

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

Giedrius Bumblauskas

DISPEČERIZACIJA IR LIFTŲ PANAUDOJIMO EFEKTYVUMO
TYRIMAS
Magistro darbas

Vadovas

doc.dr. Z. Turauskas

ŠIAULIAI, 2008

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTROS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

doc. dr. T. Šimkevičius

2008 06

DISPEČERIZACIJA IR LIFTŲ PANAUDOJIMO EFEKTYVUMO
TYRIMAS

Magistro darbas

Vadovas

doc.dr. Z. Turauskas

2008 06

Atliko

EM – 6 gr. stud.

G. Bumblauskas

2008 05 29

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto

Elektros inžinerijos

katedros

asist. M. Rauchas

2008 06

ŠIAULIAI, 2008

Bumblauskas G. The investigation of elevators using efficient and dispatching: Master thesis of energetics engineer/research advisor Assoc. Prof. Dr. Z. Turauskas; Šiauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department. – Šiauliai, 2008. – 71p.

SUMMARY

Decreasing energy input however becomes a problem, which can be solved in all energetic countries. Mechanisms effectively are not using qualitatively and correspond at the functions, but they have to do it in less expense. Today in Lithuania is using more than 5 thousand passengers' lifts, they were begin to use before 25 years and now they are exceed producer in recommended time. This work purpose is to analyze Šiauliai city elevators' system work, to evaluate damage for mechanisms' using and to find out originate reasons and security mechanisms using choice for the following days.

The statistics information about elevators' breakdown analysis was done by the program packet STATISTICS. The elevators' breakdown origin duration was repartitioned by log - normal and the term between breakdowns by exponential. They are normal in exploitation time, but chance of none breakdowns (0,28), the short time thought breakdowns (1030 hours) and a lot number of breakdowns show that the third period comes with obsolescence and wane processes. The dispatching influence was evaluated and developed that this manner makes better indexes but the basics node control is needed. Elevators' using expenses were valuated. The huge part of expenses 86,7% dispatching and 87,6% not dispatching lifts compose repair expenses. Users have damage by outage of lifts, which make 0,2 % and 0,7% expenses. The repair reasons are not trust the mechanisms. The security of using to days technologies need to increase: the magnetic and inductive position, the bigger security relay. We need to change old to new and common duration between breakdowns can lengthen about 6 occasions. It can decrease the service of personal number between 2-3 awaking brigades to one. All these factors may decrease general passengers' expenses to use lifts.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	6
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	7
ĮVADAS	8
DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI	10
1. LIETUVOS RESPUBLIKOJE EKSPLOATUOJAMŲ LIFTŲ KLASIFIKACIJA	11
2. PAGRINDINĖS LIFTO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS	13
2.1. Pagrindinių lifto įrenginių apžvalga	14
3. KELEIVINIŲ LIFTŲ GEDIMŲ ANALIZĖ	17
3.1. Keleivinių liftų gedimų pasiskirstymas	18
3.2. Keleivinių liftų gedimų eksperimentiniai grafikai	21
3.2.1. Gedimų dažnis	22
3.2.2. Vidutinis išdirbis tarp gedimų	23
3.2.3. Gedimų srautas	24
3.2.4. Negedimo tikimybė	25
3.3. Keleivinių liftų gedimų pasiskirstymo dėsniai	27
3.3.1. Išdirbis (trukmė) tarp gedimų	28
3.3.2. Gedimų atstatymo trukmė	31
3.4. Keleivinių liftų kompleksiniai patikimumo rodikliai	35
3.4.1. Parengties koeficientas	35
3.4.2. Priverstinės prastovos koeficientas	36
4. KELEIVINIŲ LIFTŲ DISPEČERIZACIJA	38
4.1. Dispečerizavimo būdai	40
4.2. Šiuolaikinė liftų dispečerizacija	42
5. VARTOTOJŲ (KELEIVIŲ) PATIRIAMAI NUOSTOLIAI DĖL GEDIMŲ	44
5.1. Nedispečerizuotų liftų nuostoliai	45
5.2. Dispečerizuotų liftų nuostoliai	48
5.3. Tikrieji liftų gedimų nuostoliai	50
6. KELEIVINIŲ LIFTŲ EFEKTYVUMO DIDINIMAS	51
6.1. Senų lifto elektros įrenginių gedimų intensyvumas	53
6.2. Šiuolaikinio patikimumo lifto elektros įrenginių gedimų intensyvumas	55
6.3. Esamų ir šiuolaikinio patikimumo lifto įrenginių palyginimas	60

7. KELEIVINIŲ LIFTŲ SISTEMOS APTARNAVIMO MODELIS	63
7.1. Vienkanalės aptarnavimo sistemos modelis.....	63
7.2. Daugiakanalės aptarnavimo sistemos modelis	66
IŠVADOS IR SIŪLYMAI	68
LITERATŪRA	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

5.1 lentelė. Nuostolių vertės nedispečerizuotiems liftams.....	47
5.2 lentelė. Nuostolių vertės dispečerizuotiems liftams.....	49
6.1 lentelė. Lifto elementų gedimo intensyvumas.....	53
6.2 lentelė. Lifto pagrindinių elektros įrenginių darbo trukmės iki gedimo	54
6.3 lentelė. Šiuolaikinių įrenginių ilgaamžiškumo rodikliai.....	56
6.4 lentelė. Lifto naudojimo intensyvumo rodikliai, pagal pastato paskirtį.....	58
6.5 lentelė. Vidutinis lifto elementų atliekamų operacijų skaičius per parą.....	59
6.6 lentelė. Vidutinės šiuolaikinių lifto įrenginių darbo trukmės iki remonto (keitimo).....	60
7.1 lentelė. Pagrindinės aptarnavimo sistemos charakteristikos	67

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Pokarinio Lietuvos liftų rinkos raidos skirstymo laikotarpiais diagrama	11
3.1 pav. Patikimumo nustatymo būdų klasifikacija	18
3.2 pav. Keleivinių liftų gedimų klasifikacija	19
3.3 pav. Gedimų pasiskirstymas	20
3.4 pav. Liftų gedimų dažnio pasiskirstymas	23
3.5 pav. Liftų vidutinis išdirbis tarp gedimų	24
3.6 pav. Liftų gedimų srauto parametro $m_v^*(t_i)$ pasiskirstymas	25
3.7 pav. Negedimo tikimybės pasiskirstymas	26
3.8 pav. Liftų darbo intervalų seka	27
3.9 pav. Paros laikų tarp gedimų histograma	29
3.10 pav. Savaitės laikų tarp gedimų histograma	30
3.11 pav. Mėnesio laikų tarp gedimų histograma	30
3.12 pav. Paros remonto trukmių histograma	32
3.13 pav. Savaitės remonto trukmių histograma	33
3.14 pav. Mėnesio remonto trukmių histograma	34
4.1 pav. Tipinė abipusio ryšio tarp lifto (-ų) ir avarinės tarnybos sistema	38
4.2 pav. Blokinė nuotolinės pavojaus signalizacijos schema	40
4.3 pav. Struktūrinė dispečerinio ryšio per GSM tinklą schema	41
4.4 pav. Dispečerinio komplekso struktūra	42
5.1 pav. Tikrieji gedimų nuostoliai	44
5.2 pav. Keleivinio lifto aptarnavimo išlaidos	45
5.3 pav. Nedispečerizuotų liftų gedimų trukmių histograma	46
5.4 pav. Dispečerizuotų liftų gedimų trukmių histograma	48
5.5 pav. Liftų aptarnavimo išlaidų dedamosios	50
6.1 pav. Sistemos patikimumas, kuriai atliekami ir kuriai neatliekami planiniai remontai	51
6.2 pav. Keleivių srautų judėjimo schema gyvenamuose namuose	57
6.3 pav. Esamų ir šiuolaikinių lifto įrenginių darbo trumės	61
7.1 pav. Aptarnavimo sistemos būsenų grafas	64

IVADAS

Šiuo metu Lietuvoje naudojama daugiau nei 5 tūkstančiai keleivinių liftų, dauguma iš jų pradėti eksploatuoti daugiau kaip prieš 25 metus (gamintojo rekomenduojamas eksploatacijos amžius – 25 metai). Liftai įrengti pagal tuo metu galiojusius techninius reikalavimus, nebeatitinka šiuolaikinių reikalavimų, kuriuos nustato naujos technologijos ir socialiniai lūkesčiai. Eksploatuojami lifto mechanizmai ir konstrukcijos susidėvi, o konstrukcinės medžiagos nukenčia dėl senėjimo proceso.

Jau pamažu pradedama daugiaaukščių namų renovacija, kadangi pastebėta kokie nuostoliai patiriami dėl senų ir nekokybiškų medžiagų. Tačiau minėtas procesas dar nepalietė šiuose pastatuose sumontuotų liftų, nes jų būklės įvertinimui nebuvo kreipiamas pakankamas dėmesys. Šiuo metu renovuotų liftų skaičius Lietuvos miestuose labai mažas. Šiaulių mieste iki šiol atnaujintas vienas liftas. Šie atnaujinimo darbai atliekami daugiausia gyventojų iniciatyva. Gyventojų pagrindinis tikslas – matyti išvaizdų ir veikiančių liftą, todėl pirmiausia dėmesys kreipiamas į įrenginio išvaizdos atstatymą, nepagerinant jo techninių charakteristikų. Taip yra todėl, kad nuo pat pastatymo šie įrenginiai yra eksploatuojami, tačiau neįvertinama kaip keičiasi jų techninės savybės, kokybė ir patikimumas. Visi šie veiksniai įtakoja aptarnavimo išlaidas, kurias turi padengti vartotojai, t. y. gyventojai. Ši problema ypatingai aktuali dabartiniu metu, kai siekiama kiek įmanoma daugiau sumažinti energijos sąnaudas. Efektyvus įrenginių panaudojamas tai minimalių išlaidų ir maksimalaus jų išnaudojimo derinys. Kadangi lifto paskirtis – žmonių pervežimas, tai efektyvus jo panaudojimas priklauso nuo atliekamo „darbo“.

Šio klausimo nagrinėjimą riboja literatūros ir tyrimų trūkumas. Pagrindė visa rasta literatūra sena ir pritaikyta to meto montuojančioms ir liftus prižiūrinčioms organizacijoms. Žinoma, jau ir tada į tai buvo kreipiamas dėmesys, atsižvelgiant į galimybes ir tuometinį požiūrį. Pakitus politinei situacijai, tobulėjant medžiagoms, mokslui ir augant poreikiams reikalinga tai išnagrinėti pagal dabartines sąlygas ir poreikius. Nepaisant to, vykstant didžiųjų miestų gyvenamųjų namų statybai, juose montuojami liftai buvo naujovė. Todėl nebuvo sukaupta pakankamai patirties eksploatuojant šiuos įrenginius. Deja, eksploatacijos duomenys apie liftus buvo kaupiami nepakankamai. Minėtos priežastys buvo paskata tyrimui. Rašant šį darbą buvo stengiamasi pateikti tokius rezultatus, kurie domintų tiek liftus aptarnaujančias organizacijas, tiek besinaudojančius jais.

Padėka

Norėčiau padėkoti konsultantams ir draugams už moralinį palaikymą, suteiktą informaciją ir visakeriopą pagalbą atliekant šį darbą. Prie sėkmingų darbo rezultatų prisidėjo šie žmonės, kurie man yra pavyzdys:

Doc. dr. darbo vadovas **Zigmantas Turauskas**

(ŠU, elektros inžinerijos katedra)

Stasys Žigas

(UAB „Šiaulių liftas“)

Doc. dr. katedros vedėjas **Teodoras Šimkevičius**

(ŠU, elektros inžinerijos katedra)

DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Šio darbo įvade buvo paminėtos problemos, kurių sprendimas turi būti pagrįstas tyrimais. Darbo tikslas – išnagrinėti liftų panaudojimą, įvertinti nuostolius dėl nepakankamo įrenginių išnaudojimo, bei nustatyti jų atsiradimo priežastis. Taip pat pateikti šiuolaikinio patikimumo įrenginių pritaikymo galimybes, įvertinti jų įtaką bendram patikimumui bei aptarnavimo sistemos modeliui.

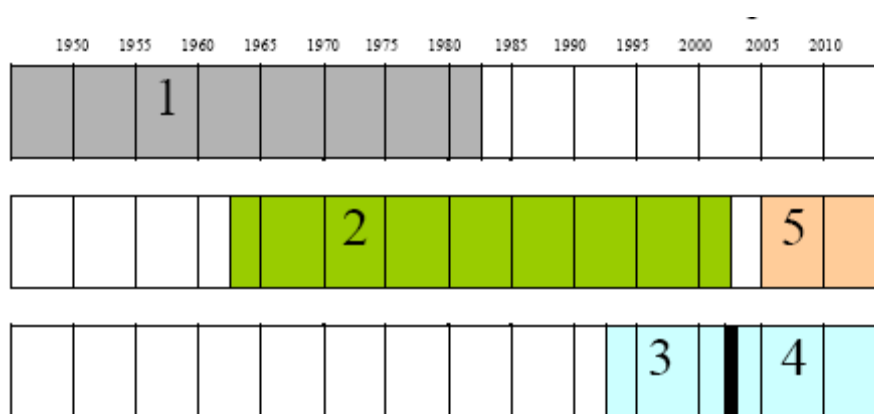
Tikslo įgyvendinimui reikalinga rasti liftų patikimumo rodiklius, nustatyti jų gedimų pasiskirstymo dėsnius. Tam reikalinga išanalizuoti liftų gedimų statistinius duomenis ir juos statistiškai apdoroti. Aptarnavimo požiūriu tikslinga gedimus nagrinėti ne kaip atskirų įrenginių, bet kaip vieningos keleivinių liftų sistemos. Tiriant tam tikrų veiksnių įtaką sistemai būtų nustatoma kaip jie pagerina ar pablogina bendrus patikimumo rodiklius. Vienas iš tokių veiksnių būtų liftų dispečerizacija, todėl tikslinga išanalizuoti jos įtaką, bei galimybes dispečerizuojant liftus. Visa tai turėtų būti pagrįsta pataisomumo ir ekonomiškumo rodikliais. Dažnai gendantys įrenginiai yra pagrindinė nuostolių priežastis. Nuostolių dydis įtakoja aptarnavimo išlaidas, kurias turi padengti keleiviai. Todėl patikimumas nusako ir patiriamų nuostolių dydį, padidinus sistemos patikimumą sumažėtų nuostoliai. Tam reikalinga įvertinti iki kokio lygio padidėtų sistemos patikimumas, kurie mažai labiausiai genda, kokios galimybės kitokio veikimo principo įrenginių pritaikymui. Mažiau gendantis sistema nereikalautų tiek priežiūros, todėl pakistų ir aptarnavimo poreikis. Tokiai liftų sistemai reikalinga sudaryti kitą optimalesnį aptarnavimo modelį. Šių uždavinių įvykdymas būtų darbo tikslo rezultatai.

1. LIETUVOS RESPUBLIKOJE EKSPLOATUOJAMŲ LIFTŲ KLASIFIKACIJA

Liftas – tai stacionarus pertraukiamo veikimo transportavimo įrenginys žmonėms kelti ir (arba) kroviniams kilnoti kabinoje arba ant platformos, kurios slankioja lifto šachtoje įrengtomis standžiomis kreipiančiosiomis ir turintis sustojimo aikštelės užrakinamas duris [20]. Tai potencialiai pavojingas kėlimo įrenginys (PPI). Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004-08-26d. nutarimu Nr. 1073 liftai priskirti penktai PPI kategorijai. Valstybinis potencialiai pavojingų įrenginių registras šiuo metu registruoja[12]:

- Liftus žmonėms kelti ir jų įrangą;
- Krovinius liftus ir jų įrangą;
- . Mašininės pavaros keltuvus žmonėms ir kroviniams kelti ir jų įrangą.

Visus tiekiamus į Lietuvos Respublikos teritoriją liftų gamino Karačiarovo, Ščerbinkos, Mogiliovo, Leningrado, Sverdlovsko, Spitako liftų gamyklos.



1.1 pav. Pokario Lietuvos liftų rinkos raidos skirstymo laikotarpiais diagrama

1. Pokario laikotarpis 1945 ÷ 1985 m

Lietuvoje statosi didesnės pramonės įmonės. Tiekiami ir montuojami vienetiniai liftai, pagaminti pagal GOST 5746 (paprasti keleiviniai liftai); GOST 8822 (ligoniniai); GOST 2823 (bendros paskirties, kroviniai liftai); GOST 1345 (kroviniai išspaudžiami liftai); GOST 13416 (kroviniai šaligatviniai liftai); GOST 8824, 8825 (maži kroviniai liftai). Tai vienetiniai liftai, kuriuos sumontuoja iš tuometinės Tarybų Sąjungos atvykę specializuotos įmonės arba jų filialai, o šių įrenginių eksploataciją vykdo pačios įmonės – t.y. liftų savininkės.

2. Didžiųjų Lietuvos miestų (Vilniaus, Kauno, Klaipėdos, Šiaulių, Panevėžio ir t.t.) vystymosi laikotarpis – daugiabučių gyvenamųjų namų statyba 1965 ÷ 1998 m.

Pradedant 7 – tu dešimtmečiu keitėsi Lietuvoje požiūris į daugiabučių gyvenamųjų namų statybą. Nuo 7 – to dešimtmečio vidurio Lietuvos didžiuosiuose miestuose Vilniuje, Kaune,

Klaipėdoje ir t.t. pradėjo statyti tipinius surenkamo gelžbetonio konstrukcijų daugiabučius devynių, dvylikos ir šešiolikos aukštų namus. Ši statyba tęsėsi beveik tris dešimtmečius. 320 kg kėlimo galios / 0,7 ir 1,0 m/s greičio tipinis keleivinis liftas tapo dominuojančiu liftu Lietuvoje.

Šiaulių mieste Dainų gyv. namų rajonas pradėtas statyti nuo 1975 m.

3. Lietuva nepriklausoma valstybė, kuri laikotarpiu nuo 1990 m. iki 2002 m. sausio mėn. bando gyventi pagal Europos sąjungoje keliamus reikalavimus ir standartus.

4. Nuo 2002 m. sausio mėn. pilnai įsigalioja techninis reglamentas „LIFTAI“. Visi į Lietuvos rinką tiekiami liftų įrengimai yra ženklinami CE ženklu. Po naujo lifto pateikimo į rinką, surinkėjas pildo atitikties deklaraciją.

5. Nuo 2005 m. gruodžio mėn. Mogiliovo liftų gamykla pareiškia, kad gavo keleivinio lifto ES tipo atitikties sertifikatą. Šią datą galima vertinti kaip teorinę Nepriklausomų Valstybių Sandraugos (NVS) šalių gamyklų grįžimo į Lietuvos rinką datą.

Praktiškai visi keleiviniai liftai atvežti į Lietuvą yra su automatinėmis kabinos ir šachtos durimis, nes daugiabučių gyvenamųjų namų statybos pradžia Lietuvoje sutapo su to meto liftų srities standartų pasikeitimu. Tuo metu tai buvo modernus ir pažangus požiūris, kurio pagrindiniai principai panašūs į šiuo metu galiojančias Europos normas. Visi šie liftai buvo dispečerizuoti.

Lietuvos daugiabučiuose gyvenamuose namuose sumontuoti tipiniai keleiviniai liftai jau pasiekė garbingą amžių. Didžioji jų dalis jau viršijo gamyklų gamintojų nustatytą 25 – ių metų projektinį tarnavimo laiką. Šie įrenginiai yra pasenę moraliai, nuniokoti vandalų, bei jų estetiškas vaizdas yra nepakankamas. Liftus aptarnaujančios organizacijos yra sunkiai pajėgios vykdyti šių liftų remontą, atsakyti už techninį stovį ir saugų jų darbą. Gamyklos gamintojos negamina ir netiekia šiems keleiviniams liftams skirtų mazgų ir detalių, šių liftų remontas priylgsta – restauracijai. Tai būtų neigiamas, neviseiškas pagrįstas požiūris.

Nepaisant to šie įrenginiai yra naudojami ir be jų daugiaaukščių pastatų gyventojai neapsieis. Prastas estetiškas vaizdas dar nepatvirtina, kad įrenginio techninė būklė nepataisoma. Akivaizdu, kad į tai turi būti nedelsiant kreipiamas dėmesys. Tačiau ne visi lifto mazgai vienodai dyla ir nevienodo patikimumo. Didinant šių įrenginių efektyvumą ir patikimumą, mažinant nuostolius būtų taupomos aptarnavimo išlaidos estetinės būklės pagerinimui. Vienaip ar kitaip tai turės būti daroma, tik planuotai ir perspektyviai mastant tai padaryti bus lengviau.

2. PAGRINDINĖS LIFTO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Lietuvos didžiųjų miestų daugiabučių gyvenamųjų namų rajonuose buvo montuojamas tipinis to meto 320 kg (vėliau 400 kg) keleivinis liftas. Šie liftai buvo tiekiami 1965 ÷ 1995 metais. Tipiniai keleiviniai liftai buvo projektuojami prisilaikant standarto GOST 58746 (1958 m., 1967 m. ir vėlesnių) reikalavimų.

Didžioji dauguma – tai keleiviniai liftai, kurių:

- Kėlimo galia 320 kg;
- Kabinos judėjimo greitis 0,71 arba 1,0 m/s;
- Kabinos matmenys (plotis x gylis) 980 x 1120 mm;
- Automatinių durų angos plotis 650 mm;
- Liftas skirtas dirbti patalpose, kur užtikrintos temperatūrinės sąlygos + 5°C ÷ 60°C ir santykinė drėgmė max 80% prie + 20°C;

- Maksimalus leistinas šachtos konstrukcijų nukrypimas nuo vertikalės:

a) 15 mm – kai pakėlimo aukštis iki 45 m;

b) 20 mm – kai pakėlimo aukštis nuo 45 m iki 75 m.

- Šachtų vidiniai matmenys (plotis x gylis) 1550 x 1700 mm, kai atsvaras gale ir 1700 x 1550 mm, kai atsvaras kairėje arba dešinėje;

- Liftas, kurio greitis 0,71 m/s suprojektuotas 9 sustojimų ir max kėlimo aukštis 45 m;
- Liftas, kurio greitis 1,0 m/s suprojektuotas 16 sustojimų ir max kėlimo aukštis 75 m;
- Šachtos galva 3500 mm;
- Šachtos duobė 1300 mm;
- 0,71 m/s lifto valdymas – mygtukinis, vidinis su kabinos iškvietimu į bet kurį namo aukštą;

- 1,0 m/s lifto valdymas – mygtukinis, vidinis su kabinos iškvietimu į bet kurį namo aukštą ir su pakeleivingais sustojimais, gavus iškvietimą, kai kabina važiuoja žemyn;

- Liftų statybinė dalis atitinka reikalavimus: AT-6.03-003; AT-6.03-006; AT-6.03-009; AT-6.03-004; AT-6.03-007; AT-6.03-010;

- Liftų elektrinės charakteristikos:

Pagrindinio variklio duomenys:

a) 0,71 m/s – 3,5 kW; $\cos\phi = 0,68$; NVK = 74%; $I_n = 19/11A$ (220 / 380 V);

b) 1,0 m/s – 5,0 kW; $\cos\varphi = 0,76$; NVK = 76%; $I_n = 24/14A$ (220 / 380 V);

c) Kiti vartotojai 1,5 – 1,75 kW;

Projektuojamas įvadas:

a) 0,71 m/s – 7,0 kW; $I_{\text{paleidimo}} = (6\div 8) I_n$;

b) 1,0 m/s – 11,0 kW; $I_{\text{paleidimo}} = (6\div 8) I_n$;

2.1. Pagrindinių lifto įrenginių apžvalga

Pagal elektros įrenginių sumontavimo vietą liftą patogų nagrinėti išskiriant šias pagrindines dalis: *mašinių patalpą, valdymo spintą, kabiną ir šachtą.*

Mašinių patalpa – patalpa, kurioje montuojami liftų mechanizmai: suktuvai, greičio ribotuvai, valdymo spinta, elektromechaniniai keitikliai, transformatoriai ir kita aparatūra bei viršutiniai nuvedimo skridiniai. Paprastai ši patalpa įrengiama šachtos viršuje [20].

Pagrindiniai elektros įrenginiai

Elektros įvadas

Lifto pavaros elektros variklis

Elektromagnetinis stabdis

Kritinių kabinos padėčių fiksavimo jutikliai

Valdymo spinta – įrenginys, kuriame sumontuoti lifto elektriniai valdymo aparatai (elektromagnetinės relės, kontaktoriai), bei kiti valdymo blokai.

Pagrindiniai elektros įrenginiai

Automatiniai išjungikliai:	Galios grandinės; valdymo ir signalizacijos grandinės; durų pavaros grandinės.
Kontaktoriai:	Pavaros kontaktorius (aukštyn / žemyn); didelio greičio; mažo greičio.
Relės:	Iškvietimų registravimo; įsakimų registravimo; tarpinė (važiavimo aukštyn); tarpinė (važiavimo žemyn); durų „reverso“; durų atidarymo; durų uždarymo; apsaugos įtaisų kontrolės; didelio greičio; lifto paleidimo (vykdant įsakymus); temperatūrinės apsaugos; lifto kabinos padėties impulsinė; įsakymų laiko; kabinos pagrindžio kontrolės; tikslaus sustojimo; impulsinė tikslaus sustojimo; tarpinė impulsinė tikslaus sustojimo; stabdymo; stabdymo blokavimo; durų kontrolės; kabinos durų kontrolės; apsaugos nuo patekimo į šachtą; kontrolės nuo patekimo į šachtą; tarpinė dispečerinio ryšio; įtampos; šachtos durų kontaktų kontrolės; įsakymo grandinės įtampos kontrolės.
Transformatorius:	Žeminantysis (valdymo grandinei).

Lifto kabina skirta keleiviams arba kroviniams transportuoti ir atitverti juos nuo galimo prisilietimo prie šachtos įrenginių. Kabinoje sumontuota dalis lifto valdymo ir apsaugos įrenginių.

Pagrindiniai elektros įrenginiai

	Valdymo pultas
	Įsakymo mygtukai
	Avarinis kabinos sustabdymo mygtukas
	Kabinos mikrofonas
	Durų pavaros elektros variklis
Jutikliai:	Atidarytų durų padėties kontrolės; uždarytų durų padėties kontrolės; durų pavaros „reversavimo“ kontrolės; uždarytų kabinos durų kontrolės; gaudytuvų kontrolės; lynų laisvumo kontrolės; perkrovos kontrolės; pagrindžio kontrolės; tikslaus sustojimo kontrolės.

Lifto šachta – tai įrenginys, kuriame juda kabina ir atsvaras [20]. Šachtoje įrengti tempimo ir pusiausvyrą palaikantys lynai, kreipiamosios, reikiami elektros įrenginiai, pakabinamas kabelis ir kiti elektros laidai.

Pagrindiniai elektros įrenginiai

Iškvietimo pultai

Iškvietimo mygtukai

Šachtos durų spynos

Jutikliai:

Greičio kontrolės; uždarytų šachtos durų kontrolės; kabinos judėjimo krypties nustatymo.

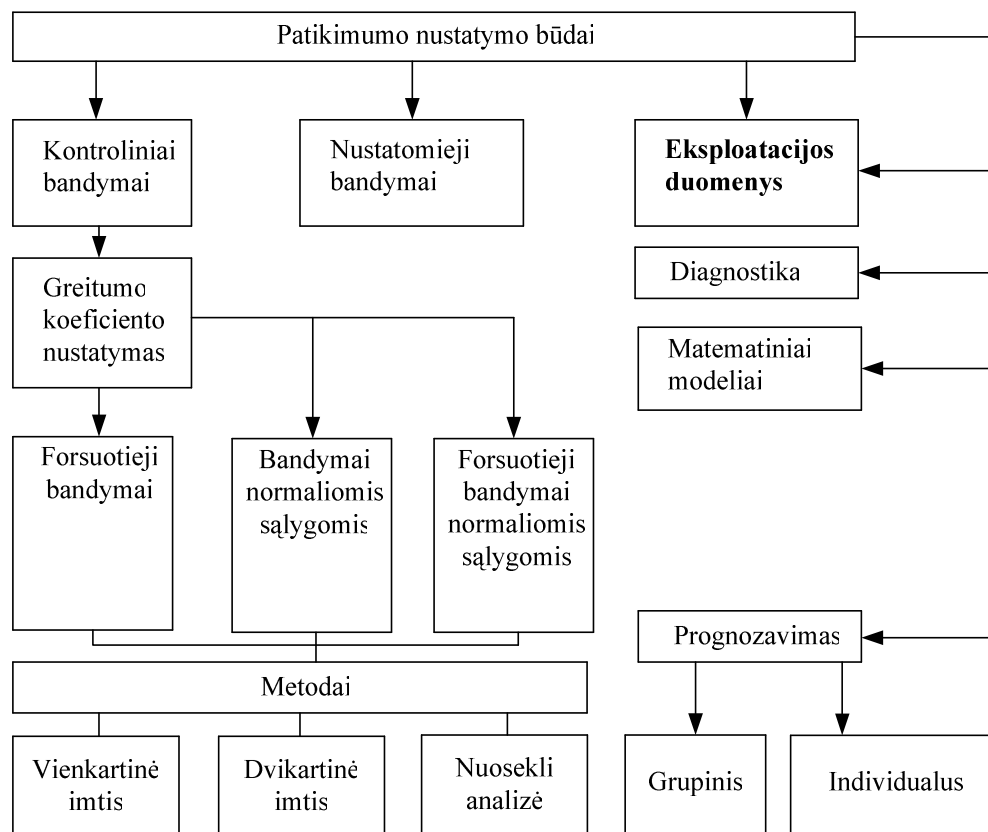
3. KELEIVINIŲ LIFTŲ GEDIMŲ ANALIZĖ

Eksplotavimo sąlygos – tai tinkama lifto priežiūra, prisilaikant gamyklos gamintojos nurodymų ir eksploatavimo standartų. Laiku atliekant lifto technines apžiūras, jo tvarkingas naudojimas pagal paskirtį įtakoja eksploatacijos trukmę. Ilgus metus eksploatuojamo lifto techninė būklė dažnai būna nulemta gedimų skaičiumi.

Gedimas – tai įvykis, dėl kurio elektros įrenginys visiškai ar iš dalies praranda darbingumą (neatitinka techninių reikalavimų) [19]. Atsižvelgiant į darbingumo laipsnį, skiriami visiškas ar dalinis gedimai. Visiškas gedimas – tai gedimas, dėl kurio įrenginio toliau negalima eksploatuoti. Dalinis gedimas – gedimas, dėl kurio įrenginys negali atlikti dalies funkcijų [19]. Taip pat gedimai skiriami pagal gedimo proceso trukmę į: staigius ir laipsniškus (lėtinius); pagal proceso netikėtumą: dėsningus ir sistemingus; gedimo būsenos stabilumą: galutinius ir tarpinius; pagal komponentų (mazgų) būsenų tarpusavio ryšį: priklausomus ir nepriklausomus; pagal kilmę: konstrukcinius, technologinius, eksploatacinius gedimus [19].

Liftas – sudėtingas įrenginys, sudarytas iš daugybės elektros ir mechaninių elementų. Šie elementai yra priklausomi vienas nuo kito. Sugedus vienam iš elementų, sutrinka visos sistemos darbas. Esant kai kuriems gedimams, liftas gali atlikti kai kurias funkcijas, pvz., kelti keleivius į kai kuriuos aukštus. Nepaisant to, tokį gedimą galima traktuoti kaip viso įrenginio gedimą, nors jis nėra visiškai sugedęs. Lifto darbas susideda iš paeiliui einančių ir cikliškai besikartojančių veiksmų. Esant minėtiems gedimams paskutinė ciklo grandis sutrinka ir galutinis veiksmas nebeatliekamas. Todėl supaprastinimui priimame, kad liftas – sistema susidedanti iš nuosekliai sujungtų elementų. Tokios sistemos vieno elemento gedimas nutraukia viso įrenginio darbą.

Naujesnės statybos keleiviniuose liftuose jau buvo naudojamas dispečerinis ryšys, dalis liftų dispečerizuoti eksploatacijos laikotarpiu. Šiuo metu Šiaulių mieste registruoti 234 keleiviniai liftai, iš kurių 178 – dispečerizuoti. Eksploataciniu požiūriu mieste esančius keleivinius lifthus patogiau nagrinėti kaip vieningą tinklą, aptarnaujantį didelį skaičių „vartotojų“. Liftus aptarnaujančios organizacijos turi užtikrinti pakankamą jų patikimumą ir mažas eksploatacijos išlaidas. Šios dvi savokos labai glaudžiai susijusios. Jas galima įvertinti išnagrinėjus liftų gedimus ir nustačius patikimumą. Patikimumo bandymai skirstomi į nustatamuosius ir tikrinamuosius [19].



3.1 pav. Patikimumo nustatymo būdų klasifikacija

Nustatomaisiais patikimumo bandymais paprastai nustatomi faktiniai naujų įrenginių arba įrenginių po modernizacijos patikimumo rodikliai, taip pat gedimų skirstiniai ir jų parametrai.

Tikrinamaisiais patikimumo bandymais nustatoma, ar patikimumo kokybiniai rodikliai atitinka standartus, technines sąlygas arba techninės užduoties reikalavimus. Šie bandymai atliekami periodiškai.

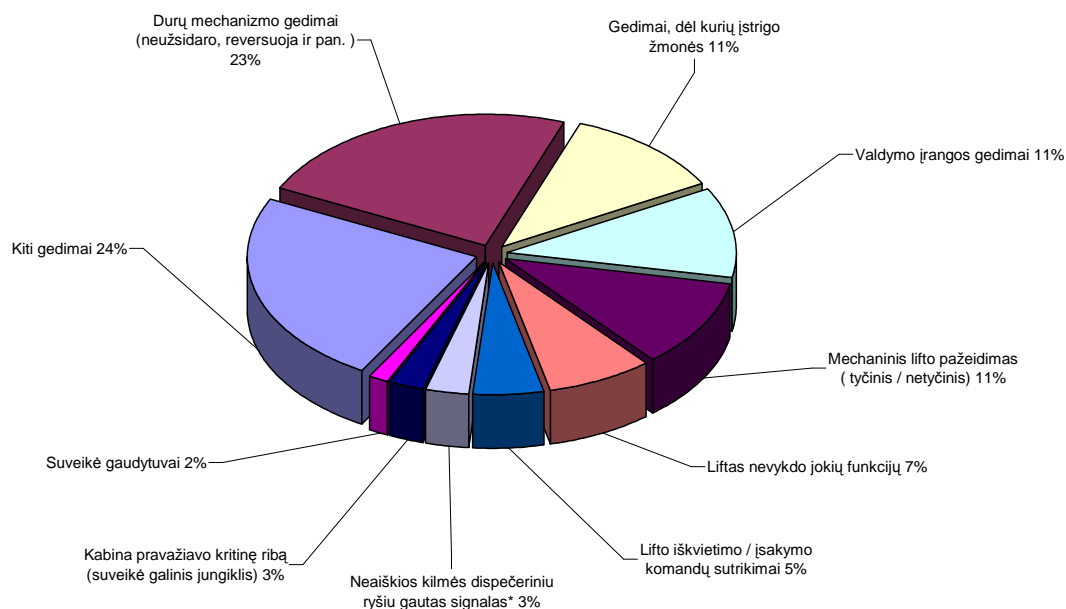
Minėtieji patikimumo bandymai paprastai nustatomi naujiems gaminiams ar įrenginiams siekiant nustatyti jų patikimumą arba pasiekti tam tikrą gaminio patikimumo lygį. Eksploatuojamų įrenginių patikimumas nustatomas pagal *eksploatacijos duomenis*. Šie patikimumo rodikliai apsprendžia kas reikalinga patobulinti modernizacijos procese arba projektuojant naujus įrenginius. Pasinaudojant jais galima nustatyti įrenginio susidėvėjimo lygį, sudaryti planinių remontų grafiką. Duomenis apie techninio įrenginio patikimumą galima gauti surinkus statistinę informaciją apie eksploatacijos metu įvykusius jo gedimus.

3.1. Keleivinių liftų gedimų pasiskirstymas

Šiam darbui buvo surinkti Šiaulių mieste veikiančių keleivinių liftų eksploatacijos duomenys. Šie duomenys pradėti kaupti gana neseniai, išsamiausi ir tikriausi - nuo 2006 m. Liftų

gedimai fiksuojami "Liftninkų pamainų priėmimo – perdavimo žurnale", kurį pildo budinti dispečerė.

Statistiškai apdorojus duomenis, išryškėja tam tikri gedimų dėsningumai, t. y. tam tikri gedimai kartojasi dažniau, tam tikri rečiau (3.2 pav. Keleivinių liftų gedimų klasifikacija).



* dispečeriniu ryšiu gautas signalas apie melagingą arba klaidingą (atidarytos mašinos patalpos durys, tarp kabinos durų įstrigusį kliūtis) gedimą

3.2 pav. Keleivinių liftų gedimų klasifikacija

Kaip matyti iš 3.2 pav. pavaizduotos gedimų diagramos dažniausiai genda durų mechanizmas (net 23 % visų gedimų). Dažniausias šio mazgo gedimas – durų padėties jutiklių kontaktų, bei pavaros gedimai. Tai sudėtingiausia ir intensyviausiai naudojama lifto dalis, todėl jos patikimumas mažiausias. Sutrikus kabinos durų arba vienu iš šachtos durų darbui, blokuojamas visos lifto komandos. Tai labai svarbi grandis įtakojanti lifto darbą ir keleivių saugumo lygį. Devynių aukštų name esantis liftas turi devynias šachtos ir vienas kabinos duris. Sudarant lifto elementų loginę schemą, durų mechanizmų blokų elementai sudarytų nuoseklų jungimą. Sugedus vienam tokiam blokui nutraukiamas ryšys tarp įėjimo išėjimo signalų, kas reiškia visos sistemos gedimą. Šios dalies patikimumas būtų lygus minėtų blokų patikimumų sandaugai, o tai labai sumažina viso įrenginio patikimumą.

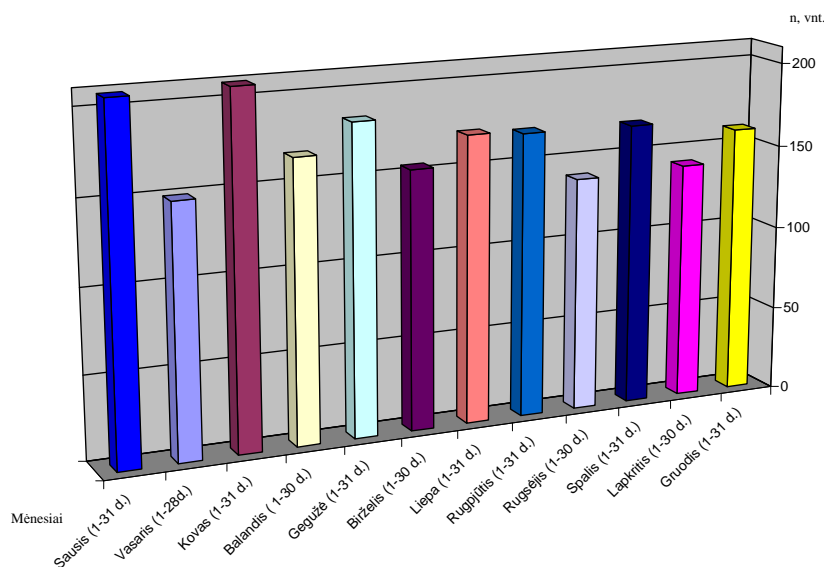
Kita lifto grandis pagal gedimų pasirodymo dažnumą – valdymo įranga (11 % visų gedimų). Tai būtų relių, jutiklių, valdymo grandinės gedimai. Pagrindinis šios dalies nepatikimumo elementas – elektromagnetinės relės ir mechaniniai jutikliai. Šių elementų įtaka lifto patikimumui priklauso nuo jų paskirties. Kai kurių relių ir jutiklių gedimai gali sutrikdyti atitinkamas lifto funkcijas, nestabdant viso įrenginio darbo.

Gana dažnai pasitaikantis atvejas, kai liftas visiškai neveikia. Gedimo priežastys – pagrindinio automatinio jungiklio gedimas, elektros energijos tiekimo sutrikimai bei avariniai režimai (trumpeji jungimai, perkrovos ir kiti pavojingi veiksniai, dėl kurių paveikė apsaugos aparatai).

Lifto komandų valdymo gedimai sudaro 5 % visų gedimų. Šie gedimai paprastai nebūna labai sudėtingi. Jie nesutrikdo lifto darbo, tik sutrikdo kai kurias funkcijas. Dažniausiai tai būna valdymo mygtukų (iškvietimo ir/arba įsakymo) kontaktų gedimai.

Didžiąją dalį gedimų negalima priskirti nė vienam iš minėtų tipų. Tai būna įvairaus pobūdžio, gana retai pasikartojantys gedimai: instaliacijos, kabinos apšvietimo, pagrindinės pavaros gedimai, triukšmas mašinų patalpoje ir panašūs sutrikimai. Taip pat galima išskirti avarinius režimus: įstrigo žmonės, suveikė gaudytuvai, kabina pravažiavo apatinį arba viršutinį sustojimą ir p. n. Dažnos šių įvykių priežastys būna: neteisingai eksploatuojamas liftas (perkraunamas), mechanizmų susidėvėjimas, jutiklių gedimai. Visi paminėti gedimai turi didesnę arba mažesnę įtaką lifto darbui. Dauguma atvejų esant minėtiems gedimams liftu naudotis negalima visiškai.

Toliau liftą nagrinėsime, kaip vientisą loginės schemos elementą. Jis gali būti dviejų būsenų: sugedęs arba tinkamas darbui. Viso mieste esančių keleivinių liftų tinklo metinio gedimo pasiskirstymo diagrama pateikta 3.3 pav.



3.3 pav. Gedimų pasiskirstymas

Viso per metus buvo užfiksuota 2019 gedimų. Daugiausia per mėnesį įvyko 209 gedimai (kovo mėn.), mažiausiai – 141 gedimas (lapkričio mėn.). Statistinis gedimų vidurkis (\bar{n}) [22]:

$$\bar{n} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} n_i, \quad (3.1)$$

čia: n_i – i-ojo mėnesio gedimų skaičius.

$\bar{n} = 168$ ged.

Vidurkis yra poslinkio charakteristika, apibūdinanti duomenų reikšmių didumą, t. y. gedimų skaičių per tam tikrą laiką. Gedimų išsibarstymui įvertinti naudojama statistinių duomenų sklaidos charakteristika – dispersija (σ^2) [22]. Dispersija, parodo rezultatų sklaidą apie vidutinę jų vertę. Kadangi dispersijos reikšmė gali skirtis visa eile nuo absoliučiojo nuokrypio, tai ieškomas vidutinis kvadratinis nuokrypis (σ) arba standartinis nuokrypis:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_1^{12} (n_i - \bar{n})^2}, \quad (3.2)$$

$\sigma = 21,87$.

Statistinis gedimų vidurkis – 168 gedimai per metus, kai vidutinis kvadratinis nuokrypis 21,87. Kaip matyti gedimų skaičius gana didelis palyginus su liftų skaičiumi.

3.2. Keleivinių liftų gedimų eksperimentiniai grafikai

Technikos objekto kokybė yra sudėtinė savybė, apibūdinama įvairiomis charakteristikomis. Standartas ISO 9000 kokybę apibrėžia taip: „kokybė yra produkto ar paslaugos savybių ir charakteristikų visuma, leidžianti patenkinti vartotojo pareikštas ar numatomas reikmes“ [23]. Šis apibrėžimas labiau orientuotas projektuojant naujus gaminius. Tačiau jį galima taikyti ir eksploatacijos laikotarpiui, kadangi tokie gaminiai, kaip liftai yra taisomi ilgo naudojimo objektai. Atsižvelgiant į esamą ekonominę ir techninę situaciją, senos statybos namuose esantys keleiviniai liftai ateityje gali būti arba rekonstruojami arba sustabdomas jų naudojimas. Akivaizdu, kad realiausiai variantas būtų rekonstrukcija, o tai prilygsta naujo gaminio projektavimui.

Kokybės sąvoka apima dvi gaminio savybių grupes [23]:

1. Patikimumą, ilgaamžiškumą, pataisomumą, našumą ir t. t.;
2. Defektų nebuvimą.

Pirmosios grupės savybės užtikrinamos projektuojant, gaminant ir eksploatuojant gaminį (įrenginį). Antrajai grupei priklausantys pažeidimai išryškėja eksploatacijos laikotarpiu. Jie pasireiškia dėl klaidų projektuojant, gaminant, transportuojant, sandėliuojant gaminį. Taip pat to priežastimi gali būti klaidos eksplotuojant įrenginį, t. y. pavėluotas arba nekokybiškas remontas. Apie lifto kokybę galima spręsti pagal jo ilgaamžiškumą, negendamumą, pataisomumą, ekonomiškumą ir patogumą.

Technikos objektų kokybė įvertinama jo charakteristikų (parametrų) visuma – vertinamos tik tos charakteristikos, kurios prisideda prie vartotojo reikmių tenkinimo.

Liftai yra pataisomi elektros įrenginiai, todėl patikimumą, o tuo pačiu kokybę ir darbo efektyvumą spręsti patogiau pasinaudojant šiomis tolydinėmis charakteristikomis (eksperimentiniais grafikais):

- Gedimų dažnis;
- Vidutinis išdirbis tarp gedimų;
- Gedimų srautas;
- Negedimo tikimybė.

Sudarant šiuos eksperimentinius grafikus duomenys dalijami į intervalus Δt_i . Kaip įprasta panašaus pobūdžio tyrimuose, taip ir šiuo atveju metų duomenys padalijami į mėnesio trukmės intervalus.

3.2.1. Gedimų dažnis

Gedimų dažnis – tai dažnis, kuriuo genda pataisomieji elektros įrenginiai. Statistiniu požiūriu – tai per laiko vienetą sugedusių ir bandomų elektros įrenginių skaičių santykis, su ta sąlyga, kad visi sugedę įtaisai pataisomi ir toliau bandomi [7]:

$$f^*(t_i) = \frac{\Delta n_i}{N \cdot \Delta t_i}, \quad (3.3)$$

čia: Δn_i – sugedęs elementų skaičius intervale $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$;

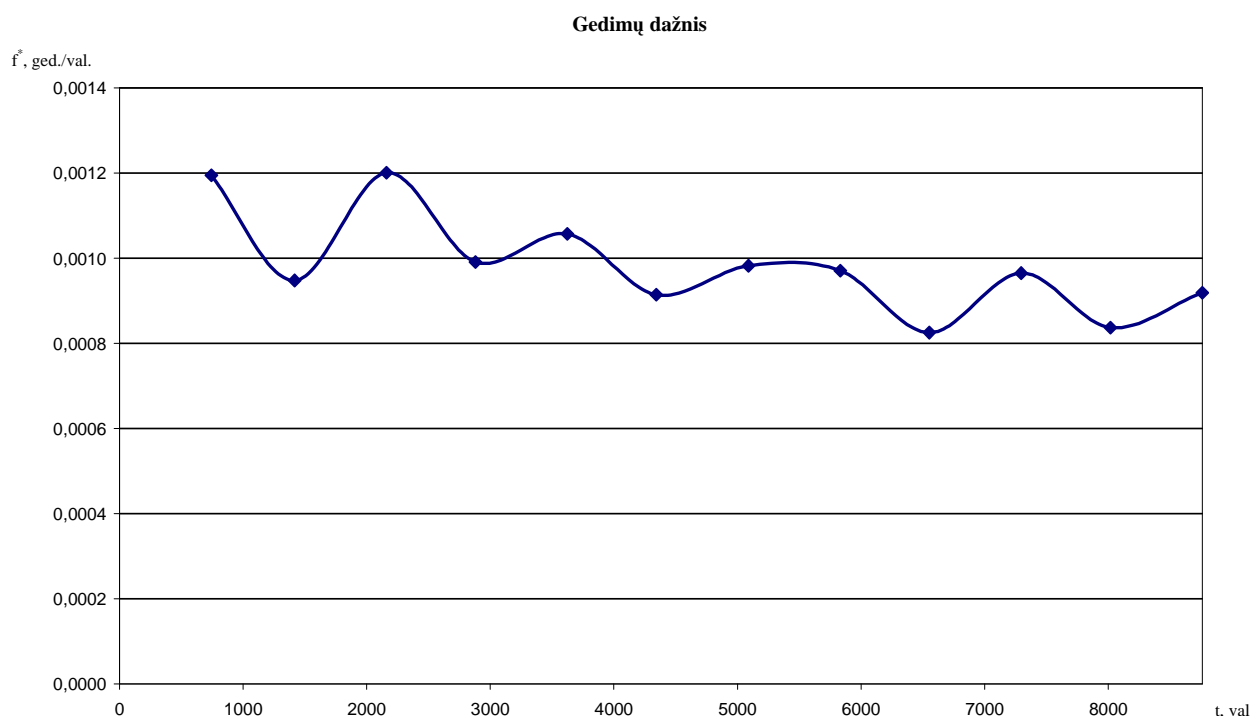
N – paimtų bandymui elementų (objektų) skaičius.

Gedimų dažnis apibūdina gedimų intensyvumą. Jis yra objekto eksploatacijos trukmės funkcija. Paprastai remiantis šia kreive objekto eksplotaciją galima suskirstyti į tris laikotarpius:

- Gamybos defektų šalinimas / mokymosi proceso klaidos – mažėjantis gedimų dažnis;
- Normalaus darbo periodas – pastovus gedimų dažnis ($f(t_i) = \text{const}$);
- Objekto elementų susidėvėjimas, senėjimas – augantis gedimų dažnis.

Keleivinių liftų gedimų dažnio charakteristika pavaizduota 3.4 pav. Gedimo dažnio kitimo ribos – $(0,9 \div 1,2) \cdot 10^{-3}$ gedimų/val., vidutiniškai – $1 \cdot 10^{-3}$ gedimų/val. Kaip matyti, kitimo ribos gana nedidelės. Pagal esamas patikimumo charakteristikas objektą (liftų sistemą) būtų galima priskirti normalaus darbo, t. y. pastovaus gedimų dažnio periodui. Šį teiginį galima pagrįsti tuo, kad

trečiuoju laikotarpiu gedimų dažnis, kaip rodo teorinės kreivės, gana žymiai didėja [7]. Teoriškai normalaus darbo periodu gedimų dažnis pastovus, tačiau praktiškai jis šiek tiek didėja.



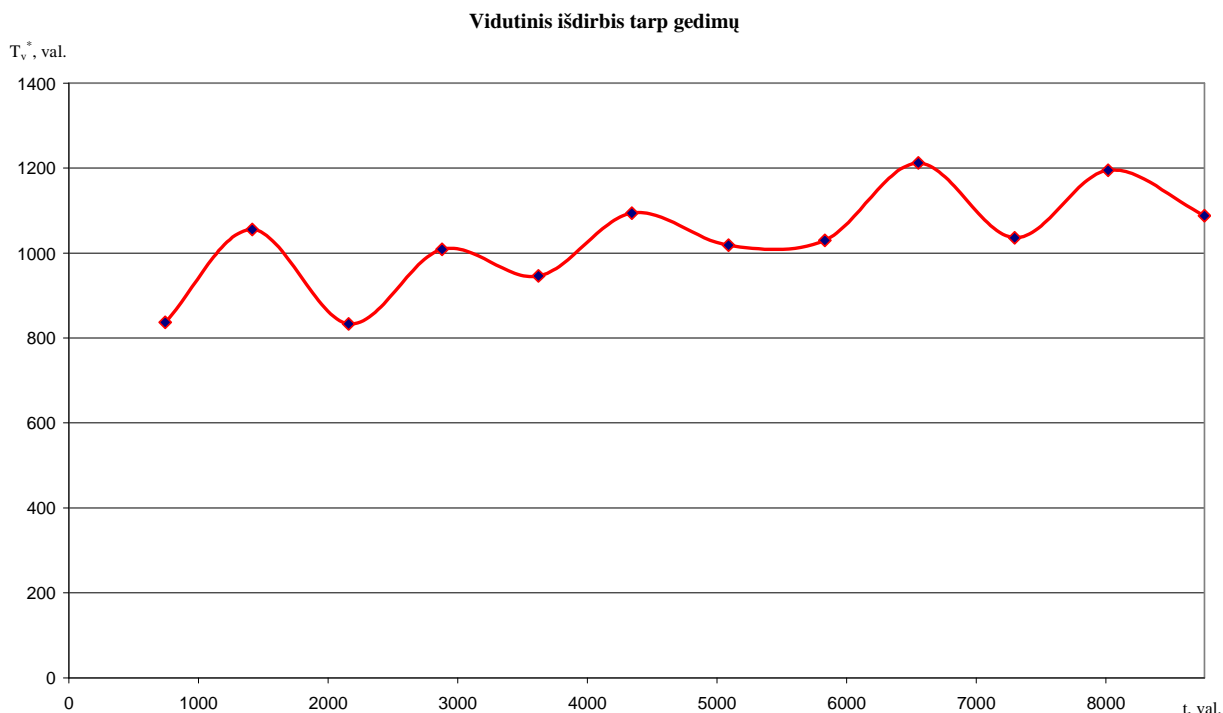
3.4 pav. Liftų gedimų dažnio pasiskirstymas

Kaip matyti iš 3.4 pav. šiuo atveju gedimų dažnis šiek tiek mažėja. Tai natūralu, kadangi žiemos sezonu liftai šiek tiek intensyviau naudojami, todėl ir genda intensyviau, tačiau galima daryti prielaidą, kad gedimų dažnis pastovus, t. y. kinta tam tikrose nedidelėse ribose. Norint tiksliai nustatyti eksploatacijos stadiją, reikalinga išnagrinėti visą liftų eksplotavimo laikotarpį. Tam buvo reikalinga stebėti nuo įrengimo pradžios jų darbą, registruoti gedimus.

3.2.2. Vidutinis išdirbis tarp gedimų

Vidutinis išdirbis tarp remontų (gedimų) – tai taisomo gaminio (objekto) išdirbio ir jo remontų (gedimų) skaičiaus per tą išdirbį matematinio vidurkio santykis. Darbo laiką tarp remontų galima vadinti vidutine darbo be gedimų trukme. Išdirbis tarp remontų T_v yra atvirkščias remontų (gedimų) dažnio parametro dydis [21]:

$$T_v^*(t_i) = \frac{N \cdot \Delta t_i}{\Delta n_i}, \quad (3.4)$$



3.5 pav. Liftų vidutinis išdirbis tarp gedimų

Vidutinis išdirbis tarp gedimų (3.5 pav.) liftams yra 1030 val. Tai reiškia, kad gedimai vidutiniškai kartojasi kas 42 paras, arba apytiksliai į mėnesį kartą.

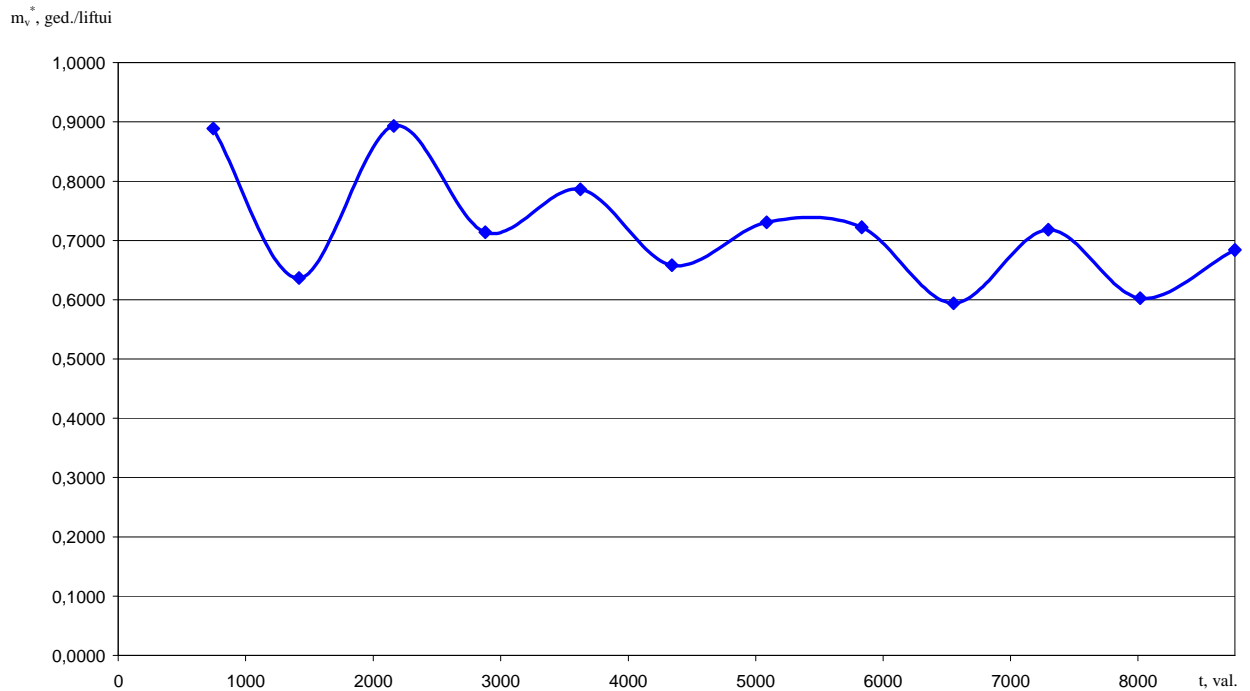
3.2.3. Gedimų srautas

Nagrinėjant taisomųjų įrenginių negendamumą, naudojama gedimų srauto charakteristika. Tai įvairių įrenginio būsenų visuma, išdėstyta laike: darbas, gedimo pašalinimas, prastova, techninis aptarnavimas. Gedimų srautą apibūdina vidutinis gedimų skaičius per laiką t , kuris skaičiuojamas pagal formulę [21]:

$$m_v^*(t_i) = \frac{\Delta n_i}{N}, \quad (3.5)$$

Gedimų srauto parametras priklauso nuo įdirbio tokiu pačiu dėsniu kaip ir netaisomųjų gaminių intensyvumas: įdirbio metu sparčiai didėja, paskui stabilizuojasi ir mažėja, normaliojo eksploataavimo laikotarpiu būna pastovus, vėliau didėja. Gedimų srautas normaliojo eksploataavimo laikotarpiu vadinamas stacionariuoju, tačiau šiuo periodu vyksta ir staigūs gedimai. Galutiniu

laikotarpiu srautas nėra stacionarusis, čia atsiranda gedimai dėl išdilimo. Liftų gedimų skaičių vienam įrenginiui puikiai iliustruoja 3.6 pav. pavaizduota kreivė.



3.6 pav. Liftų gedimų srauto parametro $m_v^*(t_i)$ pasiskirstymas

Gauti rezultai rodo, kad liftų gedimų skaičius sąlyginai didelis – apie 0,9 gedimo tenka vienam liftui per mėnesį. Galima teigti, kad kai kuriais mėnesiais po vieną kartą gedo beveik visi liftai. Žinoma, taip nebuvo, nes kai kurie liftai gedo kelis kartus. Tai būtų intensyviau eksploatuojami, senesni liftai.

Kaip matyti iš 3.4 pav. ir 3.6 pav. pateiktų charakteristikų, gedimų dažnio kreivė savo forma atkartoja gedimų srauto parametro kreivę. Ši savybė būdinga paprasčiausiam gedimų srautui, t. y. stacionarus neįvertintas gedimų srautas [1]. Labai dažnai gedimų srauto ir gedimų dažnio savokos literatūroje keičiamos viena kita be papildomų paaiškinimų [7].

3.2.4. Negedimo tikimybė

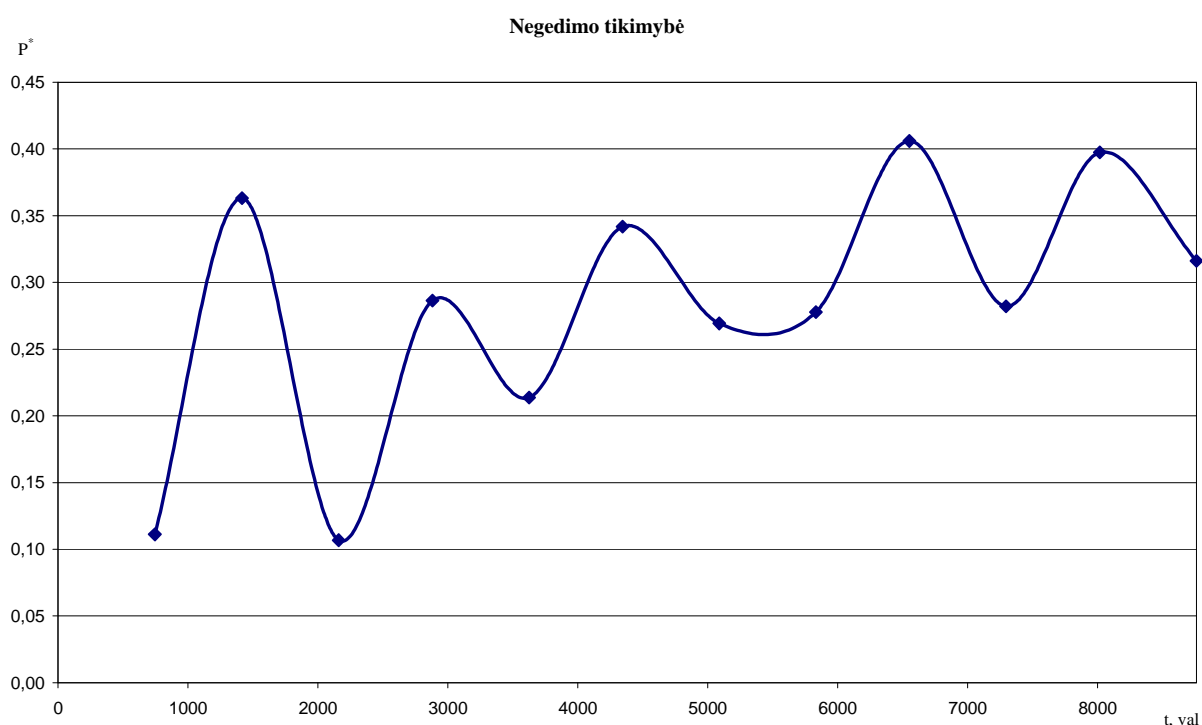
Negedimo tikimybė – tai tikimybė, kad tam tikromis sąlygomis, per tam tikrą laiką ar išdirbį elementas nesuges [7]:

$$P^*(t_i) = 1 - \frac{n_i}{N}, \quad (3.6)$$

Nagrinėjant visą objekto eksploatacijos laikotarpį, ilgėjant darbo trukmei objekto negendamumas mažėja. Normalaus darbo periodu negendamumas, kaip ir gedimų dažnis yra pastovus. Liftų negedimo tikimybės charakteristika pateikiama 3.7 pav.

Negedimo tikimybė kinta nuo 0,11 iki 0,41, vidutinė – 0,28. Šis liftų patikimumo rodiklis gana žemas. Tai patvirtina minėtų teiginių tikrumą.

Ne visi liftai genda taip dažnai, kaip kai kurie. Tačiau bendri liftų, kaip vieningos keleivių aptarnavimo sistemos su tam tikru įrenginių skaičiumi, patikimumo rodikliai žemi, palyginus su šiuolaikinių sistemų patikimumu, kuris siekia 0,9.



3.7 pav. Negedimo tikimybės pasiskirstymas

Apibendrinus šias keturias charakteristikas galima teigti, kad liftų patikimumo rodikliai gana žemi. Jie naudojami nevisiškai efektyviai, kadangi dėl didelio gedimų skaičiaus keleiviai patiria nuostolius dėl prastovų ir didelių aptarnavimo išlaidų gedimų šalinimui. Kadangi gedimai dažni, tai operatyviam jų pašalinimui reikalingas didelis aptarnaujančio personalo skaičius.

3.3. Keleivinių liftų gedimų pasiskirstymo dėsniai

Trukmės tarp įrenginių gedimų yra atsitiktiniai dydžiai. Elektros įrenginių gedimai esti labai įvairaus pobūdžio ir gali būti įvairiai pasiskirstę. Norint tiksliai nustatyti šiuos dydžius reikalinga žinoti jų pasiskirstymo funkcijas (dėsnius). Dažniausiai patikimumo teorijoje naudojami šie dėsniai [7]:

- Eksponentinis;
- Veibulo (Weibullo);
- Normalusis.

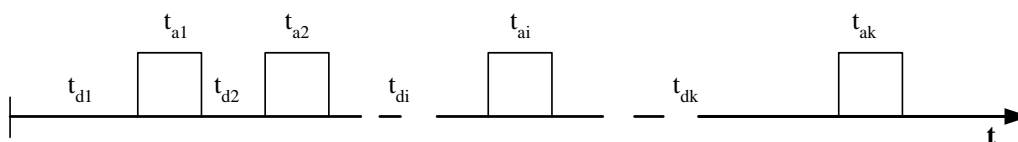
Be minėtų dar yra rečiau pasitaikantys:

- Logaritminis – normalusis;
- Reilėjaus (Rayleigh'aus);
- Gama.

Pasiskirstymo dėsnio trukmės tarp gedimų priklauso nuo: įrenginyje (jo elementuose ar mazguose) vykstančių degradavimo procesų ypatumų; gedimų tipų (staigių, lėtinių); įrenginio struktūros; įrenginyje panaudotų elementų gedimų srautų; įrenginio gamybos sąlygų; aplinkos poveikių, jų įtakos įrenginiui ir t. t.

Kaip žinoma sistema gali būti dviejose būsenose: darbinga ar sugedusi. Laiko tarpas, kurį sistema būna darbinga, vadinamas sistemos darbo trukme t_{ai} . Laiko tarpas, kurį sistema būna nedarbinga – sistemos remonto (atstatymo) trukme t_{di} [1].

Išskaidžius statistinius duomenis laiko intervalų seka (3.8 pav.) galima rasti darbo ir remonto trukmių pasiskirstymo dėsnius.



3.8 pav. Liftų darbo intervalų seka

Sugrupavus šiuos statistinius duomenis ieškomi kuo tiksliau objekto gedimų trukmės aproksimuojanti kreivė ir ją atitinkantis pasiskirstymo dėsnis.

Šiuo atveju minėtos trukmės reiškia ne atskirų liftų darbo ir remonto atstatymo trukmes, o bendros sistemos atitinkamas trukmes. Tai yra darbo trukmė tarp gedimų yra trukmė, kai sistemoje nėra sugedusių liftų ir atitinkamai remonto atstatymo trukmė – laikas per kurį šalinami neveikiančių liftų gedimai. Toks laikų intervalų grupavimas buvo pasirinktas siekiant nustatyti bendrus sistemos

pataisomumo rodiklius. Statistinių duomenų grupavimui buvo naudojamas programinis paketas “STATISTICA”. Grupavimas turi būti atliekamas remiantis šiomis rekomendacijomis [22]:

- grupių skaičius turėtų būti ne mažesnis už 4 ir ne didesnis už 20;
- paprastai grupių intervalo ilgis pasirenkamas vienodas;
- stebėjimai turėtų grupuotis apie intervalo vidurį.

Pagal sugrupuotus duomenis sudaromos histogramos ir ieškoma duomenis aproksimuojančių skirstinių.

3.3.1. Išdirbis (trukmė) tarp gedimų

Išdirbiu tarp gedimų t_{di} vadinamas darbo laikas tarp dviejų vienas po kito vykusių gedimų [7]. Kol įrenginys naujas, išdirbis tarp gedimų būna mažas; eksploatuojant įrenginį, jis didėja. Normalaus darbo periodu išdirbis tarp gedimų yra pastovus ir maksimalus, o įrenginiui dylant, senėjant, jis mažėja.

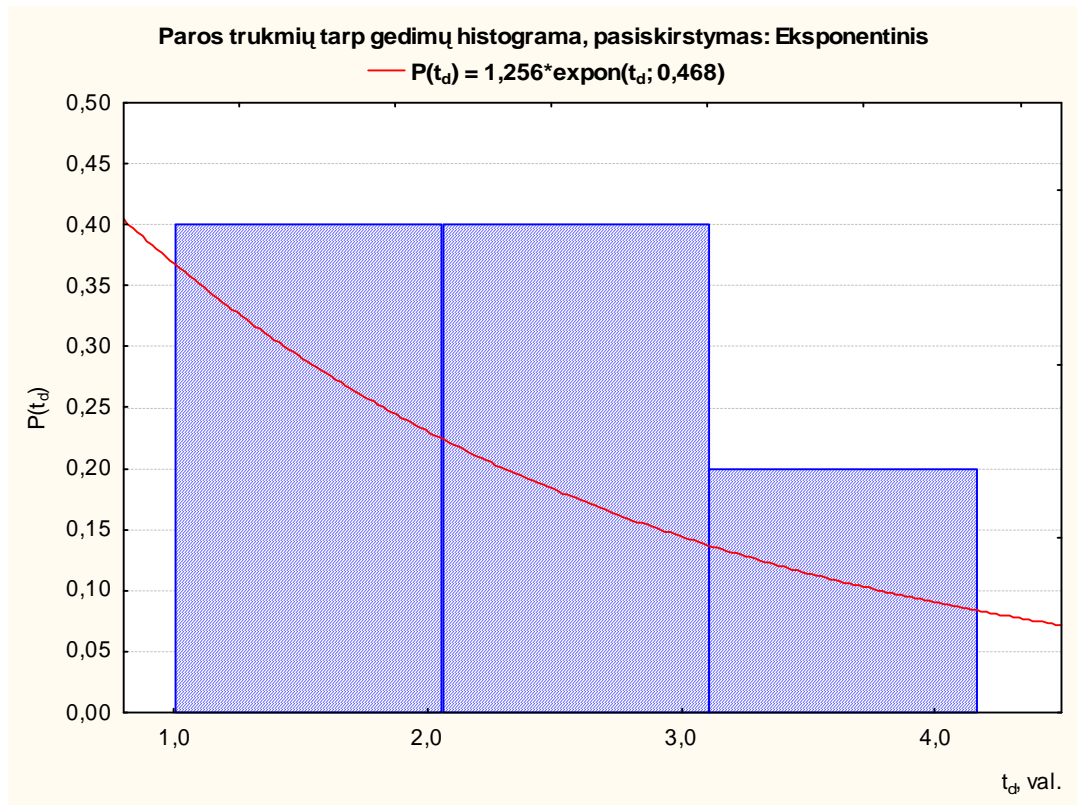
Apdorojus eksploatacijos duomenis buvo sudarytos darbo trukmių tarp gedimų histogramos (3.9, 3.10, 3.11 pav.). Kaip matyti iš pateiktų histogramų, duomenis aproksimuojanti kreivė atitinka eksponentinį tikimybinį pasiskirstymo dėsnį [19]. Šis skirstinys naudojamas modeliuoti atsitiktiniams dydžiams, reiškiantiems aptarnavimo laiką, įvairių prietaisų ar jų komponentių tarnavimo laiką. Taip pat jis taikomas sudėtingoms remontuojamoms sistemoms, esant nusistovėjusiai eksploatacijai. Skirstinio tikimybės tankio funkcija [22]:

$$P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}, \quad (3.7)$$

čia: λ – vidutinis laukiamas įvykių pasirodymų skaičius per laiko vienetą.

Elektros įrenginių pasiskirstymas pagal eksponentinį dėsnį reikštų, kad trumpesnio laiko iki gedimo tikimybė visada būtų didesnė nei ilgesnio. Praktikoje šie dydžiai yra baigtiniai ir trukmės iki gedimų nėra nykstamai mažos.

Paprastai gedimai dažniausiai būna pasiskirstę pagal eksponentinį dėsnį normaliosios eksploatacijos (antrajame) etape. Šiame etape gedimų intensyvumas λ apytikriai būna pastovus [19].



3.9 pav. Paros laikų tarp gedimų histograma

Šiuo atveju dydis λ yra lygus 0,468. Laikai tarp gedimų paros laikotarpyje pasiskirstę pagal eksponentinį pasiskirstymo dėsnį, kurio tikimybės tankio funkcija:

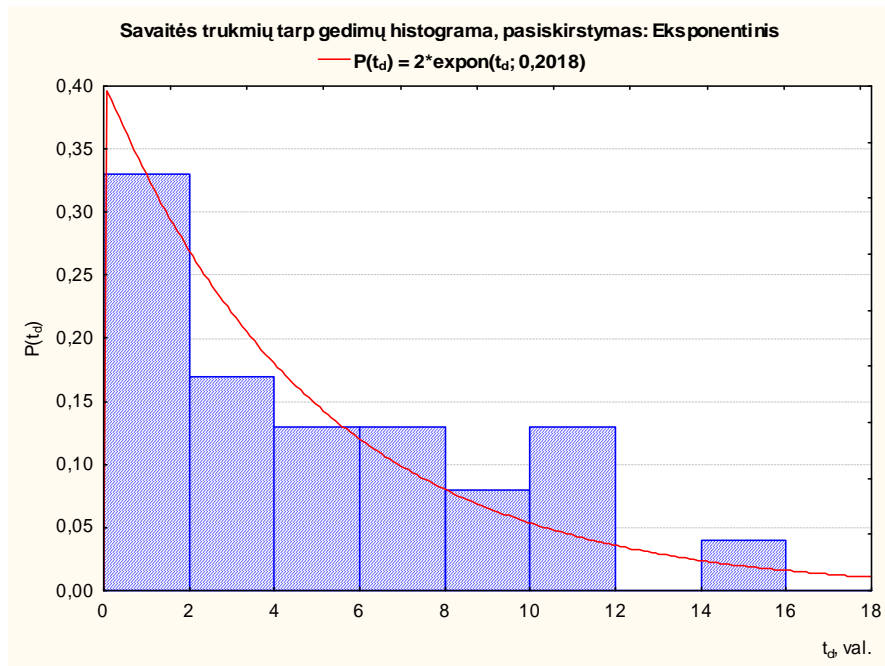
$$P(t_d) = 0,588 \cdot e^{-0,468 t_d}.$$

Eksponentinio skirstinio vidurkis ir dispersija atitinkamai lygūs [22]:

$$\bar{n} = \frac{1}{\lambda} = 2,14.$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{\lambda^2} = 4,57.$$

Kaip ir buvo minėta šiame poskyriuje, šiuo atveju nagrinėjama bendra liftų sistema, todėl išdirbis tarp gedimų t_{di} , reiškia trukmę tarp bet kurių sistemos liftų gedimų. Ankstesniuose poskyriuose buvo nagrinėjami gedimai ir trukmės to paties lifto gedimų. Šis rodiklis aptarnavimo požiūriu parodo, kaip dažnai sistemoje įvyksta gedimai. Paros laikotarpiu apytiskiai kas 2 valandas įvyksta gedimas.

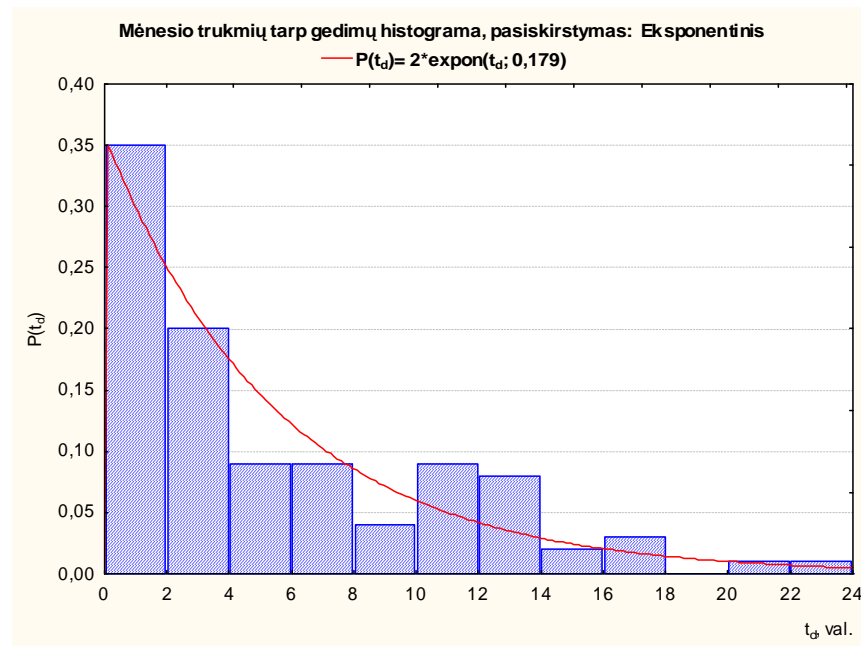


3.10 pav. Savaitės laikų tarp gedimų histograma

Savaitės laiko trukmių pasiskirstymo tikimybės tankio funkcija:

$$P(t_d) = 0,404 \cdot e^{-0,201t_d}.$$

Skirstinio vidurkis ir dispersija atitinkamai – $\bar{n} = 4,98$ ir $\sigma^2 = 24,75$.



3.11 pav. Mėnesio laikų tarp gedimų histograma

Mėnesio trukmių tarp gedimų pasiskirstymas dėl duomenų gausumo aproksimuojamas tiksliausiai. Šis pasiskirstymo dėsnis labiausiai atitinka tikrąjį trukmių pasiskirstymą –

negendamumo funkciją $P(t_d)$, t. y. su 0,35 tikimybe per 2 valandas neges nė vienas liftas. Šios tikimybės tankio funkcijos išraiška:

$$P(t_d) = 0,358 \cdot e^{-0,179t_d}.$$

Skirstinio vidurkis ir dispersija atitinkamai – $\bar{n} = 5,6$ ir $\sigma^2 = 31,21$.

3.3.2. Gedimų atstatymo trukmė

Gedimų atstatymo trukmė vadinama priverstinė prastova vieno gedimo aptikimui ir pašalinimui [7]. Tai svarbi technikos objekto pataisomumo charakteristika. Kuo gedimo aptikimo ir pašalinimo laikas trumpesnis, tuo pataisomumas geresnis. Beveik kiekvieno įrenginio komponentai projektuojami ribotam ilgaamžiškumui. Todėl objektų priežiūra ir remontai taip pat turi būti planuojami. Įrenginių pataisomumą nusako pataisomumo funkcija $M(t_a)$ – reiškianti tikimybę, kad gedimas bus pašalintas per laiką t_a [7].

Kaip matyti iš liftų remonto trukmių histogramų (3.12, 3.13, 3.14 pav.), duomenys pasiskirstę pagal logaritminį – normalinį tikimybinį pasiskirstymo dėsnį [23]. Šis dėsnis nusako sistemos, susidedančios iš panašaus veikimo įrenginių, gedimų pasiskirstymą. Jeigu nė vienas iš jų nėra dominuojantis, tai $M(t_a)$ pasiskirsto pagal normalinį skirstinį su parametrais: matematine viltimi arba vidurkiu μ ir standartiniu nuokrypiu σ , nors atsitiktinio kintamojo (įrenginio) skirstinio tikimybės tankio funkcija yra asimetrinė kreivė. Logaritminio – normalinio skirstinio tikimybės tankio funkcija yra nesimetrinė kreivė.

Liftų pataisomumo funkcija $M(t_a)$ esant logaritminiam – normaliniam gedimų pasiskirstymo dėsniumi, aprašoma taip [22]:

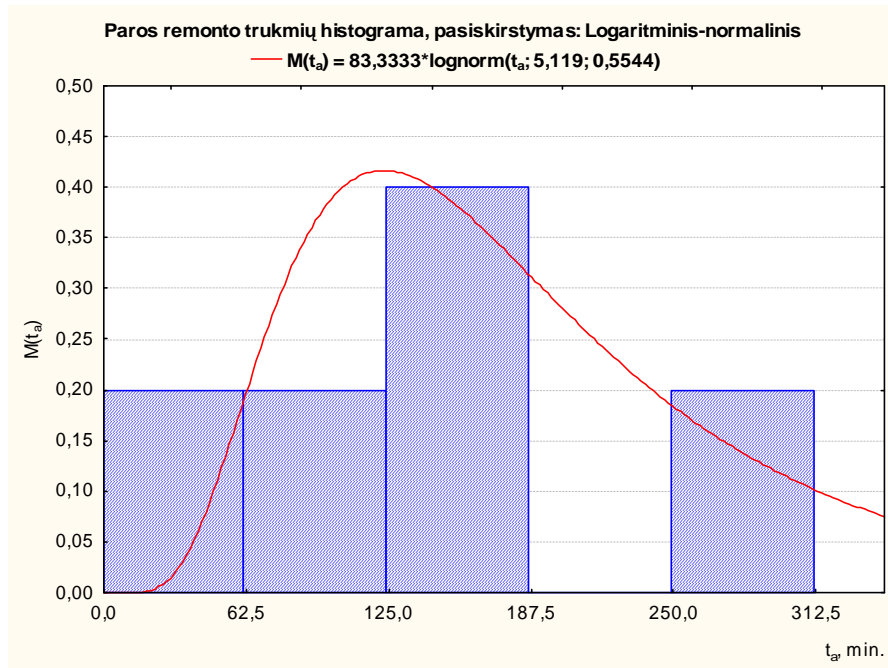
$$M(t_a) = \frac{1}{t_a \cdot \sigma_x \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(t_a) - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2}, \quad (3.8)$$

čia: σ_x – logaritminis standartinis nuokrypis. Šis parametras nusako kreivės formą (kuo didesnis rezultatų išsibarstymas tuo kreivė lėkštesnė);

μ_x – logaritminis vidurkis ($\ln(t_0)$), parametras nusakantis kreivės padėtį abcisių ašies atžvilgiu.

Paros remonto trukmių tikimybės tankio funkcija atrodo taip:

$$M(t_a) = \frac{6,496}{t_a} \cdot e^{\left(\frac{-(\ln(t_a)-5,119)^2}{0,614}\right)}.$$



3.12 pav. Paros remonto trukmių histograma

Skirstinio pavaizduoto 3.12 pav. logaritminis vidurkis (μ_x) lygus 5,119, logaritminis standartinis nuokrypis (σ_x) – 0,554. Kadangi gedimai pasiskirstę pagal logaritminį – normalinį skirstinį vidutinį sistemos atstatymo laiką ir standartinį nuokrypį reikia perskaičiuoti iš logaritminių į tikruosius dydžius. Matematinė viltis, arba vidutinis laikas tarp gedimų [23]:

$$t_{avid.} = t_0 \cdot e^{\frac{\sigma_x^2}{2}}, \quad (3.9)$$

čia: t_0 – parametras, randamas perskaičiuojant logaritminį vidurkį ($\ln(t_0)$) (šiuo atveju, kai $\ln(t_0)=5,119$, $t_0=167,17$).

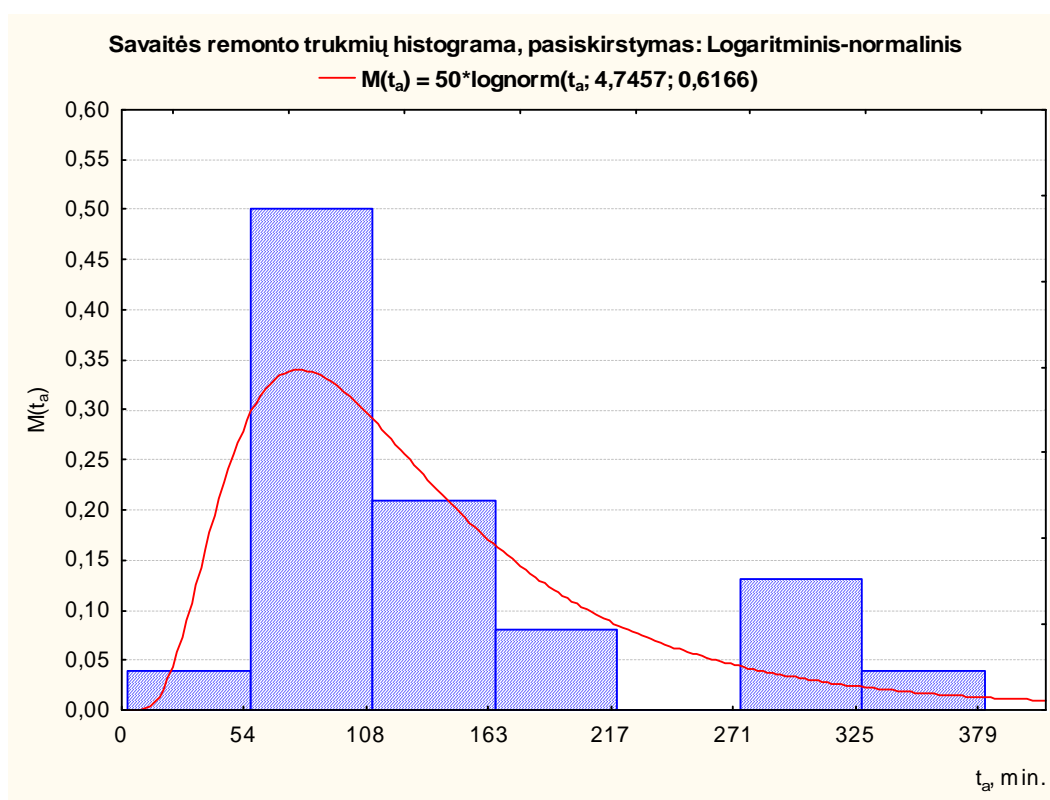
Standartinis nuokrypis (σ) lygus [23]:

$$\sigma^2 = t_0^2 \cdot e^{\frac{\sigma_x^2}{2}} \cdot (e^{\sigma_x^2} - 1), \quad (3.10)$$

Pagal (3.9) ir (3.10) vidutinė gedimų pašalinimo trukmė $t_{\text{avid.}}=195$ min., kai standartinis nuokrypis $\sigma =73,51$. Dėl mažo duomenų skaičiaus šie rezultatai nepakankamai tikslūs.

Pagal savaitės stebėjimus, sistemos atstatymo trukmės taip pat pasiskirstę pagal logaritminį – normalinį dėsnį (3.13 pav.), kurio vidurkis (μ_x) – 4,746 ir logaritminis standartinis nuokrypis (σ_x) – 0,617:

$$M(t_a) = \frac{32,34}{t_a} \cdot e^{\left(\frac{-(\ln(t_a)-4,746)^2}{0,761} \right)}$$

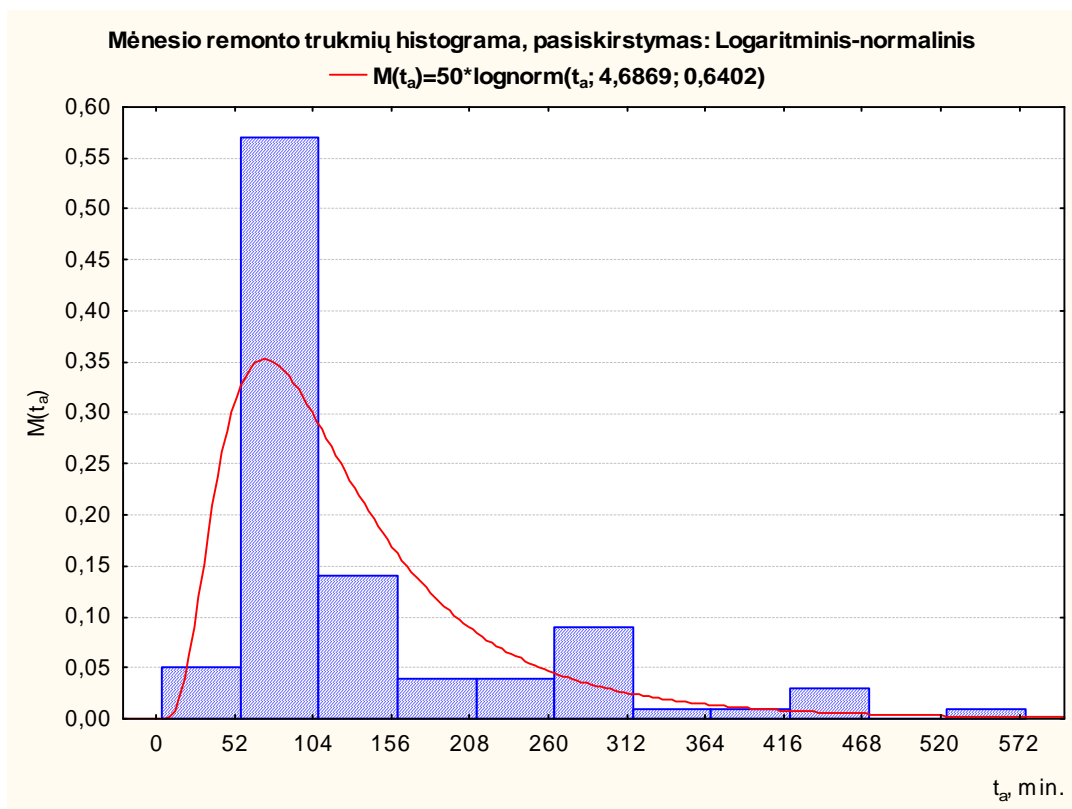


3.13 pav. Savaitės remonto trukmių histograma

Perskaičius pagal (3.9) ir (3.10) vidutinė gedimų pašalinimo trukmė $t_{\text{avid.}}=139$ min., kai standartinis nuokrypis $\sigma =57,977$.

Mėnesio rezultatai (3.14 pav) galutinai patvirtina, kad liftų gedimų atstatymo trukmes aprašo logaritminis normalinis skirstinys. Skirstinio logaritminis vidurkis (μ_x) – 4,687, logaritminis standartinis nuokrypis (σ_x) – 0,64, o funkcija lygi:

$$M(t_a) = \frac{31,18}{t_a} \cdot e^{\left(\frac{-(\ln(t_a)-4,687)^2}{0,819} \right)}$$



3.14 pav. Mėnesio remonto trukmių histograma

Trečioji liftų sistemos atstatymo po gedimo trukmių tikimybės tankio funkcija tiksliausiai aprašo gedimų atstatymo trukmes. Tai matyti iš histogramų ir gautų rezultatų. Duomenų skaičius didelis, todėl šiuo atveju jie aproksimuojami tiksliausiai. Pagal šį skirstinį vidutinė gedimų pašalinimo trukmė $t_{\text{avid.}}=134$ min., kai standartinis nuokrypis $\sigma =57,341$. Tikimybė, kad gedimo pašalinimas užtruks 134 min. lygi:

$$M(134) = \frac{31,18}{134} \cdot e^{\left(\frac{-(\ln(134)-4,687)^2}{0,819}\right)} = 0,22$$

Kaip matyti iš histogramos (3.14 pav.) vidutinė gedimų pašalinimo trukmė nesutampa su didžiausia pasirodymo tikimybę turinčia trukme (kai $t_a=75$ min.):

$$M(75) = \frac{31,18}{75} \cdot e^{\left(\frac{-(\ln(75)-4,687)^2}{0,819}\right)} = 0,352$$

Kadangi liftų gedimų atstatymo trukmės pasiskirsčiusios ne pagal normalinį skirstinį, tai šių trukmių vidurkis nėra dažniausiai pasirodančio gedimo pašalinimo trukmė. Kitaip tariant, tyrimo metu surinktų liftų sistemos atstatymo trukmių vidurkis, nėra dažniausia gedimo pašalinimo trukmė.

Tolimesnė gedimų analizė turi būti atliekama pasinaudojant 3.14 pav. aprašyta pataisomumo funkcija $M(t_a)$.

Pasinaudojant gautomis funkcijomis galima paskaičiuoti kiek reikia aptarnavimo vietų (aptarnaujančių brigadų skaičių), kad gedimai nalauktų „eilėje“. Šie skaičiavimai atliekami remiantis masinio aptarnavimo teorija [14].

3.4. Keleivinių liftų kompleksiniai patikimumo rodikliai

Kompleksiniais vadinami rodikliai, apimantys dvi ir daugiau patikimumo savybių. Dažniausiai jungiami negendamumas ir pataisomumas [1]. Pasinaudojant šiais rodikliais patogu nusakyti įrenginio negendamumą įvertinant kelis rodiklius, todėl patogu lyginti keletą įrenginių tarpusavyje.

Priklausomai nuo eksploatacijos laikotarpių apjungimo, skiriamos šios pagrindinės kompleksinių patikimumo rodiklių grupės [1]:

- koeficientai, apibūdinantys darbo ir prastovų santykį;
- koeficientai, apibūdinantys profilaktikų dažnį;
- koeficientai, nusakantys komponentų patikimumo įtaką elektros įrenginio patikimumui;
- reikšmingumo koeficientai.

Minėti kompleksiniai patikimumo rodikliai dažniausiai naudojami tik pataisomų elektros įrenginių negendamumui apibūdinti.

3.4.1. Parengties koeficientas

Parengties koeficientas statistiniu požiūriu – tai darbo trukmių ir darbo bei taisymo (atstatymo) trukmių sumų per užduotą laikotarpį santykis [1]. Iš statistinių duomenų rodiklis skaičiuojamas pagal formulę:

$$K_p(t) = \frac{t_d(t)}{t_d(t) + t_a(t)}, \quad (3.11)$$

čia: $t_d(t) = t_{d1} + \dots + t_{di} + \dots + t_{dk}$ – suminė darbo trukmė;

$t_a(t) = t_{a1} + \dots + t_{ai} + \dots + t_{ak}$ – suminė taisymo (atstatymo) trukmė.

Suminė darbo trukmė yra 3.11 pav. pavaizduotos kreivės ribojamas plotas, o suminė taisymo trukmė – 3.14 pav. kreivės ribojamas plotas. Tik šiuo atveju tikimybės turi būti perskaičiuotos į atitinkamų laiko trukmių pasirodymo dažnius. Tai nesunku padaryti žinant visų įvykių (laiko trukmių) skaičių. Mėnesio laikotarpiu (720 val.) suminė taisymo trukmė lygi 12770 min., suminė darbo trukmė – 30900 min., parengties koeficientas:

$$K_p(720) = \frac{30900}{30900 + 12770} = 0,71.$$

Kadangi gedimų skaičius ir jų dažnis per metus kinta nežymiai (3.3, 3.4, 3.6 pav), tai galima daryti prielaidą, kad ir šis koeficientas išlieka pastovus.

3.4.2. Priverstinės prastovos koeficientas

Priverstinės prastovos koeficientas – tai pataisymo trukmių ir darbo trukmių per nustatytą laikotarpį sumų skaičius [1]. Iš statistinių duomenų šis rodiklis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_{pp}(t) = \frac{\sum_{i=1}^k t_{ai}}{T_n}, \quad (3.12)$$

čia: T_n – nustatyto laikotarpio trukmė.

Skaičiavimai analogiški kaip ir skaičiuojant parengties koeficientą:

$$K_{pp}(720) = \frac{12770}{43670} = 0,29.$$

Šis rodiklis laikomas pagalbiniu rodikliu prie parengties koeficiento. Praktikoje jis naudojamas pataisymo procedūrų planavimui palengvinti [1].

Kaip matyti iš gautų rezultatų sistemos gedimų atstatymo laikas sudaro apie 30 %, darbo laikas – 70 % eksploatacijos trukmės. Gerinti šiuos rodiklius galima keliais būdais: didinant aptarnaujančių brigadų skaičių, dispečerizuojant lifthus, keičiant senus mazgus naujais patikimesniais, planuojant remontus ir apžiūras pagal konkrečių mazgų gedimų skirstinius. Žinoma,

pirmasis būdas netenka prasmės naudojant kitus, tačiau nepaisant to aptarnaujančio personalo skaičius turi būti optimalus atsižvelgiant į esamus sistemos patikimumo rodiklius.

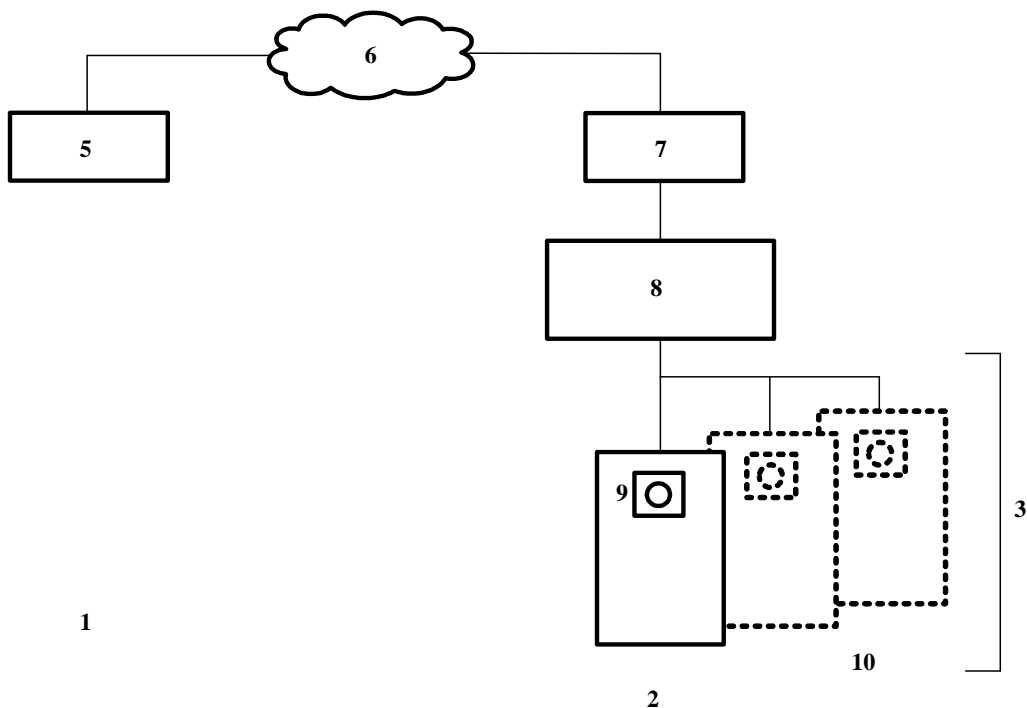
Keleivinių liftų darbą, pagal techninių objektų darbo periodus, galima priskirti normalios eksploatacijos etapui. Tai rodo eksponentinis trukmių tarp gedimų pasiskirstymas ir gana pastovus gedimų dažnis. Tačiau artėja trečiasis periodas – senėjimo ir dilimo. Tai rodo vidutinis gedimų dažnis, išdirbis tarp gedimų, gedimų skaičius tenkantis vienam liftui, negedimo tikimybė. Sistemos pataisomumo rodikliai taip pat gana žemi, nes remontų atstatymo trukmės lyginant su trukmėmis tarp gedimų yra ilgos. Tokių charakteristikų keleivinių liftų sistemas galima priskirti prie žemus patikimumo ir pataisomumo rodiklius turinčių sistemų.

4. KELEIVINIŲ LIFTŲ DISPEČERIZACIJA

Liftų tvarkingumas ir saugumas gali būti užtikrinamas tinkamai organizuojant jų aptarnavimą ir priežiūrą. Šių įrenginių darbas gali būti kontroliuojamas [13]:

- Liftininko – Darbų saugos departamento nustatyta tvarka atestuoto asmens, kasdien privalančio apžiūrėti liftą pagal liftininko instrukcijos nurodymus;
- Dispečerizuotos aptarnavimo sistemos – nuotolinės pavojaus signalizavimo sistemos, kuri informuoja operatorių apie pavojus ir gedimus, o šis gedimų pašalinimui nusiunčia liftininką-dispečerį.

Dispečeriniu ryšiu, priklausomai nuo sistemos galimybių, gali būti perduota informacija ne tik apie gedimus, bet ir apie nukrypimus nuo normalių darbo režimų. Tipinė abipusio ryšio tarp lifto (-ų) ir avarinės tarnybos sistema, reglamentuojama Lietuvos standarto LST EN 81-28 [11], pateikta 4.1 pav.



4.1 pav. Tipinė abipusio ryšio tarp lifto (-ų) ir avarinės tarnybos sistema

Pavojaus signalizavimo sistemą (3) sudaro: liftai (10), pavojaus signalizavimo įjungikliai (9) ir pavojaus signalizavimo įranga (8). Pripažintas pavojaus signalas perduodamas į siųstuvą (7), o iš siųstuvo per ryšio tinklą (6) į priėmimo įrenginį (5).

Pavojaus signalizavimo sistema – pavojaus signalizavimo įjungiklio (-ių) ir pavojaus signalizavimo įrangos junginys [11].

Pavojaus signalizavimo įranga suprantama, kaip pavojaus signalizavimo sistemos dalis, galinti aptikti, atpažinti, pripažinti pavojaus signalizavimą tikru ir užmegsti abipusį ryšį. Ši įranga yra lifto dalis [11].

Priėmimo įrenginys – dispečerinėje (avarinėje tarnyboje) esantis įrenginys, galintis apdoroti pavojaus signalizavimo informaciją ir palaikyti abipusį ryšį [11].

Dispečerizavus liftus optimizuojamas liftų aptarnavimas, keliamas darbo našumas, aptarnavimo lygis, didinamas liftų naudojimo patikimumas ir saugumas. Taip pat sumažėja žemos kvalifikacijos aptarnaujaučio personalo kiekis, o to pačiu sutaupomos lėšos personalo išlaikymui.

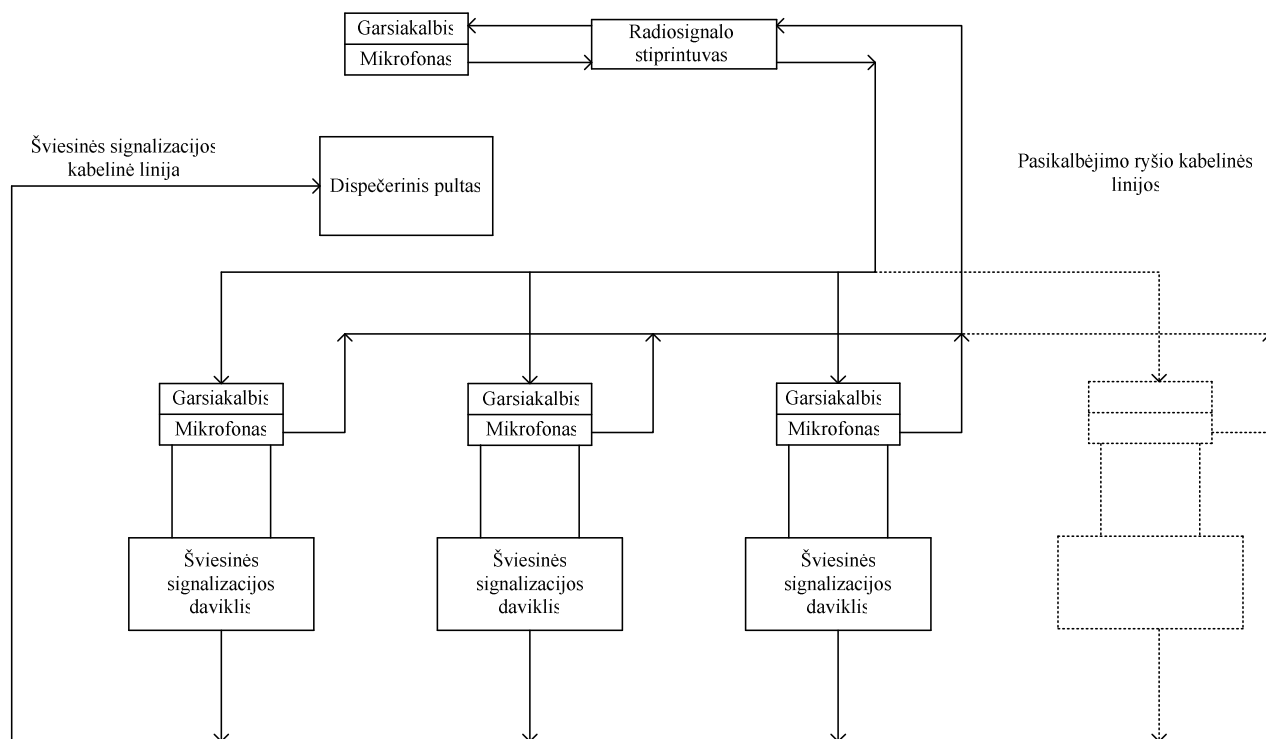
Standarte LST EN 81-28 paminėti šie nuotolinės pavojaus signalizacijos funkcijos ir reikalavimai jai [11]:

- Pavojaus signalizavimo įranga turi būti įrengta kabinoje (tačiau neprieinama keleiviams), šachtoje arba mašinų/skridinių zonoje;
- Pavojaus signalizavimo sistema turi galėti veikti visais atvejais, kai liftas yra prieinamas naudotojams;
- Pavojaus signalizavimo įranga turi galėti siųsti pavojaus signalizavimo informaciją alternatyviam priėmimo įrenginiui;
- Pavojaus signalizavimo įjungiklis (-iai) turi būti įrengtas (-i) vietose, kuriose esama naudotojų įstrigimo rizikos. Kabinos pavojaus signalizavimo įjungiklis (-ai) paprastai turi būti valdymo pulte (-uose);
- Įjungęs pavojaus signalizavimą, keleivis neturi turėti galimybės nutraukti abipusį ryšį.
- Turi būti įrengtos priemonės, kuriomis pavojaus signalizavimo sistema galėtų filtruoti netikrą pavojaus signalizavimą. Filtras turi išjungti pavojaus signalizavimą tokiais atvejais:
 - Kai kabina yra atidarymo zonoje, o kabinos ir aikštelės durys yra visiškai atidarytos;
 - Kabina juda ir durys atsidaro sustojus kitame aukšte.
- Pavojaus signalizavimo įranga turi užtikrinti, kad po filtravimo visa pavojaus signalizavimo informacija būtų siunčiama iki gaunamas patvirtinimas, net ir atliekant techninę priežiūrą;
- Pavojaus signalizavimo sistema taip pat turi turėti priemones, kuriomis avarinė tarnyba galėtų išjungti ir vėl įjungti pavojaus signalizavimo filtravimą;
- Pavojaus signalizavimo informacijos siuntimas į siųstuvą neturi būti uždelsto veikimo, išskyrus momentą, kai ji filtruojama;
- Turi būti įrengtos priemonės, kuriomis avarinė tarnyba iš pavojaus signalizavimo sistemos sužinotų, kad į pavojaus signalizavimą sureaguota ir lifte nėra įstrigęs naudotojas;
- Pavojaus signalizavimo pabaigą turi inicijuoti tik ją įjungęs įrenginys. Pavojaus signalizavimo pabaigos inicijavimo priemonės turi būti neprieinamos jokiems nekompetingiems asmenims;

- Pavojaus signalizavimo sistema turi sudaryti galimybę avarinei tarnybai atpažinti bent įrenginį, net ir tada, kai atliekamas bandymas;
- Neturi būti sutrikdytas ar praleistas nė vienas pavojaus signalizavimo atvejis, net ir tada, kai perjungiamas elektros srovė ar sutrinka tiekimas;
- Per bandymą pavojaus signalizavimo įranga turi automatiškai imituoti pavojaus signalizavimo įvesties signalą (automatinis bandymas) ir vėliau užmegsti ryšį su priėmimo įrenginiu tiek dažnai, kiek reikia naudotojų saugai užtikrinti, kai liftas naudojamas pagal paskirtį, bet ne rečiau kaip kas 3 dienas;
- Pavojaus signalizavimo sistemos veikimo parametrų prieinamumas turi būti apsaugotas reikiamų priemonių, pvz., prieigos kodų.

4.1. Dispečerizavimo būdai

Naujesnės statybos namuose jau projektuojant liftus buvo planuojama juos dispečerizuoti. Tam buvo numatytos signalo perdavimui kabelinės ryšio linijos, projektuojamos dispečerinės ir taip pat pavojaus signalizavimo sistema liftuose. Paprastai prie vieno dispečerinio pulto buvo prijungiami iki 30 liftų. Dispečerinio pulto ir liftų sąsają iliustruoja 4.2 pav.

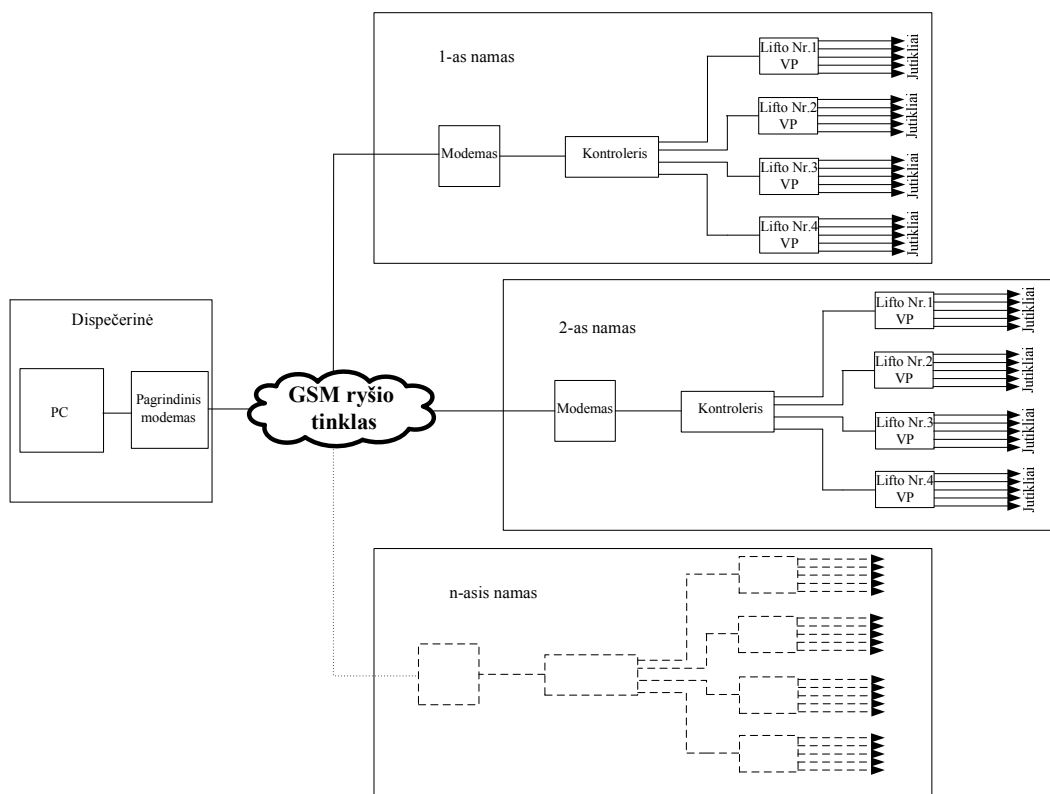


4.2 pav. Blokinė nuotolinės pavojaus signalizacijos schema.

Ši nuotolinio pavojaus signalizavimo sistema gana paprasta, o tai lemia ribotas galimybes. Signalui perduoti naudojamos kabelinės linijos, tai brangu ir riboja prie vieno dispečerinio pulto

prijungiamų liftų skaičių. Naudojama šviesinė signalizacija yra ne tokia informatyvi, o taip pat riboja gedimų detalizavimą.

Kaip buvo minėta, Šiaulių mieste yra 178 (iš 234) dispečerizuoti liftai. Beveik pusei jų dispečerinis ryšys restruktūrizuotas naujai, panaudojant GSM ryšio tinklą vietoj kabelinių ryšio linijų (4.3 pav.). Ši sistema įgyvendinimo požiūriu yra gana patogi, nes ją patogiu ir lengva įrengti, nebereikia daugybės kabelinių linijų, neribojama dispečerinės įrengimo vieta. Tačiau jos patikimumas priklauso nuo mobiliojo ryšio operatoriaus teikiamų paslaugų patikimumo.



4.3 pav. Struktūrinė dispečerinio ryšio per GSM tinklą schema.

Atliekamomis funkcijomis ši schema nuo pirmosios beveik nesiskiria. Pasikeitė informacijos perdavimo terpė, todėl pakito siuntimo, priėmimo įranga ir signalizavimo įranga (4.3 pav.). Dispečerinį pultą pakeitė kompiuteris (PC), todėl informaciją galima pateikti detalčiau ir aiškiau. Tam pakanka vieno kompiuterio. Sistemos pigumą ir greitą įrengimą nulemia paprastumas. Praktiškai ji neteikia jokios informacijos apie liftų gedimus ir nenormalius režimus, o tik tai informuoja apie pavojų grėsiantį besinaudojantiems liftu, t. y. siunčiamas signalas kai:

- įstrigo žmonės ir nuspaudė kvietimo mygtuką kabinoje (per pasikalbėjimo ryšį);
- atidarytos mašinų patalpos durys;
- gedimas*;

- deaktyvacija (atliekant lifto remontą, šią komandą įjungia liftininkai mašinu patalpoje).

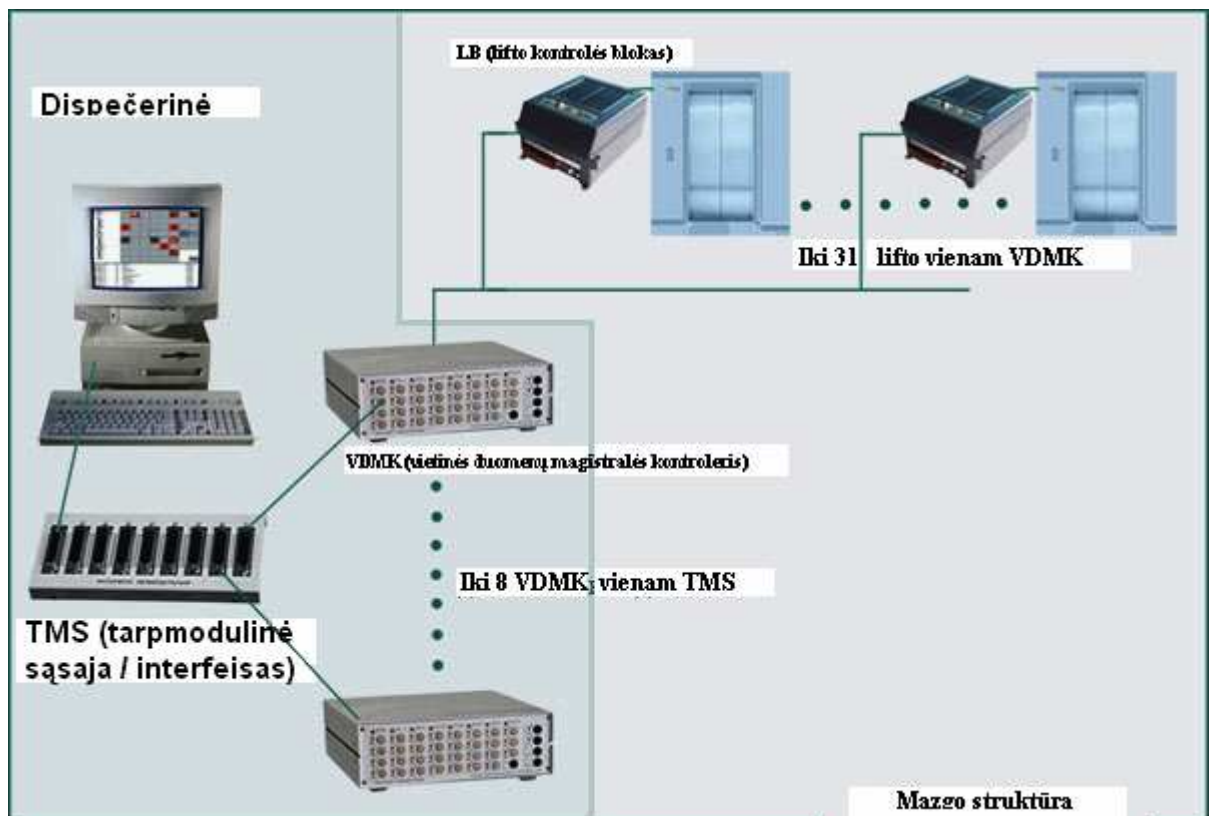
*Gedimas** - programos lange rodomas gedimas, kuris suprantamas, kaip vieno arba visų įvykių visuma:

- šachtos arba kabinos durys atviros ilgiau nei 3min.;
- dingo įtampa (valdymo grandinėje arba įvadinėje spintoje);
- dingo kuri nors viena fazė.

Šių įvykių kontroliavimas yra būtinas saugumui užtikrinti, tačiau tai nepadaeda išvengti avarinių režimų, dėl to atsiradusių prastovų, nuostolių dėl remontų, keleivių patiriamų nepatogumų. To išvengti galima tik stebint įrenginio darbą ir periodiškai atliekant bandymus. Šiuolaikinės technologijos tai leidžia atlikti ir nuotoliniu būdu.

4.2. Šiuolaikinė liftų dispečerizacija

Tobulėjant informacinėms technologijoms atsirado plačios galimybės apdoroti dideliems informacijos srautams. Atsirado didesnės galimybės nuotoliniu būdu stebėti liftų darbą ir netgi juos valdyti. Tokios sistemos pagrindiniai funkciniai blokai pavaizduoti 4.4 pav. [3].



4.4 pav. Dispečerinio komplekso struktūra

Sistemos duomenų perdavimui gali būti naudojamos kabelinės linijos, GSM tinklas, kompiuteriniai tinklai. Iš tokios dispečerinės galima kontroliuoti apie 11 000 liftų. Pagrindiniai kontroliuojami darbo režimai:

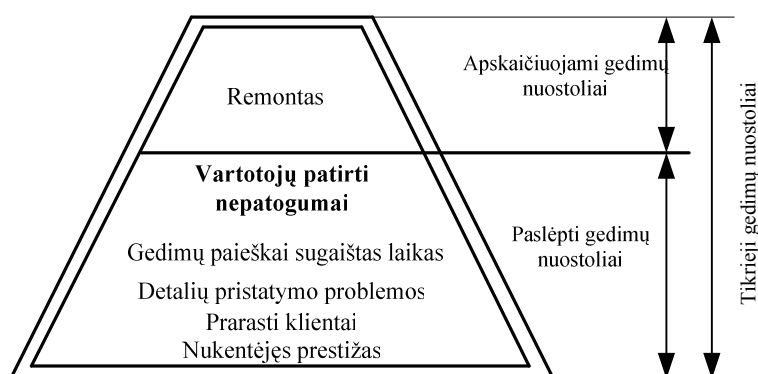
- įtampos kontrolė valdymo grandinėje;
- saugos grandinės kontrolė;
- kabinos durų kontrolė;
- durų pavaros kontrolė;
- kabinos judėjimo kontrolė;
- pagrindinės pavaros kontrolė;
- apsauga nuo patekimo į šachtą ir mašinų patalpą;
- greičio ribojimo kontrolė;
- techninio aptarnavimo režimas (Service Tool);
- kontrolinis režimas;
- budėjimo režimas;
- pakeleivingų iškvietimų atjungimas;
- perkrovos režimas;
- abipusis ryšys tarp dispečerinės, kabinos ir mašinų patalpos.

Esant avariniams arba nenormaliems režimams, kurie gali sukelti rimtus gedimus ar pavojų žmonių gyvybei, liftas gali būti išjungiamas nuotoliniu būdu. Aukščiau išvardintų mazgų kontrolė, kaip tik ir yra nepatikimiausi ir dažniausiai gendantys lifto įrenginiai (3.2 pav.). Paminėti kontroliuojami mazgai yra tik pagrindinės dalys, apie kurias pateikiama detalesnė informacija. Papildomai galima gauti iki 40 (priklausomai nuo lifto kontrolės bloko galimybių) informacinių pranešimų [3]. Visa gauta informacija yra apdorojama programinės įrangos. Patogus informacijos pateikimo būdas ir galimybė kaupiti duomenis atitinkamuose protokoluose padeda planuoti liftų apžiūras, keisti ar remontuoti įtarimą keliančius mazgus. Yra kaupiama informacija apie kiekvieno lifto technines charakteristikas, technines apžiūras ir gedimus. Šių mazgų kontrolę reglamentuoja standartas LST EN 13015 [10]. Žinoma tai gali atlikti ir aptarnaujantis personalas, tačiau nuotoliniu būdu tai būtų daroma efektyviau.

Tokios dispečerinio ryšio sistemos pritaikymas prie senų liftų ir jų valdymo įrangos yra brangus ir sudėtingas. Tačiau tai būtina renovuojant liftus. Tai būtų optimalus liftų aptarnavimo modelis, leidžiantis ne tik stebėti jų darbą, bet ir analizuoti sukauptus duomenis, tiksliai prognozuoti gedimus ir išvengti jų. Aptarnaujančio personalo darbas supaprastėtų, tačiau svarbiausias darbas tektų dispečeriui.

5. VARTOTOJŲ (KELEIVIŲ) PATIRIAMO NUOSTOLIAI DĖL GEDIMŲ

Techninė priežiūra – tai kompleksas prevencinių ir kitokių priemonių, kuriomis siekiama, kad įrenginys ir jo dalys per ekonomiškai pagrįstą naudojimo laikotarpį atitiktų paskirtį ir būklę [23]. Gedimų ir įvairių defektų prevencija tęsiasi visą gyvavimo ciklą. Todėl praktiškai sunku apskaičiuoti tikruosius nuostolius, kurie patiriami dėl vienokio ar kitokio gedimo. Grafiškai pavaizduoti tikrieji gedimų nuostoliai 5.1 pav.



5.1 pav. Tikrieji gedimų nuostoliai

Lifto, kaip įrenginio, tiesioginė paskirtis kelti žmones, krovinius. Taigi, apie jo efektyvumą galima spręsti pagal jo atliktą darbą, t. y. patenkintus keleivių poreikius. Siekiant užtikrinti efektyvų lifto darbą, reikia visų pirma išvengti gedimų, kurių metu keleiviai negali naudotis liftu. Antra, kelionė liftu turi būti saugi, greita ir nesukelianti nepatogumų.

Žala, kurią patiria vartotojai (keleiviai) sugedus liftui, nuostoliai dėl remonto ar dėl sugadintos įrangos pakeitimo priskiriami ekonominei kategorijai. Kitaip tariant, lifto patikimumo savoka apima ir ekonominį lifto patikimumą. Kadangi vartotojai moka už lifto aptarnavimo išlaidas, tai jų tiesioginiai nuostoliai dėl lifto gedimo taip pat turi būti įvertinti. Tai yra iš visų nuostolių patirtų dėl gedimų reikia išskirti ir tuos, kuriuos patyrė vartotojai sugedus liftui.

Vartotojų nuostolių (žalos) E_n skaičiavimo išraiška [17]:

$$E_n = n_0 \cdot T \cdot N, \quad (5.1)$$

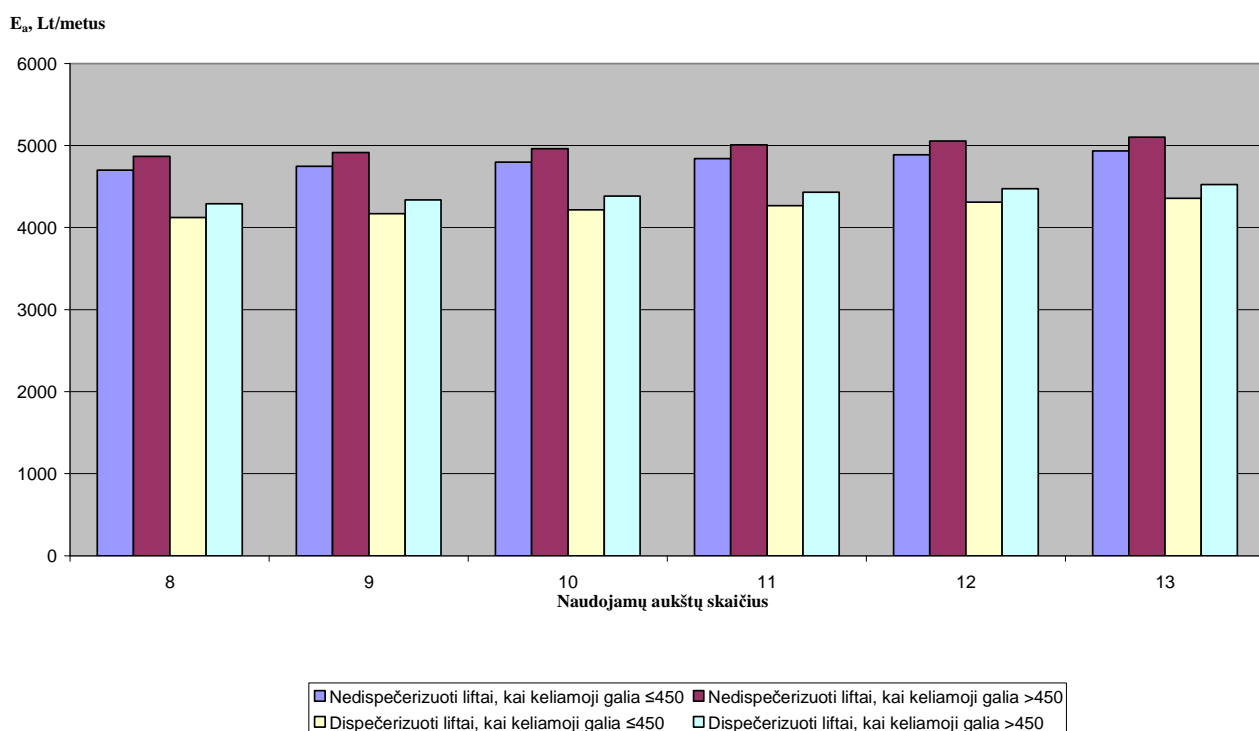
čia: n_0 – nuostolių vertė, Lt/metus;

T – gedimų trukmių suma, val.;

N – vartotojų patyrusių žalą dėl gedimo skaičius, vnt.

Praktiškai skaičiuojant nuostolius E_n pirmiausia reikia įvertinti vartotojų nuostolių dėl gedimo vertę.

Vartotojų nuostoliai yra tikrųjų nuostolių dalis. Tikruosius nuostolius galima vadinti aptarnavimo išlaidomis, kurias moka gyventojai už lifto aptarnavimą. “Gyvenamų namų Šiauliuose keleivinių liftų ir keleivinių liftų dispečerizavimo sistemų įrangos techninės priežiūros ir remonto mėnesinius įkainius” nustato Šiaulių miesto taryba. Įkainiai buvo nustatyti 1999m. sausio 14 d. ir galiojo atliekant šį tyrimą. Šios aptarnavimo išlaidos priklauso nuo lifto keliamosios galios, naudojamų aukštų skaičiaus ir nuo to ar liftas dispečerizuotas ar ne. Per metus vienam liftui tenkančios aptarnavimo išlaidos pateiktos 5.2 pav. Nedispečerizuotiems liftams dar įvertinamos išlaidos liftininko išlaikymui, kadangi tai neįvertinta įkainiuose.



5.2 pav. Keleivinio lifto aptarnavimo išlaidos

Dabartiniu metu gyventojai pageidauja, kad būtų pakeista įkainių nustatymo sistema, tai yra, kad įkainiai būtų tiesiogiai derinami su liftus priziūrinčia bendrove. Tačiau šis įkainių nustatymo būdas dar nėra įsigaliojęs.

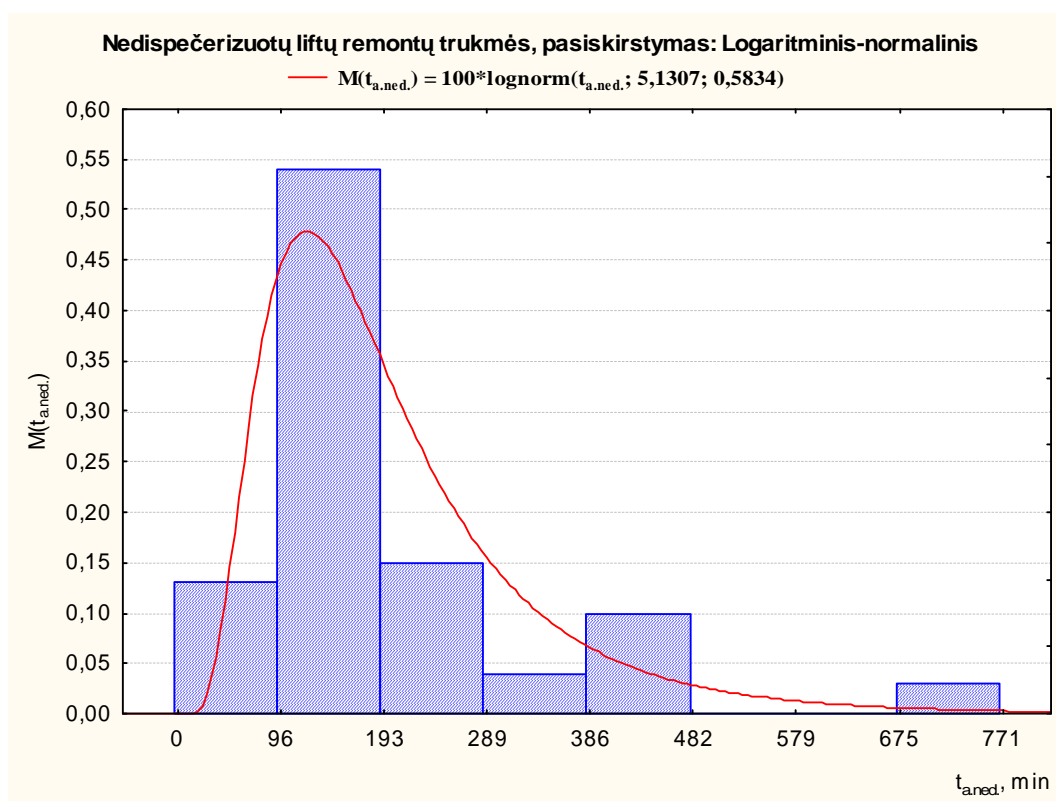
5.1. Nedispečerizuotų liftų nuostoliai

Pagal “Liftų įrengimo ir saugaus naudojimo taisyklių” 5.4.18 punktą, gyvenamų namų ir administracinių pastatų nedispečerizuotus lifthus kasdien privalo apžiūrėti paskirtas liftininkas [13].

Apie lifto gedimą dažniausiai praneša gyventojai arba liftininkas. Dėl minėtų priežasčių sugedusio lifto gedimo trukmės gali būti neviseškai objektyviai įvertintos ir ilgesnės lyginant su dispečerizuotų liftų.

Iš statistinių duomenų paaiškėjo, kad nedispečerizuotų liftų trukmės gedimų yra nuo 45 iki 770 min. Tačiau tai nieko nesako ir tikslesnes išvadas būtų galima padaryti suskirsčius duomenis pagal gedimo trukmę į mažesnę grupių skaičių. Statistiniai duomenys buvo apdoroti pagal 3.3 skyrelyje aprašytą metodiką.

Šiuo atveju buvo sudarytos aštuonios grupės. Intervalo ilgis apytiksliai lygus $770/8$, t. y. 96min.



5.3 pav. Nedispečerizuotų liftų gedimų trukmių histograma

Nedispečerizuotų liftų gedimų trukmės pasiskirstę pagal logaritminę – normalinę skirstinį (5.3 pav.). Gedimų tikimybės tankio funkcija atrodo taip [22]:

$$M(t_{a.ned.}) = \frac{68,45}{t_{a.ned.}} \cdot e^{\left(\frac{-(\ln(t_{a.ned.}) - 5,131)^2}{0,66} \right)}$$

Iš histogramos matyti, kad dažniausiai pasitaikantių gedimų trukmės vidurkis 120 min. Pasinaudojant šia histograma galima įvertinti vartotojų (keleivių) nuostolius, dėl liftų gedimų.

Perskaičiuotos nuostolių vertės nedispečerizuotiems liftams priklausomai nuo naudojamų aukštų skaičiaus ir keliamosios galios pateiktos 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė

Nuostolių vertės nedispečerizuotiems liftams

Naudojamų aukštų skaičius	Keliamoji galia, kg	Nuostolių vertė (n_0), Lt/met.
8	≤450	4701,12
9		4747,85
10		4794,58
11		4841,30
12		4888,03
13		4934,76
8	>450	4866,79
9		4913,52
10		4960,25
11		5006,25
12		5053,70
13		5100,43
Vidurkis:		4900,78

Pastaba: nuostolių vertės pateikiamos bendra suma už vieną liftą.

Pasinaudojant (5.1) formule, galima įvertinti keleivių patiriamus nuostolius dėl prastos galimybės naudotis jais. Skaičiavimams buvo naudojama vidutinė nuostolių vertė. Remiantis samprata, kad sugedus liftui materialinius nuostolius patiria visi gyventojai, įskaitant ir tuos, kurie tuo momentu nesinaudoja liftu. Šį teiginį būtų galima pagrįsti tuo, kad gyventojas moka tam tikrą nustatytą mokestį už liftą, nepriklausomai nuo to ar jis naudojasi šiuo įrenginiu dažnai ar retai. Atsižvelgus į paminėtas priežastis, galima atlikti (5.1) formulės supaprastinimą, t. y. neįvertinti gyventojų skaičiaus N , kadangi tai buvo padaryta skaičiuojant nuostolių vertes (5.1 lentelė).

Bendra visų per mėnesį įvykusių gedimų trukmė T yra 5.3 pav. pavaizduotos histogramos ribojamas plotas, tikimybės perskaičiavus į atitinkamų trukmių pasirodymo dažnį. Tai būtų 229 val. 15 min. per mėnesį, o per metus apytiksliai – 2751 val. Pagal (5.1) formulę, vidutiniai metiniai nedispečerizuotų liftų keleivių nuostoliai dėl gedimų būtų:

$$E_n = 4900,78 \cdot \frac{2751}{8760} = 1539,05 \text{ Lt} .$$

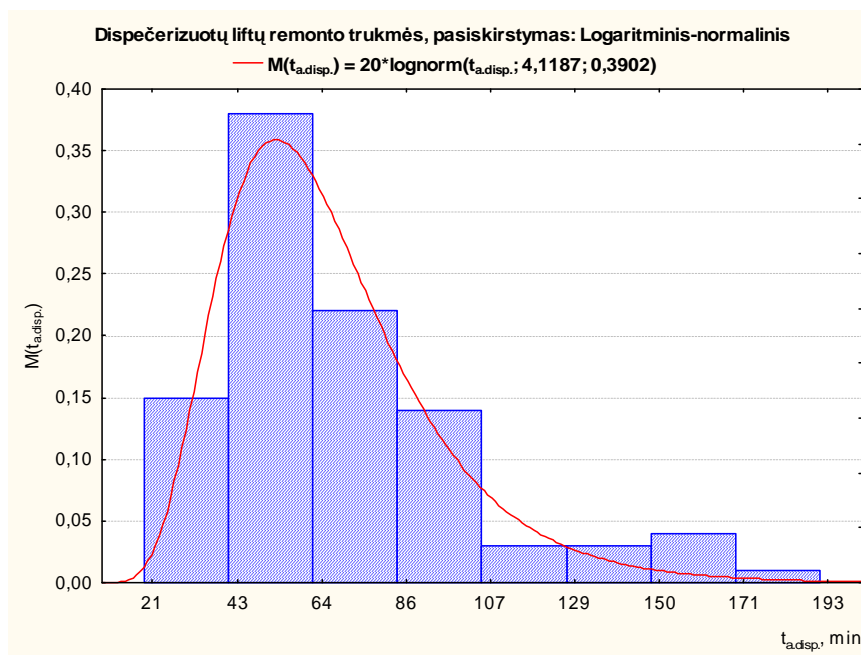
Kadangi tyrimo metu gedo 43 nedispečerizuoti liftai (iš 56) tai vidutiniai nuostoliai tenkantys vienam liftui:

$$E_{n\text{lift.}} = \frac{1539,05}{43} = 35,79\text{Lt.}$$

Tai sudaro apie 0,72 % vieno nedispečerizuoto lifto aptarnavimo išlaidų. Nuostoliai nedideli todėl, kad bendra prastovų trukmės paros atžvilgiu yra pakankamai trumpos, kadangi liftas – tai įrenginys, kuris daugiausia eksploatuojamas dieną.

5.2. Dispečerizuotų liftų nuostoliai

Gyvenamųjų namų ir administracinių pastatų liftų, naudojamų be liftininko, liftų grupės darbui kontroliuoti turi būti įrengiamos dispečerinės [13]. Dispečerinio ryšio pagalba gedimai pastebimi daug greičiau ir gali būti daug greičiau pašalinami. Tai patvirtina ir 5.4 pav. pateikta histograma. Palyginus su nedispečerizuotų liftų gedimų trukmėmis matyti, kad jos žymiai (daugiau nei per pus) sutrumpėja.



5.4 pav. Dispečerizuotų liftų gedimų trukmių histograma

Gedimų atstatymo trukmių pavaizduotų 5.4 pav. tikimybės tankio funkcija [22]:

$$M(t_{a.\text{disp.}}) = \frac{20,46}{t_{a.\text{disp.}}} \cdot e^{\left(\frac{-(\ln(t_{a.\text{disp.}}) - 4,119)^2}{0,304} \right)}$$

Didžiausią pasirodymo tikimybę turinti dispečerizuotų liftų gedimų atstatymo trukmė – 52min. Dispečerizuotų liftų nuostolių vertės (5.2 lentelė) šiek tiek mažesnės, kadangi mažesnės aptarnavimo išlaidos.

5.2 lentelė

Nuostolių vertės dispečerizuotiems liftams

Naudojamų aukštų skaičius	Keliamoji galia, kg	Nuostolių vertė (n ₀), Lt/met.
8	≤450	4123,68
9		4170,40
10		4217,13
11		4263,86
12		4310,59
13		4357,32
8	>450	4289,35
9		4336,08
10		4382,80
11		4429,53
12		4476,26
13		4522,99
Vidurkis:		4323,33

Pastaba: nuostolių vertės pateikiamos bendra suma už vieną liftą.

Nuostolių skaičiavimas analogiškas nedispečerizuotų liftų nuostolių skaičiavimui. Bendra visų per mėnesį įvykusių gedimų trukmė T būtų 127 val. 10 min. per mėnesį, o per metus apytiksliai – 1526val. Pagal (5.1) formulę, vidutiniai metiniai dispečerizuotų liftų keleivių nuostoliai dėl gedimų būtų:

$$E_n = 4323,33 \cdot \frac{1526}{8760} = 753,13 \text{ Lt}$$

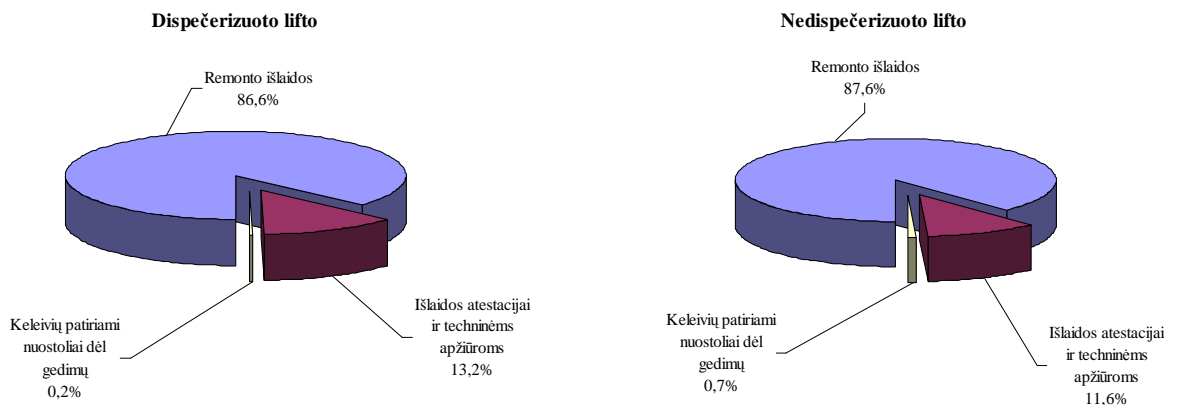
Kadangi tyrimo metu gedo 70 dispečerizuotų liftų (iš 178) tai vidutiniai nuostoliai tenkantys vienam liftui:

$$E_{n\text{lift.}} = \frac{753,13}{70} = 10,76\text{Lt.}$$

Tai sudaro apie 0,25 % nuo metinio įkainio už liftą vertės. Kaip matyti, dispečerizuotų liftų nuostoliai vienam liftui mažesni lyginant su nedispečerizuotais.

5.3. Tikrieji liftų gedimų nuostoliai

Gauti rezultatai rodo, kad keleivių nuostoliai dėl liftų gedimų gana nežymūs palyginus su visomis aptarnavimo išlaidomis. Tačiau 3 skyriuje pateikti liftų patikimumo rodikliai patvirtina, kad šių įrenginių patikimumas žemas, o gedimų skaičius didelis. Tai reiškia, kad didžioji dalis aptarnavimo išlaidų dalis tenka remontui (5.5 pav.).



5.5 pav. Liftų aptarnavimo išlaidų dedamosios

Būtiniosios reikmės, t. y. techninės apžiūros ir su jomis susijusios išlaidos sudaro 13,2 % dispečerizuoto ir 11,6 % nedispečerizuoto liftų aptarnavimo išlaidų. Todėl reikalinga didinti labiausiai gendančių įrenginių patikimumą. Tai galima padaryti juos keičiant naujais šiuolaikiškais analogiškų charakteristikų ir didelio patikimumo įrenginiais. Šis procesas prilygtų renovacijai, kurios metu būtų galima diegti tobulesnį dispečerinį ryšį, mažinti aptarnaujančio personalo skaičių.

Keleivinių liftų dispečerizacija pagerina sistemos pataisomumo rodiklius, o tuo pačiu sumažina keleivių patiriamus nuostolius dėl gedimų. Kadangi dabartinė dispečerinio ryšio sistema turi mažas pagrindinių liftų mazgų kontrolės galimybes, tai įtaka gedimų skaičiui neįaučiama. Dėl šios priežasties remonto išlaidų skirtumas nežymus. Norint tokiu būdu sumažinti gedimų skaičių reikalinga ne tik fiksuoti gedimą, bet ir kontroliuoti atitinkamo įrenginio darbą, kad būtų galima nuspėti gedimus.

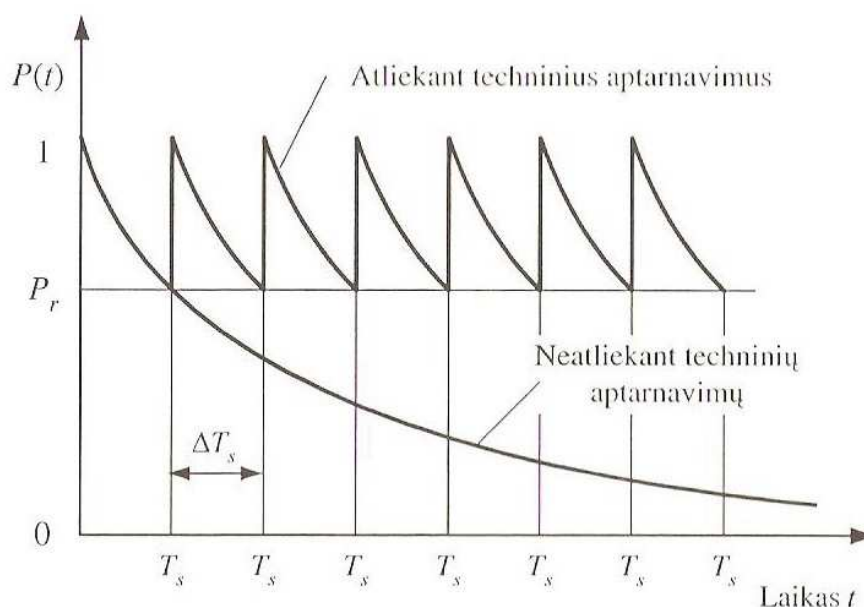
6. KELEIVINIŲ LIFTŲ EFEKTYVUMO DIDINIMAS

Liftų eksploatavimo trukmė yra vertinama pagal techninę priežiūrą, jo naudojimo intensyvumą, nuo kurio priklauso liftų saugus veikimas. Toliau pateikti faktoriai iš esmės įtakoja liftų eksploatacijos trukmės savybes ir susidėvėjimą bei sudaro gedimų pagrindą:

- išorinis išpildymas / vidinis;
- aplinkos užterštumo laipsnis;
- naudojimo intensyvumas;
- eksplotavimo sąlygos.

Pirmi du faktoriai keleivinių liftų, esančių pastatų viduje, paprastai neįtakoja. Naudojimo intensyvumas turi didelę įtaką patikimumui, tačiau jo įtakoti neįmanoma. Vienintelis būdas didinti efektyvumą, o tuo pačiu ir patikimumą – išnagrinėti esamos eksploatacijos trūkumus, problemas ir pateikti galimus jų sprendimo būdus.

Keleivinių liftų techninės priežiūros darbų schema, pagal kurią organizuojamas darbas daugumoje liftus aptarnaujančių bendrovių ir panašaus darbo pobūdžio organizacijų, yra panaši. Kiekviena schemas grandis turi veikti nepriekaištingai, kad būtų pasiekiamas reikalingas galutinis rezultatas.



6.1 pav. Sistemos patikimumas, kuriai atliekami ir kuriai neatliekami planiniai remontai

Liftas, kaip ir daugelis kitų sistemų, priskiriamas remontuojamoms sistemoms. Paprastai išskiriamos dvi remonto rūšys, iš kurių naudojamos prireikus viena arba abi [19]. Tai būtų planiniai

(prevenciniai) remontai (arba profilaktinė apžiūra), kurių metu atliekami planiniai remontai, taip pat reguliavimas ir atstatomasis (koreguojantysis) remontas, kuris atliekamas įvykus gedimui. Pastarojo tikslas – kaip galima greičiau sugražinti sistemai darbingumą. Techninių apžiūrų įtaka sistemos patikimui jas atliekant ir jų neatliekant pavaizduota (6.1 pav.). Kaip matyti iš pavaizduoto grafiko netgi atliekant techninius aptarnavimus sistemos patikimumas per tam tikrą laikotarpį nukrinta iki tam tikros patikimumo ribos, mažesnės už vienetą.

Panagrinėkime idealųjį remontą, kurio metu sistema atgauna tokią pat būseną, kaip naujos. Tuo tikslu priimame, kad lifto mechaninių mazgų (durų mechanizmas, reduktorius ir p. n.) patikimumas pakankamas. Nagrinėsime tiksliai lifto elektros įrenginių patikimumą.

Lifto be remonto patikimumą pažymime $P(t_d)$, vykdant planinius jo remontus – $P_M(t_d)$, čia t_d – lifto veikimo (darbo) laikas. Jį sudaro tik tie laiko intervalai, kada liftas dirba, ir neįvertintas laikas, kai liftas nedirba. Sakykime, remontai atliekami periodais T_S . Tai lifto patikimumas pirmajame intervale $0 < t_d < T_S$ bus [23]:

$$P_M(t_d) = P(t_d), \quad (6.1)$$

Kadangi planinio remonto metu liftas atkuriamas, taip lyg naujas ir priimant, kad nebus susikaupusių dilimo defektų per laiką iki nagrinėjamo intervalo T_S , intervale $T_S < t_d < 2T_S$ lifto patikimumas yra sandauga patikimumo $R(T_S)$, kuris yra tikimybė, kad liftas išdirbs iki T_S laiko, ir patikimumo $R(t_d - T_S)$, reiškiančio tikimybę, kad liftas, būdamas kaip naujas laiku T_S , išdirbs laiką $(t_d - T_S)$ be gedimų [23]:

$$P_M(t_d) = P(t_d) \cdot P(t_d - T_S), \quad (6.2)$$

Bendroji lifto patikimumo išraiška po N remontų, t. y. t_d , kuris bus intervale $NT_S \leq t_d \leq (N+1)T_S$, kai $N=1, 2, 3, \dots$, bus tokia [23]:

$$P_M(t_d) = P(T_S)^N \cdot P(t_d - NT_S), \quad (6.3)$$

Iš (6.3) išraiškos matyti, kad jo patikimumas priklauso nuo patikimumo, kad jis išdirbs iki planuoto remonto ir lifto atnaujinimo.

Realiai, bet kokios sistemos atnaujinti iki pradinio lygio neįmanoma, kadangi atsiranda susikaupusių dilimo defektų, kurios pašalinti įmanoma tik pakeitus visą elementą nauju. Iškyla klausimas kas labiau apsimoka, keisti elementus laukiant kol jie suges ar keisti naujais kai jų patikimumas sumažėja, t. y. po patikimo veikimo laikotarpio t_d .

6.1. Senų lifto elektros įrenginių gedimų intensyvumas

Liftas lyginant su pramonėje ar transporte naudojamais įrenginiais yra nedaug dirbantis mechanizmas. Tačiau vykdydamas vieną komandą (keleivį keldamas iš pirmo į kuri nors aukštą) atlieka daugybę papildomų veiksmų. Visų pirma iškvietimo komandas registruoja įsakymo registravimo rėlės (jų yra 9 rūšys), po to lifto paleidimo rėlės (25 rūšys). Iš rėlių komandas gauna vykdymo įtaisai: pagrindis (kėlimo) ir kabinos durų variklis, kuriuos taip pat kontroliuoja 8 jutikliai esantys kabinoje ir 20 jutiklių šachtoje (9 sustojimų liftui) [15].

Remiantis atliktais lifto elementų gedimo intensyvumo tyrimais [18] galima paskaičiuoti jų vidutinę darbo trukmę t_d iki gedimo. Elementų gedimo intensyvumo rezultatai ir tolimesniems skaičiavimams reikalingi duomenys pateikiami 6.1 lentelėje.

6.1 lentelė

Lifto elementų gedimo intensyvumas

Bandomas komponentas	Bandomų komponentų skaičius, vnt.	Gedimų skaičius, per 8760h tyrimą, vnt.
Įvadinis automatinis išjung.	50	15
Galios kontaktorius	200	59
Rėlės (valdymo gr.)	300	140
Elektromagnetinis stabdis	50	12
Elektros variklis	50	15
Šachtos ir kabinos durų padėties jutikliai	900	450
Aukštų perjungiklis	90	50
Avarinis išjungiklis	20	4
Durų atidarymo variklis	50	20
Iškvietimo bei įsakymo mygtukų kontaktai	100	75

Pasak tyrimų autoriaus, tyrimų metu sugedę elementai buvo keičiami arba remontuojami sugedę. Elementų bandymo laikotarpis – vieni metai. Pagal 6.1 lentelėje pateiktą lifto elementų gedimų skaičių galima rasti vidutinį išdirbį (esamai susidėvėjimo būklei) iki gedimo.

Vidutiniu išdirbiu iki gedimo vadinamas darbo laiko iki gedimo matematinis vidurkis. Vidutinis išdirbis iki gedimo apskaičiuojamas pagal šią formulę [23]:

$$T_{\text{vid.}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{d0}}{N_0}, \quad (6.4)$$

čia: N_0 – stebimų netaisomų elementų skaičius;

t_{d0} – netaisomo elemento išdirbis iki gedimo.

Nagrinėjant taisomų objektų negendamumą vidutinis išdirbis tarp remontų (gedimų) apskaičiuojamas pagal statistinę formulę [23]:

$$t_{d.\text{vid.}} = \frac{t_{\text{band.}}}{m_v}, \quad (6.5)$$

Elementų darbo trukmės paskaičiuotos pasinaudojant pateiktomis formulėmis pateiktos 6.2 lentelėje. Tai svarbiausias patikimumo rodiklis, kuriuo remiantis galima sudaryti planinių remontų grafiką. Darbo trukmė minėtiems lifto elektros įrenginiams paskaičiuota pagal esamą liftų naudojimo intensyvumą ir įrenginių patikimumą gyvenamuose namuose.

6.2 lentelė

Lifto pagrindinių elektros įrenginių darbo trukmės iki gedimo

Įrenginio pavadinimas	Darbo trukmė iki gedimo (remonto), val.
Įvadinis automatinis išjung.	29200≈3,3 metų
Galios kontaktorius	29695≈3,4 metų
Rėlės (valdymo gr.)	18771≈2,1 metų
Elektromagnetinis stabdis	36500≈4,2 metų
Elektros variklis	29200≈3,3 metų
Šachtos ir kabinos durų padėties jutikliai	17520≈2 metai
Aukštų perjungiklis	15768≈1,8 metų
Avarinis išjungiklis	43800≈5 metai
Durų atidarymo variklis	21900≈2,5 metų
Iškvietimo bei įsakymo mygtukų kontaktai	11680≈1,3 metų

Gauti rezultatai parodo, kad įrenginių darbo iki gedimo trukmės gana trumpos. Bet kokiu atveju remontas šiuo atveju netikslingas. Daugumos liftų amžius daugiau nei 25 metai, todėl ir tuo metu naudojamų medžiagų patikimumas neprilygsta dabartinių patikimumui, neskaitant to, kad minėti įrenginiai nebuvo keičiami tol kol nesusidėdavo neatstatomai.

6.2. Šiuolaikinio patikimumo lifto elektros įrenginių gedimų intensyvumas

Kaip ir buvo minėta norint, kad liftas dirbtų patikimai reikalinga laiku atlikti jo remontą. Tačiau remontuojant esamus, jau įgavusius liekamąjį dilimo defektą elementus, lifto kaip sistemos patikimumas sumažėja. Siekiant užtikrinti aukšto lygio patikimumą, būtų tikslinga liftui pritaikytus naujus įrenginius neremontuoti, o keisti pagal sudarytą grafiką. Eksploataciniu požiūriu, tai būtų gana patraukli idėja. Žinant kiek ir kada reikės įrenginių, būtų galima sutaupyti laiko, o tuo pačiu sumažinti nuostolius dėl neplanuotų prastovų. Aišku, būtina įvertinti ir neplanuotus gedimus, dėl broko ar tyčinių pažeidimų.

Akivaizdu, kad atliekant lifto modernizaciją, būtina naudoti tik dabartinio lygio patikimumo rodiklius turinčius įrenginius. Liftas – tiesiaieigio judėjimo mechanizmas, todėl jame daug jutiklių fiksuojančių durų bei kabinos padėtis. Atsižvelgiant į techninius bei patikimumo rodiklius, kai kur (pavyzdžiui aukštų perjungikliai) mechaninius padėties jutiklius tikslinga pakeisti magnetiniais ar induktyviniais.

Dabartinių įrenginių ilgaamžiškumo rodikliai pateikiami 6.3 lentelėje. Šie rodikliai parinkti atsižvelgiant 6.2 lentelėje pateiktų įrenginių atliekamas funkcijas ir techninės charakteristikas. Šaltiniai, kuriais remiantis pateikti šie duomenys yra paminėti literatūros saraše [2, 5, 6, 8].

6.3 lentelėje esančių elementų tarnavimo laikas pateiktas jų atliekamų operacijų ar pastovaus darbo valandomis, taip kaip nurodo gamintojai. Eksploatuojant šie rodikliai nėra tinkami atliekant remontus ar įrenginių keitimą naujais. Todėl reikalingas perskaičiavimas pritaikant juos liftams, o tam reikalinga išanalizuoti keleivinių liftų darbą.

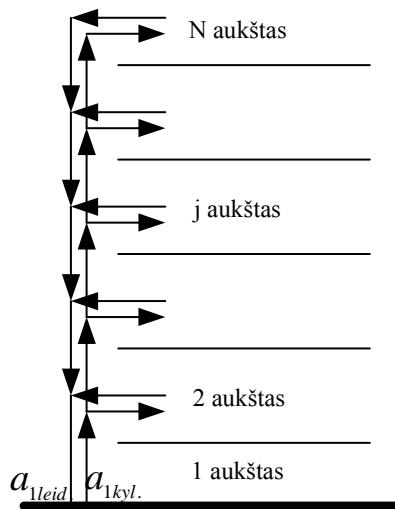
Šiuolaikinių įrenginių ilgaamžiškumo rodikliai

Įrenginio pavadinimas	Iлгаamžiškumo rodiklis
Automatiniai išjung.	100 000 operacijų prie vardinės apkrovos
Galios kontaktoriai	1 x 10 ⁶ operacijų
Elektromagnetinės rėlės (valdymo gr.)	0,7 x 10 ⁶ operacijų
Elektromagnetiniai stabdžiai	1 x 10 ⁶ operacijų
Pagr. pavaros varikliai	25 000 val.
Šachtos ir kabinos durų padėties jutikliai	2,5 mln. persijungimo ciklų
Aukštų perjungikliai	5 x 10 ⁶ persijungimo ciklų
Kritinės kabinos padėties jutikliai	5 x 10 ⁶ persijungimo ciklų
Durų atidarymo varikliai	10 000 val.
Iškvietimo bei įsakymo mygtukų kontaktai	2,5 mln. perjungimo ciklų

Liftų naudojimo intensyvumas turi gana pastovią reikšmę, gyventojų srautai visuose namuose turi du ryškesnius naudojimo pikus (rytmetinį ir vakaro). Atsižvelgiant į daugumos žmonių gyvenimo ciklą ir apklausas, galima daryti prielaidą, kad vienas asmuo vidutiniškai per dieną liftu naudojasi 3 kartus. Elementų gedimo intensyvumas priklauso nuo lifto naudojimo dažnumo, tai yra nuo keleivių srautų. Keleivių srautai gali būti kelių tipų [16]:

1. Vienpusis: į viršų iš vieno pagrindinio aukšto;
2. Vienpusis: iš aukštų į pagrindinį aukštą;
3. Dvipusis: į viršų iš pagrindinio aukšto ir žemyn iš aukštų į pagrindinį aukštą, be tarpinių važiavimų tarp aukštų esančių virš pagrindinio aukšto;
4. Dvipusis: į viršų iš pagrindinio aukšto, žemyn į pagrindinį aukštą ir tarp aukštų virš pagrindinio aukšto.

Paskutinis keleivių srautų pasiskirstymo variantas geriausiai tinka daugiaukščiams gyvenamiesiems namams. T. y. dvipusiai keleivių srautai į viršų iš pagrindinio aukšto, žemyn į pagrindinį aukštą (6.2 pav.). Keleiviai keliami iš pagrindinio į viršutinius aukštus ir tuo pačiu liftu nuleidžiami iš viršutinių aukštų į pagrindinį.



6.2 pav. Keleivių srautų judėjimo schema gyvenamuose namuose

Keleivių srautų skaičiavimams buvo pritaikyta keleivinių liftų projektavimo metodika [16]. Buvo pasirinktas 9 aukštų, 4 laiptinių standartinis, pilnai apgyvendintas gyvenamasis namas. Tokio tipo namai labiausiai paplitę, todėl galima priimti, kad ir kituose analogiškuose namuose liftai bus panašiai naudojami.

Skaičiuojamieji kylančių iš pagrindinio aukšto į viršutinius $a_{1kyl.}$ ir besileidžiančių iš viršutinių aukštų į pagrindinį $a_{1leid.}$ valandiniai keleivių srautai randami pagal formules [16]:

$$a_{1kyl.} = 0,12 \cdot I_{kyl.} \sum_{i>1}^N M_i, \quad (6.6)$$

$$a_{1leid.} = 0,12 \cdot I_{leid.} \sum_{i>1}^N M_i, \quad (6.7)$$

$$a_{1sk.} = a_{1kyl.} + a_{1leid.}, \quad (6.8)$$

čia: $I_{kyl.}$, $I_{leid.}$ – penkių minučių keleivių srautų piko intensyvumo rodikliai (kylančių iš pagrindinio aukšto ir besileidžiančių į jį) 6.4 lentelė, %;

$\sum_{i>1}^N M_i$ - gyventojų, besinaudojančių liftu skaičius, gyv.;

i – apgyvendintų aukštų, kuriuose naudojama liftu kylant iš pirmo į viršutinius ir leidžiamasi iš viršutinių į pirmą, numeriai;

N – viršutinio apgyvendinto aukšto numeris.

Pastaba: skaičiuojant $I_{kyl.}$ esant “geroms” arba “puikioms” komforto sąlygomos (t. y. keleivio iškvietas liftas atvažiuoja pakankamai greitai), priimama $i=3-N$. Skaičiuojant $I_{leid.}$ toms pačioms sąlygomos $i=4-N$ [16].

Valandiniai gyventojų srautai, esant tipiniam gyventojų skaičiaus pasiskirstymui aukštuose ir kai pirmame aukšte gyvenantys liftu nesinaudoja:

$$a_{1kyl.} = 0,12 \cdot 4,95 \cdot (12 + 12 + 12 + 10 + 8 + 10 + 9 + 9) = 49 \text{gyv/val.}$$

$$a_{1leid.} = 0,12 \cdot 2,55 \cdot (12 + 12 + 12 + 10 + 8 + 10 + 9 + 9) = 25 \text{gyv/val.}$$

$$a_{1sk.} = 49 + 25 = 74 \text{gyv/val.}$$

6.4 lentelė

Lifto naudojimo intensyvumo rodikliai, pagal pastato paskirtį

Pastato tipas	Penkių minučių keleivių srautų piko intensyvumo rodikliai	
	Kylančių iš pagrindinio aukšto, $I_{kyl.}$	Besileidžiančių į pagrindinį aukštą, $I_{leid.}$
Gyvenamieji pastatai	4,95	2,55

Remiantis statistika, skaičiuojamasis lifto vidutinis paros darbo laikas $T_{sk.}$ yra priimtas 4 valandos [16]. Įvertinant tai, kad keleivių srautai galimi ne tik viena kryptim ryte, o vakare kita kryptim, bet taip pat ir dienos metu, galima priimti, kad per vidutinį lifto paros darbo laiką srautai tolygiai pasiskirsto į abi puses, o ne pusę laiko žemyn, o likusį laiką aukštyn. Todėl, vidutinis bendras žmonių, važiuojančių liftu bet kuria kryptim, skaičius $M_{sk.}$ per parą bus:

$$M_{sk.} = a_{1sk.} \cdot T_{sk.} = 74 \cdot 4 = 294 \text{gyv.}$$

Kabinų apkrautumą nusako statistinės liftų kabinų užpildymo keleiviais histogramos [4]. Šiuo atveju toks procentinis pasiskirstymas tinka tiek kylančių, tiek besileidžiančių keleivių srautams. Apytikslis keleivių skaičius (lifto važiavimo ciklų skaičius):

Tikimybė, kad kabinoje 1 keleivis – 30%	89 keleiviai
Tikimybė, kad kabinoje 2 keleiviai – 50%	147 keleiviai
Tikimybė, kad kabinoje 3 keleiviai – 20%	58 keleiviai
<i>Viso:</i>	183 keleiviai

Vidutiniškai liftas per dieną atlieka 183 ciklų (priimant, kad vienas ciklas atitinka vieno keleivio pakilimą į tam tikrą aukštą arba nusileidimą į pagrindinį aukštą). Įvertinus iškvietimo komandas, kai kabinoje nėra keleivių, lifto įrenginių atliekamų operacijų kiekis pateikiamas 6.5 lentelėje.

Vidutinis lifto elementų atliekamų operacijų skaičius per parą

Įrenginio pavadinimas	Vidutinis per parą atliekamų operacijų skaičius
Automatiniai išjung.	0 operacijų (prie normalių eksplotavimo sąlygų)
Galios kontaktoriai	183 operacijos
Elektromagnetinės rėlės (valdymo gr.)	183 operacijos
Elektromagnetiniai stabdžiai	300 operacijos
Pagr. pavaros varikliai	4 val.
Šachtos ir kabinos durų padėties jutikliai	458 operacijos
Aukštų perjungikliai	549 operacijos
Kritinės kabinos padėties jutikliai	Priklauso nuo 1-o ir 9-o aukšto perjungiklių patikimumo ir valdymo grandinės gedimų)
Durų atidarymo varikliai	2 val.
Iškvietimo bei įsakymo mygtukų kontaktai	275 operacijos

Reikėtų paminėti, kad šie rezultatai gauti remiantis gyvenamųjų namų keleivių srautų skaičiavimo metodika [16]. Elektros įrenginių atliekamų operacijų skaičius paskaičiuotas Mogiliovo gamybos devynių sustojimų liftui, kai kabinos judėjimo greitis 0,71 arba 1,0 m/s, o kėlimo galia – 320 kg. Tokių liftų valdymas – mygtukinis, vidinis su kabinos iškvietimu į bet kurį namo aukštą.

Eksplotuojant liftus neįmanoma kiekvienu atskiru atveju pakankamai tiksliai įvertinti, kiek kiekvienas lifto įrenginys išdirbo laiko ar kiek atliko operacijų. Tačiau pasinaudojant šiais bendrais visiems tokio pobūdžio ir panašios paskirties liftams rezultatais galima sudaryti minėtų įrenginių keitimo grafiką (valandomis). Šis grafikas pateiktas 6.6 lentelėje. Pateiktos darbo trukmės yra orientacinės ir priklauso nuo eksploataavimo sąlygų bei naudojamų įrenginių. Priklausomai nuo daugiaaukščių namų apgyvendinimo, liftų naudojimo intensyvumas gali būti šiek tiek mažesnis arba didesnis, tokiu atveju darbo trukmės iki gedimų atitinkamai pailgėtų arba sutrumpėtų. Tačiau tai neturėtų didelės įtakos bendram rezultatui.

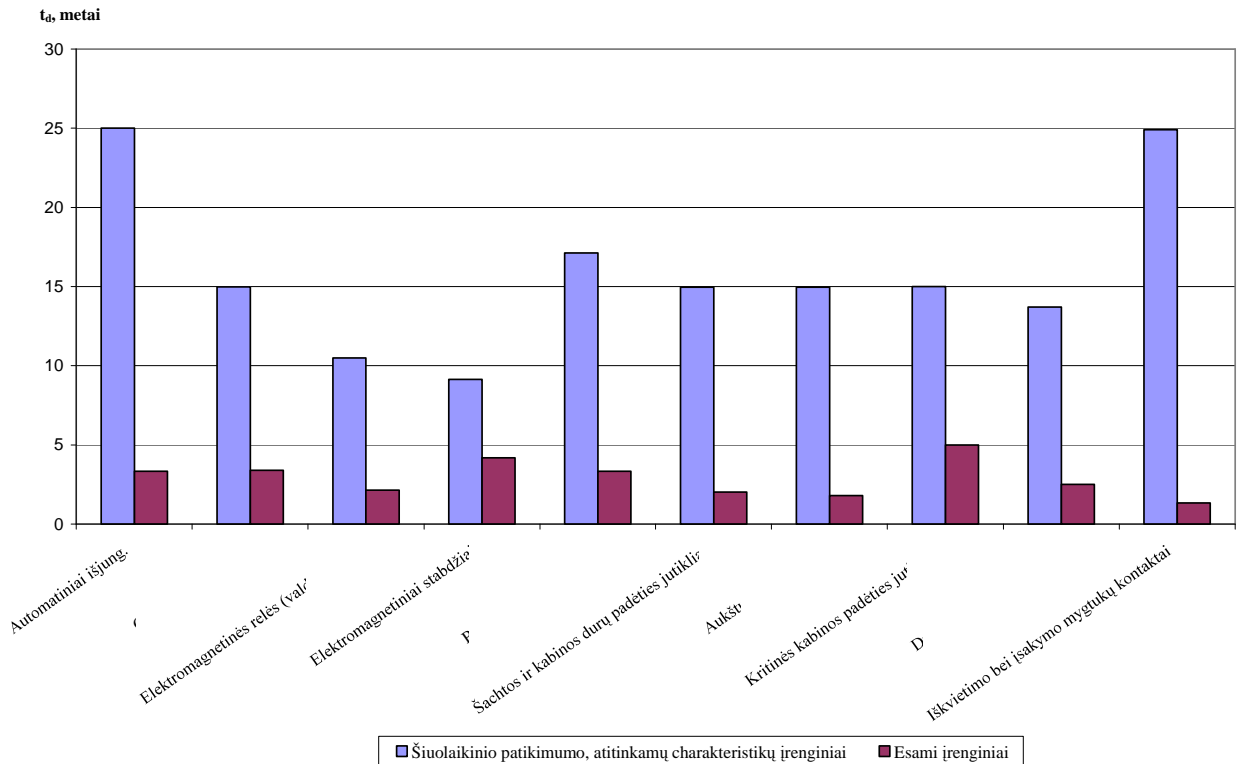
Vidutinės šiuolaikinių lifto įrenginių darbo trukmės iki remonto (keitimo)

Įrenginio pavadinimas	Darbo trukmė iki gedimo (remonto), val.(metais)
Automatiniai išjung.	>20 metų (prie normalių eksplotavimo sąlygų)
Galios kontaktoriai	131148≈15 metų
Elektromagnetinės rėlės (valdymo gr.)	91803≈10,5 metų
Elektromagnetiniai stabdžiai	80000≈9,1 metai
Pagr. pavaros varikliai	15000≈17,1 metų
Šachtos ir kabinos durų padėties jutikliai	131004≈15 metų
Aukštų perjungikliai	218579≈25 metai
Kritinės kabinos padėties jutikliai	Ne trumpiau, kaip aukštų perjungikliai
Durų atidarymo varikliai	120000≈13,7 metų
Iškvietimo bei įsakymo mygtukų kontaktai	218182≈25 metai

6.3. Esamų ir šiuolaikinio patikimumo lifto įrenginių palyginimas

Aukščiau esančiuose poskyriuose ilgaamžiškumo rodikliai pateikti atsižvelgiant į elektrinių įrenginių patvarumą, kadangi mechaninio patvarumo rodikliai tokie patys arba aukštesni [2, 5, 6, 8]. Taip pat atsižvelgiama į tai, kad jų pritaikymas pagal technines charakteristikas ir atliekamas funkcijas tinka naudoti vietoj senų įrenginių. Žinoma realus jų panaudojimas turi būti pritaikytas konkrečiai lifto valdymo schemai, kadangi priklausomai nuo įrenginio gali pakisti vardiniai parametrai (vardinė įtampa, srovė). Vietoj senų mechaninių padėties jutiklių palyginimui buvo paimti magnetiniai arba induktyviniai jutikliai. Jų vardinė įtampa ir srovė mažesni, tačiau žymiai didesnis patikimumas. Atitinkamai paimtos žemesnės vardinės įtampos, patikimesnės elektromagnetinės rėlės.

Palyginimui atitinkamų elementų ilgaamžiškumo rodikliai pavaizduoti stulpeline diagrama 6.3 pav. Iš esamų liftų elektros įrenginių nepatikimiausi ir dažniausiai gendantys yra: elektromagnetinės rėlės, jutikliai ir iškvietimo mygtukų kontaktai. Tai yra mechaniškai judančias dalis turintys elektros įrenginiai.



6.3 pav. Esamų ir šiuolaikinių lifto įrenginių darbo trukmės

Lyginant su šiuolaikiniais įrenginiais, tarnavimo laikas pailgėja keletą kartų. Tikslinga keisti padėties jutiklius, galios kontaktorius ir iškvietimo mygtukus į aukščiau paminėtus, kadangi žymiai padidėja patikimumas. Nepatikimiausiais lifto elementais išlieka elektromagnetinis stabdis ir elektromagnetinės rėlės. Rėlės būtų galima keisti panaudojant programuojamus loginius valdiklius. Tačiau tai gana brangus įrenginys, o jo pritaikymui reikalinga iš esmės pakeisti lifto valdymo schemą. Šis sprendimas turėtų būti svarstomas pilnai renovuojant liftą, kadangi valdiklio pritaikymas priklausytų nuo kitos įrangos esančios lifte keitimo.

Lyginant įrenginių darbo trukmes (6.3 pav.) matyti, kad atitinkamų šiuolaikinio patikimumo ir esamų įrenginių darbo trukmės pailgėja tam tikru santykiu x . Lifto bendras gedimų intensyvumas priklauso nuo jo įrenginių grupių intensyvumo. Vidutinis šiuolaikinio patikimumo ir esamų įrenginių gedimų intensyvumo santykis [23]:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{t_{d,n,i}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{t_{d,s,i}}}, \quad (6.9)$$

čia: $t_{d,n,i}$ – i -ios šiuolaikinio patikimumo įrenginių grupės darbo trukmė, val.;

$t_{d,s,i}$ – i -ios esamų įrenginių grupės darbo trukmė, val.

n – įrenginių grupių skaičius.

Pagal 6.9 išraišką santykis $x \approx 6$. Kadangi gedimas yra atsitiktinis dydis, tai galima daryti prielaidą, kad 3 skyriuje pateiktas vidutinis išdirbis iki gedimo (1030 val.) pakeitus senus lifto elementus į šiuolaikinio patikimumo apytiksliai pailgėtų 6 kartus. Tai yra liftų išdirbis iki gedimo pailgėtų iki 6180 val., trukmės artimos metams. Atitinkamai padidėtų ir visos sistemos patikimumas. Žinoma, mechaninių mazgų patikimumas turėtų būti užtikrinamas iki tokio paties lygio.

Analizuojant atskirų lifto įrenginių patikimumą paaiškėjo, kad šių įrenginių gedimų intensyvumas didelis. Dažniausiai genda judančias dalis turintys elektros įrenginiai, o tokių elementų lifte yra daug. Kiekvienas jų įtakoja į bendrą lifto patikimumą, todėl didelių remontų išlaidų priežastis tampa aiški. Pagrindinis aptarnavimo išlaidų mažinimo būdas – minėtų įrenginių keitimas į šiuolaikinius. Pailgėjus trukmėms tarp gedimų sumažėtų aptarnaujančio personalo skaičius. Sutaupytos lėšos galėtų būti kaupiamos liftų išvaizdos atstatymui, modernios dispečerinio ryšio įrangos diegimui.

7. KELEIVINIŲ LIFTŲ SISTEMOS APTARNAVIMO MODELIS

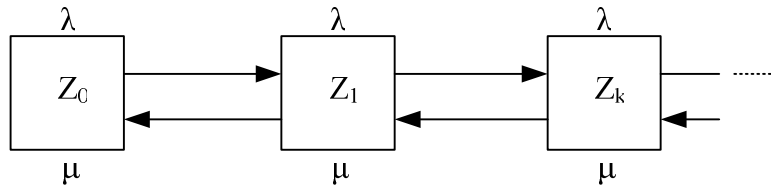
Nuostoliai dėl prastovų, gedimų atstatymo trukmės ir išlaidos gedimų šalinimui taip pat priklauso nuo aptarnavimo sistemos modelio funkcionavimo. Tokio tipo uždavinių sprendimui taikoma atskira mokslo šaka – masinio aptarnavimo teorija [14]. Tai mokslas nagrinėjantis paraiškų srautų aptarnavimo efektyvumą. Paraiškos šiuo atveju gali būti suprantamos kaip liftų gedimai. Paraiškas priima aptarnavimo kanalai, arba šiuo atveju liftus aptarnaujanti brigada. Paraiškų srautas patenka į aptarnavimo sistemą (AS) ir ten turi būti aptarnaujamas. Paraiškos į masinio aptarnavimo sistemą patenka atsitiktiniu laiku, viena paskui kitą. Bendru atveju sėkmingai aptarnaujama tik dalis paraiškų, kitos dėl vienu ar kitu priežastčių gali būti prarandamos arba laukti eilėje (liftų sistemos aptarnavimo modelis). Paraiška yra aptarnaujama tam tikrą laiką, kuriam pasibaigus sistema likusi laisva gali aptarnauti kitą paraišką.

Sudarant AS modelį nustatomi paraiškų srauto aptarnavimo skirstiniai bei, atsižvelgiant į aptarnavimo tvarką ir pobūdį, nustatomos sistemos pagrindinės charakteristikos (sistemos našumas, paraiškų srauto ir aptarnavimo intensyvumai, paraiškų praradimo tikimybė, sistemos užimtumo bei prastovų rodikliai ir pan.) [14].

AS sistemos klasifikuojamos pagal kelis požymius: aptarnavimo kanalų skaičių, aptarnavimo kartotinumą ir paraiškų šaltinio pobūdį. Liftų aptarnavimui naudosime vienkanalės vienfazės atviros AS modelį. T. y. sistema turinti vieną aptarnavimo brigadą, kuri šalina visų tipų gedimus, kitaip tariant nėra specializacijos pagal gedimų rūšis. Visi gedimai turi būti pašalinami, t. y. negali būti apribotos gedimų pašalinimo galimybės.

7.1. Vienkanalės aptarnavimo sistemos modelis

Liftų aptarnavimo sistemą galima nagrinėti kaip vienkanalę masinio aptarnavimo sistemą su eile. Jeigu aptarnavimo brigada laisva įvykus gedimui sistemoje, jis šalinamas nedelsiant. Brigadai esant užimtai gedimas „stoja“ į eilę ir laukia pagal tvarką: pirma atėjo – pirma ir aptarnaujama. Sistemos grafas pavaizduotas 7.1 pav. Galimos trys būsenos: Z_0 – visi kanalai laisvi; Z_1 – sistemoje yra vienas gedimas, kuris ir šalinamas, eilės nėra; Z_k – sistemoje tam tikru momentu yra $k > 1$ gedimų, vienas aptarnaujamas, o kiti laukia eilėje.



7.1 pav. Aptarnavimo sistemos būsenų grafas

Gedimų srauto intensyvumas λ nusako gedimų skaičių per laiko vienetą. Aptarnavimo srauto intensyvumas μ – gedimų skaičius, kurį gali pašalinti brigada per laiko vienetą. Sistema su teigiama tikimybe gali pereiti tik į būseną su vienetu didesniu ar mažesniu gedimų skaičiumi. Pažymėjus būsenos Z_k tikimybę p_k , reiškiančia tikimybę, kad sistemoje yra k paraiškų, galima paskaičiuoti prastovos tikimybę [14]:

$$p_0 = 1 - \rho, \quad (7.1)$$

čia: ρ – sistemos efektyvumo koeficientas $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$.

Gedimų srauto intensyvumas gali būti apskaičiuotas įvertinant vidutinę trukmę tarp gretimų gedimų [14]:

$$\lambda = \frac{1}{t_d}, \quad (7.2)$$

Aptarnavimo srauto intensyvumas atitinkamai [14]:

$$\mu = \frac{1}{t_a}, \quad (7.3)$$

Sistemos užimtumo tikimybė, t. y. tikimybė, kad aptarnavimo įrenginys užimtas ir atėjusi paraiška lauks aptarnavimo, yra lygi [14]:

$$p_w = 1 - p_0 = \rho, \quad (7.4)$$

Eilės tikimybė, t. y. tikimybė, kad sistemoje laukia bent viena paraiška ($k > 1$), yra lygi [14]:

$$p_{k>1} = 1 - p_0 - p_1 = \rho^2, \quad (7.5)$$

Vidutinis eilės ilgis Q ir vidutinė laukimo eilėje trukmė W atitinkamai lygūs [14]:

$$Q = \frac{\rho^2}{1 - \rho}, \quad (7.6)$$

$$W = \frac{\rho}{\mu - \lambda}, \quad (7.7)$$

Trukmė tarp gretimų gedimų $t_d = 120$ min., pagal 3.11 pav. pateiktus statistinius duomenis, didžiausią pasirodymo tikimybę turinti trukmė. Gedimų atstatymo trukmė $t_a = 100$ min., bendra 5.3 ir 5.4 pav. pateiktų histogramų dažniausiai pasitaikanti trukmė. Pagal esamus gedimų srauto ir aptarnavimo srauto intensyvumus tikimybė, kad aptarnavimo brigada bus laisva pagal 7.1 formulę lygi:

$$p_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \frac{0,008}{0,01} = 0,2.$$

Tikimybė, kad brigada užimta:

$$p_w = 1 - p_0 = 0,8.$$

Tikimybė, kad sistemoje laukia bent viena paraiška:

$$p_{k>1} = 1 - p_0 - p_1 = \rho^2 = 0,64.$$

Vidutinė laukimo trukmė eilėje:

$$W = \frac{\rho}{\mu - \lambda} = \frac{0,8}{0,01 - 0,008} = 400 \text{ min.}$$

Vidutinis eilės ilgis:

$$Q = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{0,8^2}{1-0,8} = 3,2 \text{ ged.}$$

Šiuo atveju vienos aptarnaujančios brigados nepakanka, kol vienas gedimas bus šalinamas kiti lauks eilėje apie 6 val. ir lauks 3 gedimai. Akivaizdu, kad vienkanalė aptarnavimo sistema netinkama, esant tokiam gedimų intensyvumui.

7.2. Daugiakanalės aptarnavimo sistemos modelis

Daugiakanalė sistema nuo vienkanalės skiriasi aptarnavimo kanalų skaičiumi arba šiuo atveju brigadų skaičiumi. Gedimus šalina kelios brigados, tokiu pačiu eiliškumu kaip ir vienkanalėje sistemoje. Būsenų grafas analogiškas 7.1 pav. pavaizduotam, tik sistemai perėjus į būseną Z_1 , ją veikia du srautai: intensyvumo λ srautas, keičiantis sistemos būseną į Z_2 ; kanalų išlaisvinimo srautas, intensyvumu μ keičiantis sistemos būseną į Z_0 . Išlaisvinimo srautas priklauso nuo kanalų skaičiaus m .

Tikimybė, kad visi kanalai laisvi, bus lygi [14]:

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^m \frac{(m\rho)^k}{k!} + \frac{(m\rho)^m}{m!} \cdot \frac{1}{1-\rho}}, \quad (7.8)$$

čia: ρ – sistemos efektyvumo koeficientas $\rho = \frac{\lambda}{m \cdot \mu}$.

Tikimybė, kad visi kanalai užimti [14]:

$$p_w = \frac{p_m}{1-\rho}, \quad (7.9)$$

čia: $p_m = \frac{(m\rho)^m}{m!} \cdot p_0$.

Vidutinė laukimo trukmė eilėje [14]:

$$W = p_m \frac{\rho}{\lambda(1-\rho)^2}, \quad (7.10)$$

Vidutinis eilės ilgis [14]:

$$Q = p_w \frac{\rho}{1-\rho}, \quad (7.11)$$

Palyginimui viekanalės ir duagiakanalės aptarnavimo sistemos, esant skirtingam kanalų skaičiui, svarbiausios charakteristikos pateikiamos 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė

Pagrindinės aptarnavimo sistemos charakteristikos

Charakteristika	Žymėjimas	Reikšmė, esant skirtingam aptarnavimo brigadų skaičiui		
		1 brigada	2 brigados	3 brigados
Prastovos tikimybė (kad visos brigados laisvos)	p_0	0,2	0,36	0,42
Užimtumo tikimybė	p_w	0,8	0,21	0,06
Vidutinis eilės ilgis	Q, ged.	3,2	0,2	0
Vidutinė laukimo eilėje trukmė	W, min	400	18	2

Esant aukščiau pateiktiems patikimumo rodikliams, reikalinga naudoti daugiakanalės aptarnavimo sistemos modelį. Priklausomai nuo kanalų (aptarnaujančių brigadų) užimtumo ir vidutinės paraiškų (gedimų) laukimo eilėje tikimybių galima naudoti dviejų arba trijų aptarnavimo kanalų sistemą. Esant dviems aptarnavimo brigadoms, jos bus labiau apkrautos, galimi atvejai, kai jos atvyks šalinti gedimo po kurio laiko (vidutiniškai po 18 min.). Esant trimis aptarnavimo brigadoms, gedimai bus šalinami iš karto gavus pranešimą apie gedimą, tačiau brigados bus nepilnai apkrautos. Akivaizdu, kad padidėjus elementų patikimumui (6 skyrius) pakankamai užtektų 1-2 budinčių brigadų.

IŠVADOS IR SIŪLYMAI

Šiame darbe išanalizuotas liftų aptarnavimo sistemos darbas. Pateiktos liftų patikimumo charakteristikos. Šios charakteristikos būdingos visiems tokio tipo ir panašios eksploataavimo trukmės liftams, t. y. daugumai Lietuvos didžiuosiuose miestuose esančių liftų, kurių eksploataavimo amžius 40 – 15 metų. Apžvelgus rezultatus galima daryti tokias išvadas:

- Keleivinių liftų darbas artėja prie trečiojo darbo periodo, kai prasideda senėjimo ir dilimo etapas su didėjančiu gedimų intensyvumu. Tai rodo vidutinis gedimų dažnis ($1 \cdot 10^{-3}$ gedimų/val), vidutinis išdirbis tarp gedimų (1030 val.), negedimo tikimybė (0,28);
- Gedimų atstatymo trukmės pasiskirstę pagal logaritminį – normalinį dėsnį, trukmės tarp gedimų – pagal eksponentinį dėsnį. Tokie skirstiniai būdingi antrajam darbo periodui – normalios eksploataacijos;
- Dispečerizacija pagerina sistemos pataisomumo rodiklius, gedimų atstatymo trukmės sutrumpėja nuo 120 iki 50 min. Tačiau siekiant sumažinti gedimų skaičių reikalinga didesnė pagrindinių mazgų kontrolė;
- Vidutiniai vartotojų (keleivių) patiriami nuostoliai, dėl liftų prastovų (gedimų) per metus palyginti nedideli ir sudaro dispečerizuotiems 0,2 % ir nedispečerizuotiems liftams 0,7% aptarnavimo išlaidų. Didžiąją dalį išlaidų sudaro remonto išlaidos, atitinkamai 86,7 % ir 87,6 %.
- Didelių remonto išlaidų priežastis – nepatikimi įrenginiai. Dažniausiai genda durų mechanizmas ir valdymo įranga. Nepatikimiausi lifto elementai: padėties jutikliai, elektromagnetinės rėlės, valdymo mygtukai.
- Siekiant sumažinti aptarnavimo išlaidas būtina keisti nepatikimus įrenginius į keletą kartų patikimesnius šiuolaikinius įrenginius, pritaikant magnetinius ir induktyvinius padėties jutiklius, žemesnės valdymo įtampos rėles.
- Panaudojus šiuolaikinio patikimumo įrenginius liftų vidutinis išdirbis tarp gedimų pailgėtų apytiksliai iki 6180 val.

- Renovuotų ir dispečerizuotų liftų priežiūrai pakaktų vienos budinčių elektromechanikų brigados, tuo tarpu esant darbartiniam gedimų intensyvumui reikalingos 2 – 3 brigados.

LITERATŪRA

1. Eidukas D. Elektroninių įtaisų patikimumas ir eksploatacija / Elektroninių įtaisų patikimumas. Kaunas, 1999. 202p.
2. Delphi series asynchronous motors general catalogue [Interaktyvus]. Montichiari [Žiūrėta 2008 01]. Prieiga per internetą: <<http://pdf.directindustry.com/pdf/motive/catalogue-delphi-motors-3ph-rev01/14726-7335.html>>.
3. Диспетчерский комплекс “ОБЪ” [interaktyvus]. Ростов-на-Дону: ЗАО "Союзлифтомонтаж-Юг" [Žiūrėta 2008 05]. Prieiga per internetą: <<http://www.slmug.ru/dispatcher/>>.
4. Волков Д. П. Надежность лифтов и технология их ремонта/ Д. П. Волков, П. И. Чутчиков. Москва, 1985. 127p.
5. Ebel F. Jutikliai valdymo ir gamybos technologijose: mokomoji knyga/F. Ebel, S. Nestel. Kaunas, 2000. 330p.
6. General-purpose Relay MY New model [Interaktyvus]. Amron [Žiūrėta 2008 01]. Prieiga per internetą: <http://www.pak.lt/_admin/fck/data/users/admin/File/PDF/Relays/J03E-EN-B+MY+Datasheet.pdf>.
7. Medekšas. H. Gaminių kokybė ir patikimumas. Kaunas, 2003. 279p.
8. Industrial Switchgear New Products Catalogue [Interaktyvus]. Moeller [Žiūrėta 2008 01]. Prieiga per internetą: <http://www.moeller.net/binary/pdf_kat/nk1171en.pdf>.
9. Вишневецкий И. М. Модернизация лифтов/И. М. Вишневецкий, В. В. Медведев, Н. Н. Чебышев. Москва, 1993. 268p.
10. LST EN 13015: 2003. Liftų ir eskalatorių techninė priežiūra. Techninės priežiūros instrukcijų rengimo taisyklės. Vilnius, 2003. 21p. Galioja nuo 2002 m. rugsėjo mėn.
11. LST EN 81-28: 2005. Liftų projektavimo ir įrengimo saugos taisyklės. Keleiviniai ir krovininiai liftai. 28 dalis. Keleivių ir krovinių liftų nuotolinė pavojaus signalizacija. Vilnius, 2005. 17p. Galioja nuo 2003 m. gruodžio mėn.
12. Lietuvos respublikos valstyvinė darbo inspekcija [Interaktyvus]. Potencialiai pavojingų įrenginių valstybės registras [Žiūrėta 2008 05]. Prieiga per internetą: <<http://www.vdi.lt/index.php?-1348414531>>.
13. Liftų įrengimo ir saugaus naudojimo taisyklės. Vilnius, 1998. 51p.
14. Sakalas L. Masinio aptarnavimo sistemos transporte. Vilnius, 2000. 156p.

15. Лифты: под общей редакцией Д. П. Волкова / Г. Г. Архангельский, Д. П. Волков, Э. А. Горбунов, А. А. Ионов, В. Я. Ткаченко, П. И. Чутчиков. Москва, 1999. 479р.
16. Лифты: атраслевой каталог. Москва, 1989. 215р.
17. Шабай М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. Монография. Санкт – Петербург, 2003. 347р.
18. Šaškevičius R. Liftų renovavimo problemos tyrimas: magistro darbas. Šiauliai, 2007.
19. Gečys S. Elektros įrenginių patikimumas ir eksploatacija. Kaunas, 2005. 137р.
20. Jokubaitis V. Liftų įrengimas, naudojimas ir priežiūra/ V. Jokubaitis, P. Šibilskis. Panevėžys, 2000. 167р.
21. Mickūnaitis V. Transporto priemonių kokybės valdymas. Vilnius, 2006. 173р.
22. Sakalauskas V. Duomenų analizė su Statistica. Vilnius, 2003. 232 p.
23. Vyšniakas V. Patikimumo teorija/ V. Vyšniakas, K. Slivinskis. Vilnius, 2005. 83р.
24. Ramonas Z. Technologijos fakulteto studijų darbų parengimo tvarka/Z. Ramonas, V. Petronis, D. Čikotienė. Šiauliai, 2004. 43р.
25. Bumblauskas G., Turauskas Z. Keleivinių liftų gedimai ir nuostoliai: konferencija „Studentų moksliniai darbai“ [Šiauliai, 2008 gegužės 14d.]. Šiauliai, 2008.