



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Baigiamasis magistro darbas

Martynas Liaugaudas

Projekto autorius

Doc. Dr. Lina Užienė

Vadovė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

**Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai
aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui**

Baigiamasis magistro darbas

Inovacijų valdymas ir antreprenerystė (6211LX031)

Martynas Liaugaudas

Projekto autorius

Doc. Dr. Lina Užienė

Vadovė

Doc. Dr. Ineta Žičkutė

Recenzentė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Martynas Liaugaudas

Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasis Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs;
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalintas iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Martynas Liaugaudas

Patvirtinta elektroniniu būdu

Liaugaudas, Martynas. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Lina Užienė; Kauno technologijos universitetas, ekonomikos ir verslo fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): Vadyba, Verslas ir viešoji vadyba.

Reikšminiai žodžiai: blokų grandinė; aviacijos techninė priežiūra; dokumentacijos valdymas.

Kaunas, 2023. 92 p.

Santrauka

Aviacija yra viena iš industrijų, suteikiančių galimybę greitai ir saugiai pasiekti bet kurią pasaulio vietą. Tam, kad orlaiviai būtų saugūs, jiems reguliariai yra atliekama techninė priežiūra. Kiekvienas atliktas techninės priežiūros darbas turi būti dokumentuotas ir patvirtintas, kad buvo laikomasi visų galiojančių instrukcijų. Per visą skraidymo laikotarpį lėktuvo techninė priežiūra sukuria didelį kiekį dokumentacijos. Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymas yra kompleksiškas ir sudėtingas procesas. Visas dokumentacijos valdymo procesas įtraukia skirtingas interesų grupes, kurios turi savo reikalavimus ir lūkesčius. Dėl didelio kiekio dokumentacijos ir viso proceso sudėtingumo, aviacijos techninės priežiūros valdymo procesas patiria papildomus kaštus, saugumo ir tvarumo problemas. Tam, kad visas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos procesas būtų pagerintas, aviacijos industrijai reikia skaitmeninių technologijų taikymo sprendimų.

Tyrimo tikslas: Pagrįsti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

Tyrimo objektas: Blokų grandinės technologijos taikymas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

Uždaviniai:

1. Pagrįsti aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problematiką;
2. Ištirti teorines ir praktines blokų grandinės technologijos taikymo aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui tyrimo prielaidas, pasiūlant teorinį modelį;
3. Parengti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui empirinio tyrimo metodologiją;
4. Atlikti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui empirinį tyrimą ir pateikti rekomendacijas.

Tyrimo metodai. Šiame tyrime yra pasirinkta kokybinių tyrimų metodologinė prieiga, atliekamas pusiau struktūrizuotas interviu. Naudojant šį tyrimo metodą yra galimybė analizuoti ir įtraukti skirtingas tyrimo dalyvių perspektyvas. Tyrime yra pristatomas siūlomas blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinis modelis. Šiame modelyje yra įtraukti lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos procesai bei interesų grupės. Teorinio modelio pagrindimui duomenys buvo surinkti atliekant interviu su interesų grupių atstovais.

Tyrimo rezultatai. Atliktas empirinis tyrimas pagrindžia blokų grandinės technologijos taikymo teorinio modelio sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Taip pat atliktas tyrimas leido pagrįsti blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo sukuriamą efektą,

kuris prisideda prie aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo proceso gerinimo sprendžiant nustatytas problemas.

Liaugaudas, Martynas. Blockchain Technology Application Solutions for Managing Aviation Technical Maintenance Documentation. / Master's Final Degree Project / supervisor Assoc. Prof. Dr. Lina Užienė; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Management, Business and Public Management.

Keywords: blockchain, aviation technical maintenance, documentation management

Kaunas, 2023. 92 p.

Summary

Aviation is one of the industries that gives an opportunity to reach any place in the world quickly and safely. For aircraft to be safe, they must be regularly maintained. Each individual maintenance operation must be documented after it is performed to demonstrate that the work was performed in accordance with the approved manuals. During flight operations, aircraft maintenance generates a large amount of paperwork. Managing aviation technical maintenance records is a complex and difficult process. This management involves many stakeholders with their different interests and documentation requirements. Due to the large volume of paperwork and complexity, documentation management faces additional cost, safety and sustainability problems. To improve documentation management in aircraft maintenance, the aviation industry needs digitalization solutions.

The aim of the study -To reason blockchain technology application solutions for managing aviation technical maintenance documentation.

The object of this research – Blockchain technology application solutions for managing aviation technical maintenance documentation.

Research tasks:

1. To argue aviation technical maintenance documentation management existing problematics.
2. To study the theoretical and practical assumptions of research on blockchain technology application solutions proposing a theoretical model;
3. To develop a research methodology for blockchain technology application solutions for managing aviation technical maintenance documentation.
4. Empirically investigate blockchain technology application solutions for managing aviation technical maintenance documentation and propose recommendations.

Research methods. A qualitative research method was selected for the study, together with semi-structured interview. This method of study was chosen because it allows to analyse and include different perspectives of research units. In this study, a blockchain technology application solutions theoretical model was proposed. This model integrates the interests of aviation stakeholders and incorporates aircraft maintenance documentation processes. Data collection to validate the proposed theoretical model was by done interview method with each aviation stakeholder according to the proposed model.

Research results. The study validates the proposed theoretical model of blockchain technology application solutions for managing aircraft technical maintenance documentation. In addition, it was validated that blockchain technology application solutions can improve the management of aircraft maintenance documentation and solve the relevant problems.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	7
Paveikslų sąrašas	8
Įvadas.....	9
1. Orlaivių techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problemos analizė	11
2. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinės ir praktinės prielaidos.....	20
2.1. Blokų grandinės technologijos esmė	20
2.2. Blokų grandinės technologijos naudojimo būdai skirtingose industrijose	23
2.3. Blokų grandinės technologijos taikymo metodai lėktuvų techninėje priežiūroje.....	39
2.4. Blokų grandinės technologijos taikymas dokumentų valdymui.....	42
2.5. Blokų grandinės technologijos teorinis modelis lėktuvų techninės priežiūros dokumentų valdymui	44
3. Empirinio tyrimo metodologija	48
4. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų empirinio tyrimo rezultatai	50
4.1. Tyrimo dalyvių charakteristika.....	50
4.2. Tyrimo rezultatai	53
4.2.1. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir gaunamų efektų pagrindimas lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui	53
4.2.2. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir sukuriamų efektų pagrindimas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui.....	57
4.2.3. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir sukuriamų efektų pagrindimas planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros valdymui.....	61
4.2.4. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir sukuriamų efektų pagrindimas lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos auditui.....	66
4.2.5. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo bendri sukuriami efektas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.....	71
4.2.6. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo iššūkiai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.....	72
4.2.7. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo rizikos aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.....	78
4.3. Siūlomo blokų grandinės taikymo sprendimų teorinio modelio korekcijos ir diskusija	80
4.4. Apribojimai ir ateities tyrimai	84
Išvados	86
Literatūros sąrašas	88
Informacijos šaltinių sąrašas.....	92
Priedas nr. 1. Tyrimo instrumentas.....	93

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Pagrindinės problemos ir pasekmės orlaivių savininkams dirbant su neskaitmenizuotais įrašais (IATA, 2017).....	13
2 lentelė. Pagrindinės problemos ir pasekmės orlaivių operatoriams dirbant su neskaitmenizuotais įrašais (IATA, 2017).....	13
3 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo tyrimai skirtingose industrijose	23
4 lentelė. Blokų grandinės technologijos modelis vertinantis studentų kompetencijas (Lizcano, ir kt., 2019).....	28
5 lentelė. Tyrime dalyvavusių aviacijos organizacijų aprašymas	50
6 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui.....	54
7 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriama efektai lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui	56
8 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui.....	57
9 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriama efektai techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui.....	59
10 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.....	61
11 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriama efektai planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui	64
12 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui	66
13 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriama efektai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui.....	68
14 lentelė. Saugumo ir tvarumo pagerinimas taikant blokų grandinės technologijos sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui	71
15 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo iššūkiai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.....	72
16 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų rizikos aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.....	78

Paveikslų sąrašas

1 pav. Lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo iššūkiai (Abdallah ir Fan, 2020)	11
2 pav. Lėktuvo nuomos periodui pasibaigus atsiėmimo proceso iššūkiai, turintys didžiausią įtaką proceso užbaigimo vėlavimui (Lehri, 2019).....	18
3 pav. Blokų grandinės veikimo principas (Srivastava ir kt., 2019).....	20
4 pav. Merkle medis (Srivastava ir kt., 2019).....	21
5 pav. Maišos kodų sąsaja tarp blokų (Srivastava ir kt., 2019).....	21
6 pav. Blokų grandinės technologijos naudojimas kartu su dokumentų valdymo sistema schema (Stancic, 2018).....	22
7 pav. 1 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022).....	32
8 pav. 2 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022).....	32
9 pav. 3 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022).....	33
10 pav. 4 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022).....	33
11 pav. Išmaniojo kontrakto principas banko ir finansų sistemose (Younus ir Abumandil, 2022)..	34
12 pav. Finansinės informacijos patvirtinimo kaštai gamybos įmonėje (Ko ir kt., 2018).....	36
13 pav. Gamybos įmonės procesų stebėjimas (Ko ir kt., 2018).....	37
14 pav. Dokumentų valdymo sistemos modelis, paremtas blokų grandinės technologijos principu (Zhu ir kt., 2018).....	43
15 pav. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinis modelis aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui (autorius sukurtas modelis)	46
16 pav. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinio modelio pritaikymas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.....	81
17 pav. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų iššūkiai „MAXQDA“ kodų matricos funkcija	83

Ivadas

Temos aktualumas: Šiais laikais aviacija yra viena iš industrijų, suteikiančių galimybę greitai ir saugiai pasiekti bet kurią pasaulio vietą. Lėktuvai yra nepakeičiama šių dienų transporto priemonė, kuri 2021 metais per dieną transportuodavo daugiau nei 6 milijonų keleivių (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2022). Tam, kad orlaiviai būtų saugūs ir atitiktų visus tinkamumo skraidyti reikalavimus, orlaivių bei orlaivio komponentų gamintojai ir aviacijos saugumo agentūros visame pasaulyje publikuoja ir nuolat atnaušina privalomus nurodymus, kurie turi būti atlikti ir dokumentuoti. Taip pat orlaiviai skrydžio metu dažnai susiduria su nenumatytais defektais ir trūkumais, kurie turi būti pašalinti ir aprašyti.

Vidutiniškai 180 vietų lėktuvai per savo paslaugų laikotarpį sukaupia apie 33 milijonus dokumentų puslapių. Lėktuvo dokumentacija nuolat turi būti prižiūrima orlaivio operatoriaus, kuris užtikrina orlaivio tinkamumą skraidyti. Taip pat įrašai yra reguliariai tikrinami atsakingų institucijų, tokių kaip civilinės aviacijos agentūros.

Lėktuvo dokumentai taip pat yra svarbūs jų savininkams bei orlaivio remonto organizacijoms. Šiuo metu pasaulyje apie 50 procentų komercinių lėktuvų yra išnuomota operatoriams. Pasibaigus nuomos laikotarpiui, savininkas atsiimdamas lėktuvą, atlieka pilną lėktuvo dokumentacijos patikrinimą, kuris užtikrina, kad orlaivis buvo prižiūrimas tinkamai. Taip pat kiekvienas komercinis orlaivis reguliariai yra siunčiamas į remonto organizaciją, kurioje atliekami gamintojo nustatyti patikrinimo darbai ir šalinami trūkumai. Atlikus visus darbus ir užbaigus patikrinimą, remonto organizacija turi pateikti užpildytus dokumentų įrašus orlaivio operatoriui arba savininkui (International Air Transport Association [IATA], 2017).

Problema: To paties lėktuvo techninė dokumentacija yra nuolat tikrinama, perduodama ir pildoma įvairių skirtingų aviacijos organizacijų. Lėktuvo dokumentacijos valdymas turi didelę įtaką atliekant lėktuvo techninę priežiūrą remonto organizacijoje bei lėktuvu skraidant oro linijų operatoriui. Taip pat dokumentacijos valdymas yra vienas svarbiausių procesų savininkui atsiimant lėktuvą iš operatoriaus, pasibaigus nuomos periodui. Per orlaivio eksploatacijos periodą yra sukaupiamas didelis dokumentacijos kiekis, kurio valdymo procesas yra kompleksiškas ir sukelia iššūkių aviacijos organizacijoms. Siekiant pagerinti dokumentacijos valdymą bei tikrinimą visoms suinteresuotosioms šalims, aviacijos industrijoje reikia naujų ir pažangių dokumentacijos valdymo priemonių, kurios turėtų įtaką viso valdymo proceso efektyvumui bei skraidymo saugumui.

Probleminis klausimas: Kokie yra galimi blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui?

Tyrimo objektas: Blokų grandinės technologijos taikymas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

Tyrimo tikslas: Pagrįsti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

Uždaviniai:

1. Pagrįsti aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problematiką;

2. Ištirti teorines ir praktines blokų grandinės technologijos taikymo aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui tyrimo prielaidas, pasiūlant teorinį modelį;
3. Parengti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui empirinio tyrimo metodologiją;
4. Atlikti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui empirinį tyrimą ir pateikti rekomendacijas.

Tyrimo metodai – atliekamas kokybinis tyrimas, kuriamas tyrimo instrumentas – klausimynas. Tyrimo instrumentas sukurtas remiantis teorinio modelio struktūra, įtraukiant aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesus. Duomenų rinkimui yra naudojamas interviu metodas. Interviu atliekamas apklausiant teoriniame modelyje nustatytas interesų grupes. Duomenys apdorojami MAXQDA programa.

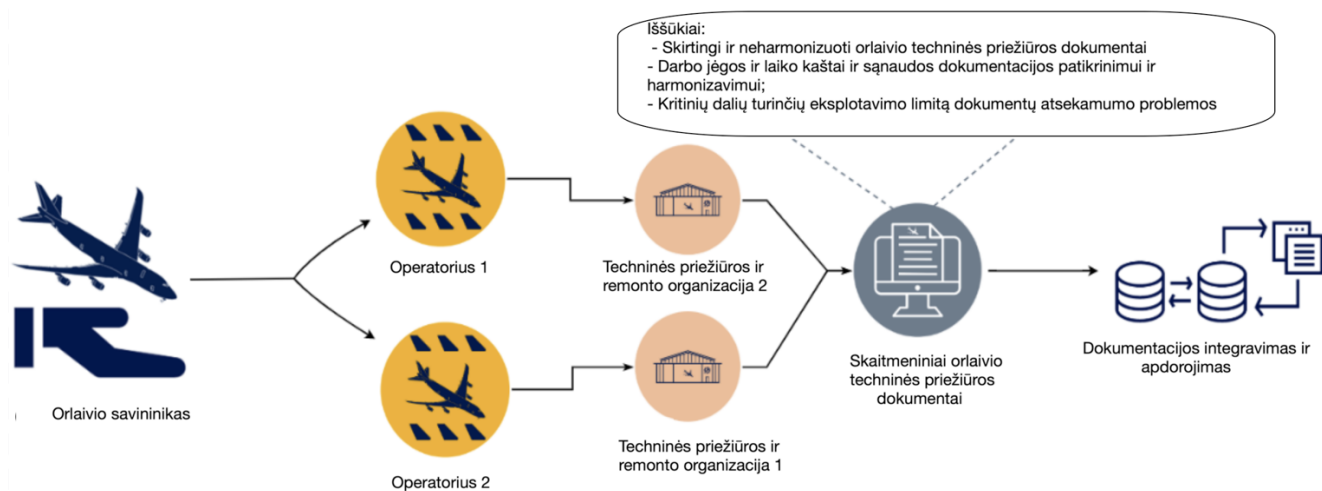
Tyrimo rezultatai – Pagrįsti blokų grandinės technologijos taikymo teorinio modelio sprendimai. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai buvo pagrįsti kiekvienam aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesui, kurie buvo nustatyti teoriniame modelyje. Tyrime dalyvusios interesų grupės patvirtinto blokų grandinės technologijos taikymo galimybes ir sukuriamus efektus. Nustatyta, kad sukuriami efektai gali pagerinti aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesą bei išspręsti esamas problemas.

1. Orlaivių techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problemos analizė

Šiuo metu aviacijos industrijoje vis dažniau yra kalbama apie techninės priežiūros dokumentacijos valdymo tobulinimo būtinumą ir naudą. Kaip teigia Abdallah ir Fan (2020), nors vis dar nėra atlikta daug tyrimų susijusių su lėktuvo techninės dokumentacijos valdymu, tačiau augant dokumentacijos kiekiui ir lėktuvų skaičiui, industrijoje atsiranda poreikis naujiems sprendimams, kurie galėtų pagerinti ir patobulinti dokumentacijos valdymą (Abdallah ir Fan, 2020).

Techninis orlaivių aptarnavimas yra vienas iš svarbiausių skraidymo operacijų kaštų. Tarptautinės oro transporto asociacijos (*International Air Transport Association*) publikacijoje 2020 metais buvo atliktas tyrimas, kad orlaivių techninė priežiūra sudaro 10,5 proc. oro linijų kaštų. Tyrime dalyvavo 31 skirtingi operatoriai, kurių bendrą lėktuvų parką sudaro 2660 lėktuvai. Tai pagrindžia techninio aptarnavimo svarbą ir kaštus aviacijos industrijoje (IATA, 2020).

Toliau Abdallah ir Fan (2020) straipsnyje kalbama apie orlaivių skraidymo ir techninės priežiūros kompleksiškumą, kuris susideda iš didelio kiekio dokumentų per visą lėktuvo gyvavimo ciklą. Įstatymai ir aviacijos standartai įpareigoja atsakingus žmones visą techninę dokumentaciją tikrinti ir ją valdyti, atlikus įprastą techninę priežiūrą ar patikrą. Taip pat visa dokumentacija yra tikrinama, kai orlaivį nori išsinuomoti operatorius iš savininko ir kai savininkas atsiima orlaivį iš operatoriaus. Šis procesas reikalauja kritinių sugebėjimų, komunikacijos ir efektyvumo, kurie gali būti apibūdinami kaip žinios, kurias reikia talpinti, dalintis ir pritaikyti. Šio viso proceso sudėtingumas ir darbo apimtis sukuria didelį iššūkį, kuris turi būti sprendžiamas padidinant proceso efektyvumą ir sumažinant galimybę atsirasti klaidoms dėl žmogiškojo faktoriaus (Abdallah ir Fan, 2020).



1 pav. Lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo iššūkiai (Abdallah ir Fan, 2020)

Apie orlaivių techninės dokumentacijos valdymą, kuris susijęs su orlaivių techninės dokumentacijos transformavimu iš popierinės versijos ir skaitmenizuojant techninius įrašus, buvo publikuota Tarptautinės oro transporto asociacijos (IATA, 2017) girėse. Asociacija išleido gaires, kokie yra būdai ir kodėl reikia skaitmenizuoti orlaivio dokumentus. Šiose gairėse yra išskleistas ir paaiškintas vertės sukūrimo pagrindimas. Pirmasis iš svarbių aspektų, kuris būtų pagerintas, tai yra saugumas, kokybė ir aviacijos reikalavimų laikymasis. Šie dedamieji yra pagrindiniai aspektai norint orlaivio operavimą išlaikyti saugų ir kokybišką. Kaip teigiama IATA dokumente, lėktuvų dokumentacijos perėjimas iš popierinių laikmenų į skaitmenines techninės priežiūros sistemas ir kitas duomenų bazes,

gali padidinti šansus išvengti žmogiškųjų klaidų atsiradimo ir taip dar labiau užtikrinti reikalavimų atitikimą. Kalbant apie popierinės dokumentacijos apdorojimą, tikrinimą ir perdavimą minimos tokios klaidos kaip neišpildyta direktyva, instaliuota netinkama dalis orlaivyje bei neatliekamos laiku užduotys ir jų patikrinimai.

Kitas svarbus šiose gairėse nagrinėjamas aspektas yra techninis aptarnavimas ir inžineriniai orlaivio procesai. Kaip minėta anksčiau, orlaivio techninė priežiūros dokumentacija sąveikauja ir ja yra dalijamasi tarp skirtingų organizacijų: savininkų, operatorių, atsarginių dalių tiekėjų ir logistikos organizacijų. Publikacijoje yra nagrinėjama kokią naudą galima gauti perkėlus dokumentus į skaitmeninę erdvę (IATA, 2017):

- optimizuota integracija tarp inžinerinių sprendimų, techninės priežiūros ir orlaivio skraidymo procesų;
- eksploatacinių orlaivio savybių bei techninės būklės stebėjimas ir sekimas realiu laiku;
- tinkamumo skraidyti atitikimo stebėjimas realiu laiku;
- gebėjimas matyti orlaivio techninių užduočių atlikimo progresą;
- greita ir lengva prieiga prie orlaivių parko duomenų, pažeidimų istorijos;
- pagerintas ir tikslesnis duomenų apdorojimas, padedantis priimti efektyvesnį sprendimą.

Taip pat tarptautinė oro transporto asociacija išskiria problemas su kuriomis gali susidurti orlaivių savininkai, tikrindami dokumentus, kurie vis dar yra laikomi popierinėje formoje (IATA, 2017). Šiuo metu aviacijos industrijoje yra išnuomota daugiau negu 40 procentų orlaivių. Westervlier (2021) nagrinėja orlaivio nuomos procesus ir iššūkius. Vienas iš pagrindinių iššūkių ir svarbių aspektų yra išskiriama orlaivio techninė dokumentacija. Pagrindinė problema, su kuria susiduria orlaivio savininkai tikrinant orlaivį pasibaigus nuomos periodui, yra netinkami arba nepilni reikalingi dokumentai. Ypatingai šis dalykas dažnas tikrinant senesnius orlaivius. Straipsnyje teigiama, kad orlaivio kritinės dalys, kurios turi turėti savo atsekamumą, dėl nepilnų arba netinkamų savo įrašų ir dokumentų, praranda savo vertę arba iššaukia papildomus kaštus, tokius kaip dalių siuntimas į remonto organizacijas, sertifikavimas ir naujų dokumentų išdavimas (Westervlier, 2020).

IATA (2017) savo publikacijoje taip pat nagrinėja techninių įrašų skaitmenizavimo naudą ir kokios problemos gali iškilti to nepadarius. Visų pirma, keli šimtai lėktuvų yra perduodami operatoriams arba atsiimami iš jų kiekvienais metais. Jie turi turėti tinkamą dokumentacijos paketą atitinkančią sutartį ir aviacijos reguliatorių nurodymus. IATA yra sudariusi lenteles, kuriomis paaiškina, kokią naudą gauna orlaivio savininkas bei operatorius skaitmenizuojant orlaivio įrašus. Pagal sudarytas naudos ir sprendimo būdo lenteles, yra pateikiamas ir galimų problemų bei pasekmių sąrašas (IATA, 2017).

1 lentelė apibūdina problemas ir pagrindžia galimas pasekmes orlaivio savininkui dirbant su neskaitmenizuotais įrašais. Lentelėje yra paaiškinamos atskiros praktinės problemos ir problemos, kurios įtakoja dokumentacijos valdymo procesus, padidina laiko sąnaudas ir kaštus (IATA, 2017).

1 lentelė. Pagrindinės problemos ir pasekmės orlaivių savininkams dirbant su neskaitmenizuotais įrašais (IATA, 2017)

Problema	Pasekmė
Netinkamas dokumentų įrašų atsekamumas	Patiriamos laiko sąnaudos surasti reikiamą dokumentaciją.
Ilgas auditorių ir inspektorių laiko praleidimas tikrinant dokumentus	Auditoriai ir inspektoriai turi ilgą laiką praleisti vietoje, tikrinant lėktuvo įrašus ir atsiimant lėktuvą iš operatoriaus.
Nėra galimybės tikrinti dokumentaciją nuotoliniu būdu	Kito operatoriaus atstovai turi tikrinti lėktuvo įrašus būnant vietoje, t.y., negalimas tikrinimas nuotoliniu būdu. Didelės laiko sąnaudos priimant atstovus į ofisą, dėmesio atitraukimas nuo darbų bendraujant su kitų įmonių atstovais darbo vietoje.
Samdomi konsultantai, turi keliauti į vietą, gyventi viešbučiuose ir patiria komandiruočių išlaidas	Išauga samdomų konsultantų kaštai, kurie sudaro kelionės, viešbučių ir komandiruočių išlaidas.
Didelė rizika prarasti turimus dokumentus	Praradus reikiamus orlaivio ar tam tikros detalės dokumentus, negalima patvirtinti reikalavimų atitikimo. Tokiu būdu krenta orlaivio vertė arba reikalingas naujas to pačio darbo atlikimas bei naujų įrašų išleidimas.
Ilgas orlaivio dokumentų paruošimas baigiantis nuomos periodui	Skiriamos didelės išlaidos samdyti specialistus, kurie turi paruošti dokumentus baigiantis nuomos periodui.

2 lentelėje yra išskirtos problemos ir pasekmės, su kuriomis gali susidurti oro linijų operatoriai orlaivio atidavimo arba priėmimo procese, kurių lėktuvo techninės priežiūros dokumentacija nėra skaitmenizuota. Tai viena iš pagrindinių problemų, kuri turi įtakos visam orlaivio perdavimo ir atsiėmimo proceso efektyvumui, nes vėluoja atidavimo laikas, mokami papildomi nuomos kaštai savininkui ir darbuotojai turi skirti savo darbo laiką atidavimo procesui bei yra atitraukiami nuo savo kasdinių darbų (IATA, 2017) .

2 lentelė. Pagrindinės problemos ir pasekmės orlaivių operatoriams dirbant su neskaitmenizuotais įrašais (IATA, 2017)

Problema	Pasekmė
Ilgas audito procesas, kurį atlieka aviacijos reguliavimo institucijos	Aviacijos institucijų inspektoriai turi ilgą laiką praleisti būnant oro linijų biure, atliekant numatytus auditus. Oro linijos turi skirti savo darbo laiką auditui.
Savininko atstovų buvimas vietoje	Reikia lydėti ir skirti laiko atvykstantiems savininko atstovams į ofisą Reikia suteikti atskirą darbo vietą. Atitraukiamas dėmesys nuo kasdinių darbų ir užduočių.
Lėktuvo atidavimo vėlavimas savininkui	Pailgėja lėktuvo atidavimo laikas ir užtęsiamas nuomos periodo mokestis.

Netinkama orlaivio dokumentų prieiga	Sunku pasiekti ir surasti operatoriaus dokumentus orlaivio savininkui. Jeigu dokumentai yra atnaujinami bei papildomi, jie negali būti matomi kitoms šalims.
Galimybės nebuvimas tikrinti orlaivio įrašus nuotoliniu būdu, priimant naują lėktuvą iš savininko	Atsiranda papildomos kelionės bei viešbučių išlaidos, padidėja laiko sąnaudos, jeigu operatorius negali tikrinti įrašų nuotoliniu būdu prieš išsinuomojant lėktuvą iš savininko.
Popierinės versijos dokumentacijos laikymas ir spausdinimas	Atsiranda papildomos išlaidos bei laiko sąnaudos, spausdinant dokumentus bei laikant juos archyvuose popierinėje versijoje.

Inovatyvus techninės dokumentacijos valdymas vis dažniau minimas kalbant apie Pramonę 4.0, kuri yra apibūdinama kaip protingų mechanizmų ir procesų tinklų kūrimas industrijoje kartu su informacijos ir komunikacijos technologijomis (Kiklhorn ir kt., 2020).

Kiklhorn ir kt. (2020) savo straipsnyje nagrinėja ir kalba apie sąvoką „Išmanioji techninė priežiūra“ (*Smart Maintenance*). Straipsnyje yra teigiama, kad išmaniosios techninės priežiūros įdiegimas organizacijoje yra būtinas dalykas, norint sumažinti rankinius darbuotojų informacijos bei duomenų tikrinimus ir išvengti klaidų sistemoje. Toliau nagrinėjant dokumentacijos valdymo metodus, straipsnyje išskirtas metodas, vadinamas „Skaitmeninio gyvavimo ciklo įrašas“, kuris gali būti sukuriamas, naudojant skaitmeninę realaus objekto kopiją. Šiuo būdu sukurta kopija gali būti simuliuojama ir operuojama kaip tikras objektas. Operuojant skaitmeninę kopiją, galima nustatyti ir prognozuoti galimus sutrikimus ir jiems užkirsti kelią. Straipsnyje taip pat buvo aprašytas ir pasitarimas dirbtuvių principu, kuriame dalyvavo ekspertai ir aptarinėjo žinių valdymo metodus. Ekspertai dalyvavo iš skirtingų industrijų ir būtent diskutavo apie techninės priežiūros žinių valdymą. Po šių dirbtuvių buvo išskirti skaitmeninės objekto kopijos sukūrimo privalumai (Kiklhorn ir kt., 2020):

- naudojant skaitmeninę kopiją, galima sumažinti dalių ar komponento neveikimo bei nefunkcionavimo laiką, iš anksto nuspėjant kokia dalis gali sugesti;
- skaitmeninės kopijos sukūrimas suteikia galimybę efektyviau ir greičiau pasiekti informaciją bei žinias apie pasirinktą objektą;
- skaitmeninės kopijos sukūrimas leidžia lengviau ir skaidriau dalintis skaitmeniniais įrašais tarpusavyje su skirtingais įmonės skyriais ir atlikti savo vertinimus bei tyrimus iš savo specializuotos pusės.

Skaitmeninės kopijos sukūrimas taip pat yra nagrinėjamas ir orlaivių techninės priežiūros aplinkoje. Liu ir kt. (2018) nagrinėja ir tyrinėja galimybę naudoti šį valdymo metodą orlaivių techninėje priežiūroje grindžiant tuo, kad oro linijos nori geresnio ir efektyvesnio lėktuvų techninio aptarnavimo bei remonto. Taip pat vienas iš tikslų yra sumažinti remonto kaštus, pagerinti kokybę ir sutrumpinti aptarnavimo laiką, kad orlaivis galėtų kuo greičiau skraidyti ir grįžti į operacijas. Šiuo metu būtent remonto organizacijos susiduria su dideliais iššūkiais, tokiais kaip ilgas aptarnavimo laikas ir prasta duomenų sąveika su senstančiomis sistemomis ir procesais. Šiuo metu remonto organizacijos sparčiai kuriasi ir plečiasi, atsiradus dideliui poreikiui ir didėjant orlaivių skaičiui industrijoje. Tam, kad išspręsti esamus iššūkius, naujos technologijos su galingais įrankiais ir galimybėmis yra labai reikalingos, tam kad būtų atlikti greitesni ir optimesnis sprendimai techninėje priežiūroje bei, kad būtų išvengta katastrofiškų klaidų (Liu ir kt., 2018).

Nagrinėjant oro linijų techninės priežiūros skaitmeninį transformavimą, taip pat yra kalbama apie orlaivio techninės priežiūros laiko, arba orlaivio stovėjimo ant žemės sumažinimo būtinumą.

Koslosky ir kt. (2018) straipsnyje kalba apie kibernetinę-fizinę sistemą, kuri kaip ir anksčiau minėtose publikacijose, gali padėti nuspėti ir planuoti galimas orlaivio problemas ir gedimus. Naudojant šią skaitmeninę sistemą, operatorius gali iš anksto nuspėti lėktuvo sistemas, kurios turi silpnąsias vietas ar gedimus. Žinant, kurioje vietoje galimas gedimas, operatorius gali iškart suplanuoti ir pasiruošti atsargines dalis, suorganizuoti patyrusį inžinierių, kuris galės atlikti patikrinimą ir reikalingą tvarkymą ir netgi atsiųsti reikiamus specialius įrankius. Žinant tai, kad orlaiviai skraido po skirtingas šalis ir miestus, skaitmeninės sistemos būdu galima atlikti pasiruošimą reikiamoje vietoje. Tokiu būdu orlaivis praleidžia mažiau laiko ant žemės, greičiau grįžta į operacijas be didesnių vėlavimų ir kompensacijų keleiviams (Koslosky ir kt., 2018).

Apie orlaivių techninės priežiūros dokumentacijos žinių valdymo būdus ir patobulinimą kalba Verhagen ir Curran (2013). Straipsnis nagrinėja ir diskutuoja apie skirtingas dalis, kurios yra reikalingos atlikti orlaivių techninės priežiūros užduotis. Tai yra popierinė ir skaitmeninė dokumentacija, įrankiai, medžiagos ir dalys, reikalingos atlikti darbus. Šiuo metu aviacijoje ir ypač techninės priežiūros sektoriuje dauguma dokumentacijos yra popierinėje versijoje, kurią reikia tikrinti ir ją apdoroti darbuotojams rankiniu būdu. Verhagen ir Curran (2013) pateikia pavyzdį, kad žmogus, atliekantis tam tikrą techninę užduotį, prie orlaivio užtrunka 15-20 procentų laiko darbui su dokumentacija. Tai gali sukelti dideles problemas (Verhagen ir Curran, 2013):

- naudojant skaitmeninę kopiją, galima sumažinti dalių ar komponento neveikimo bei nefunkcionavimo laiką iš anksto nuspėjant kokia dalis gali sugesti;
- informacijos dalinimasis tarp skirtingų suinteresuotųjų šalių. Orlaivio gamintojo dokumentacija bei aviacijos saugumo institucijų dokumentacija yra laikoma skirtingose vietose ir portaluose. Taip pat orlaivio operatorius turi savo sukurtus darbų atlikimo šablonus. Visa dokumentacija ir jos šaltiniai turi būti surinkti vienoje vietoje, užpildyti bei integruoti vieni su kitais, kad būtų galima dalintis informacija;
- orlaivio techninės priežiūros dokumentacijos laikymas ir duomenų tikslumas. Atlikti tyrimai rodo, kad techninės priežiūros įrašų pildymas yra atliekamas rankiniu būdu. Rankinis dokumentų pildymas gali būti ne visada tikslus, atsiranda klaidos bei dokumentai gali būti nepilnai užpildyti.

Verhagen ir Curran (2013) kalba apie būtinumą skaitmenizuoti orlaivių techninės priežiūros dokumentacijos ir žinių valdymo procesus tam, kad būtų galima išspręsti problemas, nagrinėtas anksčiau. Būtent labiau struktūrizuoti metodai, kurie padėtų valdyti, laikyti ir naudoti duomenis, informaciją bei žinias orlaivių techninės priežiūros procesuose, būtų vieni iš sprendimo būdų (Verhagen ir Curran, 2013).

Nagrinėjant konkrečius žinių valdymo būdus, buvo išskirta popierinės dokumentacijos skaitmenizavimas, skaitmeninės kopijos sukūrimas bei kibernetinės-fizinės sistemos naudojimas orlaivių techninėje priežiūroje. Toliau kalbant apie valdymo metodus orlaivių techninės priežiūros dokumentacijos srityje, vis dažniau diskutuojama apie blokų grandinės technologiją.

Apie blokų grandinės technologijos panaudojimą, galimybes ir naudą finansų įmonė PWC išleido publikaciją, kurios autoriai Lemasson ir kt. (2019). Publikacijos pradžioje nagrinėjama ir pateikiama statistika, kad orlaivių poreikis pasaulyje per ateinančius 20 metų gali išaugti iki 40 tūkstančių. Išaugęs toks poreikis aviacijos industrijoje tik dar labiau padidins ir sukels daugybę iššūkių, susijusių su orlaivių gaminiu, skraidymu ir aptarnavimu.

Lemasson ir kt. (2019) savo publikacijoje nagrinėja problemas, kurios kyla dėl netinkamo lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo.

Visu pirma, netgi ir turint naujausias ir pažangiausias technologijas, didžioji dalis aviacijos industrijos įmonių vis dar kaupia ir valdo savo techninius orlaivio įrašus rankiniu būdu. Priklausomai nuo savo konfigūracijos, orlaivyje gali būti nuo kelių šimtų tūkstančių iki kelių milijonų skirtingų dalių. Orlaivio gamintojai visą dalių informaciją pildo taip pat rankiniu būdu. Tuo tarpu oro linijos, skraidydamos su lėktuvu, privalo sekti kiekvienos detalės istoriją, pakeitimą ir kitą informaciją, tam kad būtų užtikrinamas saugumas ir patikimumas. Taip pat šioje ekosistemoje atsiranda dar kelios organizacijos. Lėktuvų techninės priežiūros organizacijos, atlikdamos dalių remonto darbus, taip pat turi užpildyti savo įrašus, tam kad patvirtintų, kad detalės remontas buvo atliktas laikantis visų reikalavimų. Dar viena organizacija yra dalių tiekėjai, kuri prieš parduodant detalę, turi pateikti sertifikatus bei visą detalės techninę istoriją, ypač, jeigu detalė nėra nauja. Dažnai industrijoje atsiranda atvejų, kai dokumentacija yra nepilna ir trūksta tam tikros informacijos. Dokumentacija gali būti blogai užpildyta, pamesta ar netgi sugandinta. Jeigu reikiama informacija negali būti patvirtinta, orlaivo detalės tampa nepatikima bei praranda savo vertę (Lemasson ir kt., 2019).

Orlaivių dalių valdymo iššūkius taip pat savo darbe nagrinėja Ho ir kt. (2021). Straipsnyje kalbama apie orlaivio atsarginių dalių inventoriaus valdymą ir su kokiomis problemomis gali susidurti aviacijos įmonės.

Orlaivio atsarginių dalių valdymas ir kontrolė yra vienas iš svarbiausių aspektų techninėje priežiūroje bei atliekant orlaivio ir pačių dalių remontą. Viena iš pagrindinių charakteristikų, apibūdinanti atsarginių dalių valdymą, yra dalių sekimas ir stebėjimas įmonės viduje ir taip pat visoje tiekimo grandinėje. Būtent šiuo metu, išaugus orlaivių skaičiui ir atsiradus naujoms dalims rinkoje, atsarginių dalių valdymas ir kontrolė tapo dar labiau sudėtingas ir kompleksiškas procesas, sukuriantis nemažai iššūkių aviacijos organizacijoms.

Vienos iš problemų atsirandančio atsarginių dalių sekime yra inventoriaus sekimo netikslumas ir sistemos techninės klaidos. Dėl šių klaidų organizacijos negali priimti pagrįstų sprendimų, kurie turi įtakos orlaivio operavimo procesui. Naudojant įprastus dalių sekimo valdymo metodus, sunkiai yra suvaldomi duomenys bei dokumentacija. Tam yra sunaudojama daug laiko ir atsiranda didelis informacijos netikslumas tarp skirtingų organizacijų. Būtent tokioms problemoms išspręsti sprendimų nebuvimas gali paveikti orlaivio techninės priežiūros planavimą, efektyvumą ir kokybę. Lėktuvo techninė priežiūra gali užsitęsti dėl netinkamo atsarginių dalių valdymo proceso, tokiu būdu oro linijos kiekvieną minutę praras pajamas dėl skrydžių neįvykdymo ir bendrai gali sutrikti aviacijos operacijos globaliu mastu (Ho ir kt., 2021).

Techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problemos yra nagrinėjamos Andrei ir kt. (2020) tyrime. Straipsnyje diskutuojama apie blokų grandinės technologijos svarbą pagerinant, ne tik skraidymo saugumą, bet ir oro linijų verslo modelio patobulinimą, kuriuo sukuriamas skaidrumas ir didesnis klientų pasitikėjimas. Šiuo metu galutiniai klientai – keleiviai neturi galimybės įvertinti oro linijų pagal jų orlaivių techninės būklės stovį. Taip pat orlaivių tyrėjai ir auditoriai, atliekantys oro linijų auditus, negali tiksliai suprasti kaip orlaivis buvo operuojamas. Straipsnyje yra išskirtos problemos, su kuriomis yra susiduriama aviacijos industrijoje, valdant lėktuvo techninius įrašus (Andrei ir kt., 2020):

- **dokumentų apsaugojimas.** Orlaivio įrašai ir dokumentai yra vertingi visą orlaivio gyvavimo ciklą. Aviacijoje atsiranda atvejų, kai orlaivio įrašai yra prarandami arba sugadinami. Praradus ar sugadinus istorinius orlaivio įrašus, nėra galimybės nuspręsti ir suprasti kokia techninė priežiūra ar defektai buvo pasitaikę operuojant lėktuvą. Neturint šios informacijos, galima padaryti daug klaidų planuojant techninės priežiūros darbus ateityje;
- **skaidrumas ir konfidencialumas.** Šiuo metu aviacijos industrijoje atsiranda iššūkių su orlaivio techninės priežiūros dokumentų dalijimusi tarp skirtingų organizacijų. Dažnai išorinės įmonės, tokios kaip aviacijos įstatymus leidžiančios organizacijos, neturi reikiamos prieigos prie oro linijų lėktuvo techninių įrašų. Operatoriai visą informaciją laiko savo įmonėse viduje ir neturi galimybės pasidalinti su kitomis organizacijomis. Negalėjimas pasidalinti informacija su suinteresuotosiomis šalimis, gali kelti klausimų dėl operatorių patikimumo. Vienas iš pagrindinių dalykų, galintis pakelti pasitikėjimą organizacija, yra skaidrumas. Oro linijos žinodamos, kad jų įrašai yra stebimi atsakingų asmenų, privalės laikytis visų reikiamų standartų ir neturės galimybės nuslėpti svarbios informacijos;
- **tikslūs ir patikimi duomenys.** Aviacijoje pasitaiko atvejų, kad orlaivių techninės priežiūros duomenys yra pakeičiami arba ištrinami. Tokiu būdu galima prarasti kontrolę ir informaciją apie tai, kokie techninės priežiūros veiksmai buvo atlikti praeityje. Neturėjimas šios informacijos, gali stipriai įtakoti sprendimus, kurie yra susiję su ateities techninės priežiūros planavimu (Andrej ir kt., 2020).

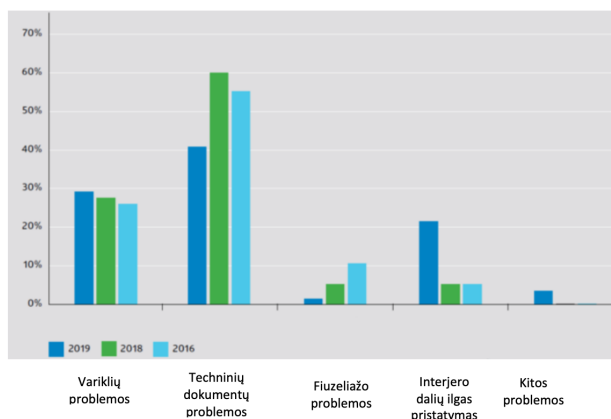
Toliau grindžiant orlaivių techninės priežiūros dokumentacijos valdymo tobulinimo poreikį aviacijos industrijoje, nagrinėjamas autoriaus Dou (2020) straipsnis, kuriame kalbama apie didžiųjų duomenų (*Big Data*) valdymo metodus, sujungiant interneto savybes (*Internet of Things*) bei dirbtinį intelektą (*Artificial Intelligence*) aviacijos industrijos versle. Moksliniame darbe pasakojama apie aviacijos industrijos valdymo problemas. Pagrindiniai iššūkiai, kurie yra matomi šioje industrijoje tai, kad joje dalyvauja daug skirtingų organizacijų bei sektorių. Būtent paskutiniaisiais metais aviacijos industrija pasaulyje greitai išsivystė įvairiose šalyse. Atsirado netgi rimtų saugumo įvykių, kurie įvykdavo dėl aviacijos valdymo klaidų. Vienas iš saugumą įtakančių dalykų ir faktorių, yra orlaivio techninė būklė, kuri susideda iš dalių, tokių kaip lėktuvo dizainas, pagaminimas, skraidymo operacijos ir techninė priežiūra. Nuo pirmo lėktuvo išleidimo, industrijoje nuolatos yra siekiama padidinti saugumą bei užkirsti kelią katastrofoms, tačiau tai pasitaiko netgi šiomis dienomis dėl lėktuvo mechaninių gedimų. Todėl nuolatos yra ieškoma, kaip pagerinti orlaivio techninį stovį ir jo efektyvumą (Dou, 2020).

Apibendrinat išnagrinėtą problematiką, galima įžvelgti kelis svarbiausius aspektus, kurie turi būti sprendžiami tobulinant ir gerinant lėktuvo orlaivio dokumentacijos valdymą:

1. Dideli piniginiai kaštai skiriami darbo jėgai, kuri tikrina lėktuvo techninės priežiūros dokumentaciją. Tam, kad visi dokumentai būtų patikrinti ir apdoroti, reikia samdyti orlaivių techninės priežiūros specialistus, kurie turi patirties ir žinių tam, kad patikrintų techninius dokumentus bei užtikrintų, kad jie atitinka visus reikalavimus ir standartus. Kai orlaivio savininkas, kuris nuomoja lėktuvą operatoriui skraidyti, atlieka patikrinimus tam, kad įsitikinti ar orlaivis yra aptarnaujamas pagal visus reikiamus standartus, yra atliekama techninių dokumentų patikra. Atliekant techninę patikrą, yra samdomi ir dedikuojami žmonės šiam darbui. Pasitaiko atvejų, kai ne visi techniniai dokumentai yra pateikiami, orlaivio operatorius nesuteikia prieigos, kad dokumentai būtų matomi ar netgi dokumentai yra išvis dingę ir nepilnos versijos. Tuomet pasamdyti žmonės ar žmonių komanda, praleidžia daug laiko rinkdami reikiamus dokumentus.

Esant tokiai situacijai, orlaivio savininkui sukuriama dideli papildomi kaštai už pasamdytų žmonių darbo laiką, komandiruočių išlaidas, keliones ir viešbučius (IBA, 2020).

2. Sunaudojamos didelės laiko sąnaudos dokumentacijos tikrinimui ir apdorojimui. Esant dideliame kiekiui lėktuvo techninės dokumentacijos, tam, kad ją patikrinti kruopščiai ir tiksliai, sunaudojama labai daug laiko resursų. Proceso metu, kai orlaivio savininkas atsiima lėktuvą iš operatoriaus pasibaigus nuomos periodui, yra atliekamas visų techninių įrašų patikrinimas, kuriuos sugeneravo operatorius per nuomos laikotarpį. Vienas iš svarbiausių aspektų tikrinant lėktuvo techninius dokumentus, yra dalių, turinčių skraidymo limitą, dokumentų atsekimas. Dažniausiai šios dalys yra lėktuvo varikliuose bei važiuoklėje, ir būtent jos turi didžiausią piniginę vertę aviacijos rinkoje. Tačiau taip pat patikrinimas susideda ir iš kitų techninių dokumentų, tokių kaip direktyvų ir modifikacijų atlikimas, bei struktūriniai remontai. Dažnai pasitaiko atvejai, kai operatorius negali pateikti visų būtinų dokumentų. Dokumentai gali būti pamesti, blogai užpildyti ar netgi sugadinti. Tuomet savininkas negali priimti lėktuvo bei prasideda ilgas derybų procesas, kuris užima daug laiko sąnaudų. Šios laiko sąnaudos turi didelę įtaką ir savininkui ir operatoriui. Dažniais atvejais, savininkas atsiimdamas lėktuvą iš vieno operatoriaus, jau yra sutaręs su kitu operatoriumi tam, kad galėtų išnuomoti lėktuvą. Todėl pirminio proceso uždelsimas turi didelę įtaką ir sekančiam operatoriui. Iš oro linijų pusės, kurios atiduoda lėktuvą, pasibaigus nuomos periodui, atidavimo proceso uždelsimas iššaukia papildomus laiko ir piniginius kaštus bei yra mokamas nuomos mokestis, kadangi savininkas negali priimti lėktuvo (Lehri, 2019).



2 pav. Lėktuvo nuomos periodui pasibaigus atsiėmimo proceso iššūkiai, turintys didžiausią įtaką proceso užbaigimo vėlavimui (Lehri, 2019)

Pateiktame grafike, 2 paveiksle, yra matomos pagrindinės problemos, kurios turi didžiausią įtaką, kad perdavimo procesas būtų užbaigtas laiku. Statistika yra 2016, 2018 ir 2019 metų. Sudarinėjant šią statistiką, duomenys buvo panaudoti analizuojant 200 skirtingų įmonių: lėktuvo savininkai, oro linijos ir kiti suinteresuotieji. Būtent šis tyrimas atskleidė, kad minėtų metų periode didžiausias faktorius dėl kurio procesai vėlavo, buvo lėktuvo techninių dokumentų problemos (Lehri, 2019).

3. Sumažėja dokumentacijos valdymo kokybė dėl žmogiškojo faktoriaus klaidų. Kokybė gali turėti įtakos lėktuvo skraidymo saugumui. Šiuo atveju aviacijoje saugumas yra svarbiausias faktorius ir prioritetas aviacijos industrijoje. Saugumo trūkumai ar klaidos, turinčios įtaką pačiam saugumui, gali sukelti didelius nuostolius ir kainuoti žmonių gyvybes. Techniniai orlaivio dokumentai yra svarbus aspektas, turintis įtaką orlaivio techninės priežiūros veiklos ir skraidymo operacijoms. Būtent istorinės techninių dokumentų padarytos klaidos turi didelę įtaką techninės priežiūros atlikimui šiais laikais. Aviacijoje techninė priežiūra yra atliekama vadovaujantis prieš tai atliktų ir

įrašytų užduočių informacija. Jeigu yra padaryta klaida prieš tai atliktame ir užpildytame dokumente, šis dokumentas neatspindi realios ir tikros informacijos apie lėktuvo techninę būklę. Todėl, atliekant lėktuvo techninę patikrą, informacija yra neteisinga, atliekami neteisingos užduotys ir orlaivis gali tapti nesaugus skraidyti. Zimmermann ir Mendonca (2021) atliktame tyrime buvo pateikta informacija, kad analizuojant aviacijos incidentus, kurie įvyko nuo 1996 iki 2003 metų, buvo nustatyta, kad techninės priežiūros dokumentacija buvo vienas iš pagrindinių faktorių, sukėlusių šiuos įvykius (Zimmermann ir Mendonca, 2021).

4. Dokumentacijos valdymas nėra tvarus procesas. Yra spausdinama didelis kiekis dokumentacijos popierinėje versijoje. Taip pat atsiranda poreikis dėžėms į kurias dokumentai yra sudedami bei vietos dėžių laikymui. Pasak IATA, skraidant ir atliekant techninę priežiūrą vienam lėktuvui yra sukaupiama 33 milijonai dokumentacijos skaičiuojant popieriais. (IATA, 2017). Ši problema yra aptariama ne tik aviacijoje, tačiau bendrai įskaitant ir kito sektoriaus organizacijas. Pateikiami statistiniai duomenys Jungtinės Amerikos Valstijų organizacijose, kurie yra susiję su popieriaus sunaudojimu vykdant veiklą (IATA, 2017):
 - 45 procentai atspausdintų dokumentų darbo dienos gale atsiduria šiukšlinėje. Statistiškai tai yra virš trilijono skaičių popierių per metus.;
 - Jungtinėse Amerikos Valstijose kompanijos išleidžia daugiau nei 120 milijardų dolerių per metus dokumentų spausdinimui; -
 - popieriaus naudojamas įmonėse vidutiniškai pakyla 22 procentais per metus. Tai reiškia, kad popieriaus kiekis turėtų padvigubėti po 3,3 metų (IATA, 2017).

Generuojant tokį kiekį dokumentų, yra daromas didelis poveikis aplinkai. Dėl jau padarytos ir toliau daromos žalos, yra privaloma imtis veiksmų ir dėti pastangas, kad popieriaus naudojimas būtų sumažintas. Naudojant esamas ir būsimas technologijas dokumentacijos valdymui, galima įgyventi tikslą ir ženkliai sumažinti popieriaus naudojimą darbinėje veikloje (IATA, 2017).

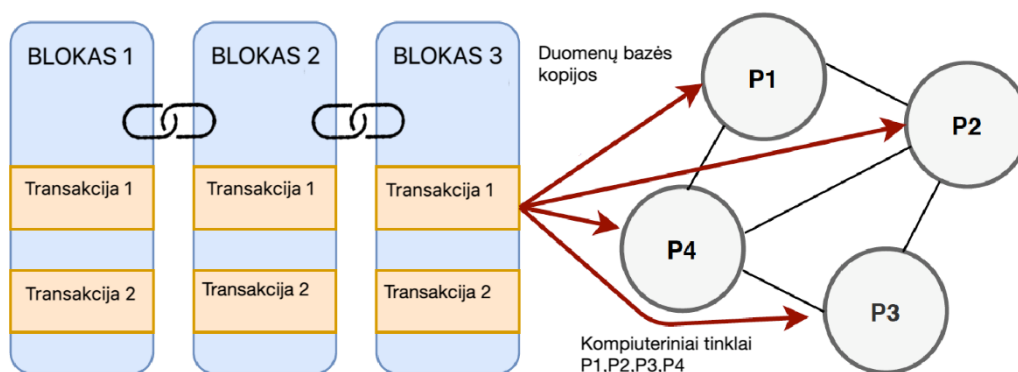
Pagrįsti, kad orlaivių techninei priežiūrai reikia naujų bei efektyvių techninės priežiūros dokumentacijos valdymo metodų, galima tuo, kad vienas pagrindinių orlaivio gamintojų Airbus yra išleidęs autorių Shparberg ir Lange (2022) publikaciją, kurioje numatomas Airbus lėktuvų augimas ateityje. Shparberg ir Lange (2022) savo leidinyje apžvelgia ir analizuoja esamus ir planuojamus Airbus orlaivių poreikius. 2020 metų pradžioje Airbus lėktuvų skaičius siekė 22,880 orlaivių visame pasaulyje. Tuo tarpu įvertinus planuojamą keleivių skaičių bei pasaulinės prekybos augimą iki 2041 metų, yra planuojama pristatyti 39,490 naujų lėktuvų (Shparberg ir Lange, 2022). Panašią publikaciją yra išleidęs pagrindinis Airbus kompanijos konkurentas kompanija Boeing (2022). Boeing kompanija (2022), analizuodama panašių parametrų augimus, savo prognozėse vertina dar didesnę skaičių. Iki 2041 metų Boeing planuoja pristatyti netgi 41,170 lėktuvus visame pasaulyje (Boeing, 2022). Vertinant minėtų pagrindinių lėktuvų gamintojų duomenis, galima teigti, kad lėktuvų poreikis turėtų ženkliai augti. Augant lėktuvų skaičiui, didės skrydžių srautai bei apimtys. Tuo tarpu didėjant skraidymo srautams, atsiras didesnis poreikis lėktuvų techninei priežiūrai, remontui bei visos techninės dokumentacijos efektyviam valdymui.

2. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinės ir praktinės prielaidos

Nagrinėjant blokų grandinės taikymo galimybes yra pristatoma blokų grandinės esmė, struktūra bei veikimo principas. Išanalizuota literatūra paaiškina blokų technologijos sudedamąsias dalis ir kaip jos veikia tarpusavyje, sukurdamos visos sistemos funkcionalumą.

2.1. Blokų grandinės technologijos esmė

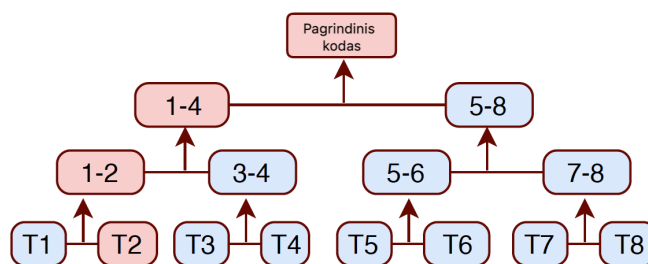
Blokų grandinės technologija yra paskirstytos duomenų bazės visuma sudaryta iš skirtingų blokų, kuriuose yra laikoma informacija apie tam tikrus duomenis. Ši duomenų bazės visuma yra nukopijuojama, sinchronizuojama ir dalijamasi tarp kompiuterinių tinklų sujungtų interneto ryšiu. Kiekvienas kompiuterinis tinklas turi prieigą prie identiškos duomenų bazės kopijos savo kompiuteryje (Srivastava ir kt., 2019).



3 pav. Blokų grandinės veikimo principas (Srivastava ir kt., 2019)

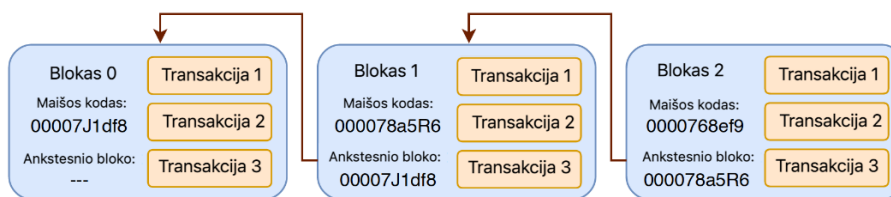
3 paveiksle yra pateikta blokų grandinės technologijos struktūra. Šiuo atveju sistemoje yra 3 skirtingi blokai: Blokas 1, Blokas 2, Blokas 3. Šiuose blokuose yra laikoma informacija apie tam tikrus duomenis, priklausomai nuo blokų grandinės sistemos tipo. Transakcija 1 ir Transakcija 2 sistemos blokuose yra informacija apie pakitimus atliktus kiekviename bloke. Visi blokai yra sujungti tarpusavyje ir negali būti atskiriami ar ištrinami. 3 paveiksle matomos rodyklės yra blokų grandinės sistemos kopijos, kurios prieinamos prie kompiuterinių tinklų: P1, P2, P3, P4.

Blokų grandinės sistema yra valdoma kompiuterinių tinklų, kurie turi prieigą prie visos sistemos. Šie vartotojai kuria naujus blokus, užtikrina visos sistemos atliekamus pakitimus bei visą veiklą. Kiekvieno bloko viduje yra sukuriamas maišos kodas (angl. *hash*). Maišos kodas yra unikalus skaičių bei raidžių darinys, kuris yra sugeneruojamas ir priskiriamas bet kokiai informacijai, dokumentui ar įrašui. Sistemoje yra labai sunku arba beveik neįmanoma sukurti tokio pat maišos kodo skirtingiems įrašams. Maišos kodas gali būti vadinamas kaip skaitmeninis pirštų anstpaudas. Kiekviename bloke galima sukurti daug maišos kodų, kurie priskiriami tam tikriems duomenims. Tam, kad būtų atliktas skirtingų maišos kodų atsekamumas, bloke yra naudojamas Merkle medžio metodas (angl. Merkle Tree). Merkle medžio metodo principu skirtingi maišos kodai yra sugrupuojami į vieną, pagrindinį maišos kodą bloke. Šis metodas leidžia patvirtinti, kad jokie duomenys yra nepakeisti ir kad informacija yra teisinga (Srivastava ir kt., 2019).



4 pav. Merkle medis (Srivastava ir kt., 2019)

4 paveiksle yra matomas Merkle medžio struktūros pavyzdys. Medžio viršuje yra pagrindinis maišos kodas. Žemiau jo yra kodai: 1-4 ir 5-8. Dar žemiau kodai yra išskaidyti į: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8. Taip pat šie kodai yra žemiau išskaidyti į T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8. Šiuo atveju, kodas T2 yra pakeičiamas arba sugadinamas, atsiranda pakeitimai 1-2 kodo struktūroje bei aukščiau esančiame 1-4 kodo struktūroje. Kadangi 1-4 kodas turi pakeitimų, tuomet pasikeičia ir pagrindinis kodas. Šiuo atveju pagrindinis tampa nevalidus. Būtent naudojant Merkle medžio principą, vartotojai, kurie turi prieigą prie blokų grandinės sistemos, užtikrina sistemos validumą ir stebi pakitimus. Kiekviename bloke yra laikomi ir esamo bloko maišos bei ankstesnio sukurto bloko maišos kodas. Tokiu atveju yra užtikrinamas ne tik vieno bloko, tačiau visos sistemos validumas. Atsiradus klaidai arba pakitimui viename bloke, tai yra matoma visoje sistemoje (Srivastava ir kt., 2019).



5 pav. Maišos kodų sąsaja tarp blokų (Srivastava ir kt., 2019)

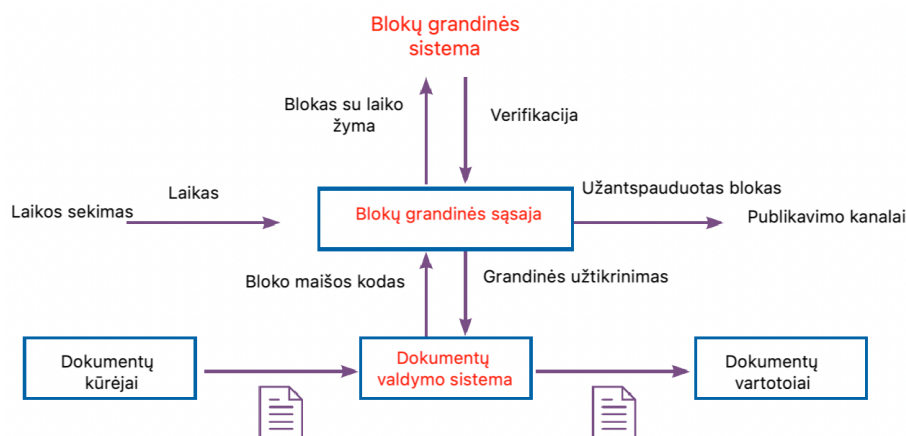
5 paveiksle yra matoma sąsaja tarp blokų grandinės sistemos blokų maišos kodų. Blokas 0 neturi ankstesnio bloko todėl nėra sukurtas joks maišos kodas (Srivastava ir kt., 2019).

Visa blokų grandinės sistema yra paskirstyta tarp kompiuterinių tinklų arba vartotojų, kurie turi prieigą prie pačios sistemos. Šie vartotojai yra lygiaverčiai sistemos valdytojai. Visi vartotojai valdo blokų grandinės sistemą bei stebi kiekvieną pokytį ir naują įrašą atsiradusį blokų grandinės struktūroje. Atsiradus naujam pakitimui ir pokyčiui sistemoje, atsakingi vartotojai bendru sutarimu patvirtina, kad pokytis yra galimas bei teisingas. Norint pridėti bendrą įrašą ar patvirtinti naują pakitimą, reikia gauti patvirtinimą iš daugiau nei 50 procentų tinklo vartotojų. Kadangi visi kompiuterinių tinklų vartotojai turi lygias teises ir yra vienodai atsakingi už visą sistemą, šiuo atveju nėra centralizuoto valdymo mechanizmo (Stancic, 2018).

Blokų grandinės sistema turi kelis pagrindinius privalumus valdant dokumentus bei įrašus. Visų pirma, blokų grandinės sistemoje yra laikoma tik informacija apie pačius dokumentus. Anksčiau paminėti maišos kodai yra sukuriami ir užregistruojami kiekvienam naujam dokumentui. Patys duomenys, dokumentai ar kiti įrašai yra laikomi dokumentų valdymo sistemose. Kitas svarbus aspektas yra tai, kad kiekvienas naujas ir papildomai sukurtas blokas sustiprina ankstesnį bloką, nes visi jie yra sujungti blokų grandinėmis. Todėl, atliekant pakeitimus viename bloke, pakeitimas atsiranda ir kituose blokuose ir visoje sistemoje (Stancic, 2018).

Analizuojant būtent dokumentų bei įrašų valdymo galimybes, reiktų pabrėžti, kad dokumentų valdyme vieni iš svarbiausių aspektų yra dokumentų sukūrimo versijos sekimas, pakitimų suradimas bei kurioje vietoje ir kada buvo sukurtas dokumentas verslo procese. Taip pat šiame procese yra dokumentų verifikavimo pakitimai, dokumentų struktūra ir turinys. Blokų grandinės technologija dokumentų valdyme galėtų būti svarbu įrankis keliuose aspektuose. Kai naujas dokumentas yra sukuriamas, tai būtų galima užregistruoti blokų grandinės sistemoje. Kadangi kiekvienas blokas turi savo laiko žymą ir atsekamumą, atsiranda galimybė sužinoti dokumento sukūrimo versiją, kada atliekami dokumento pakitimai bei kada ir kokie pakitimai yra atlikti pačiame dokumente. Verslo aplinkoje dažnai dokumentais yra dalinamasi tarp skirtingų organizacijų. Naudojant blokų grandinės technologiją, būtų galima užtikrinti ar dokumentai nėra pakeisti, sugadinti ar suklaidoti kitų organizacijų (Stancic, 2018).

Vienas iš pagrindinių dokumentų valdymo principų, naudojant blokų grandinės technologiją, yra tai, kad ją galima susieti su kita dokumentų valdymo sistema, nes pati blokų grandinė viduje dokumentų nelaiko. Dokumentų valdymo sistemą susiejus su blokų grandine, galima stebėti visų dokumentų informaciją, kurie yra laikomi šioje sistemoje (Stancic, 2018).



6 pav. Blokų grandinės technologijos naudojimas kartu su dokumentų valdymo sistema schema (Stancic, 2018)

6 paveiksle yra pavaizduota blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybės kartu su dokumentų valdymo sistema. Viduryje tarp dokumentų valdymo ir blokų grandinės sistemų yra matoma blokų grandinės sąsaja, kuri sujungia blokų grandinės ir dokumentų valdymo sistemas. Blokų grandinės sąsaja yra atsakinga už dokumentų laiko registravimo sekimą bei už publikavimo kanalus, su kuriais blokų grandinės sistema yra pasidalinama. Dokumentų valdymo sistemoje laikomi dokumentai naudojant blokų grandinės technologijos sąsają, yra užregistruoti maišos kodais, taip pat yra užtikrinamas pačios blokų grandinės validumas – atliekama verifikacija. Pateiktame 6 paveiksle yra matomas principas, kad pati blokų grandinė nekaupia ir dokumentų bei įrašų nesaugo. Tačiau naudojant blokų grandinės sąsają, galima susisiekti su pačia dokumentų valdymo sistema, kuri yra naudojama organizacijose ir naudojant blokų grandinės principo technologiją, sekti bei stebėti dokumentų duomenų, dokumentų bei įrašų pakitimus, judėjimą ir kitą reikiamą informaciją (Stancic, 2018).

2.2. Blokų grandinės technologijos naudojimo būdai skirtingose industrijose

Blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybės skirtingose industrijose yra analizuojamos literatūriniuose šaltiniuose. Įvairūs tyrimai teigia ir pagrindžia, kad blokų grandinės technologija naudojama skirtingų industrijų procesų valdymui ir gaunama reali nauda verslui ar organizacijai. Industrijos, kuriose buvo randama atliktų tyrimų, yra labai įvairios. Todėl tai pagrindžia, kad blokų grandinės technologijos panaudojimo spektras dokumentų valdyje yra platus. Pagal nagrinėtus teorinius literatūros šaltinius, buvo sudaryta lentelė, kurioje matoma nagrinėta industrija bei blokų grandinės panaudojimo galimybės dokumentų valdyje toje industrijose.

3 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo tyrimai skirtingose industrijose

Industrijos sektorius	Blokų grandinės technologijos taikymo pobūdis	Tyrimo tipas	Tyrimo tikslas	Tyrimo autoriai
Statybų sektorius	Elektroninių dokumentų valdymas susijusių su statybos darbais, projektais, medžiagų pirkimai ir brėžiniais. Įrašų apie statybos kokybę užtikrinančius veiksmus valdymas ir kontrolė. Įrašų ir dokumentų susijusių su statybinių medžiagų informacija lengva prieiga.	1) Atliktas teorinis tyrimas. 2) Atliktas bibliografinis tyrimas. 3) Atliktas teorinis tyrimas.	1) Nustatyti blokų grandinės panaudojimo galimybes statybų sektoriuje esamos literatūros kontekste. 2) Nustatyti esamą blokų grandinės esamą brandą statybos sektoriuje analizuojant statistinius literatūros duomenis. 3) Nustatyti kokie veiksmai turi būti atlikti norint įdiegti blokų grandinės technologiją statybų sektoriuje siekiant padidinti viso proceso tvarumą.	1) San, Choy ir Fung (2019). 2) Darabseh ir Martins (2020). 3) Figueired, Hammad, Haddad ir Tam (2022).
Švietimo sektorius	Studentų ir mokinių informacijos įrašų valdymas universitetuose ir mokyklose. Bibliotekų įrašai apie knygų judėjimus. Diplomų bei sertifikatų už studentų ar mokinių pasiekimus valdymas.	1) Atliktas empirinis tyrimas. 2) Atliktas teorinis tyrimas. 3) Atliktas statistinis tyrimas.	1) Sukurti teorinį blokų grandinės technologija paremtą modelį ir iširti jo panaudojimą mokymosi institucijose. 2) Nustatyti galimybę, iššūkius ir naudas gaunamas iš blokų grandinės technologijos atliekant autentifikaciją švietimo ir įdarbinimo srityse. 3) Nustatyti blokų grandinės naudas, barjerus ir esamas technologijos panaudojimo galimybes švietimo srityje.	1) Lizcano, Lara, White, Aljawarneh (2020). 2) Garg (2021). 3) Bhaskar (2021).
Logistikos sektorius	Siunčiamų krovinių įrašų sekimas ir valdymas .	1) Atliktas teorinis tyrimas.	1) Identifikuoti blokų grandinės technologijos potencialias pritaikymo	1) Dobrovnik, Herold, Furst, Kummer (2018).

	Krovinių pirkimo ir pardavimo dokumentų valdymas. Krovinių transporto priemonių dokumentų sekimas ir valdymas.	2) Atliktas teorinis tyrimas. 3) Atliktas empirinis tyrimas. Šalis Jungtinės Amerikos Valstijos.	galimybės logistikos srityje. 2) Nustatyti blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybes, iššūkius ir barjerus laivų logistikos operacijose. 3) Nustatyti blokų grandinės technologijos pritaikymo įtaką padidinant tvarumą logistikos tiekimo grandinėje.	2) Ahmad, Hasan, Jayraman, Salah ir Omar (2020). 3) Park, Li (2021).
Sveikatos apsaugos sektorius	Informacija apie pacientų sveikatos istoriją įrašų valdymas. Informacija apie naujų medikamentų bandymų rezultatus įrašų valdymas ir viešinimas.	1) Atliktas empirinis tyrimas. 2) Atliktas teorinis tyrimas. Šalis Jungtiniai Arabų Emyratai.	1) Sukurti blokų grandinės architektūra parentą modelį, sveikatos sistemos duomenų valdymui ir atlikti lyginamąją su egzistuojančiais blokų grandinės modeliais pagal kriterijus. 2) Nustatyti blokų grandinės technologijos panaudojimą sveikatos apsaugos sektoriuje atliekant klinikinius tyrimus.	1) Zaabar, Cheikhrouhou, Jamil, Ammi ir Abid (2021). 2) Omar, Jayaraman, Salah, Yaqoob ir Ellahham (2021).
Finansų sektorius	Finansinių operacijų informacijos sekimas ir valdymas.	1) Atliktas empirinis tyrimas. Šalis Indija. 2) Atliktas teorinis tyrimas.	1) Nustatyti blokų grandinės svarbą pagerinant ekonomikos ir finansinius procesus. 2) Nustatyti galima blokų grandinės technologijos panaudojimą dabartinėse bankinėse ir finansinėse sistemose.	1) Kumar, Kumar, Nagesh, Gborse ir Sogah (2022). 2) Younus, Abumandil (2022).
Gamybos sektorius	Įrašų ir dokumentų apie gaminamų komponentų informaciją valdymas. Informacija ir įrašai apie gamintojo procesus dalinimasis su klientais. Produkto gyvavimo ciklo stadijų nuoseklus ir skaidrus valdymas.	1) Teorinis tyrimas. 2) Atliktas empirinis tyrimas.	1) Nustatyti ir patvirtinti ar blokų grandinės technologija gali padidinti skaidrumo procesą ir sumažinti kaštus gamybos industrijoje. 2) Sukurti blokų grandinės modelį produkto gyvenimo ciklo valdymui ir nustatyti modelio pritaikymą gamybos industrijoje.	1) Ko, Lee, Ryu (2018). 2) Liu, Wang, Guo, Barenji, Li, Huang (2020).
Aviacijos sektorius	Lėktuvo įgulos sertifikatų valdymas .	1) Teorinis tyrimas. 2) Teorinis tyrimas .	1) Nustatyti blokų grandinės technologijos panaudojimą aviacijos	1) Ahmad, Salah, Jayraman, Salah,

	Keleivių багаžo sekimas realiu laiku. Lėktuvo bilietų pirkimo sistemos valdymas. Lėktuvo techninės priežiūros dokumentų valdymas. Lėktuvo atsarginių dalių ir tiekimo grandinės kontrolė.		sektoriuje tyrinėjant skirtingus aviacijos industrijos procesus. 2) Sukurti skaitmeninį teorinį modelį tinkantį taikyti kartu su blokų grandinės technologija ir valdyti lėktuvo atsarginių dalių bei tiekimo grandinės procesus.	Hasan, Yaqoob ir Omar (2020). 2) Andrei, Cochinescu, Balasa ir Semenescu (2021).
--	--	--	--	---

3 lentelėje pavaizduotos industrijos: statybų sektorius, švietimo sektorius, logistikos sektorius, sveikatos sektorius, finansų sektorius, gamybos sektorius ir aviacijos sektorius. Kiekviename iš paminėtų sektorių buvo analizuotas ir blokų grandinės technologijos panaudojimas įvairiuose procesuose. Toliau buvo analizuotos ir tyrinėtos panaudojimo sprendimai, galimybės ir naudos.

Statybų sektoriuje buvo nagrinėta 3 skirtingi literatūros šaltiniai. Pirmajame šaltinyje buvo atliktas literatūros tyrimas siekiant nustatyti blokų grandinės panaudojimo galimybes statybų sektoriuje. Vienas iš pagrindinių panaudojimo būdų, kuris buvo išskirtas, tai yra elektroninių dokumentų valdymas statybų procese. Statybos procesas susideda iš daug skirtingų dokumentų, patvirtinančių statybų validumą ir kokybę. Šie dokumentai yra statybos projektas, statybų brėžiniai ir specifikacijos, taip pat įvairūs sertifikatai. Naudojant blokų grandinės sistemą, atsirastų galimybė visiems suinteresuotiesiems matyti dokumentus, gauti tą pačią ir atnaujintą informaciją bei sekti visą statybų proceso progresą. Tokiu būdu būtų galima sekti visus dokumentų pakitimus, naujų dokumentų atsiradimą ir būtų užtikrinamas dokumentų bei viso proceso skaidrumas (San ir kt. 2019).

Kitas šaltinis – tai teorinis statistinis tyrimas, kurio tikslas nustatyti esamą blokų grandinės brandą statybos sektoriuje, analizuojant statistinius literatūros duomenis. Atlikto bibliometrinio tyrimo metu nustatyta kokios yra blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybės literatūros kontekste. Vienas iš panaudojimo būdų yra cemento kokybės stebėjimas ir kontrolė. Cementas yra viena iš pagrindinių statybos medžiagų, kurios kokybė turi būti užtikrinta ir žinoma visoms suinteresuotosioms šalims. Naudojant blokų grandinės technologiją būtų galima sekti ir stebėti duomenis pradedant dar cemento gamybos metu. Cemento gamintojai galėtų registruoti visus gamybos proceso įrašus ir duomenis, kurie būtų patvirtinti naudojant blokų grandinės technologiją. Dar viena blokų grandinės panaudojimo galimybė viso statybos proceso kokybės užtikrinimas. Kokybės užtikrinimas yra atliekamas dar prieš pačius statybos darbus. Šis procesas turi būti užtikrinamas atsakingų institucijų, kad visi turimi dokumentai ir specifikacijos atitinka įstatymus ir reikalavimus. Šio proceso patikra užima daug laiko ir reikalauja daug pastangų iš tikrinančių institucijų. Autoriai nagrinėja šio proceso automatizavimo galimybę. Vienas iš pagrindinių siūlomų dalykų yra susieti esamų įstatymų reikalavimus ir statybų kodus, kurie yra tikrinami dokumentuose. Kitas žingsnis turėtų būti taisyklių sukūrimas, pagal kurias nustatoma statybos dokumentų atitikimas. Šios taisyklės leistų atlikti patikrą ir jeigu viskas atitinka reikalavimus, priimti dokumentus. Tačiau jeigu tikrinimo metu atsiranda tam tikrų neatitikimų, sistema atmestų tuos dokumentus ir juos grąžintų pataisymams. Tokiu būdu būtų galima atsisakyti mechaninio dokumentų tikrinimo bei išvengti klaidų. Taip pat naudojant blokų grandinės technologiją visas tikrinimo procesas tampa skaidrus, jo nebūtų įmanoma suklastoti bei sumažėtų statybos kokybės pažeidimų ir nelaimių (Darabseh ir Martins, 2020).

Trečiasis šaltinis, kuris nagrinėja blokų grandinės technologijos panaudojimą statybų sektoriuje padidinant viso proceso tvarumą. Autorius savo darbe atliko literatūros tyrimą analizuojant esamus ir atliktus tyrimus, kurie kalba apie blokų grandinės technologijos panaudojimą siekiant užtikrinti bei padidinti tvarumą. Vienas iš statybos proceso tvarumo padidinimo galimybių naudojant blokų grandinės technologiją yra žiedinė ekonomika. Naudojant blokų grandinę žiedinės ekonomikos procese galima sekti ir autentifikuoti įrašus apie statybines medžiagas ir produktus. Tokiu būdu galima kontroliuoti šių medžiagų likutį, kokybę ir juos parduoti ar panaudoti dar kartą. Taip pat blokų grandinės panaudojimas yra analizuojamas medžiagų ar produktų gyvavimo ciklo vertinimo procese. Naudojant blokų grandinės technologiją galima stebėti produkto gyvavimo ciklo įtaką aplinkai. Naudojant blokų grandinę galima užtikrinti produkto informacijos validumą ir patikimumą. Visi įrašai apie produkto gyvavimo ciklo įtaką gali būti laikomi ir valdomi skaidriai (Figueiredo ir kt., 2022).

Švietimo sektoriuje pasirinkti trys straipsniai, kuriuose atlikti tyrimai ir nagrinėtos blokų grandinės technologijos galimybės šiame sektoriuje. Pirmasis šaltinis autorių Bhaskar ir kt. (2020) atliktas statistinis teorinis tyrimas, nagrinėjant literatūra susijusią su blokų grandinės panaudojimo galimybėmis, naudą ir barjerus švietimo srityje. Atlikęs literatūros apžvalgą, autorius išskiria kelis blokų grandinės panaudojimo būdus ir gaunamą naudą. Vienas iš būdų yra įrašų apie studentų duomenis valdymas mokymosi įstaigose. Dabartinėse valdymo priemonėse atsiranda galimybė pakeisti, sugadinti arba išvis ištrinti duomenis iš sistemų. Straipsnyje yra kalbama apie blokų grandinės funkciją, kuria pasinaudojus galima saugiai dalintis visais duomenis bei juos sekti. Toks būdas taip pat gali padėti sumažinti duomenų klastojimo galimybę. Taip pat naudojant blokų grandinės technologiją, studentai galėtų lengviau praeiti visą priėmimo procesą pildant dokumentus stojant į mokymosi įstaigas. Kita svarbi nauda, atsirandanti naudojant blokų grandinės sistemą, yra įrašų apie knygas valdymas bibliotekose. Biblioteka yra viena iš svarbiausių mokymosi dalių švietimo institucijose. Daugelis esamų bibliotekos sistemų knygų judėjimus seka rankiniu būdu. Tačiau naudojant blokų grandinės technologiją, atsiranda galimybė talpinti bei valdyti įrašus apie visų knygų judėjimus bei studentų skaičių, kurie buvo pasiėmę ta pačią knygą. Atsiranda galimybė saugesnei bibliotekos turto kontrolei bei informacijos atsekimui. Taip pat svarbi dalis, kurioje galima pasinaudoti blokų grandinės technologijos nauda yra studentų pasiekimų sertifikatų įrašų valdymas. Studijavimo metu studentai dalyvauja įvairiose papildomose veiklose ar kursuose. Sėkmingai užbaigus kursus, yra gaunamas pažymėjimas arba sertifikatas. Mokymosi įstaigoms sistemoje naudojant blokų grandinę, būtų galima sekti ir valdyti informaciją apie studento sukauptus sertifikatus bei pažymėjimus. Taip pat būtų galima dalintis šiais įrašais su suinteresuotosiomis šalimis, jeigu yra poreikis (Bhaskar ir kt., 2020).

Antrasis tyrimas atliktas autoriaus Garg (2021). Šiame tyrime autorius nagrinėja autentifikavimo problemas švietimo įstaigose bei kaip jos gali būti išspręstos, naudojant blokų grandinės technologiją. Nagrinėjama Indijos šalis, kurioje kiekvienais metais yra nuo 2 iki 2,5 milijonų studentų šioje šalyje, kurie baigia mokymosi įstaigas. Atsiranda atvejų, kai studentai padirbinėja savo baigimo sertifikatus bei diplomus arba juos suklastoja tam, kad pasikeltų savo išsilavinimo profilį. Todėl atsiranda poreikis turėti patikrinimo bei verifikavimo procesą, kuris šiuo metu yra mechaninis ir nepakankamai efektyvus. Autorius pristato verifikavimo modelį, kuris gali būti panaudojamas atliekant įrašų apie studentų informaciją patikrinimą. Išskiria kelias galimybes kaip šis procesas gali būti patobulinamas, naudojant blokų grandinės technologiją. Vienas iš pagrindinių verifikavimo principų yra skaitmeninio sertifikato sukūrimas, kuris atitinka baigimo sertifikatą arba diplomą. Šis skaitmeninis sertifikatas yra užšifruotas blokų grandinės sistemoje. Šiuo skaitmeniniu sertifikatu galima dalintis bei jį naudoti

įvairiems tikslams. Viena iš panaudojimo galimybių yra internetinių kursų baigimo sertifikatų pakeitimas į skaitmeninius sertifikatus. Daugelyje universitetų ir kitose mokymosi įstaigose yra galimybės dalyvauti įvairiuose kursuose. Baigus šiuos mokymus yra gaunamas sertifikatas, tačiau jis nėra viešai prieinamas ir studentas gauna popierinę versiją. Atsiranda atvejų, kai gautas sertifikatas yra sugadinamas ar pametamas. Popierinius sertifikatus gali pakeisti skaitmeniniai sertifikatai, sukurti blokų grandinės sistemoje. Tokiu būdu galima sumažinti spausdinimo išlaidas bei valdyti ir dalintis sertifikatais su reikiamomis šalimis, žinant, kad jie nebus pamesti ar suklastoti. Taip pat naudojant šią funkciją, galima nustatyti studento kursų baigimo istoriją ir chronologinę seką.

Kitas iš blokų grandinės panaudojimų, kuriuos nagrinėja autorius, yra studento kompetencijų vertinimas. Baigus tam tikrus kursus ar mokymus ir gavus diplomą, jame ne visada galima rasti informaciją apie pabaigtus modulius ar išklaustą medžiagą. Šiuo atveju studentas negali perkelti informacijos apie savo pasiekimus iš vieno mokymosi platformos į kitą. Naudojant blokų grandinės technologiją, galima sukurti instrumentus, kurie vystytų mokymo procesą bei galėtų įvertinti gautą rezultatą. Naudojant blokų grandinę mokymosi platformoje, studentai gali dalintis savo atliktais darbais prisijungiant su unikaliu savo identifikacijos numeriu. Tokiu atveju, studentams ir mokytojams naudojantis ta pačia mokymo platforma, galima parengti mokymosi planą bei įvertinti jo rezultatus. Taip pat autorius pristato apie privalumus darbovietėms, kurie atsiranda įgalinant blokų grandinės technologiją. Skaitmeniniai sertifikatai, kurie yra sukuriami naudojant blokų grandinės technologiją gali būti naudojami patikrinti žmones, kurie darbinasi į naują organizaciją. Tokiu būdu nereikia įmonėms susisiekti su buvusiais asmens darbdaviais ar mokymosi įstaiga, kad įsitikinti ar informacija yra teisinga. Kai darbinantis žmogus pateikia savo skaitmeninį sertifikatą, technologija konvertuoja ir užkoduoja jį blokų grandinės sistemoje. Pateikiant tą patį dokumentą kelis kartus sistemoje matysis maišos kodai ir kiekvienas naujas pakeitimo įrašas. Jeigu atsiras kokių pakitimų pačiame dokumente, pakeitimo įrašai nesutaps ir sistema iškarto parodys, kad dokumentas yra pakeistas. Tokiu būdu galima apsisaugoti ir būti įsitikinus, kad gaunami sertifikatai patvirtinantys žmogaus pasiekimus ir išsilavinimą, nebus klastojami (Garg, 2021).

Švietimo sektoriuje buvo nagrinėtas empirinis tyrimas, kurio tikslas buvo sukurti blokų grandinės modelio prototipą bei atlikti validaciją mokymosi įstaigose. Šiame tyrime autoriai nagrinėja problemas su kuriomis yra susiduriame švietimo srityje. Šiuo metu universitetai yra vis dažniau kritikuojami dėl to, kad pilnai neparuošia studentų darbo rinkai. Taip pat mokymosi įstaigos lėčiau adaptuojasi prie darbo rinkos kaitos. Atliekant įvairius vertinimus ir auditus, universitetuose yra sunku nustatyti kokios yra realios mokymosi problemos, bei kaip patobulinti mokymosi procesą, kad jis būtų labiau efektyvus. Kalbant apie darbovietes, yra susiduriama su efektyviu studentų įdarbinimo procesu. Darbovietėms darbinant didelį kiekį studentų yra sunku atrinkti, kurie studentai yra labiau tinkami darbui pagal savo žinias ir sugebėjimus. Tam, kad būtų atrinktas tinkamas kandidatas į darbo poziciją, reikia studento prašyti pateikti daug papildomų dokumentų bei juos tinkamai patikrinti. Šiuo metu tik tokiu būdu įmonės gali būti užtikrintos, kad pasirinko tinkamą kandidatą. Autoriai sukurdami blokų grandinės modelį, pristato, kaip panašios minėtos problemos gali būti išspręstos ar bent jau pagerintos. Yra pateiktas 8 žingsnių blokų grandinės modelis, kuriame aprašytas kiekvienas proceso žingsnis detalai (žr. 4 lentelę) (Lizcano ir kt., 2019).

4 lentelė. Blokų grandinės technologijos modelis vertinantis studentų kompetencijas (Lizcano, ir kt., 2019)

1 žingsnis	Mokytojas arba dėstytojas instruktuoja ir parduoda tam tikras žinias studentui.
2 žingsnis	Studentas demonstruoja žinių išsisavinimą spręsdamas tam tikras tos srities problemas
3 žingsnis	Studentai ir profesionalai jau turintys kompetencijų ir žinių toje srityje patvirtina studento sprendusio problemą žinių įsisavinimo lygį bendru blokų grandinės sutarimu išspręsdami tą pačią problemą.
4 žingsnis	Instruktorius arba dėstytojas, kuris buvo atsakingas už studento mokymo procesą, pakelia studento, kuris buvo teigiamai įvertintas blokų grandinės sistemoje reputacijos lygį.
5 žingsnis	Tuo metu kai studentas yra pilnai įsisavinęs kompetenciją, jis tampa dalis grupės, kuri yra atsakinga už kitų studentų kompetencijos tvirtinimą kaip 3 žingsnyje.
6 žingsnis	Kai studentas esantis tvirtinančiųjų grupėje jis ir toliau sprendžia problemas tvirtindamas kitų studentų kompetenciją. Sėkmingai tvirtinančiųjų grupėje išsprendęs problemą studentas toliau kelia savo reputaciją. Jeigu problema išsprendžiama neteisingai – reputacija krenta.
7 žingsnis	Tuo tarpu potencialūs darbdaviai turi tiesioginę prieigą prie kiekvieno kandidato gyvenimo aprašymo, kuris yra pateikiamas elektroniniu būdu išvengiant popierinių versijų ir klastojimų. Kartu su gyvenimo aprašymu yra prieiga ir prie kandidato kompetencijų, kurios buvo patvirtintos sprendžiant realias problemas susijęs su verslo rinka.
8 žingsnis	Darbdaviai kartu su dėstytojais ir kitais studentais apibrėžia standartines problemas, kurios būtų adaptuotos dabartinėje rinkoje ir kurių sprendimas pademonstruotų profesionalaus profilio kompetencijas.

Vienas iš pagrindinių modelio principų yra padidinti pasitikėjimą tarp mokymosi įstaigų, studentų ir darbdavių, kad studentų įgytos žinios yra tinkamai įsisavintos ir atitinkančios darbdavio keliamus reikalavimus. Taip pat šis modelis padėtų užtikrinti ir pagerinti mokymo įstaigų kokybę ir mokymosi procesą. Pagal 4 lentelėje pateiktą 8 žingsnį nustatius bendrus reikiamus standartus, kurie atitiktų darbdavių reikalavimus, mokymosi įstaigos galėtų pritaikyti savo programas, kad studentai lengviau įsiliėtų į darbo rinką (Lizcano ir kt., 2019).

Dar viena sritis, kurioje nagrinėjamas blokų grandinės pritaikymas, yra logistikos sektorius. Pirmasis analizuotas šaltinis, tai tyrimas atliktas kelių autorių (Ahmad, Hasan, Jayraman, Salah ir Omar, 2021), tyrinėjantių blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybes, barjerus ir iššūkius laivų logistikos operacijose. Viena iš pagrindinių dalių, kurioje yra siūloma panaudoti blokų grandinės technologiją, tai yra gabenamų krovinių sekimas ir atsekamumas. Krovinių kontrolė yra apibūdinamas kaip laivo ar konteinerio vietos nustatymas realiu laiku. Krovinio atsekamumu šiuo atveju yra laikomas viso krovinio judėjimas, svoris, gabenimo kaštai, krovinio savininkas ir kt. Šios išvardytos operacijos yra patvirtinamos dokumentų įrašais. Blokų grandinės technologija įgalintų sukurti sistemoje nekintamus įrašus apie kiekvieną gabenamą krovinį. Kiekviena siuntinio koordinatė bei nuosavybės dokumentai gali būti įkelti ir valdomi blokų grandinės sistemoje. Prieiga prie šių nekintamų įrašų gali padėti atsakingoms organizacijoms priimti optimizuotus sprendimus. Pavyzdžiui, turint informaciją apie laivo būklę, galima panaudoti papildomą laivą gabenant siuntą, tam, kad būtų apsaugota nuo krovinių vėlavimų. Taip pat siekiant pagerinti atsekamumo procesą, naudodami blokų grandinės sistemą, laivo savininkas ir vežėjas galėtų lengvai nustatyti krovinio savininką ir tiekėją prieš pakraunant patį krovinį į laivą. Siunčiant tarptautinius krovinius yra privaloma užpildyti įvairius reikalingus dokumentus, kad siuntimo procesas atitiktų visus

reikalavimus. Keli iš svarbesnių dokumentų yra konosamentas, akredityvas, muitinės deklaracija ir įspėjimo įrašas apie pavojingus krovinius. Šiuo metu dauguma šių dokumentų yra laikomi ir dalijamasi jais paprastose sistemose, siunčiama elektroniniais paštais. Tokiu būdu praleidžiama daug laiko tikrinant dokumentus, atsiranda suklastojimo ar dokumentų padirbinėjimo atvejų. Blokų grandinės technologija gali išspręsti šiuos iššūkius, apsaugant išvardintus dokumentus, naudojant išmaniųjų kontraktų technologiją. Šiuo atveju blokų grandinė gali užtikrinti nepertraukiamą dokumentų matomumą ir prieigą tarp visų atsakingų tiekimo grandinės dalyvių. Blokų grandinės naudojimas apsaugotų dokumentus nuo pakeitimų ir klaidų, nes kiekvienas atliktas dokumento pakeitimas ar įsivėlus klaida būtų pastebėti visoje sistemoje.

Tarptautinė jūrų laivybos organizacija išleidžia jūrų laivybos taisykles tam, kad užtikrintų saugias nustatytas ir aplinkai draugiškas procedūras. Visi krovininiai laivai privalo atitikti atsakingos organizacijos keliamus reikalavimus ir laikytis visų standartų. Vežėjai privalo turėti visus dokumentus, kurie yra susiję su laivo technine būkle ir gebėti įrodyti, kad laivas yra tinkamas kroviniams gabenti. Dauguma tradicinių laivų dokumentų valdymo sistemų yra popierinėje versijoje, todėl atsiranda sunkumų užtikrinti, kad visi dokumentai yra teisingi ir nesuklastoti. Taip pat, jeigu dokumentai yra pametami, atsiranda problemų įsitikinti, kad laivas yra tinkamas operacijoms atlikti. Kita vertus, techninės būklės užtikrinimo dokumentus privalo turėti ir papildoma įranga: keliamieji kranai ir transportavimo traktoriai. Naudojant neužtikrintos būklės įrangą, atsiranda tikimybė incidentui, kurio metu gali būti sugadinti kroviniai ar sužaloti žmonės. Blokų grandinės technologija padeda valdyti ir stebėti visus įrašus apie dokumentus skaidriai ir neturint jokios galimybės juos pakeisti. Skaidrumo funkcija atveria galimybę tikrinančioms institucijoms nustatyti bei identifikuoti įrangą, kuri neturi visų dokumentų ir yra pavojinga eksploatuoti audito metu. Per visą laivų gyvavimo ciklą galima sekti ir stebėti dokumentus bei įrašus, kurie yra susiję su atlikta technine priežiūra bei planuotais ir neplanuotais remonto darbais (Ahmad ir kt., 2021).

Kitame logistikos sektoriaus tyrime. Analizuotos potencialios blokų grandinės panaudojimo potencialios galimybės. Autoriai atlikę literatūros analizę detalai pristato, kuriuose logistikos procesuose blokų grandinės sistema gali būti naudojama ir kokios naudos yra gaunamos. Remiantis autorių mintimis yra teigiama, kad blokų grandinės naudojimas logistikos versle gali padidinti verslo modelio efektyvumą ir tapti viena iš priežasčių, turinčių įtakos logistikos ir transportavimo verslo transformavimui. Viena iš potencialių blokų grandinės pritaikymo sričių logistikoje yra krovinius gabenančių sunkvežimių techninės būklės sekimas ir kontrolė. Blokų grandinė gali padėti autentifikuoti informaciją, kuri yra susijusi su techninės būklės bei techninės priežiūros istorija. Tokiu būdu galima kontroliuoti pakeistų transporto dalių tiekimo grandinę bei visus judėjimus. Kita svarbi nauda, kuri gali būti gaunama iš blokų grandinės technologijos privalumų, tai yra vežamų maisto produktų atsekimas. Šiuo metu, jeigu pardavėjas sulaukia skundų dėl žmonių apsinuodijimo maistu, atsiranda didelių iššūkių nustatyti, iš kur buvo atvežti maisto produktai bei į kokias parduotuves jie buvo pristatyti. Dažniausiai šiuo metu viskas yra sekama popieriniuose dokumentuose, ir gali užtrukti kelios savaitės, kol bus atsekta visa pristatytų produktų grandinė. Taip pat šiame tyrime yra kalbama ir apie išmaniųjų kontraktų panaudojimą logistikos srityje. Vienas iš panaudojimo būdų yra transporto priemonių temperatūros pokytis vežimo metu. Tai yra labai aktualu transportuojant farmacijos produktus, kurie yra labai jautrūs temperatūros pokyčiams. Naudojant blokų grandinę, kartu su daiktų internetu, yra sukuriama jutikliai, kurie leidžia stebėti temperatūrą kiekvienos transporto priemonės viduje (Dobrovnik, Herold, Furst ir Kummer, 2018).

Logistikos sektoriuje nagrinėtas šaltinis, susijęs su blokų grandinės panaudojimo įtaka, padidinant tvarumą logistikos tiekimo grandinės srityje. Autoriai atliko literatūros apžvalgą ir dviejų atvejų analizę. Pradedant vertinti tvarumo aspektą, buvo išskirti 3 kriterijai: aplinkos, socialinis ir ekonominis kriterijai. Šaltinyje yra kalbama apie aplinkos tvarumo kriterijų, kuris gali būti vertinamas siekiant sumažinti atliekų taršą aplinkoje. Blokų grandinės technologija, kuri suteikia galimybę kontroliuoti sekimo ir patikimumo procesus, galėtų būti panaudojama stebėti ir kontroliuoti atliekų išmetimo kiekį tiekimo grandinėse. Nagrinėjant socialinį tvarumą, taip pat buvo tyrinėta blokų grandinės panaudojimo galimybė. Visų pirma blokų grandinė suteikia galimybę tiekimo grandinėje gauti ir naudoti tik patikimą informaciją. Tokiu atveju galima apsaugoti visas įtrauktas šalis nuo informacijos iškraipymo ar sugadinimo. Šita galimybė atsiranda todėl, kad visą blokų grandinės sistemą valdo tik autorizuoti ir patikimi vartotojai bei visa informacija yra skaidri ir prieinama suinteresuotoms šalims. Taip pat tiekimo grandinėje įvyksta daug įvairių pirkimų. Labai svarbu užtikrinti, kad pirkimai ir sandoriai yra atliekami tik su patikimais tiekėjais. Blokų grandinės sistemoje gali būti sekami visi sandorių ir pirkimų įrašai ir kita informacija, kuri užtikrina, kad visas procesas yra atliekamas su patikimais ir etiškais partneriais. Nagrinėjant ekonominį tvarumo kriterijų yra kalbama apie tai, kad tvarus ekonomikos augimas yra tada, kai nesumažėja socialinis ir aplinkos kriterijai. Todėl, kad pasiekti šį tvarų rodiklį reikia naujų technologijų pagalbos. Autoriai teigia, kad norint pasiekti tvarų ekonominį kriterijų, reikia sukurti tvirtą valdymo struktūrą, kuri užtikrina bendrą skaidrumą, sekamumą ir atskaitingumą tam, kad sustiprinti santykius su išoriniais suinteresuotaisiais ir pritraukti potencialius investuotojus. Naudojant blokų grandinės technologiją, galima padėti pasiekti ir sukurti vertę tokiai sistemai. Pasinaudojant technologijos privalumu, įmonės tiekimo grandinėse galima padidinti įrašų ir transakcijų informacijos prieinamą atsakingiems asmenims įskaitant ir investuotojus. Taip pat yra sumažinamas informacijos klastojimo ir sugadinimo atvejis, kas yra taip pat svarbus kriterijus padidinantis saugumą ir skaidrumą. Autoriai taip pat nagrinėjo 2 atvejų tyrimus, kuriuose blokų grandinės yra naudojama verslo tiekimo grandinėse. Pirmasis atvejis apie Walmart kompaniją, kuri naudoja blokų grandinės technologiją tam, kad sektų ir kontroliuotų kiaulienos ir mangų tiekimo grandinę. Kompanija seka visus žingsnius, pradedant produkto gamybos informacija, partijos numerį, gamyklą ir transportavimo detales. Visa ši informacija yra sekama blokų grandinės sistemoje realiu laiku. Walmart kompanija priėmė sprendimą naudoti blokų grandinę ir sekti šiuos produktus, nes kompanija buvo įsivėlusi į skandalą, kuriuo metu 300 tūkstančiai žmonių buvo paveikti įmonės produktais, kurie atkeliavo iš Kinijos. Visa maisto tiekimo grandinė turi būti atsekta kaip įmanoma greičiau, kad nustatyti sugadinto maisto šaltinį. Daugelis maisto kompanijų bendradarbiauja su daugybe tiekėjų, klientų ir vežėjų. Šis visas procesas sukuria didelį kiekį informacijos apie produktus, kainas, darbo jėgą, dokumentaciją ir t.t. Walmart įvertino, kad kompanija užtruko kelias dienas tam, kad nustatytų visą informaciją apie užterštus ir sugadintus maisto produktus. Todėl atsirado poreikis tobulinti tiekimo grandinės atsekamumą. Kitas atvejo tyrimas, kuris buvo nagrinėtas yra kompanijos Maersk. Maersk įmonė yra krovinių pervežimo įmonė, kuri tiekimo grandinėse įdiegė blokų grandinės technologiją tam, kad sustiprinti logistikos tiekimo grandinės skaidrumą. Kartu su kompanija IBM, buvo sukurta platforma pavadinimu „TradeLens“. Krovinių pervežimo industrija susideda iš daug skirtingų brokerių, kurie sukuria ilgą vertės grandinę bei atsiranda daug rankinių procesų visoje tiekimo grandinėje. „TradeLens“ platforma naudodama blokų grandinės technologiją suteikia savo vartotojams galimybę atlikti logistikos prekybos veiksmus paprastoje, saugioje ir realaus laiko aplinkoje. Po 2019 platforma naudojosi daugiau negu 60 vartotojų įskaitant jūrų vežėjus, sausumos vežėjus, uostus, terminalus ir muitines. Pagal Maersk tvarumo ataskaitą, buvo analizuotas įmonės terminalas Indijoje ir nustatyta, visus transakcijas ir tiekimo

grandinę pavertus mažiau sudėtinga pavyko sutaupyti įmonės kaštus. Vienas iš pagrindinių tiekimo grandinės sutrumpinimo priežasčių buvo dokumentacijos valdymo, susijusios su pervežimais, laiko sąnaudų sutrumpinamas (Park ir Li, 2021).

Blokų grandinės pritaikymo galimybės buvo nagrinėtos ir sveikatos apsaugos sektoriuje. Pasirinktas autorių tyrimas, kuriame buvo sukurtas blokų grandinės technologija paremtas sistemos modelis, kuriuo siekiama nustatyti, kokias jis padėtų išspręsti problemas, susijusias su sveikatos sektoriuje esančios informacijos valdymu. Modelis buvo palygintas ir su esamomis blokų grandinės sistemomis šiame sektoriuje. Visų pirma autoriai kalba apie tai, kad pacientų duomenys, esantys sveikatos įstaigų sistemose yra laikomi vietinėse duomenų bazėse. Toks duomenų laikymas kelia nemažai klausimų susijusių su informacijos saugumu, privatumu ir vientisumu. Tam, kad išspręsti šiuos klausimus ir galimas grėsmes, blokų grandinės technologija gali suteikti galimybę užtikrinti informacijos validumą ir patikimumą, taip pat dalintis reikiama informacija visoje sveikatos sistemos infrastruktūroje ir tarp skirtingų medicinos įstaigų. Taip pat autoriai teigia, kad blokų grandinės technologija gali prisidėti prie ateities platformos kūrimo, kurioje patikimos ir patvirtintos informacijos dalijamasis ir tam tikrų sprendimų priėmimas, turi įtaką šiuo metu vystomai telemedicinai. Autorių sukurtas blokų grandinės modelis buvo sveikatos apsaugos sistema, kuri atlieka medicinos įrašų valdymo funkciją. Šis modelis atitinka visus saugumo ir privatumo keliamus reikalavimus, kurie dažniausiai yra sprendžiami naudojant blokų grandinės technologiją. Pagrindiniai informacijos kriterijai, kurie buvo įvardinti ir pasiekti: duomenų konfidencialumas, vientisumas, pasiekiamumas, atsekamumas, duomenų privatumas ir duomenų kiekio apdorojimas. Lyginant sukurto modelio funkcionalumą pagal iškeltus kriterijus su kitomis jau egzistuojančiomis sistemomis, buvo nustatyta, kad visi kriterijai yra užtikrinami, todėl sukurtas modelis prisideda prie saugaus ir efektyvaus nuotolinio pacientų stebėjimo ir sveikatos duomenų dalijimosi (Zaabar, Cheikhrouhou, Jamil, Ammi ir Abid, 2021).

Kitas šaltinis, kuris buvo nagrinėtas sveikatos apsaugos sektoriuje, nagrinėja blokų grandinės technologijos panaudojimą, atliekant klinikinius bandymus (Omar, Jayraman, Salah, Yaqoob ir Ellaham, 2020). Autoriai atliko literatūros analizę ir suformulavo rekomendacijas kaip blokų grandinė gali prisidėti prie klinikinių bandymų, pagerinant visą procesą. Visų pirma, autoriai išskiria, kad beveik 80 procentų klinikinių tyrimų nėra atnaujinami dėl įvairių klaidų, sukčiavimų, duomenų klaidingos interpretacijos ir viso tyrimo aplaidumo. Tyrimo proceso kokybės patobulinimas gali net tik padidinti atkuriamumą, bet ir įgalinti tyrimo bendruomenės saugiai dalintis tyrimo informacija ir duomenimis. Blokų grandinės technologija gali būti naudojama tam, kad išspręsti pacientų tapatybės ir privatumo problemas. Naudojant šią technologiją, yra sukurama decentralizuota duomenų sekimo sistema, kuri suteikia patikimą duomenų dalijamasi tarp tyrimo suinteresuotųjų grupių. Taip pat tai padidina informacijos skaidrumą tarp pacientų ir gydytojų. Autoriai išskiria 3 pagrindines blokų grandinės naudas, kurios gali būti gaunamos klinikiniuose tyrimuose (Omar ir kt., 2020):

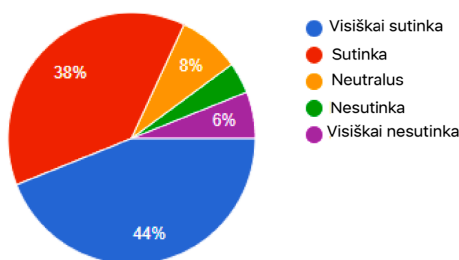
1. blokų grandinės technologijos naudojimas leidžia atlikti duomenų atsekamumą, kuris padidina vaistų saugumą visą klinikinio tyrimo gyvavimo laiką;
2. galima užtikrinti klinikinio tyrimo protokolą, kad jis atitinka geros praktikos rekomendacijas ir įstatymus, naudojant saugius ir verifikuotus tyrimo duomenis;
3. padidinama kompetencija, esant didesniai duomenų skaidrumui, prieinamumui ir sekimui (Omar ir kt., 2020).

Blokų grandinės panaudojimas buvo nagrinėjamas finansų sektoriuje. Analizuotas šaltinis, kuriame autoriai siekė nustatyti kokia blokų grandinės svarba ir įtaka, atliekant ekonominius ir finansinius procesus. Tam, kad nustatyti tai, buvo atliktas empirinis kiekybinis tyrimas. Pagrindiniai tyrime kelti klausimai buvo šie (Kumar, Kumar, Nagesh, Gborse ir Sogah, 2022):

1. nustatyti blokų grandinės technologijos kaip įrankio svarbą, plėtojant ekonominius ir finansinius procesus;
2. išanalizuoti blokų grandinės technologijos kaip įrankio įdiegimo strategiją, plėtojant ekonominius ir finansinius procesus;
3. nustatyti blokų grandinės technologijos įdiegimo galimas problemas;
4. atlikti pirminį tyrimą ir surasti sprendimo būdus esamoms problemoms (Kumar ir kt. 2022).

Autoriai, atlikdami tyrimą, pasirinko 50 žmonių, dirbančių finansų sektoriuje, kurie atlieka finansines operacijas ir joms atlikti naudoja būtent blokų grandinės technologiją. Autoriai atliko šių darbuotojų apklausą, sudarę klausimyną. Žemiau yra pateikiami vieni iš svarbiausio tyrimo klausimų bei ir teiginių ir jų atsakymai (Kumar ir kt., 2022):

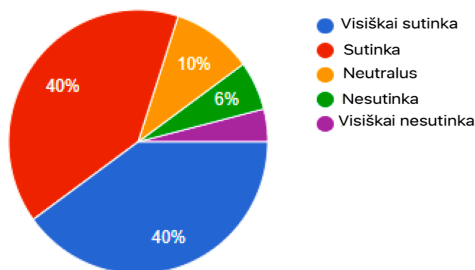
1. Ar galvojate, kad blokų grandinės technologija gali būti naudojama kaip pagalbinis įrankis atliekant finansinius ir ekonominius proceso vystymus?



7 pav. 1 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022)

Atsakymai į šį klausimą parodyti 7 paveiksle: 44 procentų pilnai sutinka su šiuo teiginiu. 38 procentai sutinka su šiuo teiginiu taip pat. 8 procentai respondentų buvo neutralūs. Tuo tarpu nesutiko ir pilnai nesutiko tik 14 procentų.

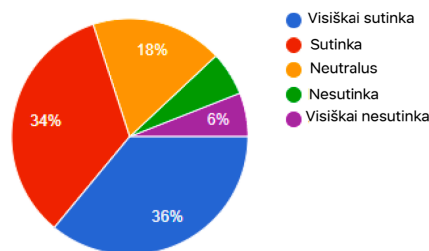
2. Blokų grandinės technologijos naudojimas pagreitina finansines operacijas ir sumažina operacijų kaštus?



8 pav. 2 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022)

Atsakymai į šį klausimą parodyti 8 paveiksle: 40 procentų pilnai sutinka su šiuo teiginiu. 40 procentai sutinka su šiuo teiginiu taip pat. 10 procentai respondentų buvo neutralūs. Tuo tarpu nesutiko ir pilnai nesutiko tik 10 procentų.

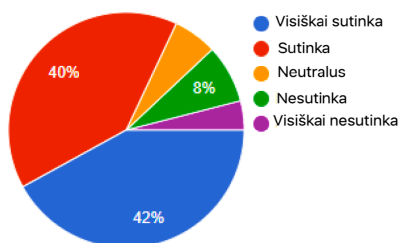
3. Blokų grandinės technologija skatina finansinio sektoriaus įsitraukimą ir padaro jį skaidresniu?



9 pav. 3 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022)

9 paveiksle parodyta, kad 34 procentų pilnai sutinka su šiuo teiginiu. 36 procentai sutinka su šiuo teiginiu taip pat. 18 procentai respondentų buvo neutralūs. Tuo tarpu nesutiko ir pilnai nesutiko tik 12 procentų.

4. Blokų grandinės technologijos naudojimas gali sumažinti sukčiavimo ir finansinių aferų riziką finansų institucijose.



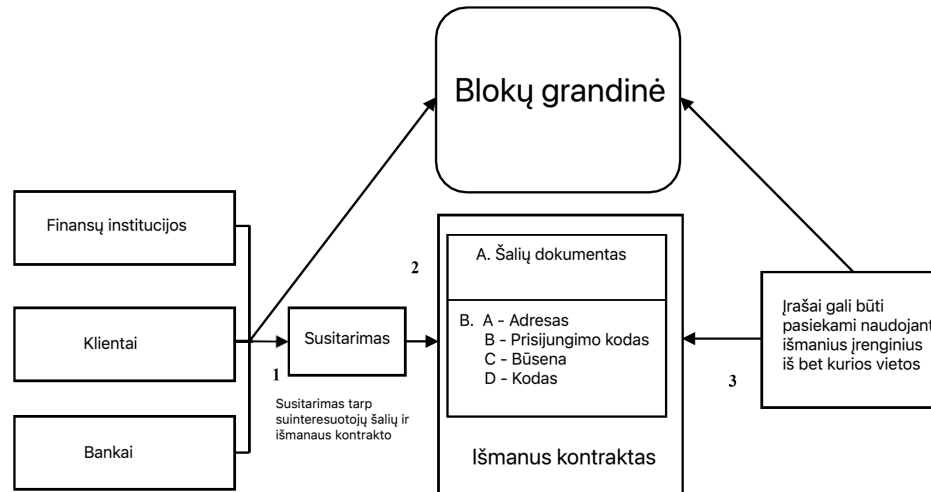
10 pav. 4 klausimo rezultatai (Kumar ir kt., 2022)

10 paveiksle matosi, kad su šiuo teiginiu 42 procentų pilnai sutinka, 40 procentai sutinka su šiuo teiginiu taip pat. Tuo tarpu nesutiko 8 procentai.

Autoriai atlikę šį tyrimą ir apibendrinę rezultatus, išvadose teigia, kad blokų grandinės naudojimas finansų sektoriuje ir organizacijose, gali sumažinti finansinių sukčiavimų ir aferų riziką. Taip pat finansinės operacijos atliekamos greičiau bei sumažinant kaštus. Vienas iš svarbiausių išsakytų teiginių yra tai, kad finansiniai procesai ir operacijos tampa skaidresnės bei saugesnės visoje finansų ekosistemoje (Kumar ir kt., 2022).

Finansų sektoriuje buvo analizuotas tyrimas, kurio tikslas nustatyti blokų grandinės technologijos panaudojimą dabartinėse finansų ir bankinėse sistemose. Autoriai atlikę literatūros analizę ir apibendrinę surinktą informaciją, išskyrė pagrindinius privalumus, kurie gali išspręsti esamas problemas, atliekant finansines operacijas. Visų pirma, naudojant blokų grandinės technologiją, galima saugiai ir lengvai keisti informaciją tarp skirtingų ir didelio kiekio organizacijų. Finansų ir bankų industrijos duomenų bazėse yra laikoma itin svarbi ir jautri informacija. Kiekvieno kliento duomenys susiję su finansiniais rodikliai yra konfidencialūs ir turi būti laikomi ypatingai saugiai. Kita svarbi operacija, kurioje blokų grandinė technologija galėtų išspręsti tam tikras problemas, yra sąskaitų apmokėjimai ir atsiskaitymai. Dabartinės sistemos, kuriomis naudojasi klientai nėra modernios ir turi nemažai spragų, kuriomis pasinaudojus galima atlikti finansinius sukčiavimus. Taip pat verta paminėti, kad dažnai mokėjimai trunka ilgą laiką. Atliekami mokėjimai gali užtrukti iki

kelių dienų, kas pasak autorių yra neefektyvu. Ypatingai tai yra svarbu kalbant apie draudiminius įvykius, kai nukentėję žmonės turi laukti kelias savaites, kad gautų kompensaciją už patirtą žalą. Autoriai taip pat savo darbe tyrinėja išmaniųjų kontraktų principą finansų sektoriuje. Išmanieji kontraktai yra vienas pagrindinių blokų grandinės technologijos sukurtų elementų. Išmanusis kontraktas tai yra kontraktas ar sutartis, kuri įvykdoma ir priimamas sprendimas naudojant blokų grandinės technologiją. Naudojant išmaniuosius kontraktus kompiuterio protokolas laikosi visų gairių, standartų ir procedūrų. Autoriai pristato išmaniųjų kontraktų modelį, kuris gali būti naudojamas bankinėse ir finansinėse operacijose (Younus ir Abumandil, 2022).



11 pav. Išmaniojo kontrakto principas banko ir finansų sistemose (Younus ir Abumandil, 2022)

Išmaniojo kontrakto principas banko ir finansų sistemose (Younus ir Abumandil, 2022) pavaizduotas 11 paveiksle. Išmaniojo kontrakto ekosistemoje dalyvauja visos suinteresuotosios šalys bankų ir finansinėse operacijose: finansų institucijos, klientai ir bankai. Šios visos šalys susitaria bendras sąlygas ir įsipareigojimus, kurių turi visi laikytis, atlikdami tam tikras finansines paslaugas arba jomis naudojantis. Kitas žingsnis yra skaitmeninio šalių dokumento sudarymas, kuris ir vadinasi išmanusis kontraktas. Skaitmeninis kontraktas turi tokią informaciją kaip adresą. Tai yra vieta į kur keliauja finansinės operacijos ar pavedimai. Prisijungimo kodas, kuris nurodo kas turi prisijungimą prie išmanaus dokumento, būsena nurodo kas vyksta su išmaniuoju dokumentu, ar vyksta kokios operacijos, kur keliauja tam tikri pavedimai. Šiuo atveju kodas yra sugeneruojamas virtualaus kompiuterio, kai sėkmingai atliekama tam tikra operacija. Visas šis procesas yra valdomas virtualioje erdvėje, naudojant ir veikia blokų grandinės technologijos principu. Suinteresuotosios šalys gali matyti išmaniojo kontrakto informaciją bei vykdomus veiksmus, naudojant savo turimus įrenginius (Younus ir Abumandil, 2022).

Dar viena nagrinėta plati industrija, kurioje buvo tyrinėta blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybės, yra gamybos sektorius. Pirmajame nagrinėtame šaltinyje autoriai pristato produkto gyvavimo ciklo valdymą, naudojant blokų grandinės technologiją. Produkto gyvavimo ciklas, pasak autorių pasiūlyto modelio, sudaro keturios pagrindinės stadijos (Liu, Wang, Guo, Barenji, Li ir Huang, 2020):

1. Pradinė stadija. Šioje stadijoje yra atliekama rinkos analizė, produkto dizainas, gamyba ir kokybės užtikrinimas.
2. Kontrolės stadija. Šioje stadija atliekamas klientų aptarnavimas, produkto sekimas ir kontrolė bei inventoriaus valdymas.

3. Techninės priežiūros stadija. Šioje stadijoje atliekamas produkto techninių specifikacijų tobulinimas, remontas bei išankstinė techninė priežiūra, kuri užkirstų kelią produkcijos gedimui ir klaidom.
4. Pabaigos stadija. Šioje stadijoje atliekamas produkto perdirbimas arba panaudojimas iš naujo. (Liu ir kt., 2020)

Sukurtas blokų grandinės tyrimo modelis siekia pagerinti produkto gyvavimo ciklo valdymo stadijas. Visų pirma autoriai pristato bendro kūrimo koncepciją, kurios metu produktas yra kuriamas kartu su potencialiais vartotojais. Naudojant blokų grandinės technologiją, yra sukuriamas platforma, kurios funkcijos leidžia būsimiems vartotojams aprašyti savo idėjas ir pateikti gamintojams. Aprašytos idėjos yra patvirtinamos išmaniojo kontrakto funkcija. Kitas žingsnis yra sukuriamas naujas blokų grandinės blokas ir pateiktas patvirtinimui. Kai naujas blokas gauna bendrą patvirtinimą, jis atsiranda blokų grandinės sistemoje. Visa informacija, kuri yra visoje grandinėje, turi atitikti visus reikalavimus, kurie buvo prieš tai nustatyti įmonės. Paskutinis šio proceso žingsnis yra tai, kad įmonė gali priimti sprendimą pagal blokų grandinės surinktą informaciją. Kai surinktos idėjos yra įgyvendintos gamyboje, vartotojas, kuris buvo pasiūlęs šias idėjas, gali būti apdovanotas. Tokiu būdu galima skatinti ir kitus vartotojus pateikti savo idėjas.

Antroje kontrolės bei sekimo stadijoje taip pat yra siūloma naudoti blokų grandinės technologiją. Pagamintų produktų sekimas ir kontrolė yra labai svarbi gamybos dalis, kuri yra susijusi su klientų aptarnavimo kokybe ir logistikos efektyvumu sekant ir kontroliuojant produktų judėjimą. Visų pirma į blokų grandinės sistemą būtų suvedama produkto informacija: serijos numeris, produkto pavadinimas, gamybos vieta, laikas, kokybės informacija ir kt. Vėliau reikiant greitai ir efektyviai surasti šią informaciją, blokų grandinės paieškoje duomenys būtų prieinami ir greitai būtų galima sužinoti apie medžiagą, iš kurios produktas buvo pagamintas, gamybos kokybės ataskaitas, logistikos informaciją ir kt. Gauti rezultatai būtų sudedami į išmaniojo kontrakto sistemą. Tuo metu, kai sistemoje bus aptiktas nenumatytas atvejis ar nuokrypis, bus apie tai pranešama vartotojams bei visa informacija bus pateikta gamintojams.

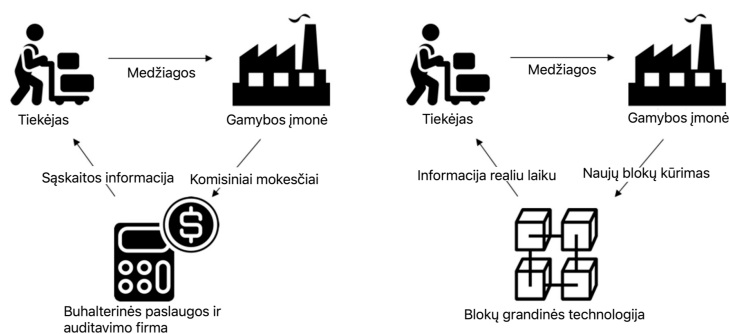
Techninės priežiūros stadija yra ilgiausias procesas produkto gyvavimo ciklo valdyje. Į šį procesą yra įtraukta daug skirtingų šalių ir skyrių: tyrimų komanda, techninis skyrius, inžinieriai ir kt. Naudojant blokų grandinę yra siekiama atlikti iniciatyvią techninę priežiūrą tam, kad užkirsti kelią produktų gedimui dideliu mastu bei kuo greičiau nustatyti gedimą, jį pašalinti ir toliau tęsti gamybą. Pasinaudojus išmaniojo kontrakto sistema, siekiama nustatyti bendrus techninius reikalavimus ir standartus su techninės priežiūros bei remonto organizacijomis. Nustačius reikiamus standartus ir ribas, kurių nuokrypis identifikuotų apie galimą klaidą ar gedimą, viskas būtų patalpinama blokų grandinės aplinkoje. Išmaniojo kontrakto veikimo principas gali veikti automatiškai ir sekti produktų bei gaminių būklę, atlikti analizes bei įspėti apie galimą klaidą. Taip pat kiekvienas įrašas apie techninę būklę bus patalpinamas blokų grandinės sistemoje. Stebint šiuos įrašus, galima pamatyti, kas buvo atlikta praeityje, kokios klaidos ar gedimai buvo nustatyti. Tai gali padėti priimti tam tikrus sprendimus vadovams keičiant ar atnaujinant gamybinę įrangą bei tobulinant gamybos liniją.

Paskutinė ir labai svarbi produkto gyvavimo ciklo valdyje yra perdirbimas ar atnaujinimas. Teisingas ir tvarus perdirbimas gali užkirsti kelią išmesti bei atsikratyti reikalingų medžiagų ir sumažinti naujų medžiagų sunaudojimą. Produkto gyvavimo ciklo atliekų valdyje yra svarbu naudoti uždaro rato principą tam, kad panaudotas medžiagas gražinti į gamybos procesą. Šį principą yra siekiama įgyventi naudojant blokų grandinės technologiją. Tam, kad sukurti uždaro rato principą, autoriai išskyrė 6 dalis

visame procese: Panaudotos medžiagos surinkimą, medžiagos įvertinimą, medžiagos perdirbimą, perdirbtos medžiagos įvertinimą, perdirbtos medžiagos gamybą ir perdirbtos medžiagos produkcijos gavybą. Pagal autorių pateiktą rekomendaciją, yra siekiama visą šį procesą kontroliuoti naudojant blokų grandinę. Visų pirma yra nustatomi standartai, kurie skatintų ir motyvuotų atlikti perdirbimą. Pavyzdžiui šie standartai gali rodyti medžiagų kaštus, sunaudojimo laiką, prekės ženklą ir kt. Antras svarbus žingsnis yra tai, kad kiekvienas šio proceso veiksmas turėtų savo įrašą ir būtų įrašytas blokų grandinės sistemoje. Tai suteikia didelį skaidrumą visame procese, kurį gali užtikrinti produkto savininkas. Dėl viso proceso kompleksiskumo yra sunku suvaldyti visą perdirbimo procesą ir užtikrinant atliekų patekimą į aplinką. Todėl efektyvus proceso valdymas yra būtinas ir reikalingas tam, kad pasiekti maksimalią naudą. Naudojant blokų grandinę, sukurti įrašai ir informacija apie perdirbimo procesą bei jo rezultatus, padidintų kontrolę ir užtikrintų, kad yra laikomasi nustatytų standartų. Autoriai sukūrė blokų grandinės platformos modelį bei atlikę proceso simuliacijas, priėjo prie išvadų, kad naudojant blokų grandinės technologiją, galima pagerinti produkto gyvavimo ciklo valdymą gamybos industrijoje, padidinant visą proceso skaidrumą, vartotojų įsitraukimą, klaidų ir gedimų sumažinimą bei tvaraus proceso įgalinimą, kontroliuojant medžiagų perdirbimą ir panaudojimą naujai gamybai (Liu ir kt., 2020).

Kitas šaltinis, kuris taip pat buvo analizuotas gamybos sektoriuje, siekia ištirti ar blokų grandinės naudojimas gali padidinti skaidrumo procesą ir sumažinti kaštus gamybos industrijoje. Visų pirma autoriai nagrinėjo blokų grandinės naudojimo galimybes finansų industrijoje ir tiekimo grandinės procesuose siekiant padidinti skaidrumą bei sumažinti kaštus. Nustačius, kad blokų grandinės įtaka padeda pagerinti šiuos aspektus, autoriai toliau tyrinėja ir šių proceso pagerinimo įtaka gamybos industrijai.

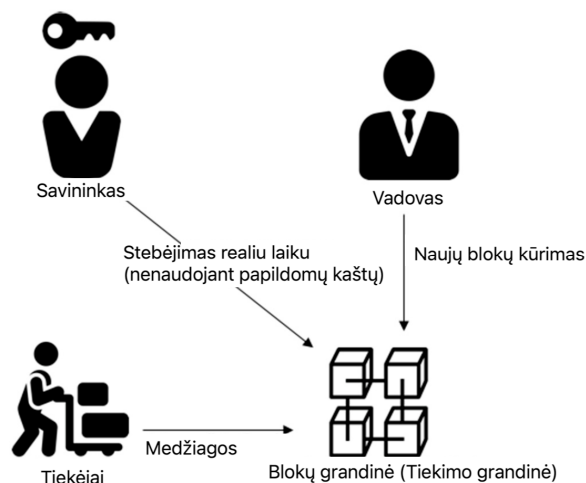
Finansinis skaidrumas, kuris yra pasiekiamas naudojant blokų grandinės technologiją, padeda gamybos įmonėms sumažinti finansinių operacijų patvirtinimo ir stebėjimo kaštus. Naudojant blokų grandinės technologiją yra sukuriami patikimi santykiai tarp partnerių, sumažinant kontrolės bei užtikrinimo stebėjimo kaštus. Užtikrinimo kaštai atsiranda dėl mažo pasitikėjimo tarp pirkėjų bei pardavėjų gamybos industrijoje. Pavyzdžiui, kai gamybos įmonė užsiima verslu su medžiagų tiekėjais, tiekėjai turi įvertinti galimas finansinių apgavysčių rizikas ar numokėjimus iš gamybos įmonės. Todėl gamybos įmonė turi pakankamai lėšų tam, kad apmokėtų sąskaitas už medžiagas. Dėl šios esančios rizikos ir pasitikėjimo stokos, gamybos įmonė turi naudotis tarpininkavimo paslaugomis arba pas save atlikti finansinį auditą. Būtent šie užtikrinimo procesai sukuria papildomas išlaidas norint sėkmingai bendradarbiauti su kitais partneriais. Naudojant blokų grandinės technologiją, gamybos įmonėms atsiranda galimybė pateikti ir įrodyti savo dabartinį finansinę būklę tiekėjams ir tokiu būdu sumažinti analizuotus kaštus. (Ko ir kt., 2018).



12 pav. Finansinės informacijos patvirtinimo kaštai gamybos įmonėje (Ko ir kt., 2018)

12 paveiksle, pateikti finansinės informacijos patvirtinimo kaštai, kuriuos gali pakeisti blokų grandinė ir padidinti tiekėjų pasitikėjimą gamybos įmonėmis.

Taip pat svarbus procesas, kuris yra atliekamas gamybos įmonėse, yra savininkų kontrolė kitų vadovų, kurie dirba gamybos įmonėse. Dažnai gamybos įmonę valdo keli savininkai ir atsiranda problemų suderinti visų savininkų skirtingus norus bei lūkesčius. Autoriai teigia, kad išspręsti ir suderinti skirtingus savininkų lūkesčius galima pasirenkant tinkamus įmonės skyrių vadovus. Šiuo atveju įmonių savininkai skiria papildomus išteklius ir kaštus, kad kontroliuotų vadovų veiklą ir rezultatus. Tyrimo autoriai, teigia, kad kaštų sumažinimas gali būti padarytas naudojant blokų grandinės technologiją. Iš esmės įmonės skaidrumas yra skirstomas į finansinį skaidrumą bei valdymo skaidrumą. Valdymo skaidrumas gali būti valdomas taip pat naudojant blokų grandinės technologiją ir viską stebėti realiu laiku. Šiuo atveju nebereikia intensyvių tradicinių stebėjimo ir kontrolės metodų, kurie sugeneruoja dideles išlaidas. Pavyzdžiui, naudojant blokų grandinės sistemą, įmonės savininkai gali stebėti tiekimo grandinės procesą ir užtikrinti ar skyriaus vadovai pasiekia reikiamą nustatytą pelną. Naudojant blokų grandinės technologiją galima sekti koks medžiagų kiekis yra nuperkamas iš tiekėjų ir palyginti koks kiekis yra realizuojamas ir panaudojamas gamyboje.



13 pav. Gamybos įmonės procesų stebėjimas (Ko ir kt., 2018)

Autoriai pristatė modelį, kuris yra matomas 13 paveiksle. Šiame modelyje pavaizduotas įmonės savininkų stebėjimo procesas ir vadovų kontrolė, kuri yra atliekama naudojant blokų grandinės technologiją. Įmonės vadovų rezultatai bei darbai yra matomi sukuriant naujus blokus. Taip pat į blokų grandinę yra pridėdama informacija apie papildomą medžiagų pirkimą ir naudojimą gamybai. Tuo tarpu įmonės savininkai mato visus įrašus stebint blokų grandinėje esančią informaciją. Tai leidžia priimti teisingus ir pamatuotus sprendimus, kurie gali turėti įtaką įmonės vertei bei pelningumui (Ko ir kt., 2018).

Viena iš sudėtingiausių industrijų pasaulyje aviacija taip pat susiduria su naujų technologijų poreikiu tam, kad būtų pagerinti šios industrijos verslo procesai. Autoriai Ahmad ir kt. (2020) atliko tyrimą tam, kad nustatytų kokiuose aviacijos procesuose gali būti naudojama blokų grandinės technologija ir kokias problemas ji gali išspręsti įvairiuose dalyse. Visa aviacijos industrija susiduria su dideliu kiekiu dokumentų, kuriuos reikia sekti ir valdyti. Autoriai teigia, kad lėktuvo techninių skraidymo įrašų žurnalas yra naudojamas ir valdomi rankiniu būdu. Šis procesas turi nemažai potencialių rizikų: žurnalas gali būti pamestas arba sugadintas. Pasitaikius tokiam atvejui, iškyla saugumo problema dėl

lėktuvo neaiškaus techninio stovio, kurį užtikrina techninis skraidymų žurnalas. Blokų grandinės technologija, kurios būdu galima patalpinti ir kontroliuoti visus įrašus skaitmeninėje erdvėje bei sekti visus pakeitimus ir įrašus, kurie negali būti pakeisti ir suklastoti. Autoriai taip pat analizuoja, kad išmaniųjų kontraktų (*smart contract*) sistema gali būti panaudota tam, kad efektyviai valdyti techninius lėktuvo įrašus, lėktuvo įgulos sertifikatus bei antžeminio aptarnavimo procesus.

Lėktuvo įgulos sertifikatai – tai dokumentai patvirtinantys, kad lėktuvo pilotai ir palydovai turi pakankamai patirties, įgūdžių bei kompetencijų saugiai valdyti lėktuvą skrydžio metu. Todėl visi sertifikatai turi būti apsaugoti nuo sugadinimo ar klastojimo skaitmeninėse sistemose. Naudojant blokų grandinės technologiją galima patalpinti kiekvieno įgulos nario dokumentus į skaitmeninę erdvę. Naudojantis technologija galima patvirtinti ir įvertinti ar pilotas ir palydovas turi reikiamas kompetencijas atlikti savo darbą. Oro linijos šiuo metu susiduria su dideliu iššūkiu, kuomet reikia susekti ir surasti pamestą keleivio bagažą. Blokų grandinės technologija leistų skaidriai ir realiu laiku sekti bagažą bei jo buvimo vietą, kai keleivio bagažas yra pasimetęs ar nukeliavęs į kitą oro uostą negu buvo planuota. Naudojantis technologija galima sekti ir nustatyti kiekvieną asmenį, kuris paskutinis turėjo prieigą prie bagažo, jeigu bagažas būtų sugadintas arba į jį įdėta neleistinos transportuoti medžiagos. Autoriai taip savo straipsnyje kalba apie lėktuvų techninės priežiūros bei remonto procesų pagerinimus valdant ir sekant techninę dokumentaciją. Atliekant lėktuvo techninę priežiūrą ar remontą, yra sukuriamas ir užpildomas didelis kiekis dokumentacijos, kurią reikia apdoroti ir patalpinti saugioje vietoje. Naudojant blokų grandinę galima sekti kiekvieną orlaivio dokumentą bei įrašą ir patalpinti jį skaitmeninėje erdvėje. Jeigu lėktuvo įrašai yra pametami arba sugadinami gali sumažėti lėktuvo vertė arba kilti rizika lėktuvo saugumui. Blokų grandinės technologija galėtų būti naudojama lėktuvo pirkimo metu. Lėktuvo vertė piniginiu atžvilgiu yra labai didelė, todėl perkant šį turtą yra svarbu įsitikinti, kad lėktuvo stovis yra geras ir saugus. Blokų grandinės verifikavimo funkcija padėtų pirkėjui įsitikinti, kad lėktuvas yra tinkamas pirkti ir jo dokumentai atitinka visus būtinus reikalavimus (Ahmad ir kt., 2020).

Autoriai Andrei ir kt. (2021) savo tyrime sukūrė skaitmeninį teorinį modelį, tinkantį integruoti kartu su blokų grandinės sistema ir valdyti lėktuvo atsarginių dalių bei tiekimo grandinės procesus. Autoriai savo tyrime parodė, kad blokų grandinės technologijos naudojimas gali atnešti didelę vertę aviacijos industrijai. Visų pirma, kalbant apie lėktuvo dalis ir komponentus, naudojant blokų grandinės sistemą, yra galimybė nuspėti kada dalis suges ir turės kokią klaidą dėl kurios lėktuvas nebegalės skristi. Tai būtų galima padaryti turint visą teisingą informaciją apie lėktuvo dalies istoriją bei buvusias gedimus. Šią informaciją galima sekti ir valdyti, naudojant blokų grandinės technologiją. Taip pat kitas svarbus procesas, kurį autoriai analizuoja yra lėktuvo dalių tiekimo grandinės proceso valdymas, naudojant blokų grandinės technologiją. Tradicinės naudojamos sistemos dažnai negali pateikti visos informacijos realiu laiku apie lėktuvo dalių judėjimą. Kiekviena nauja dalis, kuri išleidžiama iš gamintojo, su savimi turi informaciją bei tam tikrus dokumentus patvirtinančius, kad dalis atitinka aviacijos reikalavimus. Dažnai dalys keliauja per daugybę savininkų per savo gyvavimo laikotarpį. Tiekimo grandinėje atsiranda daug papildomų organizacijų: dalių pardavėjai, orlaivių savininkai, oro linijos ir remonto organizacijos, kurios atlieka dalių techninę priežiūrą. Visas šis tiekimo grandies procesas yra sudėtingas ir reikalauja naujų sprendimų būdų. Blokų grandinės technologija leistų atsakingos organizacijoms sekti visą dalių judėjimą bei veiksmus, kurie yra susiję su dalies eksploatavimu. Tokiu būdu procesas būtų kontroliuojamas ir skaidrus bei sumažėtų rizika rinkoje atsirasti nepatvirtintoms dalims, kurios galėtų įtakoti lėktuvo saugumą. (Andrei ir kt., 2021).

Atlikus blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybių ir sprendimų analizę skirtingose industrijose, yra pastebima tam tikrų industrijų pažanga. Viena iš labiausiai pažengusių industrijų yra finansų sektorius. Finansų sektoriuje blokų grandinė yra sėkmingai naudojama tam, kad užtikrinti bankinių operacijų efektyvumą, saugumą bei skaidrumą. Atlikta analizė taip pat parodė, kad finansų sektoriuje yra specialistų, kurie turi pakankamai įgūdžių ir supratimo apie blokų grandinės technologiją, bei ją naudoja kasdieninėje savo darbo veikloje. Atlikus skirtingų industrijų apžvalgą pažanga taip pat matoma ir logistikos sektoriuje. Būtent Maersk krovinių pervežimo kompanija savo verslo modelyje naudoja blokų grandinės technologiją tam, kad padidinti pervežimo proceso skaidrumą ir tiekimo grandinės efektyvumą. Pagal įmonės pateiktas ataskaitas būtent šios technologijos pritaikymas padėjo sumažinti piniginius kaštus. Dar vienas atvejis logistikos industrijose yra Walmart kompanija. Ši kompanija savo tiekimo grandinėje taip pat naudoja blokų grandinės technologiją, tam galėtų sekti ir stebėti maisto produktų vežimo iš kitų šalių informaciją. Taip pat, apibendrinant nagrinėtas industrijas, reikėtų paminėti, kad autorius Ahmad ir kt. nagrinėja blokų grandinės panaudojimą keliuose sektoriuose: aviacijoje ir logistikoje. Šių autorių tyrimai teorinio pobūdžio, tačiau buvo pateiktos galimybės ir realios naudos, kurias gali atnešti blokų grandinės naudojimas tam tikrose industrijų dalyse.

2.3. Blokų grandinės technologijos taikymo metodai lėktuvų techninėje priežiūroje

Nagrinėjant lėktuvų techninės priežiūros procesus ir esamų išmaniųjų technologijų panaudojimą, autoriai išskiria blokų grandinės technologiją kaip vieną iš sprendimų, galinčių pagerinti techninės priežiūros procesus. Vis dažniau galima rasti tyrimų ir publikacijų, kurios nagrinėja blokų grandinės naudą lėktuvų techninei priežiūrai.

Autoriai Ma ir kt. (2022) savo tyrime atliko esamų šaltinių apžvalgą, nagrinėdami esamų ir tobulėjančių technologijų panaudojimą lėktuvų techninei priežiūrai. Pagal rastų šaltinių turinį autoriai klasifikavo 4 skirtingas dalis, kur viena iš dalių yra išmaniosios technologijos. Pagal autorių klasifikavimą išmaniosioms technologijoms priskiriama: robotika ir automatizavimas, blokų grandinės technologija bei daiktų internetas. Ma ir kt. (2022) savo darbe teigia, kad blokų grandinės technologija gali prisidėti prie lėktuvų techninės priežiūros duomenų rinkimo ir valdymo proceso. Šios technologijos naudojimas gali suteikti galimybę planuoti lėktuvo techninę priežiūrą bei pačių lėktuvų operacijų judėjimą realiu laiku. Taip pat autoriai pabrėžia tai, kad šių technologijų pritaikymas orlaivių techninėje priežiūroje gali padėti sumažinti žmogiškojo faktoriaus klaidų bei praplėsti duomenų apdorojimo galimybes (Ma ir kt., 2022).

Blokų grandinės technologija daugeliui industrijų, įskaitant ir lėktuvų techninę priežiūrą, gali suteikti ir įgalinti decentralizaciją valdant ir apdorojant įvairius duomenis. Taip pat technologija savo veikimo principu gali padidinti duomenų valdymo nuoseklumą bei saugumą. Vienas iš svarbiausių blokų grandinės technologijos naudojimo privalumų yra tai, kad priiminėjant tam tikrus svarbius sprendimus, atliekant techninę priežiūrą, blokų grandinės technologija suteikia galimybę naudoti ir įtraukti daugiau duomenų, kurių tikslus įvertinimas gali turėti įtakos sprendimo priėmimui. Naudojant kuo daugiau svarbių duomenų sprendimas gali būti tikslesnis bei patikimesnis. (Ma ir kt., 2022)

Apibendrinami savo tyrimą, autoriai dar kartą teigia tai, kad lėktuvų techninės priežiūros industrijai yra reikalingi tolimesni tyrimai, kurie galėtų giliau nagrinėti blokų grandinės technologijos panaudojimo galimybes bei naudą. Pati technologijos esmė ir jos naudojimas leidžia sukurti skaitmeninius sertifikatus ir duomenų decentralizavimo mechanizmą, kuri valdo tam tikri vartotojai

bendru sutarimu. Naudojant šiuos technologijos privalumus ir juos pritaikant lėktuvų techninės priežiūros procesuose galima pasiekti gerą sinergiją tarp skirtingų suinteresuotų šalių įvairiuose procesuose (Ma ir kt., 2022).

Autoriai Momoh ir kt. (2022) savo darbe tyrinėja blokų grandinės panaudojimą aviacijoje. Šiame tyrime, taip pat yra pristatomi blokų grandinės technologijos privalumai. Vienas iš pagrindinių privalumų yra duomenų skaidrumas. Visi įrašai ir visa informacija blokų grandinės technologijos sistemoje yra matomi nuo pat sukūrimo. Kiekvienas įrašas ar jo keitimas užfiksuojamas sistemoje. Šis privalumas leistų peržiūrėti istoriją bei sekti reikiamus įmonės duomenis (Momoh et. al., 2022).

Blokų grandinės technologijos sprendimai vis dažniau yra nagrinėjami būtent lėktuvo atsarginių dalių valdyme. Grindžiant technologijos veikimo principą, galima sukurti skaitmeninius sertifikatus patvirtinančius atsarginių dalių informaciją ir istoriją. Autoriai Wickboldt ir Kliewer (2019) savo publikacijoje atliko tyrimą apie lėktuvo atsarginių dalių remonto dokumentacijos valdymą. Pradžioje autoriai pristato lėktuvo atsarginių dalių remonto principą. Lėktuvo dalys pašalinamos iš lėktuvo yra dvejais atvejais. Pirmas atvejis, kai dalis sugenda ir nefunkcionuoja. Šis atvejis vadinamas nenumatytu defektu. Kitas atvejis yra, kai dalis esanti lėktuve pasiekia savo skraidymo limito laiką ir turi būti pašalinama iki limito. Šis atvejis yra numatytas ir planuojamas. Dažniausiai nuimta dalis yra siunčiama į remonto organizacijas, kuriose atliekamas gedimo šalinimas arba pilnas dalies patikrinimas (Wickboldt ir Kliewer, 2019).

Per visą savo gyvavimo ciklą lėktuvo dalys gali būti uždedamos ant kelių lėktuvų, turėti kelis savininkus bei praeiti kelias remonto organizacijas. Būtent šie procesai sugeneruoja didelį kiekį skirtingos istorijos dokumentacijos. Šios dokumentacijos valdymas ir prieiga yra labai būtent dalims, kurios turi savo skraidymo limitą, tam, kad nustatyti tikslią istoriją ir įsitikinti, kad dalis nėra viršijusi savo naudojimo limitų. Autoriai teigia, kad informacijos, susijusios su remontuojamos dalies istorija, prieiga galėtų pagerinti ir remonto procesą, priimti tikslesnius sprendimus, parenkant remonto procedūras bei tiksliau nustatyti gedimus ir juos pašalinti (Wickboldt ir Kliewer, 2019).

Autoriai savo darbe pristatė informacinių technologijų sukurtą artefakto modelį, kuris naudoja blokų grandinės technologijos principą valdyti skaitmeninius remontuojamų dalių duomenis. Šio artefakto tikslas pagerinti remonto organizacijos tiekimo grandinės procesą, kuris susijęs su duomenų valdymu naudojant informacines technologijas. Taip pat autorių sukurtas modelis sukuria decentralizuotą prieigą prie duomenų, kurie yra susiję su lėktuvo dalies remontu. Ši decentralizavimo galimybė užtikrina, kad visą remonto ciklą ir procesą gali stebėti bei kontroliuoti tik tam tikros šalys. Tokiu būdu sumažėja galimybė manipuluoti duomenimis bei padidėja visas remonto proceso skaidrumas (Wickboldt ir Kliewer, 2019).

Atlikę modelio vertinimą autoriai teigia, kad naudojant šį artefaktą remonto organizacijoje yra galimybė pagerinti lėktuvo atsarginių dalių atliekamo remonto dokumentacijos valdymo procesą bei išspręsti esamus trūkumus (Wickboldt ir Kliewer, 2019).

Autoriai Lopes ir kt. (2021) savo tyrime taip pat analizuoja blokų grandinės technologijos panaudojimą lėktuvų techninėje priežiūroje. Vienas iš nagrinėtų procesų, kuriame blokų grandinės technologija gali atnešti naudos yra techninės priežiūros dokumentų laikymas bei apdorojimas. Visi dokumentai, kurie yra gauti iš oro linijų bei remonto organizacijų, gali būti saugiai laikomi vienoje vietoje visą lėktuvo gyvavimo periodą. Taip pat autoriai teigia, kad naudojant blokų grandinės

technologiją, galima patvirtinti bei užtikrinti visą atsarginių dalių techninės priežiūros ir remonto ciklą (Lopes ir kt., 2021).

Toliau nagrinėjant blokų grandinės technologijos panaudojimą, kompanija Deloitte, kuri yra audito bei verslo ir finansų konsultavimo įmonė, išleido publikaciją apie blokų grandinės technologijos naudą lėktuvų nuomos procesų gerinimui. Šios publikacijos autoriai Kehoe ir Hallahah (2018) grindžia, kad viena iš lėktuvo nuomos proceso dalių yra techninė priežiūra, kuri nuolatos atliekama nuomojamam lėktuvui. Autoriai teigia, kad per savo skraidymo periodą lėktuvas gali pakeisti net šešis skirtingus savininkus iki tol kol yra likviduojamas ir nebegali tęsti operacijų. Per visą šį periodą yra sugeneruojamas didelis kiekis techninės priežiūros dokumentacijos. Dauguma operatorių bei savininkų techninius įrašus ir dokumentus vis dar laiko popierinėje versijoje. Toks dokumentų laikymas ir valdymas gali sukelti didelių problemų tokių kaip dokumentų sugadinimas, klastojimas bei praradimas. Taip pat yra teigiama, kad prieiga prie popierinės dokumentų versijos apsunkina galimybes įvertinti lėktuvo būklę ar vertę atliekant pirkimo ar nuomos procesą.

Deloitte publikacijoje yra teigiama, kad blokų grandinės technologija sėkmingai išsprendžia dokumentacijos valdymo iššūkius finansų srityje, bei taip pat galėtų būti pritaikoma ir sprendžiant lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos problemas. Lėktuvo techniniai dokumentai bei įrašai turėtų būti skaitmeniniai ir nekintami, kad juos būtų galima paprasčiau bei efektyviau valdyti. Tokiu būdu galima lengvai stebėti ir atsekti dokumentų pakitimus. Taip pat atsiranda galimybė nustatyti, koks asmuo atliko tam tikrus techninės priežiūros darbus ir tokiu būdu greitai ištirti istorinių įvykių seką atsitikus tam tikram incidentui. Autoriai pristato, kad visi šie veiksmai galėtų būti pasiekti naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus. Šioje publikacijoje yra sukurta idėja pavadinimu „Airchain“. Ši idėja yra potenciali ateities sistema skirta visoms suinteresuotosioms šalims lėktuvų nuomos procese. Idėjos tikslas ir vizija yra sukurti ekosistemą, kurioje būtų laikomi ir valdomi lėktuvo duomenys tarp skirtingų, prieigą pagal teises ir atsakomybes turinčių šalių. Ši ekosistema paremta blokų grandinės technologijos principu, suteiktą galimybę nuolatos stebėti lėktuvo dokumentaciją bei duomenis, stebėti pakitimus bei priimti tikslius sprendimus ateityje atliekant techninę priežiūrą, nustatinėjant lėktuvo kainą ar sugedimo tikimybę (Kehoe, Hallahah, 2018).

Mokslinėje literatūroje tyrėjai taip pat nagrinėja blokų grandinės technologijos naudojimą lėktuvų techninės priežiūros ir remonto organizacijų veikloje. Autoriai Efthymiou, McCarthy, Markou ir O'Connel (2022) išleido publikaciją, kurioje atliko tyrimą, kad nustatyti kokią naudą blokų grandinės technologijos naudojimas gali atnešti remonto organizacijai. Visų pirma yra analizuojama tai, kad techninės priežiūros ir remonto organizacijų veikla yra kompleksinis procesas susidedantis iš skirtingų aviacijos reglamentų laikymosi, klientų reikalavimų išpildymo, atsarginių dalių tiekimo grandinės valdymo bei įtempto ir laiko suspausto proceso (Efthymiou ir kt., 2022). Taip pat apie lėktuvų techninės priežiūros organizacijų veiklos sudėtingumą analizuoja autoriai Nam ir kt. (2023). Nagrinėdami lėktuvų techninės priežiūros organizacijos procesus, autoriai pabrėžia, kad šios organizacijos nuolat susiduria su daugybe iššūkių. Viena iš pagrindinių problemų yra tai, kad šių organizacijų klientai, oro linijos ar lėktuvų savininkai siekia, kad lėktuvas būtų kuo greičiau sutvarkytas ir galėtų tęsti operacijas. Ant žemės stovintis lėktuvas yra labai didelis nuostolis. Todėl lėktuvų techninės priežiūros organizacijos nuolat susiduria su spaudimu atlikti visas užduotis kuo greičiau. Įmonės, norėdamos atlikti darbus kuo greičiau, tuo pačiu metu sumažina darbų atlikimo kokybę. Šios kokybės sumažinimas ateityje gali atsiliepti ir lėktuvo operacijų saugumui.

Dar vienas aspektas, kurį autoriai analizuoja, yra lėktuvo techninės priežiūros organizacijų veiklos tvarumas. Lėktuvo techninės priežiūros organizacijų industrija yra kritinis ir viena svarbiausių dalių aviacijos žiedinėje ekonomikoje. Techninės priežiūros organizacijų veikla yra įtraukta į nuolatinį panaudojamų medžiagų rūšiavimą bei perdirbimą. Siekiant tam tikrų darnumo rodiklių atsiranda papildomų veiklos bei proceso valdymo iššūkių organizacijai, kuri turi suderinti socialinius, aplinkos bei ekonominius veiksnius (Nam ir kt., 2023).

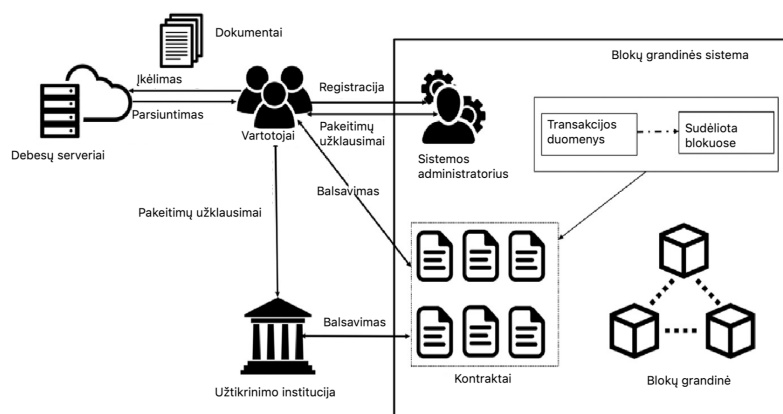
Minėti autoriai Efthymiou ir kt., 2022 savo tyrime atliko interviu su 11 skirtingų profesionalų, tam, kad nustatyti ir išgirsti jų nuomonę apie blokų grandinės technologijos panaudojimo efektyvumą lėktuvų techninės priežiūros organizacijose. Po atlikto interviu, autoriai teigia, kad visi tyrimo dalyviai teigė, kad blokų grandinė atnešų didelę naudą lėktuvų techninės priežiūros organizacijoms ar netgi pakeistų visą industriją (Efthymiou ir kt., 2022).

Visų pirma yra teigiama tai, kad atsiradus bet kokiam lėktuvo dalies gedimui, inžinierius ar technikas naudojant blokų grandinės technologiją galėtų gauti visą informaciją apie visą dalies istoriją. Būtų galima nustatyti kokie gedimai buvo pastebimi praityje bei kaip jie buvo pašalinti. Tai suteiktų greitą bei teisingą sprendimo priėmimo galimybę, esant kritinei situacijai. Vienas iš interviu dalyvių teigė, kad blokų grandinė galėtų iš esmės pakeisti lėktuvo techninių dokumentų laikymą bei valdymą. Visi duomenys bei įrašai galėtų būti laikomi užšifruota forma, kas neleistų dokumentų sugadinti ar pakeisti. Taip pat visi įrašai galėtų būti saugiai prieinami reikiamoms suinteresuotosioms šalims, priklausomai nuo jų dalyvavimo dokumentų valdymo procese. Visi tyrimo dalyviai teigia, kad naudojant blokų grandinės technologiją valdant techninius dokumentus bei įrašus, padidėtų viso proceso skaidrumas, kas yra vienas iš vertę kuriančių veiksnių aviacijos industrijoje. Keli dalyviai dar patvirtino, kad visas lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas taptų greitesnis, būtų galima išvengti žmogiškųjų klaidų, bei visa svarbi ir reikiama informacija būtų pasiekama efektyviai ir per trumpą laiką (Efthymiou ir kt., 2022).

2.4. Blokų grandinės technologijos taikymas dokumentų valdymui

Dokumentų valdymas visose industrijose yra viena iš svarbiausių veiklos proceso dalių. Įvairūs veiksmai bei atlikti darbai industrijose turi būti įrašyti bei dokumentuojami. Šie dokumentai yra archyvuojami ir talpinami organizacijų dokumentų valdymo sistemose. Visas dokumentų valdymo gali būti kompleksiškas ir sudėtingas procesas. Nagrinėjant dokumentų valdymo problemas aviacijoje, pasitaiko atvejų, kai tam tikri įrašai turintys didelę įtaką lėktuvo vertei ir saugumui, būna nepilni bei trūkstami. Blogas ir neefektyvus dokumentacijos valdymas taip pat sukuria papildomos veiklos, reikia daugiau darbo jėgos kaštų bei laiko. Tikslūs ir pilni lėktuvo įrašai turi labai didelę įtaką skraidymo kaštams ir visai lėktuvo vertei (Efthymiou ir kt., 2022).

Šiuo metu autoriai vis daugiau atlieka įvairių tyrimų, kad analizuotų ir nustatytų, kokios technologijos galėtų prisidėti prie dokumentacijos valdymo proceso gerinimo bei efektyvumo. Autoriai Zhu ir kt. (2018) atliko tyrimą apie duomenų ir įrašų valdymą, naudojant blokų grandinės technologiją. Savo tyrime autoriai pristatė dokumentacijos valdymo modelį, kurio tikslas atlikti saugų ir efektyvų dokumentacijos valdymą. (Zhu ir kt., 2018).



14 pav. Dokumentų valdymo sistemos modelis, paremtas blokų grandinės technologijos principu (Zhu ir kt., 2018)

14 paveiksle matomas blokų grandinės principu sukurtas dokumentų valdymo sistemos modelis. Autoriai savo tyrime siekė sukurti modelį, kuris užtikrintų pilną sistemos saugumą. Debesų serveriai talpina užkoduotus pakeistus dokumentus. Šiuose serveriuose vartotojai ir užtikrinimo institucija patogiai gali peržiūrėti pakeistus dokumentus ir išvengti tų pačių dokumentų pakeitimų kitą kartą. Blokų grandinės sistema skaičiuoja balsus, kuriais yra nustatoma ar vartotojų ir užtikrinimo institucijos dauguma pritaria dokumentų pakeitimui. Blokų grandinės sistemos administratorius kontroliuoja visą sistemos veiklą ir balsavimų skaičių, kurie atsiranda blokų grandinės kontraktuose. Kaip teigia autoriai, ši sistema yra saugus dokumentų valdymo metodas, kurį naudojant galima stebėti ir kontroliuoti visų valdomų dokumentų pakeitimus. Šiuo atveju sistemos vartotojai vieni negali pritarti dokumentų pakeitimui, nes šioje sistemoje atsiranda užtikrinimo institucija, kuri nustatyta kaip kontrolės aukščiausias vienetas turintis papildomų galių balsuojant. Atsirandant tam tikriems neatitikimams ar nelegaliems veiksams, institucija turi teisę atmesti ir nepriimti dokumento pakeitimo. Kaip teigia autoriai, šio modelio tikslas yra padidinti visą dokumentų valdymo proceso skaidrumą ir saugumą (Zhu ir kt., 2018).

Vienas iš pagrindinių dokumentacijos valdymo dalių yra informacijos tikrinimas ir peržiūra. Autoriai Denter ir kt. (2023) savo darbe nagrinėja blokų grandinės technologijos taikymą patentų valdyme. Autoriai teigia, kad naudojant blokų grandinės technologiją galima atlikti informacijos autentiškumo patikrinimą. Būtent ši technologija suteiktų galimybę patikrinti reikiamą dokumentacijos informaciją efektyviai ir tiksliai (Denter ir kt., 2023).

Kiti autoriai savo tyrimuose analizuoja blokų grandinės technologijos naudą ir kaip technologija gali prisidėti prie įrašų ir dokumentų valdymo pagerinimo. Autoriai Bhatia ir Most (2020) savo tyrime pristatė blokų grandinės technologijos galimybę prisidėti prie dokumentacijos valdymo. Viena iš pagrindinių įrašų ir dokumentacijos valdymo problemų, kurią autoriai išskyrė, yra dokumentų autentiškumas ir validumas. Talpinant tam tikrus įrašus, yra svarbu visą žinoti, kad jie yra originalūs, nepakeisti ir teisingi. Kaip teigia autoriai, blokų grandinės technologija gali padėti kontroliuoti šiuos procesus, susijusius su dokumentais keliais būdais (Bhatia ir Most, 2020):

1. blokų grandinės technologijos principas gali padėti pagerinti skaitmeninio parašo validumą. Šiuo metu dažniausiai dokumentai yra pasirašomi elektroniniu būdu ant tam tikrų tekstinių skanuotų

dokumentų ir asmens parašas yra laikomas tik tame pasirašytame dokumente. Kiekvienas elektroninis parašas turi savo sertifikatą, patvirtinantį, kad parašas yra galiojantis. Jeigu sertifikato galiojimo laikas pasibaigia, dokumentas pasirašytas tokiu parašu, yra negaliojantis. Tačiau blokų grandinės principu galima užregistruoti bei laikyti asmens parašą kartu su dokumento maišos kodu. Tokiu būdu yra pašalinama sertifikatų reikalavimas. Tai labai būtų naudinga ilgai galiojantiems dokumentams, tokiems kaip žemės nuosavybės aktams ir testamentams;

2. blokų grandinės technologija suteikia galimybę nustatyti dokumentų ir sertifikatų autentiškumą apie tam tikrą realų objektą. Pavyzdžiui, meno industrijoje pirkėjas nori būti tikras, kad perkant dažus jie yra originalūs ir autentiški. Kadangi autentiškumo sertifikatas gali būti išsaugotas blokų grandinės sistemoje, būtų labai sunku jį padirbti. Padirbtas sertifikatas dažams tiesiog nebegaliotų, lyginant su originaliu sistemoje;

3. blokų grandinės technologija gali būti naudojama nustatyti ir įrašo ar dokumento autentiškumą bei originalumą. Kai tam tikra organizacija savo vartotojams pateikia dokumentus, tuo pačiu galima pateikti ir tų dokumentų sertifikatus, kurie patvirtintų jų originalumą ir validumą. Jeigu atsiranda tam tikrų abejonių, ar dokumentas nėra originalus, sertifikatas blokų grandinės sistemoje galėtų būti patikrinamas. Taip pat sertifikato maišos kodas gali būti patikrinamas tam, kad nustatyti ar buvo atlikti kokie nors dokumento pakeitimai. Pavyzdžiui, nuotraukos gali būti pakeistos ar karpomos. Pakeistos nuotraukos maišos kodas gali būti palyginamas su originalios nuotraukos kodu, kuris nebus identiškas ir bus nustatyta, kad buvo atlikti nuotraukos pakeitimai (Bhatia ir Most, 2020).

Blokų grandinės technologijos sprendimų panaudojimą dokumentų valdyme, autoriai analizuoja atliekant įmonės dokumentacijos auditus. Abreu, Aparicio ir Costa (2018) savo publikacijoje apibūdina auditą kaip dokumentuotą, sisteminių ir išorinį procesą, kurio metu yra tikrinamas įmonės veiklos atitikimas pagal keliamus standartus. Būtent autoriai siūlo naudoti blokų grandinės technologiją nustatyti, kad įmonė laikosi reikiamų reikalavimų. Vienas iš pavyzdžių, pateiktų tyrime, yra blokų grandinės naudojimas, patvirtinant įmonės transakcijas ar sandorius. Auditoriams atliekant patikras, nereikėtų prašyti pateikti audituojamos įmonės banko išrašų apie įvykusius pavedimus. Naudojant blokų grandinės technologiją, visa informacija galėtų būti pasiekama talpinamoje sistemoje bei auditoriai turėtų savo prieigą, kad galėtų patikrinti duomenis. Šio proceso sukūrimas bei įgalinimas prisidėtų prie kaštų efektyvumo auditų ekosistemoje. Vienas iš pagrindinių blokų grandinės savybių, kurią autoriai pabrėžia, tai yra talpinamų dokumentų ar kitų duomenų decentralizavimas. Duomenų decentralizavimas užtikrina, kad duomenys nebūtų ištrinti, sugadinti ir falsifikuoti pačios organizacijos, konkurentų ar išorinių. Tai yra labai svarbu užtikrinant, kad audito metu yra išvengiama sukčiavimo bei padidinamas skaidrumas (Abreu ir kt., 2018).

2.5. Blokų grandinės technologijos teorinis modelis lėktuvų techninės priežiūros dokumentų valdymui

Atlikus problematikos analizę, buvo nustatyta, kad lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymas yra sudėtingas ir kompleksiškas procesas. Dirbant su techninės priežiūros dokumentacija, atsiranda įvairių iššūkių, kurie gali sukelti jau minėtas problemas: padidinti laiko ir piniginius kaštus, sumažinti saugumą bei sukelti tvarumo problemų. Verta paminėti ir tai, kad į visą dokumentacijos valdymą yra įtraukta ir skirtingų suinteresuotųjų grupių, kurios turi savo reikalavimus bei siekius.

Problematikos analizė leidžia teigti, kad lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesui reikia patobulinimo, kad visas valdymas būtų pagerintas ir padidintas jo efektyvumas.

Lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymui pagerinti yra siūloma naudoti šiuolaikines skaitmenines technologijas. Būtent Pramonės 4.0 strategija leidžia pagerinti skirtingus įvairių industrijų procesus, įskaitant ir aviacijos sektorių (Dou, 2020). Viena iš pagrindinių Pramonės 4.0 technologijų yra blokų grandinės technologija. Šiuo metu atsiranda vis daugiau tyrimų ir teiginių, kad blokų grandinės technologija gali atnešti didelę naudą transformuojant tradicinius dokumentų ir įrašų valdymo įrankius (Javaid, Haleem, Singh, Khan, Suman, 2021).

Šiame darbe ištirtos blokų grandinės technologijos sprendimų teorinės ir praktinės prielaidos leido išsiaiškinti blokų grandinės technologijos esmę bei veikimo principą. Buvo tyrinėtas šios technologijos panaudojimas skirtingose industrijose. Nustatyta, kad tokios industrijos kaip finansų bei logistikos sektoriai jau sėkmingai naudoja šią technologiją savo veiklos procesuose. Taip pat buvo nustatyta ir tai, kad jau galima rasti tyrimų, kuriuose diskutuojama apie galimybę naudoti šią technologiją ir lėktuvo techninės priežiūros procesuose. Kadangi vienas iš pagrindinių lėktuvų techninės priežiūros procesų yra dokumentacijos valdymas, buvo nagrinėta blokų grandinės technologijos naudojimo dokumentams valdyti sprendimai skirtingose industrijose. Atlikus teorinių ir praktinių prielaidų analizę buvo pastebėta, kad trūksta tyrimų, susijusių su blokų grandinės technologijos taikymo sprendimais lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

Šiame darbe bus pristatomas teorinis modelis, kuriuo siūloma naudoti blokų grandinės technologijos sprendimus skirtingose lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesuose. Į šio teorinio modelio struktūrą yra siekiama įtraukti suinteresuotas grupes bei pasiūlyti, kaip panaudojus blokų grandinės technologiją pagerinti dokumentacijos valdymo procesą.

Modelis pradedamas kurti apibrėžiant pagrindinius lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesus, kurie toliau įvardijami kaip: lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimas, planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymas, lėktuvo dokumentų perdavimas, lėktuvo dokumentacijos auditas (IATA, 2017).

Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekamumas apibūdinamas kaip dokumentacijos dalių, kurios turi skraidymo limitus, atsekimas. Dokumentacija privalo įrodyti, kiek skraidymo ciklą ir valandų yra atlikta, kol detalė yra naudojama lėktuve (Ho ir kt., 2021).

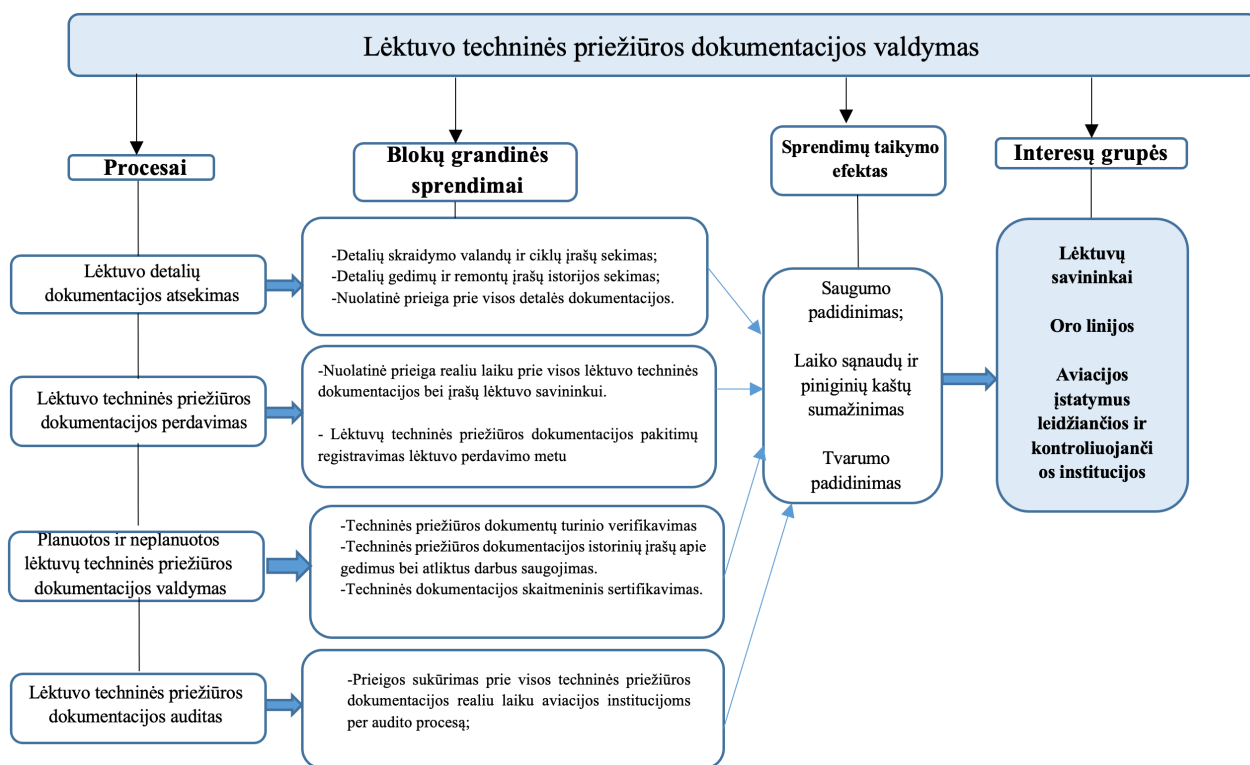
Planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymas yra atliekamas, kai lėktuvas yra skraidymo operacijose arba techninės priežiūros organizacijoje. Visą šį procesą valdo ir kontroliuoja nepertraukiamąjį tinkamumą skraidyti užtikrinanti organizacija (Abdallah ir Fan, 2019).

Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimo procesas yra visos techninės priežiūros dokumentacijos perdavimas iš operatoriaus lėktuvo savininkui, kai baigiasi lėktuvo nuomos periodas arba iš savininko operatoriui prieš lėktuvo nuomą.

Lėktuvo dokumentacijos audito procesas yra visos lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos patikra ir inspekcija, kurią atlieka aviacijos įstatymus leidžiančios institucijos. Šios institucijos audito metu turi įsitikinti, kad oro linijų operatoriai, kurie valdo visą lėktuvo dokumentaciją, atitinka visus keliamus standartus ir dokumentacija yra tvarkinga (Andrei ir kt., 2021).

Visi išvardinti lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesai turi atliepti skirtingų organizacijų interesus. Pagrindinės analizuojamos suinteresuotosios grupės lėktuvų techninės

priežiūros dokumentacijos valdyme: lėktuvų savininkai, oro linijos ir aviacijos įstatymus leidžiančios institucijos (IATA, 2017).



15 pav. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinis modelis aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui (autorius sukurtas modelis)

15 paveiksle yra pateikiamas siūlomas teorinis modelis. Kiekviename techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procese yra siūlomi nuoseklūs blokų grandinės sprendimai. Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimas yra paremtas detalės informacijos bei įrašų atsekimu. Šie įrašai apima dalių skraidymo valandas ir ciklus, kas yra labai svarbu detalėms, kurios turi ribotą skraidymo limitą. Taip pat reiktų paminėti ir tai, kad lėktuvo dalys yra remontuojamos techninės priežiūros organizacijose, todėl visi įrašai apie buvusias pažeidimus ir remontus taip pat turi būti sekami ir kontroliuojami. Naudojant blokų grandinės sprendimus, yra siūloma sukurti nuolatinę prieigą prie visos paminėtos dokumentacijos įrašų suinteresuotosioms organizacijoms. Ši prieiga leistų stebėti reikiamą informaciją realiu laiku, įvertinti detalės saugumą remiantis pažeidimų istorija. Šis sprendimų pritaikymas sumažintų laiko sąnaudas bei piniginius kaštus, skirtus pilnai detalės dokumentacijos patikrai, nes visi duomenys būtų pasiekiami realiu laiku (Ho ir kt., 2021).

Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimo procese yra siūlomi sprendimai, kurie leistų sukurti nuolatinę prieigą realiu laiku prie visos lėktuvo dokumentacijos bei įrašų lėktuvo savininkui tuo metu, kai lėktuvas atlieka operacijas (Kuhle ir kt., 2021). Tokiu būdu lėktuvo savininkas galėtų stebėti visą nuomojamo lėktuvo dokumentacijos valdymo procesą. Šis nuolatinis stebėjimas leistų padidinti nuomos proceso skaidrumą. Taip pat lėktuvo savininkui būtų galima sumažinti laiko sąnaudas bei kaštus atliekant dokumentacijos patikras.

Verta paminėti ir tai, kad lėktuvo savininkai, atlikdami lėktuvo dokumentacijos patikras, turi keliauti bei vykti į vietą, kurioje yra lėktuvo operatorius ir laikoma visa dokumentacija. Visas šios kelionės

procesas papildomos laiko sąnaudos bei tvarumo sumažinimas perkant lėktuvo bilietus, nuomojantis viešbučius bei transporto priemones (IATA, 2017).

Dokumentacijos perdavimo metu yra atliekama daug dokumentacijų pakeitimų. Todėl oro linijos, turėdamos galimybę nuolatos dalintis dokumentacija su lėktuvo savininku nuomos periodu, efektyviau išnaudotų savo darbo laiką vykdant lėktuvo operacijas. Tai leistų išvengti didelių laiko sąnaudų bei darbo jėgos kaštų darbui su dokumentacijos valdymu lėktuvo savininko patikros metu. Tikrinant dokumentaciją yra randama klaidų, kurios turi būti ištaisytos pakeičiant dokumentacijos turinį. Taip pat atliekant įvairius techninės priežiūros darbus perdavimo metu, keičiasi dokumentacijos turinys ir versija. Būtent, naudojant blokų grandinės technologiją, yra siūloma, kad apie kiekvienas toks pasikeitimas galėtų registruojamas ir visos suinteresuotos šalys matytų šią informaciją (Kuhle ir kt., 2021).

Planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procese oro linijos kontroliuoja ir tikrina visą lėktuvo techninės priežiūros dokumentaciją, atlikus planuotus ir neplanuotus techninės priežiūros darbus. Oro linijos turi įsitikinti, kad visas dokumentacijos turinys yra užpildytas pagal reikiamus aviacijos standartus. Visas šis patikros procesas yra kompleksinis, užima daug laiko bei reikalauja didelių darbo jėgos kaštų (IATA, 2017). Naudojant blokų grandinės sprendimus yra siūloma šią technologiją naudoti dokumentacijos turinio verifikavimui. Naudojant šią technologiją būtų siekiama sumažinti dokumentacijos tikrinimo laiko sąnaudas bei efektyviau išnaudoti darbo jėgos resursus. Taip pat technologija prisidėtų prie saugumo didinimo, nes būtų sumažintas žmogiškųjų klaidų faktorius. Blokų grandinės technologijos sprendimus galima pritaikyti ir techninės priežiūros dokumentacijos istorinių įrašų apie gedimus ir atliktus darbus saugojimui. Tai padėtų greitai surasti istorinius dokumentus ir priimti teisingesnius sprendimus, kurie gali įtakoti saugumą ir piniginius kaštus (IATA, 2017). Naudojant blokų grandinės technologiją yra siekiama, kad lėktuvo techninės priežiūros atlikti darbai būtų sertifikuojami skaitmeniniu parašu. Šiuo metu lėktuvų techninės priežiūros industrijoje yra spausdinamas didelis kiekis dokumentacijos, kuri turi būti sertifikuota (IATA, 2017). Blokų grandinės sprendimo pritaikymas leistų sertifikuoti dokumentus skaitmeninėje erdvėje bei sumažinti dokumentų spausdinimą. Tokiu būdu visas lėktuvo techninės priežiūros procesas taptų tvaresnis.

Atliekant lėktuvo techninės priežiūros auditus yra siūloma, panaudoti blokų grandinės technologijos sprendimus, sukuriant prieigą prie visos dokumentacijos, aviacijos įstatymus leidžiančioms ir kontroliuojančioms institucijoms. Aviacijos institucijos turėtų prieigą prie visos oro linijų techninės priežiūros dokumentacijos bei galėtų atlikti patikrą nevykstant į vietą. Tai padėtų atlikti visą auditą greičiau bei naudojant mažiau darbo jėgos. Taip pat naudojant blokų grandinės technologiją, galima nustatyti visus dokumentacijos pakeitimus bei pašalinimus. Tai padidintų visą audito skaidrumą ir sumažintų oro linijų galimą dokumentacijos falsifikavimą bei užtikrintų didesnę skraidymo saugumą (Andrei ir kt., 2021). Oro linijos, kurioms yra atliekamas dokumentacijos auditas, skiria savo laiką bei darbo jėgos resursus viso audito metu (IATA, 2017). Tam, kad oro linijoms audito procesas būtų efektyvesnis yra siūlomas minėtos prieigos sukūrimas naudojant blokų grandinės technologiją. Šios prieigos sukūrimas leistų nuolatos dalintis visais reikiamais ir tikrinamais dokumentais, neskiriant daug laiko ir darbo jėgos resursų.

3. Empirinio tyrimo metodologija

Prieš pradedant kurti empirinio tyrimo metodologiją, yra nustatomas būsimo empirinio tyrimo tikslas.

Tikslas – Empiriškai ištirti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinį modelį aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

Tyrimo uždaviniai:

1. Parengti instrumentą leidžiantį atlikti interviu ir surinkti reikiamus duomenis;
2. Atlikti empirinį tyrimą, apklausiant interesų grupių atstovus;
3. Interpretuoti interviu metu gautus rezultatus.

Tyrimo eiga:

1. Interviu tyrimo instrumento paruošimas;
2. Interviu atlikimas apklausiant interesų grupių atstovus;
3. Interviu metu gautų atsakymų įvertinimas ir interpretavimas;
4. Remiantis empirinio tyrimo duomenimis, siūlomo teorinio modelio pagrindimas.

Tyrimo atlikimui buvo pasirinkta kokybinių tyrimų metodologinė prieiga. Tam, kad nustatyti blokų grandinės technologijos sprendimų teorinio modelio pritaikomumą, reikia išsiaiškinti aviacijos ekspertų patirtį, nuomonę ir motyvus. Tai padaryti galima atliekant kokybinį interviu. Kokybinis interviu leidžia suprasti kito žmogaus perspektyvas išsiginant į tam tikrus procesus (Gaižauskaitė ir Valavičienė, 2016). Išsiginimas į esamus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesus bei blokų grandinės technologijos sprendimų taikymą šiuose procesuose, suteiktą galimybę atlikti teorinio modelio validumo tyrimą. Atliekant kokybinį interviu užduodami atviri klausimai, leidžiantys tyrimo dalyviui plačiai atsakyti ir pasidalinti savo patirtimi, įžvalgomis bei nuomone. Atviri klausimai leidžia atrasti naujas teorijas bei teiginius, kurie yra naudojami tolimesniame tyrime (Gaižauskaitė ir Valavičienė, 2016).

Pusiau struktūrizuotas interviu buvo sudarytas tyrimo atlikimui. Naudojant interviu tyrimo metodą, yra galimybė analizuoti ir įtraukti daug skirtingų perspektyvų. Kiekvienas analizės vienetą, ekspertas ar profesionalas gali įvardinti bei pateikti unikalų požiūrį pagal savo patirtį ir suvokimą apie tyrinėjamą sritį (Moriarty, 2011). Nagrinėjant blokų grandinės technologijos sprendimų taikymą aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, bus tyrinėjamos skirtingų interesų grupių perspektyvos bei požiūriai į blokų grandinės technologijos sprendimų taikymą. Tyrimo analizės vienetai yra oro linijų, lėktuvų savininkų ir aviacijos įstatymus leidžiančių bei kontroliuojančių institucijų atstovai ekspertai, kurie tiesiogiai dirba ir yra atsakingi už aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymą bei kontrolę. Atliekant duomenų rinkimą, naudojamas kokybinis interviu, kurio metu yra apklausinėjami respondentai gyvuose susitikimuose arba naudojant skaitmenines priemones, atliekant interviu nuotoliniu būdu. Prieš užduodant klausimus, kiekvienam respondentui yra pristatomas pasiūlytas blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo teorinis modelis, kuris buvo pavaizduotas 15 paveiksle. Pristatant teorinį modelį, galima tyrimo dalyvį giliau supažindinti su blokų grandinės technologijos galimybėmis, principais bei teorinių sprendimų taikymu aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas

yra tyrinėjamas keturiuose aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos procesuose, kurie yra nurodyti teoriniame modelyje 15 paveiksle.

Pagal siūlomą teorinį modelį buvo sudaryti interviu klausimai. Pirma klausimyno dalis yra įžanginė, kurios metu yra siekiama išsiaiškinti kiekvieno tyrimo dalyvio ar jo įmonės blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo žinias ar patirtį. Taip pat įžanginėje dalyje yra siekiama nustatyti, kuriuose aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesuose blokų grandinės sprendimai galėtų būti taikomi bei kokią efektą ir iššūkius tai gali sukurti. Kita klausimyno dalis sudaryta remiantis 15 paveiksle pavaizduotais teorinio modelio aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos procesais. Tyrimo instrumente yra įtraukti visi 4 procesai, kurie turi po 2 klausimus. Pirmuoju klausimu yra siekiama nustatyti, kokius blokų grandinės taikymo sprendimus galima taikyti būtent šiame procese ir kokią naudą šis taikymas atneštų. Antruoju kiekvieno proceso klausimu yra siekiama nustatyti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų iššūkius. Po visų klausimų apie procesus, yra siekiama nustatyti ar tyrimo dalyviai pritaria ir gali pagrįsti, kad siektini efektai gali būti pasiekti. Taip pat yra norima išsiaiškinti papildomus įmanomus efektus naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus ir nustatyti galimas rizikas. **Tyrimo instrumentas yra pateikiamas prieduose, priedas nr. 1**

Laukiamas tyrimo rezultatas yra blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų pagrindimas kiekviename nustatytame aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procese. Atlikus empirinį tyrimą taip pat yra tikimasi atrasti naujus sprendimus, kurie galėtų būti taikomi aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos procesų valdymui. Taip pat šio empirinio tyrimo laukiamas rezultatas yra teoriniame modelyje siūlomų efektų, taikant blokų grandinės technologijos sprendimus, pagrindimas. Atlikus empirinį tyrimą, yra laukiama taip pat nustatyti naujus dar teoriniuose tyrimuose nenagrinėtus efektus. Po atlikto tyrimo bus siekiama taip pat nustatyti galimus blokų grandinės technologijos taikymo iššūkius ir rizikas.

Atlikto tyrimo imtis yra šeši dalyviai. Buvo apklausti trys skirtingų oro linijų atstovai, du skirtingų lėktuvo savininkų atstovai bei civilinės aviacijos administracijos atstovas. Respondentai yra pasirinkti pagal nustatytas interesų grupes. Kiekvienas tyrimo dalyvis atstovauja organizaciją, kuri, turi didelę patirtį atliekant aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymą.

Tyrimas buvo atliktas 2023m. balandžio mėnesį. Atlikus visus interviu su visais nurodytais tyrimo dalyviais, duomenų rinkimas buvo stabdomas. Interviu buvo atlikti lietuvių ir anglų kalba, nes du tyrimo dalyviai yra užsienio šalių gyventojai. Atlikus paskutinį interviu buvo pasiektas duomenų ir informacijos prisotinimas – respondentų atsakymai kartojosi.

Tyrimo duomenų analizė buvo atlikta naudojant „MAXQDA“ programą. Naudojant šią programą buvo atliekamas interviu teksto kodavimas. Kodavimo procesas buvo atliekamas remiantis teorinio modelio blokų grandinės technologijos taikymo sprendimais, sukuriamais efektais, iššūkiais ir rizikomis. Atliktus pilną duomenų kodavimą, kodai buvo sujungiami į kategorijas, kurios atitinka siūlomo teorinio modelio pagrindines dalis: aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos procesus, sukuriamus efektus kiekviename procese ir bendrai, iššūkius ir rizikas.

4. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų empirinio tyrimo rezultatai

Atliekant blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų tyrimą yra pristatoma tyrimo dalyvių charakteristika. Apibūdinant charakteristiką yra pristatoma organizacijų vykdoma veikla, respondentų pareigos bei atsakomybės.

Tyrimo eiga prasideda interpretuojant gautus rezultatus po visų atliktų interviu. Remiantis teoriniu modeliu yra nustatomi ir grindžiami blokų grandinės technologijos sprendimai, kurie gali būti taikomi kiekviename aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procese. Atlikus teorinio modelio blokų grandinės sprendimų pagrindimą taip pat yra nustatomas ir efektas, kuris yra sukuriamas taikant blokų grandinės technologijos sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Atlikus tyrimą buvo nustatyti galimi iššūkiai, su kuriais galima susidurti atliekant blokų grandinės technologijos taikymą. Taip pat buvo nustatytos blokų grandinės technologijos taikymo rizikos, kurias taip pat reikia įvertinti. Tyrimo pabaigoje yra atliekamas rezultatų apibendrinimas.

4.1. Tyrimo dalyvių charakteristika

Tyrimui atlikti ir nustatyti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimus buvo pasirinktos šešios aviacijos organizacijos. Trys dalyviai – oro linijos, kurių orlaivių parką sudaro kelios dešimtys lėktuvų. Šios oro linijos nuolat atlieka techninę priežiūrą įvairiuose pasaulio vietose, bei valdo didelį kiekį dokumentacijos. Du dalyviai – lėktuvų savininkų įmonės, kurios turi ir valdo virš kelių šimtų lėktuvų, variklių bei tūkstančių lėktuvo dalių. Šių savininkų lėktuvai yra išnuomoti skirtingiems operatoriams. Šie lėktuvų savininkai nuolat prižiūri savo valdomų lėktuvų dokumentaciją. Taip pat pasibaigus nuomos periodui, jie atlieka pilną lėktuvo dokumentacijos patikrą tam, kad įsitikinti, ar orlaiviui buvo atlikta tinkama techninė priežiūra, ar visi dokumentai yra tvarkingi bei atitinkantys visus reikiamus standartus. Aviacijos įstatymus leidžianti bei kontroliuojanti institucija nuolatos atlieka techninės priežiūros dokumentacijos auditus. Tikrinant oro linijų darbą, auditoriai turi įsitikinti, ar operatorius laikosi visų aviacijos įstatymų. Pagrindinis įrodymas, kad oro linijos laikosi visų aviacijos įstatymų yra pilnos techninės priežiūros dokumentacijos pateikimas.

5 lentelė. Tyrime dalyvavusių aviacijos organizacijų aprašymas

Organizacijos pavadinimas ir numeris	Organizacijos veiklos pobūdis	Organizacijos atstovo pareigos	Organizacijos atstovo atsakomybės
Oro linijos nr.1	Keleivių pervežimas	Techninio skyriaus vadovas	-Lėktuvų parko techninės priežiūros kontrolė ir valdymas. -Lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos procesų valdymo užtikrinimas ir kontrolė.
Oro linijos nr. 2	Keleivių pervežimas ir krovinių gabenimas	Vyriausias techninių projektų vadovas	-Lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos ir lėktuvų fizinės būklės tikrinimas. -Lėktuvų techninės priežiūros bei lėktuvų perdavimų procesų planavimas ir valdymas.

Oro linijos nr. 3	Keleivių pervežimas	Tinkamumą skraidyti užtikrinančios organizacijos skyriaus vadovas.	-Lėktuvų parko techninės priežiūros dokumentacijos procesų valdymas ir kontrolė.
Savininkas nr. 1	Lėktuvų, variklių nuoma bei prekyba. Lėktuvo atsarginių dalių prekyba.	Lėktuvų valdymo skyriaus vadovas.	-Nuomotų lėktuvų valdymas ir kontrolė nuomos periodu -Nuomotų lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos bei fizinės būklės sekimas ir kontrolė .
Savininkas nr. 2	Lėktuvų, variklių nuoma bei prekyba.	Naujų lėktuvų pirkimo skyriaus vadovas.	-Naujų lėktuvų pirkimo procesų kontrolė ir valdymas -Naujų lėktuvų techninės dokumentacijos kontrolė bei valdymas.
Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija	Aviacijos įstatymų bei rekomendacijų leidimas, aviacijos įmonių procedūrų ir dokumentacijos auditai. Naujų aviacijos įmonių tvirtinimas ir leidimas pradėti veiklą.	Vyriausias specialistas .	-Aviacijos įmonių techninės priežiūros procedūrų patikra ir tikrinimas -Aviacijos įmonių techninės priežiūros dokumentacijos auditų atlikimas ir kontrolė.

Oro linijos nr. 1 savo lėktuvų parke turi 7 lėktuvus iš kurių 4 yra Airbus A320 ir 3 Boeing 737 modelių orlaiviai. Šiuo metu įmonės techninis skyrius naudoja Oases programą, kuri yra skirta lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, laikymui bei sekimui. Programos veikimo principas yra primityvus. Visa techninė dokumentacija yra skanuojama ir keliama į programos aplinką. Visi duomenys yra suvedami ranka, kurie yra naudojami tolimesniam techninės priežiūros dokumentacijos valdymui bei sekimui. Įmonė vieną dokumentacijos dalį laiko vis dar popierinėje versijoje, kitą dalį įmonė laiko tiek popierinėje tiek skaitmeninėje erdvėje. Papildomi veiksmai, susiję su techninės priežiūros dokumentacija, yra atliekami naudojant Microsoft Excel programą. Taip pat dokumentacija yra talpinama Microsoft Onedrive ar Dropbox platformuose, kai lėktuvo savininkas atlieka techninės priežiūros dokumentacijos patikrinimą pasibaigus lėktuvo nuomos periodui. Šiuo metu įmonė neplanuoja įsdiegti naujos ar papildomos programinės įrangos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, tačiau nuolat ieško ir tyrinėja papildomus skaitmeninius įrankius galinčius pagerinti dokumentacijos valdymo procesą.

Oro linijos nr. 2 savo parke turi 5 lėktuvus, kurių modeliai yra 2 Airbus A320 ir 3 lėktuvai A330. Visi įmonės orlaiviai yra nuomotai. A320 lėktuvai yra keleiviniai, o A330 modelio lėktuvai yra krovinių tipo. Šiuo metu įmonėje yra naudojama AMOS programa, skirta techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. AMOS programa yra viena populiariausių aviacijos industrijoje naudojamų programų, kuri turi didelį funkcijų spektrą. Naudojant AMOS, galima turėti ryšį su lėktuvu bei gauti lėktuvo valandų bei ciklų skraidymą realiu laiku po skrydžio. Visa dokumentacija yra skanuojama ir keliama mechanškai į AMOS programos aplinką, kurioje toliau organizacijos techninis skyrius atlieka visą techninės priežiūros planavimą ir kontrolę. Visi dokumentacijos įrašai taip pat yra atliekami mechanškai. Kadangi įmonės lėktuvų parkas yra tik 5 lėktuvai, kol kas oro linijos neplanuoja naujų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo priemonių patobulinimų, tačiau augant lėktuvų parkui, gali atsirasti poreikis papildomoms priemonėms, kurios galėtų padidinti dokumentacijos valdymo

efektyvumą. Įmonė visus dokumentus laiko ir popierinėje versijoje ir skaitmeninėje erdvėje AMOS programos aplinkoje.

Oro linijos nr. 3 savo parke turi 20 lėktuvų. Lėktuvų modeliai yra ATR42, ATR72 bei Airbus A320. Įmonė nuomojasi 7 orlaivius bei 13 orlaivių turi savo. Įmonės techninis skyrius dokumentacijos valdymui naudoja Gannet programą. Gannet programa kaip ir AMOS, turi tiesioginį ryšį su lėktuvu – nuolat gauna lėktuvo valandas ir ciklus, pasibaigus skrydžiui. Tačiau skrydžio metu pasitaiko ryšio problemų, kuomet informacija ne visada yra tiksli. Todėl techninės priežiūros dokumentacijos tikrinimo skyrius nuolatos turi tikrinti popierinę lėktuvo knygą, kuri yra pildoma pilotų ir puslapių kopijos yra siunčiamos atsakingiems techninės priežiūros dokumentacijos koordinatoriams. Gannet programoje yra prisegami visi dokumentai, matoma lėktuvo istorija apie atliktus darbus, pakeistas lėktuvo dalis ir kitus reikalingus įrašus. Visi šie įrašai yra suvedami mechaniškai. Įmonė prieš keletą metų naudojo SAM programą prieš įdiegiant Gannet platformą. SAM programa buvo paprasta platforma, kuri veikė Microsoft Excel programos principu. SAM programoje buvo galima tik sekti informaciją apie lėktuvo techninę dokumentaciją bei techninės priežiūros planavimą, tačiau nebuvo galimybės talpinti pačios dokumentacijos. Vertinant įmonės technologinę pažangą, kuri buvo atlikta prieš kelis metus, oro linijos nuolatos ieško būdų, kaip galėtų pagerinti visą techninės priežiūros dokumentacijos procesą.

Savininkas nr. 4 šiuo metu savo valdymo portfelyje turi virš 500 lėktuvų, apie 600 lėktuvo variklių bei didelį kiekį skirtingų lėktuvo dalių. Savininko pagrindinė veikla yra lėktuvų ir lėktuvo variklių nuoma ar prekyba. Taip pat įmonė nuolat prekiauja kitomis lėktuvo dalimis. Organizacija naudoja Stream programą, kuri yra skirta visai lėktuvo dokumentacijai įskaitant ir techninės priežiūros dokumentacijos talpinimui bei valdymui. Visas dokumentacijos kėlimo procesas yra atliekamas mechaniškai ir užima daug laiko. Dokumentacijos talpinamą atlieka pats savininkas arba įpareigoja atlikti tai operatorių, kuriam yra išnuomotas lėktuvas. Savininkas atlikdamas lėktuvo atsarginių dalių prekybą ir valdymą naudoja QR kodus, kurie sekami ir talpina visą informaciją apie lėktuvo detales skaitmeninėje erdvėje. Naudojant šiuos QR kodus galima visą informaciją kontroliuoti ir valdyti naudojant blokų grandinės technologiją, tačiau savininkas šiuo metu nenaudoja šios funkcijos. Tačiau ateities perspektyvoje, didėjant lėktuvų, variklių bei atsarginių dalių skaičiui, organizacijos veikloje yra numatytas verslo planas ir potencialios galimybės įdiegti blokų grandinę atsarginių dalių valdymui, o ateityje ir lėktuvų ar variklių techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procese.

Savininkas nr. 5 vienas didžiausių lėktuvų ir variklių savininkų pasaulyje. Savininkas šiuo metu valdo virš 1500 lėktuvų ir 900 lėktuvo variklių. Šis savininkas taip pat naudoja Stream programą lėktuvo dokumentacijos talpinimui ir valdymui. Dokumentacijos valdymo principai yra labai panašūs kaip ir 4-to Savininko. Lėktuvo nuomos periodu savininkas kas mėnesį renka informaciją apie išnuomoto lėktuvo skraidymo valandas ir ciklus. Šis informacijos rinkimas vyksta paprastu būdu: lėktuvo operatorius elektroniniu paštu siunčia užpildytą Microsoft Excel lentelę. Gautas sąrašas yra keliamas į savininko platformą, kurioje yra renkami visų lėktuvų sąrašai su valandomis ir ciklais. Šis būdas nėra pilnai automatizuotas, todėl neretai pasitaiko klaidų sąrašų užpildyme. Šiuo metu įmonė planuoja žengti didelį žingsnį savo vidinių procesų skaitmenizacijos link. Turint tokį didelį lėktuvų ir variklių skaičių, organizacijai atsirado poreikis ir galimybė pagerinti veiklos procesus, įskaitant ir techninės priežiūros dokumentacijos valdymą. Įmonė netolimoje ateityje planuoja įsigyti kitą IT platformos kompaniją. 5-to savininko planas yra įdiegti įsigytos įmonės IT platformą savo organizacijos viduje ir atlikti pilną procesų skaitmenizavimą. Minėta IT platforma turi daug skirtingų funkcijų, kurios gali

būti naudojamas įvairiuose procesų valdymuose. IT platformos pagrindą sudaro blokų grandinės ir dirbtinio intelekto technologijos principai bei automatizuotos duomenų bazės.

Aviacijos įstatymus leidžianti bei kontroliuojanti institucija yra viešo sektoriaus organizacija. Pagrindinė šios organizacijos veikla – skirtingų aviacijos įmonių bei ūkio subjektų: techninės priežiūros ir remonto organizacijų, oro linijų, oro uostų bei antžeminio aptarnavimo procedūrų tikrinimas. Taip pat ši institucija tvirtina naujai besikuriančias aviacijos organizacijas, kurios siekia pradėti savo veiklą. Minėta institucija reguliariai atlieka aviacijos ūkio subjektų techninės priežiūros dokumentacijos auditus. Auditas gali būti atliekamas dviem būdais. Pirmasis būdas yra kai institucijos pareigūnai vyksta tiesiai į organizaciją ir tikrina dokumentaciją popierinėje versijoje arba kompiuterio ekrane būnant vietoje. Kitas būdas yra kai auditas atliekamas nuotoliniu būdu ir dokumentacija gali būti atsiunčiama elektroniniu paštu. Institucija nuolatos turi peržiūrėti didelį kiekį skirtingų įmonių techninės priežiūros dokumentaciją bei įsitikinti, kad įmonės laikosi patvirtintų aviacijos procedūrų. Taip pat institucija nuolatos keičiasi dokumentacija su kitos šalies institucijomis skirtingais techninės priežiūros dokumentais ar orlaivio sertifikatais. Kadangi lėktuvai skraido po visą pasaulį, skirtingų šalių institucijos atlieka bendradarbiavimą bei keičiasi informacija. Ši institucija šiuo metu naudoja primityvius skaitmeninius Microsoft platformos įrankius visos dokumentacijos tikrinimui ir valdymui. Dažniausiai visa dokumentacija yra gaunama elektroniniu paštu ir talpinama institucijos serveriuose. Artimoje ateityje šioje institucijoje nėra planuojama atlikti papildomų skaitmeninių programų įdiegimų ar patobulinimų. Viešajame sektoriuje tokie patobulinimai yra daromi šalies valdžios lygmeniu, priklausomai nuo šalies ir to ūkio sektoriaus biudžeto.

4.2. Tyrimo rezultatai

Interviu metu buvo nustatyta ir pagrįsta, kokie blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai pasitvirtino remiantis pasiūlytu teoriniu modeliu. Taip pat buvo pagrįsti sukuriami efektai naudojant blokų grandinės technologiją aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Po atlikto interviu buvo nustatyti iššūkiai ir rizikos, kurios turi būti įvertintos planuojant taikyti blokų grandinės technologijos sprendimus. Šiame skyriuje yra pateikiamas gautų rezultatų interpretavimas.

4.2.1. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir gaunamų efektų pagrindimas lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui

6 lentelėje yra pateikiama, kokie blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai buvo pagrįsti lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui po atliktų interviu su tyrimo dalyviais.

6 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos sprendimas	Patvirtinantys teiginiai
Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimas	Dalių skraidymo valandų ir ciklų įrašų sekimas	„tam tikrais atvejais detalės, kurios turi ribotą resursą, tai reikia žinoti koks yra to resurso likutis, tai blockchain gali būti naudojamas šios dokumentacijos skaitmeninės versijos užtikrintintumo sekimui.“ (Oro linijos nr. 1). „tai būtų tų dalių, kurios turi limitus valandų ar ciklų sekimas“ (Oro linijos nr. 2). „Tracking, you know, the data of overhaul, flight hours, flight cycles, add overhaul certification, who performed the work.“ (Savininkas nr. 1). „where you have your utilization data is recorded and. That's that's quite significant from an airworthiness side, where you're talking about hard time components“ (Savininkas nr. 2).
	Dalių gedimų ir remontų įrašų istorijos sekimas	“dalių atsekamumas, dalių remonto sertifikavimo užtikrinimas...,” (Oro linijos nr. 1). “Tu gali rasti visų komponentų istoriją. Remontų, kurie buvo atlikti visą istoriją, gali išsitraukti datas turi, kur buvo daryti tie remontai” (Oro linijos nr. 2). “operatoriui yra labai svarbu žinoti visų komponentų, resursinių ypač žodžiu, visus remontus, kada jie buvo daryti paskutinį kartą. Tai daug dažnu atveju daug dokumentų šiaip yra jau dingusių, pamesti” (Oro linijos nr. 3). “you can trace a single serial number serialized part and to each of its installations, each of its maintenance events and how it was repaired even by who.” (Savininkas nr. 2).
	Detalės pirkimo ir pardavimo įrašų sekimas	„Tai blockchain technologija galima pritaikyti labai stipriai tam kas kada iš ko pirkto, kam pardavė ir kur tas komponentas keliavo.“ (Oro linijos nr. 2). „Tau nereikia klausti žmonių ar įmonių, kurios pardavinėja tuos komponentus, tarkim, tau juos gali rasti“ (Oro linijos nr. 3).
	Prieiga prie visos detalės dokumentacijos	O su blockchainu galėtų būti sujungti keli failai, kuriuos naudojant pagerėtų atsekimo kokybė. Tai blockchain gali turėti užtikrintesnę informaciją, lengvesnį pateikimą. (Oro linijos nr. 1). Tai čia būtų turbūt tokia pagrindinė, kad tu gali praktiškai išsitraukti visų rinkoje esančių medžiagų sertifikatus (Oro linijos nr. 3).

		Tai tokiu atveju galėtum įsitraukti pilną istoriją ir tai būtų turbūt minučių klausimas. (Oro linijos nr. 3) “aircraft parts traceability and access to all data for sure. I think that's the big one, especially for lessors, you know, a better way to control it“ (Savininkas nr. 1) „kas būtų aktualu pavyzdžiui, dalių sertifikatų validumo patikrinimui tai public blockchain, kad į jį galėtų prisijungti, kas tik nori“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija) „Bus naudojamas ir būtent vien dėl to, kad galima bus patikrint dalių sertifikatų autentiškumą.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija)
--	--	--

Apžvelgiant rezultatus galima teigti, kad visi teoriniame modelyje pasiūlyti blokų grandinės technologijos sprendimai, buvo argumentuoti tyrimo dalyvių.

Dalių skraidymo valandų ir ciklų sekimas buvo pagrįstas kalbant apie lėktuvo detales, kurios turi savo skraidymo limitą, todėl yra labai svarbu žinoti tikslias skraidymo valandas ir ciklus, kad detalė neviršytų savo eksploatacijos nustatyto laiko.

Dalių gedimų ir remontų įrašų istorijos sekimas taip pat buvo patvirtintas atlikto interviu metu. Naudojant šį blokų grandinės technologijos būtų galimybė sužinoti, kada detalė buvo remontuota, kas atliko tą remontą. Taip pat būtų galimybė sužinoti tikslų remonto atlikimą, ar jis buvo atliktas teisingai laikantis visų reikalavimų.

Blokų grandinės technologijos sprendimas, galintis sukurti prieigą prie detalės dokumentacijos, taip pat buvo paminėtas tyrimo dalyvių. Prieiga prie visos detalės dokumentacijos leistų surasti visą reikiamą detalės istoriją, sertifikatus ir kitus dokumentus. Šis sprendimas leistų turėti dokumentaciją vienoje vietoje bei pasiekti reikiamą informaciją greitai ir patogiai. Papildomai prieiga prie dokumentacijos papildomai užtikrintų dokumentacijos autentiškumą bei pagerintų visą dokumentacijos kontrolę.

Naujas sprendimas, kuris paaiškėjo interviu metu yra detalės pirkimo ir pardavimo įrašų istorijos atsekimas. Šis sprendimas buvo paminėtas Oro linijos nr. 2 ir Oro linijos nr. 3 tyrimo dalyvių. Detalės pirkimo ir pardavimo įrašų istorijos sekimas leistų nustatyti kam detalė priklausė anksčiau, kas buvo jos savininkas bei iš kur ji atkeliavo. Jeigu ši informacija būtų registruota ir prieinama, jos nereiktų ieškoti ir tikrinti su buvusiais detalės savininkais ir ieškoti istorinių dokumentų – viskas būtų pasiekama vienoje vietoje.

7 lentelėje yra pavaizduota blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriama efektai lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui.

7 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriami efektai lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos taikymo efektas	Patvirtinantys teiginiai
Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimas	Piniginių kaštų taupymas	„There's a lot of value lost when you can't locate records for specific component, it's something or an area where lessors are a little bit more strict than regulation.“ (Savininkas nr. 1). „you're back to birth trace items and again that that's not necessarily an airworthiness requirement, but it's uh, it's more for a value aspect.“ (Savininkas nr. 2).
	Laiko taupymas	„Turbūt tai prisidėtų ypatingai prie to tokio darbinio patogumo, kad tu gali gauti informaciją greitai, tau reikia kažką patikrinti ar komponentų istoriją, ar atsekamumą to komponento ypač resursinių komponentų“ (Oro linijos nr. 3).
	Atsekamumas ir patikimumas	„Šitam manau, būtų nauda, plus būtent, tai gaunami komponentai, dalių atsekamumas, dalių remonto sertifikavimo užtikrinimas...“ (Oro linijos nr. 1). „O kitas dalykas, kad patį saugumą padidintų, turbūt jeigu tu gali visą istoriją atsekti ir pasižiūrėti, kas buvo su tuo komponento anksčiau daryta.“ (Oro linijos nr. 3). „Ar jisai nevogtas, ar jisai ne koks nors nelegalus ar jisai ne iš šalių, kurios turi sankcijas kaip Rusija pavyzdžiui.“ (Oro linijos nr. 2).

Po atlikto interviu respondentai patvirtino sukuriamus efektus taikant blokų grandinės technologijos sprendimus lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui.

Piniginių kaštų taupymo efektas buvo patvirtintas remiantis tuo, kad neradus tam tikrų dokumentų, lėktuvo detalė gali prarasti savo vertę. Jeigu detalės informacija negali būti patvirtinta remiantis dokumentacija, gali atsirasti problemų ją parduodant, nes detalė gali pasirodyti nepatikima pirkėjui. Tokiu atveju, sumažėjus detalės vertei, yra prarandami piniginiai kaštai ir patiriamas nuostolis. Tačiau naudojant blokų grandinės technologiją buvo patvirtinta, kad turint prieigą prie detalės dokumentacijos, galima išvengti tokių nuostolių.

Laiko taupymo efektas taip pat buvo pagrįstas tyrimo dalyvių. Šis efektas gali būti sukuriamas, jeigu detalės dokumentaciją galima greitai pasiekti ir nereikia praleisti ilgą laiką jos ieškant skirtingose vietose. Tai yra svarbu komponentams, kurie turi savo skraidymo limitą dokumentacijai. Aviacijos organizacijos nuolat tikrina tokių dalių dokumentaciją ir dažnai tenka skirti tam daug laiko, kad įsitikinti ar visa dokumentacija atitinka visus reikiamus standartus.

Atsekamumo ir patikimumo sukuriamas efektas, kuris nebuvo pristatytas siūlytame teoriniame modelyje. Tačiau šis efektas buvo įvardytas ir pagrįstas visų tiriamųjų oro linijų atstovų. Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimo procesui atsekamumas ir patikimumas yra svarbus aspektas, kuris padeda užtikrinti, kad turima dokumentacija yra patikima ir užtikrina visus dokumentacijos įrašus,

kad jie yra teisingi ir patvirtinti. Dokumentacijos atsekamumas ir patikimumas leidžia nustatyti ir patvirtinti lėktuvo detalės istoriją. Šis efektas leidžia atsekti ir įsitikinti, kur detalė buvo remontuota, kokie detalės pažeidimai ar trūkumai buvo rasti anksčiau. Taip pat labai svarbu šio sukuriama efekto momentas yra tai, kad galima įsitikinti visą detalės judėjimą. Oro linijų nr. 2 atstovas paminėjo, kad svarbu yra žinoti iš kur pati detalė atkeliauja ir ar turima informacija patikima. Ypatingai reikia įsitikinti ar detalė nėra iš šalių, kuriai yra pritaikytos sankcijos. Jeigu ši dokumentacija būtų sufalsifikuota ir nepatvirtina, gali atsirasti problemų detalės pirkėjui bei operatoriui, kuris tą detalę instaliuotų į lėktuvą.

4.2.2. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir sukuriama efektų pagrindimas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui

8 lentelėje yra pateikiama blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų pagrindimas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui.

8 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos sprendimas	Patvirtinantys teiginiai
Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimas	Nuolatinė prieiga realiu laiku prie visos lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos bei įrašų lėktuvo savininkui.	„Tarkim savininkui būtų labai gera indikacija, jeigu jis gautų informaciją apie tas inspekcijas pažeidimus ant jo lėktuvų, tada jis galėtų suprasti, kokio jame maždaug stovio tas lėktuvas yra iš techninės pusės“ (Oro linijos nr. 3). „Tas pats dalykas yra su lėktuvu kai atidavinėja operatorius. Savininkas galėtų pasižiūrėti, kokios buvo pastabos.“ (Oro linijos nr. 3) „We will track TSO, CSO or TSN, CSN, date of event and certification status or even get a virtual version of CRS and almost creating an virtual on and off log“ (Savininkas nr. 1). „would allow lessors and even airlines to step in during heavy maintenance checks and let's say every 18 months or 24 months. Take a snapshot, approve that and move on.“ (Savininkas nr. 1) „So introduce this entity and that will effectively collect all the data on aircraft and define standard leases and then if I want to sell an aircraft next customer will have an access for all data documentation“ (Savininkas nr. 1.)
	Lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos pakitimų registravimas lėktuvo perdavimo metu	„kai tu gauni lėktuvo dokumentaciją perdavimo per blockchain technologiją, kurioje viskas yra skaitmenizuota ir viskas yra realiu laiku pakitimai. Realio laiku paspaudi, kada tu peržiūrėjai, realio laiku parašai ko trūksta ir yra visiškai pilna lėktuvo istorija“ (Oro linijos nr. 2). „Perdavimo metu yra pildomi ir pranešami dokumentacijos trūkumų sarašai atliekama jų registracija, komentavimas, dokumentų prisegimas, trūkumų uždarymas, visas toks pat

		procesas valdymas to proceso, tai ten būtų galima tikrai turėt tą blockchainą.“ (Oro linijos nr. 3). „In terms of, let's see mandates that come out, it could be from manual revisions to airworthiness directives or service bulletins for example, if you could easily identify what's been affected“ (Savininkas nr. 1). „I think it's a, it's a point of security to be able to be confident of if a change occurs to a document that that it's identifiable“ (Savininkas nr. 2). „So if the blockchain allows these specific reference to be included within it to show what data was changed or what cell was changed, that's that's where the kind of efficiencies do come from.“ (Savininkas nr. 2). „Tai pats blockchain iš esmės galėtų būti naudojamas tiek žymint tai, kas buvo perduota tiek verifikuojant informaciją, kuri yra, kuri bus perduota, tai yra kaip pavyzdys pavyzdžiui, kaip perduoti kažkokius tai dokumentus. Ten pasižymi, ką tu perduodi.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Tai čia tai vienas iš dalykų, kad yra dokumentų, ką kada jis buvo sukurtas kada. Tai yra kada įtrauktas, kada ar nebuvo pakeista tai iš esmės. Atsekamumas bendrai kalbant.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija).
	Lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos tikrinimas perdavimo metu	„Tų pačių lėktuvo techninių dokumentų vertinimas tampa bevertis dalykas, jei kompiuteris su blockchainu gali patikrinti lentelę ar kažkokį sąrašą ir pateikti atsakymą ar viskas yra gerai.“ (Oro linijos nr. 1). „...turint pilnai skaitmenizuotus standartinius dokumentus, kurių autentiškumas visiškai užtikrinamas blockchain technologija, tada gali turėti automatinius patikrinimus.“ (Oro linijos nr. 1).

Blokų grandinės technologijos siūlomi sprendimai lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos perdavimo metu buvo patvirtinti tyrimo dalyvių interviu metu.

Sprendimas, kuris sukurtų nuolatinę prieigą realiu laiku prie visos lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos lėktuvo savininkui leistų lėktuvo savininkui turėti visą informaciją apie lėktuvo techninę būklę bei įsitikinti, kad nuomojamas lėktuvas yra prižiūrimas pagal visus aviacijos standartus. Kai lėktuvo savininkas išnuomoja lėktuvą operatoriui, jis neturi prieigos prie techninės priežiūros dokumentacijos nuolatos. Šios prieigos suteikimas leistų savininkui patikrinti visą informaciją apie atliekamą techninę priežiūrą, kaip jo valdomas turtas yra remontuojamas, kokios organizacijos ir kokie specialistai atlieka remonto darbus. Savininkas galėtų matyti ir stebėti kokie pažeidimai bei trūkumai atsiranda ant lėktuvo skraidymo metu. Taip pat blokų grandinės technologijos sukuriamą nuolatinę prieigą leistų sekti lėktuvo skraidymo valandų ir ciklų skaičių, kuris nuolatos keičiasi. Tai leistų savininkui suprasti lėktuvo skrydžių dažnumą bei planuoti tolimesnį lėktuvo nuomos procesą kitam operatoriui prieš lėktuvą atsiimant lėktuvą iš dabartinių oro linijų.

Tyrimo dalyviai patvirtino blokų grandinės sprendimą, kuris įgalintų lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos pakitimų registravimą lėktuvo perdavimo metu. Perdavimo metu oro linijos dalijasi visa dokumentacija su lėktuvo savininku. Dažnai dokumentacijoje perdavimo metu įvyksta daug pakeitimų: keičiasi dokumentacijos versija, turinys, taisomos klaidos ir kt. Visi šie pakitimai, įvykę perdavimo metu, galėtų būti registruojami. Šis registravimas leistų visoms suinteresuotosioms šalims matyti pakitimus ir įsitikinti, kad apie šiuos pakitimus visi yra informuoti bei dokumentacija yra pati naujausia. Šis sprendimas leistų atsekti kokius pakitimus dokumentacijoje buvo padaryti, kas ir kada atliko šio pakitimo pataisymą.

Po atlikto interviu buvo patvirtintas naujas sprendimas – lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos tikrinimas perdavimo metu. Tyrimo dalyviai įvardijo, kad blokų grandinės technologijos sprendimas leistų atlikti patį techninės priežiūros dokumentacijos patikrinimą lėktuvo perdavimo metu. Blokų grandinės technologijos sprendimas leistų automatizuoti visą dokumentacijos tikrinimo procesą, sugeneruoti tikrinimo metu rastų neatitikimų sąrašą ar lentelę bei tokiu skaitmenizuoti visą dokumentacijos tikrinimo procesą perdavimo metu.

9 lentelėje yra pateikta blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriami efektai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui.

9 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriami efektai techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos taikymo efektas	Patvirtinantys teiginiai
Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimas	Žmogiškųjų išteklių taupymas	Dabar labai daug laiko praleidžiama užtikrinti, tikrinant dokumentaciją, kiekvieną kartą lėktuvą perduodant. Arba tie patys tie savininkų tikrinimai nuomos periode ir visa kita, kada yra einama ir tikrinama dokumentacija ir jos atitikimas, kur dabar daromas žmogaus, būtų galima daug automatizuoti...(Oro linijos nr. 1). ...tada mažiau žmonių reiktų, kad dirbtų prie šito perdavimo projekto ar ne. (Oro linijos nr. 3). „In terms of safety the process that streamline from simple as well, if you move the entire system online, the using blockchain or not you straight away create efficiencies for people because people don't necessarily need to be on site or travel or scan records.“ (Savininkas nr. 1).
	Piniginiai kaštai	„...tada gali turėti automatinius patikrinimus ir gerokai sumažinti reikalingus resursus.“ (Oro linijos nr. 1). „Greitis ir pinigai, tada mažiau žmonių reiktų, kad dirbtų prie šito perdavimo projekto ar ne.“ (Oro linijos nr. 3).
	Atsekamumas ir patikimumas	„Tai pagrindinė nauda būtų laikas ir atsekamumas. Nes naudojantis blockchain tu iškart gauni prieigą prie visos istorijos. Tu žinai,

		kad tai yra faktinė istorija, kurioje nieko netrūksta“ (Oro linijos nr. 2). „O dėl naudos sakyčiau, kad gavėjas gavėjas būtų labiau užtikrintas tuo, ką gauna iš esmės blockchain pasitarnautų, gavėjo, gavėjo labiau pusėje.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Tai savininkas galėtų atkreipti dėmesį į variklius, nes galbūt operatorius specialiai netvarkė to lėktuvo ten dėl kokių kaštų taupymo ir panašiai. Tai nu padidėtu skaidrumas tarp organizacijų aš manau.“ Oro linijos nr. 3.
	Laiko taupymas	„Perdavimo metu sakykim tiek savininkui tiek operatoriui kur pereina tas orlaivis, jeigu dokumentacija yra grįsta būtent blockchainu skaitmeninėje erdvėje, jei jiems yra tinkama, manau, kad visas procesas gali būti lengvesnis ir greitesnis.“ (Oro linijos nr. 1). „Realiau laiku paspaudi, kada tu peržiūrėjai, realiu laiku parašei ko trūksta ir yra visiškai pilna lėktuvo istorija. Tai nu jie tai labai didžiulę naudą atneša būtent laiko sutaupyme. Čia yra pagrindinė nauda ištikrųjų.“ (Oro linijos nr. 2). „Na, tarkim, o kokią naudą atneštų, Nauda būtų galbūt kas greitis, greičiau visa informacija eitų dalintis ir dirbti viso perdavimo metu.“ (Oro linijos nr. 3). „O dėl naudos taip ir sakiau greitis tada tampa jo tavo draugas, nes tu gali gaut visą informaciją. Greitis tampa ir tau svarbus dalykas, ir tu taupai pinigus tame greityje, bet ir savininkas taupo, nes jis gali surasti daug dalykų tavęs neklausiant, nes jisai tiesiog susiras pats.“ (Oro linijos nr. 3). „Which will you know, I ideally reduce redelivery time because you've already reviewed a lot of the records and you almost have draft statements that are just pending validation at the end.“ (Savininkas nr. 1). „lessors would benefit from, you know, faster transactions. You will decrease time when it comes to reviewing lease details.“ (Savininkas nr. 1). „...if you review the documents you wanna let's say 2 weeks in advance and you have to accept it then today. You would be able to be confident that there are no changes and to to and they don't have to perform additional reviews, let's say.“ (Savininkas nr. 2).

Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimo metu sukuriama efekta naudojant bloku grandinės technologijos sprendimus buvo patvirtinti visų tyrimo dalyvių.

Žmogiškųjų išteklių taupymo efektas gali būti pasiektas automatizuojant visą techninės priežiūros dokumentacijos tikrinimo procesą perdavimo metu. Šis sprendimas leistų atlikti dokumentacijos

patikrą naudojant mažiau žmogiškųjų išteklių. Taip pat blokų grandinės technologijos sprendimas skaitmenizuotų dokumentacijos tikrinimo procesą. Tai leistų specialistams atlikti visą patikrinimą nuotoliniu būdu, nereikėtų žmonėms keliauti į vietą, kurioje yra visa dokumentacija. Tai leistų specialistams neatsitraukti ilgam nuo savo kasdinių darbų, bei organizacijai sutaupyti žmogiškuosius išteklius. Būtent lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimo procesas reikalauja kelionių į skirtingas pasaulio vietas, kad atlikti dokumentacijos patikrą. Todėl šis efektas ir buvo paminėtas tik šiame procese.

Piniginių kaštų taupymo efektas taip pat buvo pagrįstas. Visas procesas vyktų greičiau ir reikėtų skirti mažiau darbo jėgos samdant specialistus atlikti dokumentacijos tikrinimą. Specialistų samdymas sukuria papildomas išlaidas organizacijai. Taip pat, naudojant blokų grandinės sprendimą, būtų galima atlikti visą techninės priežiūros dokumentacijos procesą per trumpesnę laiką, todėl piniginiai kaštai būtų sutaupomi dėl mažesnių specialistų darbo valandų skaičiaus.

Skaidrumo ir patikimumo padidėjimo efektas buvo įvardytas ir pagrįstas tyrimo respondentų. Naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus galima padidinti viso dokumentacijos perdavimo proceso skaidrumą ir patikimumą. Blokų grandinės technologijos sprendimai suteikia galimybę įsitikinti, kad perduodama informacija yra faktinė, nepakeista ir užtikrinta. Blokų grandinėje visa dokumentacija yra užregistruota ir jos negalima pakeisti ar pakoreguoti. Šiuo atveju dokumentacijos gavėjas yra užtikrintas, kad dokumentacija yra tikra ir patikima. Visas dokumentacijos registravimas užkerta kelią dokumentaciją teikiančiai organizacijai pakoreguoti tam tikrus įrašus savo naudai, nes viskas būtų pastebima gavėjui patikrinus blokų grandinėje esančius įrašus.

Laiko taupymo efektas taip pat buvo patvirtintas tyrimo dalyvių. Lėktuvo perdavimo metu visa techninės priežiūros dokumentacija yra tikrinama ir peržiūrima. Šis procesas užtrunka ir užima daug laiko. Blokų grandinės technologijos sprendimai įgalintų visa dokumentaciją greičiau patikrinti, ją peržiūrėti ir būtų galima sutrumpinti visą dokumentacijos perdavimo procesą.

4.2.3. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir sukuriamų efektų pagrindimas planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros valdymui

10 lentelėje yra pateikiami blokų grandinės technologijos sprendimai, taikomi planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

10 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos sprendimas	Patvirtinantys teiginiai
Planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymas	Techninės priežiūros dokumentacijos istorinių įrašų apie gedimus bei atliktus darbus saugojimas	„Tai kai dokumentas yra užpildytas linijinėje priežiūroje, kurią atlieka technikas. Tada kai jį peržiūri ir tikrina techninės priežiūros dokumentacijos užtikrinančios organizacijos ir kai jis eina vėliau kitiems savininkams ir taip toliau, kad tas dokumentas yra vientisas, nepažeistas, jis nebuvo pakeistas ir nebuvo

		atlikta kokių neautorizuotų pakeitimų...” (Oro linijos nr. 1). „viskas gali būti atliekam kas yra susiję su planine ir neplanine priežiūra, jos registravimas, čia blockchain galėtų būti naudojamas įrašų autentifikavimui, jų pildymui ir visam sekimui. Nes vėlgi pildant dokumentus techninėje priežiūroje atsiranda nemažai klaidų, kai yra pildoma tiesiog mechaniškai. Tai šiuo atveju blockchainas padėtų susekti galimas klaidas, kurios sakykim gali turėti įtakos tolimesniai lėktuvo veiklai ar sprendimams.“ (Oro linijos nr. 1). „technikų pasikartojančių defektų sprendimas. Kad tarkim ant lėktuvo atsiranda defektas ir technikas kažkokioj programoj surištoį su blockchainu išsprendžia nepilnai problemą, o tarkim atlieka pirmą žingsnį išspręst problemą. Blockchainas tai užfiksuoja ir ta informacija nebebus pakeičiama. Nebebus falsifikuojama ir nebus su ja galima nieko pakeisti, tai bus faktas. Po viso defekto uždarymo visa ta istorija liks tam blockhaine.” (Oro linijos nr. 2). „Tai didžiausia mano nuomonė dabar nauda planuotoje techninėj priežiūroje būtų ta, kai lėktuvas nuvažiuoja į didelį techninį aptarnavimą, visi pakeisti komponentai ir remontai būtų registruoti blockchaine. Čia yra pats sunkiausias dalykas ką atsekti.“ (Oro linijos nr. 2). „O dėl neplanuotos priežiūros tai lygiai ta patį, ką mes ir kalbėjome - padaryti veiksmai galėtų būti užfiksuoti. Nes dauguma defektų aviacijoje yra ilgalaikiai” (Oro linijos nr. 2). „Tai papildomas procesas būtų lėktuvo konfigūracijos dokumentacijos keitimo atsekimas. Nes per gyvenimą lėktuvas būna modifikuojamas labai daug kartų nuo gamintojo. Taip pat lėktuvo kabina, lipdukai, elektronika ir tą atsekti yra žiauriai sudėtinga. Nes įmonės, kurios sukuria tas modifikacijas bankrutuoja, operatoriai pameta dokumentus, ar jų neišsaugo ar juos pradangina ir laikui bėgant tu nežinai kas buvo daryta ir kodėl.“ (Oro linijos nr. 2).
	Dokumentacijos dalijamasis su orlaivio ir dalių gamintojais	„Integravimas, pačių orlaivių gamintojų dokumentacijos raportavimas. Orlaivių ir dalių gamintojų. Dabar yra lėktuvų savininkai, oro linijos, bet tuo pačiu orlaivių gamintojai. Iš jų daug dokumentacijos ateina pagaminimo metu. Gamintojai pateikia pradinę dokumentaciją. Tie patys visi dokumentai, knygos, instrukcijos ir panašiai visa ta dokumentacija irgi turi būti užtikrinta, kad ji yra vientisa, nepažeista.“ (Oro linijos nr. 1). “Taip sakykim tiek pagaminus lėktuvą tiek testinis informacijos palaikymas tarp gamintojo

		ir operatoriaus. Iš orlaivių gamintojų eina modifikacijos dokumentai visi didžiulis kiekis vadovų manualų su techninės priežiūros instrukcijom ir nurodymais, ir jei norime užtikrinti autentiškumą ir nepažeidžiamumą, vėlgi gali būti taikoma šita technologija.” (Oro linijos nr. 1). „So I guess it creates better data for manufacturer and the authorities to be able to make a more I guess detailed review and recommendation.“ (Savininkas nr. 1).
	Techninės dokumentacijos skaitmenizavimas ir sertifikavimas	„yra tos darbo kortos formuojamos, užduočių formavimas, jų pildymas, grąžinimas, tai taip. Jei galima viską daryti blockchaine, išvengiant popierių, išvengiant parašų, palengvina procesą, pagreitina procesą...” (Oro linijos nr. 1). „Aviacija, kaip ir visa likusi industrija ir pramonė eina po truputį „paperless“ keliu. Ir einant „paperless“ keliu visa skaitmeninė dokumentacija privalo būti užtikrinta, kad ji yra apsaugota nuo neautorizuotų pakeitimų. Tai kai dokumentas yra užpildytas linijinėje priežiūroje, kurią atlieka technikas.” (Oro linijos nr. 1). „if we had some sort of system where it could at least categorize, create and certify certain tasks, we could potentially be in a situation where we could better understand maintenance cycles. We could potentially look at drafting different processes for maintenance if we have let’s say digital system.“ (Savininkas nr. 1).

Tyrimo dalyviai patvirtinto ir pagrindė blokų grandinės technologijos taikymo sprendimus planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

Techninės priežiūros dokumentacijos istorinių įrašų apie gedimus bei atliktus darbus saugojimo sprendimas leistų įsitikinti, kad visi dokumentuose užpildyti įrašai atlikti lėktuvo inžinierių yra užpildyti teisingai ir pagal visus reikalavimus. Atlikus techninės priežiūros darbus yra labai svarbu visą dokumentaciją užpildyti teisingai ir be klaidų, nes kiekvienas įrašas įrodo, kad visi techninės priežiūros darbai yra atlikti, niekas nėra praleista bei panaudotos visos gamintojų instrukcijos. Blokų grandinės technologijos sprendimas dokumentacijos istorinių įrašų saugojimui užkirstų kelią dokumentacijos pildymo klatojimui bei falsifikavimui. Taip pat oro linijų tinkamumą skraidyti užtikrinantys skyriai, kurie tikrina lėktuvo techninės priežiūros dokumentaciją, būtų užtikrinti, kad visi įrašai ir dokumentacijos turinys yra teisingi.

Naujas sprendimas, kuris paaiškėjo interviu metu yra dokumentacijos dalijamasis su orlaivių ir dalių gamintojais. Oro linijų operatoriai ir orlaivių gamintojai tarpusavy nuolatos dalijasi techninės priežiūros dokumentacija. Orlaivių ir dalių gamintojai siunčia ir suteikia oro linijoms visas naujausias lėktuvų techninės priežiūros instrukcijas atlikti techninės priežiūros darbus. Blokų grandinės technologijos sprendimas suteiktų galimybę orlaivių gamintojams dalintis dokumentacija su operatoriais ir operatoriai būtų užtikrinti, kad instrukcijos yra atnaujintos su visais pakeitimais. Oro

linijos taip pat dalijasi savo techninės priežiūros dokumentacija su lėktuvų ir dalių gamintojais. Gamintojai nuolatos stebi kaip jų produktai atlieka savo funkcijas, todėl reguliariai renka informaciją iš operatorių bei atlieka tam tikrus patobulinimus. Todėl blokų grandinės technologijos sprendimas leistų operatoriams dalintis savo techninės priežiūros įrašais su gamintojais realiu laiku.

Techninės dokumentacijos skaitmeninis sertifikavimo sprendimas taip pat buvo patvirtintas remiantis siūlomu teoriniu modeliu. Šis sprendimas leistų visus techninės priežiūros įrašus atlikti skaitmeninėje erdvėje nespausdinant popierių ir pasirašant juos ranka. Skaitmeninis techninės priežiūros dokumentacijos sertifikavimas galėtų būti atliekamas naudojant blokų grandinės technologiją, sertifikavimo istorijos įrašai būtų saugomi ir reikalui esant atsekami.

11 lentelėje yra pateikta blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriama efektai planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

11 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriama efektai planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos taikymo efektas	Patvirtinantys teiginiai
Planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymas	Piniginiai kaštai	„Tai yra žiauriai svarbu komerciškai, nes vieno lėktuvo trūkstanti dokumentai gali kainuoti nuo 1 iki 4 mln. Blockchainas sumažintų riziką, kad tie dokumentai būtų nepamesti nuo lėktuvo pagaminimo ar variklio ar važiuoklės, nu važiuoklės gal ne taip svarbu, nes važiuoklė mažiau verta, bet varikliai ir lėktuvas tai labai svarbu.“ (Oro linijos nr. 2). „Tai be abejo, laikas yra pinigai. Viskas galiausiai į laiką sukreinta. Tau reikia žymiai mažiau žmonių peržiūrėti visus dokumentus. Niekam nereikia kuistis prie dokumentų archyvo. Dar kai nebūdavo tokių technologijų skaitmeninių, tai būdavo 100 dokumentų dėžių, kurias reikdavo peržiūrėti visą ranka. Ir tu galbūt ieškodavai vieno lėktuvo komponento remonto tarp 30 dėžių. O dabar dėka to pačio blockhaino, tu galėtum tiesiog atsidaryti konkreto remonto, kuris yra jau užfiksuotas ir įsaugotas sistemoje. Tau nereikia eiti per tas dėžes. Tai laiko, pinigų labai daug sutaupo įmonės dėlto.“ (Oro linijos nr. 2). „Tai šiais laikais neturint tokių dokumentų tu išleidi papildomus pinigus kreipiantis į dizaino organizacijas, kad jos sukurtus de- modifikacijas arba modifikacijas ir už tai moki pinigus. BC technologijos dėka tu galėtum tuos procesus atsekti ir sutaupyti krūvas pinigų.“ (Oro linijos nr. 2).
	Laiko taupymas	„Tai be abejo, laikas yra pinigai. Viskas galiausiai į laiką sukreinta. Tau reikia žymiai mažiau žmonių peržiūrėti visus dokumentus.“ (Oro linijos nr. 2). „Vėlgi čia šitoj vietoj, jeigu taip ta sistema blockchaino sakykim ir ji būtų bendra, tai

		sutaupyti laiką ieškodamas istorijos.“ (Oro linijos nr. 3).
	Atsekamumas ir patikimumas	„Taip sakykim tiek pagaminus lėktuvą, tiek testinis informacijos palaikymas tarp gamintojo ir operatoriaus. Iš orlaivių gamintojų eina modifikacijos dokumentai visi didžiulis kiekis vadovų manualų su techninės priežiūros instrukcijom ir nurodymais, ir jei norime užtikrinti autentiškumą ir nepažeidžiamumą, vėlgi gali būti taikoma šita technologija. Kai norima užtikrinti, kad niekas nepadarė pakeitimų dokumentuose.“ (Oro linijos nr. 1). „Nes įmonės, kurios sukuria tas modifikacijas bankrutuoja, operatoriai pameta dokumentus, ar jų neišsaugo ar juos pradangina ir laikui bėgant tu nežinai kas buvo daryta ir kodėl.“ (Oro linijos nr. 2). „I think that that can be quite useful and to to provide extra confidence within the the aircraft or the product or the the the part or the document showing what repair was performed. And that can be quite useful.“ (Savininkas nr. 2). „I think it's. protected quite well in terms of, it can't be edited the historic data can't be edited.“ (Savininkas nr. 2) .

Atlikto tyrimo metu buvo patvirtinti blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo galimi efektai, remiantis siūlomu teoriniu modeliu.

Piniginių kaštų sumažinimo efektas buvo pagrįstas atlikus interviu. Atliekant lėktuvo planuotą ir neplanuotą techninę priežiūrą nuolatos yra tikrinama visa techninės priežiūros dokumentacija tam, kad įsitikinti ar visa dokumentacija teisinga. Naudojant blokų grandinės technologijos sprendimą būtų galimybė užtikrinti, kad yra išvengiama dokumentacijos pametimo ar dingimo. Dokumentacijos dingimas gali turėti didelę įtaką lėktuvo ar lėktuvo variklio vertei. Neturint tam tikros dokumentacijos, sumažėja turto vertė, nes nėra galimybės įrodyti, kad lėktuvui ar varikliui buvo atlikta visa techninė priežiūra. Taip pat, atliekant techninės priežiūros dokumentacijos tikrinimo procesą, yra dažnai yra ieškoma dokumentacijos popieriuose skirtingose dėžėse. Blokų grandinės technologijos sprendimas leistų turėti visus reikiamus įrašus išvengiant, ilgo dokumentacijos ieškojimo. Turint tokią galimybę organizacijos sutaupytų žmogiškuosius išteklius savo veikloje, reikėtų samdyti mažiau žmonių ir taip sumažinti organizacijos išlaidas.

Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas leistų turėti visus planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentus vienoje vietoje. Būtent ši galimybė leistų sumažinti laiko sąnaudas. Organizacija sutaupytų savo darbo ir veiklos laiko, nes nereikėtų skirti didelių laiko sąnaudų dokumentacijos ieškojimui bei peržiūrai.

Atsekamumo ir patikimumo efektas, naudojant blokų grandinės technologiją planuotos ir neplanuotos dokumentacijos valdymui, buvo atrastas papildant teorinį modelį. Naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus galima užtikrinti, kad lėktuvo gamintojų pateikti dokumentai yra naujausi ir atlikti visi reikiami dokumentų pakeitimai. Blokų grandinės technologijos sprendimas operatoriui leistų atsekti ir įsitikinti, kad turima gamintojų dokumentacija yra pati naujausia. Taip pat verta

paminėti ir tai, kad atliekant planuotą ir neplanuotą techninę priežiūrą svarbu yra turėti visą informaciją ir dokumentus apie atliktus istorinius remontus. Turint šios istorijos patikimą dokumentaciją ir gebant ją atsekti, galima tiksliau priimti teisingus tam tikrus sprendimus atliekant orlaivių techninę priežiūrą dabar ir ateityje.

4.2.4. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų ir sukuriama efektų pagrindimas lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos auditui

12 lentelėje yra nurodyta blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos audito procesui.

12 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos sprendimas	Patvirtinantys teiginiai
Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditas	Istorinių auditų pastabų įrašų saugojimas	„Tiesiog blockchainas jį viską perkeltų tau į registruojamą tą sistemą, kartoteką tokią. Ir ta informacija liktų per amžius ir ir, bet kas galėtų ją kažkada tai pasižiūrėti, kas buvo, tarkim, ten 2002 metais, kaip pavyzdys, ar ne ten pastabos kokios iškeltos, pavyzdžiui.“ (Oro linijos nr. 3). „They would perform an audit every couple of years, maybe for an airline, and they would do samplings and what they could do is they could look at their their previous audits and if it's using some form of a blockchain technology, they would have a record of of items and documentation and records that they would have reviewed and they would have, let's say, certified and approved their review up to that point“ (Savininkas nr. 2). „So like I said, it kind of it might allow for a time stamping of an order, approving documentation up to that point and save time for auditing. But then any revisions in the future could be potentially flagged as having a consequence to documentation that's been pre approved and that might allow them to focus more quickly into auditing that section of documentation and protect it“ (Savininkas nr. 2) .
	Tarpinstitucinis dokumentacijos dalijamasis	„besikeičiant informacija tarp institucijų, tai iš esmės pats BC leidžia tiesiog patikrinti, ar tie dokumentai tokie, kokie ar gavai originalius dokumentus, autentiškus juos. Ar informacija, kaip sakant, informacija buvo pakoreguota tau kažkaip.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Dar papildomai, kaip tik mes dažnai susiduriame su dokumentais tarp kitų šalių institucijų. Mes su jais bendraujam, bendradarbiaujam, nes registruoti lėktuvai pas mus, skraido po visą pasaulį, tenka ir nežinau keistis visokiais dokumentais tarp kitų šalių, gaunam mes dažnai

		visokių visokių užklausų. Naudojant blockchain galbūt atsirastų tam tikri duomenys, kuriuos galėtų patikrint tiesiogiai pas mus nesikreipiant.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Mes patys labai neseniai matėme pavyzdį tarpinstituciniame bendravime, kai Lietuvos institucijos išduoda dokumentą, jis yra siunčiamas institucijoms kitoje šalyje, kažkur tarpe tas dokumentas tampa pakeistu ir tai paaiškėja tik kai galutinė institucija kreipiasi į pradinę instituciją senuoju elektroninio pašto būdu su klausimu ar čia tikrai tas pats dokumentas, ar jūs jo nepakeitėte. Vietinė institucija patvirtina, kad dokumentas visgi buvo pakeistas. Tai yra tas metodas kai gali blockchainas užtikrinti, kad nebuvo pakeitimų.“ (Oro linijos nr. 1).
	Prieigos sukūrimas prie visos techninės priežiūros dokumentacijos realiu laiku aviacijos institucijoms per audito procesą.	„Tai mums, pavyzdžiui, kad kompanija visur turėtų kažkokį tai atskamumą, oi, mums labai gerai. Mes ateisim matysim matysim, kur kompanija suklydo, išrašysim trūkumą“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija) „Vienas iš tų privalumų tai ir būtų, kad mes matytumėm, kaip tie, kaip tie dokumentai ir kada atsirado. Ta visa istorija bendrai leistų nupaišyti, tiesą sakant, bendrą vaizdą, kaip organizacija tvarkosi su dokumentais“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija) „Nes dabar audito metu yra prašoma parodyti šitos reguliacijos įgyvendinimą. Tai jeigu visi įrašai ar tie įrodymai būtų lengvai ieškomi, lengvai pateikiami, tai gali pagreitinoti procesą. Tiek dokumentų suradimo procesą, tiek dokumentų paruošimo procesą, tikrinimo iš auditoriaus pusės ar kliento pusės, jie gali greičiau tai sutikrinti.“ (Oro linijos nr. 1) „Audito metu auditoriai pasižiūrėję reikalavimus, paprašo tavęs įrodymų, ir jeigu tu turėtum tokią programinę įrangą BC nu software, kuris galėtų, su kuriuo galėtum suteikti prieigą jiems. Jie patys galėtų be klausimų tai, ką jie nori, galėtų patikrinti kiekvieną tą pačią direktyvą. Tai ką jiems reikia. Ko jie užsimano jie galėtų patikrinti be tavo papildomo darbo.“ (Oro linijos nr. 2) „I think similar benefits to what we talked about in terms of access to a full traceability and access to records and, you know, being able to identify areas that are affected by a newer revision of a document.“ (Savininkas nr. 1). „The aviation authorities ability to to review documents. And in real time, but during their audits, for example, and they may have benefits that.“ (Savininkas nr. 2) .

Atlikus interviu su respondentais, buvo nustatyti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui.

Šiame procese buvo nustatytas blokų grandinės technologijos sprendimas: istorinių auditų pastabų įrašų saugojimas. Atliekant auditus yra tikrinama techninės priežiūros dokumentacija, kuria remiantis organizacija gali įrodyti, kad yra laikomasi visų aviacijos saugumo reikalavimų. Atlikus auditą, aviacijos įstatymus leidžiančios bei kontroliuojančios institucijos, pastebėjusios tam tikrus trūkumus organizacijoje iškelia pastabas, kurias organizacija turi pašalinti. Šios pastabos nustato, kurioje vietoje organizacija suklydo arba nebuvo laikomasi visų procedūrų. Buvo atrastas blokų grandinės technologijos sprendimas, kuris įgalintų istorinių auditų pastabų įrašų saugojimą. Tokiu būdu audituojančiai institucijai būtų galima turėti informaciją, kokios pastabos organizacijoje buvo iškeltos anksčiau. Tai leistų sekti organizacijos veiklą bei tobulėjimą. Jeigu pastabos kartotųsi, būtų rimta indikacija, kad organizacija ignoruoja institucijos pastabas ir neištaiso nustatytų trūkumų. Taip pat istorinių auditų pastabų įrašų saugojimas leistų pačiai institucijai sekti savo iškeltas pastabas bei gerinti veiklą ateityje.

Atliekant tyrimą buvo atrastas blokų grandinės technologijos sprendimas, kuris įgalintų tarpinstitucinę dokumentacijos dalijimąsi. Audituojančios institucijos yra priverstos auditus atlikti skirtingose šalyse, nes lėktuvai skraido po visą pasaulį. Skirtingų šalių institucijos nuolat dalijasi informacija tarpusavyje, kad užtikrinti tarptautinį lėktuvų operacijų įstatymų atitikimą. Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos dalijasi techninės priežiūros dokumentacija tarpusavyje, jeigu vienai ar kitai organizacijai kyla klausimų dėl operatoriaus veiklos. Šiuo metu šis dalijamasis dažniausiai vyksta elektroniniais laiškais. Blokų grandinės technologijos sprendimas leistų visoms institucijoms dalintis ir pasiekti reikiamą dokumentaciją vienoje vietoje, neklausiant ir nesiuočiant daugybės užklausų kitoms institucijoms.

Prieigos sukūrimas prie visos techninės priežiūros dokumentacijos realiu laiku aviacijos institucijoms per audito procesą sprendimas buvo pagrįstas atlikus interviu su tyrimo dalyviais. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimas leistų sukurti prieigą ir dalintis oro linijoms lėktuvo techninės priežiūros dokumentacija su audituojančiomis institucijoms. Tokiu būdu aviacijos auditus atliekančios institucijos galėtų pačios atlikti organizacijų patikrinimą, naudojant sukurtą prieigą. Visas auditas galėtų būti atliekamas nuotoliniu būdu, auditoriams nereikėtų vykti į vietą. Taip pat organizacijoms, kurios yra audituojamos, nereikėtų skirti savo darbo laiko audito procesui bei atsitraukti nuo funkcinį darbinių užduočių.

13 lentelėje yra pavaizduota blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriami efektai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui.

13 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriami efektai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas	Blokų grandinės technologijos taikymo efektas	Patvirtinantys teiginiai
Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditas	Piniginiai kaštai	„Bet kuriuo atveju laiko sąnaudos geriausiai tauposi tada, kai tu gali veiksmą padaryt neatsitraukus nuo kompiuterio. Tai yra pradėjai ir pabaigai neatsitraukus nuo kompiuterio. Tai yra

		ne nueik iki printerio ten visokio popieriaus trūksta ten dar kažkas, dar kažkas. Ir tada grįžti po pusvalandžio, ten realiai atspausdinai ir pasirašei vieną dokumentą. Tai laiko sąnaudos tikrai tikrai jos bus mažesnės ir mažesnės laiko sąnaudos - sutaupyti pinigai.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos nr.1).
	Laiko sąnaudos	„Paprastai, jeigu ten kyla kažkokių abejonių, tai parašo mums. Tada mes ten sugeneruojam atsakymą patikrinę atrašom - užtrunka. Tai būtų dar ir šiek tiek tokios laiko sąnaudų sumažinimas.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos nr. 1). „Bet kuriuo atveju laiko sąnaudos geriausiai tauposi tada, kai tu gali veiksmą padaryt neatsitraukus nuo kompiuterio. Tai yra pradėjai ir pabaigai neatsitraukus nuo kompiuterio. Tai yra ne nueik iki printerio ten visokio popieriaus trūksta ten dar kažkas, dar kažkas. Ir tada grįžti po pusvalandžio, ten realiai atspausdinai ir pasirašei vieną dokumentą. Tai laiko sąnaudos tikrai tikrai jos bus mažesnės ir mažesnės laiko sąnaudos - sutaupyti pinigai.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos). „Tai sutaupytą laiką tiek auditoriam tiek audituojančiai įmonei.“ (Oro linijos nr. 2) .
	Atsekamumas ir patikimumas	„besikeičiant informacija tarp institucijų, tai iš esmės pats BC leidžia tiesiog patikrinti, ar tie dokumentai tokie, kokie ar gavai originalius dokumentus, autentiškus juos. Ar informacija, kaip sakant, informacija buvo pakoreguota tau kažkaip.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos). „Kartais jie kai kuriuos žingsnius praleidžia. Ir kai mes audituojamam, kartais pastebime tokius dalykus, kad dalykai, tarkim, veiksmai buvo atlikti prieš kelis metus tikrini dokumentas, bet tu matai, kad vienas iš dokumentų kažkoks labai naujas, tai yra kampučiai neužlankstyti. Toks atrodo, kad net rašalas neseniai nudžiūvę. Tai BC iš esmės padėtų va tokius dalykus išspręsti. Kadangi tai tiesiog sukurti dokumentą, kad kažkada anksčiau buvo padarytas kažkoks veiksmas taptų sunkiau.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos). „Tai mums, pavyzdžiui, kad kompanija visur turėtų kažkokį tai atsekamumą, oi, mums labai gerai. Mes ateisim matysim matysim, kur kompanija suklydo, išrašysim trūkumą.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos). „Vienas iš tų privalumų tai ir būtų, kad mes matytumėm, kaip tie, kaip tie dokumentai ir kada atsirado. Ta visa istorija bendrai leistų nupaišytų,

		tiesą sakant, bendrą vaizdą, kaip organizacija tvarkosi su dokumentais.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos). „Tai turbūt būtų galima lengviau įrodyti audito metu institucijoms, kad mes kaip operatoriai atitinkame visas reguliacijos išleistas. Nes dabar audito metu yra prašoma parodyti šitos reguliacijos įgyvendinimą.“ (Oro linijos nr. 1). Mes patys labai neseniai matėme pavyzdį tarpinstituciniame bendravime, kai Lietuvos institucijos išduoda dokumentą, jis yra siunčiamas institucijoms kitoje šalyje, kažkur tarpe tas dokumentas tampa pakeistu ir tai paaiškėja tik kai galutinė institucija kreipiasi į pradinę instituciją senuoju elektroninio pašto būdu su klausimu ar čia tikrai tas pats dokumentas, ar jūs jo nepakeitėte. Vietinė institucija patvirtina, kad dokumentas visgi buvo pakeistas. Tai yra tas metodas kai gali blockchainas užtikrinti, kad nebuvo pakeitimų. (Oro linijos nr. 1). „Tiesiog blockchainas jisai viską perkeltų tau į registruojamą tą sistemą, kartoteką tokią. Ir ta informacija liktų per amžius ir ir, bet kas galėtų ją kažkada tai pasižiūrėt, kas buvo, tarkim, ten 2002 metais, kaip pavyzdys, ar ne ten pastabos kokios iškeltos, pavyzdžiui.“ (Oro linijos nr. 3).
--	--	---

Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas patvirtino sukuriamus efektus.

Respondentai pagrindė, kad blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas gali padėti sutaupyti piniginius kaštus. Blokų grandinės technologijos leidžia atlikti lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditą su mažiau darbo laiko ir žmogiškųjų išteklių. Atliekant auditą efektyviau bei skiriant mažiau išteklių, galima sutaupyti piniginius kaštus, remiantis laiko ir darbo jėgos kaštų sumažėjimu.

Laiko sąnaudų sumažinimas yra grindžiamas tuo, kad naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus, visą auditą galima atlikti greičiau ir per mažesnę laiko tarpą. Šis laiko sumažinimas yra svarbus aspektas tiek audituojančiai institucijai tiek organizacijai, kurioje auditas yra atliekamas. Audituojanti institucija auditą gali atlikti greičiau, jai nereikia prašyti audituojamos organizacijos pateikti daugybės dokumentų. Visa informacija gali būti greitai surasta ir patikrinta. Taip pat organizacijai, kurioje auditas yra atliekamas, nereikia skirti didelių laiko sąnaudų audito proceso metu, kad įrodytų visų aviacijos reikalavimų atitikimą.

Atsekamumo ir patikimumo padidėjimas buvo atrastas ir patvirtintas naujos blokų grandinės technologijos sprendimo taikymo sukuriamas efektas techninės priežiūros dokumentacijos auditui. Atliekant auditą organizacijoje, audituojančios institucijos turi įsitikinti, kad visa pateikiama dokumentacija, kurią pateikia audituojama organizacija, yra patikima ir visą dokumentacijos istoriją galima atsekti. Aviacijos industrijoje pasitaiko atvejų, kai organizacijos neturi techninės priežiūros dokumentacijos įrašų, todėl prieš atliekamą auditą tuos įrašus sukuria naujai. Blokų grandinės technologijos naudojimas leistų tokius veiksmus atsekti ir institucija galėtų nustatyti, kad

dokumentacijos įrašai buvo užpildyti bei sukurti vėliau. Visas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos audito atsekamumas ir patikimumas būtų efektyvesnis, jeigu visa informacija apie dokumentų istoriją būtų prieinama ir būtų užtikrinama, kad ji yra teisinga.

4.2.5. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo bendri sukuriama efektas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Po visų respondentų pateiktų atsakymų apie blokų grandinės technologijos sukuriamus efektus buvo nustatyta, kad naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus kiekviename dokumentacijos valdymo procese yra sukuriama šie efektai: piniginių kaštų taupymas, laiko sąnaudų mažinimas, atsekamumo ir patikimumo padidinimas. Taip pat lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimo procese yra sukuriamas ir žmogiškųjų išteklių taupymo efektas.

Tačiau tam tikri efektai yra bendri visiems aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos procesams. Tai yra saugumo ir tvarumo padidinimas. Saugumo ir tvarumo gerinimo efektai yra svarbūs visai aviacijos techninės priežiūros industrijai, turi didelę įtaką visai aviacijos ekosistemai.

14 Lentelėje yra nurodyti saugumo ir tvarumo padidinimo sukuriamų efektų, naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus, aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, pagrindžiantys teiginiai.

14 lentelė. Saugumo ir tvarumo pagerinimas taikant blokų grandinės technologijos sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Blokų grandinės technologijos taikymo efektas	Patvirtinantys teiginiai
Saugumas	„Šitam manau, būtų nauda, plus būtų, tai gaunami komponentai, dalių atsekamumas, dalių remonto sertifikavimo užtikrinimas, kad ta detalė yra tinkama naudoti orlaivyje, jos istorija yra žinoma ir pilna, tam, kad būtų galima naudoti.“ (Oro linijos nr. 1). „Blockchainas tai užfiksuoja ir ta informacija nebebus pakeičiama. Nebebus falsifikuojama ir nebus su ja galima nieko pakeisti, tai bus faktas. Po viso defekto uždarymo visa ta istorija liks tam blockchaine. Kodėl tai yra labai svarbu, nes pavyzdžiui atsidūrus kažkokiom incidentam, kuriuos sprendžia safety management system, tai juos analizuojant galima remtis blockchainu“ (Oro linijos nr. 2). „Žinotum ar tas komponentas yra saugus ar nebuvo kokių remontų darytų, kurie turėtų kažkokią įtaką skrydžiui ir panašiai.“ (Oro linijos nr. 3). „Where we would eventually reduced the number of unscheduled tasks or defects and increase safety in general.“ (Savininkas nr. 1).
Tvarumas	„tas pats popierius, kol jis iki mūsų ateina, jis gali kiek bekiek tai pats palieka to tik to pačio carbon footprint ir kitų chemikalų.“ (Aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos nr. 1). „if there is issues with back to birth trace or the the documentation available for a part. If that part may no longer be viable for use, so it might have to be scrapped. So you're talking about sustainability of preventing scrap of parts unnecessarily potentially.“ (Savininkas nr. 2). „Recyclable might be a something to consider.“ (Savininkas nr. 2).

	„Bet jo tas spausdinimo mažinimas sutaupyti pinigų tikrai Tų pačių ten resursų medžių sąskaita, popieriaus gamybos sąskaita.“ (Oro linijos nr. 3).
--	--

Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui sukuria saugumo ir tvarumo padidinimo efektus.

Saugumo padidinimo efektas sukuriamas remiantis visos techninės priežiūros dokumentacijos užtikrintumu ir atsekamumu. Naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus galima įsitikinti ir atsekti visus įrašus apie lėktuvo detalės istoriją bei įsitikinti, ar detalė tikrai atitinka jai keliamus aviacijos saugumo reikalavimus ir ar yra saugu ją instaliuoti į lėktuvą.

Taip pat saugumo padidinimo efektas yra sukuriamas remiantis tuo, kad pildant lėktuvo techninės priežiūros dokumentaciją naudojant blokų grandinės technologijos sprendimą, sumažėja galimybė padaryti klaidų arba falsifikuoti dokumentacijos įrašus. Blokų grandinės technologijos sprendimais galima užtikrinti, kad visi techninės priežiūros darbai bus atlikti ir užpildyti pagal aviacijos keliamus reikalavimus. Turint visą dokumentacijos istoriją apie atliktą techninės priežiūros darbus ir tvarkytus gedimus galima išvengti tokių pat gedimų ateityje, atliekant tam tikrus prevencinius veiksmus.

Tvarumo padidinimo efektas buvo pagrįstas remiantis blokų grandinės technologijos sprendimu skaitmenizuojant lėktuvo techninės priežiūros dokumentaciją. Tokiu būdu galima sumažinti spausdinamų dokumentų kiekį. Aviacijos techninės priežiūros industrija sugeneruoja didžiulį kiekį dokumentų, kurie sunaudoja didelius gamtos išteklius. Taip pat blokų grandinės technologijos sprendimas sumažina dokumentacijos praradimo tikimybę. Jeigu lėktuvo dalių techninės priežiūros dokumentacija yra prarandama ir negalima patvirtinti detalės informacijos, detalė gali būti sunaikinama ir toliau orlaivyje nebenaudojama. Todėl blokų grandinės technologijos sprendimai gali prisidėti prie tvarumo naudojant tuos pačius saugius lėktuvo komponentus daug kartų.

4.2.6. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo iššūkiai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Atlikus interviu su aviacijos organizacijomis buvo nustatyta, kokius iššūkius gali sukelti blokų grandinės taikymas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Pagal pateiktus respondentų atsakymus iššūkiai tinka visiems tyrinėjamiems procesams, todėl yra pristatomi ir apžvelgiami bendrai.

15 lentelėje yra pristatomi blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo iššūkiai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

15 lentelė. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo iššūkiai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesai	Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo iššūkiai	Patvirtinantys teiginiai
-Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimas	Papildomi ištekliai	„Tai įsivaizduoju, kad vis tiek kalbame apie orlaivius, kurie, kai yra ir 20 ir 30 metų senumo, dabar įsivaizduokit tuos kaštus visus dokumentus, kaip skaitmenizuoti ir sukrauti kažkur.“

-Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimas -Planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymas -Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditas		(Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Bet sakykim kompanijai kaip minėjau anksčiau, kuri ten nežinau, taupo visur, kur tik įmanoma ir dirba žmonės, kurie ten, tarkim tų technologijų gal nenaudoja, tai gal jai jų ir nereikia.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „cyber security processes as well, which is something that we don't really have you know. And so I guess you will end up somehow creating a new a new sector completely or at least a new department to to review that.“ (Savininkas nr. 2).
	Požiūris	„Dar pridėčiau, kad priklauso nuo organizacijos. Lufthansai blockchainas būtų gerai, nežinau kitai organizacijai, kuri sakykim nesilaiko pačių aukščiausių standartų nebūtų gerai, nes jinai norėtų turėt galimybę esant dokumentus sukurti ir nefiksuoti jų. Tai čia viskas priklauso, ko kam reikia.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija).
	Tarptautinių įstatymų skirtumai	„orlaiviai yra toks labai tarptautinis dalykas ir mes matome iš savo patirties kaip jie keičia savo savininkus ne tik Europoje, bet ir visame pasaulyje, kur labai stipriai skiriasi teisinės bazės.“ (Oro linijos nr. 1). „Manau blockchainas gali prasidėti prie siauresnės apimties sferos. Bet, kad būtų galima pilnai eiti „paperless“ keliu, tai turi būti priimta ne tik Europje, ne tik JAV , bet ir ir visame pasaulyje. Ir man įdomu kiek tai laiko užtruks ir aš manau tai yra didžiausias iššūkis.“ (Oro linijos nr. 1). „Sakykim jeigu reikės imti lėktuvą iš Europos jurisdikcijos į kitą tai gali būti gana sudėtinga, nes sakykim Europos reguliacijos naudotojai operatorai, jie neturi popierių, o sakykim kitos šalies jurisdikcijos savo organizacijoms sako, kad joms reikia popierių. Tai gali užtrukti ir dešimtmečius kol pilnas pritaikymas atsiras tai bus įdomu stebėti.“ (Oro linijos nr. 1). „Legal challenges in terms of implementing those changes, so it's definitely something that I I would see as a standard implemented worldwide and slowly different jurisdictions adopt in it so kind agreement in time would be the two biggest challenges.“ (Savininkas nr. 1). „So that would be one challenge just to the jurisdiction level of it and but also on a jurisdiction topic, you'd have your incorporation of blockchain into and aviation authorities, capability and scale and understanding in some countries...“ (Savininkas nr. 2). „would there be issues around moving an aircraft from a country's jurisdiction where it's fully

		approved through blockchain and that documentation goes into a country that doesn't have the the same capability or understanding of the blockchain links and technology..." (Savininkas nr. 2). „Lėktuvas buna ne tik Europoje ar Amerikoje, kur yra tam tikri susitarimai ar ne, bet pradedama eiti į Afriką, Aziją, Australiją, Pietų Ameriką. Kokie bus iššūkiai, pavyzdžiui, perleidžiant lėktuvą iš Europos, kur, tarkim, naujas perdavimas ten kokia Lufthansa, kuri yra progresyvi kompanijam, sakykim kuri naudoja blockchainą ir, tarkim Lufthansa bandys parduoti lėktuvą naujam savininkui Čilėje.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Arba jeigu lėktuvas eis naujam operatoriui kur nors sakykim Gabone, gal jam to blockchaino nereikia, bet jam reikia popieriaus? Sakyim jų vietinės institucijos vis dar labai senoviškos ir kaip tai priims jos sakykim, kad yra tokia nauja technologija.“ (Oro linijos nr. 1).
	Suderinamumas	“Tai aš daugiau matyčiau visam šitam reikale daugiau tokius organizacinius dalykus, kad turėtų labai daug tarkim veiklos objektu pereit prie šitos technologijos.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Vienas iš tų challenge'u, sakyčiau, tai, kad visi visi turėtų ją naudoti ir vienu metu. Atsiranda suderinamumo iššūkis.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Tai sakykim, jeigu iš auditoriaus pusės iš aviacijos institucijų, joms gali būti sunku atlikti auditą, jeigu kiekvienas operatorius sakykim turės skirtingą blockchaino sistemą.“ (Oro linijos nr. 1). „Gali būti, kad vienas operatorius juos panaudos, atiduos dokumentaciją kitam. Kitas paskraidys jos nenaudojęs, kažkokius komponentus pakeis, istorija dings, atiduos dar kitam, dar pakeis. Ir ateis galutiniam, kuris perka. Tai kol buvo blockchainas turės visą informaciją.“ (Oro linijos nr. 2). „Jeigu kalbant apie komponentus ir ir medžiagas, tai svarbu yra paminėti tai, kad tie procesai būtų pagerinti tik tokiu atveju, jeigu visas pasaulis tą pačią sistemą, nes jeigu naudotume tik tais mes, ar tai kažkas kitas, tai tai nebūtų jokio efekto“ (Oro linijos nr. 3). „Jo pagrindinis iššūkis yra tas, kad tai turėtų naudoti visas pasaulis. Visi visi aviacijos darbuotojai, įmonės turėtų naudoti tą pačią sistema. Kad būtų kažkoks, tai universalus dalykas, turbūt ar ne.“ (Oro linijos nr. 3). „Nu svarbiausias iššūkis tas, kad visos remonto bendrovės realiai ta informaciją apie detales vestų visų pirma. Nu tai vėl prieinam prie to pačio

		suderinamumo klausimas. Svarbu, kad visi tą pačią sistemą naudotų kartoteka kažkokia ar ne“ . (Oro linijos nr. 3). „We don't have a governing authority, looking after everything, you have multiple Civil Aviation authorities we have multiple MROs, you have multiple lessors, all of their unique systems and processes. I know there's commonality. There are systems that will take a significant market share, but you know, there's certainly a lot of stakeholders and I think getting them all to agree to a process or getting the model to implement a certain type of technology is quite challenging.“ (Savininkas nr. 1). „So you know if you take apart for example, you'll need some sort of system process, a common system, a process where all of that can be recorded and carried with the part. And while from my perspective that would be the difficult part.“ (Savininkas nr. 1). „I think the the biggest challenge is that I think a lot of different entities try to implement something similar.” (Savininkas nr. 1). „It would have to have been done digitally, so the acceptance of that was probably needed to be accepted by airlines, by the OEMs of those documents. So. The Boeing or Airbus, Thales or Honeywell, whoever produced them to make sure that they were used appropriately in the applied to this the correct aircraft and then they would have to get maybe approvals from flight crew to be able to say we're gonna update this.“ (Savininkas nr. 2). “All of those people have to be in agreement that what it will be doing won't affect the their operations. It won't cause confusion, especially on a flight deck, and they have to know where exactly where everything is exactly.“ (Savininkas nr. 2). „You almost need a single. resource that everybody would use.“ (Savininkas nr. 2). „Tai aš daugiau matyčiau visam šitam reikale daugiau tokius organizacinius dalykus, kad turėtų labai daug tarkim veiklos objektu pereit prie šitos technologijos” (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija).
	Technologijos integracija	„Kaip tai bus užtikrinta, kad kiekviena remonto organizacija, į kurią nueis ta detalė integruosis į tą istoriją ir ar tai bus tik vienas sertifikatas atskiras dokumentas pagrįstas blockchain.“ (Oro linijos nr. 1). „Dokumentacija turi būti standartinė, kurią būtų galima lengvai tikrinti, nes jei ateis blockchaino skaitmeniniai dokumentai ir jie yra nestandartiniai, pirmą kartą matomi, jei operatorius turės savo dokumentų išdėstymą,

		savo tipą dokumentų, kad jie ir yra autentifikuojami blockchainu, tai gali ir apsunkinti procesą.” (Oro linijos nr. 1). „Ir gerai antras iššūkis tarkim vienas įmonė naudoja blockchain savininkas, nuomininkas nenaudoja ir savininkas norėtų dokumentaciją toliau talpinti istorijoje blockchaino tarkim. Ir nuomininkas negalėtų to išpildyti. Atsirastų technologijų skirtumai.“ (Oro linijos nr. 2). „Pagrindinis iššūkis būtų ar audituojančios įmonės sugebėtų naudotis technologijomis, kurias naudoja skirtingi operatoriai. Maža tikimybė, kad visi naudotų tą pačią sistemą.“ (Oro linijos nr. 3). „Operacinė sistema tavo, tarkim, ten gali pavadinti, pavyzdžiui, paprastą sistemą blockchain vienas ir po to pavadinti blockchain d ten ir, kad tos sistemos nu tarkim su programine įranga jos turi šnekėtis tarpusavy, nes jeigu tai nebus padaryta, kad juos šnekėtų tarpusavy tai čia yra šnipštas tada, nes tada tos pačios programos tampa kaip ir yra dabar daug skirtingų programų naudojamų aviacijoje ir jos tarpusavy nelabai gali būti susietos.“(Oro linijos nr. 3). „you might have one specific structure of information that's exported from one airlines management system, or AMOS or whatever tools they use. And whether that can be imported into the next airline system and that that may be a potential concern here or challenge here that they can talk to each other and understand the information that's exported“ (Savininkas nr. 2).
	Žmonių prisitaikymas	„...dėl pačios programos, dėl žmonių apmokymo. Nes daugumai galbūt būtų baisu tas blockchainas, kaip jis veikia ir panašiai.“ (Oro linijos nr. 2). „Žinoma, dar reikia atkreipti dėmesį vėlgi, tą patį žmogiškąjį faktorių toks dalykas blockchain atsiradimas konkrečioje organizacijoje greičiausiai visai organizacijai būtų nemenkas iššūkis dėl skirtingo amžiaus darbuotojų dėl skirtingo išsilavinimo.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Pirmiausia gal sudėtingiausias būtų šios technologijos adaptavimas. Tai yra pritaikymas sau naudos, kad visi ją suprastų ir naudotųsi taip, kaip ja reikia naudotis.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija).

Atlikus interviu su tyrimo dalyviais – suinteresuotosiomis šalimis, buvo atrasti ir nustatyti blokų grandinės technologijos taikymo iššūkiai.

Pradedant naudoti blokų grandinės technologiją aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, visą turimą dokumentaciją reikia perkelti į blokų grandinės technologijos sistemą, kurioje visi dokumentai būtų registruoti ir valdomi. Šis procesas reikalauja papildomų išteklių atlikti visą dokumentacijos perkėlimą. Gali būti, kad organizacija neturi galimybės skirti savo turimų ar naudoti

papildomus išteklius šiam procesui atlikti. Taip pat reikia paminėti ir tai, kad atsiradus blokų grandinės technologijos sprendimams, papildomai reikia skirti išteklius kibernetiniam saugumui. Gali atsirasti poreikis naujam skyriui organizacijoje, kuris prižiūrėtų visą blokų grandinės technologijos veikimo procesą bei užtikrintų kibernetinį saugumą.

Organizacijos požiūris buvo paminėtas kaip iššūkis, kuris gali trukdyti įdiegti blokų grandinės technologijos sprendimus organizacijoje. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų efektas yra atsekamumo ir skaidrumo padidėjimas. Gali atsirasti organizacijų, kurios savo veiklą ir visą dokumentacijos valdymo procesą nori nuslėpti ir nesidalinti su kitomis šalimis. Dokumentacijos istorijos nuslėpimas leistų organizacijai atlikti tam tikrus veiksmus savo naudai, sutaupant laiką ar pinigus.

Vienas iš pagrindinių iššūkių, su kuriuo galima susidurti norint įdiegti blokų grandinės technologijos sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, yra tarptautiniai įstatymų skirtumai. Orlaiviai skraido po visą pasaulį ir skirtingus žemynus: Jungtinės Amerikos Valstijos, Europa, Azija ir kt. Techninės priežiūros darbai ir dokumentacijos pildymas yra atliekamas skirtingose šalyse, kuriose yra skirtingi aviacijos įstatymai ir reikalavimai techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procedūroms. Jeigu vienoje šalyje blokų grandinės technologijos sprendimai yra priimtini pagal tos šalies aviacijos institucijos keliamus reikalavimus, kitoje šalyje vietinė institucija gali reikalauti organizacijos pateikti dokumentus popierinėje versijoje. Šie tarptautiniai įstatymų ir reikalavimų skirtumai gali sukelti didelį iššūkį norint įvykdyti ir atitikti skirtingų šalių reikalavimus techninės priežiūros dokumentacijos valdymui ir pateikimui.

Suderinamumo iššūkis buvo atrastas kaip didžiausias ir pagrindinis iššūkis. Naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus organizacijos viduje, blokų grandinės technologijos sprendimai galėtų būti įgyvendami. Tačiau lėktuvai nuolatos keičia skirtingas organizacijas: skirtingi lėktuvo operatoriai ir savininkai. Jeigu vienos oro linijos naudoja blokų grandinės technologijos sprendimus techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, kitoms oro linijoms, kurios planuoja tą lėktuvą perimti, gali atsirasti iššūkis atlikti dokumentacijos patikrą. Jeigu lėktuvą perimančios oro linijos nenaudoja blokų grandinės technologijos sprendimų dokumentacijos valdymui, jos negali atlikti dokumentacijos patikros, kuri buvo parengta blokų grandinės technologijos sprendimais. Kaip buvo paminėta interviu metu skirtingų respondentų, blokų grandinės technologijos sprendimus turi naudoti visos aviacijos organizacijos, kad ši technologija būtų pilnai funkcionali lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Taip pat yra svarbu, kad skirtingi pačios organizacijos vienetai naudotų blokų grandinės technologijos sprendimus.

Naudojant blokų grandinės technologijos principais paremtus sprendimus, reikia atkreipti dėmesį į technologijų integravimo iššūkius. Naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus, gali būti galimybė naudoti skirtingas kompiuterines programas. Šiuo atveju netgi naudojant blokų grandinės technologiją, gali atsirasti programų tarpusavio integravimo iššūkiai. Kiekviena organizacija, naudojanti blokų grandinės technologiją, gali savo sistemas ir programas pritaikyti pagal savo poreikius. Jeigu skirtingų organizacijų blokų grandinės technologijos principais paremtos programos nebus tarpusavyje suderintos ar susietos, kad atpažintų tą pačią informaciją, gali atsirasti iššūkis.

Atliekant inovatyvių technologijų diegimą organizacijoje gali atsirasti žmonių prisitaikymo iššūkis. Naujos technologijos įdiegimas į darbo procesus, gali sukelti darbuotojų baimę ir nepasitikėjimą. Taip pat, jeigu technologija yra sudėtinga naudoti, žmonėms gali būti sunku prisitaikyti prie naujos

technologijos valdymo įrankių bei atlikti savo darbinės užduotis. Įdiegus naują technologiją gali užtrukti laiko, kol žmonės jausis užtikrintai naudojantis blokų grandinės technologijos įrankiais.

4.2.7. Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo rizikos aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Tam, kad pilnai nustatyti blokų grandinės technologijos taikymo galimybes bei įvertinti ir galimus neigiamus aspektus, respondentų buvo prašoma įvardinti potencialas rizikas su kuriomis galima susidurti, jeigu blokų grandinės technologija būtų taikoma aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Įvardintos rizikos yra pateiktos 16 lentelėje.

16 lentelė. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų rizikos aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

Aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesai	Blokų grandinės technologijos sprendimų taikomos rizikos	Patvirtinantys teiginiai
-Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimas -Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimas -Planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymas -Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditas	Informacijos praradimas	„a potential loss of data when it moves from the airline until lessors database would be one thing” (Savininkas nr. 2). „Do you have records that are incorporated within blockchain that have data secured against data loss. How do you then proceed into a non blockchain realm of continuing the management of it?” (Savininkas nr. 2). „Tarkim viena įmonė ima lėktuvą iš kitos ir per trumpą laiką jai reikia išmokyti elgtis su nauja programa ir jį vertinant lėktuvą kažkokios informacijos nepastebi, nes nežinojo kaip jį rasti. Ir va čia atsiranda rizika, kad kažkas buvo praleista.” (Oro linijos nr. 2).
	Klaidos	„aš šiuo atveju daugiausiai rizikos kelia, tai yra žmogiškieji faktoriai. Technologiją gali sukurt galiau padaryt turėt kiek įmanoma maksimaliai, kiek įmanoma saugiai, bet vėlgi tie patys aviacijos specialistai ne visada būna patys geriausi ar geriausiai susipažinę su moderniomis technologijomis ir jie gali pridaryti klaidų.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Mes vis dar Lietuvoje turim tą, kad jeigu kažkas nesigauna, stengiamės kažkaip, “kažkaip” padaryt arba kartais net nedarome kažko tai.“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Rizika gal labiau atsirastų papildomos klaidos, dėl patirties stokos. Galbūt ir žmonės šiek tiek bijotų naujos programos.“ (Oro linijos nr. 2). „Apibendrinant, tai iš visų pusių galima padaryti klaidų, jeigu žmonės ne iki galo supras sistemą, atsiras riziką, kad informacija bus interpretuojama bei priimta neteisingai“ (Oro linijos nr. 2).

	Lėktuvo vertės sumažėjimas	„Klausimas ar jam bus priimtini lėktuvo dokumentai, kurie yra valdomi blockchainu, bet nėra popierių. Galbūt jam šis lėktuvas nebus patrauklus? Ir ar tai paveiks lėktuvo vertę. Arba gal padarys visą sandorį neįmanomą“ (Oro linijos nr. 1).
	Kibernetinės atakos	„tai saugumas priklausys dar ir nuo tos programinės įrangos, nuo žmogaus, kuris naudosis tuo kompiuteriu. Ar ten nebus ten, tarkim, nežinau pažiūrėjęs nelegalių filmų ir gaus virusiuką ten nes naudoja tą programinę įrangą“ (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija). „Kita rizika yra, manau, kaip bus užtikrinamas dokumentų saugojimas. Popierinio archyvo grėsmė yra fizinis dokumentų sunaikinimas ugnimi arba vandeniu. O tokie įvykiai yra pakankamai reti. Tuo tarpu skaitmeninės technologijos užtikrinimas iš vienos tai galima padaryti kai yra žinios, galima apsaugoti duomenis ir užtikrinti atsparumą išoriniams poveikiams, bet iš kitos pusės mes matome, kad tiek dėl IT kompanijose kompetencijų trūkumo, tiek dėl nenorėjimo skirti pakankamo biudžeto, gali būti nepilnai užtikrinta duomenų skaitmeninė apsauga“ (Oro linijos nr. 1). „depending on the infrastructure using, you probably need to look into auditing, cyber security,...“ (Savininkas nr. 2).
	Specialistų poreikio sumažėjimas	„Bet plačiuoju mastu tai gali būti grėsmė specialistams, kurie dirba su dokumentų peržiūra, kad sumažėtų jų poreikis.“ (Oro linijos nr. 1).

Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų įdiegimas į aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesą turi tam tikrų rizikų, kurias reikia įvertinti. Galimos rizikos buvo pagrįstos atlikus interviu su tyrimo dalyviais.

Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui priverstų organizacijas visą turimą dokumentaciją perkelti iš esamos valdymo aplinkos į blokų grandinės technologijos sistemą. Jeigu organizacija visą dokumentaciją laiko popieriuje ar skaitmeninėje erdvėje, perkėlimo metu, neatlikus visų veiksmų teisingai, atsiranda informacijos praradimo rizika. Taip pat reikia paminėti ir tai, kad susiejant su technologijų integravimo iššūkiu, esant skirtingoms programoms, atsiranda rizika, kad perdavimo metu, viena programa neatpažins kitos programos dokumentacijos. Tokiu būdu dalis informacijos gali būti prarandama bei ją atsekti vėliau gali būti labai sunku. Informacijos praradimo rizika yra siejama ir su specialistų žinių trūkumu. Specialistas, neturintis pakankamai patirties dirbant su blokų grandinės technologija ir atliekant dokumentacijos tikrinimą, gali praleisti svarbius dalykus, nepastebėti tam trūkumų. Tokiu būdu šie trūkumai nebus užfiksuoti bei bus praleisti.

Naujų technologijų diegimas organizacijose gali sukelti žmogiškųjų klaidų atsiradimo riziką. Dėl patirties stokos darbuotojai gali padaryti klaidų atliekant aviacijos techninės priežiūros

dokumentacijos valdymą naudodami blokų grandinės technologijos sprendimus. Jeigu specialistai nesupras sistemos pilno veikimo, gali atlikti neteisingus veiksmus, ir gali turėti įtaką visam techninės priežiūros dokumentacijos procesui ateityje. Atliekant neteisingus ir netikslius veiksmus, galima paversti dokumentacijos įrašus neteisingais, kuriais remiantis ateityje galima atlikti neteisingus sprendimus vykdant techninės priežiūros darbus.

Interviu metu nustatyta rizika, kurią reikia įvertinti yra lėktuvo vertės sumažėjimas. Lėktuvo vertės sumažėjimas gali būti remiantis suderinamumo iššūkiu. Atliekant lėktuvo pirkimo ar pardavimo procesą yra tikrinama visa lėktuvo techninės priežiūros dokumentacija. Jeigu visa lėktuvo techninės priežiūros dokumentacija būtų valdoma blokų grandinės technologijos sprendimais, o perkančiai organizacijai ši technologija nėra priimtina, tai gali labai sumažinti lėktuvo vertę ar netgi nutraukti visą sandorį. Tokiu būdu perkančioji organizacija neturės galimybės patikrinti lėktuvo techninės priežiūros istorijos remiantis techninės priežiūros dokumentacijos įrašais.

Naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus, kurie yra atliekami skaitmeninėje erdvėje, atsiranda kibernetinių atakų rizika. Jeigu organizacija nenaudoja dokumentacijos kopijų popierinėje versijoje, kibernetinės atakos metu, visa lėktuvo dokumentacija gali būti sugadinta. Kibernetinių atakų rizika gali pasireikšti dėl neatsargaus kompiuterio naudojimo, kuriame yra laikoma visa techninės priežiūros dokumentacija. Taip pat, jeigu aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos procesai bus valdomi tik naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus, kibernetinės atakos metu, gali būti sutrikdytas visas valdymo procesas, kuris gali turėti įtakos ir lėktuvo skrydžių operacijoms.

Blokų grandinės technologijos sprendimų diegimas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, gali sumažinti žmogiškuosius išteklius organizacijose. Sumažėjus darbo jėgos poreikiui, gali sumažėti ir esamų aviacijos specialistų, kurie atlieka dokumentacijos valdymą, poreikis. Jeigu blokų grandinės sprendimai iš esmės padidintų viso techninės priežiūros dokumentacijos valdymo efektyvumą bei sumažintų žmogiškųjų išteklių poreikį, atsirastų rizika, kad žmonės liktų be darbo, nes blokų grandinės technologijos sprendimai atliktų didelę darbo dalį už juos pačius.

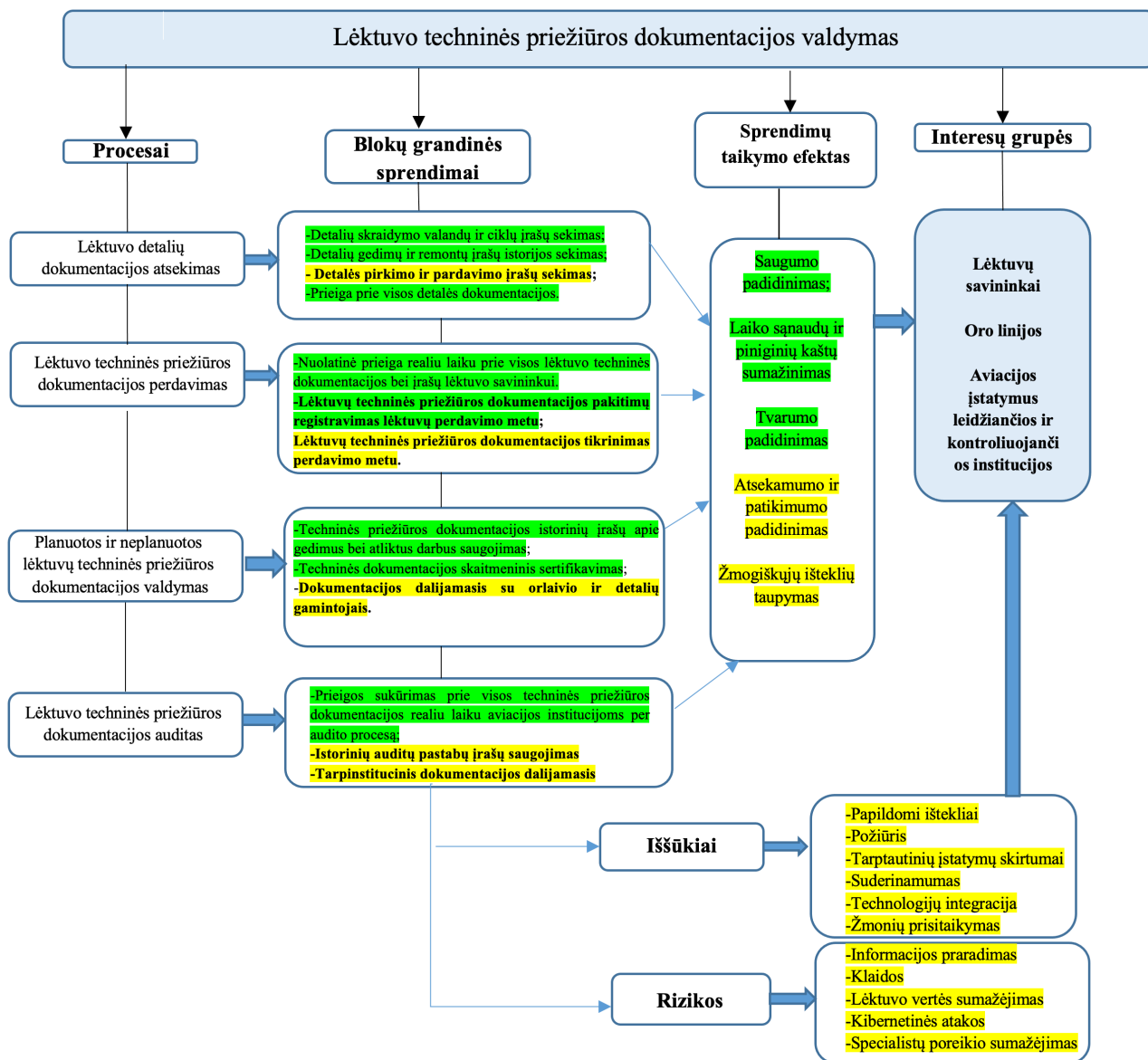
4.3. Siūlomo blokų grandinės taikymo sprendimų teorinio modelio korekcijos ir diskusija

Atlikus empirinį tyrimą galima teigti, kad visi siūlyti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui buvo patvirtinti tyrimo dalyvių. Taip pat buvo patvirtinti ir siūlomi sukuriami efektai naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus techninės priežiūros dokumentacijos procesų valdymui.

Po atlikto tyrimo taip pat buvo atrasti ir patvirtinti nauji blokų grandinės technologijos sprendimai ir sprendimų sukuriami efektai, kurie nebuvo nustatyti atlikus teorinių ir empirinių prielaidų tyrimus. Taip pat atlikus interviu su tyrimo dalyviais buvo nustatyti blokų grandinės technologijos taikymo iššūkiai ir rizikos.

Atlikus tyrimo rezultatų apibendrinimą ir interpretaciją yra sudaromos teorinio modelio korekcijos papildant naujais komponentais, kurių nebuvo pasiūlytame modelyje 15 paveiksle.

16 paveiksle yra pavaizduota blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinio modelio korekcijos.



16 pav. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinio modelio pritaikymas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui

16 paveiksle pavaizduoti blokų grandinės technologijos sprendimai, kurie buvo pasiūlyti prieš tyrimą ir kurie pasitvirtino po tyrimo, yra pažymėti ir paryškinti žalia spalva. Taip pat žalia spalva yra pažymėti ir sukuriama efektai, kurie taip pat buvo patvirtinti. Geltona spalva yra pažymėti nauji ir patvirtinti sprendimai kiekviename lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos procese.

Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimo procese buvo atrastas ir patvirtintas blokų grandinės technologijos sprendimas – detalės pirkimo ir pardavimo įrašų sekimas. Šis sprendimas nebuvo nustatytas teorinių ir praktinių tyrimų metu. Oro linijos nr. 2 atstovas teigė, kad detalės pirkimo ir pardavimo įrašų sekimas yra aktualus šiomis dienomis dėl vykstančios geopolitinės situacijos (Oro linijos nr 2: „*Tai blockchain technologija galima pritaikyti labai stipriai tam kas kada iš ko pirkto, kam pardavė ir kur tas komponentas keliavo. Ar jisai nevogtas, ar jisai ne koks nors nelegalus ar jisai ne iš šalių, kurios turi sankcijas kaip Rusija pavyzdžiui*“). Šiuo metu valstybės, kurios yra sutarusios dėl sankcijų Rusijai, turi būti įsitikinusios, kad nevyksta lėktuvo dalių dalijamasis su Rusija. Būtent blokų grandinės technologija gali tai padėti išspręsti. Autoriai Ho ir kt. (2021) savo

darbe nagrinėjo lėktuvų dalių dokumentacijos valdymo procesą taikant blokų grandinės technologijos sprendimus. Autoriai atliko tyrimą, kuriame nustatė, kad nustatyti detalės remonto istoriją, skraidymo valandas ir ciklus, bei sukurti prieigą prie detalės dokumentacijos (Ho ir kt., 2021). Tačiau tyrime nebuvo paminėtas lėktuvo dalių pirkimo ir pardavimo dokumentacijos sekimas. Galima daryti prielaidą, kad tuo metu tai nebuvo aktualu kaip yra šiandien.

Lėktuvo techninės priežiūros perdavimo procese buvo atrastas ir patvirtintas blokų grandinės technologijos sprendimas – lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos tikrinimas perdavimo metu. Oro linijos nr. 1 patvirtino, kad blokų grandinės technologijos sprendimas leistų atlikti dokumentacijos patikrinimą perdavimo metu (Oro linijos nr. 1: *„Tų pačių lėktuvo techninių dokumentų vertinimas tampa bevertis dalykas, jei kompiuteris su blockchainu gali patikrinti lentelę ar kažkokį sąrašą ir pateikti atsakymą ar viskas yra gerai.“*). Blokų grandinės technologijos sprendimas perdavimo procese galėtų automatizuoti visą tikrinimo procesą. Autorius Dou (2020) savo darbe atliko tyrimą, kuriame buvo nustatyta, kad aviacijos industrijai reikia naudotis naujausiomis technologijomis, tam kad pagerinti aviacijos veiklos procesus (Dou, 2020).

Lėktuvų planuotos ir neplanuotos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesui buvo atrastas naujas blokų grandinės technologijos sprendimas – dokumentacijos dalijamasis su orlaivių ir dalių gamintojais. Interviu Oro linijos nr. 1 teigė, kad gamintojai ir oro linijos dalijasi tarpusavyje lėktuvų techninės priežiūros dokumentacija. (Oro linijos nr. 1: *„Iš orlaivių gamintojų eina modifikacijos dokumentai visi didžiulis kiekis vadovų manualų su techninės priežiūros instrukcijom ir nurodymais, <>“*). Tam, kad užtikrinti visą dokumentacijos dalijimosi autentiškumą yra siūloma naudoti blokų grandinės technologiją (Oro linijos nr. 1: *„<> jei norime užtikrinti autentiškumą ir nepažeidžiamumą, vėlgi gali būti taikoma šita technologija.“*). Nustačius šį teiginį, atsirastų galimybė orlaivių ar dalių gamintojus įtraukti į interesų grupių sąrašą. Tokiu būdu atsirastų galimybė sužinoti gamintojų perspektyvas ir įžvalgas apie blokų grandinės technologijų taikymo sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.

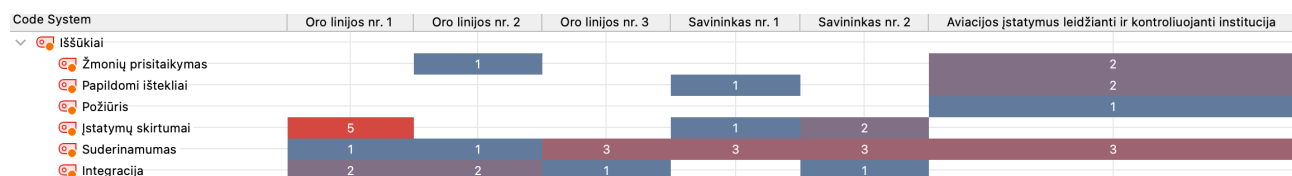
Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos audito procesui buvo atrasti du nauji blokų grandinės technologijos sprendimai: 1) istorinių auditų pastabų įrašų saugojimas, 2) tarpinstitucinis dokumentacijos dalijamasis. Autoriai Andrei ir kt. (2021) savo tyrime buvo nurodė, kad blokų grandinės technologijos sprendimai gali sukurti prieigą aviacijos įstatymus leidžiančioms ir kontroliuojančioms institucijoms tam, kad atlikti auditą (Andrei ir kt., 2021). Tačiau atlikto tyrimo metu buvo nustatyti nauji sprendimai, kurie taip pat yra susiję su lėktuvo techninės priežiūros audito procesu. Tyrimo respondentas, aviacijos įstatymus leidžiančios ir kontroliuojančios institucijos atstovas patvirtino, kad blokų grandinės technologijos sprendimas leistų dalintis dokumentacija tarp kitų institucijų (Aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija: *„Dar papildomai, kaip tik mes dažnai susiduriame su dokumentais tarp kitų šalių institucijų. Mes su jais bendraujam, bendradarbiaujam, <...> „Naudojant blockchain galbūt atsirastų tam tik tam tikri duomenys, kuriuos galėtų patikrint tiesiogiai pas mus nesikreipiant.“*). Taip pat tyrimo dalyvis, Oro linijos nr. 3 atstovas teigė, kad naudojant blokų grandinės technologijos sprendimą galima saugoti istorinių auditų pastabų įrašus ir ta informacija remtis (Oro linijos nr. 3: *„Ir ta informacija liktų per amžius ir ir, bet kas galėtų ją kažkada tai pasižiūrėt, kas buvo, tarkim, ten 2002 metais, kaip pavyzdys, ar ne ten pastabos kokios iškeltos, pavyzdžiui.“*).

Viena iš pagrindinių priežasčių kodėl šis tyrimas buvo pradėtas, yra aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problematika. Šią problematiką savo darbe nagrinėjo autoriai Abdallah ir

Fan (2020). Autoriai teigė, kad techninės priežiūros dokumentacija yra dalijamasi tarp skirtingų organizacijų ir interesų grupių, todėl visas techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas yra sudėtingas ir kompleksiškas. Autoriai savo publikacijoje išvelgė, kad trūksta tyrimų, kurie nagrinėtų aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo gerinimą (Abdallah ir Fan, 2020). Taip pat skirtingos organizacijos turi savo reikalavimus, kurie turi būti išpildyti atliekant dokumentacijos valdymo procesą. Kaip minėta problematikos analizės apibendrinime pagrindinės problemos, su kuriomis susiduriama atliekant techninės priežiūros dokumentacijos valdymą: dideli piniginiai kaštai, didelės laiko sąnaudos, saugumo sumažėjimas ir procesas nėra tvarus. Tyrimo atlikimas leido nustatyti ir pagrįsti, kad šios minėtos problemos gali būti išspręstos naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Taip pat yra tikimasi, kad šis empirinis tyrimas prisidės prie aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo gerinimo padidėjus orlaivių skaičiui ateityje.

Patvirtinti sukuriami efektai 16 paveiksle yra pažymėti žalia spalva. Taip pat tyrimo metu buvo nustatyti nauji sukuriami efektai naudojant, blokų grandinės technologiją – žmoniškųjų išteklių taupymas bei atsekamumas ir patikimumas. Žmoniškųjų išteklių taupymas buvo pagrįstas, nes blokų grandinės technologijos sprendimų naudojamas leidžia efektyviau atlikti dokumentacijos valdymo procesą naudojant mažiau specialistų darbo jėgos. Žmonėms nereikia vykti į vietą, keliauti, nes viskas gali būti atliekama nuotoliniu būdu. Atsekamumo ir patikimumo padidėjimo efekto sukūrimas pagrįstas, kad blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas leidžia nustatyti visą dokumentacijos istoriją, atliktus pakitimus bei įsitikinti, kad pateikta dokumentacija teisinga. Šie nauji sukuriami efektai 16 paveiksle yra pažymėti geltona spalva.

Tačiau atlikus tyrimą buvo nustatyti ir galimi iššūkiai, su kuriais organizacijos gali susidurti norėdamos naudoti blokų grandinės technologijos sprendimus. Pagrindinis iššūkis, kuri buvo paminėtas, yra suderinamumas. Šis iššūkis buvo paminėtas visų tyrimo respondentų. 11 paveiksle yra pavaizduoti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų iššūkiai ir pasiskirstymas, pagal respondentų atsakymus.



17 pav. Blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų iššūkiai „MAXQDA“ kodų matricos funkcija

Blokų grandinės technologijos sprendimų suderinamumo iššūkis yra aktualus visoms interesų grupėms. Tam, kad ši technologija sukurtų siekiamus ir jau minėtus efektus yra svarbu, kad šią technologiją naudotų visi. Tačiau, kad tai įvyktų turi būti bendras organizacijų, kurios yra aviacijos ekosistemoje suderinamumas blokų grandinės technologijos atžvilgiu. Šiuo metu skirtingose aviacijos organizacijose yra naudojamos skirtingos technologijos, kurių funkcijos taip pat yra ne vienodos. Todėl tam, kad organizacijos galėtų sėkmingai atlikti aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymą bei dalintis dokumentacija tarpusavyje, naudojamos technologijos turi būti suderintos. Nustatyti iššūkiai yra pavaizduoti 16 paveiksle ir pažymėti geltona spalva, nes visi iššūkiai yra atrasti empirinio tyrimo metu.

Blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas gali sukelti rizikas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Šios rizikos buvo identifikuotos atlikto tyrimo metu. Prieš pradėdant blokų

grandinės technologijos taikymą, rizikos turi būti įvertintos. Visos rizikos buvo nustatytos empirinio interviu yra pavaizduotos 16 paveiksle ir pažymėtos geltona spalva. Atlikus rizikų rezultatų interpretavimą, galima daryti prielaidą, kad paminėtos ir nustatytos rizikos ir susijusios su naujų ir skaitmeninių technologijų diegimu iš esmės.

Tam, kad organizacijos savo veikloje galėtų taikyti blokų grandinės technologijos sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui yra rekomenduotina:

1. Aviacijos įstatymus leidžiančioms ir kontroliuojančioms institucijoms tarptautiniu mastu standartizuoti blokų grandinės technologijos taikymą aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui.
2. Aviacijos įstatymus leidžiančioms institucijoms išleisti blokų grandinės technologijos taikymo aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui metodines gaires, kurios leistų aviacijos įmonėms suprasti blokų grandinės technologijos įdiegimo procesus ir reikalavimus.
3. Oro linijoms ir lėktuvų savininkams surengti bendras konferencijas ir susitikimus, įtraukiant kuo daugiau ekosistemos dalyvių. Konferencijos metu diskutuoti ir ieškoti bendrų sutarimų blokų grandinės technologijos taikymo iššūkiams spręsti ir rizikoms suvaldyti.
4. Aviacijos organizacijoms domėtis ir analizuoti blokų grandinės technologijos taikymo galimybes, siekiant pagerinti techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesą.
5. Aviacijos organizacijoms ieškoti būdų ir diegti išmaniąsias technologijas, kurios gali prisidėti prie aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo tobulinimo ir viso orlaivių skraidymo saugumo, siekiant išvengti incidentų ekosistemoje.

Šio darbo atlikimas prisideda prie aviacijos techninės priežiūros industrijos gerinimo naudojantis išmaniosiomis technologijomis. Kaip teigė autoriai Andrei ir kt. (2020) aviacijos industrijoje informacija ir duomenys nuolat didėja. Todėl yra labai svarbu nuolat ieškoti būdų ir technologijų, kuriomis būtų galima pagerinti informacijos ir duomenų valdymą. Naudojant blokų grandinės technologiją aviacijos industrijoje, galima padidinti duomenų, informacijos ir dokumentacijos valdymo efektyvumą. Atliekant empirinius tyrimus, kuriais yra grindžiamas išmaniųjų technologijų taikymas aviacijos industrijoje, yra prisidedama prie visos industrijos gerinimo ir saugumo.

4.4. Apribojimai ir ateities tyrimai

Empirinio tyrimo metu buvo nustatyti tam tikri apribojimai. Tyrimo respondentų darbo grafikas buvo labai įtemptas. Oro linijų ir lėktuvo savininkų atstovai užima vadovaujančias pareigas, nuolat keliauja ir buvo užimti viso tyrimo metu. Interviu atlikimui buvo skirtas ribotas laikas. Kai kurie klausimai buvo užduodami paskubomis ir tyrimo dalyviai ne visada turėjo laiko pagalvoti, kad pateiktų išsamesnį atsakymą.

Taip pat ne visi tyrimo dalyviai turėjo pakankamai žinių apie blokų grandinės technologijos veikimo principą atsakinėjant į tam tikrus klausimus. Atliekant interviu su respondentais buvo pastebėtas blokų grandinės technologijos veikimo supratimo skirtumas, kuris turėjo įtakos tam tikrų tyrimo dalyvių atsakymų išsamumui ir tikslumui.

Atliktas empirinis tyrimas skatina atlikti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui ateityje. Atlikto tyrimo metu buvo pastebėta, kad prie nagrinėtų interesų grupių dar galima įtraukti lėktuvo ir lėktuvo dalių gamintojus. Šis įtraukimas leistų nustatyti ir įžvelgti naujas perspektyvas iš gamintojo pusės. Taip pat ateityje tikimasi atlikti tyrimą

su tyrimo dalyviais, kurie jau naudoja blokų grandinės technologiją aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Tokia galimybė leistų atlikti gilesnį tyrimą, nustatyti naujus sprendimus ir galbūt ieškoti galimų iššūkių sprendimo būdų.

Išvados

1. Atliktas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problematikos pagrindimas leido nustatyti kad, šiuo metu aviacijoje lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesas yra labai sudėtingas ir kompleksiškas. Techninės priežiūros industrija sukuria didelį kiekį dokumentacijos. Ši dokumentacija yra peržiūrima ir tikrinama skirtingų aviacijos ekosistemoje dalyvaujančių organizacijų. Tikrinimo procesas eikvoja dideles laiko sąnaudas, piniginius kaštus, turi įtakos saugumo užtikrinimui bei tvarumui. Aviacijoje didėjant orlaivių skaičiui, atsiranda didelis poreikis pagerinti visą techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesą, pritaikant esamų išmaniųjų technologijų sprendimus.
2. Ištirtos teorinių ir praktinių blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo prielaidos leido pagrįsti blokų grandinės technologijos veikimo esmę ir principus. Taip pat buvo ištirti blokų grandinės technologijos taikymo pavyzdžiai skirtingose industrijose. Pagal atliktas teorines ir praktines tyrimo prielaidas buvo nustatyta, kad finansų ir logistikos sektoriai sėkmingai taiko blokų grandinės technologijos sprendimus savo veikloje. Prielaidų ištyrimas parodė, kad šiuo metu trūksta tyrimų, kuriuose yra nagrinėjami blokų grandinės technologijos taikymo sprendimai aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Tam, kad atlikti blokų grandinės technologijos sprendimų taikymo tyrimo prielaidas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui, buvo sudarytas teorinis modelis. Analizuojant teorinių bei empirinių tyrimų rezultatus, buvo nustatyti 4 pagrindiniai lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesai bei kiekvienam iš jų pasiūlyti galimi blokų grandinės technologijos sprendimai. Taip pat remiantis lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problematika buvo nustatyti sukuriami efektai.
3. Darbe suformuota blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui empirinio tyrimo metodologija. Iškeltas empirinio tyrimo tikslas – empiriškai ištirti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų teorinį modelį orlaivių techninės priežiūros dokumentacijos valdymui. Buvo paruoštas tyrimo instrumentas, kuris sudarytas iš atvirų klausimų, remiantis siūlomo teorinio modelio struktūra. Siekiant pagrįsti teorinį modelį, buvo pasirinkti 6 tyrimo dalyviai, kurie pasirinkti pagal siūlomo teorinio modelio interesų grupių atstovumą ir techninės priežiūros dokumentacijos valdymo patirtį.
4. Atliktas kokybinis empirinis tyrimas, kurio metu apklausti: 3 oro linijos, 2 lėktuvo savininkai ir aviacijos įstatymus leidžianti ir kontroliuojanti institucija. Apklausus tyrimo dalyvius visi duomenys buvo surinkti ir atlikta jų analizė naudojant „MAXQDA“ programą. Atlikus rezultatų interpretavimą ir apibendrinimą, buvo nustatyta, kad atliktas empirinis tyrimas visapusiškai pagrindžia teorinio modelio blokų grandinės technologijos taikymo sprendimus aviacijos techninės priežiūros dokumentų valdymui. Kiekviename aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procese buvo pagrįsti siūlomi blokų grandinės technologijos sprendimai. Taip pat tyrimo metu buvo nustatyti ir nauji sprendimai, kurie papildė siūlomą teorinį modelį ir iš esmės prisidėjo prie aviacijos industrijos atliekamų teorinių ir empirinių tyrimų lauko. Atlikus empirinį tyrimą buvo pagrįsti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų sukuriami efektai. Pagrindiniai efektai: piniginių kaštų ir laiko sąnaudų sumažinimas bei saugumo ir tvarumo padidinimas. Analizė parodė, kad šie efektai gali prisidėti prie aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo problemų sprendimo, kurios buvo nustatytos atlikus problematikos pagrindimą. Taip pat buvo nustatyti

papildomi efektai, kurie yra sukuriami naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus. Tyrimas parodė, kad šie efektai pagerina ir patobulina visą aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymą. Atlikto empirinio metu buvo nustatyti blokų grandinės technologijos taikymo iššūkiai. Pagrindinis iššūkis yra suderinamumas, kuris buvo pagrįstas visų tyrimo dalyvių. Blokų grandinės technologijos taikymas skirtingose aviacijos organizacijose turi būti pilnai suderintas, kad šios technologijos funkcijos ir galimybės būtų pilnai išnaudotos. Atlikto empirinio tyrimo metu buvo įvertintos blokų grandinės technologijos taikymo rizikos. Pagrindinės nustatytos rizikos: informacijos praradimas, klaidos ir kibernetinės atakos. Šios rizikos yra susijusios su naujų technologijų taikymu ir diegimu organizacijose. Po atlikto empirinio tyrimo buvo pasiūlytos rekomendacijos aviacijos ekosistemos organizacijoms. Pagrindinės rekomendacijos yra aviacijos įstatymus leidžiančių ir kontroliuojančių institucijų įsitraukimas ir skatinimas naudoti blokų grandinės technologiją nustatant tam tikrą standartą. Taip pat skirtingoms aviacijos organizacijoms yra rekomenduojama rengti bendras reguliarias konferencijas. Šių konferencijų metu yra rekomenduotina diskutuoti apie blokų grandinės technologijos taikymą ir ieškoti bendrų sprendimo būdų tam, kad suvaldyti šios technologijos taikymo iššūkius ir rizikas. Atlikus šį empirinį tyrimą galima pateikti išvadą, kad aviacijos industrijai reikia naujų technologijų taikymo tam, kad būtų pagerinti industrijos valdymo procesai. Tyrimas atskleidė, kad blokų grandinės technologijos taikymas prisidėtų prie šios industrijos tobulinimo ir visos ekosistemos saugumo gerinimo, kuris yra svarbus kiekvienam žmogui.

Literatūros sąrašas

1. Abdallah, A., Fan, I., (2020). Emerging Challenges of Digital Aircraft Operations and Maintenance: A Knowledge Management Perspective. [žiūrėta 2022-07-20]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/346461743_Emerging_Challenges_of_Digital_Aircraft_Operations_and_Maintenance_A_Knowledge_Management_Perspective
2. Abreu, P., Aparicio, M., Costa, C. (2018). Blockchain technology in the auditing environment. [žiūrėta 2023-04-25]. Prieiga per internetą: [10.23919/CISTL.2018.8399460](https://doi.org/10.23919/CISTL.2018.8399460)
3. Ahmad, R., Hasan, H., Jayaramam, R., Salah, K., Omar, M. (2021). Blockchain applications and architectures for port operations and logistics management. [žiūrėta 2022-08-13]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210539521000031>
4. Ahmad, R., Salah, K., Jayaraman, R., Hasan, H., Yaqoob, I., Omar, M. (2020). The role of blockchain technology in aviation industry. [žiūrėta 2023-01-10]. Prieiga per internetą: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9374036>
5. Andrei, A., Balasa, R., Costea, M., Semenescu, A. (2020). Building a blockchain for aviation maintenance records. [žiūrėta 2022-08-03]. Prieiga per internetą: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1781/1/012067/pdf>
6. Andrei, A., Cochinescu, S., Balasa, R., Semenescu, A. (2021). A new paradigm for monitoring the quality of a process in aviation industry – decentralized applications in blockchain. [žiūrėta 2023-01-09]. Prieiga per internetą: <https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/1683>
7. Bhaskar, P., Tiwari, C., Joshi, A. (2020). Blockchain in education management: present and future applications. [žiūrėta 2022-08-12]. Prieiga per internetą: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ITSE-07-2020-0102/full/html>
8. Bhatia, S., Douglas, E., Most, M. (2020). Blockchain and records management: disruptive force or new approach?. [žiūrėta 2023-04-22]. Prieiga per internetą: [http://dx.doi.org/10.1108/RMJ-08-2019-0040](https://dx.doi.org/10.1108/RMJ-08-2019-0040)
9. Darabseh, M., Martins, J. (2020). Risks and opportunities for reforming construction with blockchain: bibliometric study. [žiūrėta 2022-08-15]. Prieiga per internetą: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/127468/2/402329.pdf>
10. Denter, N., Seeger, F., Moehrle, M. (2023). How can Blockchain technology support patent management? A systematic literature review. (2023). [žiūrėta 2023-05-02] Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102506>
11. Dobrovnik, M., Herold, D., Furst, E., Kummer, S. (2018). Blockchain for and in logistics: what to adopt and where to start. [žiūrėta 2022-08-13]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/327407561_Blockchain_for_and_in_Logistics_What_to_Adopt_and_Where_to_Start
12. Dou, X. (2020). Big data and smart aviation information management system. [žiūrėta 2022-08-03]. Prieiga per internetą: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/23311975.2020.1766736?needAccess=true&role=button>
13. Efthymiou, M., McCarthy, K., Markou, C., O'Connell, J. (2022). An Exploratory Research on Blockchain in Aviation: The Case of Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) Organizations. [žiūrėta 2023-04-20]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/su14052643>

14. Figueiredo, K., Hammad, A., Haddad, A., Tam, V. (2022). Assessing the usability of blockchain for sustainability: extending key themes to the construction industry. [žiūrėta 2022-08-16]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622006813>
15. Gaižauskaitė, I., Valavičienė, N. (2016). *Socialinių tyrimų metodai: kokybinis interviu*. Vilnius: Registrų centras.
16. Garg, R. (2021). Blockchain ecosystem for education & employment verification. [žiūrėta 2022-08-12]. Prieiga per internetą: https://www.academia.edu/61689482/Blockchain_Ecosystem_for_Education_and_Employment_Verification
17. Ho, G., Tang, Y., Tsang, K., Tang, V., Chau, K. (2021). A blockchain-based system to enhance aircraft parts traceability and trackability for inventory management. [žiūrėta 2022-08-03]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095741742100542X>
18. International Air Transport Association (IATA). (2017). Guidance Material for the implementation of Paperless Aircraft Operations in Technical Operations (PAO:TO). [žiūrėta 2022-08-05]. Prieiga per internetą: <https://www.iata.org/contentassets/fafa409c883d41198aeb87628c848851/paperless20aircraft20operations20in20technical20operations20-20guidance20material20for20implementation.pdf>
19. International Air Transport Association (IATA). (2020) Airline Maintenance Cost Executive Commentary. [žiūrėta 2022-08-10]. Prieiga per internetą: https://www.iata.org/contentassets/bf8ca67c8bcd4358b3d004b0d6d0916f/fy2020-mctg-report_public.pdf
20. Younus, A., Abumandil, M. (2022). Role of smart contract technology blockchain services in finance and banking systems: concept and core values. [žiūrėta 2022-09-20]. Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4078566
21. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R., Khan, S., Suman, R. (2021). Blockchain technology application for Industry 4.0: A literature-based review. [žiūrėta 2023-04-26]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100027>
22. Kehoe, L., Hallahan, J. (2018). Blockchain – a game changer in aircraft leasing?. [žiūrėta 2023-04-25]. Prieiga per internetą: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Tax/Airfinance%20Journal%201.pdf>
23. Kiklhorn, D., Wolny, M., Austerjost, M., Michalik, A. (2020). Digital lifecycle records as an instrument for inter-company knowledge management. [žiūrėta 2022-08-01]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/reader/pii/S2212827120306715/pdf>
24. Ko, T., Lee, J., Ryu, D. (2018). Blockchain technology and manufacturing industry: Real-time transparency and cost savings. [žiūrėta 2022-10-25]. Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/11/4274>
25. Koslosky, L., Fisk, N., Krus, P., Pereira, L. (2018). Airline Maintenance: A proposal envisioning digital transformation. [žiūrėta 2022-08-02]. Prieiga per internetą: https://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2018/data/papers/ICAS2018_0664_paper.pdf
26. Kuhle, P., Arroyo, D., Schuster, E. (2020). Building A blockchain-based decentralized digital asset management system for commercial aircraft leasing. [žiūrėta 2023-04-27]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103393>

27. Kumar, B., Nagesh, Y., Gborse, F., Sogah, E. (2022). Application of blockchain technology as support tool in economic & financial development. [žiūrēta 2022-08-17]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/361466417_APPLICATION_OF_BLOCKCHAIN_TECHNOLOGY_AS_A_SUPPORT_TOOL_IN_ECONOMIC_FINANCIAL_DEVELOPMENT
28. Lemasson, M., Marx, C., Sealy, R., Thompson, S., Watkins, A. (2019). Data for the life of the aircraft. [žiūrēta 2022-08-03]. Prieiga per internetą: <https://www.pwc.com/gx/en/aerospace-defence/assets/data-for-the-life-of-the-aircraft.pdf>
29. Liu, X., Wang, W., Guo, H., Barenji, A., Li, Z., Huang, G. (2020). Industrial blockchain based framework for product lifecycle management in industry 4.0. [žiūrēta 2022-10-20]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584519300596>
30. Liu, Z., Meyendorf, N., Mrad, N. (2018). The role of data fusion in predictive maintenance using digital twin. [žiūrēta 2022-08-01] Prieiga per internetą: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5031520>
31. Lizcano, D., Lara, J., White, B., Aljawarneh, S. (2019). Blockchain-based approach to create a model of trust in open and ubiquitous higher education. [žiūrēta 2022-08-12]. Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12528-019-09209-y>
32. Lopes, D., Rita, P., Treiblmaier, H. (2021). The impact of blockchain on the aviation industry: Findings from a qualitative study. [žiūrēta 2023-04-25]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539521000523?via%3Dihub>
33. Ma, H., Sun, Y., Chung, S., Chan, H. (2022). Tackling uncertainties in aircraft maintenance routing: A review of emerging technologies. [žiūrēta 2023-04-20]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554522001946?via%3Dihub>
34. Momoh, M., Shobowale, K., Abubakar, M., Yahaya, B., Ibrahim, Y. (2022). Blockchain Adoption in Aviation: Opportunities and Challenges. [žiūrēta 2023-05-01] Prieiga per internetą: <https://ijeec.etf.ues.rs.ba/index.php/ijeec/article/view/148>
35. Moriarty, J. (2011). *Qualitative Methods Overview*. (SSCR Methods Reviews). National Institute for Health Research School for Social Care. [žiūrēta 2023-04-01]. Prieiga per internetą: http://eprints.lse.ac.uk/41199/1/SSCR_Methods_Review_1-1.pdf
36. Nam, S., Choi, S., Edell, G., De, A., Song, W. (2022). Comparative Analysis of the Aviation Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO) Industry in Northeast Asian Countries: A Suggestion for the Development of Korea's MRO Industry. [žiūrēta 2023-04-20]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/su15021159>
37. Omar, I., Jayaraman, R., Salah, K., Yaqoob, I., Ellahham, S. (2020). Applications of blockchain technology in clinical trials: review and open challenges. [žiūrēta 2022-08-17]. Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13369-020-04989-3>
38. Park, A., Li, H. (2021). The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances. [žiūrēta 2022-08-13]. Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/1726>
39. San, K., Choy, C., Fung, W. (2019) The potentials and impacts of blockchain technology in construction industry: A literature review. [žiūrēta 2022-08-12]. Prieiga per internetą: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/495/1/012005/pdf>
40. Srivastava, G., Dhar, S., Dwivedi, A., Crichigno, J. (2019). Blockchain Education [žiūrēta 2022-08-11]. Prieiga per internetą: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8861828>

41. Stancic, H. (2018). New Technologies applicable to document and records management: Blockchain. [žiūrėta 2022-08-10]. Prieiga per internetą: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjX64SBmdH8AhVD-yoKHVR_BYAQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bib.irb.hr%2F966879%2Fdownload%2F966879.Stancic New Technologies applicable to DM - Blockchain.pdf&usg=AOvVaw0SRmvghgWUp1SyFLKyGgnw](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjX64SBmdH8AhVD-yoKHVR_BYAQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bib.irb.hr%2F966879%2Fdownload%2F966879.Stancic%20New%20Technologies%20applicable%20to%20DM%20Blockchain.pdf&usg=AOvVaw0SRmvghgWUp1SyFLKyGgnw)
42. Verhagen, W., Curran, R., An Ontology-based approach for Aircraft Maintenance Task Support. [žiūrėta 2022-08-02]. Prieiga per internetą: <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/978-1-61499-302-5-494>
43. Westervlier, G. (2020). Aircraft leasing, a challenge since 70s. [žiūrėta 2022-07-01]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521006402>
44. Wickoldt, C., Kliewer, N. (2019) Blockchain for workshop event certificates – a proof of concept in the aviation industry. [žiūrėta 2023-04-20]. Prieiga per internetą: https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/35/?utm_source=aisel.aisnet.org%2Fecis2019_rp%2F35&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
45. Zaabar, B., Cheikhrouhou, O., Jamil, F., Ammi, M., Abid, M. (2021). Healthblock: A secure blockchain-based healthcare data management. [žiūrėta 2022-08-17]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389128621004382>
46. Zhu, L., Wu, Y., Gai, K., Choo, Kim. (2018). Controllable and trustworthy blockchain-based cloud data management. [žiūrėta 2023-04-22]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.09.019>
47. Zimmermann, N. (2021). The impact of human factors and maintenance documentation on aviation safety: An analysis of 15 years of accident data through the PEAR framework. [žiūrėta 2022-08-10]. Prieiga per internetą: <https://ojs.library.okstate.edu/osu/index.php/CARI/article/view/8218/7624>

Informacijos šaltinių sąrašas

1. Boeing. (2022). Commercial Market Outlook. [žiūrėta 2022-08-10]. Prieiga per internetą: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/market/assets/downloads/CMO_2022_Report_FINAL_v02.pdf
2. IBA. (2020). The technical records of your assets: How would you fare in a friendly hand back or repossession situation?. [žiūrėta 2022-08-02]. Prieiga per internetą: <https://www.iba.aero/insight/the-technical-records-of-your-assets-how-would-you-fare-in-a-friendly-hand-back-or-repossession-situation/>
3. International Civil Aviation Organisation. (2022). *2021 global air passenger totals show improvement from 2020, but still only half pre-pandemic levels*. [žiūrėta 2022-08-02]. Prieiga per internetą: <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/2021-global-air-passenger-totals-show-improvement.aspx>
4. Lehri, G. (2019). Revisiting Redeliveries in 2019. [žiūrėta 2022-08-07]. Prieiga per internetą: <https://www.iba.aero/insight/revisiting-redeliveries-in-2019/>
5. Shparberg, S., Lange, B. (2022). Global market forecast 2022. [žiūrėta 2022-08-07]. Prieiga per internetą: <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcpta136/files/2022-07/2022-2041%20-GMF-Presentation.pdf>

Priedas nr. 1. Tyrimo instrumentas

Bloko grandinės technologijos sprendimai lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymui		Klausimai
Įžanga ir bloko grandinės technologijos sprendimų samprata bei taikymas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymui iš esmės.		1. Kokia yra jūsų ar įmonės patirtis ir žinios apie bloko grandinės technologijos sprendimus ir jų taikymą?
		2. Kokiuose aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesuose bloko grandinės technologijos sprendimai galėtų būti naudojami ir kokią naudą tai atneštų visam valdymo procesui?
		3. Kokiuose aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymo procesuose bloko grandinės technologijos sprendimų taikymas gali sukelti iššūkių ir kaip juos reiktų spręsti?
Teorinio modelio pristatymas		- Pristatoma teorinio modelio vizualizacija ir paaiškinami modelio komponentai; - Pristatomi procesai bei bloko grandinės siūlomi sprendimai kiekviename procese; - Pristatomi siekiami dokumentacijos valdymo sukuriama efektai naudojant bloko grandinės technologiją.
Procesai		Klausimai
1.	Lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimas	3. Kaip bloko grandinės technologijos sprendimai galėtų būti taikomi lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui ir kaip tai pagerintų dokumentacijos valdymo procesą? 4. Kokius iššūkius gali sukelti bloko grandinės technologijos sprendimų taikymas lėktuvo dalių dokumentacijos atsekimui ir kaip juos reiktų išspręsti?
2.	Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimas	5. Kaip bloko grandinės technologijos sprendimai galėtų būti taikomi lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui ir kokią naudą tai atneštų? 6. Kokius iššūkius gali sukelti bloko grandinės technologijos sprendimų taikymas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos perdavimui ir kaip juos reiktų išspręsti?
3.	Planuotos ir neplanuotos lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymas	7. Kaip bloko grandinės technologijos sprendimai galėtų būti taikomi planuotos ir neplanuotos lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymui ir kokią naudą tai atneštų? 8. Kokius iššūkius gali sukelti bloko grandinės technologijos sprendimų taikymas planuotos ir neplanuotos lėktuvų techninės priežiūros dokumentacijos valdymui ir kaip juos reiktų išspręsti?

4.	Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditas	9. Kaip blokų grandinės technologijos sprendimai galėtų būti taikomi lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui ir kokią naudą tai atneštų? 10. Kokius iššūkius gali sukelti blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos auditui ir kaip juos reiktų išspręsti?
5.	Papildomi procesai nenurodyti teoriniame modelyje.	11. Kokiuose ir kaip nepaminėtuose procesuose atliekant lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymą būtų galima taikyti blokų grandinės technologijos sprendimų taikymą? Kokia nauda būtų gaunama visam procesui?
Lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymo proceso gerinimo rezultatai		Klausimai
1.	Saugumas, laiko sąnaudos, piniginiai kaštai, tvarumas.	Teoriniame modelyje yra pristatyti sukuriama efektai taikant blokų grandinės technologijos sprendimus: saugumo padidėjimas, laiko sąnaudų sumažinimas, piniginiai kaštų sumažinimas bei tvarumo padidėjimas. 12. Ar jūs sutinkate, kad naudojant blokų grandinės technologijos sprendimus galima pagerinti lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos procesą pasiekiant sukurti minėtus efektus? Kokie jūsų manymu veiksniai leistų šį efektą sukurti?
2.	Papildomai	13. Kokius nepaminėtus efektus sukurtų blokų grandinės technologijos sprendimų taikymas lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymui? Kokie jūsų manymu veiksniai leistų sukurti šiuos efektus?
Rizikos		Klausimai
1.	Rizikos	14. Kokias galėtumėte įžvelgti blokų grandinės technologijos taikymo sprendimų rizikas aviacijos techninės priežiūros dokumentacijos valdymui? Kaip jas būtų galima suvaldyti?
Apibendrinimas		Klausimai
Apibendrinimo klausimai		15. Ar dar norėtumėte papildyti savo atsakymus į klausimus apie procesus, kuriuose galima taikyti blokų grandinės technologijos sprendimus lėktuvo techninės priežiūros dokumentacijos valdymui? Jeigu taip, kokią naudą tai duotų ir kokių būdu pagerintų dokumentacijos valdymo procesą?