiu ir eksploataciniu pažiūriu tikslinga pusiau automatinę kelio blokuotę keisti automatine, rakinamąją eismo valdymo sistemą mikroprocesorine, nes tokiu būdu galima padidinti vežamų krovinių ir keleivių skaičių Lietuvos geležinkeliais.

LITERATŪRA

1. Reikalavimų specifikacija (Interlokingo logika Lietuvos geležinkeliuose) 3NSS004597S004 documentation Bombardier Transportation. (Stockholm).
2. Ebilock ILC951 3NSS070182 – 02 Rel. 2.3. Bombardier Transportation. (Stockholm).
3. OBJECT controller 3NSS004604 documentation. Bombardier Transportation. (Stockholm).
4. А. А. Казаков, В. Д. Бубнов, Е. А. Казаков, В. И. Белов. Системы автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте, М., Транспорт, 1988. 279 p.
5. А. А. Казаков, В. Д. Бубнов. Е. А. Казаков. Станционные устройства автоматики и телемеханики, М., Транспорт, 1990. 431p.
6. 2008 metų signalizacijos ir ryšių įrenginių metinė ataskaita. Vilnius. AB „Lietuvos geležinkeliai“ geležinkelių infrastruktūros direkcijos, automatikos, ryšių ir elektros tiekimo tarnyba.
7. Techninio geležinkelių naudojimo nuostatai. Informacijos ir leidybos centras. Vilnius: 1998. 127 p.
8. Signalizacijos įrenginiai. Priežiūros technologija. Vilnius: 2005. 494 p.
9. Geležinkelio signalizacijos taisyklės. Vilnius: 2004. 133 p.
10. Bielinis A. Tarpstočių traukinių eismo reguliavimo sistemos. Vilnius: 2002. 231p.
11. AB „Lietuvos geležinkeliai“. Automatinės lokomotyvo signalizacijos ir mašinisto budrumą kontroliuojančių įrenginių techninės priežiūros instrukcija. Vilnius. 2001. 64 p.
12. 2001–2007 metų signalizacijos įrenginių veikimo sutrikimų analizės. Vilnius. AB „Lietuvos geležinkeliai“ geležinkelių infrastruktūros direkcijos, automatikos, ryšių ir elektros tiekimo tarnyba.
13. AB „Lietuvos geležinkeliai“ oficialus tinklapis. Prieiga per internetą: www.litrail.lt/wps/wcm/connect/...
14. Geležinkelių eismo taisyklės. Informacijos ir leidybos centras. Vilnius: 2000. 263 p.
15. Lingaitis L. P. Lokomotyvų eksploatavimas. Vilnius: 1997. 227 p.
16. Geležinkeliai. Bendrasis kursas. Vilnius: Technika. 2009. 280 p.