



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**Linas Andriuškevičius**

# **GELEŽINKELIO BĖGIŲ DEFEKTŲ TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Robertas Keršys

**KAUNAS, 2016**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

# **GELEŽINKELIO BĖGIŲ DEFEKTŲ TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Transporto priemonių inžinerija(621E20001)**

**Vadovas**

(parašas) Doc. dr. Robertas Keršys

(data)

**Recenzentas**

(parašas) Doc. dr. Jurga Ilgakojoytė - Bazarienė

(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Linas Andriuškevičius

(data)

**KAUNAS, 2016**

Baigiamųjų projektų rengimo,  
gynimo ir saugojimo tvarkos aprašo  
4 priedas



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Linas Andriuškevičius

(Studento vardas,pavardė)

Transporto priemonių inžinerija 621E20001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Geležinkelio bėgių defektų tyrimas“

**AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

20 16 m. gegužės 30 d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano,Lino Andriuškevičiaus ,baigiamasis projektas tema „Geležinkelio bėgių defektų tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai.Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

\_\_\_\_\_  
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**  
**TRANSPORTO INŽINERIJOS KATDERA**

Suderinta: 2015 m. rugsėjo mėn. 5 d.

**MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS**

Išduota studentui: Linui Andriuškevičiui

1. Projekto tema: Geležinkelio bėgių defektų tyrimas

Patvirtinta: 2016 m. gegužės mėn. 3 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-7

2. Projekto tikslas: Ištirti geležinkelio bėgių defektus.

3. Projekto uždaviniai ir reikalavimai:

Atlikti tyrimą su RDM - 33 tipo defektoskopu. Išanalizuoti tyrimų duomenis. Palyginti skirtingų bėgių tipus pagal defektų skaičių trijų metų laikotarpyje. Palyginti su didesni ir mažesni apkrovimus turinčiais keliais. Nustatyti skirtingų bėgių tipų privalumus ir trūkumus.

4. Projekto konsultantai (nurodant projekto skyrius)<sup>1</sup>:

5. Užduoties išdavimo terminas: 2015 m. rugsėjo mėn. 5 d.

Užbaigto projekto pateikimo terminas: 2016 m. gegužės mėn. 20 d.

Vadovas: \_\_\_\_\_

(vardas, pavardė)

(parašas)

Užduotį gavau: \_\_\_\_\_

(studento vardas, pavardė)

(parašas)

<sup>1</sup> Esant reikalui, suderinus su katedros vedėju

Andriuškevičius Linas. GELEŽINKELIO BĖGIŲ DEFEKTŲ TYRIMAS. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Robertas Keršys; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos Inžinerijos ir Dizaino Fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, transporto inžinerija (03T)

Reikšminiai žodžiai: defektoskopas, bėgiai, defektas, ultragarsas.

Kaunas, 2016. 50p.

## **SANTRAUKA**

Užtikrinant saugų traukinių eismą būtinas tvarkingas kelias. Todėl siekiama palaikyti tik pačią geriausią bėgių būklę. Todėl kelio priežiūrai yra parengta nemažai reikalavimų ir reglamentų kurių privalo laikytis visi su geležinkelių eismu ir priežiūra susiję specialistai. Pagrindinę vidinių bėgių patikrą atlieka defektoskopijos skyrius, kurie pasitelkę RDM - 33 tipo defektoskopus, tikrina vidinius bėgių defektus, kurių plika akimi negalime matyti.

Suvirintos sandūros ultragarsiniais defektoskopais tikrinamos vidiniams defektams (skersiniai įtrūkiai, purumai, dujų burbulai, nesuvirinimai, šlako sankaupos) aptikti, atsiradusiems suvirinimo arba eksploatacijos metu galvutėje, kakliuke ir pade. Bėgių tikrinimas ultragarsiniais defektoskopais atliekamas atsižvelgiant į defektoskopų eksploatacijos instrukcijas, kuriose aprašyti visi defektoskopo operatoriaus veiksmai tikrinimo metu ir aptikus defektus.

Darbe analizuojami dviejų tipų bėgiuose R65 ir UIC nustatyti defektai, jų skaičiaus pasiskirstymas skirtingais metų laikais, esant skirtingiems bėgių apkrovimams ir kokį poveikį defektoskopui turi termitiniu būdu suvirintos sandūros.

Andriuškevičius Linas. Master's thesis in RESEARCH OF RAIL DEFECTS / supervisor assoc. prof. Robertas Keršys. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological science, transport engineering (03T)

Key words: flaw detector, rail, defect, ultrasound.

Kaunas, 2016. 50p.

## **SUMMARY**

In order to ensure safe movement of trains required a good condition railroad. Therefore, we sought to maintain only the best track condition. Therefore, the way care is delivered much of the requirements and regulations that must be complied with by all the rail traffic and maintenance professionals concerned. The main track internal review in Chapter penetration through which RDM - 33 type Flaw testing of internal track condition that the naked eye can not see.

Welded joints ultrasonic flaw detectors are checked for internal defects (transverse cracks, friability, gas bubbles, nesuvirinimai, slag deposits) detect the resulting weld or pack service during the head, neck and midsole. Track ultrasonic flaw detector inspection carried out in accordance įdefektoskopų operating instructions, which describe all the Flaw operator actions during inspection and detection of defects.

The paper analyzes two types of rails R65 and the UIC Distribution of the number of defects in different seasons, different track usage and impact Flaw has Aluminothermic welded joints. It attempts to identify the differences, as well as the positive and negative features in the R65 and the UIC track types. This is to ensure the use of only the best tracks.

## ĮVADAS

Vienas iš kelio konstrukcijos svarbiausių faktorių, įtakančių saugų traukinių eismą, yra bėgis, kuris yra pagrindinis viršutinės kelio konstrukcijos elementas. Bėgių būklė, priklauso nuo pagaminimo kokybės ir eksploatacijos metu atsirandančių pažeidimų (toliau - defektai), lemia patikimą, saugų ir nepertraukiamą traukinių eismą. Neprižiūrimas geležinkelio kelias lemtų vis didesnį defektų vystymąsi ir gali sukelti pavojų saugiam traukinių eismui. Siekiant palaikyti gera bėgių kokybę jie turi būti tikrinami ultragarsiniais defektoskopais, vadovaujantis normatyvinių dokumentų, kurie parengti atsižvelgiant Techninių geležinkelių nuostatų reikalavimais.

Bėgių defektų pažeidimų klasifikatorius (toliau - klasifikatorius) yra vienas pagrindinių dokumentų nustatant bėgių defektus, taip pat aprašytos procedūros, kurios atliekamos, aptikus defektus. Klasifikatorius leidžia keistis informacija tarp skirtingų šalių geležinkelininkų eksploatuojančių vienodo tipo geležinkelių ir bėgius, Europos Sąjungoje, bei tarptautinėmis organizacijomis, su kuriomis bendradarbiauja „Lietuvos geležinkeliai“.

# TURINYS

SANTRAUKA.....	5
SUMMARY.....	6
ĮVADAS.....	7
TURINYS .....	8
1. LITERARŪTOS APŽVALGA .....	9
1.1. ANALOGAI.....	9
1.2. AUTOMATINIO BĖGIŲ TIKRINIMO PRINCIPAI .....	9
1.3. BĖGIŲ PATIKROS SISTEMA 8000SX.....	12
2. DEFECTOSKOPAS.....	14
2.1. REZULTATŲ DOKUMENTAVIMAS .....	15
3. BENDROSIOS NUOSTATOS .....	16
3.1. BANDYMŲ METODAI.....	16
3.2. VEIDRODŽIO METODAS.....	18
4. KOKYBĖS ĮVERTINIMAS .....	21
4.1. DEFECTOSKOPO JUOSTA .....	21
5. DEFECTŲ APTIKIMO SUDĖTINGUMAS .....	24
5.1. ATSLUOKSNIAVIMAS .....	25
6. TERMITINIŲ SANDŪRŲ KONTROLĖ RDM-23 TIPO DEFECTOSKOPU .....	27
7. BĖGIU DEFECTINGUMO TYRIMAS .....	31
7.1. DEFECTŲ PASISKIRSTYMAS .....	37
7.2. DIDESNĖS APKROVOS RUOŽAI.....	41
DARBO APIBENDRINIMAS IR REZULTATŲ PALYGINIMAS .....	46
IŠVADOS .....	47
Literatūra.....	48



# 1. LITERARŪTOS APŽVALGA

## 1.1. ANALOGAI

Bėgiai yra svarbi ir esminė dalis geležinkelių sistemai. Jie yra veikiami eksploatacijos metu didelių apkrovų kuros yra skirtingų tipų, dažnumo ir orientacijos taip pat skirtingų aplinkos sąlygų. Toliau pateikiama automatinė ultragarsinė patikra bėgiais: ratiniais zondais, keitikliais, DIO2000 programinė įranga.

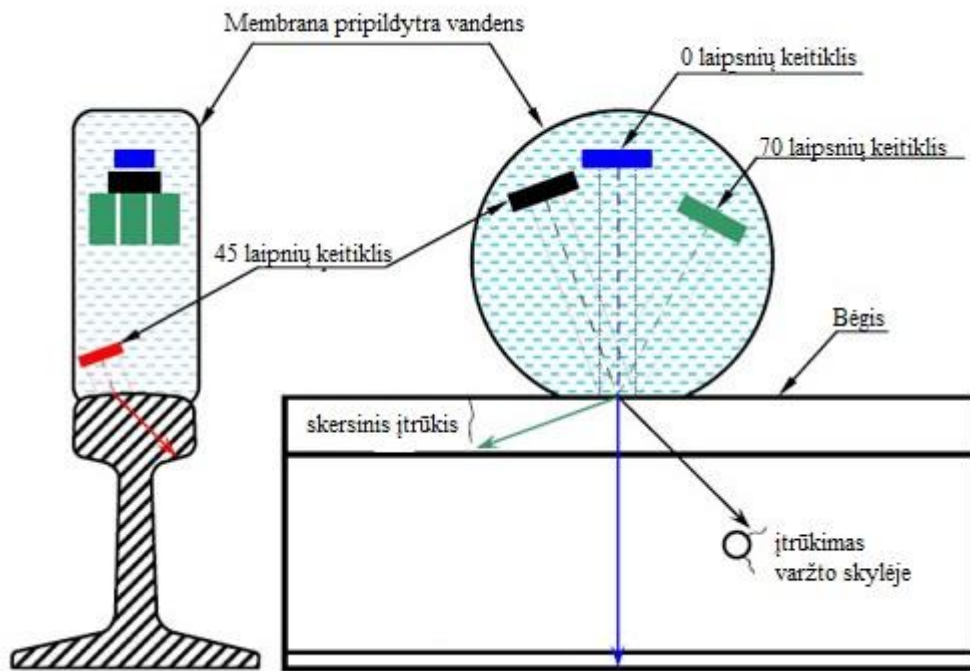
Vienoje dalyje aprašoma ultragarsinis defektoskopas, pavyzdžiai pateikiami iš STARMANS Electronics "(Čekija) ir NK doBrazil (Brazilija). Bandymas atliekamas su ratiniais defektoskopais, kurių keitiklių dažniai yra 4 arba 5 MHz dažnio. Sistema veikia panardinimo metodu, naudojant 24 keitiklius.

Specialus vežimėlis įmontuotas mašinoje su 24 impulsų Echo-ultragarso keitikliais ir yra naudojamas kartu su 70 laipsnių ir 45 laipsnių kampų zondais ir statmenu keitikliu paskirstytu ant abiejų bėgių. Maksimalus greitis gali būti leidžiamas net iki 50 km/h.

Sauga reikalauja ultragarsinio tyrimo ir stebėjimo, bėgių eksploatacijos metu. Žinios ultragarsinio testavimo metu, bandymų metodai yra nemažiau svarbūs bandymų metu kad būtų bandymai atlikti teisingai ir gauti kokybiški rezultatai.

## 1.2. AUTOMATINIO BĖGIŲ TIKRINIMO PRINCIPAI

Tam, kad būtų galima užtikrinti akustinę movą tarp keitiklio ir bėgio, ratų arba šliaužiklių tarp jų yra naudojamas skystis, tai būna dažniausiai vanduo (vasaros metu) arba stipriai skiestas spiritas (žiemos metu). Toks išdėstymas leidžia priimtina vandens suvartojimą, kuris yra žymiai paprastesnis, nei naudojant klasikinę panardinimo techniką su vandens sluoksniu tarp zondo ir objekto. Ratas yra įrengtas kartu su keletu skirtingų keitiklių, išdėstytais skirtingais kampais (1 pav.), kad būtų galima kuo geriau atlikti bėgių patikrinimą ir nustatyti vidaus ir paviršiaus defektus.



1 pav. Principinė schema [9]

Kiekvieną keitiklį galima perjungti ant norimo kanalo, ir kiekvieną kanalą susireguliuoti reikiamu dažniu atskirai.

Brazilijoje naudojama 24 kanalų nepertraukiamo skanavimo sistema



2 pav. Vežimėlis naudojamas Brazilijoje [9]

Geležinkelių patikros automatinė sistema susideda iš:

- Kompiuterio, kuris atlieka valdymo ir pagrindinių nustatymų valdymo ir reguliavimo funkcijas, taupymo ir pakrovimo, duomenų išsaugojimą ir archyvavimą;
- 24 ultragarsiniai keitikliai;
- Įranga skirta perduoti signalui iš keitiklių į valdymo bloką;
- Mechaniniai ir hidrauliniai įrenginiai;
- Ratų zondai

Kiekvienas 4 ratų zondas yra prijungtas prie atskiro DIO 2000 kanalo vieneto.



3 pav. DIO 2000 sistemos duomenų išvedimas [9]

Ši sistema gali būt sujungta su betkokia ratine transporto priemone, kuri galėtų traukti ar stumti vežimėlį (4 pav.).



4 pav. Bėgių testavimas su DIO 2000 sistema [9]

Veiklos sauga reikalauja, nuolatinį bėgių testavimą ir stebėjimą bet kuriuo metu. Pirmiau minėtos automatinės sistemos DIO 2000 yra sėkmingai naudojamos porą metų, daugiausia metro geležinkelių patikrinimui San Paulas (Brazilija). Per tą laiką, keletas rimtų trūkumų, kurie galėtų kelti grėsmę veiklos sklandumui ir saugumui buvo aptikta naudojant šią sistemą, jie buvo suremontuoti ir pašalinti. Dėl tikslių įrašymo nuorodų pozicijų, tie bėgiai yra iš naujodefektoskopami su kontaktiniais zondais ir po remonto.

### **1.3. BĖGIŲ PATIKROS SISTEMA 8000SX**

BalfourBeatty yra viena iš lyderiaujančių įmonių pasaulyje kurios užsiima bėgių testavimu ultragarsu. Sistema 8000SX yra savaeigė bėginė priemonė, kurioje yra visa reikiama skanavimo, duomenų apdorojimo, aptikimo ir kita reikalinga įranga.

Sistema skenuoja A ir B skleistinėse, todėl tai užtikrina aukštą defektų aptikimo procentą, ir mažą klaidingų signalų pateikimą duomenų išvedimo ekrane.





5 pav. Savaeigė sistema 8000SX [10]

Naudojami septyni ultragarso zondai ant kiekvieno bėgio:

- 0 laipsnių keitiklis skenuoja centrinę galvutės dalį ir pado paviršių;
- 38 laipsnių keitiklis skirtas skenuoti galvutės ir kakliuko centrui;
- 70 laipsnių keitiklis galvutei ir bendram bėgio tinklui;
- du priešingi 45 laipsnių keitikliai skenuoja galvutės centą dėl išilginių galvutės įtrūkių

Sistema taip pat turi galimybę palyginti tame ruože buvusius defektu, taip galima ir numatyti defektų vietas kurioje jie galėtų būti rasti. Taip pat yra galimybė lyginti defektų augimą.

- Bėgių patikra gali būt vykdoma net iki 65 km/h greičiu.;
- Keitiklių darbinis dažnis 18MHz;
- Signalo ivedimas ir apdorojimas realiu laiku;
- Galimybė stebėti bėgių geometriją;

Ši sistema plačiai naudojama JAV, Kanadoje, Brazilijoje bei Australijoje.

## 2. DEFECTOSKOPAS

Defektoskopas skirtas defektų geležinkelio bėgiuose aptikimui, registravimui ir iššifravimui, kai vėžės plotis siekia nuo 990mm iki 1550 mm. Išdėstytą per visą bėgio ilgį ir skerspjūviuose, išskyrus padų plokštes, atliekant kontrolę ultragarsiniais keitiklių blokais iki 4 km/val. judėjimo greičiu, taip pat suvirinimo siūlių, atskirų pjūvių ir bėgių ruožų atrankinei rankinei kontrolei su buvimo vietų koordinatėmis, aptikimo koeficiento nustatymu ir gerai nustatytą defektų ilgiu.

„Galima atlikti R43, R50, R65, R75 tipo bėgių patikrą, kurių matmenys, medžiaga ir sudėtis atitinka GOST 7174, GOST 8161, GOST 16210, GOST 24182, GOST P51685, o paviršiaus kokybė - GOST 18576, UIC60, S49 tipų bėgius, taip pat jungiamųjų kelių bėgius, kryžmės bėgius ir kryžmės atlankų, iešminių pervadų, ieško smailių ir rėminių bėgius kurių matmenys, medžiaga, atitinka GOST 7174, GOST 8161, GOST 16210, GOST P51685, GOST 17507, GOST 17508, GOST 26168”[3].

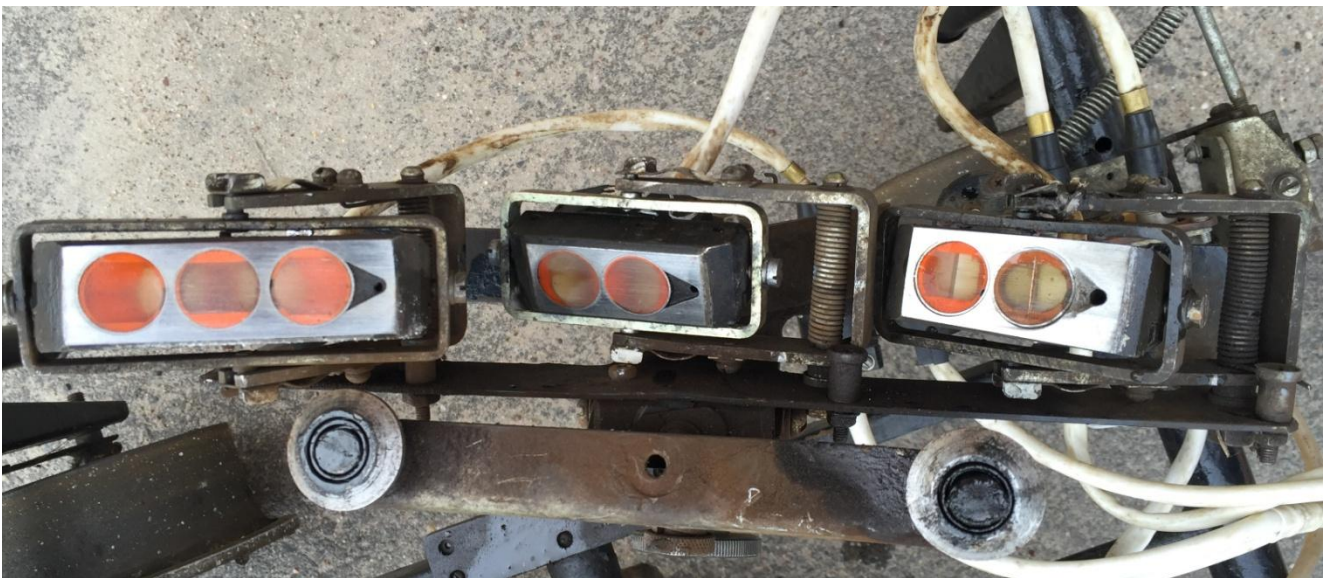


6 pav. Defektoskopas



Defektoskopas yra ultragarsinės kontrolės, taikant aido metodą ir veidrodinį šešėlinį metodą kilnojama mechanizuota sistema, taikant ultragarsinių svyravimų UZK įvado kontaktinį būdą. „Nepriklausomų informacinių kanalų skaičius, realizuojamų dirbant su pjezoelektriniais rezonatoriais nepertraukiamos kontrolės režimu, kiekvienai iš kelio linijų – 14, iš jų 8 su realizavimu kanale su atskira, o 6 – su sutapdinta skleidimo ir priėmimo schema”[2].

UZK sužadavimo ir priėmimo kanalų, numatytų darbui su rankiniais pjezoelektriniais keitikliais skaičius – 3.



7 pav. Pjezoelektriniai rezonatoriai

Pranešimas apie gedimus – garsinis ir šviesos matricinio indikatoriaus ekrane, kanalų kontrolės sąlyginio jautrumo (dB) nustatytų reikšmių indikacija, defekto išaiškinimo koeficientas (dB), gedimų koordinatės (mm), einamoji kontroliuojamo kelio ruožo koordinatė (km ir m) – skaitmeniniam matricinio indikatoriaus ekrane.

## 2.1. REZULTATŲ DOKUMENTAVIMAS

Numatytas nepertraukiamas kontrolės rezultatų dokumentavimas (registravimas) patikrintų ruožų defektogramų forma, B tipo skleistinių formatu, registruojamų per 1 mm kelio, kartu su

lydinčiąja informacija apie užregistruotų aido-signalų amplitudinėmis-laiko charakteristikomis, nustatyta kiekviename iš kontrolės kanalų sąlyginio jautrumo ir kelio koordinatės einamųjų reikšmių. Numatyta operatyvinės užregistruotų defektogramų peržiūros galimybė matriciniamedefektoskopo indikatoriuje, remiantis „Nepertaukiamos kontrolės defektogramų peržiūros ir iššifavimo instrukcija, panaudojant defektoskopo UDS2-RDM-23 matricinio indikatoriaus ekraną, taip pat defektogramų kartu su lydinčiąja informacija išvedimas į asmeninį kompiuterį tolesniam iššifavimui remiantis Bėgių ultragarsinės kontrolės defektogramų nuskaitymo ir iššifavimo instrukcija panaudojant nuimamus RDM serijos defektoskopus”[3].

### **3. BENDROSIOS NUOSTATOS**

Suvirintos sandūros ultragarsiniais defektoskopais tikrinamos vidiniams defektams (skersiniai įtrūkiai, purumai, dujų burbulai, nesuvirinimai, šlako sankaupos) aptikti atsiradusiems suvirinimo arba eksploatacijos metu galvutėje, kakliuke ir pado.

Ultragarsiniais bandymais tikrinti sandūras turi teisę nemažiau kaip du neardomųjų bandymų operatoriai (toliau — operatoriai) arba operatorius ir operatoriaus padėjėjas, kurie yra instrukuoti tikrinti suvirintas sandūras ultragarsiniu defektoskopu, bent vienas iš jų turi turėti galiojančią neardomųjų bandymą operatoriaus kvalifikaciją (P-39 formos pažymėjimą) bei būti atestuotam suvirintų sandūrų tikrinimo darbams.

#### **3.1. BANDYMUŲ METODAI**

Ultragarsiniams bandymams naudojami metodai:

- Aido — vidiniams defektams, atsiradusiems bėgio skerspjūvyje ir sandūros pliene, dujų burbulų, įtrūkių ir šlako priemaišų pavidalu, aptikti.
- Veidrodžio — defektams aptikti, atsiradusiems sujungime tarp bėgio galo ir užlieto sandūros metalo, galvutės, kakliuko ir pado zonose.

Siekiant sudaryti operatoriams normalias darbo sąlygas, kad būtų užtikrintas ultragarsinių bandymų rezultatą patikimumas, suvirintų sandūrą tikrinimas turi būti atliekamas esant ne žemesnei kaip +5° C oro temperatūrai.



Norint greitai atstatyti besandūri kelią (pašalinti defektines vietas), suvirinti bėgius ir atlikti tikrinimą leidžiama esant oro temperatūrai ne žemesnei kaip  $-5^{\circ}\text{C}$  temperatūrai. Šiuo atveju, užtikrinant patikimus ultragarsinius bandymus, būtina juos atlikti iškart po šlifavimo, kai bėgio temperatūra pasieks nustatytą lygį ir operatoriui bus normalios darbo sąlygos.

Atliekant suvirintą sandūrą patikrą iškart po suvirinimo, būtina nušlifuoti bėgio galvutės viršų ir šonus taip, kad juose nebūtų nelygumų ir šiurkštumų. Bėgio (metalo) temperatūra bandymo zonoje neturi būti didesnė kaip  $+50^{\circ}\text{C}$ . Jeigu po patikros operatoriui kyla abejonų dėl suvirintos sandūros vientisumo, tai pakartotinė patikra ultragarsiniais bandymais atliekama po paros, kai bėgispilnai atvėsta ir atnaujinamas riedmenų eismas. Iki galutinio sprendimo paskelbimo apie suvirintos sandūros būklę, riedmenims leidžiama per šią sandūrą važiuoti ne didesniu kaip 25 km/h greičiu.

Visiškai nuvalyti suvirintas sandūras nuo purvo ir keraminių formų likučių privalo suvirinimo darbus atliekantys suvirintojai.

Operatorius tikrinantis ultragarsiniais bandymais suvirintas sandūras privalo:

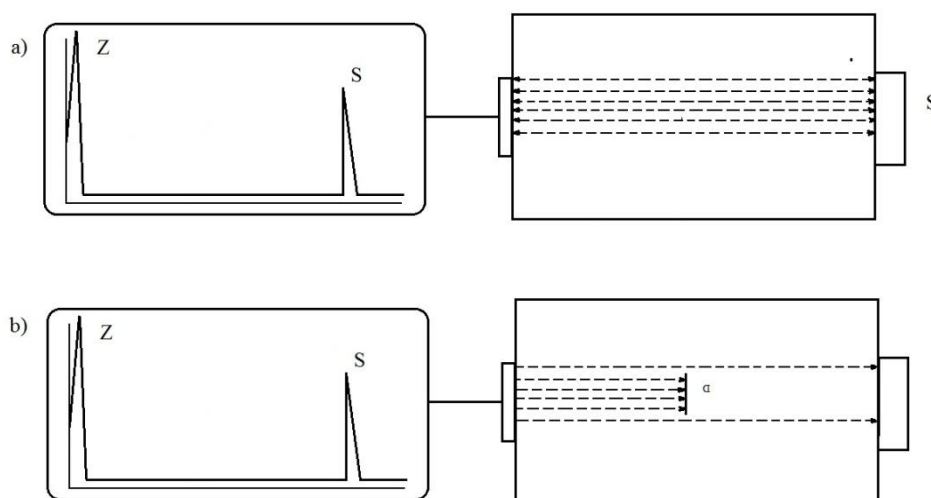
- Paruošti ir patikrinti naudojamą įrangą prieš darbą pradžią;
- Atidžiai apžiūrėti visą bėgipaviršig 400 mm atstumu abi puses nuo suvirintos sandūros. siekiant aptikti paviršiaus defektus;
- Ultragarsiniais bandymais patikrinti suvirintas sandūras;
- Išmatuoti suvirintgsandūrg nelygumus;
- Įforminti dokumentus susijusius su sandūros patikra;
- Darbo rezultatus fiksuoti darbo žumale ir kompiuterinėje laikmenoje;
- Pasirašyti suvirintos sandūros aktą;
- Tinkamai naudoti ir prižiūrėti naudojama įranga bei medžiagas.

## 3.2. VEIDRODŽIO METODAS

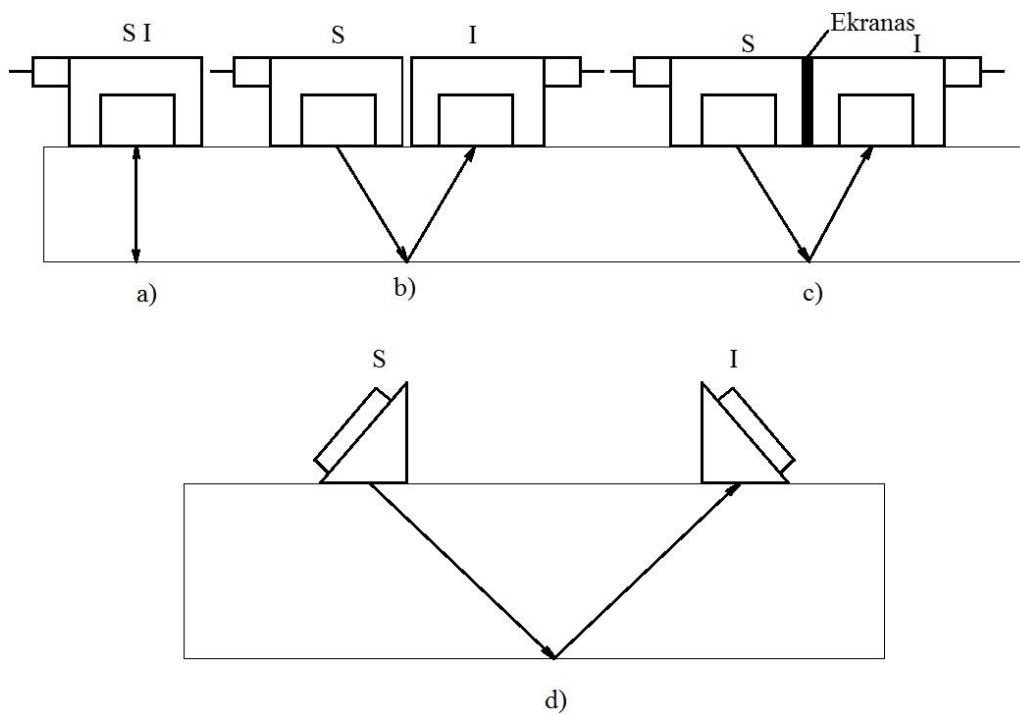
Naudojant veidrodžio šešėlio metodą, ieškiklis (*I*) spinduliuoja trumpą UGS impulsą (*Z* — zonduojantis), kuris praeina per gaminį ir vėl priimamas tuo pačiu ieškikliu (žr. 3 a pav.). „Jeigu stumiant ieškiklį tarp jo ir paviršiaus yra defektas (*D*), tai jis nepraleidžia dalies energijos, kuri išsiskleidžia ant defekto, atitinkamai sumažėja signalas ekrane (žr. 3 b pav.). Defekto išaiškinimo požymis kontroliuojant veidrodžio šešėlio metodu (VŠM) yra signalo, pereinančio per kontroliuojamąjį gaminį ten ir atgal, sumažėjimas ekrane. Jis nepraleidžia dalies energijos, kuri išsiskleidžia ant defekto“[1].

Veidrodžio metodo naudojamos šios UGS siųstuvo ir imtuvo schemas:

- a) ieškikliai iš eilės skleidžia ir priima UGS — šis darbo režimas vadinasi sutapdintu (žr. 9 a pav.);
- b) du šalia esantys ieškikliai atskiruose korpusuose — šis darbo režimas vadinasi atskiruoju (žr. 9 b pav.);
- c) du ieškikliai viename korpuse, kur priėmimo ir siuntimo keitikliai atskirti elektroakustiniu ekranu — šis darbo režimas vadinasi atskiruoju — sutapdintu;
- d) du prizminiai ieškikliai, vienas iš kurių spinduliuoja, antras priima UGS — šis darbo režimas vadinasi atskiruoju (žr. 9 d pav.).



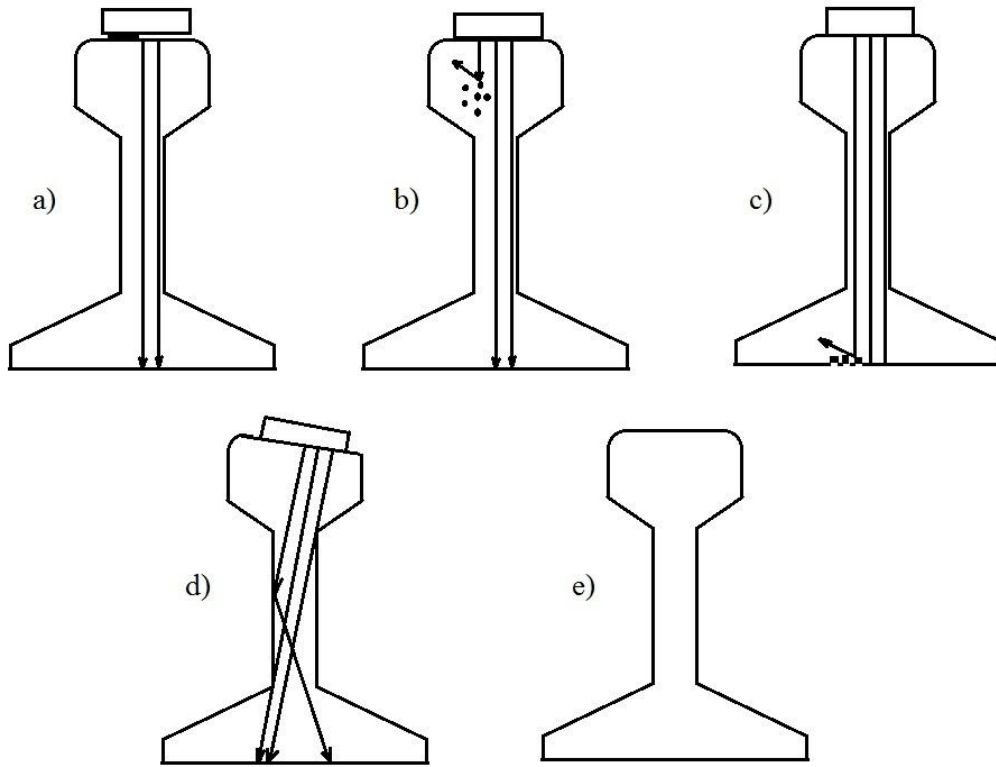
8 pav. Ultragarsinės kontrolės veidrodžio šešėlio metodas [1]



9 pav. Ultragarsinės kontrolės veidrodžio šešėlio metodo realizavimo būdai, naudojant:

sutapdintą ieškiklį (a), du atskirus ieškiklius (b), atskirą sutapdintą ieškiklį (c),

du atskirus prizminius ieškiklius (d) [1].



10 pav. Veidrodžio šešėlio metodo trukdžių formos [1].

Tikrinant bėgiu spsitaiko atvejų, kai defekto nėra, bet defektoskopo indikatoriai rodo priešingai — tai vykstadėl trukdžių. Bėgių patikrinimo metu gali atsirasti šie VŠM trukdžiai (jų pavadinimas ir priežastis) (žr. 10 pav.):

- a) akustinis kontakto pablogėjimas (smėlis, mazutas ir pan. važiavimo paviršiuje);
- b) metalo savybių pasikeitimo (bėgių suvirinimo vietose);
- c) dugno paviršiaus atspindėjimo savybių pasikeitimo (pado apatinės dalies korozija);
- d) dugno paviršiaus nelygiagretumo (netolygus galvutės nuodylis);
- e) skersinių ieškiklio postūmių nuo bėgio galvutės centro (esant didelei šoninei nuodylai).

## 4. KOKYBĖS ĮVERTINIMAS

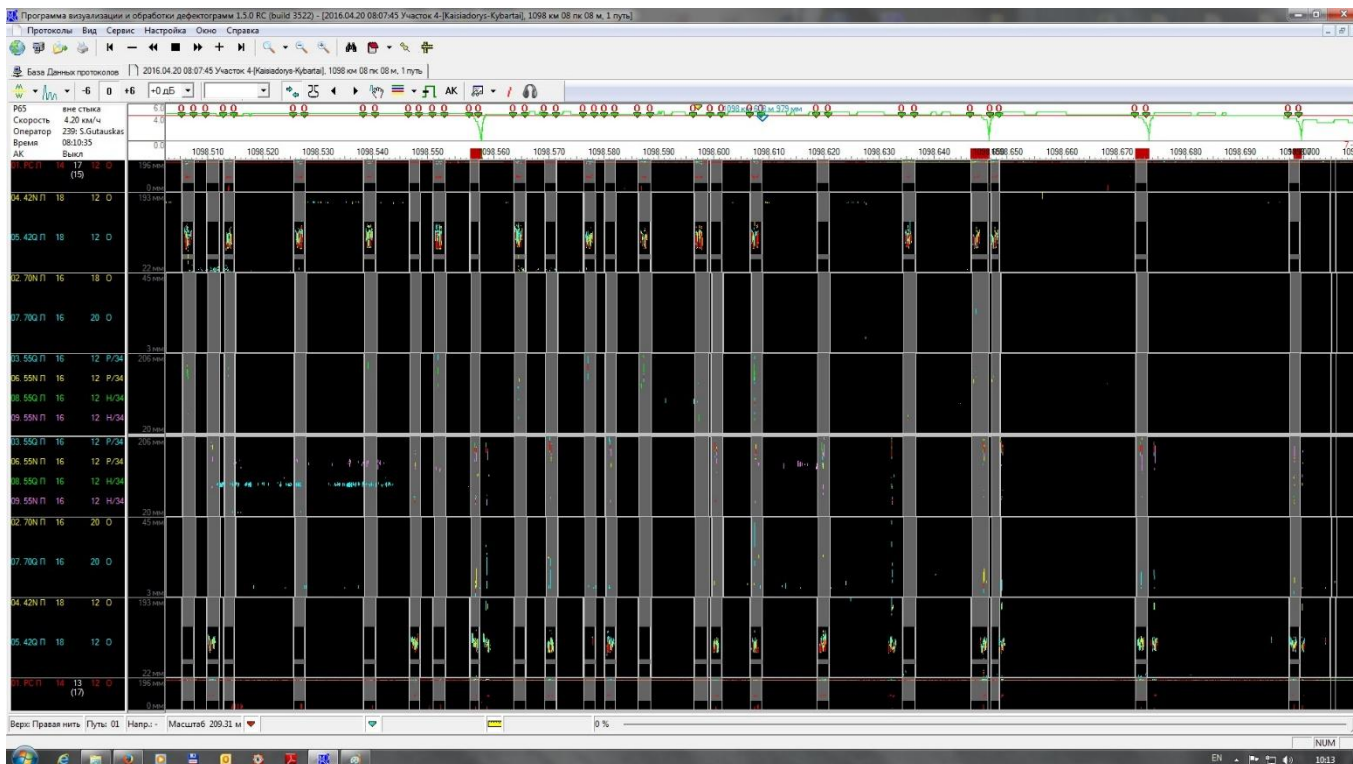
Kokybės įvertinimas atliekamas po visų tikrinimų, duomenų gavimo ir jų palyginimo. Aptikus suvirintos sandūros akimi matotomus netikslumus ir defektus, būtina naudotis defektų klasifikatoriumi arba jam lygiaverčiu dokumentu.

Aptikus vidinius defektus suvirintoje sandūroje, tikrinant ją nenutrūkstamos patikros priemone (t.y. šiuo atveju RDM-33 defektoskopu), operatorius turi užregistruoti defekto koordinatės, sąlyginius dydžius, defekto kodą ir pavojaus laipsnį.

### 4.1.DEFEKTOSKOPO JUOSTA

Po defekto aptikimo medžiaga būna apdorojama iš gautos kelio juostos kurioje yra pažymėtas gautas signalas, koordinatės, kelio kilometras (žr. 11 pav.).

Detaliam defektų nustatymui juosta yra siunčiama į defektoskopijos skyrių specialistam.

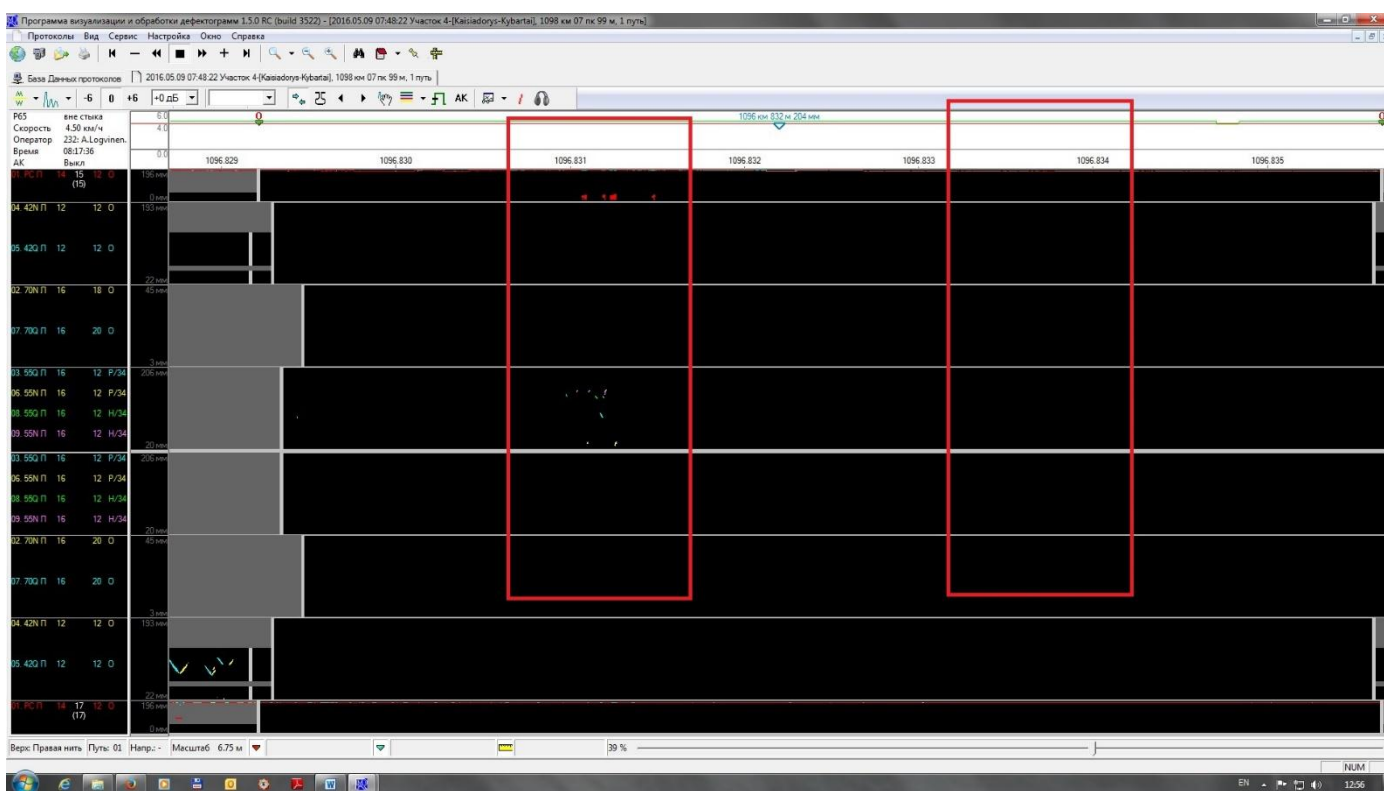


11 pav. Defektoskopo juosta

Šioje juostoje (11 pav.) parodyta, kaip atrodo visas kelio ruožas, kuris buvo matuotas su galimais defektais.

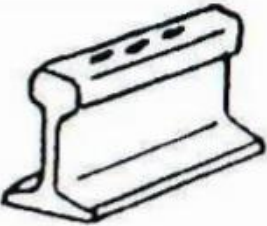

Aptikęs defektą, neardomųjų bandymų operatorius, išduoda kelio meistriui arba ruožo brigadininkui K - 36 formos pranešimą. O informacija užrašoma į K - 40 defektoskopo darbo apskaitos žurnalą.

Sprendimą dėl bėgio pakeitimo, kurio suvirintoje sandūroje aptiktas defektas, priima brigadininkas arba kelio meistras. Jeigu suvirinimo darbus atlieka įgaliotas rangovas naujame, nepriduotame kelyje, sprendimą dėl bėgio pakeitimo, kurio suvirintoje sandūroje aptiktas defektas, priima rangovo darbuotojas.



12 pav. Defektoskopo juosta su įtartinu 17.2 defektu

12 pav. pateiktas vaizdas su gautu įtartinu signalu, kuris yra aptiktas dešinėje defektoskopo pusėje su 55 ir tiosioginu 0 laipsnių keitikliu.

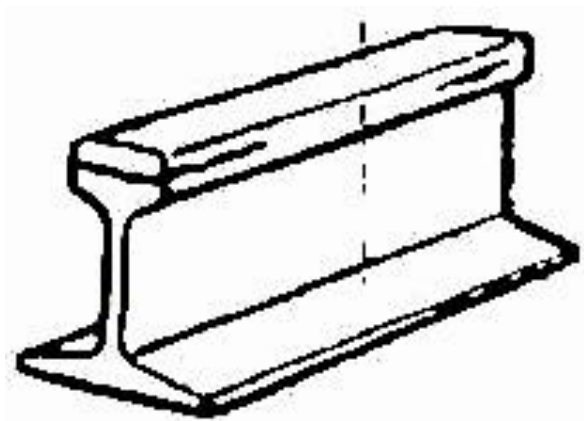
Bėgių defektų pavadinimas	Defekto (pažeidimo) vieta bėgyje, atsižvelgiant į ilgį	Žymėjimas (kodas)	Defekto schema
Metalo atsisluoksniavimas ir ištrupėjimas bėgio galvutės paviršiuje	Sandūroje	10.1	
	Ne sandūroje	10.2	
Metalo atsisluoksniavimas ir ištrupėjimas (kai bėgis neaplydytas)	Sandūroje	17.1	
	Ne sandūroje	17.2	

13 pav. Defektai [2]

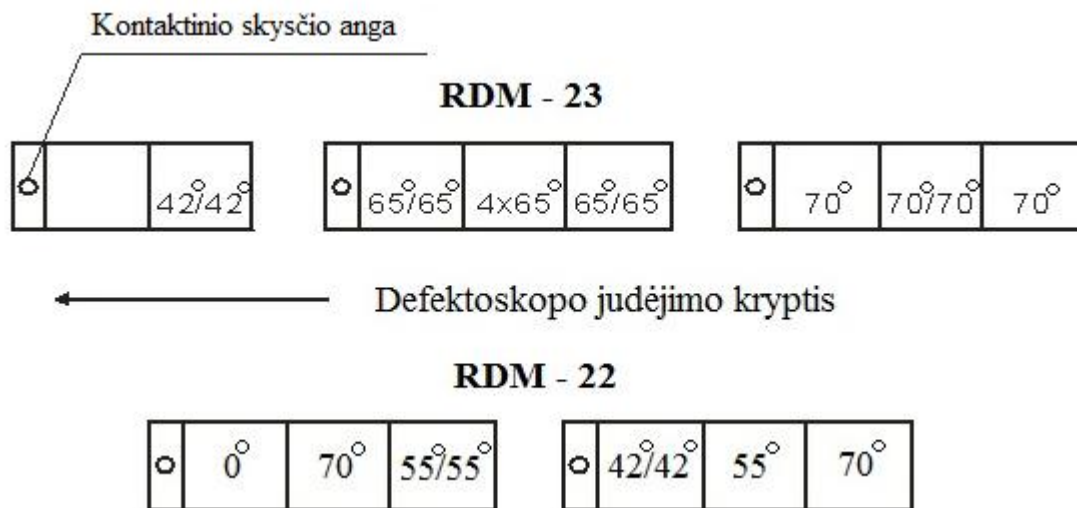
Šis defektas yra defekto 10.1 ir 10.2 tolesnis rezultatas (13 pav.), nes jeigu nebus imtasi reikiamų priemonių laiku bėgis toliau veikiamas išorinių jėgų, defektas toliau didėja ir gali pasiekti ribines vertes. Kai metalas bėgio galvutės paviršiuje atsisluoksniavęs ir ištrupėjęs daugiau kaip 3,0 mm, bėgis laikomas defektiniu

## 5. DEFEKTŲ APTIKIMO SUDĒTINGUMAS

Atliekant bēgiu tikrināmu ištisinēs kontrolēs defektoskopais RDM-22, RDM-23 ir bandant išaiškinti bēgiu defektus, galima susidurti su 31-mos grupēs defektu (horizontalūs išilginiai įtrūķiai galvutėje) aptikimo keblumais.



14 pav. Horizontalūs išilginiai įtrūķiai galvutėje [2]



15 pav. Defektoskopų ultragarsinio testavimo schemas



Pradėjus naudoti naujos kartos ištisinės kontrolės defektoskopus RDM-23, kuriuose vietoje 55° kampo ieškiklių, ultragarsinio testavimo schemose, yra naudojami 65° kampo ieškikliai (žr.15 pav.), dėl to sumažėjo trukdžiai bėgių kontrolės metu oaskirais atvejais padidėjo galimybė aptikti defektus, kaip darbinėje taip ir nedarbinėje bėgio dalyje. Informaciniu požiūriu, atskirai vienas, šis kanalas daug informacijos neteikia. Daugiau informatyvumo gaunama, kai šis kanalas suveikia kartu su 0° arba 70° ieškikliais.

Tačiau, kaip parodė praktika, atskirais atvejais, ištisinės kontrolės defektoskopais nustatyti šiuos defektus labai sudėtinga, o dažnai net ir neįmanoma.

Analizuojant bėgių pavyzdžius, defektoskopų praėjimų juostas bei defektoskopų kanalų suveikimų parodymus paaiškėjo, kad tiksliai nustatyti ar tai yra nedidelis paviršutinis atsisluoksniavimas, ar horizontalūs išilginis įtrūkis yra praktiškai neįmanoma. Keletas atvejų defektai buvo nustatyti defektogramų šifravimo metu, tačiau tai tik vienetiniai atvejai.

## 5.1. ATSISLUOKSNIAVIMAS

Pertikrinimui pasirinktinai paimti keli bėgiai su paviršutiniais atsisluoksniavimais, kad įsitikintume defektoskopų kanalų parodymų, bėgiai nuvežti ir perlaužti gamykloje. Iš keturių perlaužtų bėgių pasitvirtino trys, rasti 31-mos grupės defektai (žr. 16 pav. ir 17 pav).



16 pav. 31-mo kodo defektas[6].

Defekto aptikimo tikimybė mažėja todėl, kad  $70^\circ$  laipsnių ieškiklis, aptikęs 31-mo kodo defektą, horizontalioje įtrūkio vietos zonoje, atspindi ir lūžęs spindulys, „nuslysta“ tolyn, o atgal į ieškiklį sugrįžta tik labai maža signalo dalis, kas vertinama kaip pašalinis trukdis, kadangi dauguma atvejų gaunamas mažos amplitudės ir mažo gylio atspindėjimas. Šis atspindėjimas nė vienu atveju neparodė defekto ilgio (retkarčiais 2-3mm), arba suveikimo nebuvo visiškai.



17 pav. 31-mos grupės defektas [6].

$0^\circ$  ieškiklis, aptikęs 31-mo kodo defektą, horizontalioje įtrūkio vietos zonoje suveikia maža amplitude ir daugkartiniu periodiniu atspindėjimu.

Iš tokių parodymų galima nuspręsti, kad tai yra tik nedidelis paviršutinis atsisluoksniavimas, trukdžiai ar bėgio paviršiaus nelygumai. Tokiais atvejais  $0^\circ$  laipsnių ieškiklis, kartu su veidrodžio-šešėlio metodu (VŠM), defekto ilgį ir signalo nebuvimą nuo dugno rodo apie 8-10 mm gylyje.

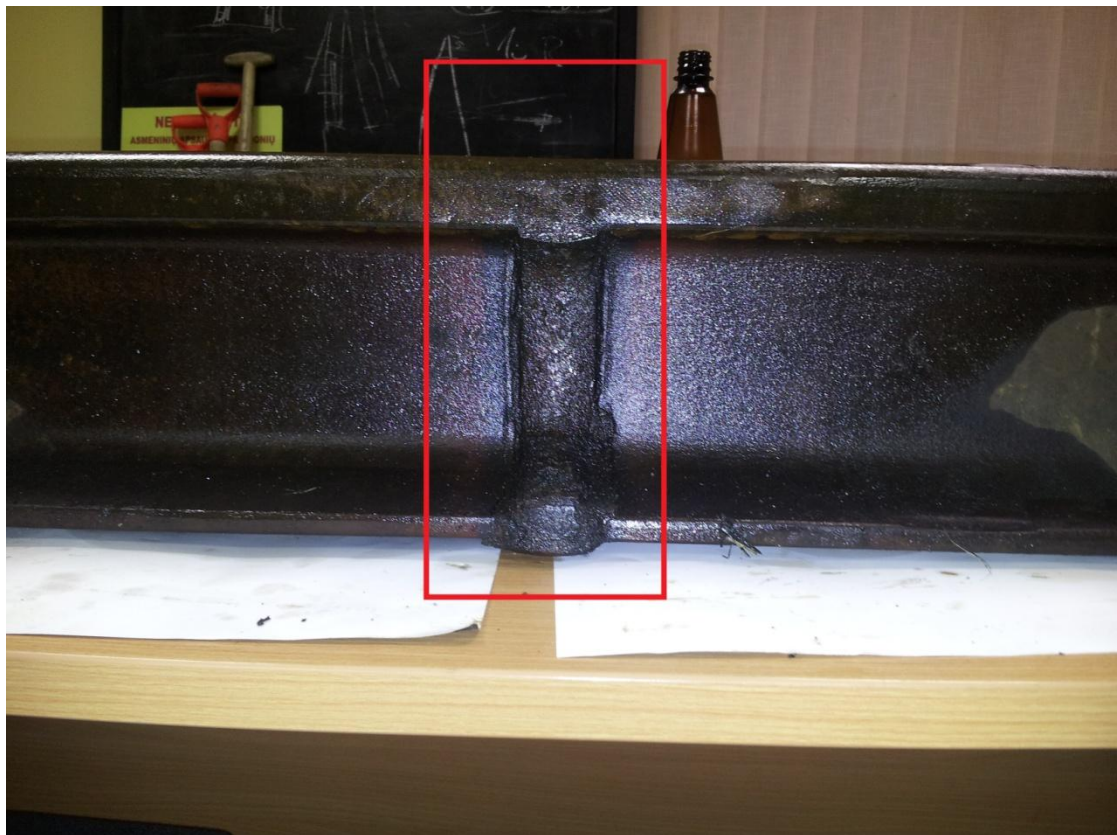
## 6. TERMITINIŲ SANDŪRŲ KONTROLĖ RDM-23 TIPO DEFEKTOSKOPU

Tikrinant bėgius išsistinės kontrolės defektoskopais (RDM-22, RDM-23) ir rankiniais suvirintų sandūrų defektoskopu (RDM-33) suvirintos sandūros zonoje galima ir neaptikti 50-60 mm ilgio 30, 31, 50, 52, 55, 66 kodų defektų.

Suvirinant bėgius termitu vidiniai defektai ultragarsiniu būdu aptinkami tik kai jų dydžiai yra 6-20 mm<sup>2</sup> ir daugiau. Termitinės sandūros zonoje defektai sunkiai aptinkami jei jie yra už bėgio profilio.

Defektai tampa neaptinkamais kadangi, dėl temperatūrinio poveikio, virinant bėgių sandūras, pasikeičia metalo struktūra, dėl to didėja ultragarsinių svyravimų slopinimas ir mažėja signalo amplitudė. Toks pat amplitudės sumažėjimas įvyksta ir nuo minėtų defektų.

Paimtas bėgis, UIC60 tipo, su termitine sandūra (žr.18 pav.). Sandūra patikrinta ultragarsinių suvirintų sandūrų defektoskopų RDM-33 – defektų neaptikta.



18 pav. Termitinė sandūra [6]



Termitinės sandūros zonoje padaromas dirbtinis defektas, imituojant virinimo metu susidariusį oro burbulą (žr. 19 pav.).

Defekto parametrai:

skersmuo 3 mm,

gylis 10 mm.

Defekto vieta;

80 mm nuo begio galvutės paviršiaus.



19 pav. Dirbtinai padarytas defektas termitinėje sandūroje [6]

Patikrinis sandūrą su RDM-33 tipo defektoskopu jokių defektų nerasta (20 pav.).

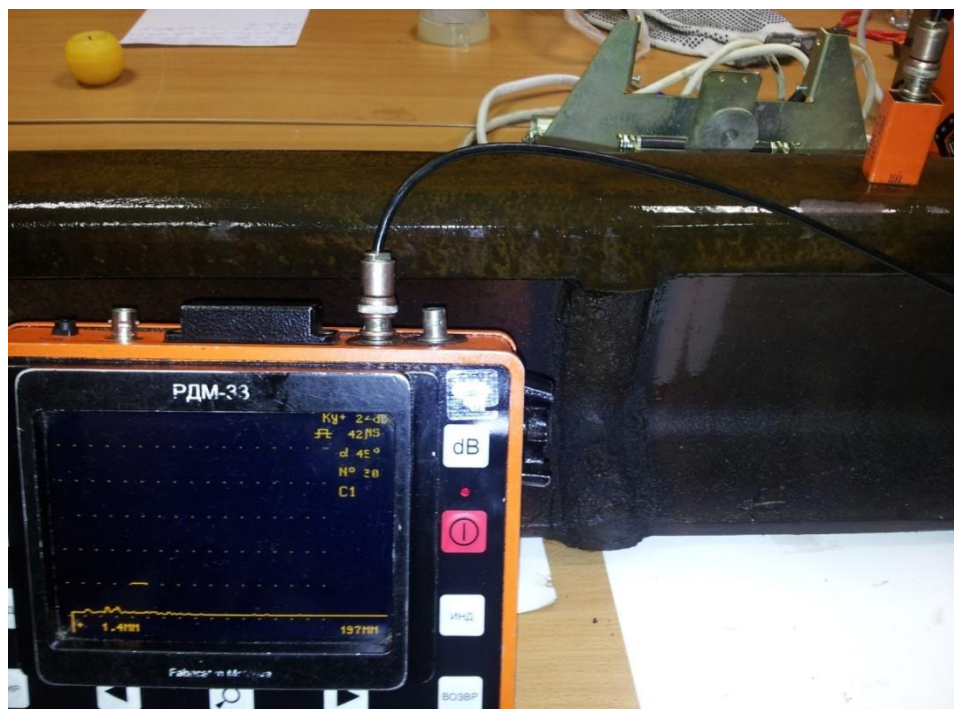
Toliau atliekamas bandymas didinant defektoskopo jautrumą.



20 pav. Defektas nerastas [6]

Defektoskopo jautrumą padidinus iki 26dB, gaunamas atspindėjimas nuo defekto ir atsiranda papildomų trukdžių.

Toliau bandymas atliekamas su 42° įvedimo kampo rankiniu ieškikliu, 5dB.



21 pav. 45° įvedimo kampo ieškilis 5dB diapazone defekto nerado [6]



Jautrumas padidinamas nuo 5dB, iki 28dB.

Iškarto tampa matomi trukdžiai, tačiau defektas toliau lieka nematomas.



22 pav. Defektoskopo rodmenys atliekant bandymą su 45°keitikliu, 28dB diapazone [6]

Jautrumą padidiname dar 6dB, iki 34dB. Ir šiuo atveju labai stipriai padidėja trukdžiai, tačiau gauname ir defekto atsispindėjimą 80,3 mm gylyje nuo begio galvutės viršaus.

Norint tokių trūkumų išvengti reikia naudoti platesnį diapazoną keitiklių kurių ieškojimo kampai yra platesni.

## 7. BĖGIU DEFEKTINGUMO TYRIMAS

Šioje dalyje tiriama, kaip keičiasi skirtingų bėgių tipų defektų skaičius esant panašiai apkrovai. Taip pat palyginsime, kaip skiriasi defektų skaičius esant didesniai ir mažesniai kelio apkrovai. Analizuosim R65 ir UIC 60 bėgių defektų skaičių bei vienam kilometrui (def./1km)

Priklausomai nuo randamų defektų skaičiaus ir nustatoma jų kontrolė. Jeigu kelio ruože yra nuolatos randama defektų jo kontrolė gali siekti net 3-4 kartus per mėnesį, taip pat priklauso nuo jo apkrovos

Bėgių defektingumas nustatomas pagal formulę [7]:

$$D = \frac{0.2 \cdot D3 + 0.4 \cdot D2 + 0.6 \cdot D1 + 0.8 \cdot Dp + (ID - L) + 2 \cdot L}{m \cdot K} \quad (7)$$

2013-2015 metų ruože Palemonas - Jiesia atliktų bėgių R65 defektingumo tyrimų duomenys pateikti 5-7 lentelėse

5 lentelė

2013 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas, ilgis	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Palemonas - Jiesia	01 mėn.	R65	273,2	0	0	1	0	0	0,06
	02 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,04
	03 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,06
	04 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	07 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,06
	10 mėn.	R65		0	0	0	1	0	0,075
	11 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

2014 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas, ilgis	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Palemonas - Jiesia	01 mėn.	R65	217,3	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	R65		0	0	6	0	0	0,338
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	04 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	R65		0	0	0	1	1	0,169
	06 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	07 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

2015 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas, ilgis	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Palemonas - Jiesia	01 mėn.	R65	217,3	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	04 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	07 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00



2013-2015 metų ruože Jonava - Žeimiai atliktų bėgių R65 defektingumo tyrimų duomenys pateikti 8-10 lentelėse

8 lentelė

2013 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Jonava - Žeimiai	01 mėn.	R65	273,5	0	1	1	0	0	0,15
	02 mėn.	R65		0	0	0	1	0	0,12
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	04 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	R65		1	0	0	0	0	0,03
	06 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	07 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,06
	08 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	09 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	11 mėn.	R65		0	2	0	0	0	0,12
	12 mėn.	R65		0	2	0	0	0	0,12

9 lentelė

2014 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Jonava - Žeimiai	01 mėn.	R65	293,5	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	04 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	05 mėn.	R65		0	2	1	0	0	0,21
	06 mėn.	R65		0	4	0	0	0	0,24
	07 mėn.	R65		0	2	0	0	0	0,12
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	3	1	0	0	0,27
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

2015 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Jonava - Žeimiai	01 mėn.	R65	217,3	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,06
	03 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,06
	04 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,06
	07 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,06
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	11 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

2013-2015 metų ruože Gimbogala - Linkaičiai atliktų bėgių UIC defektingumo tyrimų duomenys pateikti 11-13 lentelėse

2013 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Gimbogala - Linkaičiai	01 mėn.	UIC	277,3	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	03 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,30
	04 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	07 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	UIC		1	0	0	0	0	0,60
	10 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,30
	12 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00

2014 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Gimbogala - Linkaičiai	01 mėn.	UIC	277,3	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	03 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	04 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	UIC		0	2	0	0	0	0,24
	07 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	UIC		1	0	0	0	0	0,60
	10 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00

2015 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Gimbogala - Linkaičiai	01 mėn.	UIC	231,3	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,18
	03 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,18
	04 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,18
	05 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,18
	06 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	07 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,30
	10 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,30

14 lentelė

2013 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Lukšiai - Kėdainiai	01 mėn.	UIC	314,5	0	0	0	1	0	0,13
	02 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	03 mėn.	UIC		0	0	2	0	0	0,15
	04 mėn.	UIC		1	0	0	1	0	0,18
	05 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,13
	06 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,08
	07 mėn.	UIC		1	0	0	1	0	0,15
	08 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,075
	11 mėn.	UIC		1	0	0	0	0	0,025
	12 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00

15 lentelė

2014 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Lukšiai - Kėdainiai	01 mėn.	UIC	314,5	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	03 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,13
	04 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,13
	07 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,075
	10 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00

2015 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Lukšiai - Kėdainiai	01 mėn.	UIC	314,5	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	03 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	04 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	05 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,30
	06 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	07 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,075
	08 mėn.	UIC		0	0	1	0	0	0,075
	09 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	UIC		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	UIC		0	0	0	1	0	0,30

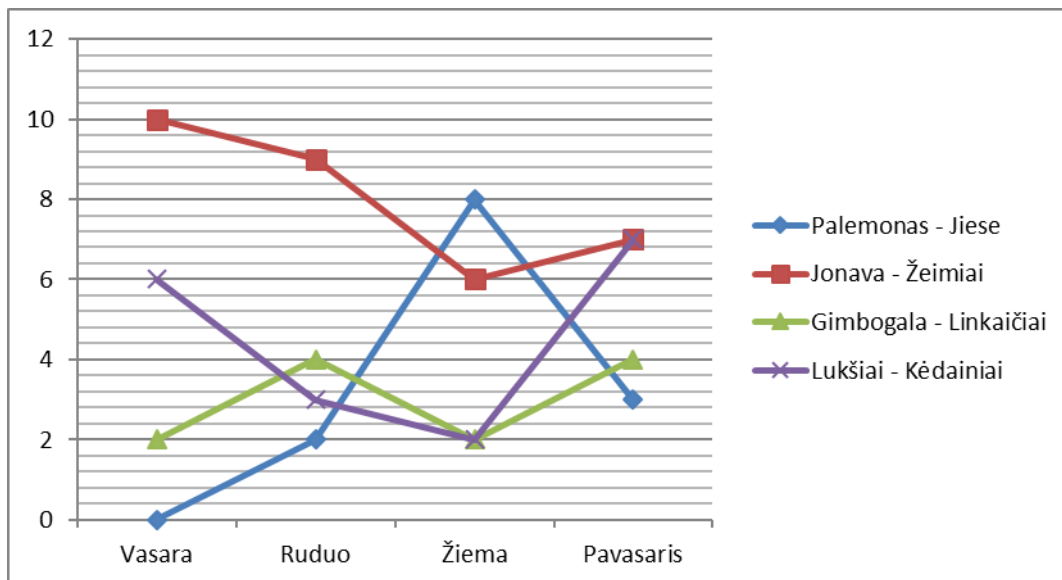
## 7.1. DEFEKTŲ PASISKIRSTYMAS

Toliau analizuojama bėgių defektų pasiskirstymas ant skirtingų bėgių tipų esant skirtingiems apkrovoms ir skirtingiems metų laikams.

17 lentelė

Defektų pasiskirstymas skirtingais metų laikais.

Ruožas	Begiotipas	Vasara	Ruduo	Žiema	Pavasaris
Palemonas - Jiese	R65	0	2	8	3
Jonava - Žeimiai	R65	10	9	6	7
Gimbogala - Linkaičiai	UIC	2	4	2	4
Lukšiai - Kėdainiai	UIC	6	3	2	7
<b>Viso</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>21</b>



23 pav. Defektų skaičius skirtingais metų laikais

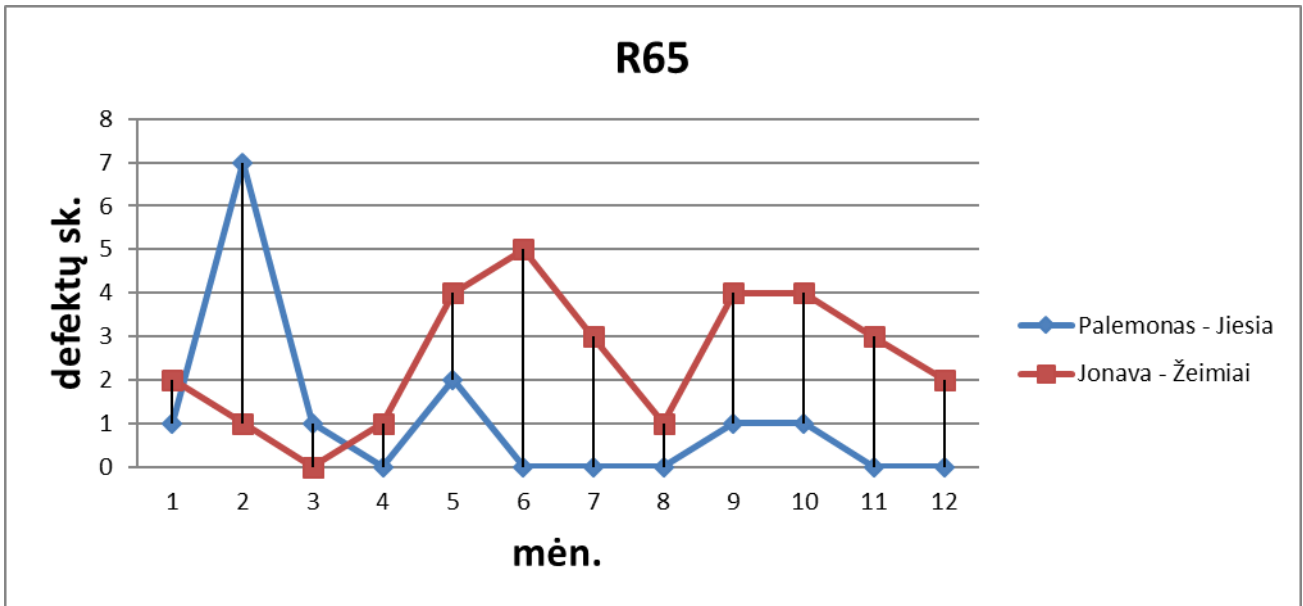
Susumavus visus ruožus sudedame visus defektus ir palyginame, kiek ir kokių defektų turi skirtingų tipų bėgiai.

18 lentelė

Visų ruožų bendras defektų skaičius

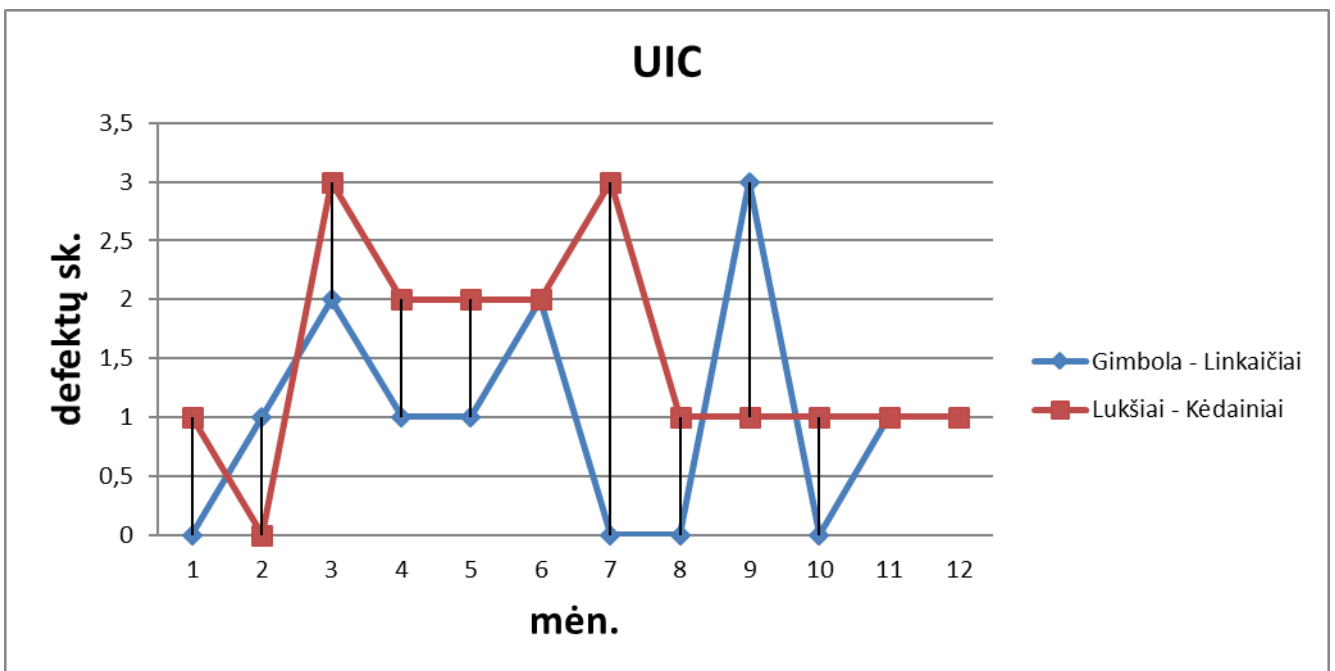
Ruožas	Bėgių tipas		D3	D2	D1	DP	L
Palemonas - Jiesia	R65		0	1	3	2	1
Jonava - Žeimiai			1	20	11	1	0
<b>Iš viso</b>			<b>1</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Gimbola - Linkaičiai	UIC		2	2	4	4	0
Lukšiai - Kėdainiai			3	0	7	8	0
<b>Iš viso:</b>			<b>5</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>0</b>

Skirtingų tipų bėgių defektų palyginimas skirtingais mėnesiais, imant visus 3 metus kartu sudėjus.



24 apv. Ruožų su R65 begių tipu defektų palyginimas

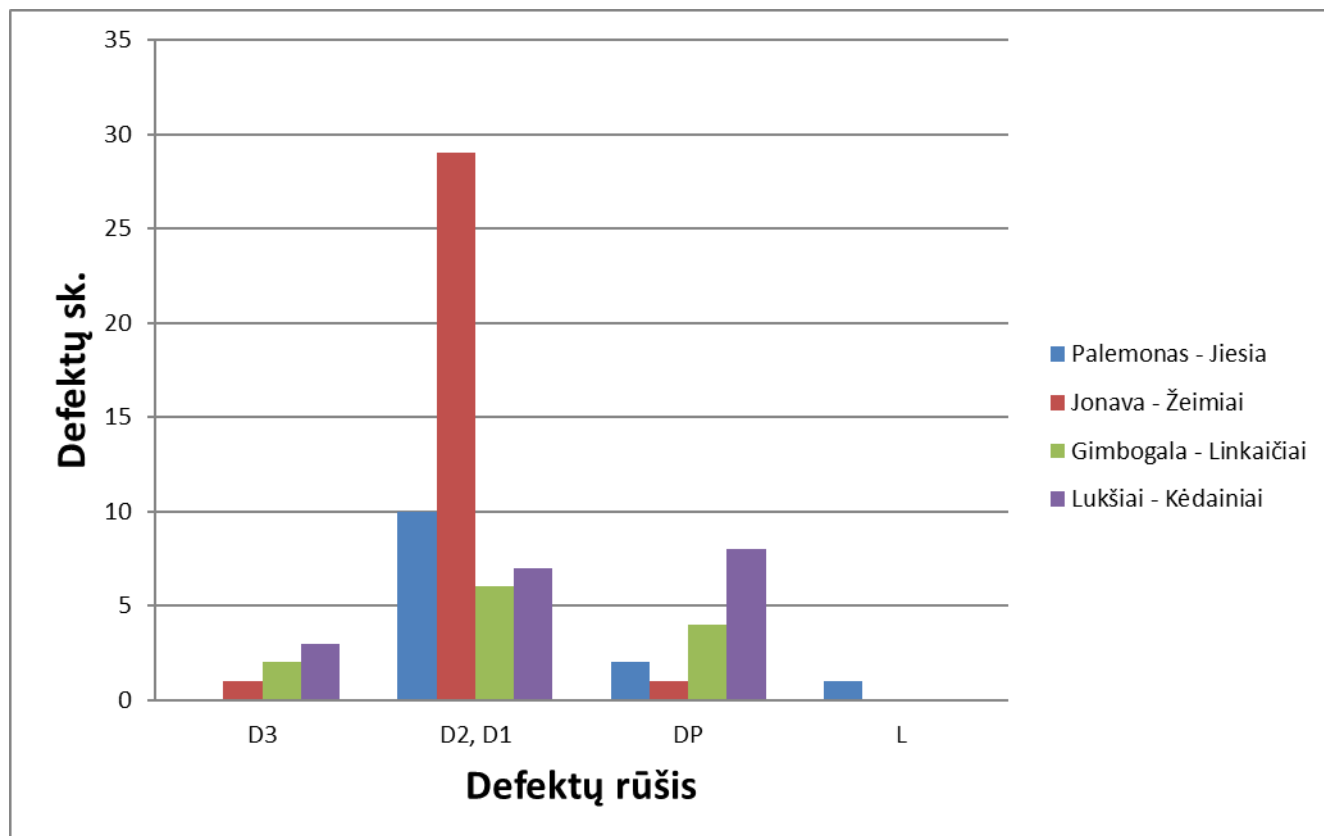
Iš 24 pav. matome, kad ruože Jonava - Žeimiai defektų skaičius yra didesnis. Defektų skaičių skirtumas yra 21%.



25 pav. Ruožų su UIC bėgių tipu defektų palyginimas

Iš 25 pav. matyti, kad defektų skaičius yra labai artimas abiem vienas kitam

Sugrupavus defektus pagal jų rūšį, galima palyginti, kaip skiriasi skirtingų defektų skaičius ant skirtingų bėgių.



26 pav. Defektų rūšių skaičius

Iš 26 pav. Matyti, kad R65 bėgis pasižymi dideliu D2 ir D1 defektų skaičiumi, bėgiai turintys šiuos defektus yra keičiami planine tvarka atsizvelgiant į defektų didėjimą. O UIC tipo bėgiai pasižymi itin smulkiais arba leistinių defektų ribų jau neatitinkančiais bėgių defektais. Tokie bėgiai keičiama pirmumo tvarka, dėl ko sutrinka traukinių eismas, nes būna uždaromi keliai remontui.



## 7.2. DIDESNĖS APKROVOS RuoŽAI

Toliau lyginsime su didesniąją apkrovą turinčiu ruožu.

2013-2015 metų ruože Gaižiūnai - Palemonas atliktų bėgių R65 defektingumo tyrimų duomenys pateikti 19-21 lentelėse.

19 lentelė

2013 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Gaižiūnai - Palemonas	01 mėn.	R65	526,5	0	0	0	1	0	0,11
	02 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,03
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,0
	04 mėn.	R65		0	0	1	2	0	0,33
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,0
	07 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	2	1	0	0	0,21
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

2014 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Gaižiūnai - Palemonas	01 mėn.	R65	526,5	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	R65		0	2	0	0	0	0,12
	03 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,06
	04 mėn.	R65		0	0	2	0	0	0,18
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,06
	07 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,06
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	11 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	12 mėn.	R65		0	0	2	0	0	0,18

2015 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Gaižiūnai - Palemonas	01 mėn.	R65	526,5	0	0	0	0	0	0,00
	02 mėn.	R65		0	2	1	0	0	0,21
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	04 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	05 mėn.	R65		0	2	1	0	0	0,21
	06 mėn.	R65		0	4	0	0	0	0,24
	07 mėn.	R65		0	2	0	0	0	0,12
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	3	1	0	0	0,27
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

2013-2015 metų ruože Litvinai - Jonava atliktų bėgių R65 defektingumo tyrimų duomenys pateikti 22-24 lentelėse.

22 lentelė

2013 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Litvinai - Jonava	01 mėn.	R65	545,5	0	0	0	1	0	0,11
	02 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,03
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,0
	04 mėn.	R65		0	0	1	2	0	0,33
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,0
	07 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	2	1	0	0	0,21
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

23 lentelė

2014 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Litvinai - Jonava	01 mėn.	R65	545,5	0	0	0	1	0	0,11
	02 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,03
	03 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,0
	04 mėn.	R65		0	0	1	2	0	0,33
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,0
	07 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	08 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	09 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	2	1	0	0	0,21
	12 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00

2015 metų bėgių defektingumo tyrimų duomenys

Ruožas	Mėnėsis	Bėgių tipas	Praleistas tonažas mln.t/km	D3	D2	D1	DP	L	Def./km
Litvinai - Jonava	01 mėn.	R65	545,5	0	0	0	1	0	0,063
	02 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,03
	03 mėn.	R65		0	0	2	0	0	0,018
	04 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	05 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	06 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	07 mėn.	R65		0	0	0	3	0	0,189
	08 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	09 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	10 mėn.	R65		0	0	0	0	0	0,00
	11 mėn.	R65		0	0	1	0	0	0,09
	12 mėn.	R65		0	1	0	0	0	0,09

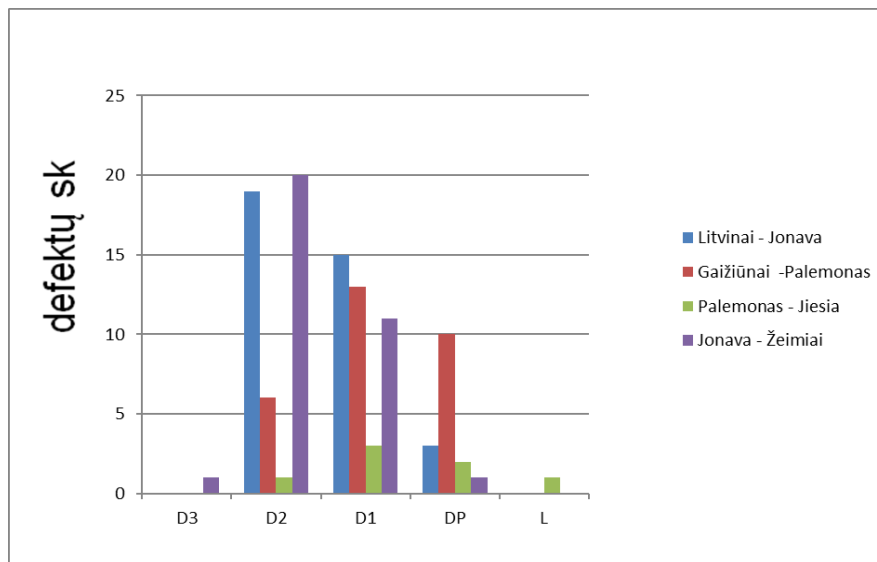
Visų trijų metų defektų skaičius ruožų Litvinai - Jonava ir Gaižiūnai - Palemonas defektų skaičius.

Bendras defektų skaičius ruožų Litvinai - Jonava ir Gaižiūnai - Palemonas

Ruožas	Bėgių tipas		D3	D2	D1	DP	L
Litvinai - Jonava	R65		0	19	15	3	0
Gaižiūnai - Palemonas			0	6	13	10	0
<b>Iš viso</b>			<b>0</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>0</b>

Palyginus skirtingų apkrovų ruožus, matyti, kad defektų skaičius pakyla 40%.

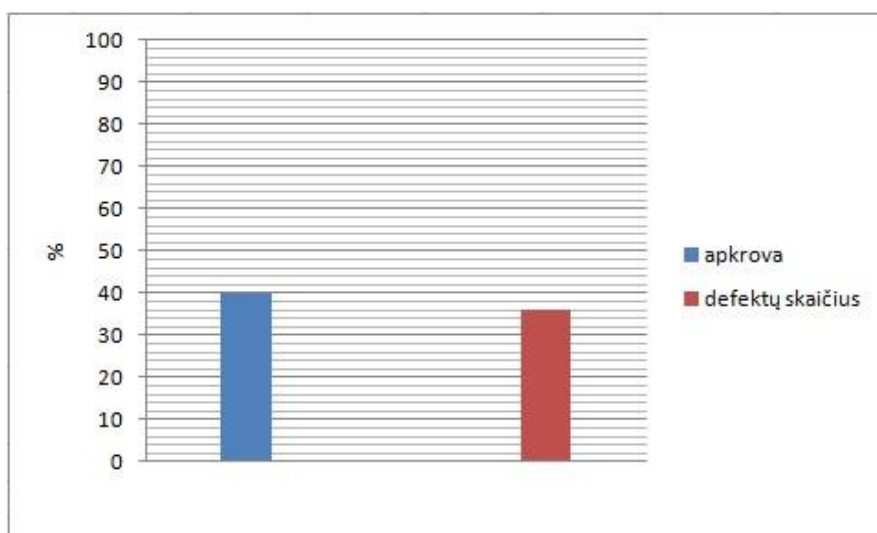
Lyginame šiuos ruožus su mažesnę apkrovimą turinčiais ruožais:



27 pav. Defektų pasiskirstymas pagal jų tipus

Šiame grafike Litvinai - Jonava ir Gaižiūnai - Palemonas yra keliai su didesne apkrova o Palemonas - Jiesia ir Jonava - Žeimiai mažesnio apkrovimo keliai.

Vidutinė Litvinai - Jonava ir Gaižiūnai - Palemonas kelių apkrova yra 535 mln.t/km o Palemonas - Jiesia ir Jonava - Žeimiai kelių apkrova yra 217mln.t/km, kelių apkrovimas skiriasi net 40% o defektų padidėjimas siekia 36%, matome kad defektų skaičius beveik proporcingai kyla kylančiam apkrovos kiekiui.



28 pav. Apkrovos ir defektų skaičiaus santykis.

Apkrovos ir defektų skaičiaus pasikeitimų skirtumas. Kelio apkrovai pakilus 40% defektų skaičius pakyla 36% (žr. 28 pav.).

## DARBO APIBENDRINIMAS IR REZULTATŲ PALYGINIMAS

Iš gautų tyrimo rezultatų matome, kad R65 tipo bėgiai net kelis kartus lenkia UIC tipo bėgius pagal smulkesnių D2 ir D1 defektų skaičių. Esant šiems bėgių defektams galimas saugus traukinių eismas, juos nuosekliai prižiūrint ir tikrinant ultragarsiniais defektoskopais. UIC tipo bėgiai iš gautų duomenų matosi kad yra labiau trapūs ir jų defektai būna labiau ribiniai ir bėgiai turi būti keičiami skubos tvarka. Taip pat kelio apkrovai kylant, proporcingai kyla ir defektų skaičius, kelio apkrovai padidėjus 40%, defektų skaičius pakilo 36%. Dažnas bėgių keitimas trikdo traukinių eismą. Esant ribiniams bėgių defektams yra sudėtinga užtikrinti saugų traukinių eismą. Buvo palyginti 3 metų 4 ruožų bėgių defektų patikros duomenys ir buvo palyginti tarpusavyje pagal defektų skaičių ir jų pavojingumą.

## IŠVADOS

- 1) R65 tipo bėgiuose nustatyta 25% daugiau defektų, nei UIC tipo bėgiuose. R65 tipo bėgių tačiau defektų poveikumas yra kur kas mažesnis. UIC tipo bėgis yra 25% mažiau defektingas, tačiau defektai daržniausiai būna ribiniai ir bėgiai būna keičiami pirmine tvarka.
- 2) Nustatyta, kad UIC tipo bėgiai pasižymi 50% didesniu bėgių lūžių skaičiumi nei R65 tipo bėgiai.
- 3) Išanalizuota, kad bėgių defektingumas proporcingai didėja, didėjant apkrovai. Nustatyta, kad trijų metų laikotarpyje 40% padidėjus apkrovai į bėgius, užfiksuota 36% daugiau bėgių defektų.
- 4) Nustatyta, kad pavasarį aptinkama 15% daugiau bėgių defektų, lyginant su kitais metų laikais.
- 5) Nustatyta, kad termitiniu būdu suvirintų bėgių suvirinimo siūlės metalo savybės slopina ultragarsinį signalą ir apsunkina defektų aptikimą.



## Literatūra

1. 142/K *Bėgių neardomųjų bandymų atlikimo reglamentas*. Vilnius 2007. 175 p.
2. 71/K *Bėgių defektų ir pažeidimų klasifikatorius*. Vilnius 2004. 135 p.
3. K/111 *Geležinkelio kelio priežiūros taisyklės*. Patvirtinta SPAB „Lietuvos geležinkeliai“ generalinio direktoriaus 2000 02 17 d. įsakymu Nr. 47. V.: Leidybos centras, 2000. 165 p.
4. 27/K *Bėgių naudojimo ir naujų bėgių priėmimo taisyklės*. Vilnius 2003. 148 p.
5. AB „LIETUVOS GELEŽINKELIAI“ *Suvirintų bėgių tikrinimo technologijos instrukcija*. Vilnius 2015. 25 p.
6. SYČIOVAS Jurijus. *Defektai Bėgio kakliuke termitinės sandūros zonoje*. Kaunas 2014. 21 p.
7. ŠIMONĖLYTĖ Aistė, Vitalijus RUDZINSKAS, Šarūnas MIKALIŪNAS. *R65 tipo bėgio termitinio suvirinimo jungties metalografinis tyrimas*. Mechanics, Material Science, Industrial Engineering and Management [interaktyvus]. Vilniaus Gedimino Technikos universitetas. ISSN 2029-2341 [žiūrėta 2016-04-15].
8. ŽYGIENĖ R. , P. BOGDEVIČIUS. *Geležinkelių bėgių defektų tyrimų problemos*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. ISSN 1822-4652 [žiūrėta 2016-04-15].
9. KUMAR Saurah. *Study of Rails Breaks: associated risks and maintenance strategies*. Lulea University of Technology. ISSN 1402 - 1536 [žiūrėta 2016-04-15].
10. *Automated ultrasonic inspection* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-25] Prieiga per: <http://www.starmans.net/applications/railway-rail-testing/>
11. *Ultrasonic rail testing* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-25]. Prieiga per: <http://www.balfourbeatty.com/media/29283/ultrasonic-rail-flaw-testing-brochure.pdf>
12. *Rail flaw detections* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-25] Prieiga per: <http://www.railwaydirectory.net/suppliers/id/165>
13. *Rail inspection systems* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-25]. Prieiga per: <http://www.railway-technology.com/contractors/track/cater/>

14. *Flex rail flaw inspection service* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-25]. Prieiga per:  
<http://www.ameco.net/product/rail-and-wheel-flaw-detection/ultrasonic-inspection/nordco-flex-ultrasonic-rail-flaw-detection-system>

15. *Rail flaw detection vehicle* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-25]. Prieiga per:  
<http://www.tec.csrzic.com/en/1348.html>