

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Rytis Šaškevičius

KELEIVINIŲ LIFTŲ RENOVAVIMO PROBLEMOS
TYRIMAS
Magistro darbas

Vadovas

Doc. T. Šimkevičius

ŠIAULIAI, 2007

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc.dr. T. Šimkevičius

2007 06

KELEIVINIŲ LIFTŲ RENOVAVIMO PROBLEMOS
TYRIMAS
Magistro darbas

Konsultantas

UAB „Šiaulių liftas“

Liftų meistras

S. Žigas

2007 06

Vadovas

doc. T. Šimkevičius

2007 06

Atliko

EM5 gr. studentas

R. Šaškevičius

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto

Elektros inžinerijos

katedros

doc. L. Buivis

2007 06 04

2007 06

Šaškevičius R. Research of the passenger lifts renovation problems: Master thesis of energetic research advisor Assoc. doc. T. Šimkevičius; Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department.- Šiauliai, 2007. – 110 p.

SUMMARY

The theme of Master thesis of Electrical engineering is actual because the passengers don't feel safe when using passenger lifts in present time. The exploitation time of passenger lifts is very long, all parts are wasted. Due to these problems the passenger lifts are not safe to use longer.

A passenger lift is designed to move people between a building's floors. This apparent simplicity belies a complex and sophisticated mechanical, electrical and microelectronic system. The present work deals with the risk analysis, with particular reference to lift systems. Lifts are characterized as being extremely safe. Their safety record of moving hundreds of passengers every day, with extremely low rate of incident, is unsurpassed by any other vehicle system, although fatalities due to malfunction have been known to occur on occasion. A certain number of passengers do die every year in lift related incidents.

The main steps of the risk analysis process have to be very considered. Some methods we are using in this project, is applied for the identification of the failure modes while their failure occurrences are combined by means of fault tree analysis. The applications proposed are taken from the field of lift system and are referred to an escalator and to a lift. The main data introduced in the models have been supplied by escalators and lifts manufactures. The application of risk analysis procedures, as described in this thesis, represents the basis for the evaluation of the safety level of a system and for the identification of necessary improvements.

TURINYS

IŽANGA.....	10
1. TEMOS AKTUALUMAS.....	11
2. TEMOS NAUJUMAS.....	11
3. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI.....	11
4. TYRIMO METODAI.....	12
5. TEORINĖ DALIS.....	13
5.1. Įvadas.....	13
5.2. Literatūros analizė.....	13
5.3. Keleivinių liftų elektrinės funkcinės sistemos nagrinėjimas.....	16
5.3.1. Įvadas.....	16
5.3.2. Techninių charakteristikų ir pagrindinių dalių aprašymas.....	17
5.3.2.1. Įvadinis kirtiklis.....	18
5.3.2.2. Valdymo pultas.....	19
5.3.2.3. Lifto kabinos kėlimo įrenginiai.....	19
5.3.2.4. Lifto kabinos durų ir šachtos durų atidarymo – uždarymo įrenginiai.....	20
5.3.2.5. Aukštų perjungikliai.....	20
5.3.2.6. Tikslaus sustojimo ir avariniai jungikliai.....	21
5.3.2.7. Elektros paskirstymo skydai ir instaliacija.....	21
5.3.2.8. Iškvietimo ir įsakymo pultai.....	22
5.3.2.9. Greičio ribojimo įrenginys.....	22
5.4. Keleivinių liftų komutavimo įrenginių panaudojimo galimybės.....	23
5.4.1. Įvadas.....	23
5.4.1.1. Elektromechaninių jungiklių charakteristikos ir taikymo pavyzdžiai.....	23
5.4.1.2. Elektromechaninių padėties jungiklių taikymo pavyzdžiai.....	25
5.4.1.3. Lifto sudedamųjų elektrinių dalių dažniausi gedimai.....	26
5.4.1.3. Plyšiniai induktyviniai priartėjimo jungikliai.....	26
5.4.1.4. Magnetiniai priartėjimo jungikliai.....	27
5.4.1.5. Magnetinių jungiklių taikymo pavyzdžiai.....	30
6. ANALITINĖ DALIS.....	33
6.1. Įvadas.....	33

6.1.1. Metodų pritaikymas keleivinių liftų renovavimo problemos tyrime.....	34
6.2. Keleivinių liftų techninės sistemos analizė.....	36
6.2.1. Liftų techninės sistemos sandaros analizė.....	36
6.2.2. Keleivinių liftų komponentų gedimo priežastys ir jų skirstymas.....	37
6.2.3. Liftų techninės sistemos rizikos analizė.....	38
6.2.3.1. Liftų sistemos komponentų gedimų ir jų įtakos analizė.....	39
6.2.3.2. Įvykių medžio analizės metodas.....	40
6.3. Keleivinių liftų patikimumo rodiklių skaičiavimas.....	47
6.3.1. Įvadas.....	47
6.3.2. Patikimumo rodiklių skaičiavimo pavyzdžiai.....	49
6.4. Vartotojų apklausos metodas.....	66
6.4.1. Anketinės apklausos analizė.....	66
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	68
LITERATŪRA.....	69
PRIEDAI.....	71

PRIEDAI

1 priedas. Literatūros analizės medžiaga.....	71
2 priedas. Keleivinių liftų elektrinės sistemos pagrindiniai mazgai.....	78
3 priedas. Lifto techninės sistemos komponentai , jų funkcijos, gedimai ir gedimų įtaka.....	89
4 priedas. Vartotojų apklausa.....	101
5 priedas. Tiriamojo darbo objekto bei svarbiausių sąvokų apibrėžimai.....	108

LENTELĖS

5.2.1	Keleivinio lifto saugos mazgai.....	14
5.3.2.1	Lifto techninės charakteristikos.....	17
5.4.1.1.1	Techniniai elektromechaninių jungiklių duomenys.....	24
5.4.1.4.1	Herkoninių jungiklių techniniai duomenys.....	28
6.2.3.2.1	Svarbiausi liftų komponentai.....	41
6.3.2.1	Avarinių jungiklių skaičius ir sumontavimo vieta.....	50
6.3.2.2	Tiriamų komponentų pavadinimas ir skaičius.....	54
6.3.2.3	Bandomų komponentų gedimų pasiskirstymas paros laikotarpyje.....	54
6.3.2.4	Įrenginių negedimo / gedimo tikimybės po 8760 h tyrimo, per tam tikrus paros laikotarpius.....	55
5.2.1 P1	Literatūros aprašo kartoteka.....	71
5.4.1.3.1 P2	Keleivinio lifto gedimai ir jų šalinimo būdai.....	85
6.2.1.1 P3	Lifto posistemių komponentai ir jų funkcijos.....	90
6.2.3.1.1 P3	Keleivinių liftų komponentų gedimų ir jų įtakos formuliaras.....	93
6.4.1.1 P4	Susisteminti ir apibendrinti anketinės apklausos duomenys.....	105

PAVEIKSLAI

5.4.1.2.1 pav.	Kabinos durų uždarymo/atidarymo elektromechaniniai davikliai bei apsaugos daviklis.....	25
5.4.1.2.2 pav.	Lifto padėčių fiksavimo elektromechaniniai jungikliai.....	26
5.4.1.4.1 pav.	Magnetinis herkoninis jungiklis.....	28
5.4.1.4.2 pav.	Herkoninio jungiklio kontaktų apsaugos grandinė esant induktyvinei įtampai.....	29
5.4.1.4.3 pav.	Magnetinio jungiklio kontaktų apsaugos grandinė.....	30
5.4.1.5.1 pav.	Magnetinių jungiklių pritaikymas šachtos ir kabinos durų valdymui bei apsaugai.....	32
5.4.1.5.2 pav.	Renovuoto lifto įrenginių išdėstymas.....	33
6.1.1.1 pav.	Renovavimo problemos tyrimo algoritmas.....	36
6.2.2.1 pav.	Lifto komponento gedimo skirstymas pagal kilmę.....	38
6.2.3.2.1 pav.	Įvykių medžio diagrama, sudaryta tiriant jėgos grandinės posistemę.....	42
6.2.3.2.2 pav.	Aptarnaujančio personalo veiksmų atsako medžio diagrama.....	43
6.2.3.2.3 pav.	Įvykių medžio diagrama, pasirinktą inicijuojantį įvykį E.....	44
6.2.3.2.4 pav.	Įvykių medžio diagrama, valdymo ir apsaugos grandinių komponentams.....	45
6.3.1.1 pav.	Gedimų intensyvumo priklausomybė nuo laiko.....	48
6.3.1.2 pav.	Įrenginio patikimumo rodiklių priklausomybė nuo laiko, esant eksponentės dėsniai.....	49
6.3.2.1 pav.	Negedimo priklausomybės nuo laiko grafikas.....	51
6.3.2.2 pav.	Sistemos patikimumo priklausomybė nuo laiko nuoseklioje grandinėje, kai skirtingi komponentų patikimumai.....	53
6.3.2.3 pav.	Gedimų intensyvumo priklausomybė nuo paros laikotarpio.....	57
6.3.2.4 pav.	Jėgos grandinės struktūrinė schema su rezervuojančiu komponentu.....	58
6.3.2.5 pav.	Keleivinio lifto, dubliuotos jėgos grandinės, įvykių medžio diagrama.....	60
6.3.2.6 pav.	Viršutinio ir apatinio pasikliautinojo intervalo ribų priklausomybė nuo išbandytų įrenginių skaičiaus ir negedimo tikimybės.....	62
6.3.2.7 pav.	Negedimo tikimybės (1) ir gedimo intensyvumo (2) priklausomybės nuo techninių apžiūrų ir remontų dažnumo.....	65
5.2.1 P1 pav.	Keleivinių liftų skaičiaus pagal eksploataavimo amžių diagrama.....	76

5.2.2 P1 pav.	Liftų klasifikavimas pagal ES direktyvas.....	77
5.2.3 P1 pav.	Saugių konstrukcijos dalių atitikties įvertinimo procesas.....	77
5.3.2.1 P2 pav.	Keleivinio lifto veikimo principas (kinematinė schema).....	78
5.3.2.1.1 P2 pav.	Įvadinis kirtiklis.....	79
5.3.2.1.2 P2 pav.	Valdymo pultas.....	79
5.3.2.1.3 P2 pav.	Valdymo pultas, komutavimo įrenginiai.....	80
5.3.2.1.4 P2 pav.	Kabinos ir priesvorio kėlimo mechanizmo įrenginiai.....	80
5.3.2.1.4 P2 pav.	Variklio elektrinės grandinės komutavimo įrenginiai.....	81
5.3.2.1.5 P2 pav.	Lifto variklio elektromagnetinis stabdis.....	82
5.3.2.1.6 P2 pav.	Kabinos laikymo įrenginys.....	82
5.3.2.1.7 P2 pav.	Automatinės kabinos durys.....	83
5.3.2.1.8 P2 pav.	Durų atidarymo/ uždarymo mechanizmas.....	83
5.3.2.1.9 P2 pav.	Selekcinis tikslaus sustojimo jungiklis.....	84
5.3.2.1.10a P2 pav.	Elektros paskirstymo skydai ir instaliacija.....	84
5.3.2.1.10b P2 pav.	Paskirstymo skydas šachtoje su pakabinamais kabeliais.....	85
6.2.1.1 P3 pav.	Liftų techninės sistemos sandara.....	89
6.4.1.1 P4 pav.	Anketinės vartotojų apklausos tikslų medžio diagrama.....	107

IŽANGA

Keleiviniai liftai yra potencialiai pavojingi įrenginiai (PPI), keliantys rimtą pavojų ne tik vartotojams, bet ir juos eksploatuojančios įmonės personalui. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004 – 08 – 26 d. nutarimu Nr. 1073, liftai priskirti penktai PPI kategorijai. Šiuo metu potencialiai pavojingų įrenginių registras registruoja:

1. Liftus žmonėms kelti ir jų įrangą;
2. Krovinius liftus ir jų įrangą;
3. Mašininės pavaros keltuvus žmonėms ir kroviniams kelti ir jų įrangą.

PPI keliama ypatingi reikalavimai saugumo ir patikimumo atžvilgiu, kadangi jie, dėl savo nenormalaus darbo, gali kelti didelį pavojų žmonių gyvybei. Nenormalus keleivinio lifto darbas – tai lifto sistemos ar atskirų įrenginių sutrikimas per eksploatacijos laikotarpį. Dabartiniai keleiviniai liftai nebėra saugūs, kadangi pagrindiniai apsaugos ir valdymo mazgai yra seni ir nebeapatikimi. Taigi reikalinga kuo greičiau tvarkyti šią padėtį.

Viena iš alternatyvų yra keleivinių liftų renovavimas. Tai kėlimo įrenginio mazgų bei konstrukcijos pakeitimas naujesnės ir tobulesnės konstrukcijos mazgais, nuo kurių gali pasikeisti arba nepasikeisti lifto techninės charakteristikos rodikliai. Tai priklauso nuo atliekamų renovavimo darbų sudėtingumo. Liftai renovuojami pagal skaičiavimus ir projektu, išanalizavus tikrąją lifto techninę būklę.

Tačiau, kad galėtume sklandžiai atlikti renovavimo darbus, pirmiausia turime išnagrinėti problemas, kurios leistų tiksliai įvertinti esamų keleivinių liftų padėtį, išanalizuoti juose kylančias problemas ir įvykius kurie jas nulemia. Tai leistų tinkamai suplanuoti renovavimo scenarijų nuo renovavimo pradžios iki jo pabaigos ir parinkti optimaliausius sprendimus kiekvienam liftui.

Šiame darbe pateikėme keletą metodų, kurie galėtų padėti sprendžiant keleivinių liftų renovavimo problemas bei įgyvendinant patį renovavimo procesą. Buvo analizuojami atitinkami uždaviniai siekiant kuo aiškiau atsakyti į pasirinktos temos pavadinimą bei užsibrėžtą tikslą. Pabaigoje pateikiamos apibendrintos darbo išvados ir pasiūlymai.

Norėdamas kuo aiškiau aprašyti tyrinėjamą darbo temą naudojami metodine medžiaga [1], lifto naudojimo taisyklėmis [2], techniniais reglamentais „Liftai“ [3] ir „Gyvenamieji pastatai“ [4], LR įstatymu 1996 m. gegužės 2 d. Nr. I – 1324 „LR potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros įstatymas“ [5].

1. TEMOS AKTUALUMAS

Keleivinių liftų renovavimo problemos tyrimo tema aktuali, nes:

- 1) Keleiviniai liftai nebeatitinka dabartinių reglamentų ir naudojimosi taisyklių normų;
- 2) Kėlimo priemonių eksploatacijos amžius viršija 25 metų stažą.
- 3) Pasenusios technologijos;
- 4) Klientų poreikių didėjimas;
- 5) Didelis svarbiausių ir atsakingiausių lifto mazgų gedimų skaičius;
- 6) Žemas patikimumo ir saugumo lygis;
- 7) Liftai nekomfortabilūs, prasta estetinė išvaizda, netinkami neįgaliųjų žmonių kėlimui.

2. TEMOS NAUJUMAS

Tema yra ganėtinai nauja, tai matome iš žemiau pateiktų punktų:

- 1) Mažas įmonių, atsakingų už liftų priežiūrą ir eksploataciją, suinteresuotumas šia problema. Jos neužsako tyrimų (monitoringai, analizės), iš kurių duomenų būtų galima nustatyti dabartinius liftų stovius ir daryti atitinkamas išvadas siekiant renovuoti senus lifthus.
- 2) Literatūros trūkumas, kuri plačiai nagrinėtų šios temos aktualumą ir reikalingumą.
- 3) Mažas visuomenės (vartotojų) informavimas šia tema.
- 4) Nagrinėjant keleivinių liftų renovavimo problemas turi būti įsigilinta į techninių sistemų rizikos analizę, įrenginių patikimumo, eksploatacijos ir kokybės nagrinėjimą, ko dabartiniu metu tikrai nėra atliekama, kalbant apie mano gvildenamą sritį.

Kaip matome, iš aukščiau pateiktų faktų mano pasirinkta tema yra gana aktuali ir gali būti labai plačiai nagrinėjama, o to pasekmėje atskleidžiami įdomūs ir naudingi renovavimo procesai ir įvykiai.

3. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Šio darbo pagrindinis tikslas: ištirti kaip įvairių metodų analizavimas ir panaudojimas įtakoja keleivinių liftų renovavimo problemos tyrimą.

Siekiant užsibrėžto tikslo:

- 1) Analizuojama mokslinė literatūra, kurioje aprašomi galimi keleivinių liftų (įrenginių) renovavimo problemos tyrimo metodai, patariama, kaip geriau atlikti šiuos darbus ar kokius metodus reikalinga naudoti. Palyginama naudota literatūra, pateikiama autoriaus nuomonė.
- 2) Atliekama liftų savininkų (vartotojų) apklausa, tokiu būdu bandant kuo daugiau sužinoti apie žmonių poreikius ir įvertinti dabartinių liftų privalumus bei trūkumus.

- 3) Nagrinėjama keleivinių liftų techninė diagnostika, t.y. surenkama informacija apie įrenginio bei jo funkcinių sistemų techninę būklę. Pateikiami sistemų paveikslai bei jungimo schemos.
- 4) Tyrinėjami senų liftų techninių sistemų rizikos analizės metodai. Aptariami atsirandantys gedimai bei jų įtaka sistemai.
- 5) Apskaičiuojami ir įvertinami senų keleivinių liftų funkcinių sistemų komponentų bei elementų patikimumo rodikliai.
- 6) Atlikti vartotojų apklausą, susisteminti ir apibendrinti gautus rezultatus.
- 7) Darbo pabaigoje apibendrinti tyrimą ir pateikti išsamias išvadas bei savo pasiūlymus.

Šiame darbe tyrėme senesnių kaip 15 metų keleivinių liftų funkcines sistemas. Keleivinių liftų amžiaus pasiskirstymą Šiaulių mieste vaizdžiau matysime 3.1 P1 paveikslas, 1 priedas „Keleivinių liftų skaičiaus pagal eksploataavimo amžių diagrama“. Tyrimas apėmė tokias sritis kaip sistemų diagnostika ir rizikos analizė, kokybės įvertinimas. Atlikau funkcinių sistemų charakteristikų, tokių kaip patikimumas, negedimo ir gedimo tikimybė, gedimo intensyvumo ir dažnio tyrimą, pateikiau keletą uždavinių bei grafikų. Nustatėme, kaip šios charakteristikos priklauso viena nuo kitos. Išnagrinėjau liftų sistemose atsirandančių gedimų rūšis.

Ištyrus įvairių metodų panaudojimo galimybes liftų renovavimo problemoms spręsti, galėsime tiksliai planuoti keleivinių liftų renovavimo etapus bei tinkamai pritaikyti atnaujinamus mazgus ir įrenginius. Jau pirmame renovavimo etape, t.y. lifto modelio (prototipo) projektavime, pasinaudodami atliktų analizių ir skaičiavimo duomenimis, galėsime daugiau dėmesio skirti atsakingiausių mazgų tyrimui.

4. TYRIMO METODAI

Keleivinių liftų renovavimo problemos tyrimo eigoje buvo panaudoti tokie analizavimo metodai:

- 1) Mokslinės literatūros analizė ir apibendrinimas;
- 2) Tiesioginė vartotojų apklausa (anketa ir tikslų medžio diagrama);
- 3) Tiriamų objektų (keleivinių liftų ir jų dalių senesnių kaip 15 metų) stebėjimas;
- 4) Rizikos analizės vertinimas (techninės sistemos rizikos analizė; gedimų ir jų įtakos analizė; kokybinė įvykių medžio analizė; aptarnaujančio personalo įtakos sistemai analizė).
- 5) Keleivinių liftų techninių sistemų patikimumo rodiklių skaičiavimas remiantis statistiniais duomenimis (nenormalių lifto darbo režimų registravimo duomenimis, užregistruotais avarinės tarnybos dispečeriniame punkte).

5. TEORINĖ DALIS

5.1. Įvadas

Kiekviename darbe, ne išimtis ir šis tiriamasis darbas, būtina ne tik gerai apgalvoti savo darbo temą, jos tikslus ir uždavinius bei juos iširti, bet labai svarbu mokėti surasti ir analizuoti mokslinę literatūrą. Literatūros analizė padeda tinkamai įvertinti darbo aktualumą ir numatyti siektinus tikslus. Jau iširti ir panaudoti analizuojamos literatūros skaičiavimo metodai, teorinės žinios ir teiginiai padeda racionaliau ir kryptingiau formuluoti mintis, išreikšti savo nuomonę ar supratimą bei pateikti savo požiūrį.

Analizuojama literatūra naudojama kaip pagalbinis įrankis tiriamojo darbo tikslams atskleisti ir jo užduotims įgyvendinti. Tinkamai įvertinus kiekvieno autoriaus literatūroje aprašytą medžiagą, ir ją palyginus tarpusavyje, galima atrasti nemažai atitikimų arba atvirkščiai, neatitikimų. Juos išanalizavus labai lengva daryti savo išvadas ir teikti pasiūlymus ir ši informacija labai tinka autoriaus tiriamojo darbo baigiamosioms tezėms. Šio darbo temai tirti pasirinkau Lietuvos, Rusijos ir Vakarų Europos autorių literatūrą, t.y. knygas, teisinius dokumentus (reglamentai, įstatymai), straipsnius internetiniuose puslapiuose, mokomąją metodinę literatūrą. Jų analizę pateikiu tolimesniame šio darbo aprašyme.

5.2. Literatūros analizė

Kadangi analizuojamos literatūros kiekis gana didelis, medžiagos srautai dideli, todėl pirmiausia ką atlikau tai parengiau literatūros elektroninę kartoteką, kuris padėjo ne tik lengviau surasti analizuojamą šaltinį, bet ir cituojant, pateikiant nuorodas į literatūros šaltinius bei sudarant literatūros sąrašą darbo pabaigoje. Kortelės dalis skirta anotacijai labai padėjo rašant darbo analizę, o taip pat neužsimiršo apžvelgtos literatūros, internetiniuose puslapiuose, peržiūrėjimo datos, reikalingos sudarant literatūros sąrašą. Literatūros aprašo kartoteka pateikiama 1 priede, lentelėje. 5.2.1 P1 „Literatūros aprašo kartoteka“.

Pirmoji išnagrinėta literatūra buvo LR įstatymai ir reglamentai nustatantys keleivinių liftų bei jų saugos mazgų pateikimo į rinką ir naudojimosi sąlygas ir normas [2,3,4,5]. Šios normos ne tik nustato naujų liftų ar jų saugos mazgų tinkamumą naudojimui rinkoje, bet ir numato jau eksploatuojamų liftų dalių modernizavimo ir renovavimo (pakeitimo) sąlygas ir galimybes. Kiekviena valstybė turi savo įstatymų numatytus reglamentus, taisykles ir normas, nusakančias liftų ir jų dalių realizavimo galimybes. Tačiau valstybėms susivienijus į Europos Sąjungą visi reglamentai ir teisės aktai susiję su liftais, turėjo būti suderinti su Europos Parlamento ir Tarybos 1995 06 29 direktyva 95/16/EC. Vadinasi visose ES valstybėse yra vadovaujamosi tais pačiais nuostatais ir standartais atitinkančiais 95/16/EC direktyvą („Liftu klasifikavimas pagal ES

direktyvas“, 5.2.2. P1 paveikslas, 1 priedas). Mano tiriamojo darbo temai šie dokumentai labai aktualūs, kadangi visos renovavimo procedūros turi būti atliekamos prižiūrint Socialinės apsaugos ir darbo ministerijos paskelbtos (notifikuotos) įstaigos [3], ir visi numatomi darbai atliekami pagal nustatytas liftų naudojimosi taisykles [2]. Prieš pateikiant liftą ar jo saugos mazgus [3], nurodytus 5.2.1 lentelėje, į rinką, arba keičiant minėtus įrenginius naujais (renovuojant, modernizuojant) saugos mazgo ar lifto gamintojas ar jo atstovas privalo atlikti atitikties įvertinimo procedūras [3]. Jei liftas ar jo saugos mazgai atitinka reglamento reikalavimus, tai savininkas gauna to lifto ar jo mazgo EB atitikties deklaraciją ir CE ženklą [2,3] („Saugių konstrukcijos dalių atitikties įvertinimo procesas“, 5.2.4 P1 paveikslas, 1 priedas.). Tai reiškia, kad liftas ir/ar jo saugos mazgai atitinka techninio reglamento „Liftai“ atitinkamų priedų nuostatas ir yra saugūs naudoti.

5.2.1 lentelė

Keleivinio lifto saugos mazgai

Eil. Nr.	Keleivinio lifto saugos mazgas	Mazgo funkcijos
1.	Lifto šachtos durų, lifto kabinos durų ir kitų įėjimų į lifto šachtą durų uždarymo bei užrakinimo kontrolės mazgai	Tai durų padėties jungikliai, atidarymo/uždarymo variklis ir užraktas (spyna)
2.	Lynų laisvumo kontrolės mazgas	Galinis jungiklis, montuojamas prie lynų tvirtinimo mazgo ant kabinos. Atsilaisvinus trosams, suveikia jungiklis, liftas stabdomas
3.	Galiniai avarinio stabdymo jungikliai	Montuojami šachtos viršuje ir apačioje. Nutraukia valdymo grandinę liftui pravažiavus pro tikslų sustojimą
4.	Lifto stabdymo įrenginiai ant lifto kabinos ir šachtos apačioje (duobėje)	Fiksuojami „STOP“ jungikliai, įjungiami kai dirba aptarnaujantis personalas
5.	Greičio apribojimo įtaiso kontrolė	Liftui pradėjus judėti greičiau negu 15% nominalaus greičio suveikia apribojimo įrenginys ir galinis jungiklis ant kabinos, liftas stabdomas.
6.	Papildomos elektrinės schemas ar įrenginiai kontroliuojantys normalų lifto darbą	Krypties jungikliai (aukštų perjungikliai), tikslaus sustojimo jungikliai, papildomi saugos įrenginiai

Mano tiriamajam darbui reikalinga žinoti dabartinius galiojančius Lietuvos ir Europos Sąjungos standartus, kadangi daugeliui liftų buvo taikomi dar sovietmečiu sukurti GOSTo standartai. Daugelis šių standartų, dabartiniu metu, jau nebegalioja pačioje Rusijoje arba yra iš esmės pakeisti. Galima sakyti visi liftai ir jų dalys (mazgai), dabartiniu metu eksploatuojami

daugiaaukščiuose namuose, buvo suprojektuoti Sąjunginio susivienijimo „Sojuzliftmaš“ centrinis konstruktorių biuras, o šiuos lifthus gamino Mogiliovo, Leningrado, Karačiarovo ir t.t. liftų gamyklos.

Galime daryti prielaidą, kad sovietmečio laikais išleisti į rinką keleiviniai liftai su GOSTo standartais, ir šiandiena masiškai eksploatuojami Lietuvoje, neatitinka nūdienos Europos Sąjungos direktyvos nustatytų reglamentų ir darniųjų standartų. Kad dabartiniai liftai atitiktų visas galiojančias normas ir standartus, juos turėtų nuodugnai ištirti pasirinkta įgaliota potencialiai pavojingų įrenginių techninės būklės tikrinimo įstaiga, ir padaryti išvadas ar liftas yra saugus naudojimui [2]. Šiuo metu Lietuvoje veikia trys notifikuotos ekspertų įstaigos, galinčios kaip nepriklausomos trečiosios šalys atlikti ES atitikties įvertinimą:

1. Viešoji įstaiga Technikos priežiūros tarnyba.
2. Viešoji įstaiga Kėlimo įrenginių priežiūros tarnyba.
3. Viešoji įstaiga TUV technika.

Tiktai žinia, kad nuo 2005 m. Mogiliovo liftų gamykla gavo Europos Sąjungos EB atitikties sertifikatą, neišbraukė pastarosios iš Lietuvos liftų rinkos. Tačiau tai sėkmės šiai gamyklai negarantuoja, kadangi keleivinių liftų dalys labai senos, jos genda vis dažniau, o trūkstančių dalių remontui Lietuvoje nėra. Reikalinga daryti užsakymus iš Rusijos gamyklų, tai atima labai daug laiko ir žinoma kainuoja nemažai pinigų. Išskyla eilinis klausimas ar apsimoka užsakinėti senas dalis ir lifthus remontuoti, ar tiksliau būtų lifthus renovuoti (modernizuoti). Renovavimo esmė yra senas dalis ir mazgus pakeisti naujais atitinkančiais ES reikalavimus, juos lengva nusipirkti Lietuvos rinkoje, atkrinta transportavimo išlaidos bei išlaidos pervežant prekes per šalių sienas.

Analizuodamas rusų autorių literatūrą pasigedau žinių lifto renovavimo ar modernizavimo temomis. Paskutinė rasta knyga buvo 1993 metų, joje kaip tik buvo aprašomas kėlimo įrenginių modernizavimas [10]. Tačiau apžvelgta informacija buvo gana abstrakti, t.y. nupiešta lifto dalis (mazgas), kurią norima renovuoti, jo schema, ir aprašoma, kas bus pakeista, kurioje schemos vietoje tai jungiama ir kam tai reikalinga. Žinoma elementai loginiai, schemos atnaujintos, tačiau nepaaiškinta kuom remiantis buvo atliekama modernizacija, kodėl reikėjo renovuoti liftų mazgus. Labai siaurai buvo aprašoma apie liftų patikimumo ypatybes bei jas apibūdinančias charakteristikas prieš modernizavimą ir po jo. Tai mano manymu labai svarbūs faktoriai norint tinkamai įvertinti esamas ir žadamas renovuoti keleivinių liftų dalis. Ši informacija būtų labai naudinga pirmame keleivinio lifto renovavimo etape – projektavimo etape. Čia turima omenyje ne tik kėlimo priemonių elektrines sistemas, bet ir mechaninius mazgus, nes vienas be kito negali egzistuoti.

Pirmiausia kas turėtų būti atliekama norint pradėti keleivinio lifto renovavimą tai:

1. Atliekamas išsamus jau esamų keleivinių liftų bei jų dalių nagrinėjimas (pateikiamos schemas).

2. Tiksliai aprašomi liftų ar nagrinėjamo jo dalių sandara ir jos ypatumai.
3. Išanalizuojami visų funkcinių sistemų, jei sistema didelė tai pagrindinių ir atsakingiausių jos mazgų, gedimai.
4. Iš statistinių duomenų turi būti sudarytos suvestinės (gali būti lentelės forma) dažniausiai įvykstančių gedimų.

Šiuos punktus aš priskirčiau pirmajai keleivinio lifto renovavimo problemos nagrinėjimo daliai, kuri galima sakyti yra grynai teorinė. Taigi išnagrinėjęs rusų autorių literatūrą [6,7,8,9] galėčiau teigti, kad pirmajai šio darbo daliai jie yra pasiruošę neblogai. Minėtose knygose puikiai aprašytos liftų sandaros, pateikiama nemažai jų schemų su aprašymais, sudaryti pagrindinių gedimų ir jų tvarkymo aprašai [6,8]. Minėtą teorinę dalį pateiksiu sekančiame skyrelyje, kur panagrinėsime keleivinių liftų techninę dalį bei jų sandarą. Pateiksime lifto dalis ir mazgus iliustruojančių paveikslų bei šių dalių principinių - elektrinių sujungimo schemų.

5.3. Keleivinių liftų elektrinės funkcinės sistemos nagrinėjimas

5.3.1. Įvadas

Šiame skyrelyje aprašysiu senų keleivinių liftų pagrindinius elektrinius mazgus, jų veikimo principus. Pabandysiu paaiškinti kodėl dabartiniai keleiviniai liftai yra nebetinkami naudoti ir eksploatuoti, kokios jų elektrinės dalys dažniausiai genda ir kaip šie gedimai buvo šalinami iki šių dienų. Tolimesnė informacija apie dabartinę keleivinių liftų padėtį Lietuvoje įgalins mus objektyviai pažvelgti į susidariusią padėtį ir suteiks galimybę tinkamai analizuoti bei palyginti toliau nagrinėjamą literatūrą.

Prieš pradėdant nagrinėti liftų problemas turime sužinoti, kas tai yra liftas, iš ko jis yra sudarytas, kada jis yra laikomas liftu, o kada mašina ir pagal ką tai yra skirstoma. Tai apsprendžia ir paaiškina standartai ir taisyklės [8,9,22].

Liftų požymiai [8,9,22]:

1. Judėjimo trajektorija vertikali arba daugiau nei 150 skiriasi nuo horizontalės.
2. Judama fiksuota trajektorija.
3. Judama tarp numatytų plokštumų.
4. Keliama naudojant atraminį įtaisą.

Liftų klasifikavimas pagal Europos Sąjungos direktyvas [22]:

1. Liftai žmonėms kelti (keleiviniai liftai).
2. Liftai žmonėms ir kroviniams kelti (keltuvai).
3. Liftai tik kroviniams kelti (krovininiai liftai).
4. Sceniniai liftai.
5. Statybiniai liftai.

6. Žmonių su negalia liftai (kelti nuožulniai arba vertikaliai).
7. Liftai lovoms kelti (pvz.: ligoninėse).

Pagal konstrukcinę požymį mano nagrinėjami liftai yra keleiviniai liftai – tai liftai pritaikyti žmonėms su jų asmeniniais daiktais kelti. Kadangi keleivinių liftų yra daug, tai kaip pavyzdį pasirinkau aptarti vieną keleivinį liftą, kurio tipas III – 400B.

5.3.2. Techninių charakteristikų ir pagrindinių dalių aprašymas

Pasirinkto keleivinio lifto (tipas III – 400B) techninės charakteristikos pateiktos 5.3.2.1 lentelėje

5.3.2.1 lentelė

Lifto techninės charakteristikos

Lifto rodikliai	Liftas III – 400B
	Reikšmės
Kėlimo galia, kg	400
Žmonių skaičius (vienu metu)	5
Kabinos judėjimo greitis, m/s	0,71
Kėlimo aukštis (didžiausias), m	45
Sustojimų skaičius	3 - 9
Kabinos parametrai (ilgis, plotis, aukštis), mm	980 x 1120 x 2100
Kabinos ir šachtos durys	Automatinės
Valdymo sistema	Iškviatimo mygtukai šachtos išorėje Įsakymo mygtukai kabinos viduje
Maitinimo įtampa, V	230, 400
Valdymo įtampa, V	24, 110
Mašinų patalpos padėtis	Viršuje

Liftas susideda iš tokių pagrindinių dalių:

- 1) Mašinų patalpa;
- 2) Kėlimo įrenginys;
- 3) Jėgos kirtiklis ir valdymo skydas;
- 4) Šachta;
- 5) Lifto kabina.

1 – Lifto mašinų patalpa gali būti virš lifto šachtos arba šalia lifto šachtos. Jeigu įrenginių nedaug, mašinų patalpos gali visai nebūti. Tada kabinos kėlimo įrenginys tvirtinamas šachtos viršuje virš kabinos, o valdymo pultas ir jėgos skydas sumontuojami šachtos išorėje.

2 – Kėlimo įrenginys dažniausiai būna sumontuotas mašinų patalpoje, būtent mano nagrinėjamam liftui taip ir yra. Kėlimo įrenginys skirtas kabinos kėlimui aukštyn arba nuleidimui žemyn. Jis susideda iš variklio, reduktoriaus, skriemulio (laiko lynus) ir stabdžio.

3 – Jėgos kirtiklis būna sumontuotas mašinų patalpoje arba šachtos išorėje. Tai metalinis skydas, jo viduje sumontuoti kirtiklio gnybtai, atjungiami ir sujungiami rankiniu būdu, rankenos pagalba. Rankena yra skydo išorėje. Valdymo skydas sumontuotas mašinų patalpoje. Tai didelis, metalinio korpuso skydas, kuriame yra sumontuota valdymo ir jėgos komutacijos grandinės (kontaktoriai, relės, sujungimo gnybtai, apsaugos įrenginiai).

4 – Lifto šachta – tai aukšta patalpa, kurioje juda lifto kabina. Šachtoje sumontuojamos lifto kreipiančiosios, atsvaras su kreipiančiosiomis, šachtos durys, valdymo įrenginiai.

5 – Lifto kabina – tai įrenginys keleiviams bei jų asmeniniams daiktams kelti. Ją sudaro trys sienelės, kabinos durys bei stogas ir grindys. Ant kabinos viršaus sumontuoti: kabinos laikymo mechanizmas, elektros paskirstymo skydas, durų atidarymo mechanizmas.

Šio tipo liftas gali būti valdomas iš:
 mašinų patalpos valdymo skydo (tikrinimo režimas);
 kabinos ir laiptinės (normalus režimas);
 nuo kabinos stogo šachtos viduje (tikrinimo režimas).

Trumpas keleivinio lifto darbo aprašymas:

Keleiviai yra keliami lifto kabina 4, kuri juda vertikaliomis kreipiančiosiomis 8, sumontuotomis lifto šachtoje 3 per visą jos aukštį. Kabina 4 ir priesvoris 12 juda kėlimo mechanizmo 2 pagalba, esančio mašinų patalpoje 1. Vidinėje šachtos dalyje (apsauginiame tarpe) sumontuotas įtempimo įrenginys 13 ir kabinos bei priesvorio spyruoklės 14. Įtempimo įrenginys 13 sujungtas trosu 11 su kabinos greičio ribojimo įrenginiu 5. Keleivių įlipimui į kabina ir išlipimui iš jos šachtoje sumontuotos durys, kurių skaičius priklauso nuo lifto sustojimų skaičiaus. Ant kabinos viršaus sumontuoti valdymo įrenginiai sujungti su valdymo skydu mašinų patalpoje pakabinamu kabeliu 6. Lifto kabina į reikiamą aukštą iškviečiama valdymo pultu (iškvietimo mygtuku) 10 sumontuotu šachtos išorėje prie šachtos durų.

Lifto darbo aprašymas pavaizduotas 5.3.2.1 paveiksle, 2 priede.

5.3.2.1. Įvadinis kirtiklis.

Įvadinis kirtiklis (5.3.2.1.1 P2 pav., 2 priedas) sumontuotas prie įėjimo durų į mašinų patalpą. Jis skirtas įjungti ir išjungti elektros maitinimą visuose lifto įrenginiuose. Įvadas į kirtiklį atvestas iš namo elektros skydinės, nuo saugiklių grupės. Įvadas sumontuotas aliuminiais 10 mm² laidais paklotais vamzdžiuose. Naudojama keturių laidų TN – C elektros tinklo sistema, kai nulinio

ir apsauginio laidininko funkcijas atlieka vienas laidas PEN. Įvadiniame kirtiklyje taip pat sumontuoti kondensatoriai, kurie kompensuoja reaktyvios galios sunaudojimą. Iš įvadinio kirtiklio, taip pat keturių laidų sistema, jėgos laidai nuvesti į valdymo skydą ir prijungti ant įvadinių gnybtų.

5.3.2.2. Valdymo pultas.

Lifto valdymo pulte sumontuoti valdymo ir apsaugos įrenginiai skirti liftui valdyti ir apsaugoti elektrines grandines bei dalis nuo trumpųjų jungimų ir perkrovų. Nuo įvadinių gnybtų laidai sumontuoti prie įvadinio automatinio jungiklio AE2036, kuris ir yra pagrindinė variklio apsauga nuo trumpųjų jungimų ir perkrovų. Taip pat yra sumontuotas АП – 50 tipo automatinis jungiklis skirtas durų atidarymo/uždarymo variklio apsaugai. Valdymo, apsaugos ir signalizacijos elektrinės grandinės apsaugotos lydžiais saugikliais nuo 1 iki 5 A (5.3.2.1.2 P2 pav., 2 priedas).

Keleivinio lifto valdymo ir apsaugos grandinės maitinamos iš 400/110V nuolatinės srovės žeminančiojo transformatoriaus, signalizacijos grandinė maitinama iš 400/24 V kintamos srovės žeminančiojo transformatoriaus.

Kadangi nagrinėjamas liftas yra devynių aukštų, tai valdymo skyde yra sumontuota daug valdymo įrenginių, tai aukštų relės, laiko relės, gerkoniniai jungikliai, šachtos durų bei kabinos durų relės (5.3.2.1.3 P2 pav., 2 priedas). Visos šios relės yra seno tipo su spyruokliniais kontaktais. Taip pat yra daugybė sujungimo kontaktų.

Variklis valdomas 110V nuolatinės srovės kontaktoriais (5.3.2.1.4 P2 pav., 2 priedas). Kadangi variklis yra dviejų greičių, tai jam valdyti reikalingi keturi kontaktoriai. Pirmasis kontaktorius yra kabinos važiavimui aukšyn, antrasis – žemyn, trečiasis – variklio sukimosi dideliu greičiu, ketvirtasis – mažu greičiu.

5.3.2.3. Lifto kabinos kėlimo įrenginiai.

Kėlimo mechanizmas (5.3.2.1.4 P2 pav., 2 priedas), kuris yra mašinų patalpoje, susideda iš dviejų greičių asinchroninio kintamosios srovės variklio 1, elektromagnetinio stabdžio 2, sliekinio reduktoriaus 4 ir jo laikymo bei tvirtinimo pado 8, 9, 10, 11, 12.

Ant reduktoriaus (5.3.2.1.4 P2 pav., 2 priedas) greitaeigio veleno įtaisytas mažas skriemulys 6, kuris naudojamas kada reikalinga kabina pakelti ar nuleisti rankiniu būdu. Ant reduktoriaus lėtaeigio veleno sumontuotas skriemulys 5 su įpjovomis, kuriose suguldyti trosai.

Elektromagnetinis stabdis (5.3.2.1.5 P2 pav., 2 priedas) esantis šalia asinchroninio variklio yra prijungtas prie variklio gnybtų sujungimo dėžutėje ant variklio. Stabdžio ritės maitinimo įtampa 400V kintamosios srovės. Elektromagnetinis stabdis suveikia tada kai suveikia elektros variklis. Suveikęs stabdis atleidžia kaladėles ir leidžia laisvai sukis variklio velenui.

5.3.2.4. Lipto kabinos durų ir šachtos durų atidarymo – uždarymo įrenginiai.

Kabina su jos pakabinimo mechanizmu (5.3.2.1.6 P2 pav., 2 priedas) pritvirtinta prie metalinių trosų, kurių kiti galai pritvirtinti prie priesvorio. Ant pakabinimo mechanizmo yra sumontuotas lynų laisvumo padėties jungiklis, kuris sustabdo kabinos judėjimą, atjungdamas elektrinį valdymą, kai atsilaisvina vienas, du ar visi trys trosai.

Automatinės kabinos durys (5.3.2.1.7 P2 pav., 1 priedas) su suveriamomis dalimis 4, užtikrina saugumą kabinoje kai ji juda. Suveriamųjų dalių padėtį kontroliuoja galinės padėties jungiklis 9.

Durų atidarymo mechanizmas (5.3.2.1.8 P2 pav., 1 priedas) susideda iš sliekinio reduktoriaus 13 ir elektros variklio 18. Įsijungus elektros varikliui jo rotorius sukimasis per guminį sujungimą persiduoda reduktoriaus sliekiniam reduktoriaus velenui, o per jį lėtaeigiam velenui. Lėtaeigis velenas sukdamasis priverčia atsidaryti kabinos duris, o kadangi kabinos ir šachtos durys sujungtos troseliu tai atsidaro abi durys iš karto. Apie atsidariusias ir užsidariusias duris signalizuoja durų atidarymo ir uždarymo jungikliai, kurie sustabdo durų variklį kada jos pilnai atsidaro, arba vėl sujungia grandinę kai durys uždarytos. Durų atidarymo mechanizmas taip pat turi specialų įrenginį, kuris reversuoja durų variklį. Taip atsitinka tada, kai užsidarant durims netikėtai į tarpą tarp jų patenka žmogus ar kitas daiktas. Kadangi kabinos durys užsidaro spyruoklės pagalba, atsirėmusios į pašalinį daiktą jos sustoja, tačiau velenas sukasi ir užėjęs ant durų liniuotės nuspaudžia mikrokontrolerio kontaktą. Durų variklis reversuojasi, durys atsidaro.

5.3.2.5. Aukštų perjungikliai

Aukštų perjungikliai tai įrenginiai susidedantys iš:
perjungimo velenėlio su ratuku;
dvių porų kontaktų (NC+NO ir NC+NO), normaliai uždarų ir normaliai atvirų.
metalinis korpusas.

Taip pat gali būti selekciniai aukštų perjungikliai, jie naudojami, kai kabinos greitis yra 1 m/s ir greitesnis. Šis daviklis susideda iš:

plastmasinio korpuso;
magneto korpuso viduje;
normaliai uždaro kontakto.

Pirmo tipo aukštų perjungikliai yra sumontuoti kiekviename aukšte. Šie perjungikliai turi dvi padėtis. Į vieną ar į kitą padėtį šį įrenginį perjungia judančio lifto kabina, ant kurios korpuso nejudamai pritvirtinta liniuotė. Liniuotė ir perstumia aukštų perjungiklio kojelę į vieną ar į kitą pusę. Persijungus atitinkamai padėčiai valdymo skyde, mašinų patalpoje, susijungia atitinkamos

relės, kurios informuoja kuriame aukšte yra lifto kabina arba kuria kryptimi kabina juda. Pagal šių jungiklių padėtį valdymo skydas “ supranta “ kada reikalinga perjungti elektros variklį į mažą greitį. Tai vyksta prieš kiekvieną sustojimą. Kai lifto kabinos važiavimo greitis yra daugiau kaip 0,71 m/s, tada naudojami U formos selekciniai davikliai (5.3.2.1.9 P2 pav., 2 priedas), o ant kabinos tvirtinama plokštelė, kuri pereidama per daviklį atjungia kontaktus. Jo aprašymas atitinka kaip ir tikslaus sustojimo daviklio, jis aprašomas sekančioje pastraipoje.

5.3.2.6. Tikslaus sustojimo ir avariniai jungikliai

Tikslaus sustojimo jungiklis montuojamas ant kabinos korpuso. Jis naudojamas tam, kad sustojus lifto kabinai norimame aukšte kabinos durų aukštis atitiktų šachtos durų aukštį. Nesuveikus šiam jungikliui kabina pravažiuoja arba nepasiekia šachtos durų, ko pasekmėje iškyla avarinė situacija. Tikslaus sustojimo jungiklis pagamintas iš U formos plastmasinio korpuso, kurio viduje, vienoje pusėje yra magnetas, o kitoje pusėje kontaktas. Jie dar vadinami selekciniais jungikliais (5.3.2.1.9 P2 pav., 1 priedas). Kai lifto kabinos nėra tame aukšte, magnetas yra paveikęs kontaktą, jis yra užsidaręs. Kiekviename aukšte prie šachtos durų yra išdėstytos plokštelės, kurios, įvažiavusios į šį U formos jungiklį reikiamame aukšte, nutraukia magnetinę grandinę, paveiktas spyruoklės kontaktas atsidaro, elektrinė valdymo grandinė nutrūksta, liftas sustoja. Plokštelės pagal jungiklį sumontuotos taip, kad lifto kabina sustotų tiksliai prie šachtos durų. Kad šie jungikliai nesuveikintų be reikalo, t.y. kai liftas iškviečiamas iš 9 - o aukšto į 1 – ą aukštą, lifto kabina turi pravažiuoti pro visus jungiklius, tačiau šių kontaktus jau yra užblokavusios relės valdymo skyde ir jie nebesuveikia. Suveikia tik reikiamo aukšto jungiklis.

Avarinio jungiklio (5.3.2.1.4 P2 pav., 2 priedas) paskirtis atjungti elektrinį valdymą kai kabina pravažiuoja pro tikslaus sustojimo jungiklį ir nesustoja, tai avarinė situacija. Avarinis jungiklis yra pritvirtintas prie greičio ribojimo įrenginio korpuso mašinų patalpoje. Jo veikimo principas yra toks: ant greičio ribojimo įrenginio trosu yra pritvirtinami du užspaudėjai, kurie kartu su trosu slankioja išilgai šachtos. Lifto kabinai pravažiuavus viršutinę arba apatinę tikslą padėtį ir nesustojus, užspaudėjas pasiekia avarinį jungiklį pritvirtintą prie greičio ribojimo įrenginio ir pakreipdamas svirtelę atjungia avarinio jungiklio kontaktus. Elektrinis lifto valdymas išsijungia.

5.3.2.7. Elektros paskirstymo skydai ir instaliacija

Elektros paskirstymo skydai sumontuojami per visą šachtos ilgį pagal darbuotojų, atliekančių lifto montavimo darbus, poreikį. Taip pat yra komutacinis skydas ant kabinos stogo. Šie paskirstymo skydai naudojami elektros instaliacijos paskirstymui po šachtą ir kabiną. Į juos suvedami valdymo, signalizacijos, šachtos apšvietimo laidininkai ir sujungiami specialiais

sujungimo gnybtais. Kabinos įrengimai yra valdomi per pakabinamus, lanksčius, daugiagylius kabelius, kurie nuo kabinos paskirstymo skydo yra nuvesti į paskirstymo skydą šachtos viduryje. Taip yra todėl, kad važinėjant kabinai aukštyn ir žemyn šie kabeliai visada juda kartu su ja. Laidininkai atvesti į paskirstymo skydus šachtoje yra aliuminiai su vienguba izoliacija. Jų skerspjūvio plotis yra 2,5 mm². Visos metalinės lifto dalys ir konstrukcijos, ant kurių gali atsirasti įtampa, yra prijungtos prie įvadinio kirtiklio korpuso metalinėmis šynomis. Elektros paskirstymo skydai ir elektros instaliacija (5.3.2.1.10 a,b P2 paveikslai, 2 priedas).

5.3.2.8. Iškvietimo ir įsakymo pultai

Iškvietimo pultai yra sudaryti iš vieno mygtuko su normaliai atvirais kontaktais ir signalizacijos lemputės. Šie pultai yra sumontuoti metalinėse dėžutėse, kurios įgilinamos į sieną. Iškvietimo pultai sumontuoti šachtos išorėje prie kiekvienų šachtos durų, kiekviename aukšte. Visi pultai naudojami lifto kabinos iškvietimui į reikiamą aukštą. Kabinos įsakymo pultais yra sumontuoti kabinos viduje. Jų sudaro sunumeruoti mygtukai su normaliai atvirais kontaktais, signalizacijos lempučių neturi. Mygtukų skaičius priklauso nuo aukštų skaičiaus name (galimi įvairūs variantai). Įsakymo ir iškvietimo pultų valdymo įtampa yra 110V nuolatinės srovės.

Aptarnaujantis personalas atlikdamas lifto remonto darbus atjungia valdymą iš iškvietimo ir įsakymo pultų. Tada jie liftą gali valdyti tik iš mašinų skyriaus, perjungę rankenėlę valdymo skyde mašinų patalpoje į “ Remonto “ padėtį, su mygtukais sumontuotais ant valdymo skydo, arba įlipę į šachtą su valdymo pulteliu ant kabinos. Perjungus lifto valdymą į padėtį “ Remontas “ liftas važiuoja tik mažu greičiu, kad užtikrinti darbuotojų saugumą.

5.3.2.9. Greičio ribojimo įrenginys

Greičio ribojimo įrenginys skirtas lifto kabinos mechaniniam ir elektriniam sustabdymui kai lifto kabina pradeda leisti didesniu greičiu negu yra apribotas nominalus. Greičio ribojimo įrenginio skriemulio sukimosi greitis proporcingas skriemulio esančio ant kėlimo mechanizmo, sukimosi greičiui. Kada greičio ribojimo įrenginio skriemulys pradeda sukintis greičiu didesniu kaip 15 – 40 % nominalaus greičio, jo viduje esantys svoriai išscentruoja, ištempia juos laikančią spyruoklę ir tokiu būdu užsikabina už kablių esančių greičio ribojimo įrenginio viduje. Tuo pačiu metu suveikia lifto apsauginiame tarpe (duobėje) esantis avarinio išjungimo mechanizmas, kuris yra trosu sujungtas su greičio ribojimo įrenginiu. Nuo to pačio trosu suveikia ir ant kabinos esantis gaudytuvai, kurie metaliniais dantimis įsiremia į lifto kabinos kreipiančiąsias .Kabina sustabdoma.

Kaip matome dauguma aukščiau aprašytų keleivinių liftų sudarančių dalių, tai elektromechaniniai įrenginiai (kirtikliai, kontaktoriai, relės, padėties jungikliai). Visų jų kontaktai spyruokliniai ir susijungia arba atsijungia tik juos mechaniškai paveikus (pvz.: nuspaudus mygtuką,

liniuotei, esančiai ant kabinos, nuspaudus galinį padėtie jungiklį ar aukštų perjungiklį ir t.t.). Taigi daugelis dabartinių liftų įrenginių suveikia tik tada, kai yra mechaniškai veikiami kitos lifto dalies. Galima teigti, kad dauguma dabartiniu metu įvykstančių gedimų ir nutinka kaip tik dėl aukščiau minėtų priežasčių. Ką gi daryti kad išvengtume tokių gedimų? Šį klausimą rusiškos literatūros autoriai taip pat gvildena savo knygose, tik ne taip sklandžiai ir tiksliai kaip anksčiau minėtose. Jau 1983 – 1989 metų literatūroje [9,11] rusų autoriai aprašo liftų automatizavimą panaudojant loginius elementus. Tačiau vėlgi, pasigendama tų elementų išsamaus aprašymo, paaiškinimo kodėl jie yra naudojami ir ar tikslinga juos integruoti į liftų valdymo schemas. Galima sakyti, kad autoriai palieka pačiam skaitytojui pamastyti ir atsakyti į šiuos klausimus. Apibendrinant apžvelgtą rusų autorių literatūrą galime drąsiai teigti, kad šio tiriamojo darbo tema dar tikrai neišsemta ir yra ganėtinai nauja.

5.4. Keleivinių liftų komutavimo įrenginių panaudojimo galimybės.

5.4.1. Įvadas

Didžiąją keleivinių liftų valdymo ir apsaugos grandinių dalį sudaro elektromechaniniai įrenginiai su spyruokliniais kontaktais. Norint, kad šie jungikliai veiktų, t.y. atsijungtų ar susijungtų ir atliktų kažkokią tai funkcijas, reikalinga, kad juos kažkas paveiktų. Padėties jungiklius esančius liftų šachtose, dažniausiai paveikia ant kabinos esančios metalinės liniuotės, taip priversdamos juos atsijungti ar susijungti. Šie gi savo ruožtu, atlikdami funkciją, priverčia susijungti ar atsijungti valdymo įrenginius (reles ir pan.) esančius valdymo skyde. Toks procesas vyksta jau daugelį metų. Šimtai spyruoklinių kontaktų kasdieną atlieka tūkstančius persijungimų. Dėl šios priežasties kontaktai kaista, oksiduojasi, lankstosi, kibirkščiuoja, kol galiausiai sugenda. Kadangi lifto sistemos normalus darbas priklauso nuo daugelio komponentų, tai sugedus bent vienam iš jų, yra didelė galimybė, kad ir liftas nustos veikęs. Trumpai aptarkime dabartiniu metu naudojamų elektromechaninių jungiklių taikymo sritis ir charakteristikas bei pabandykime surasti jiems kokią nors alternatyvą.

5.4.1.1. Elektromechaninių jungiklių charakteristikos ir taikymo pavyzdžiai

Dabartiniai apsaugos grandinių pagrindiniai elementai tai kontaktiniai (spyruokliniai) davikliai. Todėl ir pateiksiu trumpą jų aprašymą, veikimą bei technines charakteristikas [15].

Naudojant mechaninius daviklius (dar vadinami galiniai jungikliai), priklausomai nuo veikiančios išorinės jėgos, sujungiamas arba atjungiamas elektrinis kontaktas. Maksimalus kontakto tarnavimo laikas yra apie 10 mln. persijungimo ciklų. Priklausomai nuo šių daviklių konstrukcijos, gali būti perduodamos palyginti didelės įtampos ir srovės. Mechaniniame daviklyje tarpas, skiriantis du priešingo poliarumo elektrodus, vadinamas kontakto tarpu. Šių daviklių persijungimo laikas – 1

– 15 ms. Naudojant elektromechaninius padėties daviklius reikia atsižvelgti į galimą kontaktų virpėjimą.

Elektromechaniniai padėties davikliai gali būti sugrupuoti tokiu būdu:

- 1) valdymo jungikliai, galiniai jungikliai;
- 2) perjungikliai;
- 3) atvirieji padėties jungikliai;
- 4) padėties jungikliai plastikiniu korpusu;
- 5) padėties jungikliai metaliniu korpusu;
- 6) apsauginiai padėties jungikliai;
- 7) preciziniai padėties jungikliai;

Svarbiausi mechaninių perjungiklių elementai yra kontaktai. Dažniausiai kontaktams naudojamos medžiagos: aukso – nikelio lydinys, auksas, sidabras ir t.t.. parinkus atitinkamas medžiagas, galima užtikrinti patikimą daviklių veikimą bet kurioje taikymo srityje. Elektromechaninių jungiklių techniniai duomenys pateikiami 5.4.1.1.1 lentelėje.

5.4.1.1.1 lentelė

Techniniai elektromechaninių jungiklių duomenys

Perjungiamoji galia (aktyvinis apkrovimas)	24V, 6A – nuolatinė srovė 250V, 6A – kintamoji srovė
Įsijungimo tikslumas	Nuo 0,01 iki 0,1 mm
Persijungimo dažnis	Apytiksliai nuo 60 iki 400 persijungimų per min.
Ilgamžiškumas	10 mln. persijungimo ciklų
Apsaugos klasė	IP00 iki IP67

Mechaninių padėties jungiklių montavimo nurodymai:

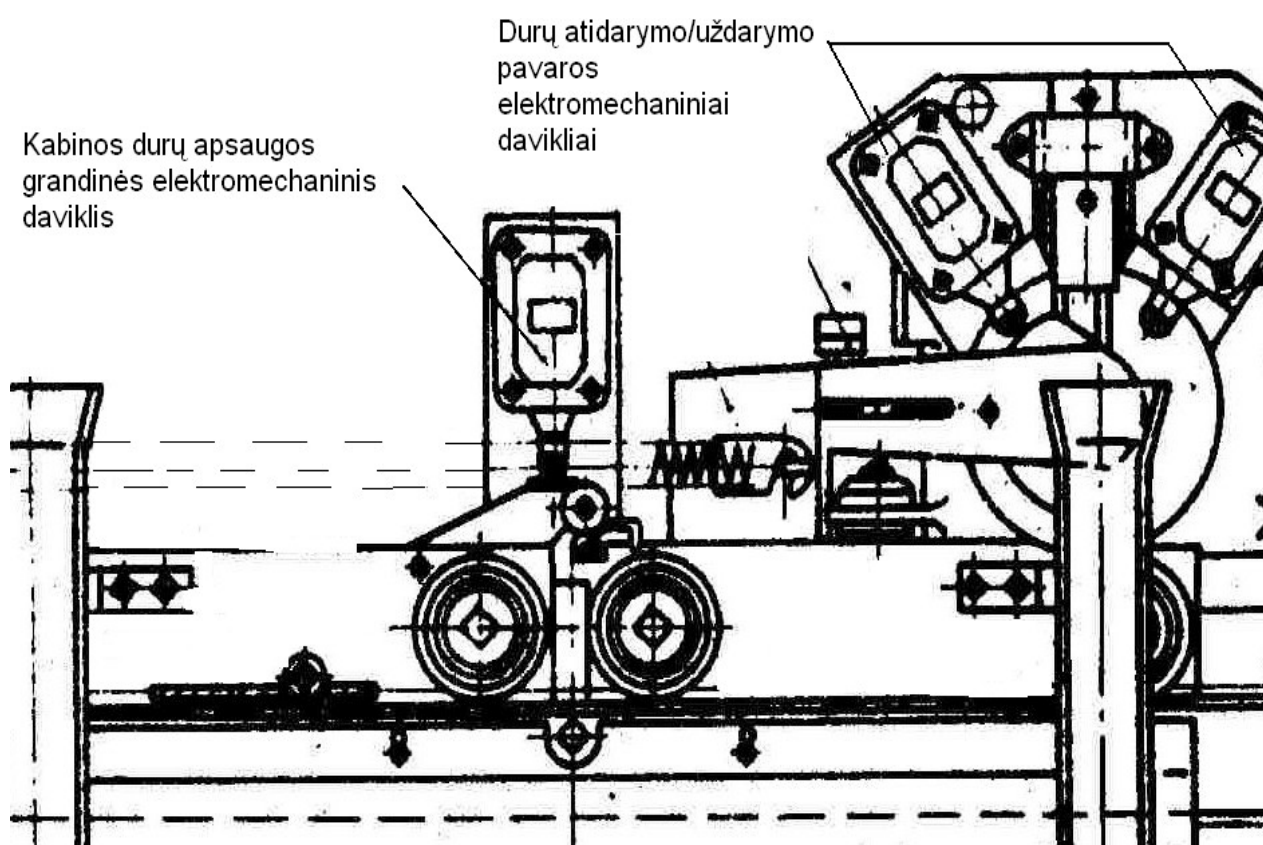
- 1) reikalinga atitaikyti padėties jungiklio atstumą iki objekto;
- 2) jungiklio tvirtinimo atsparumas;
- 3) kokie įrenginiai yra šio jungiklio aplinkoje;

Naudojant elektromechaninius padėties jungiklius, turi būti ribojama maksimali srovė. Priešingu atveju persijungimo metu gali atsirasti lankiniai išlydžiai, kurie degina jo kontaktus. Srovei riboti naudojamos rezistorių grandinės, kurios prailgina kontaktų ilgamžiškumą.

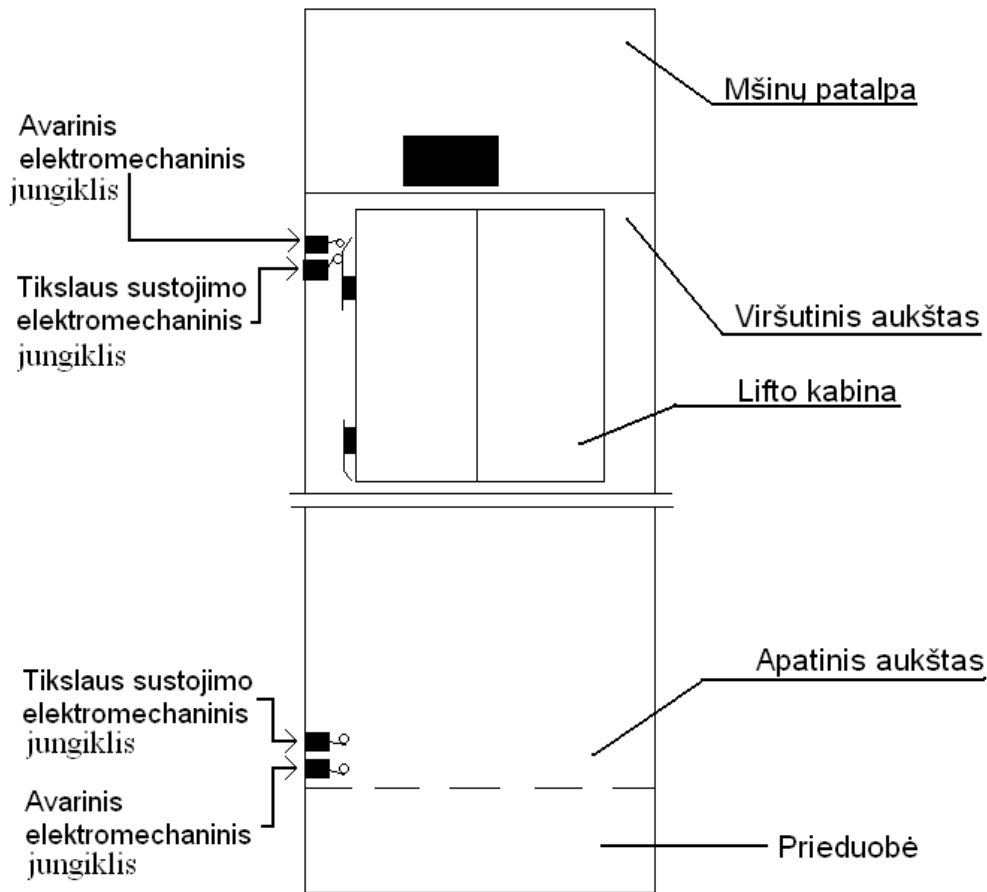
Esant induktyvinei apkrovai, atsijungimo metu atsiranda viršitampis. Dėl to šie padėties jungikliai turi būti apsaugoti specialiomis grandinėmis, kurios gali būti sudarytos iš RC elementų arba naudojant diodus ar varistorius. Elektriniai šių elementų parametrai priklauso nuo galios grandinės (pvz. relė, kontaktorius ir t.t.). Relės ar kontaktoriaus įsijungimo galia yra kelis kartus didesnė (8 – 10 kartų) nei veikimo galia. Todėl ši įsijungimo galia turi būti kaip pagrindinis parametras parenkant šiuos jungiklius.

5.4.1.2. Elektromechaninių padėties jungiklių taikymo pavyzdžiai

Liftuose šie jungikliai naudojami apsaugos ir valdymo grandinėse. Daugiausia jų naudojama lifto kabinos durų pavaros valdymui (5.4.1.2.1 paveikslas), šachtos durų apsaugos grandinėse, o taip pat lifto kabinos galinių padėčių (t.y. viršutiniame ir apatiniame aukštuose) avariniam fiksavimui bei tikslaus sustojimo padėčių fiksavimui viršutiniame ir apatiniame aukštuose (5.4.1.2.2 paveikslas).



5.4.1.2.1 pav. Kabinos durų uždarymo/atidarymo elektromechaniniai jungikliai bei apsaugos jungiklis



5.4.1.2.2 pav. Lifto padėčių fiksavimo elektromechaniniai jungikliai.

5.4.1.3. Lifto sudedamųjų elektrinių dalių dažniausi gedimai.

Kaip jau supratome iš ankstesnių paragrafų ir iliustruojančių paveikslėlių šio tipo liftą sudaro labai daug įvairaus tipo elektros įrenginių. Dauguma šių elektrinių įrenginių, pradedant nuo lifto įvadinio kirtiklio ir baigiant avariniais jungikliais, susideda iš daugybės mechaninių kontaktų, kurie nuolatos yra komutuojami. Būtent dėl šios priežasties, dėl dažno įrengimų komutavimo, ir įvyksta gedimai lifto elektros įrengimuose. Žinoma gedimų tikimybę padidina ir įrenginių amortizacija (susidėvėjimas), daugumos iš jų jau senai pasibaigęs eksploatavimo laikas, tačiau dabartiniu metu šių detalių beveik nebeįmanoma gauti. Jas tenka remontuoti pačiam aptarnaujančiam personalui, ko pasekmėje vis daugėja gedimų ir nelaimingų atsitikimų naudojantis netvarkingais įrenginiais. Todėl norėčiau pateikti galimus keleivinio lifto gedimus, išnagrinėti šių gedimų priežastis ir pateikti dabartinius aptarnaujančio personalo gedimo šalinimo variantus, kad renovuojant liftą ir darant sprendimus nebeiškiltų pasenusios problemos. Kai kurių galimų gedimų sąrašas (5.4.1.3.1 P2 lentelė, 2 priedas).

5.4.1.3. Plyšiniai induktyviniai priartėjimo jutikliai

Šio tipo jutikliai plačiai naudojami senuose keleiviniuose liftuose. Jų paskirtis yra lifto tikslus sustojimas. Plyšiniai priartėjimo davikliai yra šakutės formos, kur du generatoriai yra sumontuoti

vienas priešais kitą. Šis jungiklis reaguoja į metalinius objektus, patekusius į šakutės plyšį, panašiai, kaip šviesos barjero jutikliai (apie juos kalbėsime truputį vėliau). Šio tipo priartėjimo jungikliai naudojami tais atvejais, kai reikalingas pastovus, tiksliai atkartojamas poveikio taškas, netgi tuomet, kai objekto trajektorija nežymiai kinta.

Plyšiniai šviesos jutikliai – tai šviesos barjero davikliai, kuriuose siųstuvai ir imtuvai yra įtvirtinti vienas priešais kitą bendrame U formos korpuse.

Jų veikimo principas pagrįstas tuo, kad nutrūkus šviesos spinduliui šakutės viduje, formuojamas perjungimo signalas. Jungikliai gali būti naudojami sukamųjų ar tiesiaeigių poslinkių matavimui. Mūsų atveju lifto kabina juda aukštyn ir žemyn, susidaro tiesiaeigis poslinkis, kurį šis jungiklis ir fiksuoja.

Aukščiau aprašyti elektromechaniniai jungikliai, naudojami dabartinių liftų apsaugos ir valdymo grandinėse, nėra patikimi dėl to, kad turi mechaninį kontaktą su lifto metalinėmis dalimis. Kaip matysime iš tolimesnių tyrimo rezultatų, dėl šios priežasties ir įvyksta dažniausi jų gedimai. Taigi, galime daryti išvadą, kad lifto patikimumas nepasikeistų jeigu panaudotume ir šiuolaikiškus elektromechaninius padėties jungiklius. Jų veikimas taip pat pagrįstas mechaniniu poveikiu su metalinėmis lifto dalimis.

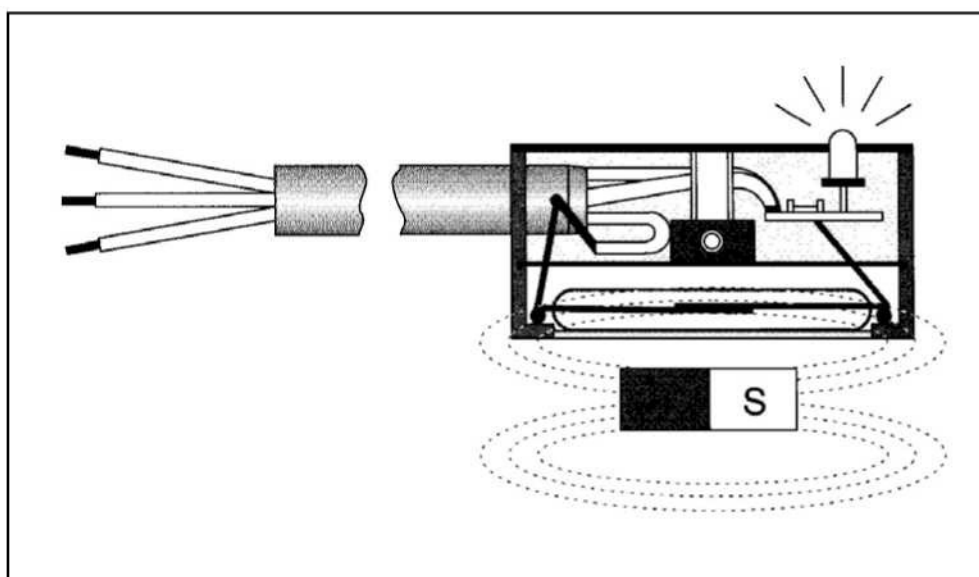
Kaip jau minėjau anksčiau reikalinga alternatyva, galinti pakeisti elektromechaninius padėties jungiklius be didelių renovavimo darbų ir išlaidų. Panagrinėkime magnetinius jungiklius, kurių veikimui nereikalingas tiesioginis ryšys su metalinėmis lifto dalimis. Jų kontaktai persijunginėja magnetinio lauko pagalba, kuri sukuria pastovus magnetas, atliekantis mechaninės liniuotės vaidmenį. Tačiau jis tik pravažiuoja netoli magnetinio jungiklio, bet jokio mechaninio kontakto tarp jų neįvyksta. Trumpai aprašysiu šių jungiklių veikimo principą, technines charakteristikas bei panaudojimo galimybes.

5.4.1.4. Magnetiniai priartėjimo jungikliai

Išsamios literatūros, kurioje būtų tiesiogiai aprašoma apie keleivinių liftų modernizavimą, atnaujinimą ar šių problemų tyrimą, praktiškai nėra parašę nei lietuvių nei rusų nei užsienio autoriai. Norint išsamiai ištirti pasirinktą temą reikėjo apžvelgti nemažai įvairaus pobūdžio literatūros, susisteminti gautą informaciją, apibendrinti ją ir pritaikyti darbo problemai nagrinėti. Kaip jau minėjau analizuota literatūra buvo įvairi, pradedant nuo rusų autorių knygų [6-12], iš kurių daugumoje bendrais bruožais supažindinama su liftais ir jų dalimis bei veikimo principais. Apie dabartiniu metu naudojamus ir naujus įrengimus sužinojau perskaitęs mokomosiose knygose, išverstose iš anglų kalbos [13,14,15,16]. Ši literatūra mane sudomino, kadangi ten buvo nagrinėjami įvairių rūšių padėties jungikliai (elektromechaniniai, magnetiniai, optiniai), programuojami loginiai valdikliai, dažnio keitikliai, taip pat aptariami įvairių sistemų automatizavimo pagrindai ir metodai.

Visos šios žinios, sukauptos iš anksčiau minėtų literatūros šaltinių, labai padėtų kuriant renovuoto keleivinio lifto modelį (prototipą). Todėl tolimesnėje darbo eigoje trumpai aptarsiu apie šiuos įrenginius, jų technines charakteristikas ir panaudojimo galimybes keleivinių liftų renovavimo stadijoje.

Magnetinis priartėjimo jungiklis reaguoja į pastovių magnetų arba elektromagnetų suskurtą magnetinį lauką. Plačiausiai šiandiena taikomi herkoniniai priartėjimo davikliai. Herkonas sudarytas iš feromagnetinių (Fe – Ni lydinio, Fe – geležis, Ni – nikelis) kontaktų, sandariai uždarytų nedidelėje dujų kapsulėje. Kapsulė užpildyta inertinėmis dujomis pvz. azotu (inertiškos, t.y. nedegios ir neaktyvios). Magnetinio herkoninio jungiklio pavyzdį jūs matome 5.4.1.4.1 paveiksle.



5.4.1.4.1 pav. Magnetinis herkoninis jungiklis

Jei magnetinis laukas priartėja prie herkoninio jungiklio, magnetinių jėgų veikiami kontaktai sujungiami. Atsiranda elektrinis kontaktas. 5.4.1.4.1 lentelėje pateikiami svarbiausi herkoninių priartėjimo jungiklių techniniai duomenys [16].

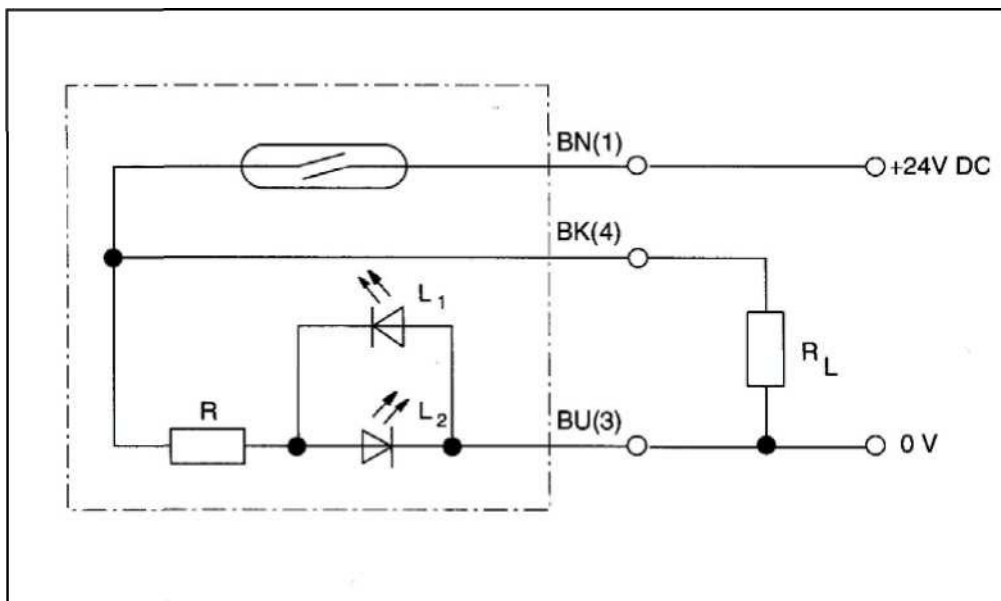
5.4.1.4.1 lentelė

Herkoninių jungiklių techniniai duomenys

Perjungimo įtampa	12V iki 27V AC ar DC
Persijungimo tikslumas	$\pm 0,1$ mm
Maksimali sujungiamoji galia	40 W
Maksimali magnetinė tarpusavio indukcija	0,16 mT
Maksimali perjungimo srovė	2 A
Maksimalus perjungimų dažnis	500 Hz
Persijungimo laikas	≤ 2 ms
Varža	0,1 Ω
Kontakto ilgaamžiškumas (su apsaugine grandine)	5×10^6 persijungimo ciklų
Apsaugos klasė	IP 66
Darbo aplinkos temperatūra	-20 °C ÷ 60 °C

Herkoniniai priartėjimo jungikliai dažniausiai būna aprūpinti šviesos diodais, indikuojančiais veikimo būseną. 5.4.1.4.2 paveiksle pavaizduoti vidiniai ir išoriniai sujungimai. Šviesos diodai su rezistoriais sudaro apsauginę grandinę, apsaugančią kontaktus, esant induktyvinei apkrovai.

Herkoninių jungiklių grandinėje turi būti ribojama maksimali srovė, nes dėl persijungimo metu atsirandančio lankinio išlydžio apdega kontaktinės plokštelės [16]. Prijungtas rezistorius (5.4.1.4.3 paveiksle) veikia kaip srovės ribotuvas ir padidina kontaktų ilgaamžiškumą.



5.4.1.4.2 pav. Herkoninio jungiklio kontaktų apsaugos grandinė esant induktyvinei įtampai

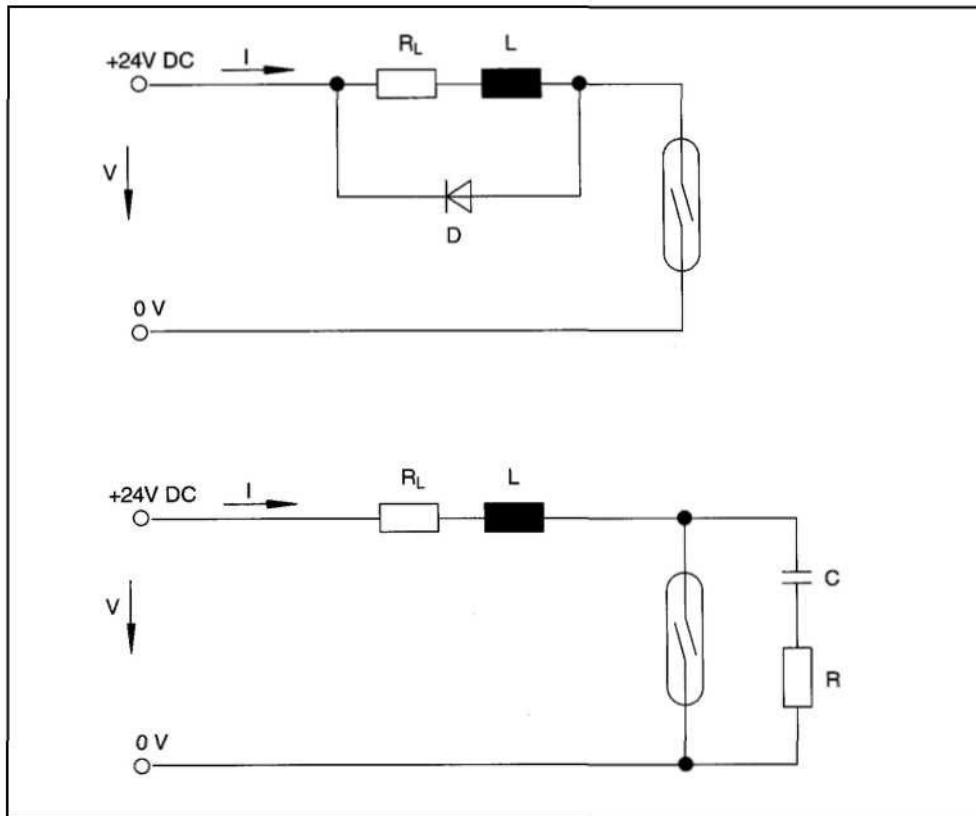
čia R_L - apkrovos varža;
 L_1, L_2 – šviesos diodai;
 R – apsauginis rezistorius;

Perjungiant induktyviasias apkrovas, perjungimo metu atsiranda viršįtampiai. Dėl to būtina naudoti apsaugines grandines, nebent jos būtų įtaisytos jungiklio viduje. Apsaugai gali būti pritaikyta RC grandinė arba diodas ar varistorius (5.4.1.4.3 paveikslas). Elektriniai šių elementų parametrai priklauso nuo prijungiamų elementų (pvz. relių, kontaktorių ir t.t.). kaip ir elektromechaniniams davikliams, norint į herkono grandinę įjungti reles ar kontaktorius, turi būti įvertintos šių įrenginių ir jungiklio charakteristikos (srovės, galios). Relės ar kontaktoriaus įjungimo galia yra žymiai didesnė (8 iki 10 kartų) nei palaikymo galia. Dėl tos priežasties, parenkant apsaugos elementus, reikėtų atsižvelgti į jų galią.

Kai pastovus magnetas juda išilgai herkoninio jungiklio, galimos kelios persijungimo sritys persijungimo sritys priklauso nuo magneto polių ašies orientacijos herkono atžvilgiu.

Iš toliau pateiktų tyrimo išvadų matysime, kad reikia labai atidžiai išstudijuoti šių daviklių sąveiką su pastoviu magnetu, nes lifto darbo eigoje gali pasitaikyti neteisingų šių jungiklių persijungimų. Tačiau kaip matysime yra ir tokių atvejų, kada šių magnetinių jungiklių sandara yra specialiai padaryta tokia, kad suveiktų dviejose ar net trijose padėtyse.

Naudojant herkoninius jungiklius, labai svarbu užtikrinti, kad arti nebūtų pašalinių magnetinių laukų, kurių stiprumas viršytų 0,16 mT. Jei to užtikrinti neįmanoma, priartėjimo jungikliai turi būti ekranuojami. Kitais atvejais galimi jų klaidingi persijungimai.



5.4.1.4.3 pav. Magnetinio jungiklio kontaktų apsaugos grandinė

- čia R_L – apkrovos varža;
 L – apkrovos induktyvumas;
 R – apsauginis rezistorius;
 C – apsauginis kondensatorius;
 D – apsauginis diodas ar varistorius.

5.4.1.5. Magnetinių jungiklių taikymo pavyzdžiai

Šie jungikliai galėtų būti sumontuoti valdymo grandinėje, kėlimo priemonės tikslaus sustojimo sekimui, aukštų perjungimui, taip pat gali tarnauti ir kaip apsaugos grandinės komponentai, t.y. lifto avarinio stabdymo jungiklis, durų kontrolės komponentai ir t.t..

Taip pat šiuos jungiklius būtų galima panaudoti objektų sukimosi greičio matavimui. Mūsų atveju būtų galima matuoti skriemulio, kurį suka reduktorius, sukimosi greitį ir taip žinoti koks lifto kabinos greitis per minutę. Taip pat būtų galima nustatyti kuriuo paros laiku lifto apkrova mažiausia

ir atvirkščiai. Žinoma čia neapsieitume be programuojamo loginio valdiklio (PLV), kuris savo ruožtu, gaudamas signalus iš šio jungiklio, galėtų valdyti kitus procesus (ventiliatorių paleidimas ir t.t.).

Magnetinius padėties jungiklius būtų galima pritaikyti ir šachtos bei kabinos durų valdymui bei apsaugai (5.4.1.5.1 paveikslas, 2 priedas), o taip pat pritaikyti viso lifto valdymo bei apsaugos grandinėje. Jie puikiai tiktų valdyti lifto kabiną bei tarnauti jos apsaugos grandinėse. Kaip atrodytų trijų sustojimų keleivinis liftas su magnetiniais jungikliais, išdėstytais lifto šachtoje, pavaizduosime 5.4.1.5.2 paveiksle.

IM.1, IM.2 ir IM.3 – iškvietimo pultai su mygtukais, atitinkamai 1, 2 ir 3 aukštuose;

ĮSP (kabinoje) – įsakymo pultas su mygtukais (1,2,3 – įsakymo mygtukai, 4 – avarinio stabdymo mygtukas, 5 – dispečerio iškvietimo mygtukas).

M1 ir M2 – pastovūs magnetai arba magnetinės juostos ant kabinos. Skirti magnetinių jungiklių perjungimui.

PTS – plyšinis jutiklis (magnetinis arba su šviesos barjeru), naudojamas tiksliam lifto sustojimui.

MD1.1 ir MD3.1 – herkoniniai avarinės grandinės jungikliai, atitinkamai 1 ir 3 aukštuose.

TSD1, TSD2 ir TSD3 – tikslaus sustojimo jungiklio plokštelės, kurios stacionariai pritvirtintos prie šachtos sienų kiekviename aukšte. Jos nutraukia plyšinio jungiklio šviesos spindulį arba magnetinę grandinę lifto kabinai atvažiavus į reikiamą sustojimą. Liftas tiksliai sustoja.

KDS – kabinos durų saugos grandinė magnetinis jungiklis;

KDT – kabinos durų atidarymo/uždarymo pavaros tikslaus sustojimo jungikliai;

MD1, MD2 ir MD3 – magnetiniai jungikliai, kurių paskirtis įjungti signalizacijos grandinę (lemputę) ir „minkštam“ variklio paleidimui ir stabdymui.

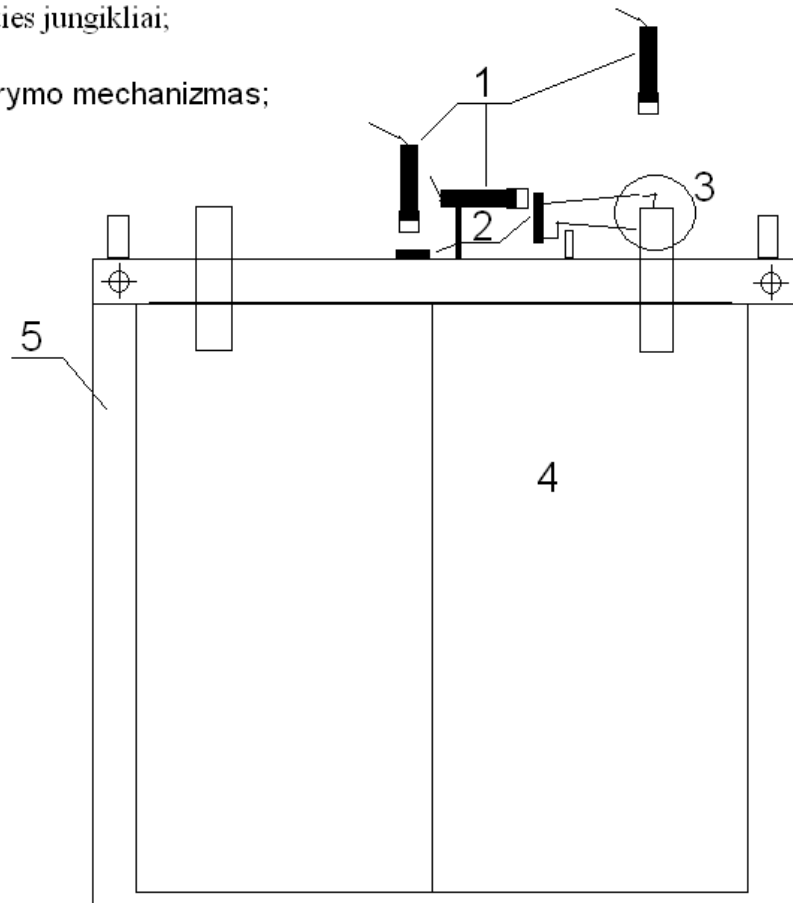
ŠDD – šachtos durų optinis jutiklis. Jis susideda iš dviejų dalių, kurių viena yra siūstuvai, kita – imtuvai.

Mašinų patalpoje yra sumontuotas valdymo punktas, kuriame yra visi lifto apsaugos bei valdymo įrenginiai. Sekančio etapo metu pabandyti senus valdymo įrenginius, esančius dabartinių liftų valdymo punktuose, pakeisti naujais. Naujais, reiškia, kad šiuolaikiniais, mažesnių gabaritų, patikimesniais, atitinkančiais Europos standartų reikalavimus, saugesniais valdymo, apsaugos bei komutavimo įrenginiais.

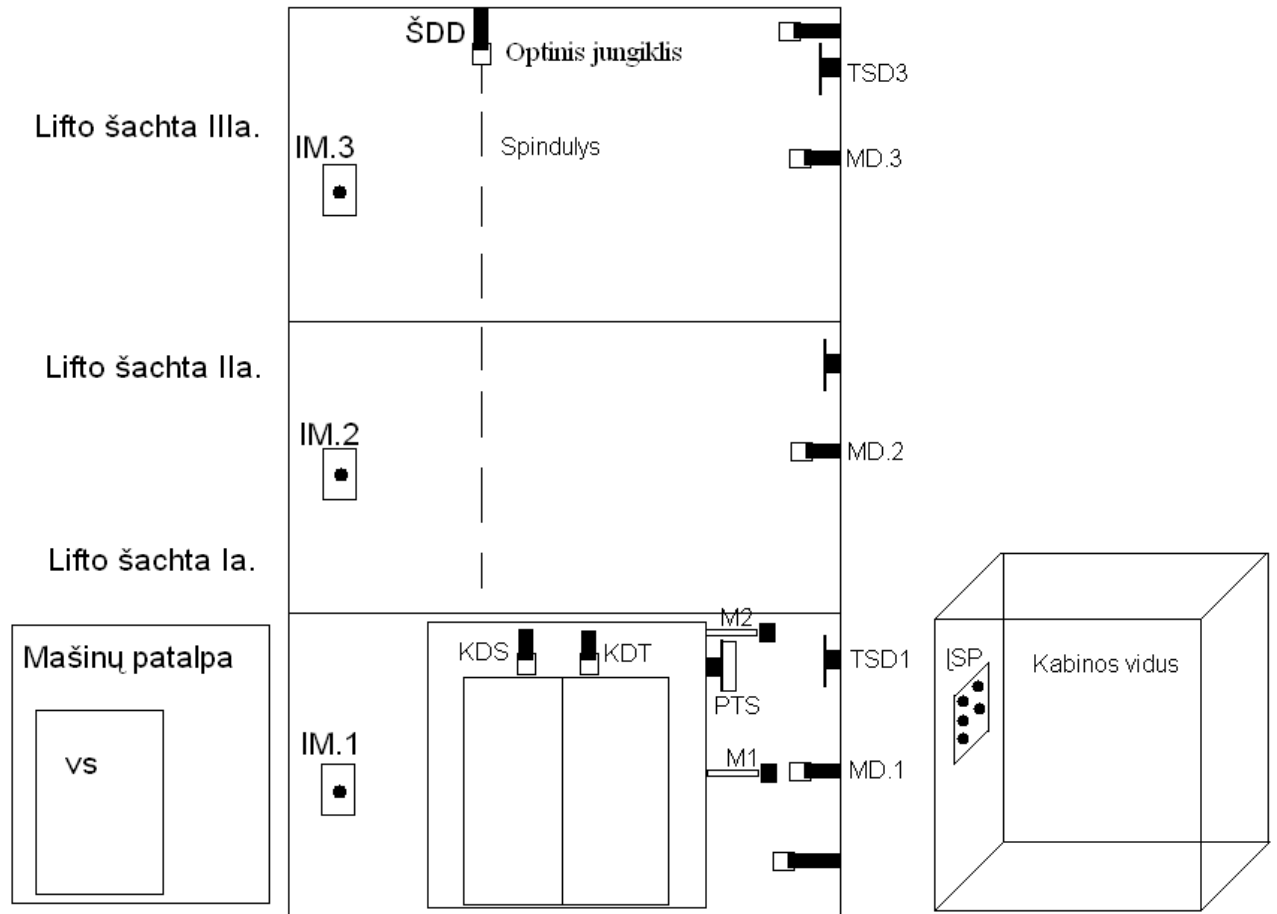
Vietoje begalės relijų ir kitų komutavimo įrenginių panaudosime programuojamą loginį valdiklį, kurio pagalba galima lengvai valdyti lifto vykdomo įrenginius. Lengvesniam ir patikimesniam elektros variklių darbui įdiegsiu dažnio keitiklį, dėl ko variklis bus stabdomas ir paleidžiamas švelniai, sumažės paleidimo srovės, todėl galėsime perskaičiuoti ir elektros grandinių apsaugos įrenginius bei juos pakeisti naujais. Apsaugos ir valdymo grandinėse bei signalizacijos

grandinėse naudosime mažiau daviklių ir kitų komutavimo įrengimų, todėl supaprastės elektrinių grandinių schemas.

- 1 - magnetiniai durų padėties jungikliai;
- 2 - pastovūs magnetai;
- 3 - durų atidarymo/uždarymo mechanizmas;
- 4 - kabinos durys;
- 5 - kabina;



5.4.1.5.1 pav. Magnetinių jungiklių pritaikymas šachtos ir kabinos durų valdymui bei apsaugai



5.4.1.5.2 pav. Renovuoto lifto įrenginių išdėstymas.

6. ANALITINĖ DALIS

6.1. Įvadas

Kadangi dabar jau žinome nemažai informacijos apie įrenginius, kurie naudojami ir kuriuos dar žadame naudoti lifto funkcinėse sistemose, galime pereiti prie sekančio etapo. Tai mano manymu pats svarbiausias šio tiriamojo darbo etapas, kai turime kaip galima tiksliau ir greičiau numatyti ir nusakyti nagrinėjamų lifto mazgų (įrenginių) gedimus, diagnozuoti funkcinų sistemų elgseną įvykus tiems gedimams.

Kad galėtume tinkamai analizuoti šį klausimą, turime naudotis dar beveik nauja mokslo šaka, kuri vadinasi techninių sistemų rizikos analizė [20]. Ši mokslo šaka tiria techninių sistemų ir jų dalių (funkcinių sistemų bei jos komponentų) gedimų atsiradimo priežastis. Sistemos yra išskaidomos iki mažiausių elementų, kad būtų galima tiksliai apžvelgti atsiradusią gedimo priežastį ir ateityje tos pačios klaidos nebekartoti.

Knygos [20] autorius labai įdomiai aprašo visą tyrimo procesą, pateikia daug įvairių nagrinėjimo pavyzdžių tokių kaip pavyzdžiui: kaip reaguos visa sistema į vieno komponento atsaką arba atvirkščiai kaip reaguos atskiri komponentai į inicijuojamą sistemos įvykį, kokius gedimus jie patirs. Analizė pateikiama lentelių ir įvykių medžių formomis. Taip pat nagrinėjami techninių

sistemų elgsenos charakteristikos: patikimumas, gedimo tikimybė ir jo dažnis, sistemos parengtumas bei įvykių pasekmės ir jų dažniai.

Žinoma beveik visos panašios mokslo šakos yra daugiau ar mažiau susijusios su tikimybių teorija, tačiau jokių kitų būdų kaip būtų galima numatyti kažkokį tai įvykį nagrinėjamoje sistemoje nei autoriai nei aš pats negalėčiau pasiūlyti.

Tikimybių teorija susideda iš patikimumo savybės, kuri savo ruožtu susideda iš dalinių savybių tokių kaip [17,18]:

- 1) Negendamumas – objekto gebėjimas tam tikrą laiką išlaikyti savo darbingumą, negesti
- 2) Darbingumas – objekto būseną kai jis gali dirbti. Darbingumo praradimas vadinamas gedimu.
- 3) Pataisomumas – tai įrenginio savybė leidžianti numatyti, aptikti ir pašalinti gedimus atliekant remontą ar techninį aptarnavimą.
- 4) Ilgaamžiškumas – įrenginio savybė išlikti darbingam iki susidėvėjimo atliekant remontus ir techninius aptarnavimus.
- 5) Išsilaikymas – tai įrenginio savybė išlikti darbingu sandėliuojant ir transportuojant.

Šie metodai aprašyti lietuvių autorių literatūroje [17,18,19,20] mano manymu yra patys optimaliausi atliekant tokio pobūdžio tiriamąjį darbą, kadangi techninės sistemos, mūsų atveju keleivinio lifto sistemos, pradedamos nagrinėti nuo smulčiausių jos elementų arba iki smulčiausių elementų. Atliekant techninių sistemų rizikos analizę yra surandama silpniausioji tos sistemos dalis. Atliekant tos dalies patikimumo rodiklių skaičiavimus nustatoma, kiek ta dalis yra silpna, kaip dažnai ji gali gesti ar negesti, kokio pobūdžio gedimas yra ir pagal kokį modelį ją galima apskaičiuoti. Žinant visus šiuos duomenis ir charakteristikas galima tiksliai parinkti tolimesnį planą, kaip reikėtų elgtis su šia dalimi. Galima lengvai atsakyti į tokius klausimus: ar ją reikia pakeisti nauja (renovuoti)?; ar užteks pakeisti tik tą dalį?; o gal reikia keisti visą mazgą ar net funkcinę sistemą?; kurioje sistemos dalyje reikalinga didžiausia priežiūra?

Atsakius į visus šiuos klausimus būtų galima reikalingiausiose vietose sumontuoti monitoringo ar diagnostikos sistemas, kurių dėka gedimų riziką galėtume numatyti iš anksto.

Štai tada atlikus keleivinio lifto renovavimą būtų pasiekti optimaliausi rezultatai.

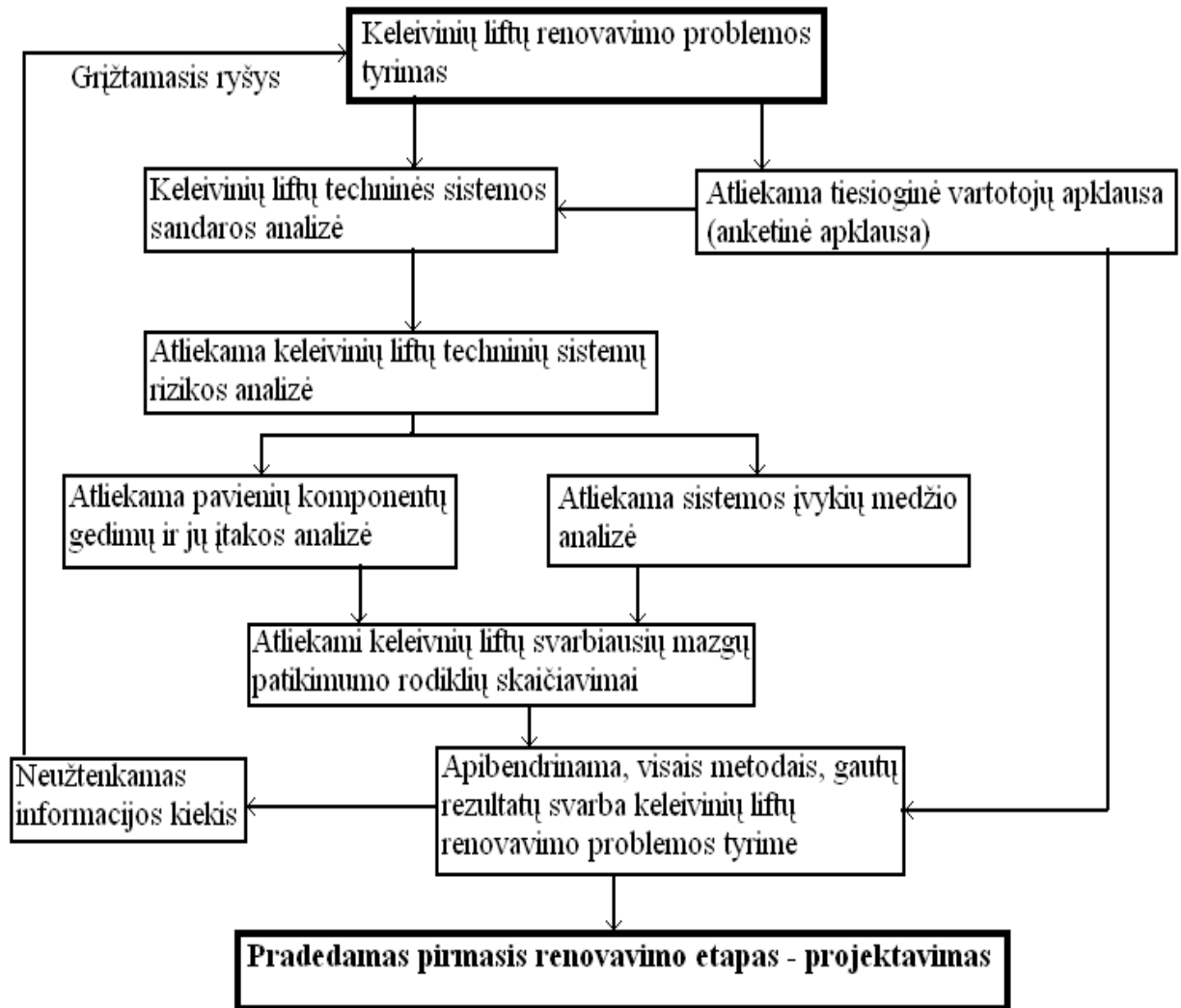
Aptartus lietuvių literatūros [18,19,20,21] autorių metodus pabandyčiau pritaikyti praktiškai savo tiriamajame darbe, kad galėčiau įsitikinti ar tai iš tiesų yra taip veiksminga kaip ir rašoma.

6.1.1. Metodų pritaikymas keleivinių liftų renovavimo problemos tyrime

Tai trečiasis tiriamojo darbo etapas, kuriame pasistengsiu praktiškai išbandyti mano manymu efektyviausią ir geriausiai tinkančią tyrimo metodiką. Kad lengviau būtų galima įsivaizduoti kokia tvarka bus atliekami metodų, pasirinktų iš anksčiau tyrinėtos teorinės dalies, analizė ir tyrimai, susidarome veiksmų algoritmą:

- 1) Liftų techninės sistemos sandaros analizė. Lentelėje surašomi komponentai ir jų pagrindinės funkcijos. Šios diagramos dėka galime vaizdžiai matyti keleivinių liftų pagrindinę struktūrą. Visa sistema išskaidoma į ją sudarančias atskiras dalis, kurios mums bus reikalingos tolimesniems tyrimams.
- 2) Atliekama liftų techninės sistemos rizikos analizė. Atliekama liftų pavienių komponentų gedimų ir jų įtakos analizė (lentelė ar medžio pavidalu). Čia nagrinėjama kaip reaguoja visa sistema sugedus vienam komponentui. Ši analizė leidžia gerinti sistemas patikimumo (naudojamas rezervavimas), priežiūros (įvedamos diagnostikos ar monitoringo priemonės, kurios iš anksto numato gedimą) ir saugumo (naudojant pasyvias saugos priemones) atžvilgiu. Tokiu būdu analizuojant sistemą tikimasi rasti nepatikimą komponentą. Šis analizės metodas teikia įvykių medžio analizei (sekančiam nagrinėjamam metodui) informacijos apie gedimų būdus ir jų įtaką sistemai.
- 3) Nustatome liftų komponentų gedimus (atsakus) nuo inicijuojančio įvykio (pvz.: dingsta elektra, kaip elgsis sistemos komponentai). Vadinasi įvykio medžio analizė [20].
- 4) Iš praeitų rizikos analizės metodų nustatome liftų svarbiausius sistemos komponentus, kurių gedimų pasekmės gali būti katastrofiškos., t.y. sunkiausios. Taip pat būtų galima nustatyti ir silpniausius komponentus, t.y. silpniausias keleivinių liftų sistemos vietas, dėl kurių įvyksta dažniausi gedimai (lentelė).
- 5) Apskaičiuojami keleivinių liftų svarbiausių mazgų patikimumo rodikliai. Šiais skaičiavimais nustatome kokia dabartiniu metu šių mazgų būklė, kurie komponentai yra silpniausi. Iš to galima nustatyti, kuriuos komponentus reikia keisti greičiausiai.
- 6) Atliekama tiesioginė vartotojų apklausa (anketinė apklausa). Susisteminama gautų atsakymų medžiaga, rezultatai pateikiami atitinkamoje diagramoje. Sudaroma tikslų medžio diagrama (iš tų pačių atsakymų rezultatų).
- 7) Apibendrinama, visais metodais, gautų rezultatų svarba keleivinių liftų renovavimo problemos tyrime.
- 8) Pateikiamos išvados.

Keleivinio lifto renovavimo problemos tyrimo eiga pavaizduota medžio diagrama 6.1.1.1 paveiksle „Renovavimo problemos tyrimo algoritmas“.



6.1.1.1 pav. Renovavimo problemos tyrimo algoritmas

6.2. Keleivinių liftų techninės sistemos analizė

6.2.1. Liftų techninės sistemos sandaros analizė

Kiekvienas įrengimas atliekantis tam tikras funkcijas yra sudarytas iš techninės sistemos. Tai įrenginio sudėtinių dalių visuma, kurios atlieka įvairias funkcijas. Techninę sistemą atitinkamai sudaro funkcinė įrenginio sistema, priklausomai nuo sistemos dydžio ji gali turėti ir kelias funkcinės sistemas [20]. Atitinkamai funkcinės sistemos yra skaidomos į funkcinės posistemes, kurios savo ruožtu yra sudarytos iš atskirų komponentų ir jų elementų. Tokiu būdu visa sistema yra išdalinama iki mažiausio jos įrenginio – elemento, kuris, toje sistemoje, atlieka elementarią funkciją (tiekia energiją, suka, jungia ir t.t.) [20]. Vaizdžiau šią medžiagą matysime 6.2.1.1 P3 paveiksle, 3 priede „Liftų techninės sistemos sandara“.

Keleivinių liftų technines sistemas sudaro dvi didelės funkcinės sistemos, tai:

- 1) Mechaninė sistema;
- 2) Elektrinė sistema.

Šių funkcinų sistemų dėka, kurios yra sudarytos iš daugybės komponentų, liftas gali judėti aukštyn ir žemyn pagal savo trajektoriją ir vykdyti atitinkamas funkcijas (sustoti reikiamame aukšte, atidaryti duris ir t.t.).

Šiame darbe analizuojama tik elektrinė funkcinė sistema, jos sandara ir veikimas. Tačiau tai jokių būdu nereiškia, kad mechaninė sistema yra mažiau svarbesnė. Juk liftas gali normaliai veikti tik tada, kai yra suderintos abi funkcinės sistemos.

Keleivinių liftų elektrines funkcinės sistemas dar suskirstome į tokias posistemas:

- 1) Jėgos grandinė;
- 2) Valdymo grandinė;
- 3) Apsaugos grandinė;
- 4) Signalizacijos grandinė;

Tik nuo šių posistemų normalaus veikimo priklauso ir lifto nepriekaištingas veikimas. Todėl detaliau apžvelkime šių posistemų komponentus ir jų atliekamas funkcijas 6.2.1.1 P3 lentelėje „Lifto posistemų komponentai ir jų funkcijos“.

Iš 6.2.1.1 P3 lentelės duomenų matome, kad lifto elektrinę funkcinę sistemą sudaro labai daug komponentų priklausančių jų posistemėms. Daugelis šių komponentų jau yra morališkai pasenę, susidėvėję, juk nagrinėjame 15 – 40 metų senumo liftus. Daugelis šių komponentų jau buvo sugedę ir tikriausiai ne vieną kartą. Komponentų gedimų priežastys keleiviniuose liftuose būna labai įvairios ir priklauso nuo daugelio faktorių, kuriuos ir panagrinėsime sekančiame skyrelyje.

6.2.2. Keleivinių liftų komponentų gedimo priežastys ir jų skirstymas

Apžvelgę keleivinių liftų technologinės sistemos sandarą 6.2.1.1 P3 lentelėje, 3 priedas, matome, kad tai sudėtinga sistema, kurios struktūra susideda iš daugelio komponentų. Kiekvienas komponentas atlieka savo funkciją visoje sistemoje ir jis privalo užtikrinti tos sistemos patikimą ir normalų darbą. Deja bėgant laikui atsiranda sistemos komponentų bei jų elementų dilimo, senėjimo ir t.t. požymių, kurie ir yra įrenginių gedimo priežastys. Įvykę gedimai yra skirstomi [20]:

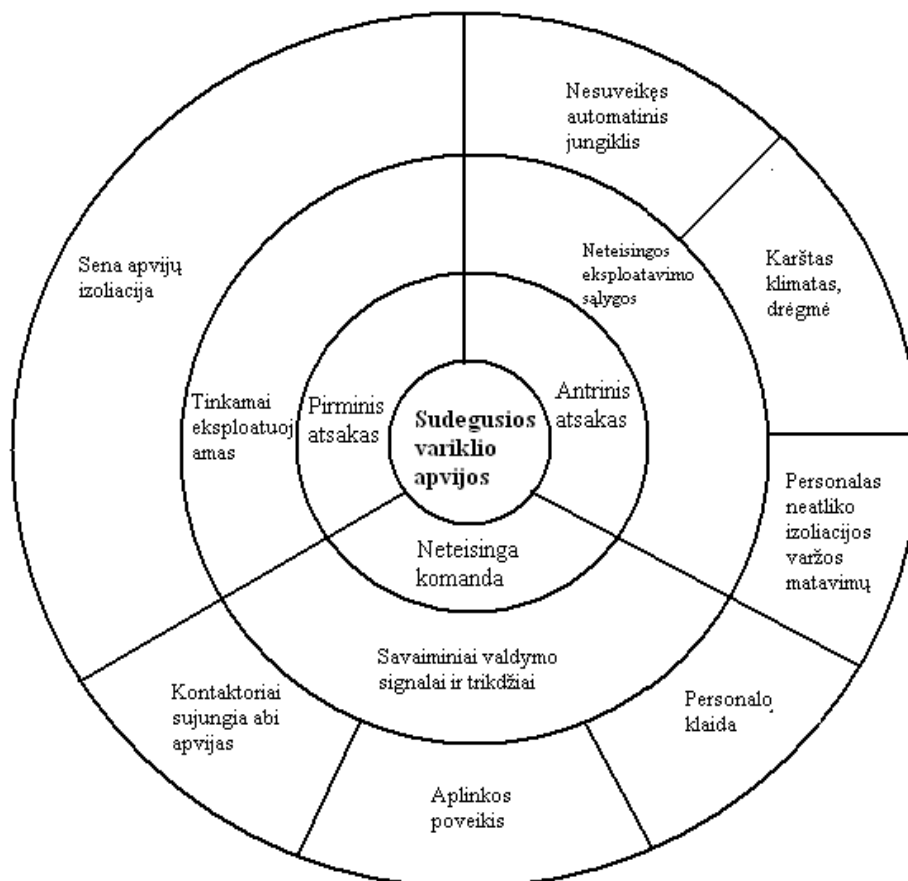
- 1) Pagal kilmę;
- 2) pagal vietą;
- 3) pagal laiką;
- 4) pagal pobūdį.

Pagal kilmę gedimai dar skirstomi į:

- 1) Pirminius gedimus. Jie atsiranda leistinai eksploatuojant komponentus (varginimo, korodavimo, nusidėvėjimo ir t.t.).
- 2) Antrinius gedimus. Jie atsiranda neleistinai eksploatuojant komponentus (perkrovos už komponentų ribų, kitų komponentų poveikis, žmogaus ar operatoriaus poveikis).

3) Neleistinas komandas (kontrolinio prietaiso gedimai, trikdžiai valdymo įrenginiuose ir t.t.).

Apibendrinant gedimų skirstymą pagal kilmę pateikiamas pavyzdys susietas su tiriamuoju darbu 6.2.2.1 paveiksle „Lifto komponento gedimo skirstymas pagal kilmę“.



6.2.2.1 pav. Lifto komponento gedimo skirstymas pagal kilmę.

6.2.3. Lifto techninės sistemos rizikos analizė

Analizuojant tiriamajame darbe nagrinėjamas sistemas, t.y. keleivinių liftų technines sistemas, norima [20]:

- 1) Rasti tinkamiausius sprendimus ir veiksmus rizikai mažinti;
- 2) Nuspręsti, ar apskaičiuotoji rizika yra priimtina;
- 3) Vertinti tiriamojo objekto pelningumą, atsižvelgiant į galimus nuostolius ir investicijas saugumui užtikrinti;
- 4) Kurti bei diegti saugias ir efektyvias procedūras gamybos procesams ir įrangai valdyti ar stebėti;
- 5) Sistemingai aprašinėti nepageidaujamuosius įvykius ir jų pasekmes;
- 6) Geriau pažinti tiriamąją techninę sistemą, jos komponentų ryšius ir tarpusavio sąveiką;

7)Didinti personalo išprusimą ir skatinti, tiriamus objektus daryti saugesnius.

Kaip matome iš aukščiau pateiktų punktų, rizikos analizavimas turi padėti ieškoti sprendimų, kaip mažinti tyrinėjamos sistemos riziką ir kokių veiksmų bei priemonių reikia imtis.

Kad įsitikinti kaip sistemos rizikos analizės metodai ir jų vertinimai bei charakteristikų skaičiavimai įtakoja keleivinių liftų renovavimo problemos tyrimą, išnagrinėkime sekantį skyrelį, kuriame kaip tik ir aprašomas vienas iš analizės metodų. Tai sistemos komponentų gedimų ir jų įtakos analizė.

6.2.3.1. Liftų sistemos komponentų gedimų ir jų įtakos analizė

Pasinaudokime 6.2.1 skyriaus lentelėje (žr. 6.2.1.1 P3 lentelę, 3 priedas), kurioje aprašomi liftų posistemių komponentai ir jų funkcijos, pateiktais duomenimis. Atliksime jau minėtų komponentų gedimų ir jų įtakos analizę. Iš šios analizės duomenų turėtume sužinoti kokie gedimai gali įvykti vieniems ar kitiems komponentams, kodėl tie gedimai įvyksta ir iš kokių požymių juos galime pažinti. Tai leistų įvertinti galimas gedimų pasekmes bei jų sunkumą. Todėl išanalizavę sistemą šiuo metodu galėsime nustatyti svarbiausius keleivinio lifto mazgus, kurių gedimai sukelia sunkiausias pasekmes. Reiškia, kad norint ateityje sėkmingai renovuoti tokius komponentus ar mazgus, turės būti skiriamas ypatingas dėmesys jų ilgaamžiškumo, saugumo bei patikimumo užtikrinimui.

Kad galėtume atlikti analizę, kiekvienam komponentui sudarykime analizės formuliarą, kur yra nustatomi sistemos komponentų gedimo būdai ir jų poveikis kitiems sistemos komponentams ar visai sistemai ir net jos aplinkai. Formuliaras, tai lentelė, užpildoma analizuojant. Ji ir yra analizės rezultatas [20]. Analizės duomenys surašomi į 6.2.3.1.1 P3 lentelę, 3 priedas „Keleivinių liftų komponentų gedimų ir jų įtakos formuliaras“.

Iš 6.2.3.1.1 P3 lentelės duomenų (žr. 6.2.3.1.1 P3 lentelė, 3 priedas, „Keleivinių liftų komponentų gedimų ir jų įtakos formuliaras“) matome, kad keleivinius lifthus sudaro labai daug įvairios paskirties komponentų, dėl kurių gedimų vienaip ar kitaip yra paveikiam visa techninė sistema. Išanalizavę 6.2.3.1.1 P3 lentelės grafą „Gedimo priežastis“ ir „Gedimo pasekmės“ galime teigti, kad įvykus vieno komponento gedimui galimi ir kitų komponentų atsakai, ko pasekmėje gedimą gali patirti ir visa sistema arba ji yra priverstinai stabdoma aptarnaujančio personalo. Galime teigti, kad neįvyktų tiek daug sistemos komponentų gedimų jeigu būtų mažesnis pačių komponentų skaičius. Todėl darome išvadą, kad, atliekant keleivinio lifto renovavimo darbus, būtina išsamiai išnagrinėti esamas liftų elektrines – principines schemas bei suprojektuoti naujas, su optimaliu patikimų komponentų skaičiumi.

Atkreipkime dėmesį ir į tai, kad nemažai komponentų gedimus patiria dėl aptarnaujančio personalo aplaidumo ar nesupratimo, atliekant liftų technines apžiūras ar planinių remontų darbus.

Galėtume didinti apžiūrų ar remontų skaičių, tačiau esmė yra ne čia. Svarbiausia yra tai, kad tuos remontus atliktų kvalifikuotas ir tinkamai atestuotas personalas, turintis pakankamą išsilavinimą bei mokantis mąstyti „plačiau“. Tai pabrėžia net pats ir nagrinėjamos knygos autorius: „Sprendžiant uždavinį, techninį objektą reikia analizuoti kai visumą (techninę sistemą). Tai reikalauja ugdyti inžinerinį mąstymą, kurį galima pavadinti sisteminiu. Mokantis rizikos analizės reikės įgyti sisteminio mąstymo įgūdžių, įveikti siaurą, specializuotą mąstymą.“[20]. Jeigu personalas bus nekvalifikuotas, gali nepadėti ir keleivinių liftų renovavimas ar net visiškas pakeitimas. Ši problema plačiau bus analizuojama atliekant tyrimą įvykių medžio analizės metodu tolimesniuose skyreliuose.

Visi žinome ir suprantame, kad pačios sunkiausios gedimo pasekmės būna tada, kai įvykių metu būna žmonių aukų ar yra smarkiai apgadinami įrenginiai, patalpos ar aplinka. Iš aukščiau minėtos lentelės duomenų matome, kad sunkiausios pasekmės keleiviniuose liftuose patiriamos tada, kai gedimus patiria apsaugos grandinės komponentai ir vienu kitu atveju valdymo grandinės komponentai. Todėl šiems įrenginiams turi būti skiriamos griežčiausios priežiūros priemonės. Įrenginiai turi pasižymėti geriausiomis patikimumo charakteristikomis. Kad patenkinti šiuos reikalavimus, atlikdami tyrimą sekančiais metodais, didesnę dėmesį skirsime būtent svarbiausiems keleivinio lifto mazgams. Juos išrinkome atlikę 6.2.3.1 skyriaus analizę iš 6.2.3.1.1 P3 lentelės duomenų (žr. 6.2.3.1.1 P3 lentelė, 3 priedas, „Keleivinių liftų komponentų gedimų ir jų įtakos formuliaras“).

6.2.3.2. Įvykių medžio analizės metodas

Norėdami tinkamai įvertinti gedimų pasireiškimo laiką, nuoseklumą bei pasekmes pasinaudosime sekančiu metodu, tai įvykių medžio analizė. Šis metodas gali būti laikomas prieš tai nagrinėto gedimų ir jų įtakos analizės išplėtimu. Nagrinėdami šį metodą galėsime iš arčiau pažvelgti į mano manymu svarbiausių komponentų gedimus ir pasekmes, kurie priklauso nuo tam tikro inicijuojančio įvykio. Kitaip tariant šis metodas tiria įvykių eigą, sistemos būklių kaitą, priklausomai nuo inicijuojančio įvykio. Inicijuojantis įvykis, žymėkime jį E, nebūtinai turi būti jau įvykęs ir žinomas įvykis, šis metodas ir yra įdomus tuo, kad galime leisti sau improvizuoti. Tai reiškia, kad inicijuojantį įvykį galime sukurti patys ir pabandyti eskaluoti tolimesnę jo eigą to pasekmėje matydami lifto sistemos ir jos komponentų būklių kaitą.

Šis analizės metodas gali būti taikomas visoms keleivinių liftų techninių sistemų analizėms. Kadangi pagal sandarą ir atliekamas funkcijas keleiviniai liftai yra visi panašūs, todėl analizę atliksime kaip vienam liftui.

Dėl didelio komponentų kiekio keleiviniuose liftuose šį metodą pritaikysime tik mano nuomone patiems svarbiausiems mazgams, kurie surašyti 6.2.3.2.1 lentelėje „Svarbiausi liftų komponentai“.

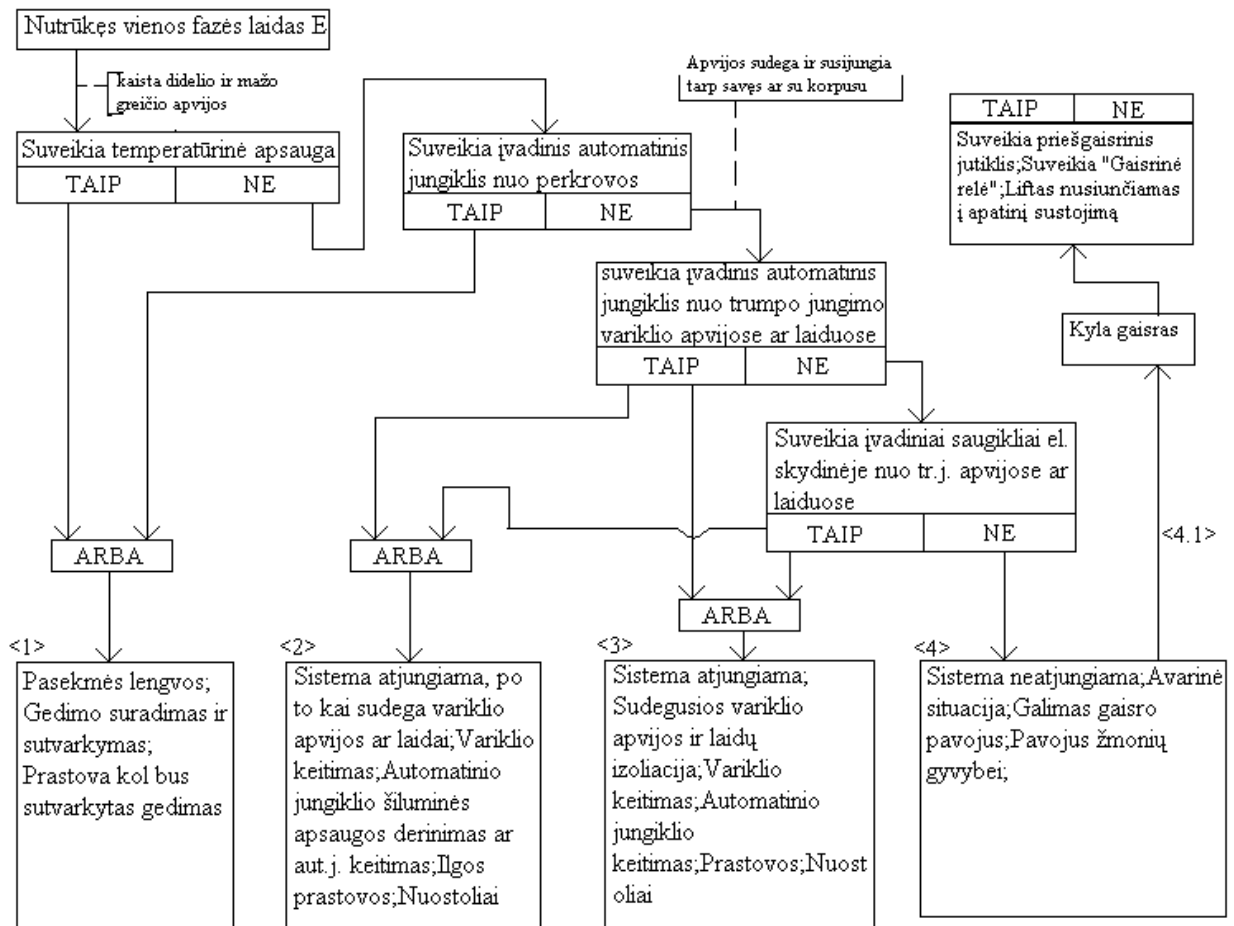
6.2.3.2.1 lentelė

Svarbiausi liftų komponentai

Lifto funkcinė posistemė	Komponento pavadinimas
Jėgos grandinė	Jėgos kontaktoriai
	Įvadinis automatinis jungiklis valdymo punkte bei įvadiniai saugikliai el. skydinėje
	Komutaciniai laidai ir kabeliai
Apsaugos grandinė	Avariniai padėties jungikliai (visi be išimties)
	Komutaciniai laidai
Valdymo grandinė	Pakabinami kabeliai

1 tyrimo pavyzdys. Tyrėme tokią situaciją, kai nutrūksta komutacinis vienos fazės laidas, sujungiantis įvadinį automatinį jungiklį su didelio ir mažo greičio kontaktoriais. Taigi, tarkime, kad šiame pavyzdyje jėgos grandinės ir visos lifto sistemos gedimą inicijuojantis įvykis E yra „nutrūkęs vienos fazės laidas“. Jėgos grandinės posistemės atsako (gedimo) pasekmės nebus didelės jei šios posistemės komponentai, t.y. įvadiniai saugikliai, įvadinis automatinis jungiklis ar temperatūrinis apsaugos įrenginys nepatirs gedimo, priklausančio nuo E.

Taigi nutrūkus minėtam laidui variklio apvijų lieka veikti su dviem fazėmis. Tai reiškia, kad leidžiantis lifto kabinai žemyn veiks tik dvi mažo greičio apvijų, o kylant į viršų – dvi didelio greičio apvijų. To pasekmėje apvijų labai kaista ir galiausiai gali sudegti. Jeigu užtikrintai veiks visi šios posistemės aukščiau minėti komponentai bei laidų laidai ir jų izoliacija bus parinkti tinkami, tai pasekmės bus pačios lengviausios. Kiekvienam komponentui patyrus gedimą, pasekmių sunkumas atitinkamai didės. Visas šio įvykio eskalavimas (eiga) yra nuosekliai pavaizduotas 6.2.3.2.1 paveiksle „Įvykių medžio diagrama, sudaryta tiriant jėgos grandinės posistemę“.



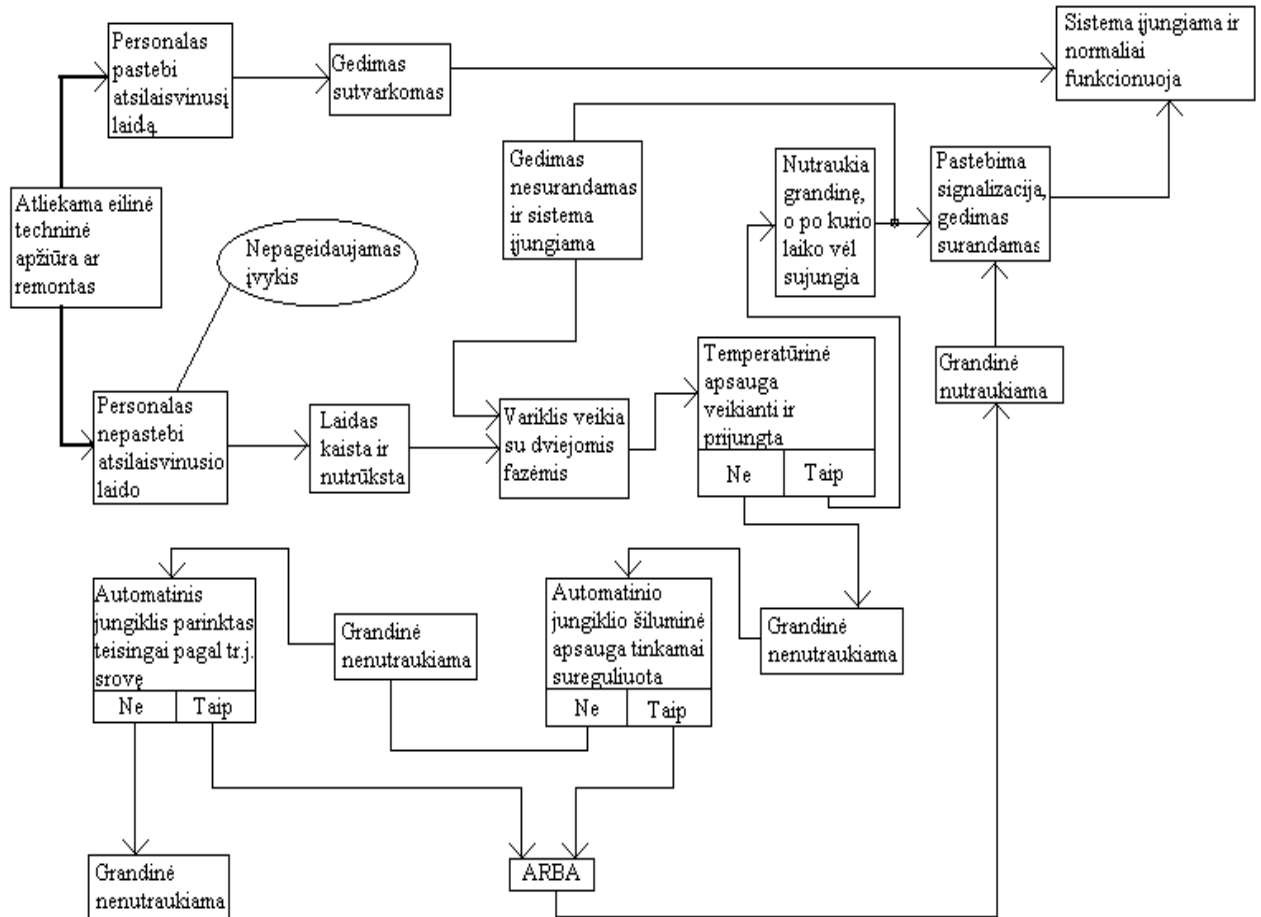
6.2.3.2.1 pav. „Įvykių medžio diagrama, sudaryta tiriant jėgos grandinės posistemę“

Šiame paveiksle pavaizduota diagrama nėra išsami. Ją būtų galima praplėsti, pavyzdžiui, analizuojant kaip su šiais įvykiais yra susijęs aptarnaujantis personalas. Jeigu analizę tęstumėme <4.1> kryptimi, gautumėme dar vieną sistemų rizikos analizės metodą, tai atsakų medžio analizės metodas. Šiuo metodu analizuojant sistemą pasirenkamas nepageidaujamas įvykis ir ieškoma visų priežasčių galinčių jį nulemti. Taikant praeitus du metodus, gedimų ir jų įtakos analizė (žr. sk. 6.2.3.1.) ir įvykių medžio analizę (žr. sk. 6.2.3.2) ieškoma visų sistemos gedimų, kuriuos gali nulemti apibrėžta priežastis, t.y. pasirinktas komponento gedimas ar inicijuojantis įvykis [20].

6.2.3.2.1 paveiksle pavaizduotoje diagramoje puikiai matome kas gali įvykti nuo tokio, galėtume sakyti, nereikšmingo, iš pirmo žvilgsnio, įvykio. Čia yra pateikta tik maža lifto sistemos vienos dalies analizė. Nuosekliai analizuojant visas posistemas ir jų komponentus šiuo metodu, yra gerai išsigilinama į visą lifto techninę sistemą, puikiai susipažįstama su jos sandara. Šiuos dalykus labai svarbu žinoti norint pradėti keleivinio lifto renovavimo procesą. Kadangi lygiai tokiais pačiais metodais analizuojant sistemą, jau pirmoje renovavimo stadijoje, projektavime, galėtume parinkti optimaliausiai tinkančius įrenginius su reikalingomis charakteristikomis. Šie rizikos analizės metodai leis atlikti liftų renovavimo darbus su mažiausia klaidų tikimybe.

2 pavyzdys. Kaip jau minėjau 1 – am pavyzdyje, keleivinių liftų techninės sistemos gedimus nulemia ne vien tik komponentų gedimai pirminiai gedimai. Visai tikėtina, kad nemažai gedimų gali įvykti ir dėl aptarnaujančio personalo klaidų. Šią problemą panagrinėkime 6.2.3.2.2 paveiksle „Aptarnaujančio personalo veiksmų atsako medžio diagrama“.

Analizuojant šią situaciją galima sakyti, kad įvykis E „Nutrukęs vienos fazės laidas“, personalo veiksmų atžvilgiu, tampa kaip sistemos gedimo pasekmė, nepageidaujamas įvykis, kurį nulemia neteisingi personalo veiksmai. Vadinasi nagrinėsime atsakų medžio analizę.

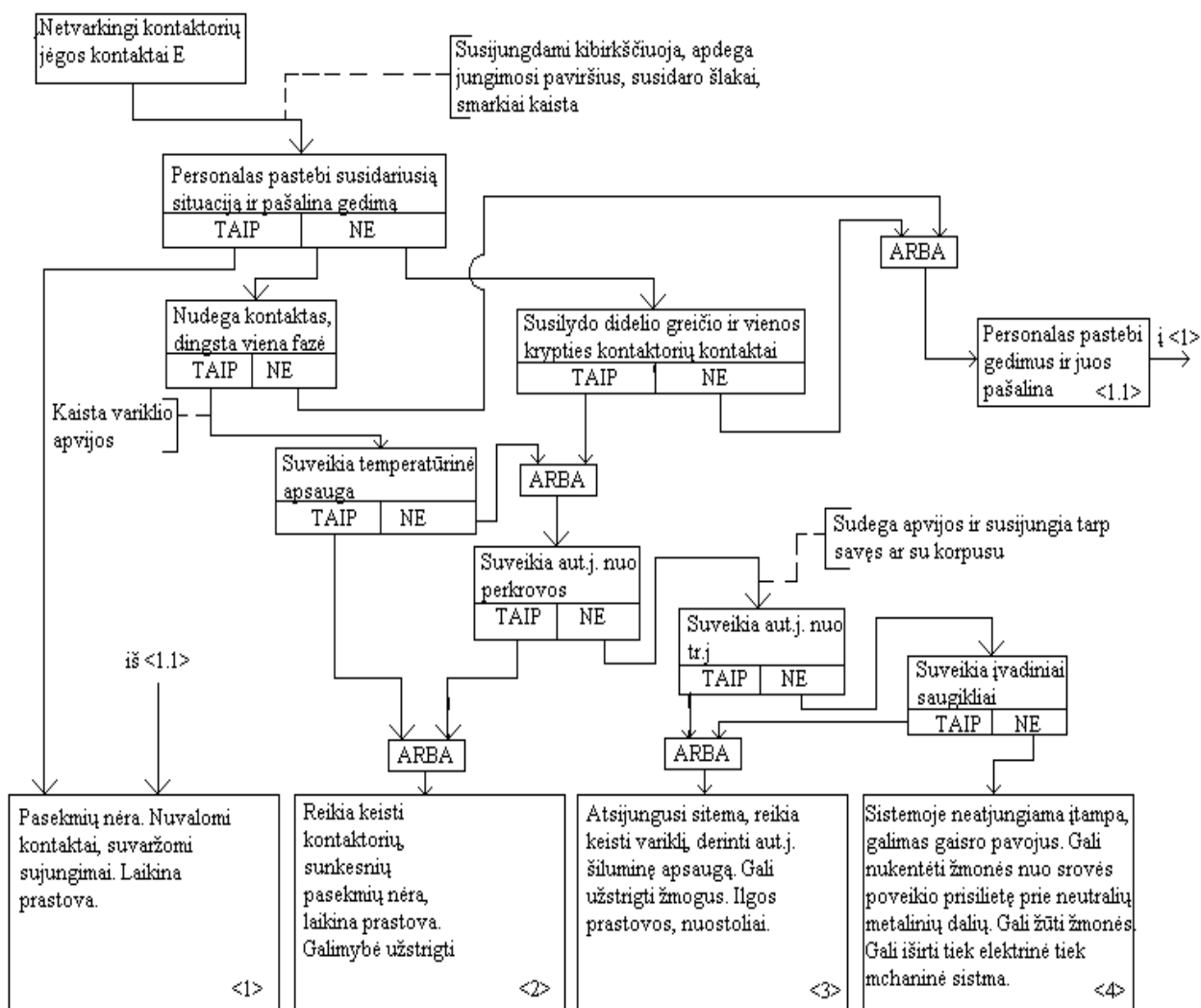


6.2.3.2.2 paveikslas „Aptarnaujančio personalo veiksmų atsako medžio diagrama“

Ištyrinėjus medžio diagramą 6.2.3.2.2 paveiksle, garime padaryti išvadą, kad žmogaus (personalo) veiksmai yra neatsiejama lifto techninės sistemos rizikos analizės dalimi.

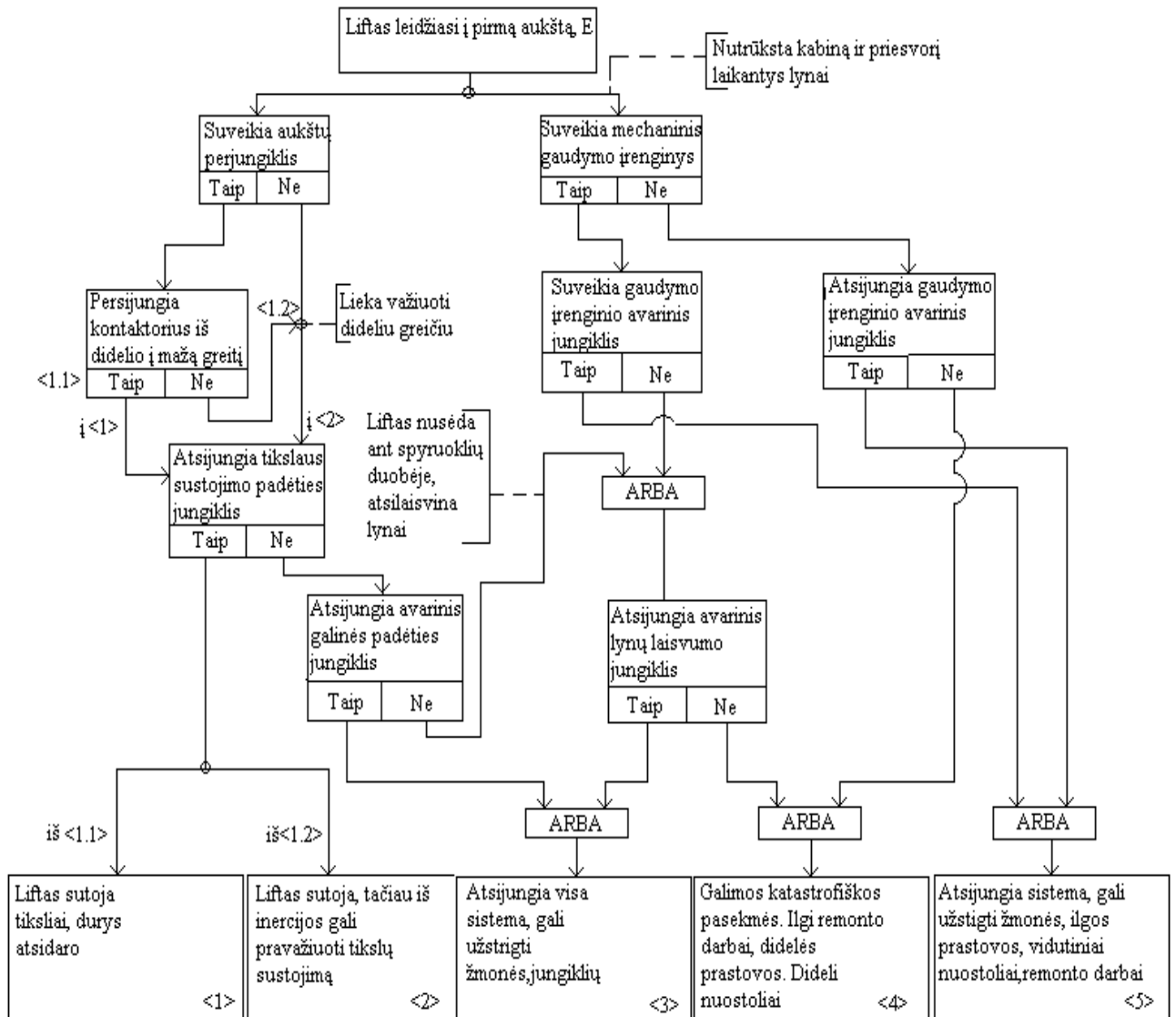
3 pavyzdys. Čia nagrinėjama įvykių seka, kai inicijuojantis įvykis yra „Netvarkingi kontaktorių kontaktai“. Netvarkingi kontaktorių jėgos kontaktai gali susilydyti dėl didelių srovių. Šiuo atveju apsaugos įrenginiai (geliniai padėties jungikliai, lynų laisvumo ar gaudimo įrenginio jungikliai) valdymo grandinės nenutrauks, nors ir bus tvarkingi. Tokiu atveju turėtų būti taikoma

nepriklausoma įvadinio automatinio jungiklio atkirta, suveikianti nuo galinių padėčių avarinių jungiklių. Deja tiriamuosiuose liftuose to įgyvendinta kol kas nėra, todėl belieka tikėtis, kad įvadiniai apsaugos įrenginiai (automatinis jungiklis, saugikliai) veikia neprikaištingai ir greitai. Šiuo atveju pasekmės gali būti katastrofiškos. Geriausiu atveju gali sugesti variklis. Perkelkime šį procesą į įvykių medžio diagramą, 6.2.3.2.3 paveikslas „Įvykių medžio diagrama, pasirinktą inicijuojantį įvykį E“, kur viskas vaizdžiai parodyta.



6.2.3.2.3 paveikslas „Įvykių medžio diagrama, pasirinktą inicijuojantį įvykį E“

4 pavyzdys. Paskutiniame pavyzdyje išanalizuokime valdymo ir apsaugos grandinių komponentų būvius ir pasekmes, kai pasirinktas inicijuojantis įvykis E - „Kabinos iškvietimas į pirmą aukštą“. Procesas eskaluojamas 6.2.3.2.4 paveiksle „Įvykių medžio diagrama, valdymo ir apsaugos grandinių komponentams“.



6.2.3.2.4 paveikslas „Įvykių medžio diagrama, valdymo ir apsaugos grandinių komponentams“

Apibendrinant visų sistemų bei jų komponentų rizikos analizių metodus galime teigti, kad:

- 1) Komponentų gedimo ir jų įtakos analizės metodas gali būti taikomas kaip pagalbinis metodas prie įvykio ir atsakų medžio analizių [20]. Šis metodas aktualus ir naudingas keleivinių liftų renovavimo problemos tyrime, kadangi juo siekiama nustatyti liftų sistemos pavojingus gedimus bei išsiaiškinti jų priežastis ir pasekmes. Tai leidžia mums puikiai susipažinti su analizuojama sistema bei jos komponentais. Atliekant šią analizę dažniausiai siekiama sužinoti, kurie liftų komponentai yra nepatikimi. Prieš atliekant renovavimo darbus turime nustatyti, kurie lifto sistemos komponentai turi būti keičiami pirmiausiai. Tai turi būti silpniausi arba didžiausių svarbą turintys komponentai (avariniai jungikliai, padėtie jungikliai, valdymo sistemos įrenginiai). Šis metodas labai tinka tam reikalui analizuoti. Renovuojant, keičiami seni įrenginiai naujais. Turime tiksliai žinoti, ar nauji įrenginiai nekartos senųjų klaidų. Čia taip pat galime naudoti šį metodą.

- 2) Naudojantis antruoju metodu, įvykių medžio analize, galime nustatyti, kaip keleivinio lifto komponentų būseną priklauso nuo įvairių inicijuojančių įvykių. Analizuodami galime nuspėti, kaip elgsis vienas ar kitas liftų sistemos elementas atsiradus vienokiam ar kitokiam nenumatytam įvykiui. Tai labai padėtų liftų renovavimo pradžioje, projektavimo, etape parenkant tinkamus įrengimus. Taip pat šiuo metodu galima analizuoti ir aptarnaujančio personalo veiksmų įtaką lifto sistemai.
- 3) Nagrinėjant sistemą atsakų medžio analizės metodu, pasirenkamas nepageidaujamas įvykis (pvz. sudega variklio apvijos) ir ieškoma jo priežasčių, t.y. sistemos komponentų gedimo derinių, nulemiančių tą įvykį [20] (pvz. personalas nepastebėjo gedimo ir nesuveikė apsaugos įrenginys).
- 4) Visus šiuos metodus, be išimties, galime naudoti atliekant tokias pat analizes ir naujiems įrenginiams (pvz. sukurtai liftų prototipų sistemos rizikai tirti). Netgi yra rekomenduojami šie tyrimo metodai įrenginių projektavimo pradžioje. Atlikus šiuos tyrimus būtų galima iš anksto eliminuoti netinkamus komponentus arba padidinti jų patikimumą, pavyzdžiui rezervuojant ir t.t.

Nagrinėjant senų keleivinių liftų technines sistemas labai svarbu žinoti, ar jose eksploatuojami komponentai yra patikimi ir saugūs. Nesvarbu, kad liftų eksploatacijos amžius didelis, visi jų įrenginiai privalo atlikti savo funkcijas be klaidų. Šie reikalavimai galioja ir naujai sumontuotiems įrenginiams. Sekančio metodo tikslas yra nustatyti jau eksploatuojamų arba dar tik žadamų eksploatuoti įrenginių patikimumo rodiklius. Tam reikalinga tiksliai žinoti statistinius keleivinių liftų sistemų duomenis per tam tikrą laikotarpį, t.y. kada, kiek kartų ir dėl ko buvo įvykęs vieno ar kito įrenginio gedimas per tiriamąjį laikotarpį. Šie duomenys dažniausiai būna registruojami liftų avarinių tarnybų dispečerių ir yra surašomi į atitinkamos formos duomenų bazę. Atliekant naujų įrenginių patikimumo rodiklių skaičiavimus dažniausiai būna sukuriamas prototipas, mūsų atveju tai galėtų būti panašus liftas į esamus keleivinius liftus. Jis yra apkraunamas parenkant atitinkamas programas ir darbo režimus, panašaus pobūdžio kaip ir eksploatuojamiems liftams. Taip atliekamas naujų įrenginių komponentų bei mazgų stebėjimas (monitoringas), skaičiuojami įvykė gedimai bei jų intensyvumas. Taip nustatomos silpniausios liftų grandys, kurias reikalinga tobulinti ar kitokiais būdais gerinti jų patikimą ir saugų darbą.

Pabandykime plačiau panagrinėti šį metodą pritaikydami jį dabartinių keleivinių liftų sistemų patikimumui apskaičiuoti.

6.3. Keleivinių liftų patikimumo rodiklių skaičiavimas

6.3.1. Įvadas

Patikimumo rodiklių skaičiavimas atliekamas remiantis tikimybių teorija ir matematinės statistikos duomenimis, nes gedimo atsiradimas ir jo pašalinimo laikas yra atsitiktiniai dydžiai [17]. Patikimumo samprata jau buvo trumpai aptarta 6.1. poskyryje, todėl dabar tik priminsime iš kas tai yra patikimumas ir iš kokių charakteristikų jis susideda.

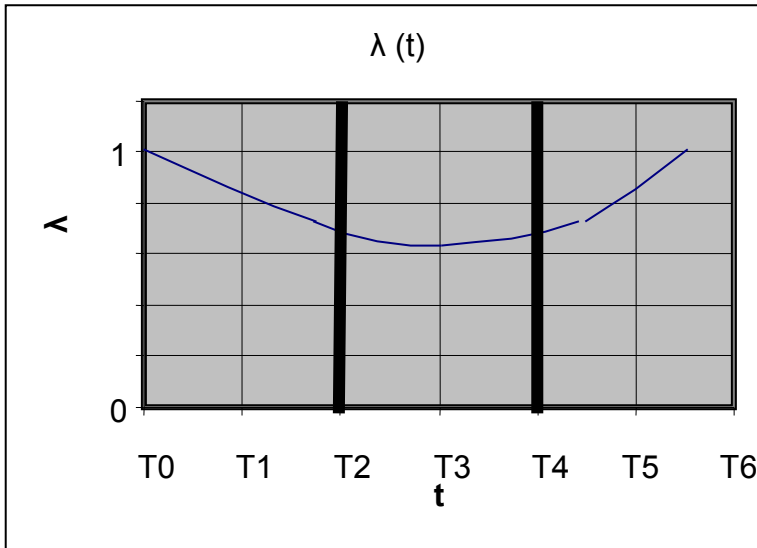
Patikimumas, tai objekto savybė tinkamai atlikti savo funkcijas nustatytą laiką ir išlaikyti atitinkamas charakteristikas. Patikimumas susideda iš atskirų savybių:

- 1) Negendamumo;
- 2) Darbingumo;
- 3) Pataisomumo;
- 4) Ilgaamžiškumo;
- 5) Išlaikymo.

Keleiviniai liftai yra potencialiai pavojingi įrenginiai, todėl šių savybių išlaikymas yra būtinas normaliam lifto darbui. Norėdami apskaičiuoti liftų patikimumo rodiklius per tam tikrą pasirinktą laikotarpį, turėsime naudotis avarinės tarnybos dispečerių ar savo pačių surinktais statistiniais duomenimis. Dispečeriai jau ilgą laiką fiksuoja keleivinių liftų patiriamus gedimus, visa medžiaga yra saugoma archyvuose.

Keleivinių liftų patikimumo skaičiavimai šiame poskyryje pateikiami išspręstais uždavinių pavyzdžiais. Uždaviniuose nagrinėjami liftų komponentai, kurių eksploatacijos amžius yra nuo 15 – 40 metų. Šis laikotarpis yra sąlyginis dydis, kadangi per tiek metų dauguma įrenginių buvo pakeisti naujais ar remontuojami.

Atlikdami skaičiavimus priimkime, kad liftai, kurių eksploatacijos amžius yra nuo 15 – 25 metų atitinka normalaus darbo periodą. Tai reiškia, kad jie yra praėję tą laikotarpį, kada liftuose gedimų intensyvumas yra ganėtinai didelis. Šis periodas vadinamas ankstyvųjų gedimų periodu. Ir dar nėra pasiekę eksploatacijos pabaigos periodo, kada gedimai vėl suintensyvėja. Sekanti tyrinėjamų liftų kategorija, kurių amžius yra nuo 25 – 40 metų. Šių keleivinių liftų įrenginiai jau yra pasiekę eksploatacijos pabaigos periodą. Vieniems jis yra ką tik prasidėjęs (25 - 30 metų liftai), o kiti jau yra pasiekę intensyvaus dilimo laikotarpį (30 – 40 metų liftai). Eksploatacijos pabaigos periodas pasireiškia gana dideliu gedimų intensyvumu, žymimu λ . Šiuo periodu $\lambda \neq \text{const.}$ ir kiekvienam įrenginiui jis yra skirtingas. Keleiviniams liftams, kurie eksploatuojami per normalaus darbo periodą, gedimų intensyvumas yra daugiau mažiau pastovus ir yra laikomas visiems įrenginiams $\lambda = \text{const.}$ Gedimo intensyvumo priklausomybė nuo eksploataavimo laiko pavaizduota 6.3.1.1 grafike „Gedimų intensyvumo priklausomybė nuo laiko“.



6.3.1.1 grafikas „Gedimų intensyvumo priklausomybė nuo laiko“.

Periodui nuo $T_0 - T_2$ priklauso ankstyvieji gedimai, kurie įvyksta įdiegiant naujus įrengimus dėl jų defektų ir išankstinio broko.

II periodas nuo T_2 iki T_4 – normalus darbo periodas. Šiuo laiku gedimai įvyksta atsitiktinai (tarkim įvykus staigiam elektros gedimui). Čia $\lambda(t)$ galima priimti const..

III periode – nuo $T_4 - T_5$ pradeda daugėti gedimų dėl įrenginių susidėvėjimo. Jeigu galėtume iš anksto prognozuoti laikotarpį T_4-T_5 , tai įrenginius būtų galima pakeisti iki šio laikotarpio ir laimėti ekonominės naudos.

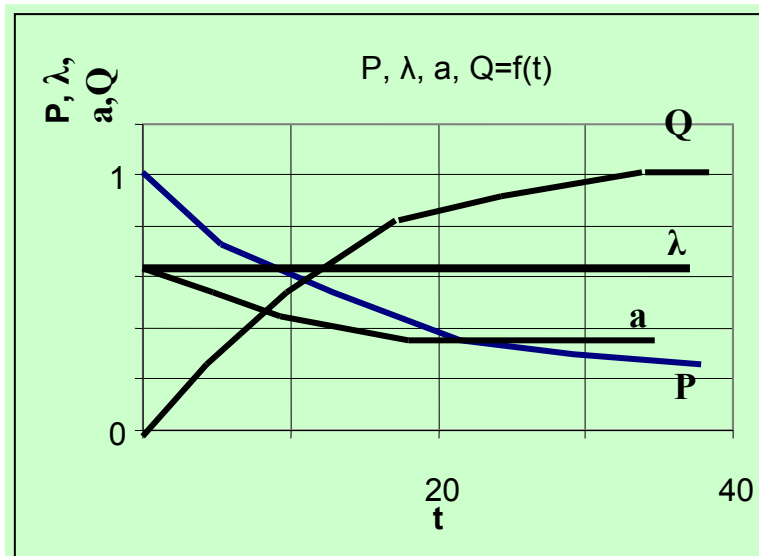
Galime sakyti, kad negedimo tikimybė $Q(t)$, kai gedimų intensyvumas $\lambda = \text{const.}$, kinta pagal eksponentės dėsnį ir yra:

$$P(t) = e^{-\lambda t};$$

Ši funkcija $P(t)$ kartu su kitais patikimumo rodikliais, kaip gedimų dažnis a , gedimų intensyvumas λ , gedimo tikimybė Q , grafiškai pavaizduota 6.3.1.2 grafike „Įrenginio patikimumo rodiklių priklausomybė nuo laiko, esant eksponentės dėsniai“.

Matome, kad gedimai per normalaus darbo periodą pasiskirsto pagal eksponentinį dėsnį, kada gedimų intensyvumas yra pastovus, o visų kitų rodiklių dydžiai, laikui bėgant, mažėja pagal eksponentę, išskyrus gedimo tikimybę Q . Ji yra atvirkščias dydis negedimo tikimybei ir visuomet yra didėjanti, priklausomai nuo laiko. Didžiojoje dalyje uždavinių atsispindės normalus lifto dalių darbo periodas, todėl dažniausiai naudosimės eksponentinio dėsnio formulėmis.

Liftų įrenginiams, kurie dirba intensyvaus senėjimo periodu, t.y., kurių amžius yra nuo 25 – 40 metų, uždavinių sprendimui, panaudojant gautus rezultatus iš statistinių skaičiavimų, galėtume taikyti Veibulo (Weibullo) skirstinį. Naudojantis šiuos skirstiniu galima sumodeliuoti įvairius gedimų srautus, tai atitinka intensyvaus gedimo periodą.



6.3.1.2 grafikas „Įrenginio patikimumo rodiklių priklausomybė nuo laiko, esant eksponentės dėsniai“.

Šiame grafike P ir Q – tai atitinkamai negedimo ir gedimo tikimybės, λ – gedimo intensyvumas, a – gedimų dažnis, t – laikas (metai).

6.3.2. Patikimumo rodiklių skaičiavimo pavyzdžiai

Skaičiavimus atliksime pagal sukauptus statistinius duomenis apie keleivinių liftų patirtus gedimus per pasirinktą laikotarpį. Duomenys buvo sukaupiti peties autoriaus arba paimti iš avarinės tarnybos suvestinių archyvo.

Taigi atlikime keleto uždavinių skaičiavimus ir nustatykime, kaip gi gauti atsakymai gelėtų įtakoti nagrinėjamų liftų renovavimo problemos tyrimą.

1 uždavinys. Apskaičiuokime vieno, devynių aukštų, keleivinio lifto posistemės, t.y. apsaugos grandinės, komponentų, t.y. avarinių padėties jungiklių, negedimo tikimybę per laikotarpį $t = 8760$ h. Priimame, kad komponentų eksploatuojami per normalaus darbo periodą. Taigi naudojamas eksponentinis pasiskirstymo dėsnis, kur gedimų intensyvumas visiems įrenginiams priimamas pastovus $\lambda = \text{const.}$ Įrenginių skaičius pateikiamas 6.3.2.1 lentelėje „Avarinių jungiklių skaičius ir sumontavimo vieta“, o vidutinį įrenginių gedimų intensyvumą surandame iš 3.2 lentelės [17], kuris yra lygus:

$$\lambda_{\text{vid.}} = 0,25 * 10^{-6} \text{ 1/h;}$$

Ši reikšmė visiems jungikliams yra vienoda, kadangi jų sandara ir eksploatavimo režimas yra vienodi.

Avarinių jungiklių skaičius ir sumontavimo vieta

Jungiklių skaičius pagal sumontavimo vietą liftų sistemoje, vnt.	Sumontavimo vieta	Jungiklių skaičius iš viso, vnt.
27	Šachtos durys	33
1	Kabinos durys	
2	Viršutinės ir apatinės padėties avariniai jungikliai šachtoje	
2	Lynų laisvumo jungiklis ant kabinos	
1	Greičio ribojimo įrenginio jungiklis ant kabinos	

Toliau apskaičiuosime visos nagrinėjamos posistemės (apsaugos grandinės) gedimų intensyvumą, jis lygus:

$$\lambda_s = \sum N_i \lambda_i; \quad (6.3.2.1)$$

Čia N_i – i – tojo tipo elementų skaičius;

n – elementų tipų skaičius;

$$\text{Tada } \lambda_s = 33 * 0,25 * 10^{-6} = 8,25 * 10^{-6} \text{ 1/h;}$$

Nagrinėjamos sistemos negedimo tikimybė per 8760h būtų lygi:

$$P(t) = e^{-\lambda_s t}; \quad (6.3.2.2)$$

Čia $P(t)$ – sistemos negedimo tikimybė;

λ_s – sistemos gedimo intensyvumas;

t – tiriamas laikotarpis (h);

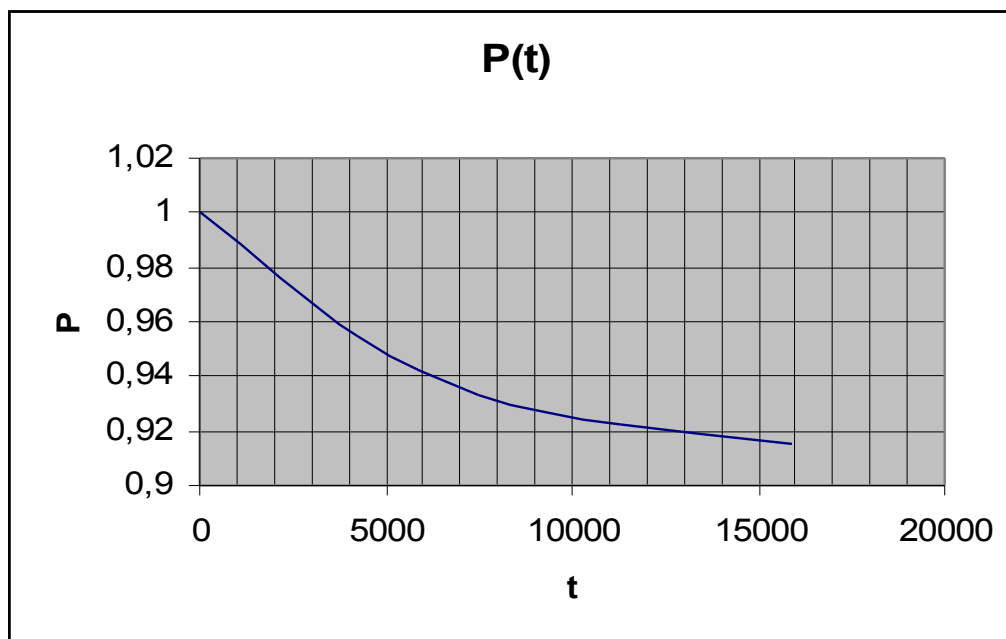
$$\text{Tada } P(8760) = e^{-8,25 * 10^{-6} * 8760} = 0,93 = 93 \text{ \%}.$$

Tai reiškia, kad prie žinomo sistemos gedimų intensyvumo yra 93 % tikimybė, kad per 8760h laikotarpį nesuges nei vienas įrenginys.

Panagrinėkime kaip pasikeistų negedimo tikimybė, kai pakeisime įrenginių gedimo intensyvumą. Sistemos gedimų intensyvumą padidinkime iki $\lambda_s = 15 * 10^{-6} \text{ 1/h}$. Tada paskaičiavę pagal 6.3.2.2 formulę negedimų tikimybę gausime:

$$P(8760) = e^{-15 * 10^{-6} * 8760} = 0,87 = 87 \text{ \%};$$

Taigi matome, kad negedimo tikimybė mažėja pagal eksponentės dėsnį didėjant gedimų intensyvumui. Negedimo tikimybė taip pat mažėja kai tyrimo laikas ilgėja ir kai mažėja tiriamų komponentų skaičius. Iš visų šio uždavinio rezultatų nubrėžiame negedimo tikimybės priklausomybės nuo laiko 6.3.2.1 grafiką, prie tam tikrų gedimo intensyvumo λ_s reikšmių.



6.3.2.1 pav. Negedimo priklausomybės nuo laiko grafikas

Matome, kad patikimumas gautas pirmu atveju nėra mažas, bet čia jį paskaičiavome bendru atveju, t.y. neįvertinę, kad visi avariniai padėties jungikliai yra sujungti nuosekliai. Tai reikalinga tam, kad įvykus bet kokiam gedimui ir bet kuriuo momentu, būtų nutraukiama valdymo grandinė iš bet kurio taško. Tai reiškia, kad visi jungikliai yra susiję su keleivinio lifto sistemos būsenos atsaku ir yra priklausomi vienas nuo kito. Kadangi tai apsaugos grandinė vadinasi apie jokių lygiagrečių elementų jungimą ar rezervavimą negali būti nei kalbos. Apsaugos grandinė privalo išjungti valdymo grandinę suveikus bent vienam jos komponentui. Galbūt dėl tos priežasties, kad apsaugos grandinės komponentai turi būti jungiami nuosekliai, dažniausiai ir pasitaiko gedimų analizuotoje grandinėje. Galime padaryti išvadą, kad visi keleivinių liftų sistemos komponentai, kurie yra jungiami nuosekliai, turi būti arba labai patikimi, atsparūs įvairiems mechaniniams pažeidimams ir ilgaamžiai. Arba, norint visus apsaugos grandinės elementus valdymo punkte prijungti atskirai, reikalinga įdiegti programuojamą loginį valdiklį (PLV). Tada būtų galima kiekvieną komponentą prijungti atskirai, kiekvienam sudaryti atskirą programą, kad kiekvienas saugotų jam priskirtą dalį ir būtų nepriklausomi vieni nuo kitų. Žinoma tam reikėtų pakeisti valdymo ir apsaugos schemas iš pagrindų, minimizuoti įrenginių skaičių bei parengti optimalias programas. Kitas variantas naudoti įrenginius be kontaktų. Tai jau ankstesniuose skyriuose minėti magnetiniai ir optiniai jungikliai (žr. sk. 5.4.1.4 bei 5.4.1.5). Jų ilgaamžiškumas ir patikimumas žymiai ilgesnis nei elektromechaninių jungiklių. Jiems nereikia kontaktuoti su šachtos ar kabinos metalo konstrukcijomis norint, kad persijungtų kontaktas.

2 uždavinys. Šiame uždavinyje kaip tik ir išnagrinėsime kaip skiriasi sistemos negendamumo tikimybė kai komponentai joje sujungti nuosekliai. Sąlygas pritaikysime iš pirmojo uždavinio. Apskaičiuokime rodiklius jei sistemoje būtų tik vienas komponentas. Tada to įrenginio gedimo

intensyvumas būtų vidutiniam pasirinktam gedimų intensyvumui, o taip pat ir bendram sistemos gedimo intensyvumui:

$$\lambda_{\text{lr}} = \lambda_{\text{vid.}} = 1 * 0,25 * 10^{-6} = 0,25 * 10^{-6} \text{ 1/h;}$$

Tada bendra sistemos negedimo tikimybė bus:

$$P(8760) = e^{-0,25 * 10^{-6} * 8760} = 0,997;$$

Matome, kad prie tokio gedimų intensyvumo ir kai tiriamas tik vienas komponentas, gauname didelį sistemos patikimumą, net 99,7 %.

Pabandykime apskaičiuoti bendrą sistemos negedimo tikimybę, kai visi įrenginiai sujungti nuosekliai, o vieno įrenginio negedimo tikimybė yra 0,997:

$$P_s(t) = \prod p_i(t); \tag{6.3.2.3}$$

čia $P_s(t)$ – visos sistemos negedimo tikimybė;

$p_i(t)$ – vieno įrenginio negedimo tikimybė;

Tada

$$P_s(t) = (p_1) * (p_2) * (p_3) * \dots * (p_n);$$

$$P_s(t) = 0,997_1 * 0,997_1 * \dots * 0,997_{33} = 0,9 = 90\%;$$

Reiškia, kad sistemos patikimumas $P_s(t) = 0,9$, kai įrenginiai yra sujungti į nuoseklia grandinę sumažėja nedaug, su sąlyga, kad visų sistemos komponentų negedimo tikimybės yra didelės. Dabar paimekime, kad vieno įrenginio patikimumas yra $p_1 = 0,93$.

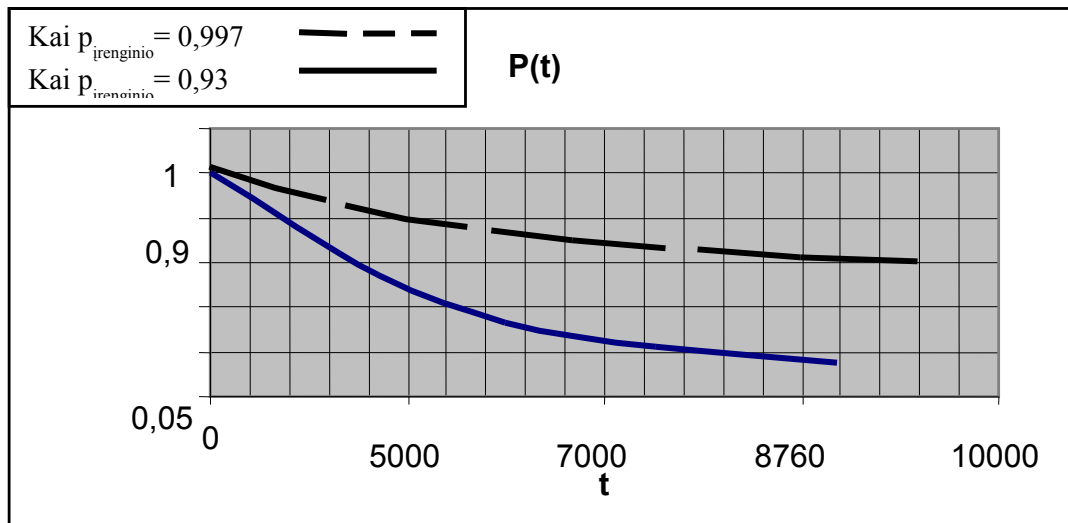
Tada sistemos patikimumas bus:

$$P_s(t) = 0,93_{33} = 0,91 = 9,1 \%;$$

Iš 90% negedimo tikimybės beliko tik 9,1 %, nors įrenginių patikimumas pakito tik per 0,067 = 6,7%. Tokia sistema galima sakyti yra beveik sugedusi.

Iš uždavinių sprendimo matome, kad keleivinio lifto sistema veiks normaliai, kol ji bus sudaryta iš didelį patikimumą turinčių įrenginių. Kitu atveju sistemos patikimumas smarkiai mažėja. 1 ir 2 uždavinių sistemos negedimo tikimybės priklausomybė nuo laiko, prie atskirų įrenginio patikimumo verčių ir nuoseklus komponentų jungimo, pavaizduota 6.3.2.2 paveiksle „Sistemos patikimumo priklausomybė nuo laiko nuosekloje grandinėje, kai skirtingi komponentų patikimumai“

P



6.3.2.2 paveiksle „Sistemos patikimumo priklausomybė nuo laiko nuosekloje grandinėje, kai skirtingi komponentų patikimumai“

Iš 6.3.2.2 paveikslo duomenų galime daryti išvadas, kad esant nuosekliam komponentų jungimui sistemoje, visos sistemos negedimo tikimybė sparčiai mažėja pagal eksponentinį dėsnį, kai mažos atskirų įrenginių negedimo tikimybės, o taip pat kai didelis komponentų skaičius.

Tokioms sistemoms reikalinga kiek galima minimizuoti komponentų skaičių ir naudoti tik su didele negedimo tikimybe, kurių gedimų intensyvumas mažas bei didelis ilgaamžiškumas.

Pagal pirmo uždavinio sąlygas ir gautus duomenis apskaičiuokime vidutinį komponentų išdirbį iki pirmojo gedimo. Laikome, kad mūsų sistema yra neremontuojama. Remontuojamoms sistemoms skaičiuojamas vidutinis išdirbis tarp gedimų. Pagal eksponentinį dėsnį gauname, kad:

$$T_V = 1 / \lambda_s; \quad (6.3.2.4)$$

Čia T_V – vidutinis laikas iki gedimo;

λ_s – sistemos gedimų intensyvumas;

Tada

$$T_V = 1 / 8,25 * 10^{-6} = 121\,212 \text{ h};$$

3 uždavinys. Šiame uždavinyje ištirsime, kaip lifto sistemos komponentų gedimų intensyvumas pasiskirstęs per atskirus paros laikotarpius. Tyrimą atlikome dešimčiai keleivinių liftų, kurių eksploatacijos amžius 15 – 25 metai. Nagrinėjome jėgos grandinės komponentus, kurių pavadinimai ir skaičius surašyti 6.3.2.2 lentelėje „Tiriamų komponentų pavadinimas ir skaičius“

Tiriamų komponentų pavadinimas ir skaičius

Bendras liftų skaičius, kuriuose buvo atlikti tyrimai, vnt.	Komponentų pavadinimas	Bandomų komponentų skaičius, vnt.
50	Įvadiniai automatiniai jungikliai	50
	Jėgos kontaktoriai	200
	Elektros varikliai	50
	Elektromagnetiniai stabdžiai	50
	VISO komponentų	350

Gedimai buvo fiksuojami parą suskirsčius į keturias dalis. Visas tyrimas tęsėsi 8760 h. Įvykusių gedimų pasiskirstymas paros laikotarpyje surašytas 6.3.2.3 lentelėje „Bandomų komponentų gedimų pasiskirstymas paros laikotarpyje“.

Bandomų komponentų gedimų pasiskirstymas paros laikotarpyje

Bandomo komponento pavadinimas	Gedimų pasiskirstymas paros laikotarpyje, per 8760h tyrimą, vnt.			
	6 ⁰⁰ – 9 ⁰⁰	9 ⁰⁰ - 15 ⁰⁰	15 ⁰⁰ - 19 ⁰⁰	19 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰
Įvadinis automatinis jungiklis	8	1	6	-
Jėgos kontaktoriai	30	8	15	6
Elektromagnetinis stabdis	3	-	1	1
Elektros variklis	7	1	6	1
Gedimų skaičius iš viso per 8760h tam tikru paros laikotarpiu, vnt.	29	4	18	3
Gedimų skaičius viso, per visus paros laikotarpius, vnt.	54			

Laikykime, kad įrenginiai yra neremontuojami, t.y. sugedus reikia pakeisti naujais. Apskaičiuokime automatinių jungiklių negedimo tikimybę po 8760 h, paros laikotarpiu tarp 6⁰⁰ – 9⁰⁰ val.. Tada:

$$P(t) = N_0 - n(t) / N_0; \quad (6.3.2.5)$$

Čia $P(t)$ – komponentų negedimo tikimybė per laiko tarpą;

N_0 – komponentų skaičius bandymo pradžioje;

$n(t)$ – per laiką t sugedusių komponentų skaičius (tam tikru paros laikotarpiu);

Tada:

$$P(t) = 50 - 8 / 50 = 0,84 = 84 \%;$$

Tokiu pat būdu apskaičiuojame ir likusių komponentų negedimo tikimybes per visus paros laikotarpius. Gautus rezultatus surašome į 6.3.2.4 lentelę „Įrenginių negedimo / gedimo tikimybės po 8760 h tyrimo, per tam tikrus paros laikotarpius“.

6.3.2.4 lentelė

Įrenginių negedimo / gedimo tikimybės po 8760 h tyrimo,
per tam tikrus paros laikotarpius

Bandomo komponento pavadinimas	6 ⁰⁰ – 9 ⁰⁰	9 ⁰⁰ - 15 ⁰⁰	15 ⁰⁰ - 19 ⁰⁰	19 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰	Visų komponentų negedimo / gedimo tikimybės
Įvadinis automatinis jungiklis	0,84 / 0,16	0,98 / 0,02	0,88 / 0,12	- / -	0,7 / 0,3
Jėgos kontaktoriai	0,85 / 0,15	0,96 / 0,04	0,93 / 0,07	0,97 / 0,03	0,71 / 0,29
Elektromagnetinis stabdis	0,94 / 0,06	- / -	0,98 / 0,02	0,98 / 0,02	0,92 / 0,08
Elektros variklis	0,86 / 0,14	0,98 / 0,02	0,88 / 0,12	0,98 / 0,02	0,7 / 0,3
Negedimų / gedimų tikimybės iš viso per tam tikrą paros laikotarpį	0,58	0,92	0,71	0,93	0,32

Gedimo tikimybė kaip žinome yra atvirkščias dydis negedimo tikimybei ir paskaičiuojama pagal tokią formulę:

$$Q(t) = 1 - P(t); \quad (6.3.2.6)$$

Pavyzdžiui paskaičiuokime automatinio jungiklio gedimo tikimybę, tada:

$$Q(t) = 1 - 0,84 = 0,16;$$

Likusių komponentų skaičiavimų duomenys pateikiami 6.3.2.4 lentelėje.

Kaip matome iš abiejų lentelių duomenų, įvairių komponentų gedimų intensyvumas per atskirus paros laikotarpius metų bėgyje yra nevienodas. Todėl apskaičiuokime koks yra pavyzdžiui automatinių jungiklių gedimų intensyvumas per laikotarpį nuo 6⁰⁰ – 9⁰⁰ val.. Iš statistinių duomenų nustatėme, kad per 8760 tyrimo valandų, kuomet buvo bandomi 50 vienetų automatinių jungiklių, paros laikotarpyje nuo 6⁰⁰ iki 9⁰⁰ valandos, po 2000 h sugedo 5 komponentai, dar po 2300 h sugedo dar 3 komponentai. Naudosimės 6.3.2.3 lentelės duomenimis. Pirmiausia apskaičiuosime negedimo ir gedimo tikimybes per P,Q(2000 h) ir per P,Q(4300 h). Naudosime praeitų uždavinių formules, tada:

$$P(2000) = 50 - 5 / 50 = 0,9;$$

$$Q(2000) = 1 - 0,9 = 0,1;$$

$$P(4300) = 50 - 8 / 50 = 0,84;$$

$$Q(4300) = 1 - 0,84 = 0,16;$$

Tai vidutinis patikimai dirbančių įrenginių skaičius per laikotarpį nuo 2000h iki 4300h yra:

$$N_v = n_i + n_{i+1} / 2; \quad (6.3.2.7)$$

Čia N_v – vidutinis laiko intervale Δt nepatikimai dirbusių komponentų skaičius;

n_i ; n_{i+1} – patikimai dirbančių elementų skaičius atitinkamai intervalo pradžioje Δt ir pabaigoje, $n_i > n_{i+1}$.

Tada

$$N_v = 45 + 47 / 2 = 46 \text{ vnt..}$$

Apskaičiuokime per laiką 3150 h sugedusių įrenginių skaičių N ir negedimo tikimybę $P(3150)$:

$$N(3150) = N_0 - N_v; \quad (6.3.2.8)$$

čia $N(t)$ – veikiančių įrenginių skaičius per laiką Δt ;

N_0 – įrenginių skaičius bandymų pradžioje;

N_v – vidutinis laiko intervale Δt nepatikimai dirbusių komponentų skaičius;

Tada

$$N(3150) = 50 - 46 = 4 \text{ vnt.};$$

Atitinkamai $P(3150)$ bus:

$$P(3150) = 50 - 4 / 50 = 0,92;$$

Turėdami šiuos duomenis galime apskaičiuoti gedimų intensyvumą $\lambda(t)$ ir gedimų dažnį $a(t)$ per laikotarpį 3150 h:

$$\lambda(3150) = n(\Delta t) / N_v * \Delta t; \quad (6.3.2.9)$$

$$a(3150) = n(\Delta t) / N_0 * \Delta t; \quad (6.3.2.10)$$

čia $n(\Delta t)$ – per laiko vieneta Δt sugedusių elementų skaičius;

N_v – vidutinis laiko intervale Δt nepatikimai dirbusių komponentų skaičius;

Δt – tiriamas laikotarpis;

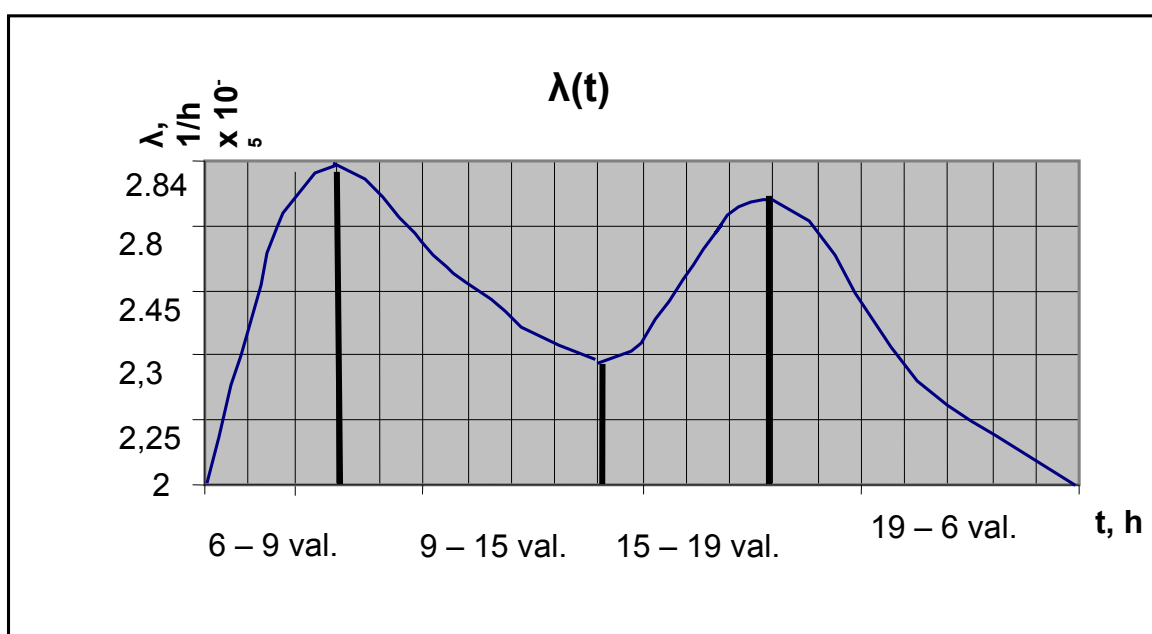
N_0 - įrenginių skaičius bandymų pradžioje;

Tada

$$\lambda(3150) = 3 / 46 * 2300 = 2,84 * 10^{-5} \text{ 1/h};$$

$$a(3150) = 3 / 50 * 2300 = 2,6 * 10^{-5} \text{ 1/h};$$

Apibendrinant nagrinėto uždavinio 6.3.2.4 lentelės duomenis galime teigti, kad didžiausia komponentų gedimo tikimybė yra per piko valandas, nes tuo metu keleiviniai liftai yra labiausiai apkrauti ir dirba intensyviausiu režimu. Tada labiausiai kaista visų komponentų elementai, lifto variklio paleidimo srovės didelės, o tuo metu vyksta daugiausiai paleidimų bei stabdymų. Kitaip tariant piko metu nukenčia didžiausia liftų komponentų dalis, nes lifto sistema veikia intensyviausiai. Gedimų intensyvumo priklausomybę nuo paros laikotarpio pavaizduosime 6.3.2.3 paveiksle „Gedimų intensyvumo priklausomybė nuo paros laikotarpio“.



6.3.2.3 paveikslas „Gedimų intensyvumo priklausomybė nuo paros laikotarpio“

Norint nors kiek sumažinti gedimų intensyvumus per piko laikotarpį, pirmiausia reikėtų kaip galima daugiau dėmesio skirti elektromechaninius kontaktus turintiems įrenginiams. Tokius kontaktus turi daugelis keleiviniuose liftuose sumontuotų įrenginių. Tokie kontaktai bijo didelių perkrovų, o piko metu srovės išauga net keletą kartų. Ypatingai paleidimo srovės kenkia spyruokliniams kontaktams, jie yra deginami, sulydomi arba apsineša suodžiais ir šlakais, ko pasekmėje dar greičiau patiria gedimus.

Pasiūlymas kaip išsigelbėti iš šios situacijos yra vienintelis – naudoti bekontaktus valdymo, apsaugos ir jėgos grandinių įrenginius, tokius kaip tiristoriai, tranzistoriai, optronai. Kaip pavyzdį galima paminėti jau naudojamą ir labai gerai pritapusį tiristorinį lifto variklių valdymo būdą. Įdiegus tokį valdymą iš sistemos išmetami kontaktoriai, kurių kontaktai atlaiko didžiausias

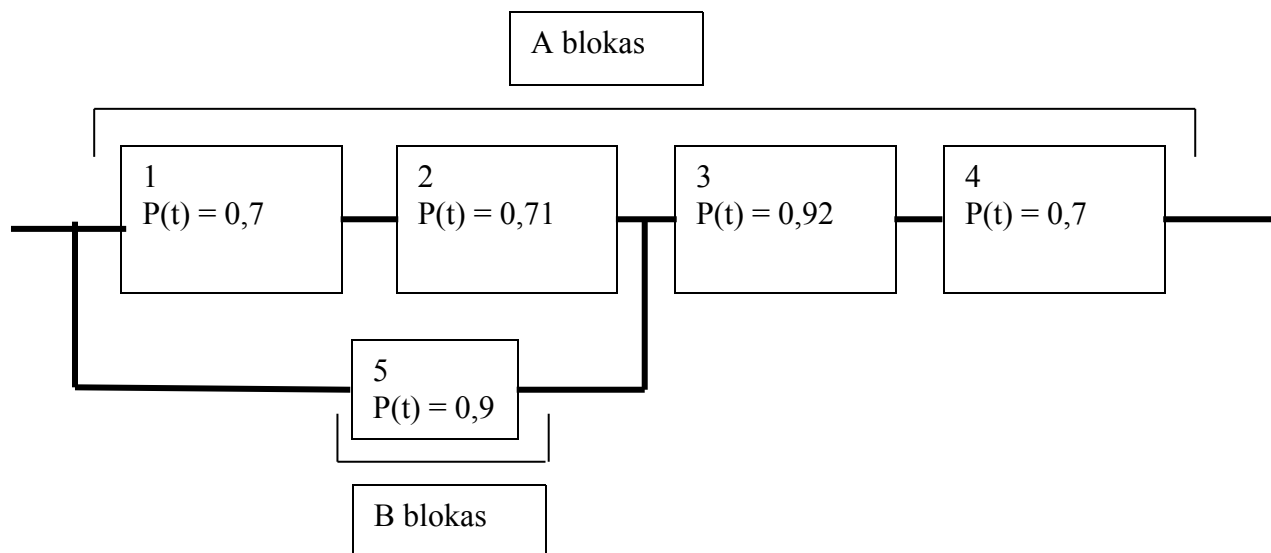
perkrovas lifto sistemoje. Tiristorius, kaip ir visas valdymo, apsaugos ir signalizacijos grandines galėtų valdyti programuojamas loginis valdiklis. Lengvam variklio paleidimui būtų galima pritaikyti dažnio keitiklius. Jų asortimentas šiandiena labai platus. Valdymo ir apsaugos grandinių reles reikėtų pakeisti tranzistoriais ir optronais, kuriuos valdytų PLV. Net neabejojama, kad taip renovavus liftą būtų žymiai pagerinti patikimumo rodikliai.

Panagrinėkime atvejį, kaip keičiasi patikimumo rodikliai, kai į nuoseklias liftų sistemos grandines yra įvedami rezervuojantys komponentai. Tai atlikime sprenddami 4 uždavinį.

4 uždavinys. Turime nuoseklią keleivinio lifto jėgos grandinę sudarytą iš šių komponentų:

- 1) Įvadiniai saugikliai;
- 2) Įvadinis automatinis jungiklis;
- 3) Jėgos kontaktoriai;
- 4) Elektros variklis.

Sudarykime struktūrinę komponentų 1, 2, 3 ir 4 schemą ir priskirkime jai blokui A. Šių komponentų patikimumo rodikliai žinomi (žr. 6.3.2.4 lentelę, 6 grafa, 3 uždavinys). Įveskime papildomą rezervuojantį komponentą 5, jį priskirkime blokui B. Tai galėtų būti automatinio rezervo įrenginys. Viską pavaizdavome 6.3.2.4 paveiksle „Jėgos grandinės struktūrinė schema su rezervuojančiu komponentu“.



6.3.2.4 paveikslas „Jėgos grandinės struktūrinė schema su rezervuojančiu komponentu“

Šio uždavinio tikslas surasti visos sistemos negedimo tikimybę.

Sprendimas. Nagrinėjama sistema susideda iš dviejų lygiagrečių grandinių A ir B. Pradžioje nagrinėkime A grandinę, kuri susideda iš 4 nuosekliai sujungtų komponentų 1, 2, 3 ir 4. Bloko A negendamumo tikimybė apskaičiuojama pagal formulę:

$$P_A(t) = p_1(t) * p_2(t) * p_3(t) * p_4(t); \quad (6.3.2.11)$$

Čia $P_A(t)$ – A bloko negedimo tikimybė;

$p_1(t) \dots p_4(t)$ – atskirų komponentų negedimo tikimybės;

Tada

$$P_A(t) = 0,7 * 0,71 * 0,92 * 0,7 = 0,32;$$

Tada visos sistemos negedimo tikimybė, kartu su rezervuota grandine bus:

$$P_S = 1 - (1 - P_A) * (1 - P_B) = 1 - (1 - 0,32) * (1 - 0,9) = 1 - (0,68 * 0,1) = \\ = 1 - 0,068 = 0,932;$$

Iš šio uždavinio matome, kad net ir esant visai nedidelei nuoseklios grandinės negedimo tikimybei, įvedus vieną rezervinį komponentą, visos sistemos patikimumas žymiai padidėja. Įdomu tai, kad rezervinis elementas ir pats nėra labai didelio patikimumo, o galutinis rezultatas gaunamas didesnis ir už jį.

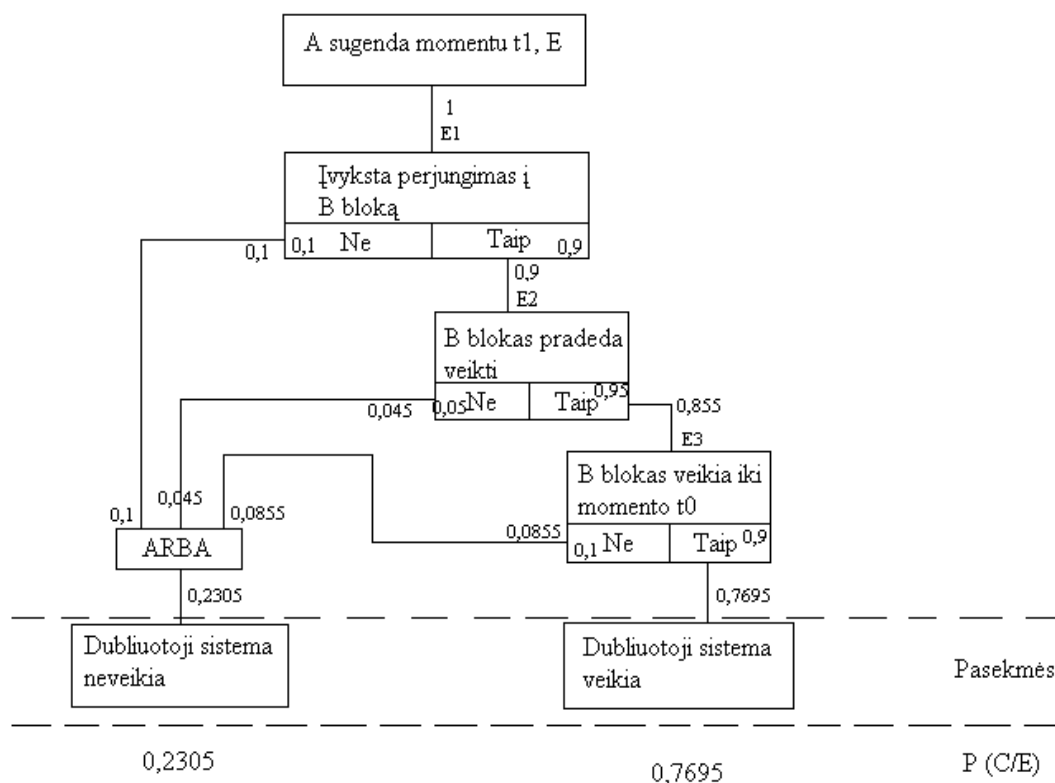
Prie šio uždavinio panagrinėkime įvykių medžio situaciją, kurioje matysime, kaip elgiasi rezervinė grandinė atsiradus tam tiram inicijuojančiam įvykiui.

Tarkime, kad inicijuojantis įvykis yra „A bloko atsakas momentu t_1 “. Šis įvykis priklauso tarp dviejų reguliarių techninių apžiūrų $[0, t_0]$.

Kadangi A blokas sudarytas iš nuosekliai sujungtų komponentų, tai įvykus bent vieno komponento gedimui, blokas A patiria atsaką. Tarkime sudega įvadiniai saugikliai, bet ne dėl gedimo lifto sistemoje, o todėl, kad remonto metu buvo pažeisti laidai nueinantys iš elektros skydinės į lifto kirtiklį. Valdymo sistema fiksuoja, kad gedimas įvyko ne lifto sistemoje, todėl įjungia automatinio rezervo įvedimo įrenginį, kuris sujungia grandinę per B bloką. Tačiau, kad blokas B veiktų jis taip pat neturi patirti atsakų tokių kaip [20]:

- 1) „sugedus A blokui neperjungiama į B bloką;
- 2) „sugedus A blokui ir persijungus į B, pastarasis nepradedą veikti;
- 3) „sugedus A ir persijungus į B ir jam pradėjus veikti, B blokas patiria gedimą iki momento t_0 .

Visa ši seka pateikiama 6.3.2.5 paveiksle „Keleivinio lifto dubliuotos jėgos grandinės įvykių medžio diagrama“.



6.3.2.5 paveiksle „Keleivinio lifto, dubliuotos jėgos grandinės, įvykių medžio diagrama“

Taigi kaip matome iš įvykių medžio diagramos 6.3.2.5 paveiksle, ARBA simbolio įeitys yra trijų išsišakojimų išeitys. Pasireiškus nors vienai įvykių sekai sistema nustos veikusi iki momento t_0 . matome, kad įvykių sekų tikimybės 0,1; 0,045 ir 0,0855. Akivaizdu, kad tos sekos nepasireišk karu, nes jos yra nesuderinamos. Todėl sistemos gedimo tikimybė yra suma sekų tikimybių.

Pagal tikimybių teorijos pagrindus susumavus gautas gedimo ir negedimo tikimybes turime gauti $1. 0,7695 + 0,2305 = 1$.

Ši įvykių medžio diagrama naudojama tam ,kad darbuotojai norėdami įvesti dubliuotą jėgos grandinę galėtų pirmiausiai apsiskaičiuoti sukurto modelio veikimo seką. Iširti, kada sistema gali sugesti.

Apibendrinant visus metodus galime teigti, kad jie visi pirmiausiai siūlo panaudoti savo mąstymo ypatumus ir ne bet kokio, o gilaus loginio mąstymo. Tai padeda išvengti skubotų sprendimų ir galimų neteisingų jų pasekmių atliekant keleivinių liftų renovavimo procedūras.

Kadangi liftai sudaryti iš daugelio komponentų, tai vieni jų yra remontuojami, o kiti neremontuojami. Skiriasi ir jų rodiklių skaičiavimas. Išspręsime kelis uždavinius, kuriuose ir panagrinėsime plačiau šias dvi sistemas.

5 uždavinys. Nagrinėjama neremontuojama sistema. Buvo išbandyti 150 diodų tiltelių, naudojamų valdymo ir apsaugos grandinių maitinimui. Bandymų laikas 8760 h (vieni metai). Per bandymo laikotarpį gedimus patyrė 30 vienetų. Reikia apskaičiuoti negedimo tikimybę $P(8760)$ ir negedimo tikimybės P_a pasikliautinąjį intervalą, kai $\alpha = 0,95$.

Čia α – pasikliautinąjo intervalo P_a ir P_v tikimybė.

Negendamumo tikimybė apskaičiuojama:

$$P^* = N_0 - n(t) / N_0;$$

$$P(8760) = 150 - 30 / 150 = 0,8;$$

Apatinės ir viršutinės negedimo ribų tikimybės bus skaičiuojamos pagal formules [19]:

$$P_a = P^* - z_\alpha * \sqrt{P^*(1 - P^*) / n}; \quad (6.3.2.12)$$

$$P_v = P^* + z_\alpha * \sqrt{P^*(1 - P^*) / n}; \quad (6.3.2.13)$$

Čia P^* - negedimo tikimybė;

z_α – standartinio normaliojo pasiskirstymo kvantilis, atitinkantis pasikliautinumo tikimybę α .

n – išbandytų įrenginių skaičius;

Tačiau šios formulės gali būti taikomos tik tada, kai yra patenkinamos sąlygos [19];

$$n P^* > 10 \text{ ir } n (1 - P^*) > 10; \quad (6.3.2.14)$$

Taigi mūsų atveju:

$$n P^* = 150 * 0,8 = 120 > 10 \text{ ir } 150 (1 - 0,8) = 30 > 10;$$

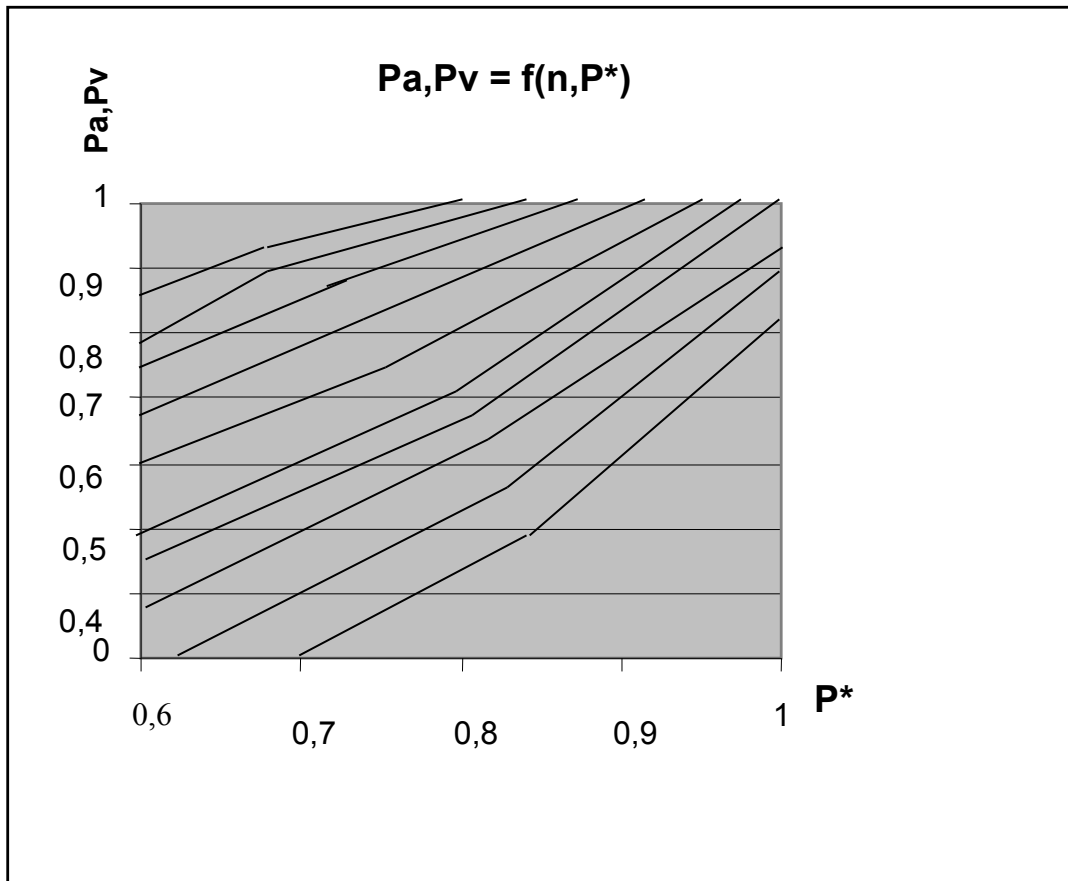
Sąlygos yra patenkinamos, galime naudoti formules 6.3.2.12 ir 6.3.2.13.

Tada iš P.1 lentelės [19], kai $\alpha = 0,95$, randame $z = 1,65$, tai

$$P_a = 0,8 - 1,65 \sqrt{0,8 (1 - 0,8) / 150} = 0,75;$$

$$P_v = 0,8 + 1,65 \sqrt{0,8 (1 - 0,8) / 150} = 0,85;$$

Galima daryti išvadas, kad su 95 % patikimumu negendamumo tikimybė pateks į intervalą tarp 0,75 ir 0,85. Sprendimo rezultatus pateikiame 6.3.2.6 paveiksle „Viršutinio ir apatinio pasikliautinąjo intervalo ribų priklausomybė nuo išbandytų įrenginių skaičiaus ir negedimo tikimybės“.



6.3.2.6 paveikslas „Viršutinio ir apatinio pasikliautinąo intervalo ribų priklausomybė nuo išbandytų įrenginių skaičiaus ir negedimo tikimybės“

6 uždavinys. Žinome negendamumo tikimybės $P^* = 0,8$ pasikliautinąjį intervalą, kai $\alpha = 0,95$. Galime apskaičiuoti kiek bandymų reikia atlikti komponentams, norint patikrinti negendamumo tikimybės $P^* = 0,8$ pasikliautinąjį intervalą, kai $\alpha = 0,95$, $P_a = 0,75$, $P_v = 0,85$.

Naudosimės 9.07 formule [19]:

$$n = 4 * z_{\alpha}^2 * P^* * (1 - P^*) / d^2; \quad (6.3.2.15)$$

čia $d = P_v - P_a = 0,85 - 0,75 = 0,1$;

Iš P.1 lentelės [19] surandame $z_{0,95} = 1,65$;

Tada

$$N = 4 * 1,65^2 * 0,8 * (1-0,8) / 0,1^2 = 1,74 / 0,01 = 174 \text{ bandymai.}$$

Reikia atlikti 174 komponento bandymus, kad galėtume patvirtinti, jog su 95 % patikimumu negendamumo tikimybė pateks į intervalą 0,75 ir 0,85.

Apibendrinant 5 ir 6 uždavinius ir jų grafikus, galime teigti, kad patikimiausius rezultatus gauname tada, kai atliekame didelį skaičių n objektų bandymų. Taip pat reikšmės turi ir lifto sistemos negendamumo rodiklis. Kuo jis didesnis, tuo mažesnis pasikliaujamų ribų išsibarstymas, siauresnis pasikliautinas intervalas (žr. 6.3.2.6 pav.).

Atlikdami pasiruošimą renovavimo darbams būtina turime žinoti ir nustatyti koks bus atnaujintų detalių patikimumas ir kokiam intervale jis galės kisti. Matome, kad neremontuojami įrenginiai turi būti ypatingai patikimi, nes jiems sugedus neužteks pakeisti kokią nors dalį, o reikės keisti visą. Jeigu tai bus svarbus mazgas, toks kaip programuojamas loginis valdiklis, jam patyrus gedimą, gali būti patirti nemaži nuostoliai, finansine prasme. Todėl geriau dešimt kartų pabandyti ir tinkamai įsitikinti, negu paskui dėl to gailėtis.

Tolimesniame uždavinyje apskaičiuosime remontuojamų komponentų patikimumo rodiklius. Šių sistemų bandymas, atvirksčiai negu neremontuojamų, vyksta iki gedimo, tada gedimas pašalinamas pakeičiant ar pataisant sugedusį įrenginį ir bandoma toliau [19]. Taip nustatomi remontuojamų sistemų rodikliai tokie kaip: vidutinis laikas tarp gedimų, gedimų dažnis. Kaip jau žinome iš analizuotos literatūros, vidutinis laikas tarp gedimų pasiskirsto pagal eksponentinį dėsnį, t.y. ilgėjant eksploataavimo laikui vidutinis laikas tarp gedimų trumpėja. Kaip ir neremontuojamiems gedimams, taip ir remontuojamiems galime apskaičiuoti ne tik vidutinį laiką tarp remontų, bet ir nustatyti apatinį ir viršutinį pasikliaujamus intervalus. Jie paskaičiuojami pagal sekančias formules [19]:

$$T_a = 2 t_{\Sigma} / \chi_{1-\alpha}^2; 2(m+1); \quad (6.3.2.16)$$

$$T_v = 2 t_{\Sigma} / \chi_{\alpha}^2; 2m; \quad (6.3.2.17)$$

Čia $t_{\Sigma} = \sum t_i$ – suminė n objektų bandymų trukmė;

χ^2 – pasiskirstymas su v laisvės laipsnių. Laisvės laipsnių skaičius lygus $v = 2m$ – jei įvykus gedimui bandymas nutraukiamas ir $v = 2(1+m)$ – jei bandymas nenutraukiamas, pasibaigus pasirinktam bandymo laikotarpiui.

Uždavinys 7. Buvo bandomi dešimties liftų, 9 aukštų, aukštų perjungikliai. Tyrimas buvo atliekamas šio darbo autoriaus iniciatyva. Įrenginių bandymo laikotarpis pasirinktas 1 metai, t.y. 8760 h. Buvo tiriama 90 perjungiklių. Galima priimti, kad vieno įrenginio bandymo laikas yra:

$$t_{iir} = 8760 / N_0; \quad (6.3.2.18)$$

Čia t_{iir} – vieno įrenginio bandymo laikas;

N_0 – bandomų įrenginių skaičius;

Per bandymo laikotarpį iš viso įvyko 25 įvairūs gedimai. Apskaičiuokime vidutinį laiką tarp gedimų, jų dažnį ir to laiko pasikliautiną intervalą apatinę ir viršutinę ribas, kai pasiklovimo tikimybė $\alpha = 0,95$.

Sprendimas.

Kadangi objektai bandyti visą pasirinktą laiką, t.y. sutvarkius gedimus buvo tiriama toliau, todėl naudosimės 6.3.2.16 formule.

Tada

$$t_{\Sigma} = 90 * 97,3 = 8757 \text{ h};$$

$$1 - \alpha = 1 - 0,95 = 0,05;$$

Apskaičiuokime laisvės laipsnių skaičių:

$$v = 2(m+1) = 2(25+1) = 52;$$

Iš P.3 lentelės [20] randame $\chi^2_{0,05;52} = 67,42$;

Tada

$$T_a = 2 * 8757 / 67,42 = 17 514 / 67,42 = 259,77 \text{ h};$$

Vidutinis laikas tarp gedimų;

$$T_v = t_{\Sigma} / m; \tag{6.3.2.19}$$

$$T_v = 8757 / 25 = 350,28 \text{ h};$$

Tiriamų komponentų gedimų dažnis apskaičiuojamas taip:

$$\lambda = 1 / T_v; \tag{6.3.2.20}$$

$$\lambda = 1 / 350,28 = 2,85 * 10^{-3} \text{ 1/h};$$

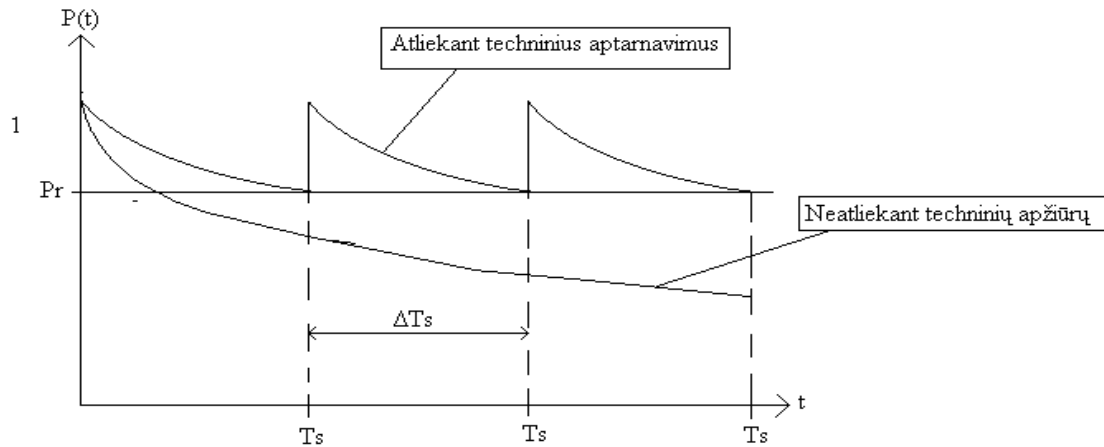
Matome, kad vidutinis laikas tarp gedimų yra 350,28 h. Tačiau yra 95 % tikimybė, kad šis laikas nebus trumpesnis kaip $T_a = 259,77 \text{ h}$.

Trumpos išvados: atlikus visus šiuos skaičiavimus bendrai visuose uždaviniuose, suprantame, kad dabartinių liftų techninių sistemų komponentai nėra patikimi. Daugumoje uždavinių negedimo tikimybės atsakymus gaudavome apie 0,8 – 0,9. Mano manymu, įrenginys gali būti laikomas patikimu ir su gerais rodikliais, kai jų negedimo tikimybė nėra mažesnė kaip 0,99 – 0,995. Toks patikimumas turėtų būti bent jau visiems komponentams. Kaip žinome skaičiuojant visos sistemos negedimo tikimybę šis rodiklis gali smarkiai nukristi jei bent vienas sistemos komponentas bus mažesnio patikimumo. Sistemos apatinė pasikliaujamoji negedimo riba neturėtų mano manymu būti žemesnė kaip 0,9. Taip pat nustatėme kaip priklauso patikimumo rodikliai vieni nuo kitų. Matome, kad jie labai priklauso vieni nuo kitų, kai keleivinio lifto eksploatacija eina į pabaigą, t.y. kai prasideda intensyvaus dilimo periodas.

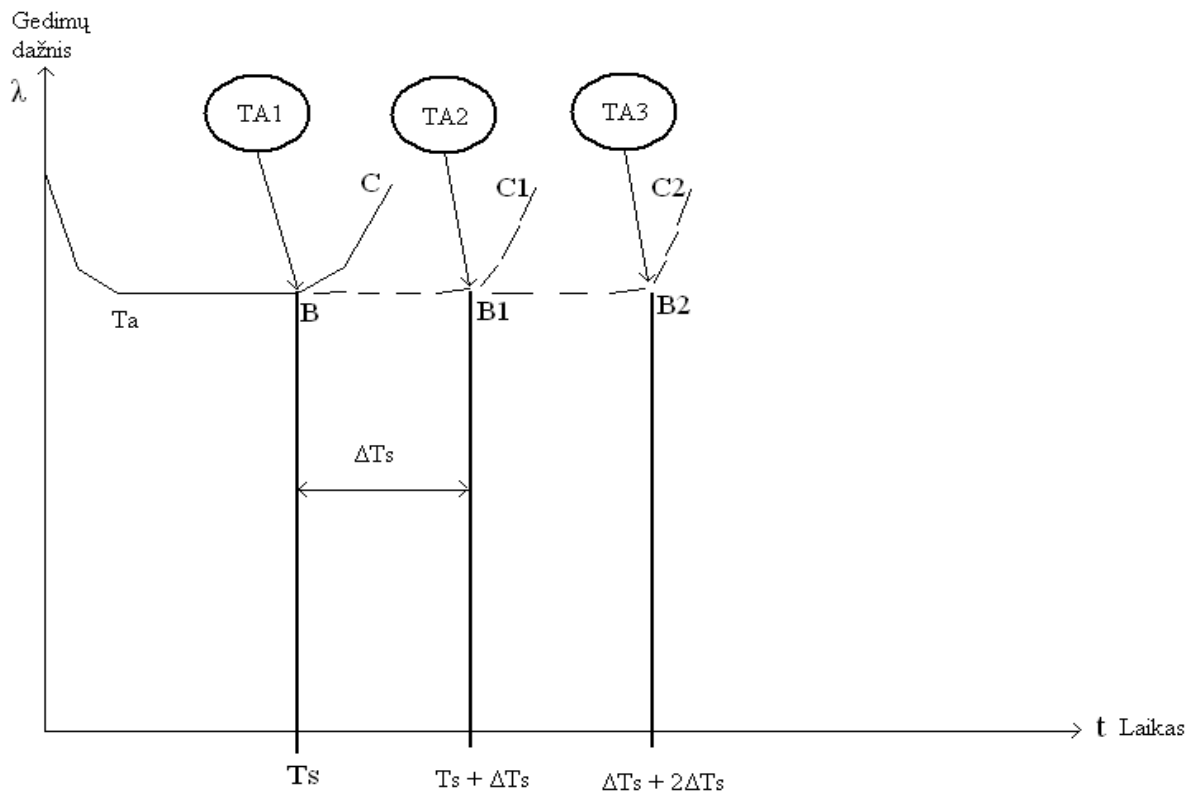
Nustatę ir išanalizavę keleivinių liftų patikimumo rodiklius mes puikiai susipažįstame su visa lifto sistema. Nustatę ar žinodami tokius rodiklius kaip lifto gedimų intensyvumas ir dažnis, visuomet galėsime pasakyti kada reikalinga atlikti technines apžiūras, pakeisti vieną ar kitą svarbų komponentą.

Numačius ir nustačius visus lifto patikimumam ir saugiam darbui reikalingus rodiklius ir jų pasiskirstymo dėsnius, būtų galima efektyviai planuoti senų liftų renovavimo etapus.

Aiškliai būtų galima numatyti, kuriuos komponentus reikalinga keisti pirmiausiai, juos pakeitus naujais pastariesiems numatyti techninių aptarnavimų ir planinių remontų laikotarpius. Kaip tinkamai ir laiku nustatyti techniniai aptarnavimai ir remontai įtakoja keleivinių liftų patikimumo rodiklius pavaizduota 6.3.2.7 paveiksle „Negedimo tikimybės (a) ir gedimo intensyvumo (b) priklausomybės nuo techninių apžiūrų ir remontų dažnumo“.



Čia T_s - laiko momentas per kurį komponentas pasiekia kritinę būklę;
 Pr - negedimo tikimybės riba atliekant remontus ir technines apžiūras;
 $P(t)$ - sistemos negedimo tikimybė;
 ΔT_s - laikotarpis per kurį atitolinamas negedimo tikimybės mažėjimas



6.3.2.7 paveiksle „Negedimo tikimybės (1) ir gedimo intensyvumo (2) priklausomybės nuo techninių apžiūrų ir remontų dažnumo“.

6.4. Vartotojų apklausos metodas

6.4.1. Anketinės apklausos analizė

Daugelio literatūrų autorių teigia, kad nemažai informacijos atliekant tyrimą galima gauti iš potencialių vartotojų (žmonių) apklausų. Mūsų atveju vartotojai, tai keleiviniai liftais besinaudojantys asmenys. Šie žmonės, skirtingai nuo įmonių eksploatuojančių liftus darbuotojų, kiekvieną dieną, ir net po kelis kartus, susiduria mažiausiai su vienu keleiviniu liftu. Taigi vartotojai mato, kaip liftas atrodo vieną dieną ir kaip jis atrodo ar elgiasi po savaitės ar mėnesio. Dauguma vartotojų, gyvenančių daugiaaukščiame name, žino kada ir kiek kartų kėlimo priemonė buvo sugedusi (pastarosiomis dienomis, savaitėmis ar mėnesiais) bei turi savo nuomonę, kaip liftas turėtų atrodyti, ko jam trūksta, kaip jį padaryti komfortablesniu ir patikimesniu. Liftus aptarnaujantis personalas, atlikdamas technines apžiūras ar remontu, vis tiek turi išklaudyti žmonių skundų, kartais net kandžių pasakymų. Taigi kodėl patiems liftų įmonių atstovams nenuėjus pas vartotojus ir neleidus pasakyti ką jie mano apie lifthus ir jų stovį. Kiti sako, kad neverta klausytis ką sako šie žmonės, jie nieko nesupranta apie liftų sistemas ir jų įrengimą. Mano manymu tai jau pasenusios pažiūros. Dabartiniu metu yra labai daug išsilavinusių žmonių, kurie nemažai nusimano apie technines sistemas, todėl mums turėtų būti svarbi kiekviena išgirsta nuomonė ar pastaba. Pagaliau jie juk vartotojai. Liftus prižiūrinčios ir tvarkančios įmonės už įrenginio eksploatavimą ima pinigų, o žmonės nori, kad liftais veiktų nepriekaištingai ir saugiai. Atsiminkime, kad dar yra ir žmogiškasis faktorius. Turime suprasti, kad tik vartotojai, kurie kiekvieną dieną naudojami keleiviniais liftais gali pastebėti daugelį nenormalaus liftų darbo režimų, kaip pavyzdžiui:

- 1) ties trečiu aukštu kažkas kliūva jau kelinta savaitė;
- 2) variklis smarkiai užžia;
- 3) kartais sunku išsikviesti liftą į reikimą aukštą;
- 4) sugedęs ar netinkamas kabinos apšvietimas;
- 5) sulaužyti mygtukai ir t.t.

Bendraudamas su žmonėmis (vartotojais) pastebėjau tokią tendenciją, jeigu atsakingas asmuo ateina pas vartotoją savo iniciatyva ir parodo susidomėjimą vienu ar kitu klausimu dėl lifto būklės ar kitokių problemų, tai žmonės labai mielai ir laisvai pasidalina su tavimi įvairia informacija. Kartais gali pasitaikyti, kad vartotojas duoda tokią mintį, apie kurią mes net nebūtume pagalvoję. Todėl siūlyčiau visiems atliekantiems bet kokią tiriamąją darbą, nepatingėti ir skirti laiko vartotojų apklausai. Apklausą geriausiai atlikti tyrimo pradžioje, kadangi atliekant, tarkim, renovuojamo lifto projekto analizę ir sudarant jo sandarą, galėsime atsižvelgti ir į vartotojų pasiūlymus bei pageidavimus. Iš vartotojų gaunama informacija dažnai būna netikslūs ar ne konkretūs. Todėl atsakingiems asmenims reikalinga ne tik surinkti tą informaciją, bet ir ją susisteminti (sukonkretinti) ir įdiegti į numatomą atlikti projektą.

Tam panaudosime kelis metodus, kurių tikslas – atrinkti tuos objekto elementus, kurie turėtų būti renovuojami ar keičiami naujais, jei norima pagerinti viso objekto kokybę. Ši analizė padeda tinkamiau suprasti ir patenkinti vartotojų norus bei išlaikyti gerus santykius[19].

Pirmasis metodas – tai apklausos anketa su mūsų temai aktualiais klausimais. Ji skirta tam, kad būtų galima lengviau išsiaiškinti dabartinių liftų privalumus ir trūkumus

Antrasis metodas – tai tikslų medžio metodas. Jį sudarant bendraujama tiek su vartotojais, tiek ir su projekto vykdytojais. To pasekmėje sudaromi tikslų sąrašai, iš kurių išskiriami svarbesnieji ar mažiau svarbesni. Vėliau jie pateikiami tikslų medžio diagramos pavidalu [19].

Analizuojant liftų renovavimo problemas tiek vienu, tiek kitu metodu didžiausias dėmesys vis dėlto skiriamas vartotojų pageidavimams. Šie metodai leidžia mums atsižvelgti į vartotojų išsakytas pastabas ir norus dar prieš atliekant renovavimo darbus. Todėl po šių darbų atlikimo liks patenkinta ne tik įrenginį eksploatuojanti įmonė, bet ir vartotojai.

Atliekant tyrimą buvo apklausti 500 vartotojų pasirinktinai iš dešimties gyvenamų daugiaaukščių namų, kuriuose eksploatuojami keleiviniai liftai senesni kaip 15 metų. Anketos originalas su pateiktais klausimais bus pateiktas 4 priede vienu egzemplioriumi. Susisteminti apklausos rezultatai nurodomi 6.4.1.1 P4 lentelėje 4 priede, procentais iš visų vartotojų. Anketos klausimai visiems vartotojams buvo pateikti vienodo turinio. Apklausa buvo vykdoma 2006 metais, balandžio – rugpjūčio mėnesiais.

Apbendrinami apklausos rezultatus galime teigti, kad yra nemaža dalis respondentų, kurie beveik nieko nežino apie liftų būklę ir renovavimo problemas ar visai nesidomi. Tokių piliečių, susumavus visų klausimų atsakymus, bendrai susidaro net 17,7 %. Panašus skaičius vartotojų teigia, kad negauna arba mažai gauna informacijos apie nagrinėjamus klausimus. Galime padaryti išvadą, kad keleivinių liftų vartotojai nėra pakankamai informuojami apie esamą liftų būklę bei nėra viešai nagrinėjamos liftų renovavimo problemos. Dėl tos pačios priežasties vartotojai negalėjo tinkamai atsakyti į vienus ar kitus klausimus, kadangi nėra tinkamai apie tai informuoti.

Dauguma respondentų mano, kad svarbiausias keleivinio lifto kokybės rodiklis yra patikimumas, toliau seka saugumas ir ilgaamžiškumas. Tik tolimesnėse vietose paliekami: ekonomiškumas, komfortabilumas ir t.t..

Iš teorinės ir analitinės medžiagos jau buvom įsitikinę, kad liftus aptarnaujančio personalo kvalifikacija ir geras nusimanymas šioje sferoje labai įtakoja tyrinėjamų lifto sistemų gedimų atsiradimą ir jų pasekmes. Iš anketinės apklausos rezultatų taip pat matome, kad jais nėra labai pasitikima, o jų atliekamas darbas vertinamas tik vidutiniu balu. Išvada būtų viena, liftus eksploatuojančios įmonės turėtų ypatingai susirūpinti dėl esamų darbuotojų kvalifikacijos kėlimo ir jų tinkamumo atlikti lifto eksploatacijos darbus. Kaip jau minėjome tiriomojo darbo įžangoje, liftas

– tai potencialiai pavojingas įrenginys, todėl jo aptarnavimas ir priežiūra turi būti nepriekaištingi, atliekami darbai kokybiški ir garantuojantys patikimą ir saugų jo darbą.

Kaip išvadas atliktai anketinei vartotojų apklausai pateikiame tikslų medžio diagramą 6.4.1.1 P4 paveiksle 4 priede „Anketinės vartotojų apklausos tikslų medžio diagrama“.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Ištyrus keleivinių liftų komponentų gedimus ir jų įtaką (gedimų ir jų įtakos analizės metodas) iš 6.2.1.1 P3 ir 6.2.3.1.1 P3 lentelių duomenų nustatėme, kad:
 - Prieš atliekant renovavimo darbus būtina tinkamai išanalizuoti liftų sistemas ir jų komponentus, nes tik taip galime išskirti svarbiausius bei dažniausiai gendančius, kuriems reikėtų skirti ypatingą dėmesį.
 - Reikalinga ištirti komponentų gedimo priežastis ir jų pasekmes, nes šių duomenų pagalba bus išvengta klaidingų sprendimų renovuojant keleivinių liftų sistemas.
 - Tinkamai parinkus naujus įrenginius (komponentus) ir juos įdiegus į liftų sistemas, būtų išvengta nemaža dalis esamų problemų. Žinoma būtina atsižvelgti į galimus naujus komponentų gedimus ir juos eliminuoti projektavimo pradžioje.
2. Ištyrus keleivinių liftų komponentų gedimus nuo inicijuojančių įvykių (įvykių medžio analizės metodas) nustatėme, kad:
 - Būtina iš anksto įvertinti naujai įdiegiamų (renovuotų) liftų komponentų galimus gedimus nuo atsitiktinių inicijuojančių įvykių, taip galėsime tinkamai parinkti ir sumontuoti patikimiausius komponentus bei išvengti klaidų projektavimo bei eksploataavimo laikotarpiu.
 - Didelė dalis keleivinių liftų komponentų gedimų įvyksta dėl aptarnaujančio personalo klaidų, todėl labai svarbu pasirinkti kvalifikuotą bei tinkamai paruoštą personalą renovavimo darbams atlikti.
3. Išanalizavus keleivinių liftų patikimumo rodiklių uždavinių skaičiavimo rezultatus nustatėme, kad:
 - Renovuojant keleivinius lifthus būtina minimizuoti sistemą sudarančių komponentų skaičių, mažinti nuoseklių grandinių skaičių bei parinkti komponentus su didele negendamumo tikimybe ir ilgaamžius, tokiu būdu sumažinsime komponentų gedimų intensyvumą.
 - Apskaičiavus kiekvieno komponento gedimų intensyvumą bei vidutinį išdirbį iki / tarp gedimų, galima efektyviai planuoti renovuotų liftų remonto ir techninių apžiūrų laikus ir jų skaičių.
 - Apskaičiavus pasikliautinasias komponentų negendamumo tikimybės ribas, renovavimo metu, galima išvengti didelių sistemos gedimų ateityje.
4. Ištyrus vartotojų apklausos duomenis ir juos susisteminius, nustatėme, kad:

- Iš apklausos duomenų, sudarant tikslų medį, yra atrenkami svarbiausieji ir mažiau svarbūs elementai, susiję su renovavimo projektu, leidžiantys patenkinti vartotojų norus ir pagerinti keleivinių liftų kokybę.
- 5. Kiekvienai techninei sistemai atlikus rizikos analizės vertinimą, būtų galima išvengti didelės dalies gedimų ir nepageidaujamų įvykių pasireiškimo. Tokiu būdu padidinamas techninės sistemos patikimumas ir stabilumas.
- 6. Atliekant bet kokios techninės sistemos tyrimą siūlome naudotis visais paminėtais metodais. Nes tik taip bus detalai išnagrinėtas atliekamas projektas ir išspręsti rūpimi klausimai.

LITERATŪRA

- 1) Ramonas Z. Technologijos fakulteto studijų darbų parengimo tvarka: mokomoji knyga/Z.Ramonas, V.Petronis, D.Čikotienė. Šiauliai, 2004. 43p.
- 2) LR socialinės apsaugos ir darbo ministerija. Liftų naudojimosi taisyklės: taisyklės.Valstybės žinios, 2006, Nr. 26 – 877, galioja nuo 2006 03 02.
- 3) Techninis reglamentas „Liftai“:reglamentas. Valstybės žinios, 2000 04 05, Nr. 28 – 785, galioja nuo 2000 04 06.
- 4) STR 2.02.01:2004 [interaktyvus]. Statybos techninis reglamentas: Gyvenamieji pastatai. – [žiūrėta 2006 05 23]. Prieiga per internetą:
<http://www.urban.lt/naujas/file/STR%20%20gyven.doc>.
- 5) LR potencialiai pavojingų įrenginių įstatymas 1996 05 02, Nr. I – 1324. – [žiūrėta 2006 0614]. Prieiga per internetą:
http://skelbimas.lt/istatymai/potencialiai_pavojingu_irenginiu_prieziuros_istatymas.htm.
- 6) Ермишкин.В.Г. Наладка лифтов. Москва, 1990. 302 с.
- 7) Иоффе. Е.Я. Высокоскоростные лифты. Москва, 1988. 91 сю
- 8) Найдович.А.Н. Инструкция по эксплуатации лифта. Минск, 1987. 3 – 52 с.
- 9) Чутчиков.И.П. Электрооборудование лифтов массового применения/П.И.Чутчиков, Н.И.Алексеев, А.К.Прокофьев. Москва, 1983. 167с.
- 10) Вишневецкий.И.М. Модернизация лифтов / И.М. Вишневецкий, В.В.Медведев, Н.Н.Чебышев. Москва, 1993ю 266 с.
- 11) Макаров.А.Г. Автоматика скоростных лифтов /А.Г.Макаровб Г.К. Ломакин. Москва, 1989. 91 с.
- 12) Волков.Д.П. Надежность лифтов и технология их ремонта/ Д.П. Волков, П.И.Чутчиков. Москва, 128 с.
- 13) UAB „Festo“ [interaktyvus]:Programuojami loginiai valdikliai. Mokomoji knyga. – [žiūrėta 2006 09 12]. Prieiga per internetą:<http://mail.festo.lt/didact/books.php>.

- 14) UAB „Festo“ [interaktyvus]:Pneumatika. Mokomoji knyga. – [žiūrėta 2006 09 14]. Prieiga per internetą: <http://mail.festo.lt/didact/books.php>.
- 15) UAB „Festo“ [interaktyvus]: Loginė automatika. Mokomoji knyga. - [žiūrėta 2006 09 20]. Prieiga per internetą: <http://mail.festo.lt/didact/books.php>.
- 16) UAB „Festo“ [interaktyvus]: Jutkliai valdymo ir gamybos technologijose. Mokomoji knyga. – [žiūrėta 2006 10 05]. Prieiga per internetą: <http://mail.festo.lt/didact/books.php>.
- 17) Višniakas.I. Patikimumo teorija: mokomosios metodinės literatūros knyga/ I. Višniakas, K. Slivickas. Vilnius, 2005. 90p.
- 18) Gečys.S. Elektros įrenginių patikimumas ir eksploatacija. Kaunas, 2005. 124p.
- 19) Medekšas.H. Gaminų kokybė ir patikimumas: vadovėlis. Kaunas, 2001. 260p.
- 20) Vaidogas.E.R. Techninių sistemų rizikos analizė: mokomoji knyga. Vilnius, 2003. 149p.
- 21) Liftų sauga: seminaras [žiūrėta 2007 04 19]. – Prieiga per internetą: <http://www.vdi.lt/risk/sm/lifts/lifts-1.ppt#3>
- 22) Aleksa.V. Technologinių procesų automatizavimas. Kaunas, 2001. 28p.
- 23) Balžekas K. Technologinių procesų loginis valdymas: mokomoji knyga/K. Balžekas, V. Rimkevičius. Kaunas, 2003. 66p.

PRIEDAI

Priedas 1. Literatūros analizės medžiaga

5.2.1 P1 lentelė

Literatūros aprašo kartoteka

Autoriaus (-ių) pavardė, vardo (-ų) inicialai	Literatūros šaltinio pavadinimas	Šaltinio forma (monografija, mokslinis straipsnis ir t.t.)	Šaltinio duomenys (knygos leidykla, metai; puslapių skaičius, žurnalo pavadinimas, metai, numeris, puslapiai)	Trumpa nagrinėjamų klausimų anotacija
1	2	3	4	5
1. Ramonas Z., Petronis V., Čikotienė D.	Technologijos fakulteto studijų darbų parengimo tvarka	Mokomoji knyga	Šiauliai. ŠU, Technologijos fakultetas, 2004m. 43p.	Aprašoma magistro baigiamojo darbo parengimo, atlikimo ir pateikimo tvarka. Aprašomi bendrieji darbų teksto bei grafinių dokumentų reikalavimai.
2. LR socialinės apsaugos ir darbo ministerija	Liftų naudojimosi taisyklės	Taisyklės	Valstybės žinios, 2006, Nr.26-877, galioja nuo 2006 03 02	Nustato kaip turi būti pradedami naudoti ir eksploatuojami liftai. Kaip turi būti tikrinama jų techninė būklė.
3. LR socialinės apsaugos ir darbo ministerija	Techninis reglamentas „Liftai“	Reglamentas	Valstybės žinios, 2000 04 05, Nr.28-785, galioja nuo 2000 04 06	Reglamentuojama s liftų ir jų saugos mazgų judėjimas rinkoje ir vartotojų, kurie naudojami liftais saugos ir sveikatos užtikrinimas. Aprašoma kaip liftai ir jų saugos mazgai turi būti vertinami pagal ES direktyvas
4.	Gyvenamieji pastatai [interaktyvus]	Statybos techninis reglamentas STR 2.02.01:2004 [žiūrėta 2006 05 23]	Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_1?p_id=226882	Aprašomas lifto naudojimas gyvenamuosiuose pastatuose, saugumo reikalavimai, priešgaisrinė sauga liftams.

5.2.1 P1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

5.2.1 P1 lentelės tęsinys

Aatoriaus (-ių) pavardė, vardo (-ų) inicialai	Literatūros šaltinio pavadinimas	Šaltinio forma (monografija, mokslinis straipsnis ir t.t.)	Šaltinio duomenys (knygos leidykla, metai; puslapių skaičius, žurnalo pavadinimas, metai, numeris, puslapiai)	Trumpa nagrinėjimų klausimų anotacija
5.	LR Potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros įstatymas	Įstatymas 1996 m. gegužės 2 d. Nr. I – 1324, [žiūrėta 2006 06 14]	Prieiga per internetą: http://skelbimas.lt/istatymai/potencialiai_pavojingu_irenginiu_prieziuros_istatymas.htm	Įstatymas nustato projektuojamų, gaminamų, montuojamų, remontuojamų, rekonstruojamų ir eksploatuojamų potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros bendruosius principus bei teisinių organizacijų veiksmų pagrindą.
6. В.Г. Ермишкин	Наладка лифтов.	Книга	Москва.Стройиздат.1990.302с.	Aprašomos mechaninės ir elektrinės lifto dalys. Pagrindiniai gedimai ir jų tvarkymas. Gedimų paieškos metodai.
7. Е.Я.Иоффе	Высокоскоростные лифты	Книга	Москва. Стройиздат.1988.91с.	Aprašomi ir nagrinėjami greitaiegių liftų įrenginiai ir optimalus jų konstrukcijų parinkimas.
8. А.Н.Найдович	Инструкция по эксплуатации пассажирского лифта	Книга	Минск.1987. 3 – 52 с.	Aprašomi pagrindiniai liftų mazgai, jų veikimo principas bei pagrindiniai gedimai
9. П.И.Чутчиков Н.И.Алексеев А.К.Прокофьев	Электрооборудование лифтов массового применения	Книга	Москва.Машиностроение.1983.	Aptartos liftų elektros grandinės ir jų veikimo principai. Tiristorinis variklių paleidimas ir be kontaktinės valdymo sistemos su loginiais elementais. Liftų elektros įrenginių patikimumas, galimi gedimai ir kokybės gerinimas

5.2.1 P1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

5.2.1 P1 lentelės tęsinys

Autoriaus (-ių) pavardė, vardo (-ų) inicialai	Literatūros šaltinio pavadinimas	Šaltinio forma (monografija, mokslinis straipsnis ir t.t.)	Šaltinio duomenys (knygos leidykla, metai; puslapių skaičius, žurnalo pavadinimas, metai, numeris, puslapiai)	Trumpa nagrinėjamų klausimų anotacija
10. И.М. Вишневецкий В.В.Медведев Н.Н.Чебышев	Модернизация лифтов	Книга	Москва. Стройиздат.1993.266с.	Aptariamas liftų modernizavimas, užtikrinantis jų patikimumą, pataisomumą, saugumą, ekonomišką elektros energijos naudojimą eksploatacijos metu. Naujos liftų remonto formos
11. А.Г.Макаров. Г.К.Ломакин	Автоматика скоростных лифтов	Книга	Москва. Стройиздат.1989.91с.	Aprašomi greitaiegių liftų mazgų ir elementų veikimo principai panaudojant loginius elementus ir schemas
12. Д.П.Волков. П.И.Чутчиков	Надёжность лифтов и технология их ремонта	Книга	Москва. Стройиздат.1985.128с.	Aptariamos tikimybinės lifto charakteristikos tokios kaip patikimumas, negedimo tikimybė, gedimų intensyvumas ir dažnis. Pateikiami jų apskaičiavimo pavyzdžiai.
13. Išversta iš užsienio autorių	Programuojami loginiai valdikliai [interaktyvus]	Mokomoji knyga, UAB „Festo“ [žiūrėta 2006 09 12]	Prieiga per internetą: http://mail.festo.lt/didact/books.php?window=pages&nr=4	Aprašoma PLV sandara ir jų panaudojimo galimybės įvairiose srityse su kitais įrenginiais.
14. Išversta iš užsienio autorių	Pneumatika [interaktyvus]	Mokomoji knyga, UAB „Festo“ [žiūrėta 2006 09 14]	Prieiga per internetą: http://mail.festo.lt/didact/books.php?window=pages&nr=4	
15. Išversta iš užsienio autorių	Loginė automatika [interaktyvus]	Mokomoji knyga, UAB „Festo“ [žiūrėta 2006 09 20]	Prieiga per internetą: http://mail.festo.lt/didact/books.php?window=pages&nr=4	Nagrinėjami programavimo, derinimo ir projektavimo principai. Aptariamos loginės automatizavimo sistemos.

5.2.1 P1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

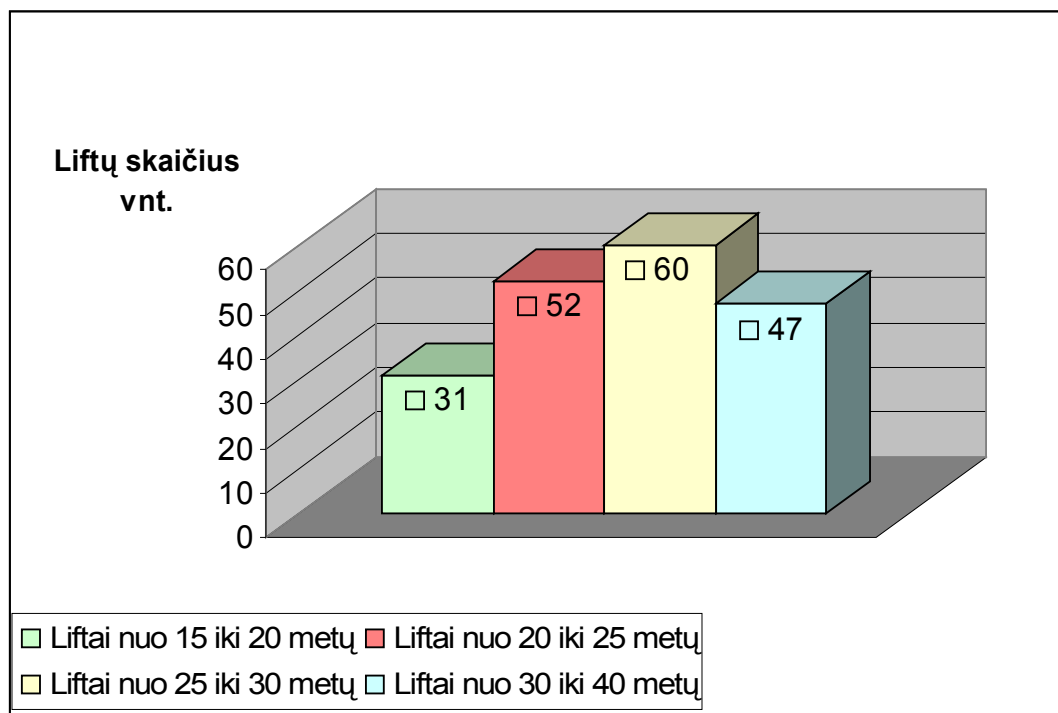
5.2.1 P1 lentelės tęsinys

Auktoriaus (-ių) pavardė, vardo (-ų) inicialai	Literatūros šaltinio pavadinimas	Šaltinio forma (monografija, mokslinis straipsnis ir t.t.)	Šaltinio duomenys (knygos leidykla, metai; puslapių skaičius, žurnalo pavadinimas, metai, numeris, puslapiai)	Trumpa nagrinėjamų klausimų anotacija
16. Išversta iš užsienio autorių	Jutikliai valdymo ir gamybos technologijose [interaktyvus]	Mokomoji knyga, UAB „Festo“ [žiūrėta 2006 10 05]	Prieiga per internetą: http://mail.festo.lt/didact/books.php?window=pages&nr=4	Nagrinėjami jutiklių veikimo principai, charakteristikos bei taikymas. Pateikiami fiziniai bei techniniai jutiklių veikimo pagrindai
17. I. Višniakas K. Slivinskas	Patikimumo teorija	Mokomosios metodinės literatūros knyga	Vilnius, Technika, 2005. 90p.	Nagrinėjama technikos objektų patikimumo sąvoka bei jo vertinimo metodai. Patikimumo ypatybės ir jas apibūdinančios charakteristikos.
18. S. Gečys	Elektros įrenginių patikimumas ir eksploatacija	Mokomoji knyga	Kaunas, Technologija, 2005. 124p.	Pateikiami elektros įrenginių patikimumo teorijos pagrindai, patikimumo matematiniai modeliai, gedimų priežastys ir pobūdis, patikimumo nustatymas pagal bandymų ir eksploatacijos duomenis, patikimumo bandymai. Įrenginių eksploatacijos ir remonto bendri klausimai, techninės būklės diagnostika.
19. H. Medekšas	Gaminių kokybė ir patikimumas	Vadovėlis	Kaunas, Technologija, 2001. 260p.	Aptariamos technikos objektų patikimumo ir kokybės sąvokos, nagrinėjamos technikos objektų gedimų statistinės charakteristikos, gaminių kokybės tikrinimai, bei gaminių kokybės monitoringas.

5.2.1 P1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

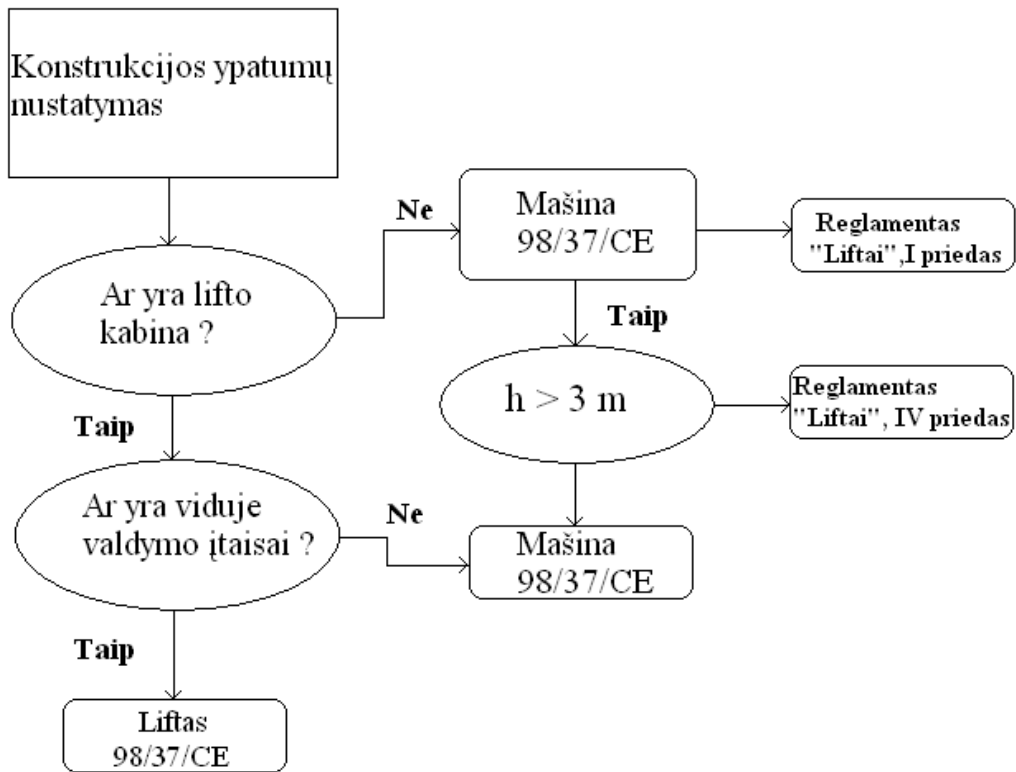
5.2.1 P1 lentelės tęsinys

Auktoriaus (-ių) pavardė, vardo (-ų) inicialai	Literatūros šaltinio pavadinimas	Šaltinio forma (monografija, mokslinis straipsnis ir t.t.)	Šaltinio duomenys (knygos leidykla, metai; puslapių skaičius, žurnalo pavadinimas, metai, numeris, puslapiai)	Trumpa nagrinėjamų klausimų anotacija
20. E.R.Vaidogas	Techninių sistemų rizikos analizė	Mokomoji knyga	Vilnius, Technika, 2003. 149p.	Knygoje apsvartomi tikimybinės rizikos analizės metodai ir jų bruožai, aptariami tikimybių teorijos pritaikymo metodai sistemų elgsenai numatyti.
21. -	Liftų sauga [interaktyvus]	Seminaras [žiūrėta 2007 04 19]	Prieiga per internetą: http://www.vdi.lt/risk/sm/lifts/lifts-1.ppt#3	
22. V.Aleksa	Technologinių procesų automatizavimas	Mokomoji knyga	Kaunas, technologija, 2001, 28p.	Aprašoma sistemų automatizavimo esmė ir tikslai. Aptariami automatizavimo elementai ir schemas bei jų panaudojimas
23. K.Balžekas, V.Rimkevičius	Technologinių procesų loginis valdymas	Mokomoji knyga	Kaunas, Technologija, 2003, 66p.	Pateikiama PLV ir diskretinio reguliavimo sistemų sandara, analizės ir sintezės metodika, pagrindinių elementų techniniai duomenys.

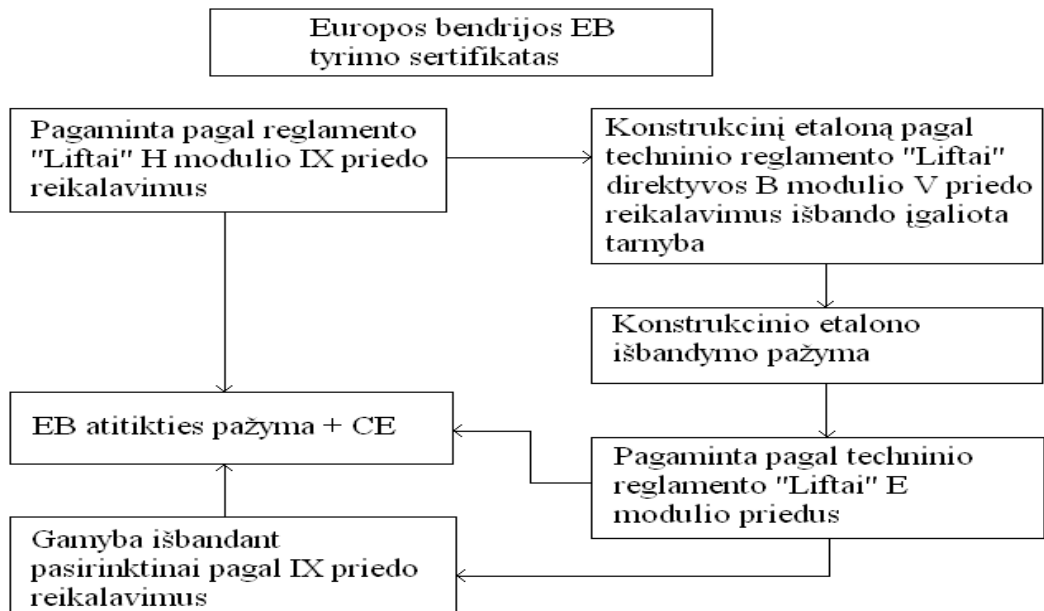


3.1 P1 pav. Keleivinių liftų skaičiaus pagal eksploataavimo amžių diagrama

1 priedo tęsinys

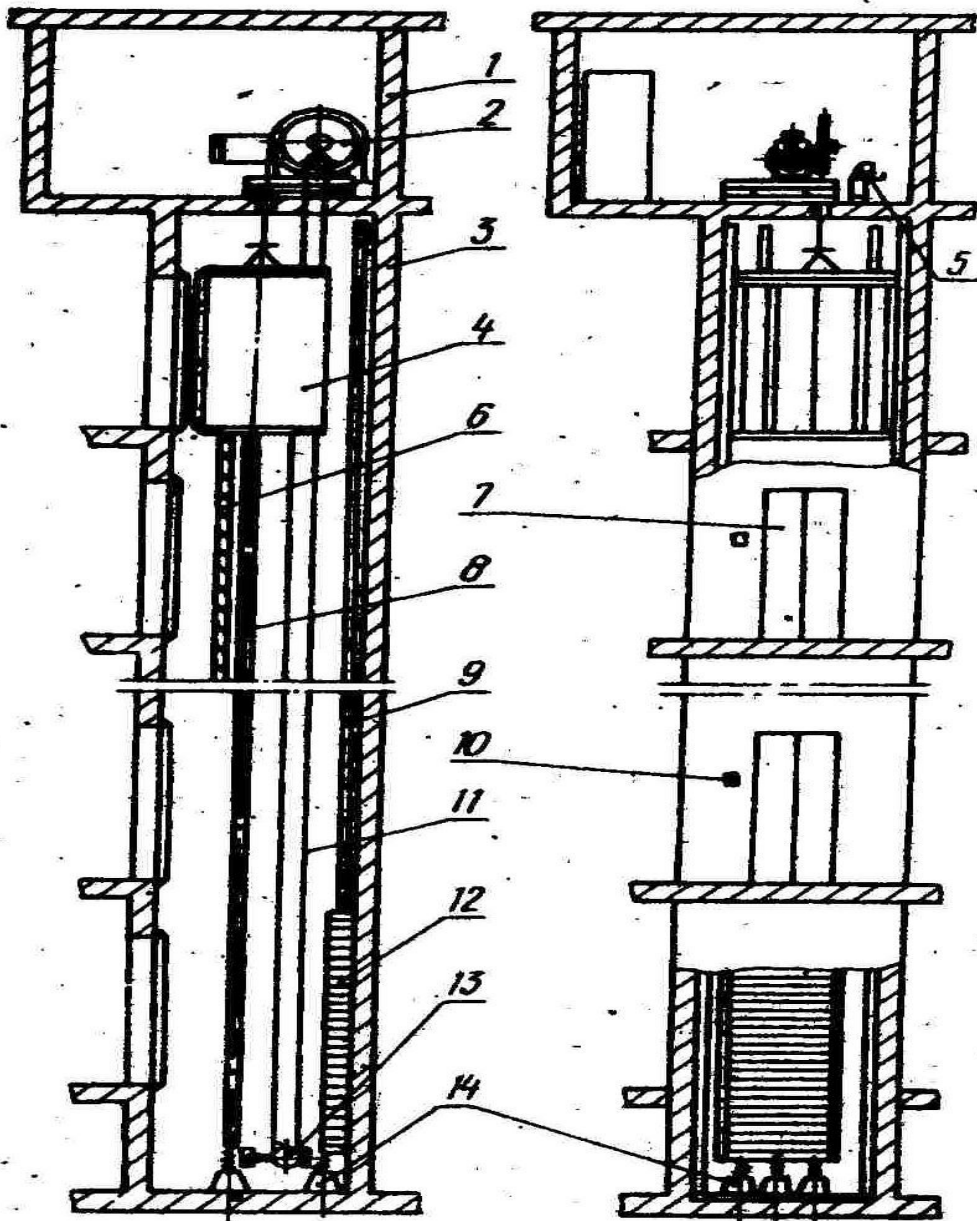


5.2.2 P1 pav. Liftų klasifikavimas pagal ES direktyvas



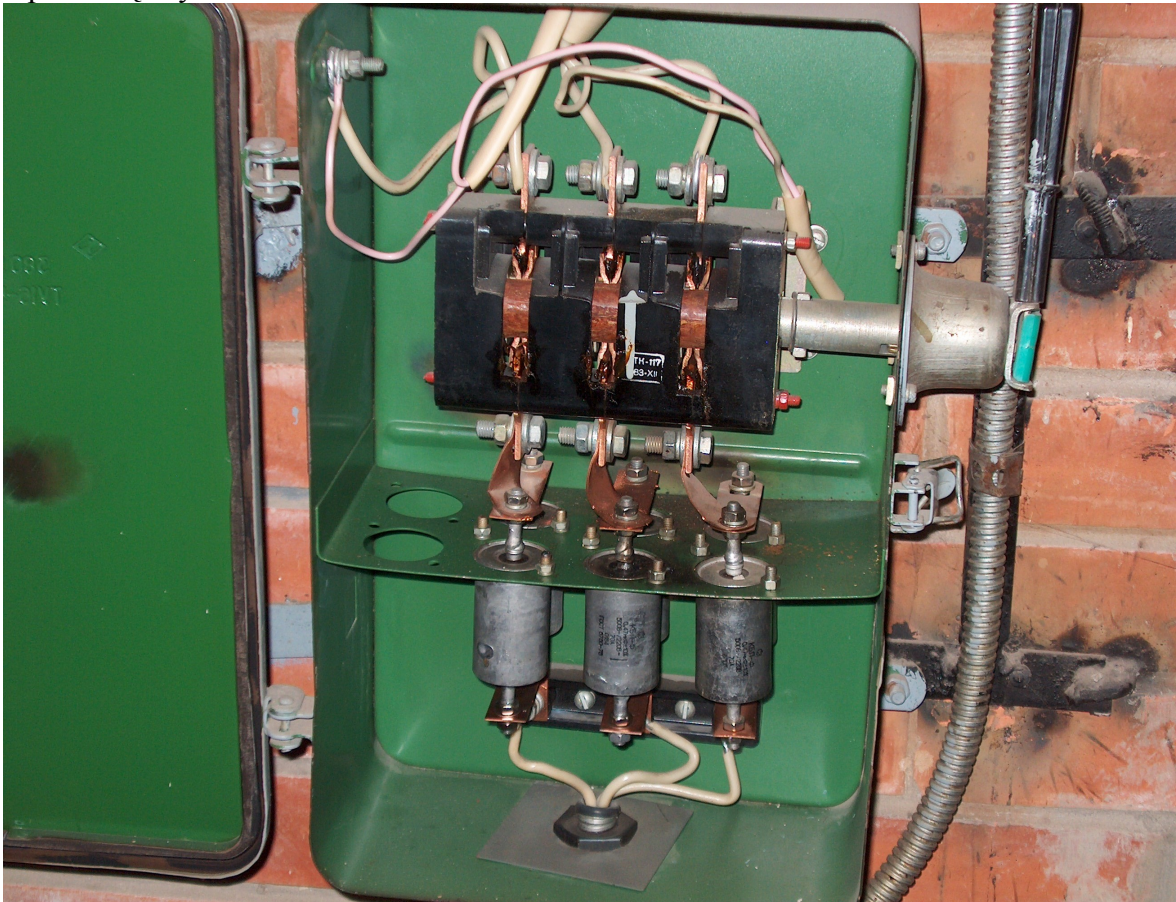
5.2.3 P1 pav. Saugių konstrukcijos dalių atitikties įvertinimo procesas

2 PRIEDAS. Keleivinių liftų elektrinės sistemos pagrindiniai mazgai.

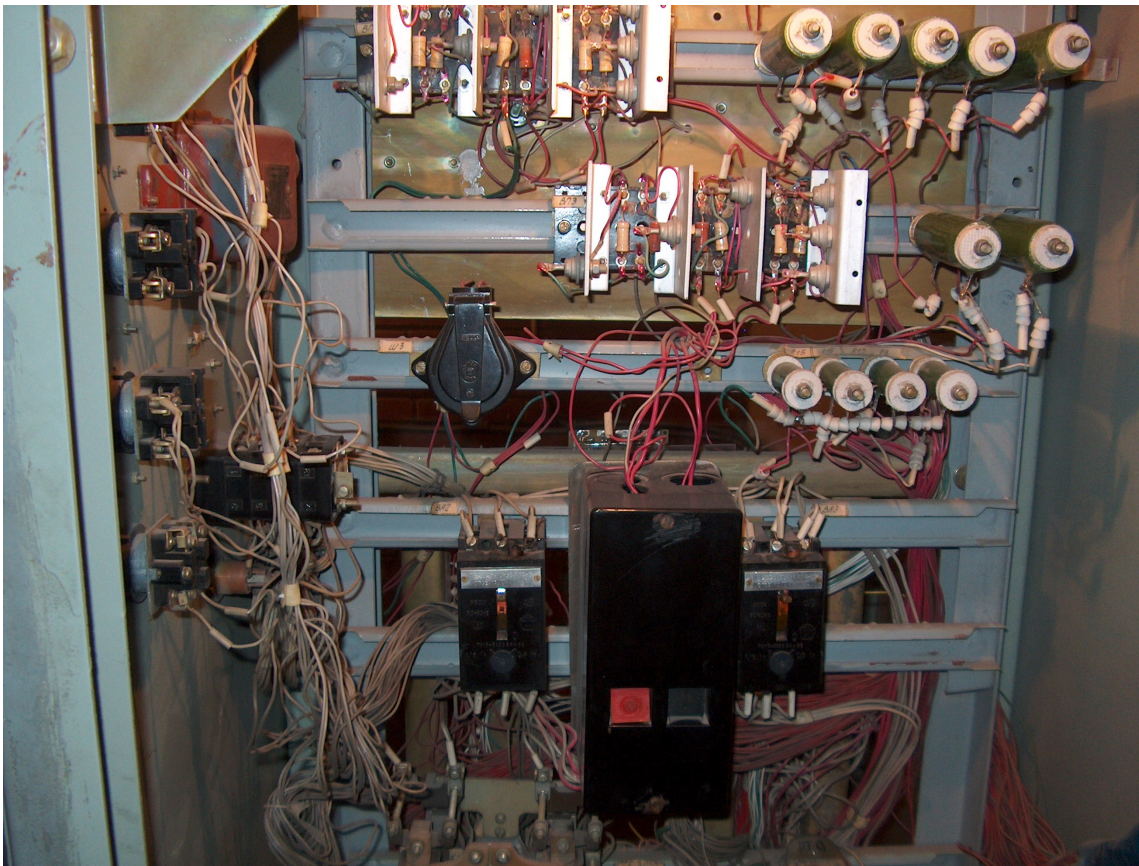


5.3.2.1 P2 pav. Keleivinio lifto veikimo principas (kinematinė schema)

2 priedo tęsinys



5.3.2.1.1 P2 pav. Įvadinis kirtiklis

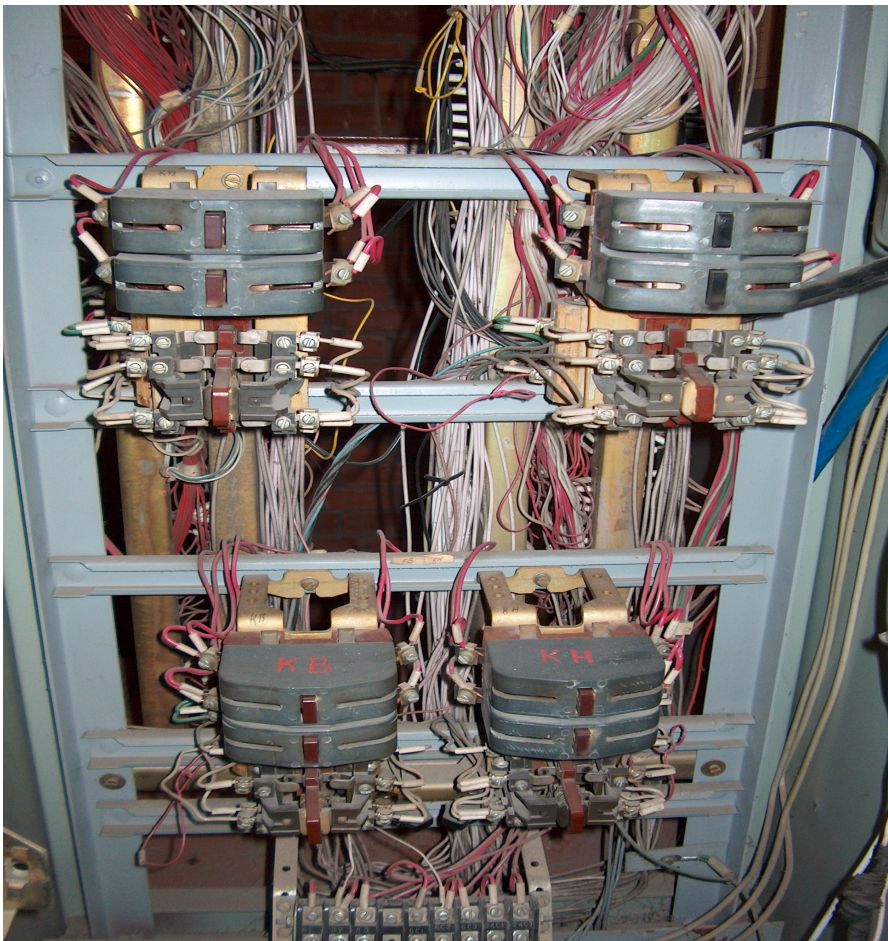


5.3.2.1.2 P2 pav. Valdymo pultas

2 priedo tęsinys

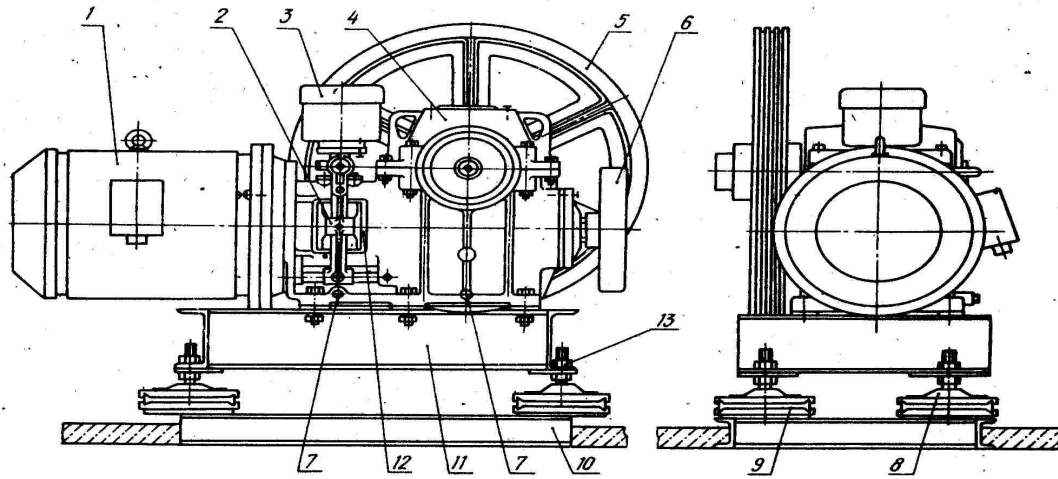


5.3.2.1.3 P2 pav. Valdymo pultas, komutavimo įrenginiai



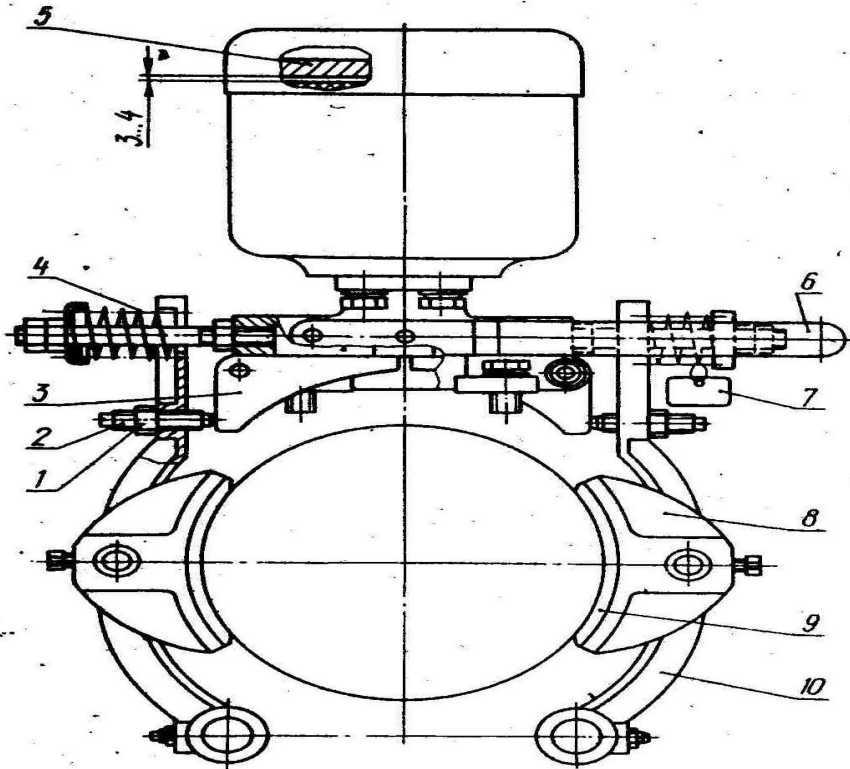
5.3.2.1.4 P2 pav. Variklio elektrinės grandinės komutavimo įrenginiai

2 priedo tęsinys

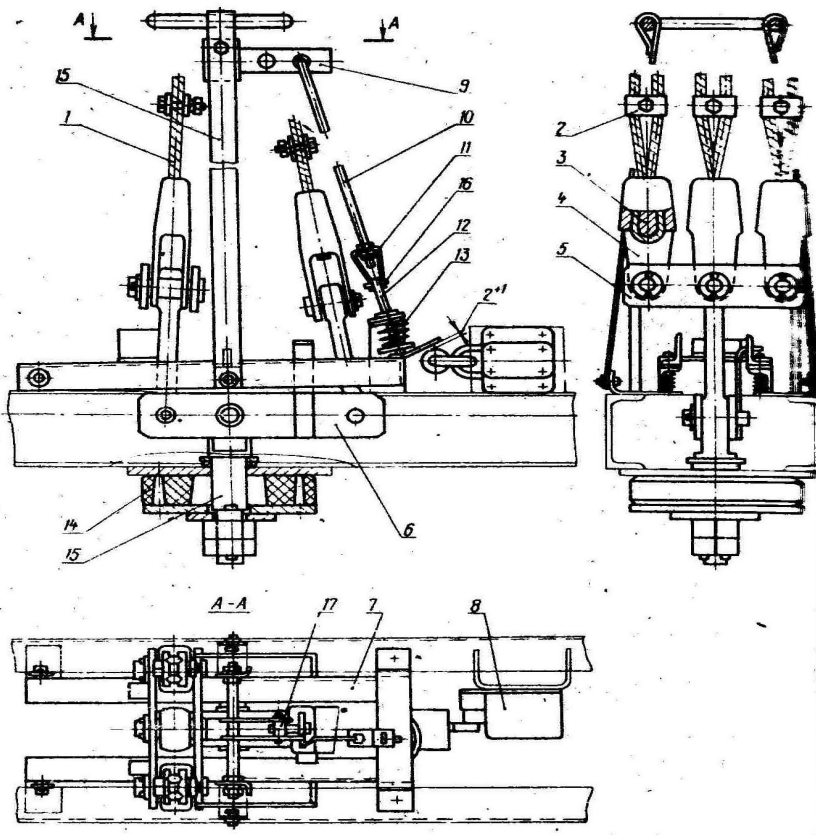


5.3.2.1.4 P2 pav. Kabinos ir priesvorio kėlimo mechanizmo įrenginiai

2 priedo tęsinys

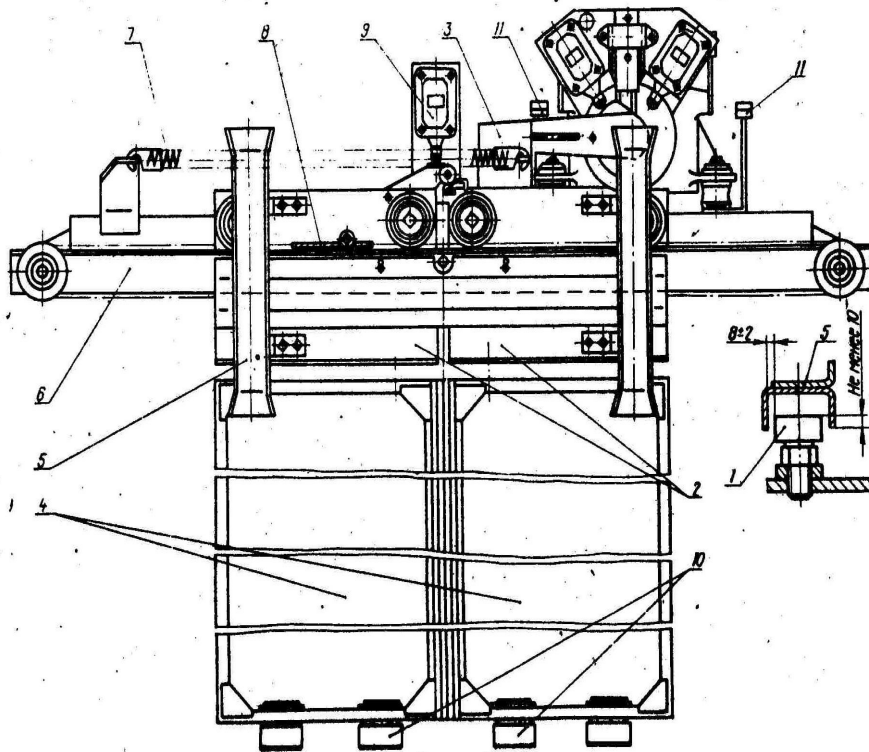


5.3.2.1.5 P2 pav. Lifto variklio elektromagnetinis stabdis

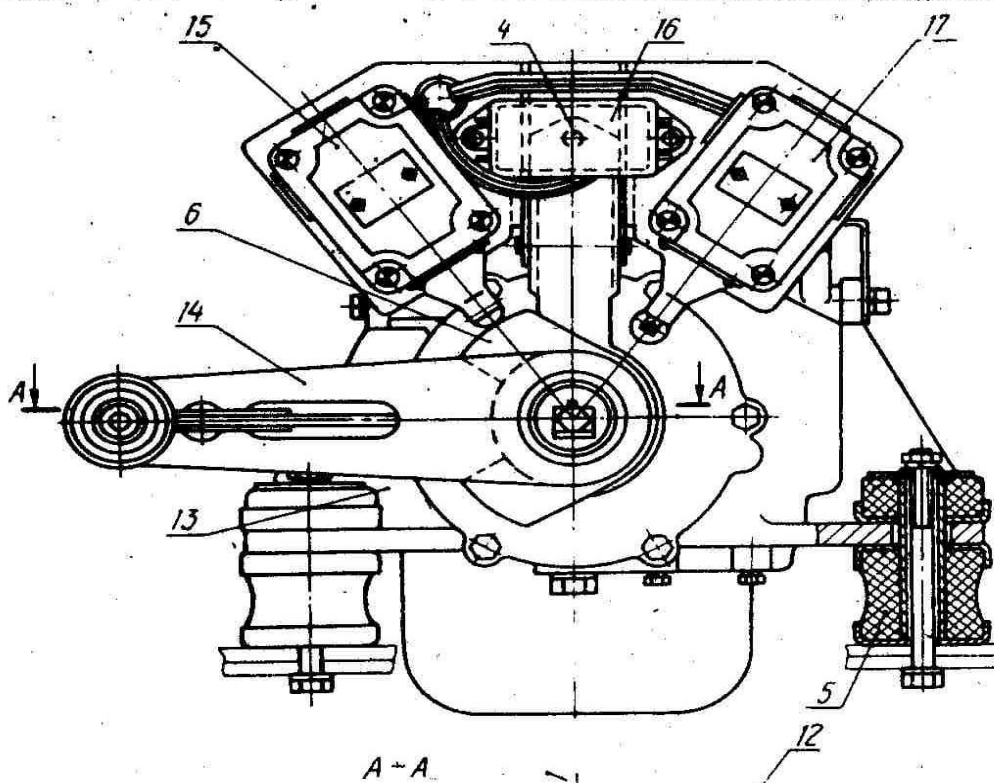


5.3.2.1.6 P2 pav. Kabinos laikymo įrenginys

2 priedo tęsinys



5.3.2.1.7 P2 pav. Automatinės kabinos durys



5.3.2.1.8 P2 pav. Durų atidarymo/ uždarymo mechanizmas

2 priedo tęsinys

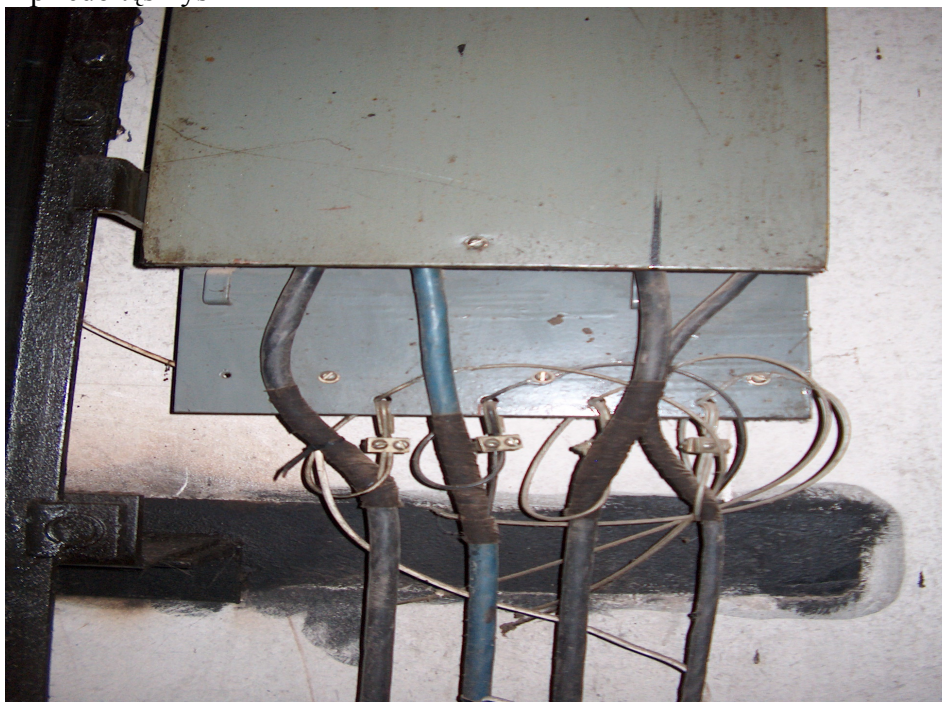


5.3.2.1.9 P2 pav. Selekcinis tikslaus sustojimo jungiklis



5.3.2.1.10 a P2 pav. Elektros paskirstymo skydai ir instaliacija

2 priedo tęsinys



5.3.2.1.10 b P2 pav. Paskirstymo skydas šachtoje su pakabinamais kabeliais

5.4.1.3.1 P2 lentelė

Keleivinio lifto gedimai ir jų šalinimo būdai

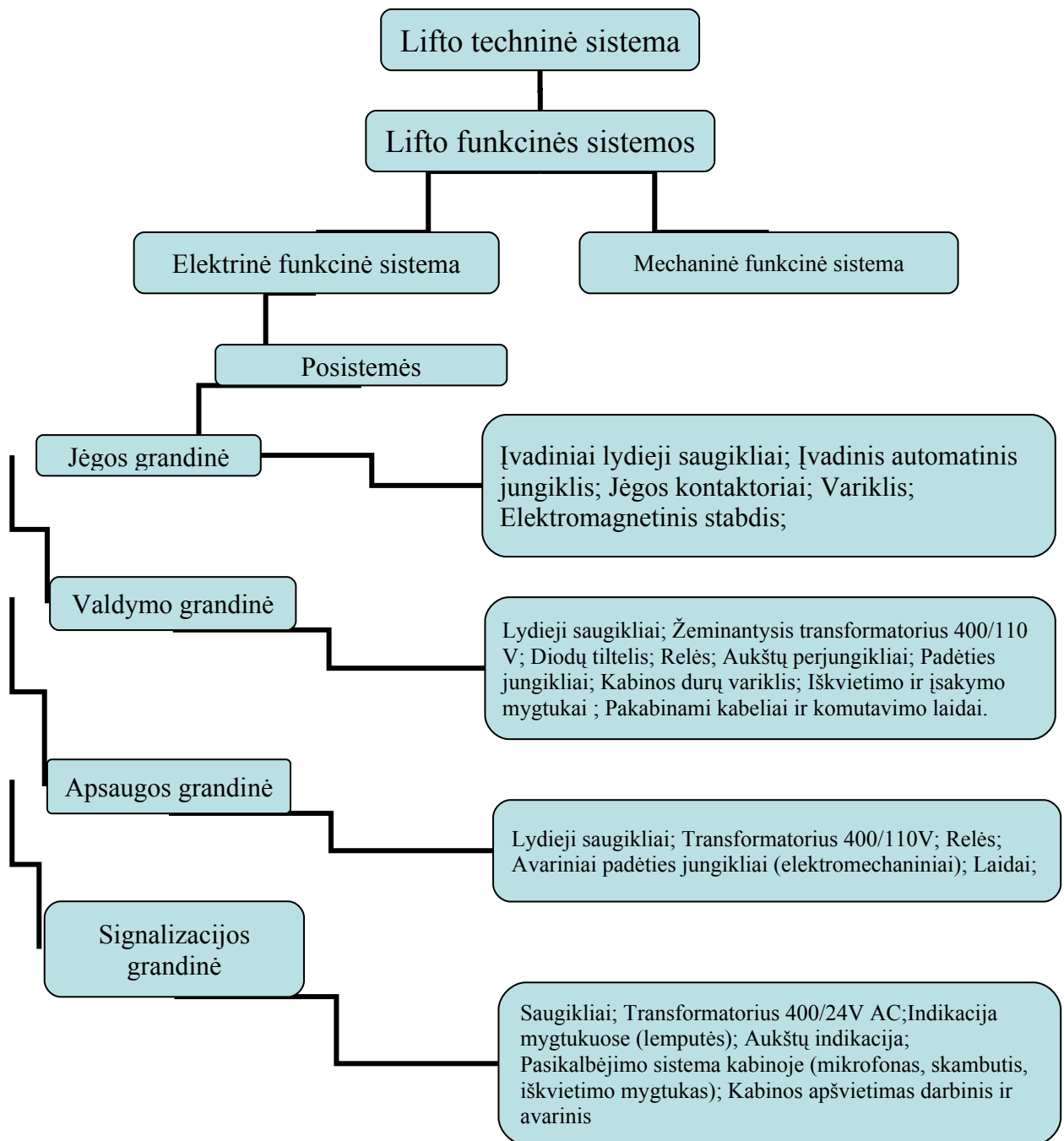
Eil. Nr.	Gedimo apibūdinimas	Gedimo atsiradimo priežastis	Galimas gedimo šalinimo būdas
1.	Įvadiniame kirtiklyje nėra įtampos visose fazėse arba vienoje fazėje	a) Perdegęs saugiklis (- iai) elektros skydinėje, namo rūsyje. b) Nutrūkę (- es) įvadiniai (-is) laidai (-as)	Patikrinti saugiklius elektros skydinėje; Pamatuoti kabelio vientisumo varžą;
2.	Nėra įtampos visoje mašinų patalpoje	a) žr. 1 punktą; b) atjungtas įvadinis kirtiklis; c) nesusijungę kirtiklio gnybtai; d) nėra nulinio laido kontakto;	Žr. 1 punktą; suvaržyti laidininkų prijungimo kontaktus;
3.	Paspaudus įsakymo mygtuką kabinoje neužsidaro nei šachtos nei kabinos durys.	Nėra iškvietimo mygtuko kontakto; to aukšto relės ritės gedimas į kurį turi judėti kabina arba blogas (neglaudus) šios relės kontaktų sujungimas jiems suveikiant; Po durų atsidarymo nebesuveikia durų uždarymo kontaktas (BK3); durų uždarymo kontakto (BK3) arba (P3D) grandinės	Patikrinti mygtuko kontaktus bei jo grandinę; Patikrinti aukšto relės kontaktus bei šios relės ritę; Sutvarkyti durų uždarymo kontaktą (BK3) arba jį pakeisti; Patikrinti jo ryšį su kontaktu (P3D); Apžiūrėti durų atvedimo variklį M2; Patikrinti ar neišsijungęs durų variklio automatinis jungiklis;

		nutrūkimas; Nėra įsakymo mygtukų maitinimo grandinės; Nėra durų atvedimo variklio M2 grandinės.	
4.	Nuspaudus įsakymo mygtuką kabinos ir šachtos durys užsidaro, o paskui vėl atsidaro. Kabina nejuda.	Nesusijungia šachtos durų kontaktas (DŠ), kabinos durų (DK) arba spygų kontaktai (D3); Nesuveikia durų relės (PKD) ritė; Sugedę durų reverso jungiklio (BBP) kontaktai	Sutvarkyti arba pakeisti durų jungiklių kontaktus; Patikrinti durų relės PKD ritės grandinę; Patikrinti mikro išjungiklių BBP jei reikia pakeisti jį;
5.	Spaudžiant iškvietimo mygtuką tame aukšte kur yra kabina durys neatsidaro.	Sugedęs iškvietimo mygtuko kontaktas; Nesusijungia durų atidarymo relė (POD); Šiame aukšte sugedęs aukštų perjungiklis;	Patikrinti ir sutvarkyti mygtuko kontaktus; Patikrinti durų atidarymo relės POD ritės grandinę ir relės kontaktų susijungimą; Patikrinti aukšto perjungiklių, jo kontaktus;
6.	Sustojus kabinai ir atsidarius jos durims, durys užsidaro be laiko išlaikymo.	Laiko relės gedimas: a) sumažėjo nemagnetinės dalies storis ant inkaro; b) pasikeitė relės pastūmimo ir gražinimo spyruoklės įtempimas;	Patikrinti nemagnetinės inkaro juostelės storį jei reikia pakeisti; Patikrinti spyruoklės įtempimą ir atreguliuoti laiko išlaikymą;
7.	Nesulėtėja kabinos greitis, ji pravažiuoja tikslų sustojimą.	Sugedęs aukštų perjungiklis. Jo svirtelė paveikta liniuotės nepereina į viduriniąją padėtį; Nepersijungia kontaktai kai juos paveikia kabinos liniuotė;	Sutvarkyti arba pakeisti aukštų perjungiklių; Sureguliuoti kabinos liniuotės ir perjungiklio ritinėlio veikimą;
8.	Kabina sustoja reikiamame aukšte tačiau nei kabinos nei šachtos durys neatsidaro.	Sugedęs šachtos durų skląstis; Sugedusios durų atidarymo relės POD el. grandinės;	Sutvarkyti durų skląstį; Patikrinti durų atidarymo relę;
9.	Lifto kabina mažu greičiu pravažiuoja reikiamą sustojimą ir sustoja sekančiame aukšte.	Per didelis tarpas tarp tikslaus sustojimo daviklio U formos ir pro jį praeinančios plokštelės, neatsijungia kontaktas;	Sumažinti tarpą tarp plokštelės ir daviklio, jis turi būti 15 – 20 mm;
10.	Atsijungus važiavimo kontaktoriams "Aukštyn" arba "Žemyn", slenka būgnas tarp stabdžio kaladėlių, o kabina pravažiuoja visus tikslus sustojimus.	Susidėvėjo stabdžio kaladėlės arba ant būgno pakliuvo tepalo;	Pakeisti kaladėles, nuvalyti tepalą;
11.	Kabina su keleiviais savavališkai be iškvietimo	Užstrigo iškvietimo mygtukas arba įsakymo	Sutvarkyti mygtukus;

	juda į kurį nors aukštą	mygtukas;	
12.	Kabina vietoje važiavimo aukštyn juda į apačią arba atvirkščiai	Netinkamai sujungtos fazės elektros varikliui M1	Sukeisti fazes vietomis variklio sujungimo dėžutėje arba valdymo skyde;
13.	Kabina juda kai atidarytos šachtos durys	Sugedę kabinos arba šachtos durų blokuojantys kontaktai, jie neatsijungia;	Sutvarkyti blokuojančius kontaktus;
14.	Variklio paleidimo metu jis užia ir nepasiekia reikiamo greičio. Po kurio laiko atsijungi automatinis jungiklis.	Į variklį ateina tik dvi fazės, didelis įtampos kritimas paleidimo metu;	Patikrinti variklio maitinimo grandinę;
15.	Nešviečia signalizacijos lemputės kai kabina užimta arba kai jos durys atviros.	Sugedę durų relės PKD atjungiantys kontaktai arba laiko relės PB2 sujungiantys kontaktai;	Patikrinti relių kontaktų suveikimą;
16.	Prisilietus prie lifto metalinių dalių jaučiama elektros srovė.	Blogas žeminimo kontaktas, pažeista laidininkų izoliacija.	Patikrinti žeminimo (įnulinimo) kontaktus; Patikrinti laidininkų izoliacijos varžą;
17.	Lifto kabina nejuda į kitus aukštus bandant ją iškviesti.	Netvarkingi 1 – o aukšto perjungiklis jei kabina nejuda žemyn arba paskutiniojo aukšto – jei kabina nevažiuoja aukštyn; Nėra elektrinės grandinės kontaktoriuose “ Aukštyn” arba “ Žemyn”.	Jeigu lifto kabina juda iš viršutinio aukšto į apačią, turi užsidaryti aukšto perjungiklio kontaktas 2 kai jo svirtelė yra dešinėje padėtyje. Jei kabina juda aukštyn, kontaktas 1 užsidaro kai svirtelė yra kairėje pusėje jungiklio.
18.	Bejudant kabina staiga sustoja ir: a) užgęsta kabinos apšvietimas; b) apšvietimas kabinoje veikia.	a) Atsijungė automatinis jungiklis BA1 arba perdegė saugos grandinės saugiklis Пp3; b) Atsijungė lynų laisvumo kontaktas CIIK dėl netolygaus lynų įtempimo vienas kito atžvilgiu arba dėl lynų persikeitimo. Kabina dažniausiai sustoja toje pačioje šachtos vietoje; Judant kabinai per kurį nors aukštą atsidaro šachtos durys dėl netvarkingo durų atidarymo mechanizmo sureguliuavimo, nesureguliuotas.	Įjungti automatinį jungiklį arba pakeisti saugiklį; Sureguliuoti lynus ir jų balansavimo mechanizmą ant kabinos. Sureguliuoti šachtos durų atidarymo svirtis kabinos liniuotės atžvilgiu.
19.	Užsidarant kabinos ir šachtos durims ir patekus tarp jų pašaliniam daiktui, durys nebeatsidaro (nereversuoja).	Neveikia durų reverso mikro jungiklis BBP;	Patikrinti mikro jungiklį, sureguliuoti atstumus tarp jo ir durų uždarymo svirties.
20.	Judant kabinai ji netikėtai	Padidėja kabinos judėjimo	Sureguliuoti greičio

	sustoja, suveikia gaudytojai.	greitis, suveikia greičio ribojimo įrenginio mechanizmas ir atjungia avarinį jungiklį šachtos apsauginiame tarpe (duobėje); Netvarkingas greičio ribojimo mechanizmas, atsilaisvinusi spyruoklė jo viduje, kuri laiko svorius.	ribojimo įrenginio sukimosi greitį, pakeisti spyruoklę jo viduje.

3 PRIEDAS. Lifo techninės sistemos komponentai , jų funkcijos, gedimai ir gedimų įtaka



6.2.1.1 P3 pav. Lifu techninės sistemos sandara

Lifto posistemių komponentai ir jų funkcijos

Lifto funkcinė sistema	Funkcinės sistemos posistemė	Posistemės komponentai	Komponentų funkcijos
Elektrinė lifto dalis	Jėgos grandinė	Įvadiniai saugikliai NPN tipo	Atjungti energijos tiekimą įvykus trumpam jungimui grandinėje; Tiekti elektros energiją sistemai.
		Įvadinis automatinis jungiklis	Apsaugoti sistemą nuo trumpų jungimų bei perkrovų
		Įvadinis kirtiklis	Įjungti ir išjungti įvadinę elektros grandinę
		Jėgos kontaktoriai	Sujungti ir atjungti grandinę elektros varikliui, reversuoti elektros variklį.
		Elektros variklis	Sukti mechaninį reduktorių su skriemuliu į vieną ar į kitą pusę. Taip kabina kyla ar leidžiasi.
		Elektromagnetinis stabdis	Sustabdyti veleno judėjimą.
	Valdymo grandinė	Saugikliai	Atjungti energijos tiekimą įvykus trumpam jungimui grandinėje; Tiekti elektros energiją grandinei.
		Žeminantis transformatorius 400/ 110V	Tiekti pažemintą įtampą į valdymo grandinę
		Elektromechaninės relės	Gavus komandą sujungti ar atjungti kontaktus
		Aukštų perjungikliai	Perjunginėti kontaktus liftui kylant aukštyn ar leidžiantis žemyn. Nurodo judėjimo kryptį bei padėtį
		Tikslaus sustojimo padėties jungikliai	Atjungti kontaktus lifto kabinai atvažiavus į reikiamą sustojimą ir juos sujungti kabinai nuvažiavus

6.2.1.1 P3 lentelės tęsinys kitame puslapyje

Lifto funkcinė sistema	Funkcinės sistemos posistemė	Posistemės komponentai	Komponentų funkcijos
Elektrinė lifto dalis	Valdymo grandinė	Durų varikis	Atidaryti ir uždaryti kabinos ir šachtos duris, kabinai sustojus reikiamame aukšte
		Durų padėties jungikliai	Sujungia arba atjungia savo kontaktus, skirti durų uždarymui ir atidarymui
		Iškvietimo mygtukai liftų aikštelėse	Sujungia kontaktus, lifto iškvietimui į norimą aukštą
		Įsakymo mygtukai lifto kabinoje	Sujungti kontaktus, lifto kabinos nusiuntimui į norimą aukštą
		Pakabinamas kabelis kabinos valdymo ir apsaugos grandinei 110V DC	Apsaugos ir valdymo komponentų komutavimas su valdymo pultu ir šachtos įrenginiais
		Pakabinamas kabelis kabinos signalizacijos grandinei 24V AC	Signalizacijos ir avarinio apšvietimo įrenginių komutavimas su valdymo pultu ir šachtos įrenginiais
		Pakabinamas kabelis kabinos 220V AC	Durų variklio ir darbinio apšvietimo maitinimas
	Apsaugos grandinė	Saugikliai valdymo skyde	Atjungti energijos tiekimą įvykus trumpam jungimui grandinėje; Tiekti elektros energiją grandinei.
		Žeminantis transformatorius 400/ 110V	Tiekti pažemintą įtampą į valdymo grandinę

Lifto funkcinė sistema	Funkcinės sistemos posistemė	Posistemės komponentai	Komponentų funkcijos
Elektrinė lifto dalis	Apsaugos grandinė	Elektromechaninės relės	Gavus komandą sujungti ar atjungti kontaktus
		Avariniai padėties jungikliai	Būti sujungus kontaktus normaliu lifto darbo režimu ir atjungti esant avarinei situacijai (kabinos ir šachtos durims, lyno laisvumo, gaudymo įrenginio, greičio ribojimo)
	Signalizacijos grandinė	Saugikliai valdymo skyde	Atjungti energijos tiekimą įvykus trumpam jungimui grandinėje; Tiekti elektros energiją grandinei.
		Žeminantis transformatorius 400/ 24V AC	Tiekti pažemintą įtampą į valdymo grandinę
		Skambutis ir dispečerinio ryšio mygtukas bei mikrofonas su garsiakalbiu	Skambutis įvykus gedimui ir paspaudus avarinio iškvietimo mygtuką duoda garsinį signalą. Mikrofonas ir garsiakalbis susisiekimui su dispečeriniu punktu.
Avarinio apšvietimo lempos	Kabinos apšvietimui nutrūkus darbiniam apšvietimui		

Pastaba: visi padėties jungikliai, relės, mygtukai ir kontaktoriai bei įvadinis kirtiklis yra su mechaniniais – spyruokliniais kontaktais.

Keleivinių liftų komponentų gedimų ir jų įtakos formuliaras

Lifto posistemė	Komponento pavadinimas	Komponento funkcija	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo požymiai	Gedimo pasekmės
Jėgos grandinė	Įvadiniai saugikliai NPN tipo	Atjungti energijos tiekimą įvykus trumpam jungimui grandinėje; Tiekti elektros energiją sistemai.	1.Nenutraukia grandinės įvykus tr.j. 2.Nekontaktuoja su lizdu	1.Netinkamai sukalibruoti. 2.Blogai įstatytas, išdilęs lizdas, atsilaisvinusi spyruoklė	1.Sugedęs įrenginys, sudegęs TRS punkto saugiklis 2.Nėra įtampos	1.Gali sudegti įrenginys ar įvadiniai laidai.Nuostoliai prastova, remonto darbai. 2.Nuostoliai nedideli, prastova.
	Įvadinis automatinis jungiklis	Apsaugoti sistemą nuo trumpų jungimų bei perkrovų. Įjungti ir išjungti sistemą	1.Neatsijungia įvykus tr.j. 2.Išjungtas nebeįsijungia	1.Netinkamai parinktas, per didelė atjungimo srovė. 2.Mechaninis gedimas aut.j. viduje	1.Perdegę įvadiniai saugikliai, nėra įtampos mašinų patalpoje. 2.Laisvai junginėjasi rankenėlė	1.Reikalinga keisti automatinį j., prastova, galimas jautresnių įrenginių gedimas. 2.Pasekmės mažos, reikia keisti aut.j.
	Įvadinis kirtiklis	Įjungti ir išjungti įvadinę elektros grandinę	1. Nesujungia vienos fazės 2.Neatsijungia norint išjungti	1. Nudegęs peilis, nesiliečia spyruoklinis kontaktas. 2. Mechaninis rankenos gedimas ar kirtiklio viduje, užstrigę peiliai.	1. Atsijunginėja įvadinis aut.j. nuo perkrovos, neiįprastas variklio garsas, nėra įtampos valdymo grandinėje. 2.Nėra	1. Galimi jautresnių įrenginių gedimai, kirtiklio remontas, prastova. 2.Kirtiklio remontas, prastova

6.2.3.1.1 P3 lentelė tęsinys kitame puslapyje

6.2.3.1.1 P3 lentelės tęsinys

Lifto posistemė	Komponento pavadinimas	Komponento funkcija	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo požymiai	Gedimo pasekmės
Jėgos grandinė	Jėgos kontaktoriai	Sujungti ir atjungti grandinę elektros varikliui, reversuoti elektros variklį.	1.Nesujungia 2.Neatsijungia	1.Ritė negauna maitinimo, nutrūkęs ritės laidas. 1.1.Pašalinis daiktas tarp jėgos kontaktų. 2.Pridegę jėgos kontaktai.	1. Davus komandą nereaguoja variklis, kibirkščiuoja prie kontaktorių. 2. Pastoviai esanti įtampa vienoje apvijoje; Kaista variklis; Atsijunginėja aut.j.	1.Pasekmės nedidelės, prastova, kontaktoriaus pakeitimas ar remontas. 2.Gali nukentėti aptarnaujantis personalas tvarkantis variklį; galimas variklio apvijų perdegimas; Reikalinga keisti kontaktorių.
	Elektros variklis	Sukti mechaninį reduktorių su skriemuliu į vieną ar į kitą pusę. Taip kabina kyla ar leidžiasi.	Nesisuka nei į vieną pusę	1.Sudegusios apvijos	1. Atsijungęs įvadinis aut.j. ar sudegę saugikliai	1.Variklio keitimas, senojo apvijų pervyniojimas; Prastova.
	Elektromagnetinis stabdis	Sustabdyti veleno judėjimą.	1.Dingus įtampai iš apvijos nestabdo. 2.Atsiradus įtampai neatsileidžia.	1.Mechaninis gedimas stabdžio viduje. 2. Sudegęs diodų tiltelis, apvija negauna maitinimo.	1.Variklis po truputį sukasi, nors kontaktoriai atsijungę. 2. Sunkiai sukasi variklis, smarkiai kaista, atsijunginėja aut.j.	1.Kabina gali pravažiuoti tikslų sustojimą ir toliau judėti (dėl priesvorio) į viršų. Stabdžio remontas;Prastova; Žmonių skundai. 2.Gali sudegti variklio apvijos, atsijungti sistema, prastovos,remontas

6.2.3.1.1 P3 lentelė tęsinys kitame puslapyje

6.2.3.1.1 P3 lentelės tęsinys

Lifto posistemė	Komponento pavadinimas	Komponento funkcija	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo požymiai	Gedimo pasekmės
Valdymo grandinė	Saugikliai	Atjungti energijos tiekimą įvykus trumpam jungimui grandinėje; Tiekti elektros energiją grandinei.	1.Nenutraukia grandinės įvykus tr.j. 2.Nekontaktuoja su lizdu	1.Netinkamai sukalibruoti. 2.Blogai įstatytas, išdilęs lizdas, atsilaisvinusi spyruoklė	1.Sugedęs įrenginys. 2.Nėra įtampos	1.Gali sudegti įrenginys ar laidai. Prastova, remonto darbai. 2.Nuostoliai nedideli, prastova.
	Žeminantis transformatorius 400/110V	Tiekti pažemintą įtampą į valdymo grandinę	1.Sudegusios pirminės apvijos. 2. Sudegusios antrinės apvijos	1.Per didelė įtampa, nesuveikęs saugiklis. 2.Pramuštas lygintuvo diodas, viršyta įtampa, nesuveikęs saugiklis.	1 ir 2. Neveikia valdymo grandinė.	1.Reikia keisti transformatorių, keisti diodą, prastova.
	Elektromechaninės relės	Gavus komandą sujungti ar atjungti kontaktus	1.Nesusijungia 2. Neatsijungia	1.Neveikia relės ritė, kontaktų nuovargis, atsijungęs laidas. 2.Pridegę kontaktai, nėra RC apsauginės grandinės.	1.Nevykdoma atitinkama komanda priklausanti tai relei.	1.Sutrinka lifto f – jos, galimybė užstrigti.Relės keitimas, prastova. 2. Galima avarinė situacija (pravažiuoja galutinį sustojimą, suveikia apsaugos gr.)
	Aukštų perjungikliai	1.Perjunginėti kontaktus 2. Būti perjungus kontaktus	1. Neperjungia 2.Nesilaiko perjungęs	1.2.Mechaninis gedimas, kontaktų nuovargis, sudilimas.	1.2.Nepersijungia variklis į mažą greitį, nevažiuoja į reikiamą aukštą.	1.2.Tikslaus sustojimo pravažiavimas, sutrikusios valdymo funkcijos.Reikia keisti perjungiklį.

6.2.3.1.1 P3 lentelė tęsinys kitame puslapyje

6.2.3.1.1 P3 lentelės tęsinys

Lifto posistemė	Komponento pavadinimas	Komponento funkcija	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo požymiai	Gedimo pasekmės
Valdymo grandinė	Tikslaus sustojimo padėties jungikliai (plyšinis priartėjimo)	Atjungti kontaktus lifto kabinai atvažiavus į reikiamą sustojimą ir juos sujungti kabinai nuvažiavus	1. Neatjungia. 2. Nesujungia.	1. Plokštelė nenutraukia šviesos spindulio. 2. Gedimas jungiklio viduje	1. Pravažiuoja tikslų sustojimą, kabina užvažiuoja ant avarinio padėties jungiklio.	1. Lifto darbo sutrikimas, avarinė situacija, gali užstrigti žmonės, prastova, remontas. 2. Lifas stabdomas, keičiamas jungiklis.
	Durų varikis	Atidaryti ir uždaryti kabinos ir šachtos duris, kabinai sustojus reikiamame aukšte	1. Gavęs maitinimą nesisuka nei į vieną pusę.	1. Atsijungęs automatinis jungiklis, sudėgusios apvijos, nutrūkęs dirželis.	1. Neatsidaro durys, lieka neuždarytos arba truputį pradarytos.	1. Variklio keitimas, prastova.
	Durų padėties jungikliai	Sujungia arba atjungia savo kontaktus, skirti durų uždarymui ir atidarymui	1. Atsidarius arba užsidarius neatsijungia „Durys uždarytos ar atidarytos“	1. Mechaninis gedimas, nuovargis (spyruoklės)	1. Nereversuoja durų variklis arba darinėjasi tai į vieną tai į kitą pusę.	1. Besidarinėjančios durys gali sužaloti žmogų, jungiklio keitimas, prastova.
	Iškvietimo mygtukai liftų aikštelėse	Sujungia kontaktus, lifto iškvietimui į norimą aukštą	1. Nesujungia nuspaudus. 2. Sujungus neatsijungia.	1.2. Spyruoklės ar kontaktų nuovargis, mechaninis gedimas dėl trečių asmenų.	1. Negalima išsikviesti lifto į norimą aukštą. 2. Išsikvietus lifto kabiną nebevykdomos įsakymo komandos, kabina stovi tame pačiame aukšte, darinėjasi durys.	1. Lifas nestabdomas, reikalinga tvarkyti mygtuką. 2. Gali būti sužalojami žmonės durimis, lifas atjungiamas, prastova, mygtuko keitimas.

6.2.3.1.1 P3 lentelė tęsinys kitame puslapyje

6.2.3.1.1 P3 lentelės tęsinys

Lifto	Komponento	Komponento	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo	Gedimo pasekmės
-------	------------	------------	--------------	-------------------	--------	-----------------

posistė	pavadinimas	funkcija			požymiai	
Valdymo grandinė	Įsakymo mygtukai lifto kabinoje	Sujungti kontaktus, lifto kabinos nusiuntimui į norimą aukštą	1.Nesujungia nuspaudus. 2.Sujungus neatsijungia	1.2.Spyruoklės ar kontaktų nuovargis, mechaninis gedimas dėl trečių asmenų.	1.Kabinos durys užsidaro, bet liftas nejudą į norimą aukštą. 2.Nebegalima išsikviesti lifto į kitus aukštus, kabina stovi tame pačiame aukšte,darinėjasi durys.	1 ir 2.Laikinas sistemos sustabdymas mygtuko pakeitimui.
	Pakabinamas kabelis kabinos valdymo ir apsaugos grandinei 110V DC	Apsaugos ir valdymo komponentų komutavimas su valdymo pultu ir šachtos įrenginiais	1.Nutrūkęs kabelis. 2.Nulūžta atskiros gyslos	1.Mechaninis pažeidimas (užkliuvo už šachtos elementų) netaisyklingai pritvirtintas – personalo klaida. 2. Mechaninis izoliacijos pažeidimas, gyslų nuovargis, neteisingai pritvirtintas kabelis.	1.Sudegęs saugiklis valdymo punkte. Neveikia įsakymo mygtukai. 2.Neveikia kažkuri grandis, nevykdo kokios nors funkcijos	1.2.Galimas visiškas kabinos valdymo ir apsaugos įrenginių darbo sutrikimas.Užstriną žmonės. Galimos klaidingos komandos (trūkstant kabeliui durų atidarymo grandinės sujungimas) iššaukiančios katastrofiškas pasekmes.

6.2.3.1.1 P3 lentelė tęsinys kitame puslapyje

6.2.3.1.1 P3 lentelės tęsinys

Lifto posistemė	Komponento pavadinimas	Komponento funkcija	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo požymiai	Gedimo pasekmės
Valdymo grandinė	Pakabinamas kabelis kabinos signalizacijos grandinei 24V AC	Signalizacijos ir avarinio apšvietimo įrenginių komutavimas su valdymo pultu ir šachtos įrenginiais	Nutrūkęs kabelis ar atskiros gyslos	1.Mechaninis pažeidimas (užkliuvo už šachtos elementų) netaisyklingai pritvirtintas – personalo klaida. Mechaninis izoliacijos pažeidimas, gyslų nuovargis.	1.Nebėra indikacijos iškvietimo mygtukuose. Neįmanoma susisiekti su avarine tarnyba, neveikia ryšys.	1.Perdega saugiklis, išsiunčiamas signalas į dispečerinį punktą, liftas veikia.
	Pakabinamas kabelis kabinos 220V AC	Durų variklio ir darbinio apšvietimo maitinimas	Nutrūkęs kabelis ar atskiros gyslos.	1.Mechaninis pažeidimas (užkliuvo už šachtos elementų) netaisyklingai pritvirtintas – personalo klaida. Mechaninis izoliacijos pažeidimas, gyslų nuovargis.	1.Atsijungęs kabinos durų automatinis jungiklis ar įvadinis jungiklis, neveikia pagrindinis apšvietimas.	1.Neįmanoma valdyti liftų durų variklio, liftas stabdomas, reikalingas remontas, gali užstrigti žmonės.
Apsaugos grandinė	Elektromechaninės relės	Gavus komandą sujungti ar atjungti kontaktus	1.Nesusijungia 2. Neatsijungia	1.Neveikia relės ritė, kontaktų nuovargis, atsijungęs laidas. 2.Pridegę kontaktai, nėra RC apsauginės grandinės.	1.Nevykdoma atitinkama komanda priklausanti tai relei.	1.Sutrinka lifto funkcijos, galimybė užstrigti.Relės keitimas, prastova. 2. Galima avarinė situacija (pravažiuoja galutinį sustojimą, suveikia apsaugos gr.)

6.2.3.1.1 P3 lentelė tęsinys kitame puslapyje

6.2.3.1.1 P3 lentelės tęsinys

Lifto posistemė	Komponento pavadinimas	Komponento funkcija	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo požymiai	Gedimo pasekmės
Apsaugos grandinė	Avariniai padėties jungikliai, avariniai stabdymo mygtukai (ant kabinos, duobėje ir kabinoje)	Būti sujungus kontaktus normaliu lifto darbo režimu ir atjungti esant avarinei situacijai (kabinos ir šachtos durims, lyno laisvumo, gaudymo įrenginio, greičio ribojimo)	1.Nebūna sujungtas kai gedimo nėra. 2.Neatsijungia esant avarinei situacijai	1.2.Mechaninis gedimas, spyruoklės ar kontaktų nuovargis.	1.Atsijungia valdymo sistema. 2.Lifto nenormalus darbas.	1.Reikalinga tvarkyti jungiklį, prastova, gali užstrigti žmogus, pasekmės lengvos. 2.Nesvarbu kur esantis jungiklis, skirtas lifto apsaugai nuo nenormalaus darbo režimo, nesuveiktų, tai jau laikoma ypatingai pavojinga pasekme, kuri gali pasibaigti katastrofa. Tas pats galioja ir avariniams stabdymo mygtukams.
Signalizacijos grandinė	Saugikliai valdymo skyde	Atjungti energijos tiekimą įvykus trumpam jungimui grandinėje; Tiekti elektros energiją grandinei.	1.Nenutraukia grandinės įvykus tr.j. 2.Nekontaktuoja su lizdu	1.Netinkamai sukalibruoti. 2.Blogai įstatytas, išdilis lizdas, atsilaisvinusi spyruoklė	1.Sugedęs įrenginys. 2.Nėra įtampos	1.Gali sudegti įrenginys ar laidai. Prastova, remonto darbai. 2.Nuostoliai nedideli, prastova.

6.2.3.1.1 P3 lentelė tęsinys kitame puslapyje

6.2.3.1.1 P3 lentelės tęsinys

Lifto posistemė	Komponento pavadinimas	Komponento funkcija	Gedimo būdas	Gedimo priežastis	Gedimo požymiai	Gedimo pasekmės
Signalizacijos grandinė	Žeminantis transformatorius 400/24V AC	Tiekti pažemintą įtampą į signalizacijos grandinę	1.Sudegusios pirminės apvijos. 2. Sudegusios antrinės apvijos	1.Per didelę įtampa, nesuveikęs saugiklis.	1 ir 2. Neveikia signalizacijos grandinė.	1.Reikia keisti transformatorių, kalibruoti ar keisti saugiklius,prastova
	Skambutis ir dispečerinio ryšio mygtukas bei mikrofonas su garsiakalbiu	Skambutis įvykus gedimui ir paspaudus avarinio iškvietimo mygtuką duoda garsinį signalą. Mikrofonas ir garsiakalbis susisiekimui su dispečeriniu punktu.	1.Nesujungia kontaktų.	1. Mechaninis gedimas, spyruoklės ar kontaktų nuovargis.	1.Nėra garsinio signalo, neatsiliepia avarinė tarnyba.	1.Galimos sunkios pasekmės jei pavyzdžiui sunkus ligonis užstringa lifte, negali išsikviesti, niekas nepastebi, nepraneša gyventojai ir t.t.
	Avarinio apšvietimo lempos	Kabinos apšvietimui nutrūkus darbiniam apšvietimui	1.Nešviečia	1. Perdegusios, per didelę įtampa, transformatoriaus gedimas	1.Atsijungus darbiniam apšvietimui kabinoje tamsu.	1.Lengvos pasekmės, reikalinga keisti lempas.

4 PRIEDAS. Vartotojų apklausa**ANKETA LIFTŲ VARTOTOJAMS**

Gerbiamas respondente,

Esu ŠU, Technologijos fakulteto, elektros inžinerijos katedros studentas. Rengiu magistro tiriamąjį darbą šia tema : „ Keleivinių liftų renovavimo problemos tyrimas ”. Man labai svarbi Jūsų nuomonė apie dabartinių keleivinių liftų techninę būklę, kokybės rodiklius ir renovavimo aktualumą.

Anketa yra anoniminė. Jūsų požiūrį atitinkantį atsakymą prašome pažymėti kryželiu (x) ar apibraukti apskritimu O.

I. Dabartinių liftų būklės įvertinimas

1. Jūsų amžius
2. Ar esate pakankamai informuoti apie dabartinę keleivinių liftų padėtį Šiauliuose ?
 1. Taip.
 2. Esu girdėjęs.
 3. Nesidomiu.
 4. Niekas neinformuoja.
3. Iš kokių šaltinių gaunate daugiausiai informacijos apie keleivinius lifthus?
 1. Radijas.
 2. Televizija.
 3. Liftus eksploatuojančios įmonės.
 4. Liftų aptarnaujančio personalo.
 5. Negaunu jokios informacijos.
 6. Neįdomu.
4. Kaip Jūs įvertintumėte dabartinius keleivinius lifthus, atsižvelgdami į jų esamą būklę?
 1. Gerai.
 2. Patenkinamai.
 3. Prastai.
 4. Labai prastai.
 5. Neturiu nuomonės.
5. Ar gerai keleiviniai liftais atlieka savo funkcijas?
 1. Taip.
 2. Ne.
 3. Patenkinamai.
6. Koku balu, penkių balų sistemoje, įvertintumėte liftų saugumą?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Anketos tęsinys kitame puslapyje

Anketos tęsinys

7. Ar patikima, Jūsų nuomone, dabartinių liftų techninė sistema?

1. Patikima.
2. Vidutiniškai.
3. Nepatikima.
4. Neturiu nuomonės.

8. Kokiu balu, penkių balų sistemoje, įvertintumėte liftus aptarnaujančio personalo darbų kokybę?

1 2 3 4 5

9. Ar jaučiatės saugūs važiuodami keleiviniu liftu?

1. Taip.
2. Iš dalies.
3. Ne.
4. Niekada nevažiuoju.

10. Ar esate nors kartą gyvenime įstrigęs lifte?

1. Taip, nekartą.
2. Taip.
3. Ne.

11. Ar leidžiate savo vaikams vieniems važiuoti liftu?

1. Niekada.
2. Kartais.
3. Taip, visada.

12. Kas Jums labiausiai kelia nerimą kai važiuojate liftu?

1. Užstrigimo baimė.
2. Gali nukristi.
3. Maža erdvė.
4. Didelis garsas.
5. Oro trūkumas.
6. Apšvietimo trūkumas.
7. Kvapas.

13. Ar Jus tenkina dabartinių liftų garso lygis (kai jis važiuoja)?

1. Labai garsiai veikia.
2. Vidutiniškai.
3. Galima kentėti.
4. Negirdžiu.

14. Jūsų nuomone, ar užtenka kas mėnesį atlikti technines apžiūras, o kas metus planinį remontą, kad liftas galėtų patikimai ir saugiai veikti?

1. Neužtenka (dažnai genda).
2. Pakankamai.
3. Neturiu nuomonės.

II. Lifto renovavimo problemos aktualumas

15. Jūsų nuomone, ar aktualu būtų renovuoti keleivinius lifthus ar geriau pakeisti jį nauju?

1. Reikia renovuoti, nes nauji brangūs.
2. Naujas brangiau, bet patikimiau.
3. Dar veikia ir seni.
4. Nedomina tokie klausimai.

16. Kodėl Jūsų manymu reikalinga renovuoti keleivinius lifthus?

1. Pasenusios konstrukcijos.
2. Napatikimi.
3. Nesaugūs.
4. Nekomfortabilūs.
5. Nepritaikyti neįgaliesiems.
6. Kita. Įrašykite.....

17. Pasirinkite vieną iš derinių, kuris Jūsų manymu labiausiai tiktų apibūdinti renovuoto lifto kokybinius parametrus?

1. Patikimas, saugus, tiksliai ir gerai atlieka funkcijas.
2. Ekonomiškumas, ilgaamžiškumas, pigios, bet kokybiškos detalės, paprastas aptarnavimas ir t.t.
3. Geros išvaizdos, modernus, pagamintas pagal naujausias technologijas, paprasta naudotis.

18. Ar patikėtumėte renovavimo darbus atlikti Šiaulių miesto liftų priežiūros tarnybų specialistams?

1. Napatikėčiau, nes nėra specialistų.
2. Patikėčiau (jeigu pateiktų konkrečių darbų planus ir jų įgyvendinimo eigą bei laiką).
3. Patikėčiau tik įsitikinęs, kad dirba rimti specialistai.
4. Neįsitikinęs (nes ir dabar prastai prižiūri lifthus).
5. Patikėčiau jei kas nors iš patikimų šaltinių rekomenduotų.
6. Patikėčiau, nes dirba geri specialistai.
7. Neturiu nuomonės.

Anketos tęsinys kitame puslapyje

Anketos tęsinys

III. Informacija apie save

19. Jūsų lytis?

1. Vyras
2. Moteris

20. Jūsų išsilavinimas?

1. Pagrindinis.
2. Vidurinis.
3. Spec. vidurinis.
4. Aukštasis universitetinis

Dėkojame, kad pildėte anketą.

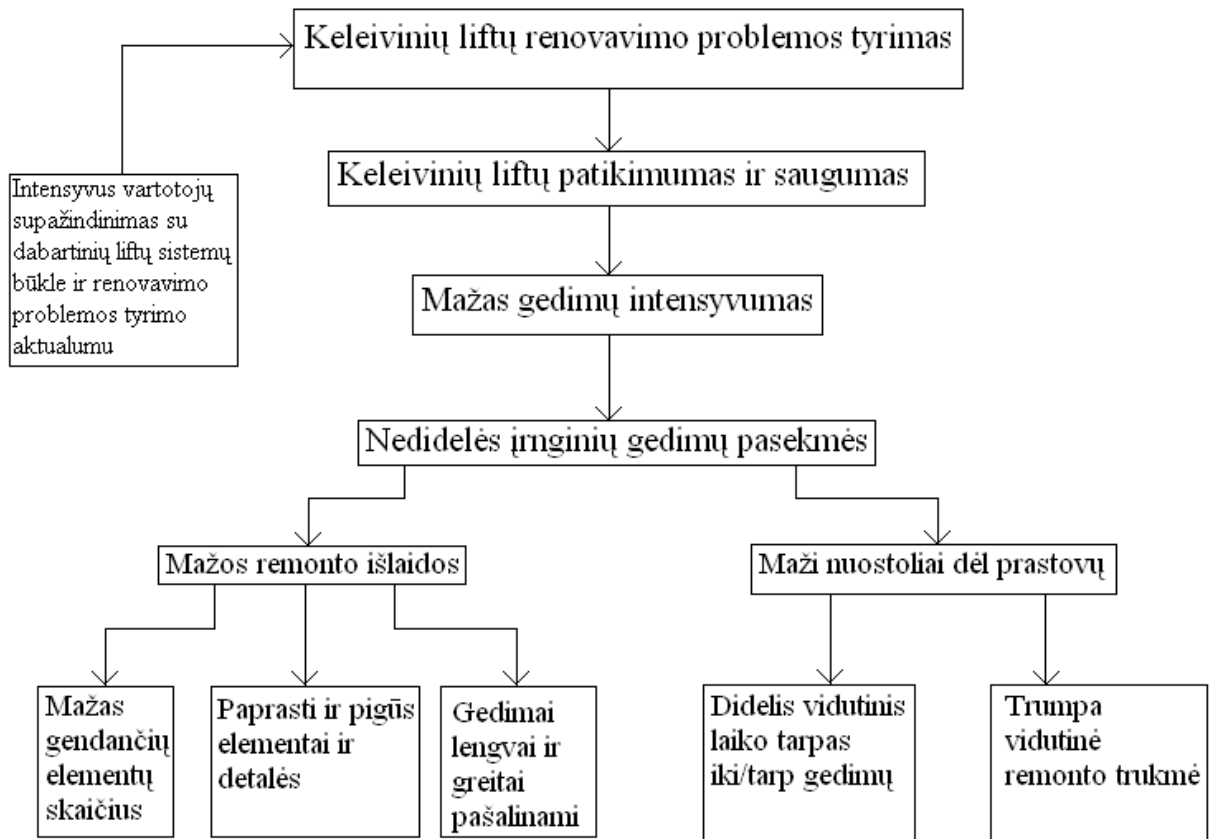
Susisteminti ir apibendrinti anketinės apklausos duomenys

Anketos klausimo numeris	Atsakymų variantai	Pasirinkusių atsakymą respondentų kiekis, %
2	1	10
	2	24
	3	30
	4	36
3	1	3
	2	8
	3	12
	4	11
	5	35
	6	31
4	1	8
	2	38
	3	32
	4	12
	5	10
5	1	13
	2	25
	3	62
6	1	4
	2	17
	3	40
	4	30
	5	9
7	1	7
	2	58
	3	21
	4	14
8	1	7
	2	16
	3	48
	4	25
	5	4
9	1	10
	2	73
	3	15
	4	2
10	1	4
	2	41
	3	55
11	1	8
	2	41
	3	51
12	1	48
	2	8

6.4.1.1 P4 lentelės tęsinys

Anketos klausimo numeris	Atsakymų variantai	Pasirinkusių atsakymą respondentų kiekis, %
12	3	6
	4	11
	5	10
	6	12
	7	5
13	1	15
	2	58
	3	17
	4	10
14	1	48
	2	32
	3	20
15	1	37
	2	20
	3	32
	4	11
16	1	12
	2	32
	3	27
	4	13
	5	8
	6	8
17	1	57
	2	28
	3	15
18	1	17
	2	22
	3	13
	4	18
	5	12
	6	10
	7	8
19	1	74
	2	26
20	1	8
	2	19
	3	43
	4	30

4 PRIEDAS.



6.4.1.1 P4 paveikslas „Anketinės vartotojų apklausos tikslų medžio diagrama“.

5 PRIEDAS

Tiriamąo darbo objekto bei svarbiausių sąvokų apibrėžimai

- 1) **Liftas** – tai įrenginys su kabina, sustojančia nustatytuose lygiuose, judančia tarp aukštų standžiomis vertikaliomis ar pakrypusiomis daugiau nei 15 laipsnių kampu į horizontą kreipiančiosiomis, skirtas kelti:
 - Žmones;
 - Žmones ir krovinius;
 - Tik krovinius, kai kabina yra prieinama, t.y. žmogus gali nesunkiai į ją įeiti, ir kabinoje yra sumontuoti valdymo įtaisai, išdėstyti kabinos viduje arba taip, kad šiuos įtaisus galėtų pasiekti kabinos viduje esantis žmogus.
- 2) **Lifto modelis** – tai pavyzdinis liftas, kurio techniniuose dokumentuose parodomas būdas, kaip pagrindiniai saugos reikalavimai bus taikomi liftams, kuriuose naudojami identiški saugos mazgai, atitinkantiems lifto modelį, apibrėžtą objektyviais parametrais.
- 3) **Lifto saugos mazgų gamintojas** – tai juridinis ar fizinis asmuo, kuris prisiima atsakomybę už saugos mazgų projektavimą ir gaminimą, pažymi juos CE ženklu ir surašo EB atitikties deklaraciją.
- 4) **Paskelbtoji (notifikuota) įstaiga** - įstaiga, kuri atlieka į rinką tiekiamų naujų liftų atitikties įvertinimo procedūras pagal techninio reglamento "Liftai" nuostatas ir išduoda atitikties įvertinimo pažymėjimą (sertifikatą).
- 5) **Lifto surinkėjas** – tai juridinis asmuo, kuris prisiima atsakomybę už lifto projektavimą, gaminimą, įrengimą ir pateikimą į rinką, pažymėti jį CE ženklu ir surašo EB atitikties deklaraciją.
- 6) **EB atitikties deklaracija** – lifto surinkėjo ar lifto saugos mazgų gamintojo išduotas dokumentas, kuriuo laiduojama, kad liftui ar lifto saugos mazgams yra atlikta viena iš procedūrų pagal techninio reglamento „Liftai“ priedo VI, X, XII, XIII arba XIV nuostatas ir jie yra saugūs naudoti.
- 7) **Potencialiai pavojingi įrenginiai** – darbo priemonės (darbui naudojamos mašinos, įrengimai, aparatai ar įrankiai) ir kiti įrenginiai, kuriuos naudojant kyla pavojus darbuotojų ir kitų žmonių gyvybei, sveikatai, aplinkai ar turtui dėl juose sukauptos energijos bei juose vykstančių procesų ir kuriems reikalinga Potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros įstatymo nustatyta priežiūra. Įrenginiams priskiriami jų valdymo, signaliniai, blokavimo ir saugos įtaisai, kontroliniai matavimo prietaisai.
- 8) **Lifto montavimas** – lifto surinkimas jo naudojimo vietoje pagal surinkimo brėžinius, technologiją ir liftų gamybos instrukciją.

- 9) **Lifto remontas** – lifto sulūžusių ar nudilusių dalių pakeitimas bei lifto paruošimas atestacijai.
- 10) **Lifto renovavimas** – sumontuoto lifto mazgų ar konstrukcijų pakeitimai naujesnės ir tobulesnės konstrukcijos, nekeičiant lifto techninės charakteristikos rodiklių, arba kuriuos padarius galima padidinti lifto darbo elementų apkrovą ir nuo kurių pasikeičia svarbiausi lifto charakteristikos rodikliai.
- 11) **Techninė sistema** – techninių objektų visuma, apsupta gamtinės ir žmogaus kurtos aplinkos bei sudaryta iš susijusių elementų visumos, kurie numatyti įvairiems uždaviniams spręsti.
- 12) **Techninės sistemos komponentas** – smulkiausia techninės sistemos dalis, kuriai priskiriamas patikimumo rodiklis [20].
- 13) **Funkcinis elementas** – smulkiausia, elementariai veikianti funkcinės sistemos dalis, pavyzdžiui, jungianti, sukanti, tverianti, atidaranti, tiekianti energiją.
- 14) **Techninės sistemos, posistemio ar komponento gedimas** – tai bet koks šių objektų veikimo pažeidimas, t.y. tokia jų būklė, kai jie nefunkcionuoja arba funkcionuoja nevisiškai ar neteisingai [20].
- 15) **Rizika** – tai pavojai, kurie gali kilti žmonėms, gamtinei aplinkai, turtui ir finansiniams interesams, pasireiškus nepageidaujamiems įvykiams (sistemų gedimams) [20].
- 16) **Rizikos analizė** – procedūra, kurios metu yra nustatomi techninės sistemos gedimai bei vertinamos su jais susijusios rizikos reikšmės.
- 17) **Atsakų ir jų įtakos analizė** – sistemos rizikos analizės metodas, kuris tiria sistemą, kurios vienas komponentas veikia netinkamai arba iš viso neveikia, o kiti komponentai veikia neprikaištingai.
- 18) **Analizės formuliaras** – lentelė užpildoma analizuojant techninę sistemą.
- 19) **Įvykių medžio analizė** – sistemos rizikos analizės metodas, kuris tiria, kaip sistema reaguoja į inicijuojančius įvykius [20].
- 20) **Atsakų medžio analizė** – sistemos rizikos analizės metodas, kuris tiria sistemos gedimo priežastis pasirinkus nepageidaujamą įvykį [20].
- 21) **Patikimumas** – tai objekto, dirbančio nustatytu režimu ir nustatytais darbo, techninio aptarnavimo, sandėliavimo ir transportavimo sąlygomis, savybė nustatytą laiką atlikti savo funkcijas, išlaikant nustatytas eksploatacines charakteristikas [17].
- 22) **Negendamumas** – tai objekto gebėjimas nepertraukiamai išlaikyti tam tikrą laiką savo darbingumą [17].
- 23) **Darbingumas** – tai objekto būseną, kai jis gali atlikti savo funkcijas. Darbingumo praradimas vadinamas gedimu [17].
- 24) **Pataisomumas** – tai objekto savybė, leidžianti numatyti, aptikti ir pašalinti jo gedimus, palaikyti ir atkurti darbingumą, atliekant remontą ar techninį aptarnavimą [17].

- 25) **Ilgamžiškumas** – tai objekto savybė išlikti darbingam iki susidėvėjimo su pertraukomis remontams ir techninei priežiūrai [17].
- 26) **Taisomieji objektai** – tai objektai, kurių darbingumą galima atkurti, juos pataisant [17].
- 27) **Netaisomieji objektai** – tai objektai, kurių nenumatoma arba neįmanoma pataisyti [17].
- 28) **Remontas** – tai sugedusio įrenginio (komponento, elemento) pataisymas arba pakeitimas geru [18].
- 29) **Elektros įrenginių eksploatacija** – tai parinkimo, komplektavimo, sumontavimo, paleidimo, bandymų, atestavimo, racionalaus panaudojimo, transportavimo, periodinės patikros, techninių apžiūrų bei remonto procedūrų visuma [18].
- 30) **Techninė priežiūra** – tai kompleksas prevencinių bei kitokių priemonių (nesudėtingo remonto), kuriomis siekiama, kad įrenginys ir jo dalys per ekonomiškai pagrįstą laikotarpį atitiktų paskirtį ir būklę [18].
- 31) **Patikimumo teorija** – tai metodų visuma, leidžianti: tirti aplinkos veiksnių ir laiko įtaką elektros įrenginių dinamikai, degradavimo procesus elektros įrenginiuose ir jų mazguose bei elementuose; prognozuoti gedimus, o reikalui esant ir nustatyti gedimų priežastis ir pašalinimo būdus; sudaryti priemonių visumą, užtikrinančią didelį (optimalų) elektros įrenginių patikimumą; nustatyti ir kontroliuoti įrenginių patikimumą [18].