

VILNIAUS UNIVERSITETAS

EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

VADYBOS KATEDRA



KOKYBĖS VADYBA

GAILĖ VIESULAITĖ-LEBECKĖ

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**LEAN MĄSTYMO IR
SKAITMENIZAVIMO ĮTAKA
PROCESŲ REZULTATAMS
AVIACIJOS ORGANIZACIJOSE**

**THE IMPACT OF LEAN THINKING
AND DIGITALISATION ON
PROCESS PERFORMANCE IN
AVIATION ORGANISATIONS**

Darbo vadovas: asist. dr. Darius Ruželė

Vilnius, 2025

TURINYS

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	4
SANTRUMPŲ IR SĄVOKŲ SĄRAŠAS	5
ĮVADAS.....	6
1. MOKSLINĖS LITERATŪROS APIE AVIACIJOS INDUSTRIJĄ, SKAITMENIZAVIMĄ, LEAN MĄSTYMĄ IR PROCESŲ REZULTATUS APŽVALGA.....	9
1.1 Aviacijos industrijos specifika	9
1.2 Skaitmenizavimas aviacijos industrijoje.....	10
1.2.1 Skaitmenizavimo įrankiai - skaitmeninės technologijos	12
1.2.2 Skaitmeninių technologijų sritys aviacijoje	18
1.3 Lean mąstymas	26
1.4 Procesų rezultatai	29
1.5 Lean mąstymo įtaka procesų rezultatams	32
1.6 Skaitmenizavimo įtaka procesų rezultatams.....	34
1.7 Skaitmenizavimo įtaka Lean mąstymui	35
1.8 Lean mąstymo sinergija su skaitmenizavimu	38
2. LEAN MĄSTYMU PAREMTO IR SKAITMENIZAVIMO TAIKYMO ĮTAKA PROCESŲ REZULTATAMS AVIACIJOS ORGANIZACIJOSE TYRIMO METODIKA	43
2.1. Tyrimo tikslas, modelis ir hipotezės	43
2.2. Tyrimo organizavimas ir instrumentas.....	45
2.3 Respondentų atranka ir tiriamos imties charakteristikos	49
2.4 Statistiniai tyrimo duomenų analizės metodai	49
3. LEAN MĄSTYMO IR SKAITMENIZAVIMO ĮTAKA PROCESŲ REZULTATAMS AVIACIJOS ORGANIZACIJOSE TYRIMO REZULTATAI.....	51
3.1 Demografinis respondentų pasiskirstymas	51
3.2 Duomenų aprašomoji statistika ir normalumo testavimas	52
3.3 Konstrukto patikimumo vertinimas	55
3.4 Mediacinė analizė ryšiui tarp skaitmenizavimo ir Lean mąstymo principų taikymo darbuotojų procesų rezultatams	55
3.5 Tyrimo rezultatų išvados.....	59
IŠVADOS	62
PASIŪLYMAI	65
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	66

SANTRAUKA	80
SUMMARY	81
PRIEDAI	82
1 priedas	82
2 priedas	85
3 priedas	88

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Skaitmeninės technologijos.	13
2 paveikslas. 4P kategorijos.....	28
3 paveikslas. Lean ir skaitmenizavimo sinergija.	41
4 paveikslas. Konceptinis tyrimo modelis	43
5 paveikslas. Tyrimo organizavimo seka	45
6 paveikslas. Pirmasis mediacinės analizės modelis	55
7 paveikslas. Antrasis mediacinės analizės modelis.	57
8 paveikslas. Tyrimo analizės rezultatų modelis.	59

1 lentelė. Lentelė veiklos procesų matavimo modeliai.	30
2 lentelė. Svarbiausi procesų matavimo rodikliai	31
3 lentelė. Klausimyno grupavimas	46
4 lentelė. Klausimyno pagrindimas.....	47
5 lentelė. Demografinis respondentų imties pasiskirstymas	51
6 lentelė. Tyrimo konstrukto vidurkių, standartinių nuokrypių, asimetrijos ir eksceso koeficientų lentelė.	53
7 lentelė. Konstrukto patikimumo lygmuo	55
8 lentelė. Mediatoriaus 1 modelio poveikio rezultatai (Bendras, tiesioginis ir netiesioginis X poveikis Y).....	57
9 lentelė. Mediatoriaus 2 modelio poveikio analizės rezultatai (Bendras, tiesioginis ir netiesioginis X poveikis Y).....	58
10 lentelė. Hipotezių tikrinimo rezultatai.....	60

SANTRUMPŲ IR SĄVOKŲ SĄRAŠAS

Skaitmenizavimas - yra skaitmeninių technologijų ir skaitmenintų duomenų panaudojimas, procesų pokyčiams atlikti.

Skaitmeninės technologijos(ST) - yra tos technologijos, kuriose informacija naudojama skaitmeniniu kodu būdu, jos apima įvairias technologijas - nuo pripažintų (pvz., socialinių, mobiliųjų, analitinių ir debesų) iki naujų (pvz., dirbtinio intelekto, virtualios realybės ir skaitmeninių dvynių).

Skaitmeninės darbo užduotys(SDU) – tai tokios darbo užduotys kurios yra suskaitmenintame formate, dažniausiai atliekamos pasitelkiant išmaniuosius įrenginius.

Lean mąstymas(LP) – tai švaistymų šalinimo procesas, padedantis maksimaliai padidinant vertę subalansuojant darbo krūvius ir pašalinant neefektyvius procesus.

Sinergija – dviejų ar daugiau organizacijų, medžiagų ar kitų veiksmų sąveika ar bendradarbiavimas, siekiant sukurti bendrą efektą, didesnę už jų atskirų efektų sumą.

IVADAS

Temos aktualumas – technologinė aplinka, kurioje gali klestėti sėkmingos įmonės, sparčiai keičiasi. Vis atsirandančios naujosios skaitmeninės technologijos kelia vis naujų iššukių įmonėms norinčioms neatsilikti nuo naujovių ir tapti konkurencingesniems rinkoje. (Kieviet, 2019). Lean mąstymo ir skaitmenizavimo tyrimas yra labai svarbus dėl jų bendro potencialo didinant efektyvumą ir mažinant švaistymus įvairiuose sektoriuose. Tyrimai rodo, kad Lean integravimas su skaitmeninėmis technologijomis gali gerokai sutrumpinti laukimo laiką, padidinti darbo našumą, pagerinti rezultatus tiek paslaugų, tiek gamybos organizacijose, sudaryti sąlygas įgyvendinti tvarumą ir optimizuoti procesų įgyvendinimą naudojant skaitmenines priemones ir Lean mąstymą (Nicoletti, 2015). Lean ir skaitmeninimo sinergija ne tik racionalizuoja procesus, bet ir skatina inovacijas, dalijimąsi žiniomis ir bendradarbiavimą, o tai galiausiai lemia geresnius organizacijos veiklos rezultatus. Skaitmeninių technologijų diegimas laikomas nesustabdomu veiksmu, galinčiu turėti įtakos Lean ir procesų rezultatų ryšiui. Ši perspektyva papildo požiūrį, kad skaitmenizavimas yra susijęs su Lean (Agrawal ir kt., 2019; Khuntia ir kt., 2018), kuris savo ruožtu daro poveikį procesų veiklos rezultatams (Martinez-Jurado ir Moyano-fuentes, 2014). Nors Lean gali padėti skaitmenizavimui, potencialus sinerginis poveikis priklauso nuo to, kaip naudojamos Lean praktikos ir skaitmeninės technologijos (Nunez-Merino ir kt., 2020). Įrodyta, kad Lean labiau pagerina veiklos rezultatus gamybos įmonėse, kurios yra skaitmenizuotos (Buer ir kt., 2021), tačiau mokslininkai ginčijasi kuris veiksnys yra kaip papildantis, ar skaitmenizavimas papildo Lean mąstymą, ar Lean mąstymas papildo skaitmenizavimą. Siekdami pagerinti procesų rezultatus, vadovai svarsto, ar Lean turi būti labiau „subalansuotas“ ir/ar labiau į technologijas orientuotas (pridedant daugiau technologijų) strateginis kelias, kuris gali pakreipti įmonės ateitį (Chavez ir kt., 2024).

Temos ištyrimo lygis - Apžvelgus literatūroje publikuotus mokslinius tyrimus, galima rasti informacijos apie Lean ir skaitmenizaciją (Cifone ir kt., 2021; Julião ir Gaspar, 2021; Trstenjak ir Cosic, ir kt.). Tačiau Lean ir skaitmenizacijos poveikio aviacijos organizacijų procesų rezultatams tyrimų nėra atliktą daug, arba tik tam tikrose aviacijos organizacijų srityse (Korchagin et al., 2022; Ladera-Mejia et al., 2022; Yang et al., 2023).

Darbo naujumas – Šiame tyrime, atlikus sisteminę literatūros apžvalgą, analizuojama dabartinė padėtis, siekiant suprasti, kaip Lean mąstymas turėtų būti įgyvendinamas skaitmenizacijos kontekste ir savo ruožtu įtakojantis aviacijos organizacijų procesų rezultatus. Sparčiai kintančioje aviacijos industrijoje, kurioje itin svarbus ne tik veiklos efektyvumas, bet ir saugumas, organizacijos vis dažniau ieško pažangių vadybos praktikų ir technologinių sprendimų, leidžiančių optimizuoti procesus. Nors Lean metodologija jau daugelį metų taikoma įvairiuose sektoriuose, jos integracija su

skaitmenizacijos sprendimais (pvz., duomenų analitika, procesų automatizavimu, skaitmeniniais darbo šaltiniais) vis dar yra palyginti naujas ir tyrimų stokojantis reiškinys aviacijos sektoriuje.

Šio darbo naujumas atsiskleidžia per kelis esminius aspektus. Pirmasis - Lean ir skaitmenizacijos sąveikos analizė – dauguma tyrimų nagrinėja šiuos aspektus atskirai, tuo tarpu šiame darbe siekiama atskleisti jų sinergiją bei poveikį procesų rezultatams. Antrasis aspektas – specifinis aviacijos industrijos kontekstas, ši sritis išsiskiria aukštais kokybės, tikslumo ir reguliaciniais reikalavimais, todėl Lean ir skaitmenizacijos taikymo specifika čia įgauna papildomų iššūkių bei galimybių.

Trečiasis aspektas – aviacijos sektoriaus darbuotojų rezultatų vertinimas. Darbe remiamasi konkrečių aviacijos sektorių darbuotojų apklausos duomenimis įskaitant ir Lietuvos aviacijos įmones, leidžiančiais realiai įvertinti diegtų sprendimų poveikį tokiems procesų rezultatų rodikliams kaip: proceso laikas, sąnaudos, sauga ir kt.

Darbo problema – Nebuvo rasta esminių tyrimų, atskleidusių sąsajas tarp Lean mąstymo ir skaitmenizavimo taikymo įtakos aviacijos organizacijų procesų rezultatams.

Tyrimo objektas – Lean mąstymo ir skaitmenizavimo įtaka aviacijos organizacijų procesų rezultatams.

Tyrimo klausimas - Kokią įtaką Lean mąstymas ir skaitmenizavimas daro aviacijos organizacijų procesų rezultatams?

Darbo tikslas – išanalizavus mokslinę literatūrą ir atlikus empirinį tyrimą, nustatyti kokią įtaką Lean mąstymas ir skaitmenizavimas daro aviacijos organizacijų procesų rezultatams.

Darbo uždaviniai :

1. Apžvelgus mokslinę literatūrą, atskleisti aviacijos industrijos specifiką, skaitmenizavimo sritis ir įrankius taikomus aviacijos industrijoje, procesų rezultatų matavimą ir Lean mąstymo esmę.
2. Apžvelgus mokslinę literatūrą, nustatyti koks sinerginis poveikis yra tarp Lean mąstymo ir skaitmenizavimo.
3. Atlikus mediacinę analizę nustatyti kaip Lean mąstymas medijuoja ryšį tarp skaitmenizavimo ir procesų rezultatų.

Tyrimo metodai - mokslinės literatūros analizė, apklausa, statistinių duomenų analizė.

Darbo struktūra – pirmoje dalyje analizuojama aviacijos industrijos specifika, skaitmenizavimo samprata ir naudojimo sprendimų ypatumai aviacijoje, atskleidžiama Lean mąstymo esmė, procesų rezultatų matavimo specifika. Taip pat, aiškinamasi kaip Lean mąstymas ir kaip skaitmenizavimas veikia

procesų rezultatus, bei tiriamas Lean mąstymo ir skaitmenizavimo sinergijos ryšys.

Antroje dalyje pateikiama visa metodologija. Išsikeltas tyrimo tikslas, uždaviniai, hipotezės ir pavaizduotas konceptualus tyrimo modelis. Toliau seka tyrimo eigos sudarymas, tyrimo instrumento pateikimas, tyrimo populiacija, imtis, etika ir apribojimai, statistiniai tyrimo būdai.

Trečioje dalyje pateikiami tyrimo rezultatai, patikimumo ir normalumo vertinimas, taip pat aprošomoji duomenų statistika ir mediacinė analizė.

Darbo pabaigoje pateiktos galutinės darbo išvados ir pasiūlymai, santrauka, literatūros sąrašas, bei priedai.

1. MOKSLINĖS LITERATŪROS APIE AVIACIJOS INDUSTRIJĄ, SKAITMENIZAVIMĄ, LEAN MĄSTYMĄ IR PROCESŲ REZULTATUS APŽVALGA

1.1 Aviacijos industrijos specifika

Aviacijos industrija – yra oro vežėjų, oro uostų, bei kitų su oro transportu susijusių sektorių visuma, kuri skirstoma į tris pagrindines kategorijas: komercinę aviaciją, bendrąją aviaciją ir karinę aviaciją. Komercinė aviacija apima keleivinius ir krovininius skrydžius, o bendroji aviacija – privačius ir pramoginius skrydžius. Karinė aviacija naudojama oro karo ir stebėjimo operacijoms. Aviacijos pramonė apima visus mechaninio oro transporto ir jį palengvinančios veiklos aspektus. Ji apima visą oro linijų pramonę, orlaivių gamybą, mokslinių tyrimų bendroves, karinę aviaciją ir kt.(Eriksson, 2015).

Aviacijos industrija turi teigiamos įtakos turizmo, verslo ir tarptautinės prekybos plėtrai. Šiandien daug tarptautinių kelionių vyksta lėktuvu(Hjalager, 2015). Išsivysčiusi aviacijos industrija padeda padidinti investicijas, šalies patrauklumą ir tarptautinių įmonių veiklos galimybes jos teritorijoje(Abeyratne, 2020). Kelionės lėktuvu yra gerai žinomas kelionių modelis, kurį žmonės naudoja laisvalaikiui ir verslui. Tai patogų žmonėms, kurie nori greitai pasiekti tikslą, dėl šios transporto rūšies yra lengva ir įmanoma keliauti į tolimas valstybes, pavyzdžiui, kirsti šalis per labai trumpą laiką, todėl didėja tokių kelionių paklausa. (Button, 2008). Aviacijos transportas taip pat užtikrina itin greitą vertingų ir greitai gendančių prekių pristatymą į paskirties vietą, dėl to būtina jį plačiai naudoti pagrindinėse pirmaujančiose tarptautinėse logistikos įmonėse(Hjalager, 2015).

Šiandien oro transportas turi šias pasaulines tendencijas:

- išmaniųjų transporto sistemų kūrimas, informacinių ir elektroninių technologijų, palydovinės navigacijos priemonių taikymas;
- gerinti aviacijos transporto saugos lygį, stiprinti aviacijos apsaugą nuo neteisėto įsibrovimo veiksmų;
- multimodalinių transporto technologijų ir infrastruktūros kompleksų kūrimas įvairioms transporto rūšims transportas, sąveika;
- transkontinentinių aviacijos transporto globalizacija galinguose pasaulio aljansuose;
- didinti pigių oro susisiekimo paslaugų vaidmenį teikiant tiesiogines tarpreregionines paslaugas;
- oro susisiekimo prieinamumo didinimas gyventojams, tarptautinės aviacijos plėtra, turizmą, darbo resursų migracija į atokesnius pasaulio regionus (Ladera-Mejia ir kt., 2022).

Oro transportas sparčiai vystosi ir auga. Beveik kas dešimtmetį neišvengiamai keičiasi šios

pramonės šakos iššūkiai. Šiems pokyčiams įtakos turi megatendencijos ir jas lemiantys veiksniai, todėl vadovai turi pritaikyti ir keisti savo verslo strategijas (Abeyratne, 2020).

Šiame sektoriuje vyksta labai didelė konkurencija dėl kurios atsirado keliautojų laisvė pasirinkti norimas oro linijas, atsižvelgiant į pageidavimus ir paslaugų kokybę (Vonderembse ir kt., 2006). Bet kurios paslaugų sektoriaus organizacijos norėdamos išlikti nuolat bando išsiaiškinti, kaip pagerinti bendrą organizacijos įvaizdį, o svarbiausias tikslas padidinti jų apyvartą. Pagrindinis šių plėtros planų tikslas yra tobulinti sistemas, vyraujančias praktikas, visapusiškai užtikrinti klientų lūkesčius ir skatinti verslo augimą (Abu-Dalbouh, 2020).

Dėl aršios konkurencijos, kurią sukėlė ekonomikos nuosmūkis, didėjančios degalų sąnaudos ir auganti klientų paklausa, oro vežimo transporto bendrovės yra priverstos ieškoti naujų būdų, kaip pagerinti savo veiklą ir klientų bazę. Oro transporto ateitį lems skaitmeninė pramonės transformacija. Skaitmeninimas laikomas raktu - naujų inovatyvių paslaugų ir sprendimų kūrimo svertu ir veiksmu, kuris skatins efektyvumą oro krovinių ekosistemoje ir teiks papildomą vertę galutiniams klientams (Zhu ir kt., 2012).

Aviacijos pramonė susiduria su daugybe naujų iššūkių. Oro uostai išgyvena hiperkonkurencijos erą, o tai reiškia, kad vis daugiau oro uostų konkuruoja dėl mažėjančio skaičiaus išteklų. Didesni oro uostai susiduria su konkurencija tiek su konkuruojančiais vietiniais centrais, tiek su pasaulinio masto „mega centrais“. Tuo pat metu mažesni oro uostai įsitraukia į aštrias kovas su kitais regioniniais oro uostais, to siekis pritraukti ir išlaikyti vežėjus (Katerna ir Molchanova, 2021).

Apibendrinant, aviacijos industrija – tai plati ir įvairialypė sritis apimanti karinę aviaciją, bendrąją ir komercinę, pastaroji atlieka esminį vaidmenį skatinant tarptautinį turizmą, prekybą ir verslo plėtrą. Ši pramonė leidžia greitai pasiekti tolimas šalis, užtikrina operatyvų prekių pristatymą ir didina šalies patrauklumą investicijoms. Oro transporto sektorius sparčiai vystosi, jį veikia pasaulinės tendencijos, tokios kaip išmaniųjų technologijų diegimas, paslaugų prieinamumo plėtra ir globalizacija. Auganti konkurencija ir iššūkiai, tokie kaip didėjančios sąnaudos bei klientų lūkesčiai, skatina įmones ieškoti inovatyvių sprendimų.

1.2 Skaitmenizavimas aviacijos industrijoje

Skaitmenizavimas - yra skaitmeninių technologijų ir skaitmenintų duomenų panaudojimas, procesų pokyčiams atlikti. Toliau skaitmenizavimas pabrėžia bendrus kultūrinius, organizacinius ir santykių pokyčius, kurie sudaro sudėtingą organizacinių pokyčių valdymo sritį (Mergel ir kt., 2019). Tokie terminai kaip skaitmeninimas, skaitmenizavimas ir skaitmeninė transformacija vartojami kaip

sinonimai, mažai bandant atskirti jų reikšmę ir naudojimą praktikoje (Kovynyov ir Mikut, 2019). Pagal Gartnerio IT žodyną, skaitmeninimas - tai procesas, kai iš analoginės formos pereinama į skaitmeninę, o skaitmenizavimas - tai skaitmeninių technologijų naudojimas siekiant pakeisti verslo modelį ir suteikti naujų pajamų bei vertės kūrimo galimybių. Iš tiesų skaitmeninimas, skaitmenizavimas ir skaitmeninė transformacija yra tarpusavyje susiję, tačiau koncepciniu lygmeniu juos reikėtų atskirti. Šie trys terminai yra susiję su skaitmeninių technologijų naudojimu. Skaitmeninimo rezultatai gali turėti grįžtamąjį ryšį su procesų skaitmenizavimu ir skaitmenine transformacija. Tačiau skaitmeninė transformaciją nėra lygiavertis skaitmenizavimui, tačiau jie abu gali būti „skaitmeninio“ veiksmo rezultatas arba poveikis (Haffke ir kt., 2016; Iansiti ir Lakhani, 2014; Yoo ir kt., 2012). Skaitmenizavimo mastas neapsiriboja vien tik technologiniu pertvarkymu, jis reiškia platesnį požiūrį, strategijos ir klientų įsitraukimo pokytį, ypač tokiuose dinamiškuose sektoriuose kaip aviacija (Kieviet, 2019).

Aviacija įžengė į skaitmeninių technologijų pasaulį, peržengdama ankstesnę informacinių ir ryšių technologijų (IRT) pasaulį, į kurį skaitmeninės technologijos atnešė visiškai naują duomenų, algoritmų ir mašininio mokymosi žodyną (Abeyratne, 2020). Jamie Susskindas savo knygoje „Ateities politika“ teigia: „Skaitmeniniame pasaulyje technologijos persmelks mūsų pasaulį, bus neatsiejamoms nuo mūsų kasdienės patirties ir įsitvirtins fizinėse struktūrose bei objektuose, kurių anksčiau niekada nelaikėme „technologijomis“. Mūsų gyvenimai vyks gausiame sujungtų žmonių ir išmaniųjų daiktų tinkle, kuriame bus mažai reikšmingų skirtumų tarp žmogaus ir mašinos, internetinio ir neinternetinio, virtualaus ir fizinio“ (Susskind, 2018). Susskindas įtikinamai teigia, kad mūsų pasaulyje dominuos trys veiksniai: vis labiau besivystančios sistemos, vis labiau integruotos technologijos ir vis labiau kiekybiškai įvertinta visuomenė (Susskind, 2018).

Šiandien aviacijos industrijoje efektyvi skaitmeninė strategija yra labai svarbi siekiant ilgalaikės naudos (Annaç Göv, 2023). Vis spartesnis informacijos srautas padarė mūsų kasdienybę priklausomą nuo interneto. Skaitmeninės technologijos gali individualizuoti mūsų kasdienę veiklą pritaikytus naujienų kanalus, kuriuos gauname išmaniuosiuose telefonuose, suasmenintais prekių ir paslaugų planais, kuriuos gauname iš daugybės programų (Katerna ir Molchanova, 2021). Aviacijos pramonė puikiai supranta tokių technologijų teikiamas galimybes ir jas naudoja individualizuoti savo klientų skraidymo patirtį (Powell ir kt., 2024).

Apibendrinant skaitmeninės technologijos yra esminės šiuolaikinio verslo ir gyvenimo dalis, įtakojančios daugelį sričių, įskaitant žemės ūkį, darbo procesus, verslą, ir net aviaciją. Šios technologijos leidžia efektyviau valdyti procesus, automatizuoti veiklą, pagerinti klientų aptarnavimą bei pasitenkinimą. Skaitmeninės technologijos apima skaitmeninę elektroniką, laikmenas, turinį, ir duomenis, kurie suteikia naujas galimybes ir efektyvumą įmonėms bei organizacijoms.

Skaitmeninimas, skaitmenizavimas ir skaitmeninės technologijos yra svarbūs procesai, kurie keičia verslo modelius ir klientų patirtį. Aviacijos sektorius taip pat aktyviai naudoja skaitmenines technologijas siekdamas pagerinti klientų aptarnavimą, individualizuoti paslaugas ir efektyviau valdyti operacijas. Skaitmeninės technologijos yra neatsiejama šiuolaikinio verslo ir gyvenimo dalis, kurios svarba nuolat auga ir keičia įvairias pramonės šakas bei paslaugų teikimo būdus.

1.2.1 Skaitmenizavimo įrankiai - skaitmeninės technologijos

Skaitmeninės technologijos apima įvairias technologijas - nuo pripažintų (pvz., socialinių, mobiliųjų, analitinių ir debesų (Fitzgerald ir kt., 2014) iki naujų (pvz., dirbtinio intelekto, virtualios realybės ir skaitmeninių dvynių (Biltz ir kt., ir kt.2020).

Skaitmeninės technologijos pakeitė beveik visus šiuolaikinio gyvenimo aspektus. Kelionės, darbas, apsipirkimas, pramogos, o komunikacijos – tai tik dalis sričių, kurios per pastaruosius dešimtmečius patyrė revoliuciją. Dabar tai reta rasti elektroninį įrenginį ar mechanizmą, kuriame nėra skaitmeninių technologijų (Katerna ir Molchanova, 2021).

Pagrindinis tikslas yra skaitmeninių technologijų naudojimas siekiant patenkinti vartotojų lūkesčius. Skaitmeninio vartotojo atsiradimas yra pastebimas aviacijos sektoriuje, kur nemaža dalis klientų dirba internetu (Noviantoro ir Huang, 2022). Įmonės sutelkia dėmesį į bendravimą su klientais vykdydamos patrauklias internetines pirkimo kampanijas, socialinis klausymasis, grįžtamojo ryšio programėlės ir ryšiai su kitais aviacijos, kelionių ir turizmo pramonės tiekėjais. Skaitmeninės technologijos šiandien naudojamos siekiant padidinti vartotojų pasitenkinimą naudojantis aviacijos paslaugomis, ir didinti klientų lojalumą (a West Pharmaceutical Services Deutschland GmbH ir Co KG, Eschweiler, Germany ir kt., 2021) Verslo skaitmeninės galimybės yra labai svarbios norint išlikti konkurencingos šiandieninėje rinkoje (Annaç Göv, 2023). Skaitmeninės technologijos sparčiai kinta ir vystosi, o tai savo ruožtu didina konkurenciją ir įmonių poreikį greitai diegti naujoves. Įmonėms dar niekada nebuvo taip pavojinga nepaisyti skaitmeninės technologijų svarbos (B. A. Pereira ir kt., 2022).

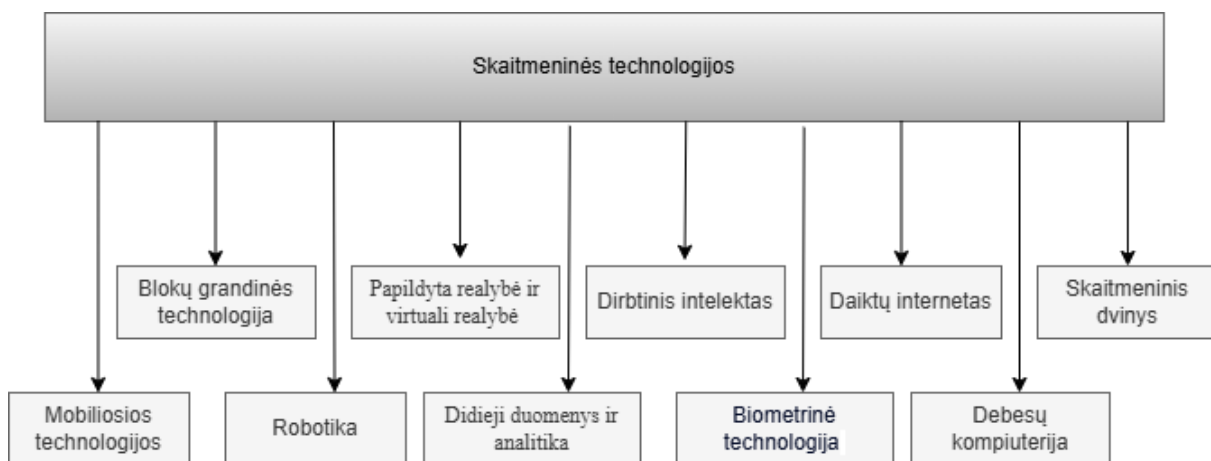
Įmonės vykdoma skaitmeninė strategija gali padaryti organizaciją produktyvia arba ją sužlugdyti. Šiandienos verslo aplinka tampa vis sudėtingesnė. Kad įmonė šiais laikais būtų sėkminga, labai svarbu įdiegti skaitmenines naujoves, kurios gali padėti jiems pasiekti savo tikslus ir pralaukti konkurentus (Annaç Göv, 2023). Skaitmeninių technologijų pritaikymas gali turėti daug naudos tai padaryti pasirinkusiai įmonei. Norint pasiekti verslo sėkmės, labai svarbu efektyvumas ir produktyvumas (Zaharia ir Pietreanu, 2018). Skaitmeninės technologijos gali padėti pagerinti bendravimą, bendradarbiavimą, turinio valdymą, prieigą prie analizės duomenų ir socialinių tinklų,

bei darbuotojų ir klientų patirtį(Katerna ir Molchanova, 2021).

Skaitmenines technologijas kurti skatina augantis žmogaus intelektas, o tokių technologijų įrankiai yra: robotika ir automatizavimas, virtuali ir papildyta realybė, blokų grandinės, didieji duomenys, dirbtinis intelektas, skaitmeninis dvynys, biometriniai duomenys, debesų koompiuterija ir daiktų internetas. Šių technologijų skverbimasis į verslą yra neginčijamas faktas. Be to, neabejotina, kad inovatyviosios technologijos užtikrino ryšį ir tinklų kūrimą per milijardus prietaisų(Abeyratne, 2020).

Naudojant skaitmeninių tecnologijų įrankius aviacijoje, kaip pvz., oro uostuose galima sukurti paprastesnį procesą keleiviams patekti iš oro uosto į orlaivius, taip pat padidinti jų pajėgumus, susijusius su eksploataavimo sauga. Didėjant keleivių srautui per oro uostą, skaitmeninių technologijų naudojimas leidžia optimizuoti darbą ir užtikrinti jo tęstinumą. Tai taip pat, leidžia oro uostams atlikti virtualią modeliavimo veiklą piko valandomis, siekiant geresnio išteklių paskirstymo ir optimalaus kilimo ir tūpimo tako panaudojimo(Remencová ir Sedláčková, 2021). Akreipiamas dėmesys į pagrindines naujas skaitmenines technologijas(1 pav.), kurios keičia skraidymo patirtį ir skaitmeniniu būdu transformuojant ją į technologijas išmanančią ir į klientus orientuotą pramonę(Katerna ir Molchanova, 2021).

1 paveikslas. Skaitmeninės technologijos.



Šaltinis: sudarytas remiantis (Katerna ir Molchanova, 2021).

1. Mobiliosios technologijos (*angl. Mobile technology*) - tai technologija, kuri keliauja ten, kur keliauja naudotojas. Ją sudaro nešiojamieji dvipusio ryšio įrenginiai, kompiuteriniai įrenginiai ir juos jungianti tinklo technologija. Šiuo metu mobiliąsias technologijas apibūdina internetą palaikantys įrenginiai, pavyzdžiui, išmanieji telefonai, planšetiniai kompiuteriai ir laikrodžiai. Tai

naujausi įrenginiai, kuriems priskiriami dvipusio ryšio peidžeriai, nešiojamieji kompiuteriai, mobilieji telefonai, GPS navigacijos įrenginiai ir kt. Šiuos įrenginius jungiantys ryšių tinklai laisvai vadinami belaidėmis technologijomis. Jie leidžia mobiliems įrenginiams dalytis balsu, duomenimis ir taikomosiomis programomis (mobiliosiomis programomis). Mobiliosios technologijos yra plačiai paplitusios ir vis labiau populiarėja (IBM, 2024). Kasmė didėjant informacijos, telekomunikacijų ir technologijų biudžetams oro uostuose ir atsirandant naujoms technologijoms, tokioms kaip geolokacija, artimojo lauko ryšys, ibeacons ir kitos, ši sritis turi būti tiriama ir analizuojama, nes netolimoje ateityje mobiliosios programėlės bus laikomos pagrindinėmis paslaugomis. Oro uostai dar tik pradeda išnaudoti visas interneto svetainių ir mobiliųjų įrenginių panaudojimo galimybes (L. Martín-Domingo, J. Carlos Martín., 2016).

2. Blokų grandinės technologija (*angl. Blockchain*) yra pagal taisyklės sukurta ištisinė blokų serijos informacija. Kitaip tariant, tai yra paskirstyta duomenų bazė, konsensuso mechanizmas ir šifravimo algoritmas, kurioje saugojimo įrenginiai nėra prijungti į vieną serverį. Blokų grandinės technologija nepriklauso nuo papildomų trečiųjų šalių valdymo organizacijų ar techninės įrangos įrenginių. Nėra centrinės kontrolės. Be pačios savarankiškos blokų grandinės, per paskirstytąją apskaitą ir saugojimą kiekvienas mazgas įgyvendina savarankišką informacijos tikrinimą, pristatymą ir valdymą. Decentralizacija yra svarbiausia ir esminė blokų grandinės savybė (Chang ir kt., 2019). Remiantis SITA 2018 m. oro transporto IT įžvalgomis, 34% oro uostų yra suplanavę blockchain tyrimų ir plėtros programas iki 2021 m. dėl kurių oro uostai mato „blockchain“ potencialą ir galimybę padėti pagerinti keleivių identifikavimo procesus, iš dalies sumažinti kelių tapatybės patikrinimų poreikį. Oro linijos gali naudoti „blockchain“ technologiją, kad pagerintų veiklos efektyvumą, apsaugos sistemas ir net klientų patirtį. (Sultan ir kt., 2018).

Blokų grandinė naudinga sekant dalių gyvavimo ciklą ir saugant duomenis (Barkanova ir Gertman 2020). Bendrovė „Honeywell“ sukūrė blokų grandinę pagrįstą elektroninės prekybos platformą „GoDirect Trade“ (Honeywell, 2020), kad palengvintų internetinę mažmeninę prekybą aviacijos dalimis visame pasaulyje. Ši platforma sukurta naudojant blokų grandinės technologiją, kad padėtų oro linijoms, oro transporto ir verslo aviacijos klientams lengvai gauti prieigą prie naujų ir naudotų orlaivių dalių. (Chang ir kt., 2019)

2. Papildyta realybė ir virtuali realybė (*angl. Augmented reality (AR)/Virtual reality (VR)*). AR ir VR yra platesnės technologijų srities, vadinamos mišria realybe (MR), dalis. MR apibūdina įvairias technologijas, kuriose fizinis pasaulis susilieja su skaitmeniniu pasauliu ir egzistuoja tarp visiškai realios ir virtualios aplinkos kraštutinių. Oro uostai gali naudoti AR, kad padėtų keleiviams susigaudyti sudėtingame oro uosto išplanavime ir padėtų skrydžių operatoriams atlikti gyvybiškai svarbų darbą – užtikrinti lėktuvų saugumą. Numatoma, kad dėl papildytos ir virtualios realybės

aviacijos rinka išaugs nuo 78 mln. USD 2019 m. iki 1 372 mln. USD iki 2025 m. (Eschen ir kt., 2018).

3. Dirbtinis intelektas - tai mokslas ir technologija, skirta protingoms mašinoms, ypač protingoms kompiuterių programoms, kurti. Jis susijęs su panašia užduotimi - kompiuteriais suprasti žmogaus intelektą, tačiau dirbtinis intelektas nebūtinai turi apsiriboti biologiškai stebimais metodais. AI skirstomas į natūralios kalbos apdorojimą, robotiką, ekspertines sistemas, kalbos atpažinimą ir vaizdų atpažinimą. AI sujungia kompiuterinės regos, kompiuterių žinių, psichologijos, filosofijos, mašininio mokymosi ir kt. žinias. Pagrindiniai dirbtinio intelekto tikslai - panaudoti mašinas, kad jos pakeistų žmogaus intelektą sudėtingiems darbams atlikti. Dirbtinis intelektas remiasi žmogaus protu ir nori imituoti žmogaus informacijos apdorojimo procedūrą.(Chang ir kt., 2019) Ateityje dirbtinis intelektas gali įveikti žmogaus intelektą. Ir jau dabar AI technologijos kaip tam tikra prasme „nauja“ aukštųjų technologijų pramonė pradėjo padėti spręsti informatikos, programinės įrangos inžinerijos ir operacijų tyrimų uždavinius(Russell ir Norvig, 2003). AI algoritmai gali būti naudojami daugelyje aviacijos pramonės sričių, pavyzdžiui, žmogaus ir mašinos sąsajoje, orlaivių techninės būklės valdyme, gamyboje ir klientų aptarnavime(Chang ir kt., 2019).

4. Debesų kompiuterija - tai technologija, kai dideli ištekliai kaupiami dideliuose duomenų centruose ir sujungiami tarpusavyje, kad internetu būtų teikiamos nuoseklios, nebrangios ir saugios paslaugos didžiuliam vartotojų ratui. Ištekliai apima programas, tinklą, skaičiavimus arba kompiuterius, saugyklas ir duomenų bazines.

Iš esmės yra keturių tipų debesys:

- Viešasis debesis - čia debesijos paslaugos prieinamos visuomenei. Debesis paprastai priklauso paslaugas teikiančiai organizacijai.
- Privatus debesis - čia debesis valdo organizacija, o jį tvarko savininkas arba trečioji šalis.
- Bendruomenės debesis - čia skirtingos organizacijos, turinčios panašią misiją, saugumo reikalavimus ir politiką, bendradarbiauja, kad sukurtų debesį, kurį valdo viena iš bendruomenės organizacijų arba trečioji šalis.
- Hibridinis debesis - tai bet kurio iš pirmiau minėtų debesų derinys.

Debesijos diegimas tapo labai svarbiu veiksmu aviacijos ir kosmoso srityse. Jis padeda spręsti iššūkius, su kuriais susiduria aviacijos, kosmoso ir gynybos bendrovės, ir greičiau rasti sprendimus kintančioje aplinkoje. Debesų kompiuterija padeda įmonėms išvengti investicijų į visą infrastruktūrą ir atveria kelią mokėti tik už naudojamas paslaugas. Naudojant debesų kompiuteriją lengviau modeliuoti kiekvieną orlaivio komponentą, o ne kurti fizinį prototipą. Operacijos ir valdymas oro

transporto pramonėje daugiausia priklauso nuo didžiulių duomenų rinkinių. Šių duomenų rinkimas, rūšiavimas ir išskyrimas yra pagrindiniai iššūkiai, kuriuos galima išspręsti naudojant debesijos duomenų bazę. (Vagdevi P ir kt. 2015)

5. Daiktų internetas (*angl. Internet of Things, IoT*) - tai specializuotų prietaisų, kurie bendrauja per tinklą, plitimas ir diegimas. Daiktų interneto įrenginiai dažnai apibrėžiami kaip prietaisai, kurie: yra prijungti prie tinklo; turi skaičiavimo gebėjimų; dažnai turi įmontuotą jutiklį.

Šioje apibrėžtyje netiesiogiai suprantama, kad šie prietaisai dažnai yra skirti konkrečiam tikslui. Tinklo ryšys ir skaičiavimo galimybės padeda įgyvendinti šią specifinę paskirtį, o ne yra pagrindinė įrenginio paskirtis, kaip paprastai būna bendrosios paskirties skaičiavimo įrenginiuose. Pavyzdžiui, prie tinklo prijungtas šaldytuvas ar buitinis prietaisas gali įspėti, kad durys atidarytos arba temperatūra per žema. Prietaisas gali būti valdomas nuotoliniu būdu naudojantis mobiliuoju įrenginiu, pavyzdžiui, mobiliuoju telefonu arba centrine namų automatikos sistema. Vokietijoje, „Airbus SAS“ vyresnysis viceprezidentas Laurentas Martinezas pareiškė: „Aviacijos ateitis yra susijusi su duomenimis“ - tai nėra intuityvus teiginys apie pramonę, kurioje istoriškai dominavo didelio masto gamyba, orientuota į medžiagų mokslą ir gamybos metodus. L. Martinezas tai pabrėžia nurodydamas, kad per A350 skrydį sukuriami daugiau kaip 250 GB duomenų. Martinezas aprašo galimas daiktų interneto taikymo sritis, tokias kaip išmanusis bagažo vilkimas, išmanusis laivyno valdymas, išmaniosios trajektorijos ir 4D navigacija, išmanusis taksi ir „nuo vartų iki vartų“ operacijos (Comitz ir Kersch, 2016).

6. Skaitmeninis dvynys. Pastaraisiais metais modeliais pagrįstas projektavimas virsta skaitmeniniu dvyniu, kuris yra skaitmeninė fizinio gaminio, gamybos proceso ar gaminio naudojimo kopija, taip didinant gamybos efektyvumą, gaminio patikimumą ir gerinant klientų aptarnavimą. Skaitmeniniai dvyniai apima produkto skaitmeninius dvynius, gamybos proceso skaitmeninius dvynius ir įrangos skaitmeninius dvynius, jų atitinkamos žinios gali būti integruotos į duomenų modelius su PGCV (produkto gyvavimo ciklo valdymo) programine įranga, GVS (gamybos vykdymo sistema) ir VIA (visiškai integruota automatizavimo) programine įranga. Tiekėjų duomenys taip pat gali būti integruojami į platformą, jei reikia, siekiant integruoti vertės grandinės duomenis. Skaitmeninė dvynė padeda įmonėms optimizuoti, modeliuoti ir išbandyti virtualioje aplinkoje prieš faktiškai pradedant gamybą. Ji gali vienu metu optimizuoti visą įmonės gamybos procesą, galiausiai pasiekti efektyvią ir lanksčią gamybą bei greitas inovacijas. Skaitmeninių dvynių modeliui būdingos modulinumo, autonomiškumo ir jungiamumo savybės. Jis gali įveikti barjerą tarp realybės ir virtualybės bandymų, kūrimo, gamybos, eksploatavimo ir techninės priežiūros požiūriu (Chang ir kt., 2019).

7. Robotika. Oro linijų pramonė taip pat naudoja robotus, kad padėtų atlikti įvairias užduotis, tokias kaip klientų valdymas, bagažo tvarkymas, automobilių stovėjimo aikštelė ir kt. Robotai,

pasitelkę dirbtinį intelektą, gali aptikti aplinką ir su ja sąveikauti, priimti sprendimus ir atlikti sudėtingas užduotis (Fahle ir kt., 2020). AI šakoje, vadinamoje „mašininis mokymusi“, naudojami algoritmai, kad robotai galėtų mokytis iš duomenų ir laikui bėgant tobulėti (Vrontis ir kt., 2022). Pažangiose robotų sistemose dirbtinis intelektas naudojamas kuriant robotus, kurie gali suvokti, mąstyti ir savarankiškai veikti sudėtingoje aplinkoje. Mašininis mokymasis naudojamas tam, kad robotai galėtų mokytis iš savo patirties ir laikui bėgant tobulinti savo veiklą. Gilusis mokymasis naudojamas sprendžiant konkrečias problemas, kurias sunku išspręsti tradiciniais mašininio mokymosi metodais, pvz. atpažinimas. Sujungus šias technologijas, pažangias robotikos sistemas galima sukurti taip, kad jos galėtų atlikti sudėtingas užduotis, kurios anksčiau buvo laikomos neįmanomomis. Ryšys tarp jų apima pažangiųjų robotų sistemų analizę ir modifikavimą (Soori ir kt., 2023).

8. Biometrinė technologija – konkretūs požymiai, pagal kuriuos galima nustatyti unikalias žmogaus savybes, tokias kaip piršto atspaudas, akies rainelė, balsas, kuriais remiantis galime patvirtinti žmogaus tapatybę. Oro linijų pramonė nuolat stengiasi, kad klientų kelionės būtų malonios ir patogios. Vienas iš tokių bandymų - biometrinių duomenų technologijos diegimas oro linijų bendrovėse ir oro uostuose. Atvykus į oro uostą, biometrinės technologijos padeda automatizuoti patikros procesą, todėl per pasienio kontrolę praėjimas yra greitas ir saugus. Vienas iš būdų yra automatizuotos pasienio kontrolės technologijos arba, kaip įprasta vadinti, e. vartai. E. vartai palygina pasą su veido nuotrauka, kad patikrintų, ar tai tas pats žmogus. Tai paprastesnė, mažiau įkyri ir greita patirtis, kuri gali padėti kovoti su sukčiavimu ir yra daug patikimesnė nei tradicinis pirštų atspaudų nuskaitymas. Šiandien įdiegta daug biometrinių duomenis leidžiančių naudoti platformų, o oro transporto bendrovės ir oro uostai jas naudoja siekdami iš esmės pakeisti keleivių patirtį (Thales, 2023).

9. Didieji duomenys ir analitika. Didieji duomenys - tai duomenų apdorojimo technologija, skirta dideliame kiekiu duomenų, turinčių 5V charakteristikas, ir analizės metodas, kuriuo galima išgauti vertingos informacijos suinteresuotosioms šalims. Didžiųjų duomenų savybės (pasiūlytos IBM): Duomenų kiekis, įvairovė, greitis, tikrumas, vertė. Ši informacija gali būti techninės priežiūros sprendimas, verslo sprendimas arba klientų pasitenkinimo lygis ir t. t. Dideli duomenys reiškia visų duomenų naudojimą analizei, nenaudojant atsitiktinės analizės (atrankinės apklausos) (Chang ir kt., 2019).

Viena iš priežasčių, kodėl didieji duomenys pastaraisiais metais yra tokie aktualūs, yra ta, kad jie gali suteikti visiškai naują požiūrį į žmonėms rūpimus dalykus, kuris anksčiau nebuvo prieinamas. Analizuojant duomenų rinkinius galima rasti naujų sąsajų, leidžiančių pastebėti verslo tendencijas,

užkirsti kelią ligoms, kovoti su nusikalstamumu ir t. t. (Breur, 2016)

Yra kelios didžiųjų duomenų tendencijos, kurios glaudžiai susijusios su komercinės aviacijos paslaugų ir platformos skaitmeninimu, kurios yra šios: duomenys tampa tam tikru ištekliu. duomenys glaudžiai siejami su debesų kompiuterija, mokslo teorijos proveržis, duomenų mokslo ir duomenų aljansų kūrimas. duomenų nutekėjimas, duomenų valdymas tampa pagrindine kompetencija, duomenų kokybė yra verslo žvalgybos sėkmės raktas, duomenų ekosistemos sudėtingumo stiprinimas(Chang ir kt., 2019).

1.2.2 Skaitmeninių technologijų sritys aviacijoje

Dėl elektroninės ir programinės įrangos pažangos toliau vyksta dideli technologiniai galios šuoliai ir atsinaujina kelios įgalinančios technologijos, tokios kaip dirbtinis intelektas, didieji duomenys, debesys ir kt. Šios naujos technologijos vis sparčiau diegiamos komercinės aviacijos pramonėje. Pagrindinės taikymo sritys apima geresnę stebėseną ir būklės valdymą, lengvesnį ar greitesnį techninės priežiūros palaikymą, kuris galėtų užtikrinti geresnę oro linijų ir oro uostų ekonomiką(Chang ir kt., 2019).

2017 m. BMWi atlikto tyrimo duomenimis, ateityje įmonėms svarbiausios bus IT saugumo technologijos (100 proc.), „Machine2Machine komunikacija“ (85 proc.), socialinės mašinos (75 proc.), debesų kompiuterija (70 proc.), didieji duomenys (63 proc.), pridėtinė gamyba (53 proc.) ir papildytoji realybė (50 proc.). Tačiau dabartinė šių technologijų įgyvendinimo padėtis rodo, kad norai ir tikrovė nesutampa. 65 % įmonių jau naudoja debesijos technologijas, 35 % - didžiuosius duomenis, 30 % - pridėtinę gamybą ir 27 % - jutiklius. Didžiausios diegimo kliūtys yra personalo išlaidos (25,8 %) ir investicijos (22,1 %) (BMWi, 2017). Todėl skaitmeninimo svarba neabejotina (Koch ir kt.,2014).

Skaitmeninės technologijos integruojamos keliais būdais, todėl galime sumažinti gamybos procesų sąnaudas, prevencinę techninę priežiūrą, padidinti gamybos greitį dėl mašininės komunikacijos su kitomis mašinomis ir pagerinti gaminių kokybę. Skaitmeninės technologijos leidžia atsirasti naujoms biuro ir verslo procesų automatizavimo tendencijoms, kurios atitinka procesų ir gamybos automatizavimą(Karabegović, 2017).

Oro uostai

Šiuolaikinės technologijos oro uostuose yra dinamikos rezultatas, aviacijos pramonės plėtra,

ir auganti informacijos apdorojimo ir saugumo paklausa. Taigi, šiuolaikinių technologijų panaudojimas svarbus aptarnaujant keleivius ir krovinių srautus, vygdant orlaivių eismo kontrolę, tuo tarpu apdorojant didelį informacijos kiekį jis išauga nuo nacionalinio iki pasaulinio masto. Mastas ir įvairovė projektų civilinės aviacijos rinkoje įrodo pramonėje aktyviai skaitmeninami procesai(Khadonova ir kt., 2020).

Skaitmenizacija padarė didelę įtaką IT projektų įvairovei ir yra aktyviai diegiama oro uostų veikloje. Nauji technologiniai sprendimai ir informacinės sistemos oro uostuose naudojamos įvairiomis kryptimis: sekamas keleivių ir krovinių eismas, orlaivių priežiūra, skrydžių pakrovimas, iškrovimas, finansinės operacijos, dokumentų srautas, sutarčių logistika ir kiti procesai. Nepriklausomai nuo kokius eismo srautus aptarnauja oro uostas, tarptautinius ar regioninius, kurios oro linijos užtikrina susisiekimą, infrastruktūra turi atitikti šiuolaikinį saugumą ir techninius reikalavimus(Remencová ir Sedláčková, 2021).

Skaitmeninimo poreikio oro transporto sektoriuje įrodymų pateikė Noviantoro ir Huang (Noviantoro ir Huang, 2022), atlikę Indonezijos aviacijos pramonės tyrimą. Jų atliktas tyrimas parodė bendrą keliautojų nepasitenkinimą Indonezijos oro uostuose esančiomis wi-fi paslaugomis, neatsižvelgiant į kelionių dažnumą. Be to, jie padarė išvadą, kad skaitmeniniai įrenginiai paprastai daro teigiamą poveikį klientų patirčiai. Kuriant ir įgyvendinant informacines sistemas ir technologijas aviacijos pramonėje svarstė daugelis mokslininkų. Tarp jų ir Gnatyuk S., Vasylijev D. savo darbe jiems pavyko suskirstyti šiuolaikinės aviacijos informacijos sistemas su trimis pagrindinėmis kategorijomis: oro navigacijos paslaugų informacinės sistemos, orlaivyje esančios informacinės sistemos, oro linijų ir oro uostų informacinės sistemos (Gnatyuk S., Vasylijev D 2016).

Rumunijos mokslininkai Zaharia S. ir Pietreanu C, pasitelkus Henri Coanda International pavyzdį, oro uoste išanalizuoti technologines problemas, kurias sukelia reikalinga įranga skaitmeninei oro uosto pertvarkai. Jų darbo pasiūlymai ir sprendimai buvo dėl: registracijos, saugumo, muitinės kontrolės, išvykimo kontrolės ir pagalbos keleiviams paslaugos(Zaharia ir Pietreanu, 2018).

Pagal naujų skaitmeninių technologijų diegimo patirtį, pirmaujantys pasaulyje oro uostai gali sumažinti skrydžių vėlavimų skaičių, patobulinti ir paspartinti procedūras kurios aptarnauja keleivius ir jų bagažą, oro linijoms ir kitiems aviacijos subjektams užtikrinti saugumą. Inovacijos yra raktas į plėtrą aviacijos pramonėje. Skaitmeninimas daro didelę įtaką pokyčių ir pagrindinių tendencijų, turinčių įtakos oro uosto operacijoms, gali sudaryti gaires naujovių ir padėti struktūrizuoti ir atgaivinti flagmaną šios srities projektams ir tyrimams įgyvendinti. Skaitmenizavimas oro uostų veikloje apima šias sritis:

- nepilotuojamas transporto valdymas ir automatizuotas oro uostų mechanizacijos kontrolės

priemonės,

- elektroninis dokumentų valdymas,

- perėjimas prie eismo srautų modeliavimo realiu laiku,

- Big Data technologijos naudojimas ir dirbtinis intelektas, ypač optimizuotas transporto infrastruktūros eksploatavimas ir jos išplėtimas(Dou, 2020).

Visos šios technologijos yra aktyviai naudojamos šiandien ir įgyvendinamos oro uostų veikloje, įvairios IT įmonės kuria programinę įrangą ir ieško naujų technologinių sprendimų. Pavyzdžiui, dirbtinis intelektas jau aktyviai naudojamas tiek lėktuve (orlaivių avionikos komplekse), tiek pačiame oro uosto terminale.(Kabashkin ir kt., 2023)

Naujoviškų diegimo pavyzdžių su šiomis technologijomis galima rasti visur, verta paminėti Changi oro uostą Singapūre, kur savitarnos terminalai su biometriniais duomenų skaitytuvais buvo įvesti 2017 m. Taip pat oro uosto automatinis patikros taškas naudoja veido atpažinimo technologiją. 2018 metais Dubajaus oro uoste, kuris yra laikomas judriausiu pasaulyje, buvo atidarytas biometrinis tunelis pasų kontrolei. Biometrinis tunelis padeda sutaupyti laiko ir patikrina keleivį per 15 sekundžių. 2018 m. Inčino oro uoste Korėjoje pradėtas naudoti šiuolaikinės išmaniosios technologijos. Be biometrinio identifikavimo, keleiviai gali naudotis pristatymo paslaugomis, siųsti savo bagažą į oro uostą ir iš jo. 2022m. stardavo pokalbių robotai paremti dirbtiniu intelektu, šie visą parą teikia paslaugas oro uoste per „KakaoTalk“ programą. 2018 m. Miuncheno oro uostas ir Lufthansa pristatė Josie Pepper kūrybą, kurią sukūrė „SoftBank Robotics“. Jo misija – aprūpinti keleivius informacija naudojant debesies pagrindu sukurtą dirbtinio intelekto technologiją. Tais pačiais metais „Haneda Robotics“ laboratorija išbandė keletą testinių robotų Tokijo tarptautiniame oro uoste. Pirmasis „Reborg-X“, įrengtas jutiklinis skydelis ir įsibrovimo aptikimo technologija, planuojama panaudoti saugumui (kaip apsaugos darbuotojas) lydint keleivius. Taip pat, Tokijuje jie išbandė kompaktiškus robotus Cinnamon ir Robokotas, kurių užduotis – bendrauti ir patarti keleiviams. Tuo tikslu abiem robotams buvo įdiegta dirbtinio intelekto technologija(Katerna ir Molchanova, 2021).

Robotika ir automatikos technologijos didina nulinio defektų siekiamybę visuose oro uosto procesuose ir atneša naują produktyvumo lygį. Naujos kartos robotai ir automatizuoti sprendimai, dirbtinio intelekto panaudojimas tampa tikra alternatyva rankiniam apdorojimui(Soori ir kt., 2023). Galima teigti, jog pagrindinės technologinės studijos analizės sprendimai atskleidė, kad šios tendencijos atsiranda dinamiškai visuose šiuolaikiniuose oro uostuose, todėl galima išskirti tarp jų dažniausiai naudojamus įrankius: biometrinį identifikavimą, dirbtinį intelektą, robotus, blokų grandinę ir debesų kompiuteriją.

Techninis aptarnavimas

Orlaivių techninė priežiūra laikoma viena iš pagrindinių orlaivių eksploatavimo išlaidų. Nepaisant to, kad nauji orlaiviai, varikliai ir orlaivių kietosios dalys tapo patvaresnės ir lengviau prižiūrimos, techninės priežiūros išlaidos vis dar yra per didelės, palyginti su kitomis išlaidomis, tokiomis kaip degalai ir orlaivių įgulos. Pastarieji du dešimtmečiai tapo lūžio tašku pereinant nuo popierinės orlaivių techninės priežiūros operacijų apskaitos įvedimo į elektronines sistemas, nepaisant visų su šiomis procedūromis susijusių sunkumų. Tokie sunkumai susiję ne tik su reguliavimo institucijomis, personalo mokymu ir investicijomis, kurios mažoms bendrovėms priklauso nuo konkretaus atvejo. Kaip ir visuose kituose logistikos ir transporto sektoriuose, skaitmeninimas gali būti vienas iš pagrindinių pokyčių lėktuvų techninės priežiūros srityje (Alomar ir Yatskiv, 2023).

Pavyzdinės technologijos yra daiktų internetas, didžiųjų duomenų analizė ir mašininis mokymasis. Panašiai ir skaitmenizuota techninė priežiūra apima prevencinės techninės priežiūros ir remonto procesų skaitmenizavimą, duomenų iš įrangos rinkimą ir jų panaudojimą gedimams ir avarinėms situacijoms numatyti ir užkirsti jiems kelią. Iš tiesų pirmasis žingsnis techninės priežiūros skaitmenizavimo įgyvendinimo link daugelyje įmonių yra įmonės turto valdymo sprendimų (ITV), kurie iš esmės keičia lėšų valdymo kokybę, įdiegimas. ITV sprendimai stebi svarbios įrangos būklę. Techninė priežiūra labai priklauso nuo didžiųjų duomenų analizės algoritmų ir mašininio mokymosi modelių naudojimo. Dėl daiktų interneto (IoT) technologijų palengvėjo duomenų kaupimas ir laikymas, kadangi ši technologija leidžia kaupti jautrių rodmenis ir ilgą laiką įmonėms duomenis laikyti skaitmeninėse saugyklose, nesivarginant dėl daug vietos užimančių popierinių dokumentų archyvų (Korchagin ir kt., 2022).

Pagrindinis techninės priežiūros skaitmenizavimo tikslas - numatyti galimus įrangos gedimus ir užkirsti jiems kelią, kuo labiau priartėti prie visiškai nepertraukiamo eksplotavimo veikimo. Pažangios analizės ir prognozavimo priemonės padeda laiku organizuoti prevencinę techninę priežiūrą, nustatyti optimalų komponentų ir dalių keitimo momentą, taip pat nustatyti eksploatavimo nutraukimo ir įrangos keitimo laiką. Be to, dėl didelio prognozavimo tikslumo įmonės gali gerokai sumažinti atsargas priežiūrai ir remontui reikalingų išteklių ir inventoriaus atsargų (Korchagin ir kt., 2022).

Perėjimas nuo popierinio prie elektroninio bendravimo būdo yra geras būdas gauti tiesioginės naudos dokumentų valdymo srityje. Tačiau dokumentų valdymas elektroniniu būdu nereikia vien tik kompiuterio naudojimo failams perkelti. Naudojant bendrą sistemą, kuri nėra specialiai sukurta, gali tekti išleisti papildomų išteklių, kad būtų įveikti proceso apribojimai, apeinamos problemos ir nedokumentuotos normos. Kad sistema būtų veiksminga, ji turi būti kuriama laikantis į vartotoją

orientuoto požiūrio, atsižvelgiant į tinkamumo skraidyti valdymo organizacijos poreikius. Bet kokio dydžio organizacijoms reikalinga tarpfunkcinė įrašų valdymo sistema, kad būtų pagerintas informacijos srauto vertės srautas (Mead, E.D. ir Whitman, L.E 2011). Dar viena nauda, gaunama sukūrus naudotojui ir procesams patogią sistemą, yra bendros darbuotojų moralės ir motyvacijos pagerėjimas. Sumažinus sudėtingų rankinių ir pasikartojančių užduočių skaičių automatizavimo būdu, darbuotojai turi daugiau laiko susitelkti į sudėtingą veiklą (Alomar ir Yatskiv, 2023).

Dėl bet kokio vėlavimo atlikti techninę priežiūrą sutriks skrydžių tvarkaraštis, o tai savo ruožtu lems skrydžio atidėjimą ar net atšaukimą. Tai turės ne tik finansinių nuostolių, bet ir įtakos oro vežėjo reputacijai. Pavyzdžiui, 2016 m. tarptautiniame Rygos oro uoste dėl planinės techninės priežiūros atidėtų skrydžių buvo 7 %, o neplanuotos techninės priežiūros (orlaivių problemų ir gedimų) dalis sudarė 52 %. Iš viso dėl techninės priežiūros atidėtų skrydžių dalis sudarė 59 %. Tai buvo pagrindinė skrydžių vėlavimo priežastis, o antrasis vėlavimo šaltinis buvo antžeminio aptarnavimo procesai - 13 % (Alomar ir Tolujevs, 2017). Nepastebėtos, praleistos ar atidėliojamos svarbiausios užduotys gali lemti neatitiktį reikalavimams. Tokiose programinės įrangos funkcijose, kaip antai procesų valdymas ir darbo eigos užduotys, yra integruotos patvirtinimo metodikos, įspėjančios apie praleistą užduotį. Naudojant duomenų bazės struktūrą, kurioje galima išsaugoti visų sistemoje esančių tinkamumo skraidyti įrašų versijų istoriją ir registruoti bet kokius su ja atliktus veiksmus, sistema gali užtikrinti visišką duomenų atskaitomybę, skatinti skaidrumą ir atsakomybę. Tinkamumo skraidyti įrašų ir kitų darbo eigos procesų elektroninio pasirašymo galimybė yra labai svarbi sudedamoji dalis siekiant visiškai atsisakyti popierinių dokumentų. Be to, elektroniniai parašai gali būti skirtingų standartų, priklausomai nuo norminių reikalavimų. Jie turi unikaliai identifikuoti ir autentifikuoti konkretų asmenį kaip pasirašiusį ir būti susieti su konkrečiu pasirašomu elektroniniu įrašu. Viešojo ir privataus rakto infrastruktūra grindžiamas elektroninis parašas apima saugią šifravimo technologiją, kuri užtikrina jo saugumą. Be papildomo parašo įrašo pakeisti neįmanoma, be to, jis apsaugo sistemoje esančių įrašų vientisumą (Shakir ir Iqbal, 2018).

Gamyba

Aviacijos ir kosmoso gamybos įmonėms vis dar būdingas žemas inovacijų diegimo lygis, tačiau skaitmeninės technologijos joms galėtų būti labai naudingos. Ši pramonės šaka susiduria su iššūkiais pereinant nuo vienetinės gamybos prie pusiau pramoninės gamybos, pvz., palydovų žvaigždynų, kai didesnis gamybos mastas turi išlaikyti aukštus kokybės standartus, nedidinant sąnaudų. Daug darbo jėgos reikalaujančių proceso etapų skaitmeninimas padeda pašalinti kliūtis ir kartu sumažinti ciklo trukmę bei darbo sąnaudas. Globalizuotoje rinkoje konkurencija aviacijos ir

kosmoso pramonėje labai padidėjo. Gamintojai gali rinktis iš daugybės tiekėjų, todėl techninių specifikacijų ir reikalavimų laikymasis yra stiprus konkurencinis veiksnys. Nepaisant to, reikalavimai aviacijos ir kosmoso sektoriuje visada kelia vis daugiau iššūkių, siekiant tapti efektyvesniems ir inovatyvesniems (Cerezo-Narváez ir kt., 2019).

Kalbant apie skaitmeninę gamybą svarbų vaidmenį atlieka programinės įrangos funkcinėms sritims kaip: 1) projektavimo duomenų perkėlimas į gamybą; 2) pilnas proceso planavimas; 3) gamybos operacijų planavimas ir apdirbimo proceso planavimas; 4) surinkimo apibrėžimas ir sekos nustatymas; 5) detalus linijos, celių, stočių ir užduočių projektavimas; 6) kokybės matavimas ir ataskaitų rengimas; 7) gamybos dokumentacija, gamybos proceso instrukcijos ir bendradarbiavimas (Miller, 2008). Skaitmeninė gamyba apima gamyklų, pastatų, išteklių, mašinų sistemų įrangos, darbuotojų ir jų įgūdžių virtualaus atvaizdavimo technologijas, taip pat glaudesnę produkto ir proceso kūrimo integravimą taikant modeliavimą ir imitavimą. Visi šie programinės įrangos paramos pavyzdžiai buvo sukurti ir patobulinti, o nauji skaitmeninių technologijų veiksniai yra robotika, daiktų internetas ir debesų kompiuterija (Chryssolouris ir kt. 2009).

Pastaruoju metu, padidėjus didelės apimties duomenų prieinamumui, populiarūs tapo duomenimis grindžiami metodai. Duomenimis grindžiamų metodų rezultatas - kelios skaitmeninių technologijų kategorijos, kurios šiuo metu iš esmės keičia gamybos sektorių. Išmaniojoje gamyboje naudojamos tarpusavyje sujungtos mašinos ir įrankiai, siekiant pagerinti gamybos našumą ir optimizuoti energijos ir darbo jėgos poreikį, įgyvendinant didžiųjų duomenų apdorojimo, dirbtinio intelekto ir pažangiosios robotikos technologijas bei jų tarpusavio ryšį (Phuyal ir kt., 2020). Duomenimis grindžiami metodai leidžia užtikrinti lankstumą, atsižvelgiant tiek į organizacinius, tiek į technologinius aspektus. Laikui bėgant literatūroje pabrėžiamas poreikis didinti lankstumą įvairiais įmonės lygmenimis (Sushil, 2018). Kaip teigiama (Shukla ir kt., 2019), organizacinė komunikacija yra svarbus verslo procesas, o technologinė pagalba šiame procese lemia lanksčią ir pritaikomą komunikaciją visoje organizacijoje. Nemažas duomenų ir informacinių technologijų naudojimas didina verslo procesų lankstumą, o tai taip pat turi įtakos verslo suderinamumui, komunikacijai ir bendradarbiavimui. (Steinbring ir kt., 2013) Be to, lankstumas suteikia organizacijai stiprybės - gyvybingumo, išlikimo ir augimo, o ilgalaikis lankstumo tikslas turėtų būti tvarus augimas (Shukla ir kt., 2019).

Keletas autorių pabrėžė skaitmeninių technologijų diegimo šiame sektoriuje svarbą ir apskritai nepakankamai išvystytą inovacijų lygį. Kaip teigė Helmuthas ir Alastaitas (2016), skaitmeninimas yra ne kas kita, kaip "išlikimo klausimas" aviacijos ir kosmoso pramonei: tai didžiulė galimybė tapti rinkos lyderiais. Be to, šiandien aviacijos ir kosmoso pramonėje esama problemų, susijusių su gaminių kokybe, kurias galima pagerinti pasitelkus skaitmenines technologijas (Kovrigin

ir Vasiliev, 2020). Kosmoso pramonėje dėl mažos gamybos apimties sudėtinga diegti automatizaciją taip, kaip masinės rinkos sektoriuose. Aviacijos ir kosmoso veikla dažniausiai grindžiama rankiniu būdu, o pramoniniai sprendimai įgyvendinami pastelkiant ribotika. (Jackson ir kt., 2016) Dėl lankstumo poreikio ir aukšto lygio pritaikymo kartu su santykinai maža gamybos apimtimi, labai nedaug operacijų yra finansiškai tinkamos automatizuoti, net kai kalbama apie žvaigždynų palydovus (Gaudenzi ir kt., 2021).

Oro linijos

Skaitmeninių technologijų tendencijos oro linijų pramonėje nagrinėjamos palyginti neseniai. Vis dėlto ši pramonės šaka yra viena iš tų, kuriose labiausiai reikia keisti verslo vykdymo būdus. Mažos pelno maržos ir didelės išlaidos (degalų ir personalo) - tai vieni didžiausių iššūkių, dėl kurių reikia sparčiai diegti skaitmenines priemones, kad būtų padidintas efektyvumas siekiant didesnių maržų. Konkurencinis spaudimas, technologinių kompetencijų tobulinimas ir e. verslo praktinės žinios pastūmėjo pramonę į didesnę skaitmeninę transformaciją (Scott, 2007). Neseniai kilęs Covid-19 protrūkis dar kartą įrodė, kad organizacijoms būtina skaitmeninė transformacija. Kronblad ir Envall Pregmark (Kronblad ir Envall Pregmark, 2024) teigė, kad pandemija turi ilgalaikį poveikį verslo modeliams, o organizacijų transformacijos išliks ateičiai. Skaitmeninių sprendimų priėmimas turi galią išspręsti anksčiau neišspręstas problemas. Teigiama, kad tai yra kanalas, leidžiantis sukurti naujus pajamų srautus ir sąnaudų mažinimo būdus per geresnę klientų ir darbuotojų patirtį. Tokios iniciatyvos pastebėtos didžiųjų oro transporto bendrovių, tokių kaip EasyJet, Ryanair, Lufthansa ir kt. inovacijų laboratorijų pavidalu. (Silling, 2019). Skaitmeninimui reikia laiko, nes jis lemia didelius tradicinių metodų pokyčius, todėl organizacijos turi iš naujo įsivaizduoti ir skaitmeniniu būdu pakeisti savo verslo modelius ir verslo procesus (Carcary ir kt., 2017). Skirtingai nuo kitų organizacijų, kurios klientams parduoda apčiuopiamus produktus, oro transporto bendrovės teikia nematerialias paslaugas keleiviams ir įvairiais skrydžio etapais stengiasi, kad patenkintų klientų poreikius. Todėl įmonės turi nuolat bendrauti su klientais, tiekėjais ir partneriais, iš jų mokytis ir taikyti skaitmeninius metodus; tada persvarstyti savo investavimo strategijas ir įgūdžius (Heiets ir kt., 2022).

Skaitmeninės technologijos aviacijos pramonėje lydi didelės apimties duomenų generavimas. Dėl to didieji duomenys ir mašininis mokymasis didina reikalingumą šioje pramonės šakoje. Šiuo tikslu Jiang ir kiti (Jiang ir kt., 2023) tyrė didžiųjų duomenų ir mašininio mokymosi naudojimą skrydžių vėlavimams prognozuoti. Panašų tyrimą atliko ir Fahle ir kiti (Fahle ir kt., 2020), kurie daro išvadą, kad ICARUS duomenų platformos projektavimas ir įgyvendinimas Europoje leis sąžiningai dalytis duomenimis saugiu būdu, nuo pradžių iki galo. Jordanijoje Abu-Dalbouh išdėstė inovatyvių

valdymo priemonių ir strategijų svarbą siekiant, kad Jordanija taptų regioniniu aviacijos ir aviacijos švietimo centru (Abu-Dalbouh, 2020).

Pagrindines skaitmenizavimo varomasias jėgas oro linijose Heiets I. išvadino šias:

- Snaudų struktūra. Kaip tipišcai monopolizuotai pramonės šakai, oro linijų pramonei būdingos didelės pastoviosios sąnaudos, pavyzdžiui, orlaivių įsigijimo sąnaudos (Gillen ir kt., 1990). Be to, paieškos sąnaudos yra svarbi oro linijų bendrovių investicija, atsižvelgiant į didžiulį naudotojų skaičių, įvairias kelionių datas ir laiką (Andal-Ancion ir kt., 2003). Kadangi prognozuojama, kad artimiausioje ateityje bus sunku pakeisti pastoviasias sąnaudas, net ir nedidelės sąnaudų mažinimo priemonės, kurias galima pasiekti skaitmenizavimo būdu, yra labai svarbios siekiant padidinti oro transporto bendrovių pelną (Tapscott ir Tapscott, 2017). Naujosios informacinės technologijos pakeitė oro linijų pramonę, kuriai buvo keliami aukšti paieškos reikalavimai, pavyzdžiui, tokia informacija, kaip skrydžių kryptys ir keleivių numeriai, saugoma žiniatinklyje, taip supaprastinant paieškos procedūras (Andal-Ancion ir kt., 2003). Netgi bilietų išdavimo, platinimo, apdorojimo ir derinimo sąnaudas galima sumažinti taikant skaitmeninę transformaciją. Pavyzdžiui, kelionės be bilietų, kurių pradininkė yra „EasyJet“: vietoj popierinių bilietų siunčiamas elektroninis laiškas su kelionės informacija ir patvirtinimo numeriais.
- Priklausomybė nuo saugumo. Heal ir Kunreuther (2005 m.) išreiškė susirūpinimą, kad bet kuri komercinių oro linijų sektoriuje veikianti bendrovė gali kelti grėsmę priklausomybei nuo saugumo, nes ribos tarp oro linijų ir išorės šalių tampa siauros, net išnyksta tokioje informacinės globalizacijos siekiančioje visuomenėje. Skaitmeninės priemonės bus svarstomos taikyti interneto svetainėje, siekiant užtikrinti duomenų bazių vientisumą ir apsaugoti keleivių privatumą, ir su fiziniu saugumu susijusiuose komponentuose, pavyzdžiui, skrydžio salono automatizavimas ir papildytosios realybės (AR) technologija (Haritos ir Macchiarella, 2005).
- Konkurencijos intensyvumas. Įėjimo į bet kurią rinką sąnaudos dėl skaitmeninimo sumažėja, ne išimtis ir oro transporto pramonė (Kuisma, 2018). Lengvesni kriterijai, taip pat reguliavimo panaikinimas daugelyje pasaulio sričių lemia intensyvesnę konkurenciją. Dabar oro transporto bendrovėms būtina skubiai taikyti skaitmenines strategijas, kad bendrovių ištekliai būtų integruoti taip, kad konkurentams būtų sunku juos imituoti, ir įgyti tvarų konkurencinį pranašumą (Heiets ir kt., 2022). Be to, skaitmeninės strategijos oro linijų pramonėje reikalingos siekiant standartizacijos naudos, t. y. įmonės galėtų standartizuoti tam tikrus

procesus ir taip pasiekti didesnę efektyvumą konkurencinėje aplinkoje (Andal-Ancion ir kt., 2003). Oro linijų bendrovės klientams teikia realaus laiko sąsają. Turėdami galimybę gauti informaciją apie skrydžius 24 valandas per parą, 7 dienas per savaitę, klientai gali iš karto palyginti skirtingų bendrovių išlaidas, tenkančias vienai vietai (Andal-Ancion ir kt., 2003). Todėl kai kurios iš jų gali įgyti kainų pranašumą.

1.3 Lean mąstymas

Lean mąstymas - tai koncepcija, skirta imtis švaistymų mažinančių priemonių, kad būtų pašalinti visi vertės nekuriantys procesai (Womack & Jones, 1997). Žinoma, kad Lean kilmė atsirado iš Toyota automobilių gamybos kompanijos, todėl kyla akivaizdžių abejonių dėl Lean gamybos ir vadybos perkėlimo į kitus ekonomikos sektorius, pramonės šakas, paslaugas (Thirkell & Ashman, 2014). Pirmą kartą šią sąvoką Lean mąstymas (*angl. Lean thinking*) paminėjo autoriai Womack ir Jones, siekdami pabrėžti, kad Lean yra daugiau nei vienai pramonės šakai būdingos sistemos ir praktikos. Nors Lean ir jo ankstyvosios koncepcijos akivaizdžiai kilo iš pramonės industrijos – automobilių pramonės, dabar Lean paplito į visas pramonės šakas ir taikymo sritis. Womack ir Jones pirmieji pareiškė, kad šios vadybos idėjos gali žymiai pagerinti bet kurios įmonės veiklos rezultatus. Evoliucija nuo Lean gamybos per Lean mąstymą iki to, ką šiandien vadiname Lean vadyba arba tiesiog Lean, leido mums pamatyti tikrą verslo organizavimo ir valdymo evoliuciją (Womack & Jones, 1997). Šiandien turime Lean inovacijas, Lean statybą, Lean logistiką, Lean sveikatos priežiūrą, Lean švietimą, ir sąrašas toliau auga. Įdomu tai, kad Lean koncepcijos plitimas taip pat sukėlė nemažai painiavos. Dauguma šios painiavos kyla dėl įvairių abstrakcijos lygių, kurie gali būti taikomi apibūdinti Lean požiūrį. Daugelis žmonių pakliūna į spąstus, apibūdindami Lean kaip “Toyota Motor Manufacturing” sukurtų įrankių ir metodų rinkinį. Nors šių įrankių ir metodų ad hoc taikymas gali duoti ribotą naudą ir privalumų tiems, kurie juos taiko, daug didesnės naudos galima tikėtis taikant principais pagrįstą Lean metodiką, kuri struktūrizuoja įrankių taikymą, siekiant paremti lean principų diegimą (Netland & Powell, 2017).

Kai kurie autoriai nurodo, kad yra penki pagrindiniai Lean mąstymo principai, kurių reikia laikytis žingsnis po žingsnio, norint gauti maksimalią naudą iš Lean mąstymo sėkmės:

- (1) Nurodyti vertę. Nustatyti vertę, remdamiesi paties kliento apibrėžimu ir poreikiais, ir identifikuoti vertę;
- (2) Nustatyti vertės srautą. Nustatyti vertės srautą, pašalindami viską, kas nesukuria galutinio produkto vertės. Tai reiškia būtinybę sustabdyti gamybą, kai kas nors vyksta ne taip, ir nedelsiant tai pakeisti. Procesai, kurių reikia vengti, yra praleista gamyba, perprodukcija (pakartotinė tos pačios

rūšies produkto gamyba ir pan.), medžiagų sandėliavimas ir nereikalingi procesai, medžiagų transportavimas, darbo jėgos ir produktų judėjimas, galiausiai produktų, kurie neatitinka kliento pageidaujamo standarto, gamyba, taip pat bet koks nereikalingas laukimo laikas;

(3) Srautas. Užtikrinti, kad procesas ir vertės grandinė būtų nenutrūkstami, sutelkdami dėmesį į visą tiekimo grandinę. Dėmesys turi būti sutelktas į procesą, o ne į galutinį produktą. Tačiau srautas niekada nebus optimalus, kol nebus nustatyta kliento vertė ir identifikuotas vertės srautas;

(4) Traukimas. Gamybos ir konstravimo procese naudojamas traukimas, o ne stūmimas. Tai reiškia, kad reikia gaminti būtent tai, ko klientas nori tuo metu, kai klientui to reikia, ir visada pasiruošti kliento daromiems pakeitimams. Taip siekiama sumažinti nereikalingą gamybą ir naudoti valdymo priemonę „Just In Time“;

(5) Tobulumas: Siekiama tobulo sprendimo ir nuolatinio tobulinimo. Pateikti gaminį, kuris atitinka kliento poreikius ir lūkesčius, per sutartą laiką ir nepriekaištingos būklės, be klaidų ir defektų. Vienintelis būdas tai padaryti - glaudžiai bendrauti su klientu / užsakovu, taip pat vadovais, o darbuotojai yra tarp jų (Krijnen, 2007).

Kitas autorius nurodo, kad yra vienuolika Lean mąstymo principų: (1) Sumažinti vertės nekuriančių veiklų (atliekų) dalį; (2) Padidinti produkcijos vertę sistemingai atsižvelgiant į kliento reikalavimus; (3) Sumažinti kintamumą; (4) Sutrumpinti ciklo laiką; (5) Supaprastinti, sumažinant etapų, dalių ir ryšių skaičių; (6) Padidinti produkcijos lankstumą; (7) Padidinti proceso skaidrumą; (8) Sutelkti kontrolę į visą procesą; (9) į procesą įtraukti nuolatinį tobulinimą; (10) subalansuoti srauto ir konversijos tobulinimą; ir (11) atlikti lyginamąją analizę (Koskela, 2002).

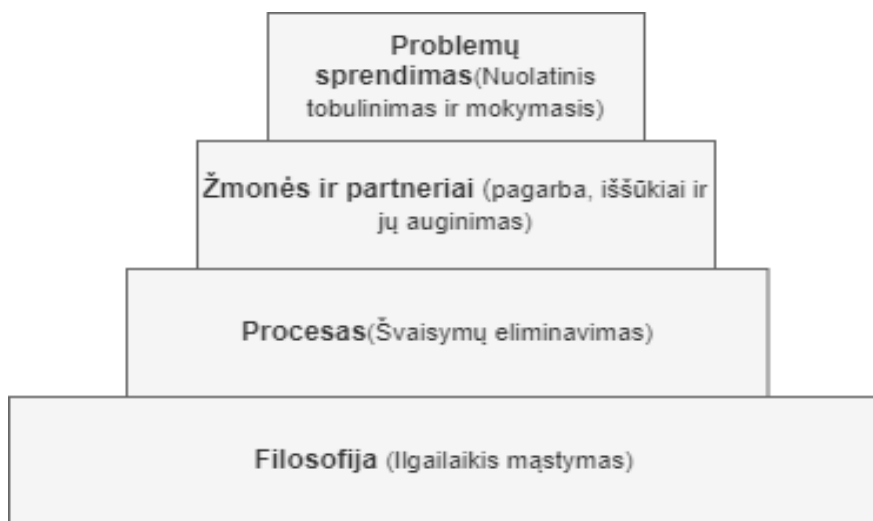
Pagal Toyota gamybos sistemos esmę pateikiama keturiolika Lean principų: (1) Sprendimus grįsti ilgalaikę filosofiją, net ir trumpalaikių finansinių tikslų sąskaita (Filosofija); (2) Sukurti nenutrūkstamą procesų srautą, kad problemos iškiltų į paviršių (Procesas); (3) Naudoja „traukimo“ sistema, kad išvengtų perprodukcijos (Procesas); (4) Išlyginti darbo krūvį (Procesas); (5) Kurti kultūrą, kai reikia sustoti ir išspręsti problemas, kad kokybė būtų teisinga iš pirmo karto (Procesas); (6) Standartizuotos užduotys yra nuolatinio tobulinimo ir darbuotojų įgalinimo pagrindas (Procesas); (7) Naudojimas vizualinės kontrolės, kad problemos nebūtų paslėptos (Procesas); (8) Naudoti tik patikimas, kruopščiai patikrintas technologijas, kurios tarnauja žmonėms ir procesams (Procesas); (9) Auginti lyderius, kurie kruopščiai supranta darbą, gyvena filosofija ir moko jos kitus (Žmonės ir partneriai); (10) Ugdyti išskirtinius žmones ir komandas, kurie laikosi įmonės filosofijos (Žmonės ir partneriai); (11) Gerbti savo išplėstinį partnerių ir tiekėjų tinklą, keldami jiems iššūkius ir padėdami tobulėti (Žmonės ir partneriai); (12) Eiti ir patiems pasižiūrėti, kad situaciją būtų nuodugniai suprasta (Problemų sprendimas); (13) Sprendimų priėmimas lėtas, bendru sutarimu, kruopščiai atrinktas (Problemų sprendimas); (14) Tapti besimokančia organizacija, nepaliaujamai apmąstant ir

nuolat tobulinant sprendimus (Problemų sprendimas)(Liker, 2004).

Visi šie 11 principų yra suskirstytų į 4P kategorijas – filosofija, procesus, žmones ir partnerius, problemų sprendimus (Liker, 2004), kaip parodyta 2 pav.

Toyota 4P modelis – tai „Toyota“ gamybos sistemos (*angl. Toyota Production System*) pagrindas, kuris apima keturis pagrindinius principus, padedančius kurti efektyvią, kokybišką ir nuolat tobulėjančią organizaciją. Šis modelis yra esminis Lean gamybos filosofijos elementas.

2 paveikslas. 4P kategorijos



Šaltinis: sukurtas remiantis (Krijnen, 2007).

Lean mąstymas iš esmės yra organizacinės kultūros pokytis, todėl iš to išplaukia, kad Lean vadyba, ypač pradiniais etapais, iš tikrųjų labiau susijęs su pokyčių proceso valdymu, o ne su Lean priemonių ir metodų valdymu. „Lean mąstymo idėja apima sudėtingą idėjų kokteilį, įskaitant nuolatinį tobulinimą, plokštesnės organizacijos struktūras, komandinį darbą, švaistymų šalinimą, efektyvų išteklių naudojimą ir koperuotą tiekimo grandinės valdymą“ (Green ir kt., 2010).

Svarbiausias Lean principas - pašalinti viską, kas nereikalinga ir nesukuria jokios pridėtinės vertės produktui, dėl ko sunaudojama per daug išteklių. Lean principų taikymas prasideda nuo vertės nustatymo. Vertė - tai veikla, susijusi su produkto konversija, už kurią klientai yra pasirengę mokėti pinigus. Vertė yra produktas, kuris klientui pristatomas tinkama kaina ir tinkamu laiku, o ją apibrėžia klientas. (Karaşahin, 2015).

Lean viską, kas nekuria vertės, apibrėžia kaip švaistymus.

Yra septynių etapų Muda švaistymų tipai:

(1) perteklinė gamyba,

- (2) laukimo laikas,
- (3) transportavimas,
- (4) atsargos,
- (5) perteklinis apdorojimas,
- (6) judėjimas,
- (7) defektai (Pieńkowski, 2014).

Apibendrinant galima teigti, kad Lean mąstymas nėra tik dar viena tobulinimo metodika, bet visiškai kitoks elgesio modelis ir valdymo sistema. Tai ne tik automobilių pramonės gamybos operacijoms skirtų įrankių rinkinys, bet ir daug platesnis pagrindas, skirtas kurti produktyvesnes vertės kūrimo sistemas įvairiuose sektoriuose ir veiklos srityse. Tai verslo filosofija, kuria siekiama teikti vertę klientams nuolat tobulinant procesus ir šalinant švaistymus.

1.4 Procesų rezultatai

Procesų rezultatai – atspindi poveikį gavėjui ir parodo galutinį veiksmų rezultatą. Ši priemonė turėtų būti tiesiogiai susijusi su bendruoju tikslu ir „įrodyti“, ar jis buvo pasiektas (Sánchez González ir kt., 2010). Nors dažnai pabrėžiama procesų valdymo svarba, dar daug ką reikia suprasti apie konkrečių orientacijos į procesus dimensijų poveikį organizacijos veiklos rezultatams (Kohlbacher ir Gruenwald, 2011).

Procesų projektavimo tobulinimas yra esminis veiksnys siekiant pagerinti verslo procesų rezultatus (Hammer, 2007b). Organizacijos konkuruoja nebe procesais, o gebėjimu nuolat tobulinti procesus (Teece, 2007). Nuolatinis tobulinimas apibrėžiamas kaip „sistemos pastangos ieškoti ir taikyti naujus darbo atlikimo būdus, t. y. aktyviai ir pakartotinai tobulinti procesus“ (Anand ir kt., 2009). Nuolatinio tobulinimo iniciatyvos padeda didinti organizacijos gebėjimą nuosekliai ir greitai atlikti procesų pokyčius, siekiant pagerinti veiklos rezultatus. Taigi nuolatinio tobulinimo iniciatyvos gali pasitarnauti kaip dinamiškas organizacijos gebėjimas (Anand ir kt., 2009). Procesų tobulinimas turi būti tinkamai remiamas (Hammer, 2007b). Procesų rezultatų matavimo koncepcija leidžia sekti esamą procesų efektyvumą ir taip padeda nustatyti, ką reikia tobulinti (Siemieniuch ir Sinclair, 2002). Vis dėlto, teigiama, kad procesų rezultatų matavimo koncepcija padeda siekti aukštesnių veiklos rezultatų, taip pat teigiama, kad vien tik verslo procesų rezultatų matavimas, neinicijuojant atitinkamų priemonių, nepadės pasiekti jokių patobulinimų, o veiklos procesų rezultatų matavimas turi būti naudojamas sistemingai (Hammer, 2007b).

Proceso veiklos matavimas - tai sutartų veiklos rodiklių stebėjimas, siekiant nustatyti, ar procesas atitinka suplanuotus tikslus (Nenadal, 2008). Priemonių įgyvendinimas ir taisomųjų

veiksmų vykdymas yra procesų valdymo veiklos principai (Melan, 1989), nes verslo procesą galima įvaldyti tik tada, kai jį galima išmatuoti (Hinterhuber, 1995). Šis matmuo parodo, koku mastu organizacijoje vykdomas procesų veiklos matavimas (Kohlbacher ir Gruenwald, 2011).

Matavimo informacijos naudojimas leidžia organizacijoms mokytis iš praeities, siekiant pagerinti veiklos rezultatus ir pasiekti geresnį nuspėjamumą laikui bėgant. Todėl matavimo veikla yra gera priemonė, kurią pasitelkus galima gauti šią informaciją, taip pat padeda planuoti ir stebėti tobulinimo pastangas, pranešti apie tikslus ir perteikti tobulinimo priežastis (Briand ir kt., 2002).

Organizacijos procesų matavimo modeliais paprastai siekiama pateikti holistinį organizacijos veiklos rezultatų vaizdą, atsižvelgiant į įvairias procesų perspektyvas (Van Looy ir Shafagatova, 2016). Skirtingi autoriai pateikia skirtingus veiklos matavimo modelius, lentelėje pateikiamos analizuojamų veiklos procesų perspektyvų palyginimas su dažniausiai literatūroje naudojamais veiklos procesų matavimo modeliais (Kaplan ir Norton 1996, 2001; EFQM 2010; Kueng 2000; Cross ir Lynch; Van Looy ir Shafagatova, 2016).

1 lentelė. *Lentelė veiklos procesų matavimo modeliai.*

(Kaplan ir Norton 1996, 2001)	EFQM (2010)	Kueng (2000)	Cross ir Lynch (1988)	Van Looy ir Shafagatova (2016)
Vidinės verslo procesų perspektyvos	Įgalintojai procesai: produktai / paslaugos, žmonės, strategija, partnerystė / ištekliai, vadovavimas)	Bendri procesų rezultatai, remiantis kitų požiūriais kaip varomąją jėgą	Lankstumas Produktyvumas Kokybė Pristatymas Proceso trukmė Išlaidos	Bendras proceso našumas, Su laiku susijęs proceso našumas, Su sąnaudomis susijęs proceso našumas, Proceso našumas susijęs su vidaus kokybe, Su lankstumu susijęs proceso našumas

Šaltinis: sukurta remiantis (Van Looy ir Shafagatova, 2016)

Matavimas tapo tokiu įprastu požiūriu organizacijose, kad dedama daug pastangų bandant nustatyti, „ką“ galima išmatuoti ir „kaip“ tai išmatuoti. Tačiau tik nedaugelis žmonių iš tiesų kelia

klausimą, kodėl apskritai reikėtų matuoti. Kiekviena matavimo veikla reikalauja išlaidų, susijusių su jos įgyvendinimu ir palaikymu. Nežinant tikslų aplinkybių, kuriomis matavimo sistema pagerins arba nepagerins veiklos rezultatus, sunku iš tikrųjų pagrįsti papildomas matavimo sistemos diegimo išlaidas (Robson, 2004). Įprastas argumentas kodėl svarbu matuoti procesus, paprastai remiasi teiginiu: tai, ko negalima išmatuoti, negalima ir valdyti (Drucker, 1993). Veiklos procesų matavimas gali būti apibrėžiamas kaip veiklos efektyvumo ir veiksmingumo kiekybinio įvertinimo procesas. Matavimo funkcija - sukurti metodą, kuris leistų gauti tam tikros klasės informaciją, naudingą sprendžiant įvairias problemas ir situacijas (Neely, Gregory ir Platts, 2005).

Kiekvieną veiklos matavimo sistema sudaro kelios atskiros veiklos priemonės ir (arba) veiklos procesų rodikliai. Procesų rodikliai yra gyvybiškai svarbūs požymiai organizacijai, kurie kiekybiškai parodo, kaip gerai organizacijai sekasi siekti konkretaus tikslo (Seokjin ir Behnam, 2008). 1 lentelėje pateikti svarbiausi procesų matavimo rodikliai, kurie yra: kokybė, pristatymo greitis, sąnaudos, savalaikiškumas, lankstumas, produktų ir inovacijų kūrimas, tvarumas, bei sauga (Bag ir kt., 2024).

2 lentelė. Svarbiausi procesų matavimo rodikliai

Kokybė	Procesų sąnaudos	Pristatymo laikas	Lankstumas	Produktų ir inovacijų kūrimas	Tvarumas	Sauga
Atitiktis specifikacijoms	Proceso sąnaudos	Ciklo laikas	Tvirtumas	Racionalizacijos laipsnis	Anglies dioksido pėdsakas	Rizikų ir incidentų stebėjimas
Atitiktis teisės aktams	Produkcijos sąnaudos	Vykdymo laikas	Naujos galimybės	Laikas, skirtas procedūros mokymui	Toksinių medžiagų išmetimo į aplinką aprašas	Saugos auditas
Tikrinimo neatitikimai	Vieneto/paslaugos kaina	Srauto laikas	Galimybė keisti	Produkcijos/paslaugos naujumas	Vandens pėdsako nustatymas	Saugos mokymai
Prognozavimo tikslumas, planavimo tikslumas		Vieneto laikas	Lengvas pasitraukimas	Bendradarbiavimas su trečiosiomis šalimis	Biologinės įvairovės rizikos stebėsena	Korekciniai veiksmai

		Efektyvumas ir našumas		Inovacijų projektai		
--	--	------------------------	--	---------------------	--	--

Šaltinis: sukurta remiantis (Peng ir kt., 2023; Sánchez González ir kt., 2010; Van Looy ir Shafagatova, 2016).

Galima pagrįstai teigti, procesų matavimas yra labai svarbus siekiant veiklos efektyvumo ir verslo sėkmės. Jis suteikia galimybę matyti neefektyvias ar nepakankamai efektyvias sritis, todėl organizacijos gali priimti pagrįstus sprendimus ir skatinti augimą. Procesų rezultatų matavimas susijęs su įmonės pelningumu ir augimu, nes padeda įgyvendinti organizacijos tikslus ir strategijas.

1.5 Lean mąstymo įtaka procesų rezultatams

Priimant sprendimą diegti Lean, būtina iširti, kur ir kaip Lean mąstymo labiausiai reikia, kad būtų galima daryti įtaką procesų rezultatams. Toks tyrimas tampa būtinas, kai Lean mąstymą norima taikyti kitoje nei tradicinėje, pasikartojančioje, didelės apimties, stabilios paklausos ir verslo aplinkoje. Lean mąstymas vis dar yra galingiausia veiklos optimizavimo filosofija ypač gamybos įmonėse, sutelkiant dėmesį į nuolatinį procesų tobulinimą, kurį lemia klientų poreikiai, į gamybos neefektyvumo šalinimą ir visų darbuotojų įtraukimą į taupumo principų ir veiksmų, tokių kaip vertės kūrimas, atliekų šalinimas, pagarba žmonėms ir nuolatinis tobulinimas, taikymą (Julião ir Gaspar, 2021). Lean diegimas prasideda nuo vadovų įsipareigojimo ir yra palaikomas nuolatinio tobulėjimo kultūros. Sėkmingam Lean principų įgyvendinimui įtakos gali turėti nepakankamas informuotumas ir netinkamas įgyvendinimas. Norėdamos įveikti šias kliūtis, organizacijos turėtų suprasti svarbiausius sėkmės veiksnius, lemiančius taupaus mąstymo diegimą ir plėtojimą savo veiklos srityse (Jasti ir Kodali, 2019). Tinkamai taikant šiuos principus, procesų lygmeniu galima smarkiai pagerinti saugą, kokybę ir efektyvumą. Procesų ir įmonės lygmens patobulinimai yra pagalbinės priemonės, padedančios sėkmingiau atlikti patobulinimus procesų rezultatų lygmeniu ir leidžiančios tokiems patobulinimams būti tvariems (Aziz ir Hafez, 2013). Ypatingą dėmesį reikėtų skirti produktų ir procesų kūrimui, kur taupus mąstymas skatina kurti, naudoti ir pakartotinai panaudoti žinias mokymosi tikslais (Netland ir Powell, 2017). Produktų ir gamybos procesų kūrimas yra daug efektyvesnis, kai remiasi formaliomis ir tinkamai valdomomis žiniomis, kurios neleidžia įmonei priimti neteisingų sprendimų ir padeda geriau apibrėžti vertę klientui (Harik ir kt., 2016).

Radnor ir Johnston (2013) teigia, kad Lean padeda tiek tobulinti procesus, tiek aptarnauti klientus, be to, gamybos vadybos literatūroje teigiama, kad Lean yra viena veiksmingiausių šiuolaikinių vadybos priemonių, padedančių įveikti šiuolaikinius konkurencinius iššūkius (Martínez-

Jurado ir Moyano-Fuentes 2014). Neseniai (Piercy ir Rich 2015) nustatė, kad taikant Lean mąstymą taip pat galima pasiekti daug tvarumo rezultatų. Todėl taupiosios veiklos diegimas gali pagerinti veiklos, finansinius ir aplinkosauginius rezultatus (Negrão, Godinho Filho ir Marodin2017).

Daugelyje tyrimų taip pat analizuotas kontekstinių veiksnių poveikis (Marin-Garcia ir Bonavia,2015; Shah ir Ward, 2003) arba skirtingų Lean principų tarpusavio ryšys (Fullerton ir kt., 2014). Tačiau nė viename iš jų nebuvo nagrinėjamos kapitalo investicijos, nors jos paprastai yra labai svarbus aspektas pramonėje (Moser ir kt., 2019). Nors Lean nėra priklausomas nuo didelių investicijų, kad pagerintų veiklos rezultatus, vis dėlto tai gali padėti padidinti jos poveikį(Kovács ir kt., 2020). Kalbant apie rezultatus, dauguma tyrimų parodė, kad Lean diegimas labai teigiamai prisideda prie veiklos rezultatų (Cua ir kt., 2001; Shah ir Ward, 2003). Tačiau naujausioje literatūros apžvalgoje, kurią atliko Negrão ir kt. (2017), šis vaizdas subalansuotas, pabrėžiant, kad tam tikri tyrimai pranešė apie neigiamą ryšį, ypač su Lean laiko mąstymo priemonių tiekėjų JIT(*eng.just in time*) tiekimo, vienos minutės šampų keitimo, ląstelinės gamybos praktikomis, VSM(*eng.value stream mappng*) ir produktyvios priežiūros.

Othman (2013) nustatė teigiamą ryšį tarp Lean ir veiklos rezultatų Indonezijos įmonėse kokybės, atsargų minimizavimo, pristatymo, našumo ir sąnaudų mažinimo požiūriu. Remdamiesi JAV įmonių apklausa, (Hofer, Eroglu ir Hofer, 2012) nustatė, kad veiklos rezultatų nauda gali būti pasiekta didesniu mastu, jei į vidinę įmonės strategiją orientuota ir į išorę orientuota Lean įgyvendinama vienu metu. (Chavez ir kt.2013) įrodė, kad Lean taikymas turėjo teigiamą poveikį kokybei, sąnaudoms, pristatymui ir lankstumui. (Gebauer, Kickuth ir Friedli, 2009) teigė, kad su tiekėjais susijusi Lean taip pat turi įtakos kokybei. (Ghosh 2012) teigė, kad gamybos įmonių atveju Lean įgyvendinimas gali paaiškinti 20 proc. našumo skirtumus, 24 proc. gamybos trukmės skirtumus ir 25 proc. pirmojo perdavimo teisingos produkcijos skirtumus. Stebina tai, kad nustatyta, jog bendra produktyvi priežiūra turi neigiamą poveikį našumui ir gamybos trukmei. Straipsnyje teigiama, kad tyrime dalyvavusios gamyklos buvo senos ir bendras produktyvios priežiūros diegimo lygis buvo žemas. Tačiau autorius nagrinėjo tik kelių Lean principų diegimo poveikį tik trimis veiklos aspektams. Tyrėjai taip pat įvertino finansinę naudą, išreikštą sutaupytais lėšomis, įdiegus Lean. Pavyzdžiui, Cogdill ir kt. (2007) nustatė, kad farmacijos įmonė, įdiegusi Lean gamybą, dėl sumažėjusių darbo sąnaudų gali sutaupyti 6 mln. dolerių per metus. Kumar ir kt.(2006), atlikę Jungtinių Karalystės mažųjų ir vidutinių įmonių tyrimą, nustatė, kad įdiegus Lean, mašinų prastovos sumažėjo 40 000 JAV dolerių, 33 000 JAV dolerių sumažėjo WIP atsargos ir 20 000 JAV dolerių sumažėjo nelaimingų atsitikimų. (Panwar ir kt. 2018) patvirtino, kad pramonėje Lean taikymas turi reikšmingą poveikį veiklos rezultatams, pavyzdžiui, atsargų valdymui, savalaikiam pristatymui, atliekų mažinimui, paklausos valdymui, sąnaudų mažinimui ir našumo didinimui.

Apibendrinant, Lean mąstymo įtaka procesų rezultatams yra plati ir giluminė, apimanti įvairius organizacijos veiklos aspektus. Įmonės, kurios sėkmingai įgyvendina Lean principus, gali tikėtis reikšmingų patobulinimų savo veikloje, padidėjusio efektyvumo ir konkurencinio pranašumo. **H1:** Remiantis išanalizuota moksline literatūra buvo iškelta hipotezė - Lean mąstymo taikymas daro teigiamą įtaką procesų rezultatams.

1.6 Skaitmeninizavimo įtaka procesų rezultatams

Skaitmenizavimas yra socialinis ir ekonominis reiškinys. Jis ne tik verčia informaciją į skaitmeninį formatą (skaitmeninimą) (Legner ir kt., 2017), bet ir leidžia kurti naujus vertės pasiūlymus, įterpianč skaitmenines technologijas į produktus (Beverungen ir kt., 2019; Huber ir kt., 2019) ir procesus (Kerpedzhiev ir kt., 2020). Skaitmenizavimas išplečia tradicinį skaitmeninimą, kuris daugiausia dėmesio skyrė analogiškos informacijos transformavimui į skaitmeninį atvaizdavimą (Matt ir kt., 2015).

Skaitmenizavimo poveikis procesų našumui yra nevienodas skirtinguose regionuose ir ekonominio išsivystymo lygiuose. Tokie veiksniai kaip įmonės dydis, kapitalas, amžius ir technologijų turėjimo horizontas daro įtaką skaitmenizavimo ir procesų našumo ryšiui (Pečas ir kt., 2022). Skaitmenizavimas, apimantis skaitmeninių technologijų įtraukimą į verslo procesus, pripažįstamas dėl savo transformacinio potencialo gerinant organizacijos veiklos rezultatus (Eller ir kt., 2020). Skaitmenizavimas daro didelį teigiamą poveikį procesų našumui ir optimizavimui. Skaitmenizavimas lemia geresnį procesų efektyvumą ir geresnį sprendimų priėmimą, taip sukuriant geresnį požiūrį į tvarumą (Peng ir kt., 2023). Skaitmeniniai sprendimai gali padėti pašalinti švaistymus ir padidinti našumą nuolat tobulinant procesus (Legner ir kt., 2017).

Skaitmeninių technologijų taikymas gamyboje gali lemti procesų optimizavimą ir geresnius verslo rezultatus. Technologijų taikymo ir inovacijų režimo skaitmenizavimo lygis yra teigiamai susijęs su įmonės veiklos rezultatais (Cerezo-Narváez ir kt., 2019). Skaitmenizavimas daro transformuojamąjį poveikį įvairiems verslo procesų aspektams, todėl gerėja tiekimo grandinės veiklos rezultatai. Jis daro reikšmingą teigiamą poveikį tiekimo grandinės integracijai, efektyvumui ir bendriems veiklos rezultatams (Salamah ir kt., 2023).

Nors skaitmeninimas suteikia daugybę galimybių, organizacijos susiduria su sunkumais siekdamos iš skaitmeninių technologijų išgauti vertę (Davenport ir Westerman, 2018), nes nevieniškai supranta, kaip naudoti šias technologijas (Denner ir kt., 2018). Be to, kad skaitmeninės technologijos leidžia produktus paversti išmaniaisiais daiktais (Beverungen ir kt., 2019; Huber ir kt., 2019), skaitmeninės technologijos leidžia organizacijoms tobulinti ir diegti inovacijas verslo procesuose

(Mendling ir kt., 2020). Pavyzdžiui, skaitmeninės technologijos palaiko pažangų procesų automatizavimą, adaptyvų procesų vykdymą ir procesų duomenų analizę (Kerpedzhiev ir kt., 2020). Siekdamos išnaudoti skaitmeninimo galimybes, organizacijos turi įdiegti skaitmenines technologijas į esamus arba naujus procesus (Denner ir kt., 2018). Organizacijos siekdamos visapusiškai išnaudoti skaitmenizavimo naudą, rėmėsi IT naudojimu ir IT strategijų įgyvendinimu, pavyzdžiui, didindamos operatyvumą ir nuoseklumą verslo procesų greitumą ir nuoseklumą naudojant informacines sistemas (Imgrund ir kt., ir kt. 2020). Žvelgiant į ateitį, siekdamos sėkmingo skaitmenizavimo, pirmaujančios įmonės ketina užtikrinti glaudesnę sąveiką su klientais ir bendradarbiavimą, sutelkdamos dėmesį į klientų vertės pasiūlymų pertvarkymą ir veiklos pertvarkymą pasitelkiant skaitmenines technologijas (Berman, 2012). Be to, skaitmenizavimas priklauso ne tik nuo technologijų plėtros, bet ir nuo lyderystės bei technologijų valdymo. Taikant šį metodą turėtų būti naudojamos veiklos ir funkcinės strategijos, leidžiančios įgyvendinti bendrąsias įmonių pertvarkymo strategijas. Technologijų ir lyderystės derinys galėtų lemti tris pagrindines skaitmenizavimo sritis: klientų patirtį, veiklos procesus ir verslo modelį (Westerman ir McAfee, 2012). Be to, reikia sukurti tinkamus gebėjimus skaitmeninės lyderystės ir įgalinimo, duomenimis grindžiamo judrumo, vartotojų ir partnerių įtraukimo, skaitmeninės platformos valdymo, verslo modelio naujovių, IT architektūros transformacijos, procesų skaitmeninimo ir automatizavimo, skaitmeninio saugumo ir atitikties užtikrinimo srityse (Legner ir kt., 2017). Tai palengvina verslo procesų rezultatų gerinimą nuolat integruojant technologinius pasiekimus socialinės žiniasklaidos, mobiliosios prieigos ar įterptųjų sistemų srityse į įmonės veiklą (Galliers ir kt., 2020).

Galima apibendrinti, jog skaitmenizavimas yra kiekvienos norinčios išlikti rinkoje įmonės – tikslas. Kadangi tai kurią pridėtinę vertę, patobulina jau esamus ar vis dar ketinamus diegti naujus veiklos procesus. Informacinių technologijų teikiamos galimybės akivaizdžiai tą parodo. Tačiau įmonėms ne visada yra aišku kokių, kiek ir į kokius procesus technologijas diegti, ir ar tai finansiškai laikui bėgant tikrai atsipirks ir pateisins lūkesčius.

H2: Remiantis pateikta literatūrine apžvalga buvo iškelta hipotezė - skaitmenizavimas daro teigiamą įtaką procesų rezultatams.

1.7 Skaitmenizavimo įtaka Lean mąstymui

Skaitmenizavimas gali ženkliai padėti įgyvendinti Lean koncepciją. Skaitmenizavimo koncepcija pagal kurią įmonės siekia visiškai įdiegti skaitmenines technologijas savo darbinėje veikloje (Premkumar et al., 2018). Kaip pavyzdys, atlikti kitų autorių tyrimai rodo, kad tiekimo

įmonėse tiekimo grandinių skaitmeninimas yra viena iš aktualiausių temų pramonėje (Büyükožkan ir Göçer, 2017) ir turi tiesioginį poveikį tam, kaip mažmenininkai, gamintojai, platintojai ir logistikos paslaugų teikėjai valdo savo veiklą, ypač atsargas visais pardavimo kanalais (Haddud & Khare, 2020). Buvo nustatytos septynios skaitmeninių technologijų tendencijos, kurias patvirtino ir kiti tyrimai, tiekimo grandinės valdyme, įskaitant mobiliąsias technologijas, didelius duomenis, debesų kompiuteriją, socialinę žiniasklaidą, prognozavimo analizę, daiktų internetą (Haddud ir kt., 2017; Majeed ir Rupasinghe, 2017) ir 3D spausdinimą (Farahani ir kt., 2017).

Skaitmenizavimas suteikia ekonomiškai efektyvius sprendimus ir sukuria vertę vertės grandinėje daugeliui ekosistemos dalyvių, įskaitant įmones ir jų tiekėjus, darbuotojus ir klientus (Korpela ir kt., 2017). Be to, skaitmeninėms tiekimo grandinėms priskiriami šie privalumai: didesnis skaidrumas, mažesni atsargų lygiai, aiškus atsargų matomumas, labiau decentralizuotas sandėliavimas, trumpesni pristatymo terminai, geresnis klientų poreikių supratimas, didesnės pardavimo ir pelno maržos, didesnis tiekimo grandinės lankstumas, geresni sprendimų priėmimo procesai ir konkurencinių pranašumų išlaikymas (Agrawal ir Narain, 2018).

Vienas iš plačiau analizuojamų Lean mąstymo principų mokslinėje literatūroje buvo JIT. Jis reiškia gamybos veiklos valdymo ir kontrolės filosofiją, ir šis požiūris pastaraisiais dešimtmečiais dominavo pramonės veikloje ir tebėra populiarus (Filippini ir Forza, 2016). JIT yra viena iš lean strategijų (veiklos tobulinimo strategijų), skirta neefektyvioms, ilgomis ir stochastinėms operacijoms (Kurilova-Palisaitienė ir Sundin, 2017). JIT yra principas, naudojamas nereikalingoms atsargoms sumažinti. Jo pagrindinis tikslas – sumažinti transportavimo ir atsargų išlaidas, tuo pačiu dažnai pristatant siuntas mažais kiekiais (Goodarzi ir Zegordi, 2018). Aplamai skaitmenizavimas yra glaudžiai susijęs su pramoninių procesų ir įrangos skaitmeninimu, bei realaus laiko didelių duomenų apdorojimo galimybėmis, o tai pradėjo keisti verslo aplinką (Battaia et al., 2018). JIT gali leisti įmonėms koordinuotai keisti realaus laiko informaciją ir ja remtis visoje tiekimo grandinėje (Hofmann ir Rüsch, 2017). Įmonės toliau diegia vis daugiau pažangių technologijų, o tai didina skaitmeninimo lygį. Tikimasi, kad toks skaitmeninimas turės didelį poveikį JIT principo įgyvendinimui (Nowicka, 2017). Keli tyrimai sutinka, jog JIT prisideda prie tvarios konkurencinės pranašumo kūrimo kaip gamybos strategija. JIT koncepcija išlieka pagrindine lean veiklos priemone ir labai prisideda prie laiku atliekamų pristatymų koncepcijos (Haddud & Khare, 2020).

Kitame tyrime pastebimas stiprus ryšys tarp skaitmenizavimo ir lean filosofijos, verslo orientacijos ir IoT technologijų. Be to, tyrimas rodo, kad skaitmenizavimas yra neatsiejamai susijęs su lean vadyba, o beveik 80 % respondentų pritaria, kad lean sistemos brandos lygis turi teigiamą poveikį skaitmeninių technologijų diegimui. Lean mąstymo filosofija gali nurodyti būdus ir geriausios praktikos pavyzdžius sėkmingam šių technologijų diegimui (Bitsanis & Ponis, 2022). Lean

vadyba yra gera bazė skaitmeniniams elementams diegti, kurie bus konkretizuoti kitame skyriuje. Skaitmenizavimo tikslas nėra sukurti visiškai automatizuotą, IT technologijomis perpildytą gamybą, bet sukurti kuo mažiau švaistymų kuriančią gamybą, pagrįstą aukštu lean mąstymo standartu, ir toliau ją tobulinti naudojant skaitmenizavimo modulius (Staufen AG 2016). Laikant skaitmenizavimą Lean vadybos skatintoju, gali kilti rizika, kad bus informatizuotos pridėtinės vertės nesukurianti veikla arba tiesiog automatizuoti švaistymai (Lean srityje švaistymai apima: transportavimą, atsargas, judėjimą, laukimą, perprodukciją, paviršinį apdorojimą, defektus, o pastaruoju metu – paiešką). Prieš įmonėms pradedant automatizuoti ir diegti pažangų sprendimų priėmimą, procesai turi būti standartizuoti ir juose turi būti įdiegtas būtinas efektyvumas ir našumas (Dombrowski & Richter, 2018). Be to, dauguma Lean ir skaitmenizavimo literatūros šaltinių rodo, kad technologijų įdiegimas gerina Lean vadybos praktikas (Buer et al., 2018). Konkrečiai, 90 % gamybos įmonių jau tam tikru mastu įgyvendino Lean mąstymo principus ir metodus (Dombrowski & Richter, 2018). Šioje kategorijoje autoriai daugiausia dėmesio skiria tam, kokias Lean priemones gali paveikti skaitmenizavimas ir kaip. Kai kurie autoriai daro daugiau ir bando kiekybiškai įvertinti šį poveikį Lean įrankiams (Kovács et al., 2020; Trstenjak & Cosic, b.m.).

Skaitmenizavimo įgyvendinimo teikiamų privalumų pripažinimas yra patvirtintas dabartinėje literatūroje. Vis dėlto, kaip aptarta anksčiau skyriuje, jo įgyvendinimo kliūtys egzistuoja ir sudaro didelę kliūtį įmonėms diegti skaitmenizuotus sprendimus. Lean principų taikymas yra žinomas dėl savo privalumų racionalizuojant procesus, mažinant švaistymus ir skatinti nuolatinį tobulėjimą. Skaitmenizavimo kontekste Lean mąstymo principai gali būti ne tik skaitmeninami – sukuriant įdomią ir naują tokių įrankių dimensiją – bet ir pritaikomi prie tokios skaitmeninimo paradigmos. Galime apibendrintai teigti, kad skaitmeniniai sprendimai reikšmingai padeda įgyvendinti Lean principus, ypač mažinant švaistymus, optimizuojant procesus ir didinant efektyvumą. Be to, skaitmeninės technologijos stiprina tiekimo grandinių valdymą – tokios technologijos kaip daiktų internetas, didieji duomenys, debesų kompiuterija ir prognozavimo analizė suteikia galimybę realiuoju laiku stebėti ir valdyti atsargas, mažinti kaštus ir didinti lankstumą. Pats skaitmenizavimas nėra priešingas Lean tikslams – priešingai, jis sustiprina Lean veiklos principus, padeda siekti didesnio procesų skaidrumo, lankstumo ir prisitaikymo prie individualizuotos gamybos poreikių.

H3: Remiantis išanalizuota mokslinė literatūra buvo iškelta hipotezė - skaitmenizavimas daro teigiamą įtaką Lean mąstymui.

1.8 Lean mąstymo sinergija su skaitmenizavimu

Lean mąstymo ir skaitmenizavimo procesas - tai sisteminis Lean principų aiškinimas, susijęs su įvairiomis skaitmenizavimo ir plėtros rūšimis, kartu atsižvelgiant į automatizavimo galimybes, sąnaudas ir sutrumpinti pateikimo rinkai laiką, pertvarkant technologijų procesus ir juos automatizuojant. Šis derinys tampa vis labiau būtinas siekiant pasaulinės sėkmės ir yra svarbi prielaida taikant Lean skaitmenizavimo procesų taikymą(Nicoletti, 2015). Priešingai nei gamybos pramonėje, Lean mąstymo skaitmenizavimo valdyme sistemingai įgyvendinamas nedaug (Morgan ir Liker, 2006). Didelis procesų neapibrėžtumas, naujumas ir sudėtingumas rodo ypatingus reikalavimus Lean mąstymo diegimui skaitmenizavimo procesuose. Jie reikalauja holistinio Lean mąstymo diegimo permąstymo(Nicoletti, 2015).

Naujų technologijų, kaip priemonės tobulinti, palaikymui ir diegimui esamus vertės kūrimo procesus, Lean mąstymas gali papildyti skaitmeninimą, nes skaitmeninimas gali būti naudingas siekiant tapti Lean (Ameri ir kt., 2019; Womack ir Jones, 1997) . Tačiau reikia toliau tyrinėti dviejų komponentų - Lean ir skaitmenizavimo paradigmų ryšį ir tai, kaip jos gali įgalinti viena kitą praktiniu požiūriu.

Pernelyg daug organizacijų didžiąją savo pastangų dalį skiria gamybai, finansams ir rinkodarai tobulinti, ir nepakankamai pastangų skaitmenizavimui tobulinti. Didėjant pasaulinės ekonomikos poreikiams, skaitmeninės technologijos tampa vis svarbesnės. Organizacijos turi būti veržlios, šiuolaikiškos ir išmanios, kad galėtų įveikti besikeičiančios pasaulio ekonomikos iššūkius(Wilson ir Doz, 2011). Be sėkmės tradicine prasme, kuri susijusi su planuotos kokybės, laiko ir sąnaudų laikymusi, literatūroje siūlomi ir kiti sėkmės kriterijai. Jie apima konkrečius tikslus ar lūkesčius, tobulėjimo tempą, pasitenkinimą, geresnius santykius, naujas verslo galimybes, organizacijos efektyvumą ir veiksmingumą, didesnę pasitikėjimą, požiūrį į technologiją, faktinį sistemos naudojimą, geresnį komandinį darbą, individualų ir organizacijos poveikį. Dabar, dirbant judrioje aplinkoje ir atsižvelgiant į tiriamąjį skaitmenizavimo pobūdį, sėkmės kriterijai paprastai atsiranda skaitmenizavimo metu. Šie atsirandantys sėkmės kriterijai yra tokie pat svarbūs kaip ir pradiniai sėkmės kriterijai, juos sunkiau stebėti, išskirti, išmatuoti ir kiekybiškai įvertinti. Tačiau jie yra labai svarbūs siekiant suprasti, kaip sėkmingai įgyvendinama skaitmenizacija pasitelkiant lean mąstymą (Somsen ir kt.,).

Norint, kad organizacijos išliktų ir klestėtų šiuolaikinėje aplinkoje, pagrindinė strategija – panaudoti skaitmeninių technologijų pajėgumus, veiksmingai paverčiant nepatenkintus klientų poreikius į sėkmingas inovacijas, taip sukuriant vertę klientams, organizacijoms ir kitoms suinteresuotosioms šalims. Lean mąstymas gali tapti ikikonkurenciniu veiksmu diegiant produktų

inovacijas, nes orientuojasi į vertę klientui (Gudem ir kt., 2013). Lean mąstymas netgi gali būti naudojamas bendroms skaitmeninėms technologijoms organizacijose skatinti. Lean mąstymas išlaisvina organizacijos išteklius - žmones, erdvę, laiką ir pinigus, todėl daugiau išteklių galima skirti skaitmenizavimo projektams (Nicoletti, 2015).

Dar viena Lean mąstymo taikymo pasekmė - parama esminiams kultūros pokyčiams. Moralė pakils, kai žmonės organizacijoje pradės spręsti verslo sudėtingumo klausimus. Lean mąstymas pašalina arba supaprastina procesus ir produktus, kurie eikvoja laiką, vargina klientus ir nesukuria pridėtinės vertės, taip atlaisvindamas žmonėms laiko pradėti galvoti apie tai, kas turėtų būti toliau (Cross, 2012).

Remdamiesi išsamiais tyrimais, daugelis autorių parodė, kad ryšys tarp Lean ir skaitmeninių technologijų kompetencijos yra stiprus ir teigiamas (Buer ir kt., 2021). Pasak akademinių tyrėjų, skaitmeninių technologinių gebėjimų ištekliai tampa vis svarbesni siekiant panaudoti organizacinę praktiką, o tai savo ruožtu padeda gerinti pramonės veiklos rezultatus (Sartal ir kt., 2017). Daugelis gamintojų pradeda naudoti skaitmenines technologijas, padedančias kurti naujus produktus ir valdyti kasdienes procesus, kad galėtų greičiau ir dinamiškiau reaguoti į besikeičiančius klientų poreikius. Šie technologijomis paremti gebėjimai gali būti galingi būdai, o Lean koncepcija dar labiau prisidėti prie veiklos efektyvumo didinimo. Jie taip pat gali padėti patenkinti kintančius klientų poreikius ir rūpesčius, pavyzdžiui, aplinkosaugos klausimus, kurių atžvilgiu taupumo principai atrodo ne tokie veiksmingi (Sartal ir kt., 2017). Iš pradžių manyta, kad taupumo principų taikymas ir skaitmeninės technologijos bus nesuderinami (Netland ir Powell, ir kt. 2017). Kiti autoriai, teigė, kad naudojant skaitmenines technologijas operacijos gali atrodyti ne tokios praktiškos ir, dar svarbiau, dėl perteklinės informacijos gali padidėti sąnaudos. Panašiai ir Likeris, rekomendavo naudoti „tik patikimas, kruopščiai patikrintas technologijas, kurios tarnauja jūsų žmonėms ir procesams“ (Liker, 2004). Tačiau laikui bėgant vis daugiau autorių teigė, kad skaitmeninių technologijų diegimas gali sukurti vertę tam tikrose srityse, pavyzdžiui, gamybos planavimo, tiekimo grandinės valdymo ir kitose (B. A. Pereira ir kt., 2022; Tripathi ir kt., 2022).

Nors naujausiuose tyrimuose nagrinėta, kaip Lean ir skaitmenizavimo derinimas gali paveikti veiklos rezultatus, vis dar esama nemažai nesutarimų dėl to, kaip šie du dalykai gali veikti kartu (Bag ir kt., 2024; Buer ir kt., 2021). Kai kurių tyrimų duomenimis, Lean yra ryšys tarp veiklos rezultatų ir skaitmeninių technologijų diegimo (Rossini ir kt., 2019). Teigiama, kad skaitmenizacija gali veikti kaip moderatorius ryšyje tarp veiklos rezultatų ir Lean vadybos, o kituose tyrimuose daugiausia dėmesio skiriama jų vienalaikiam poveikiui, neprognozuojant, kuris iš jų gali veikti kaip moderatorius (Rossini ir kt., 2019; Tortorella ir kt., 2018). Taip pat pabrėžiama, kad svarbu nagrinėti Lean mąstymo ir technologijų ryšį įvairiuose kontekstuose, įskaitant ir pramonės šaką, ir įmonės dydį

(Nicoletti, 2015). Organizacijos gebėjimas sėkmingai taikyti ir palaikyti Lean principus ir praktiką visose savo operacijose vadinamas Lean mąstymo valdymu. Kita vertus, Lean mąstymo valdymas - tai teorija ir praktika, kuria siekiama tobulinti veiklą. Skaitmeninių technologijų, inovatyvaus taupaus valdymo gebėjimų ir veiklos rezultatų ryšio tyrimo svarba kyla dėl didėjančios priklausomybės nuo skaitmeninių technologijų, galimybės padidinti veiklos efektyvumą derinant skaitmenines technologijas su Lean mąstymo praktika ir reikalavimo patenkinti klientų lūkesčius, susijusius su individualiems poreikiams pritaikytais produktais, savalaikiu pristatymu ir skaidriomis tiekimo grandinėmis. Giliau suprantant šį ryšį galima optimizuoti veiklos efektyvumą, atskleisti veiksmingas strategijas ir padidinti klientų pasitenkinimą pramonėje (Bag ir kt., 2024; Tortorella ir kt., 2018).

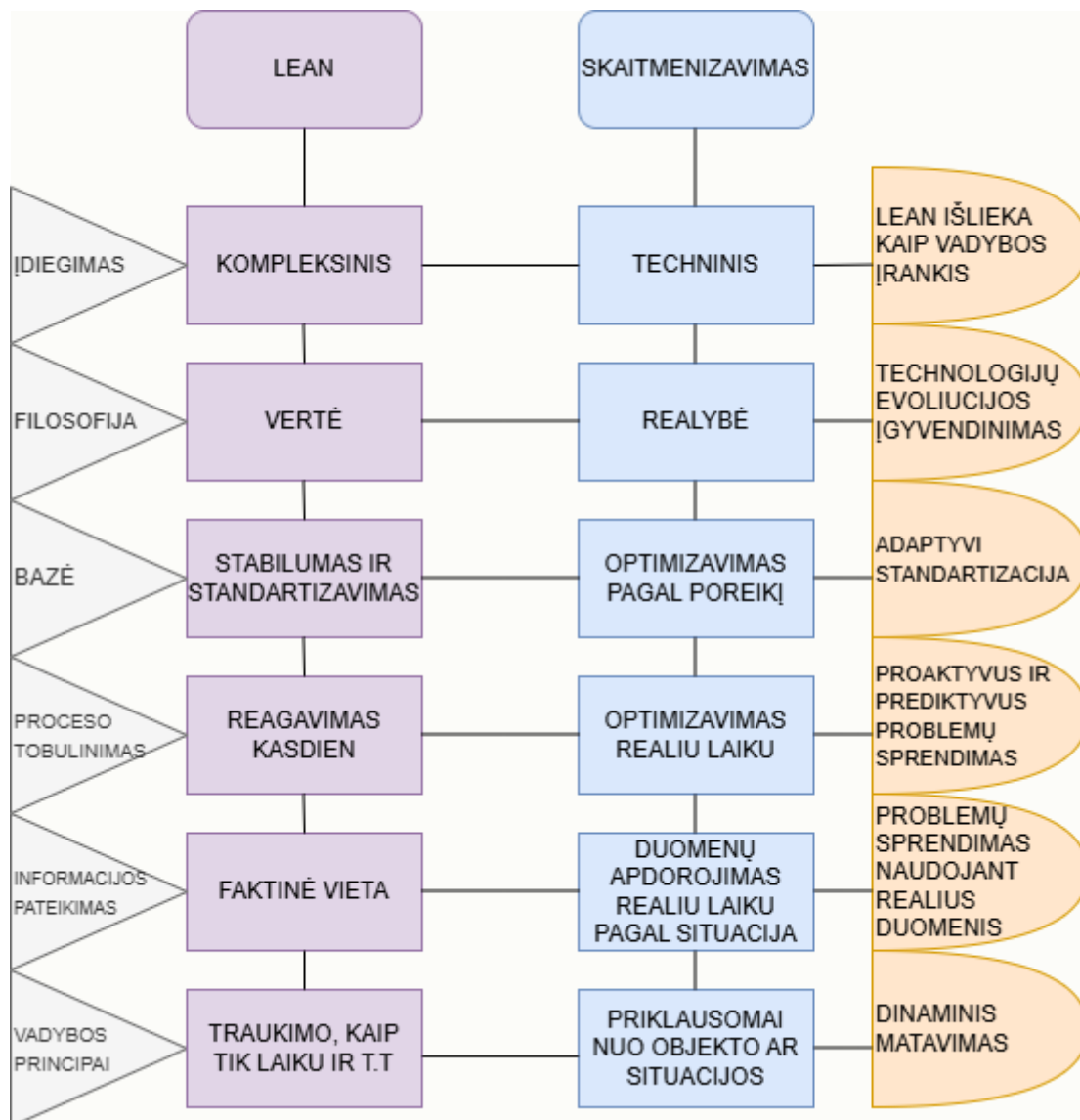
Pagrindinis klausimas, į kurį visos pramonės sritys nori gauti atsakymą, - ar Lean ir skaitmenizacija yra sąveikios, ar gali dirbti kartu ir padėti viena kitai; kai kurie taip pat baiminasi, kad skaitmenizavimas gali pakeisti Lean filosofiją. Lean ir skaitmenizavimas yra filosofijos, kurios nelabai skiriasi viena nuo kitos, o veikiau sąveikauja ir padeda viena kitai, kai naudojamos kartu (Rossini ir kt., 2019).

Kita svarbi Lean naudojama savybė, kuri gali turėti didelės įtakos skaitmeninėms technologijoms, yra autonomiškumas. Autonomizaciją apibūdina kaip reiškinį, kai aptikus defektą automatizuotas procesas visiškai sustoja ir neleidžia defektui toliau judėti surinkimo linijoje. Taigi individualus įsikišimas būtų išimtinai vykdomas, nors ir pastebėta klaida, likusi proceso dalis yra visiškai automatizuota (Sanders ir kt., 2016). Todėl labai svarbu nepamiršti, kad, nepaisant į inovacijas orientuotos skaitmenizacijos strategijos, pažangios gamybos sistemose ir tiekimo grandinėse ir toliau labai svarbus vaidmuo teks netechnologiniam elementui - personalui ir procedūriniam aspektams, kurie yra svarbiausi Lean mąstymo taikymui. Automatizavimas, atsirandantis dėl skaitmenizavimo, gali sustiprinti gamybos lygį, priklausomai nuo priimamo sprendimo sudėtingumo lygio, apdorojamos informacijos apimtys, sistemos autonomiškumo priimant sprendimą (Rosin ir kt., 2020). Nurodoma, kad iš įvairių technologijų, sudarančių skaitmenizavimą, didžiausią įtaką taupiai gamybai ir jos tobulinimui gali turėti IOT, duomenų valdymas, debesijos paslaugos, dirbtinis intelektas ir automatizavimas (A. Pereira ir kt., 2019).

Lean taikymas kartu su technologijomis, pavyzdžiui, papildytos realybės naudojimas, gali padėti sutrumpinti laiką nuo gedimo atsiradimo iki pranešimo apie šį gedimą. Lean gamybos procesas turi didžiulį potencialą pritaikyti technologijas gamyboje (Kobus ir kt., 2018). Skaitmeninės technologijos turi didelį potencialą ne tik daryti įtaką gamybos ir pramonės sektoriui, bet ir didesnę poveikį kitoms sritims, pavyzdžiui, produktams ir paslaugoms, įgūdžių ugdymui, naujiems verslo modeliams ir panašiai (A. Pereira ir kt., 2019). Tai patvirtina, kad šiuolaikinės technologijos gali padėti gamybos organizacijoms sumažinti kliūtis diegiant Lean priemones. Bendra Lean mąstymo ir

išmaniųjų technologijų įtaka gali padidinti našumą ir sumažinti švaistymą (Sanders ir kt., 2016). Skaitmeninės technologijos gali padėti sumažinti ir panaikinti perprodukciją, sumažinti ir panaikinti laukimo laiką, sumažinti atsargas, sumažinti perteklinį apdorojimą ir pan (C. Pereira ir Sachidananda, 2022). Lean principai ir technologijos turi daug bendrų dalykų, nes jomis abiem siekiama skatinti paprastas ir decentralizuotas struktūras, o ne dideles ir sudėtingas struktūras (Trstenjak ir Cosic, ir kt.). Skaitmenizavimas gali padėti Lean gamybai neatsilikti nuo klientų poreikių, nes personalizavimas ir pritaikymas tapo pagrindine tendencija (Rossini ir kt., 2019). Remiantis moksliniuose straipsniuose pateiktomis Lean ir skaitmenizavimo sinergijos įžvalgomis buvo sukurtas vizualus šių dviejų komponentų aiškinamasis paveikslas 3.

3 paveikslas. *Lean ir skaitmenizavimo sinergija.*



Šaltinis: sukurta darbo autorės remiantis moksline literatūra.

Skaitmenizavimo integracija su Lean gamyba yra labai įmanoma ir atitinka Lean filosofiją, tačiau kyla prieštaravimų, kad trūksta išsamios sistemos, kuri sujungtų pramonės technologijas su Lean gamyba(Kolberg ir Zühlke, 2015). Lean vadybos vertės kūrimo principai, kurie apima vidinių švaistymų mažinimą ir klientų pasitenkinimo lygio didinimą, kartu su skaitmenizavimo vertės kūrimo principais, kurie apima veiklos efektyvumą, mažesnes gamybos sąnaudas ir kokybės užtikrinimą, yra labai panašūs, nes abu užtikrina nuolatinį tobulinimą ir produktus, kurie tenkina klientus. Teigiama, kad Lean pasitarnauja kaip papildoma nauda sėkmingam skaitmenizavimo sprendimų įgyvendinimui(Osti, ir kt.2020). Kiti autoriai papildė šį teiginį teigdami, kad skaitmenizavimo technologijos turi teigiamą poveikį įvairių rūšių švaistymams mažinti, kurios susidaro gamybos metu naudojant Lean gamybą(C. Pereira ir Sachidananda, 2022). Skaitmenizuotas Lean pagreitina švaistymų identifikavimą ir jų mažinimą greičiau, nei tradiciniai Lean metodai, naudodami skaitmeninių technologijų įrankius, kurie padeda teikti tikslingą ir išsamią informaciją operatoriams, padedančią jiems identifikuoti ir mažinti švaistymus(Ladera-Mejia ir kt., 2022). Tegiami, kad skaitmenizavimas neišspręs netinkamai valdomų ir silpnai organizuotų gamybos sistemų problemų. Tačiau pabrėžiama, kad prieš automatizavimą reikėtų taikyti Lean principus(Schumacher ir kt., 2021).

Apibendrinant, Lean mąstymas ir skaitmenizavimas yra tarpusavyje susijusios sritys, kurios gali sustiprinti viena kitą, siekiant bendro tikslo - maksimalaus efektyvumo ir vertės kūrimo. Skaitmeninės technologijos suteikia naujų galimybių Lean principų taikymui, padėdamos organizacijoms greičiau ir efektyviau reaguoti į rinkos poreikius ir optimizuoti savo procesus. Daugelis autorių iliustravo faktą, kaip skaitmenizavimas veikia kaip pagalbinis veiksnys įgyvendinant Lean mąstymą organizacijoje. Remiantis pirmiau pateikta literatūra, galima sukurti koncepcinį modelį, parodantį ryšį tarp Lean mąstymo, skaitmenizacijos ir organizacijos rezultatų 4 pav.

H4: Remiantis išanalizuota mokslinė literatūra buvo iškelta hipotezė - Lean mąstymas medijuoja ryšį tarp skaitmenizavimo ir procesų rezultatų.

2.LEAN MĄSTYMU PAREMTO IR SKAITMENIZAVIMO TAIKymo ĮTAKA PROCESŲ REZULTATAMS AVIACIJOS ORGANIZACIJOSE TYRIMO METODIKA

2.1. Tyrimo tikslas, modelis ir hipotezės

Empirinio tyrimo tikslas - išanalizuoti kokią įtaką Lean mąstymas ir skaitmenizavimas daro aviacijos organizacijų procesų rezultatams.

Tyrimo problema – kokią įtaką Lean mąstymas ir skaitmenizavimas daro aviacijos organizacijų procesų rezultatams?

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikus duomenų analizę atskleisti kokie Lean mąstymo principai yra taikomi aviacijos sektoriuje.
2. Nustatyti skaitmenizavimo sprendimų naudojimo lygį ir jų įtaką procesų rezultatams.
3. Atlikti mediacinę analizę pasitelkiant SPSS PROCESS makro įskiepi ir nustatyti ar Lean mąstymas atlieką mediatoriaus vaidmenį ryšiui tarp skaitmenizavimo ir procesų rezultatams.

Hipotezės

H1: Lean mąstymo taikymas daro teigiamą įtaką procesų rezultatams.

H2: Skaitmenizavimas daro teigiamą įtaką procesų rezultatams.

H3: Skaitmenizavimas daro teigiamą įtaką Lean mąstymui.

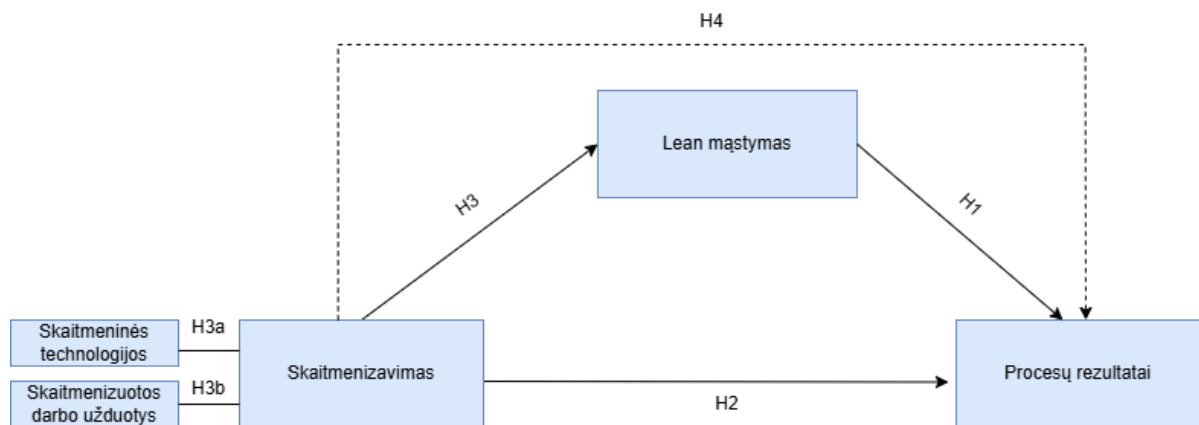
H3a: Skaitmeninės technologijos

H3b: Skaitmenizuotos darbo užduotys

H4: Lean mąstymas medijuoja ryšį tarp skaitmenizavimo ir procesų rezultatų.

Koncepcinis tyrimo modelis

4 paveikslas. *Koncepcinis tyrimo modelis*



Šaltinis: sukurtas darbo autorės.

Pagrindinis modelio nepriklausomas kintamasis – skaitmenizavimas – apima sistemingą procesų, užduočių ir informacijos konvertavimą į skaitmeninius formatus. Šis pertvarkymas reiškia esminį pokytį organizacijų veiklos ir vertės kūrimo būduose. Skaitmenizavimas išskiriamas į du latentinius kintamuosius (skaitmeninės technologijas ir skaitmenizuotas darbo užduotis) ir jungia su procesų rezultatais ir Lean mąstymo kintamaisiais.

Skaitmeninės technologijos - šis kintamasis apima technologines priemones ir infrastruktūrą, kurios padeda įgyvendinti skaitmeninimo iniciatyvas. Skaitmeninės technologijos yra organizacinės transformacijos variklis, suteikiantis technines galimybes, būtinas procesų tobulinimui ir inovacijoms. Šios technologijos yra vienas iš nepriklausomų kintamųjų modelio komponentų, kuris laikomas skaitmenizavimo procesą veikiančiu veiksnium.

Skaitmenizuotos darbo užduotys - šis kintamasis reiškia operacines veiklas, kurios buvo transformuotos skaitmeninėmis priemonėmis. Paverčiant tradicinius darbo procesus skaitmeniniu formatu, organizacijos gali pasiekti didesnę efektyvumą, tikslumą ir lankstumą. Šis komponentas yra dar vienas nepriklausomas kintamasis, prisidedantis prie platesnės skaitmeninimo iniciatyvos.

Lean mąstymas - šis kintamasis atspindi filosofiją orientuotą į švaistymų pašalinimą ir vertės maksimizavimą. Lean mąstymas akcentuoja nuolatinį tobulėjimą, pagarbą žmonėms ir siekį tobulėti per pakartotinius problemų sprendimo procesus. Šiame modelyje Lean mąstymas veikia kaip priklausomas kintamasis (veikiamas skaitmenizavimo) ir tarpinis kintamasis veikiantis procesų rezultatus.

Procesų rezultatai modelyje yra priklausomas kintamasis, atspindintis rezultatus, pasiektus integravus skaitmenizavimą ir Lean mąstymą. Šie rezultatai apimta efektyvumo didinimą, švaistymų mažinimą, kokybės gerinimą, lankstumo didinimą, geresnį išteklių panaudojimą ir t.t. Šis kintamasis yra pagrindinis bendrų intervencijų sėkmės matas.

2.2. Tyrimo organizavimas ir instrumentas

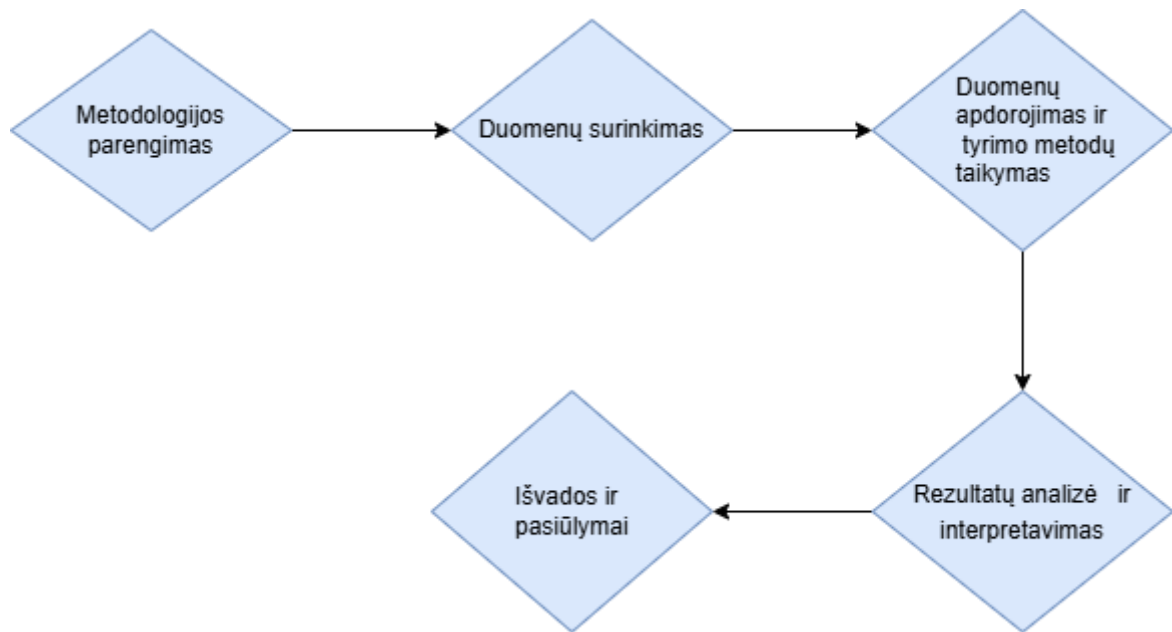
Tyrimo organizavimas

Šiame skyriuje daugiausia dėmesio skirta tyrimo organizavimui ir instrumentui, kuriais grindžiamas šis tyrimas. Šiame skyriuje pateikta išsami informacija apie tyrimo organizavimo ir duomenų rinkimo metodą, jo kilmę, svarbą šiam tyrimui ir bendrąsias charakteristikas. Tolesniuose skyriuose remiamasi šiame skyriuje pateiktais metodologiniais pasiūlymais, taikant siūlomus duomenų pateikimo ir analizės metodus kiekybiniais duomenims analizuoti. Žemiau aptarti metodai ir būdai, taikyti renkant pirminius tyrimo duomenis.

Tikslui pasiekti išsikelti 3 uždaviniai nustatyti kokią įtaką daroma procesų rezultatams pasitelkiant skaitmenizacijos poveikį medijuojant Lean mąstymu aviacijos organizacijoms. Sukurtos anketinės apklausos anglų ir lietuvių kalbomis, kurios padėjo apklausti aviacijos organizacijų darbuotojus. Apklausos buvo siunčiamos skaitmeniniu pavidalu per Google forms nuorodą. Apklausa buvo pasidalinta tiek įmonių vidiniuose kanaluose, tiek elektroniniais laiškais, tiek ir socialinėse medijose – Facebook ir LinkedIn. Surinkus duomenis, rezultatai buvo perkelti į „Excel“ lentelę duomenims sutvarkyti. Rezultatų analizei pasitelkta **IBM SPSS 29.0.2.0** programinė įranga. Tyrimo rezultatai aptariami kitame skyriuje.

Tyrimo organizavimą galima apibrėžti kaip bet kokio mokslinio tyrimo strategiją, kuriame pateikiama bendra duomenų rinkimo seka, kuri parodyta 4 paveiksle. Šiam tyrimui atlikti pasirinktas kiekybinis tyrimo metodas. Duomenų rinkimui pasirinktas - anketinės apklausos metodas, kuris padės tiksliau atleisti tyrimo uždavinius. Tyrimo analizei atlikti naudojami skaitiniai ir statistiniai duomenys.

5 paveikslas. *Tyrimo organizavimo seka*



Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Tyrimo instrumentas

Tyrimo instrumentas – sukurta anoniminė uždaro tipo klausimų apklausa. Atliekant šio magistro tyrimo apklausą, klausimynai buvo surašyti anglų ir lietuvių kalbomis, dėlto respondentai turėjo galimybę atsakyti į klausimus pageidaujama kalba. Visi klausimai buvo sudaryti uždaro tipo. Apklausos įvadinėje dalyje buvo trumpai aprašyta apie tyrimo autorių ir siekiamą tikslą. Iš viso naudojamos 5 grupės klausimų. Anketoje nurodytos klausimų grupės yra pateiktos 3 lentelėje. Klausimams išmatuoti buvo naudojama Likert'o skalė.

3 lentelė. *Klausimyno grupavimas*

Grupė	Klausimų kiekis	Tikslas
1 grupė	12	Kiek taikomi Lean mąstymo principai darbuotojų darbo vietoje.
2 grupė	10	Kokiu mastu nurodytos skaitmeninės technologijos naudojamos darbo vietoje.
3 grupė	10	Skaitmeninių technologijų (įrankių) naudojimo „kasdienėms“ operacijoms atlikimo laipsnis.

4 grupė	8	Kiek per pastaruosius 3 metus pasikeitė procesų rezultatai darbo vietoje.
5 grupė	6	Respondentų demografinė informacija.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

4 lentelė. Klausimyno pagrindimas

Klausimo grupė	Klausimas/teiginys	Teorinis pagrindimas
1 grupė Likerto skalė: <i>1-netaikomas; 2-taikomas retai; 3-taikomas reguliariai; 4-taikomas nuolat; 5-taikymas yra tapęs įpročiu)</i>	Kiek Lean mąstymo principai taikomi jūsų darbo vietoje? • Ilgo laikotarpio verslo filosofija • Nuolatinis gerinimas • Vadovų ugdymas įmonės viduje • Pagarba darbuotojams ir partneriams • Komandinis darbas • Veiksmingas informacijos perdavimas • Švaistymų eliminavimas • Procesų ir resursų standartizavimas • Vizuali vadyba • Kokybės užtikrinimas iš pirmo karto • Darbo krūvio subalansavimas • Pristatymas „kaip tik laiku“	(Ruželė, 2020)
2 grupė Likerto skalė: <i>(1-visiškai nenaudojamos; 2-nenaudojamos; 3-retai naudojamos; 4-dažnai naudojamos; 5-naudojamos nuolatos)</i>	Kokiu mastu Jūsų darbo vietoje naudojamos šios skaitmeninės technologijos? • Blokų grandinės technologija • Robotika • Papildyta ir virtuali realybė • Didieji duomenys ir analitika • Dirbtinis intelektas • Biometrinė technologija • Daiktų internetas • Debesų kompiuterija • Skaitmeninis dvynys • Mobiliosios technologijos	(Eller ir kt., 2020)
3 grupė Likerto skalė:	Skaitmeninių technologijų (įrankių) naudojimo „kasdienėms“ operacijoms atlikti laipsnis ?	(Pettersson ir kt., 2024)

<i>(1-visiškai nesutinku; 2-nesutinku; 3-nei sutinku, nei nesutinku; 4-sutinku; 5-visiškai sutinku)</i>	• Naudojuosi skaitmeninėmis technologijomis, kad suplanuočiau savo kasdienės darbo užduotis. • Naudoju skaitmenines technologijas kasdienėms darbo užduotims atlikti . • Naudoju skaitmenines technologijas dokumentams rengti. • Naudoju skaitmenines technologijas bendravimui • Naudoju skaitmenines technologijas informacijos paieškai	
4 grupė Likerto skalė: <i>(1-visiškai nepagerėjo; 2-nepagerėjo; 3-šiek tiek pagerėjo; 4-pagerėjo; 5-labai pagerėjo)</i>	Kiek per pastaruosius 3 metus pasikeitė šie jūsų procesų rezultatai darbo vietoje? • Veiklos sąnaudos • Kokybė • Pristatymo greitis • Savalaikiškumas • Veiklos lankstumas • Naujų produktų(paslaugų) kūrimas ir (arba) inovacijos • Tvarumas • Sauga	(Bag ir kt., 2024)
5 grupė	Sektorius kuriame dirbate? <i>(Oro linijos/gamyba/oro uostai/techninis aptarnavimas/antžeminis aptarnavimas/mokymo organizacija)</i> Kiek metų veikia Jūsų organizacija? <i>(1-5 metų/6-10 metų/11-15 metų/16-20 metų/Daugiau nei 20 metų)</i> Koks bendras įmonės darbuotojų skaičius? <i>(iki 50/iki 200/iki 500/iki 1000/Daugiau nei 1000)</i> Jūsų užimamos pareigos? <i>(Jaunesnysis specialistas/Specialistas/Vyresnysis specialistas/Vadovas/Kita)</i> Amžius <i>(21-30/31-40/41-50/51-60/61-70+)</i> Lytis (vyras/moteris)	Demografiniai klausimai

Šaltinis: sudaryta darbo autorės pagal I skyrių.

2.3 Respondentų atranka ir tiriamos imties charakteristikos

Tikslinė populiacija – pasaulio aviacijos organizacijų darbuotojai. ATAG duomenimis 2023 m. oro transporto sektoriuje iš viso tiesiogiai dirbo 11.6mln. darbuotojų(ATAG, 2023).

Imties dydis – tyrimui atlikti pasirinkta netikimybinė „sniego gniūžties“ atranka. Buvo apklausiamos įmonės tik iš aviacijos sektoriaus t.y oro linijų, oro uostų, techninio aptarnavimo, mokymų organizacijų, gamybos ir kt. Remiantis kitais tyrimais, kurie analizavo Lean ir skaitmenizavimo sinergiją buvo apklausti 108 (Rossini et al., 2019) respondentai, kitame tyrime 124 (Bitsanis & Ponis, 2022) ir 76 respondentai(Buer et al., 2021). Tyrimo tikslui pasiekti pasirinkta apklausti ne mažiau 225 respondentų. Toks imties dydis pasirinktas atsižvelgiant į kintamųjų skaičių, o mažiausias santykis niekada neturėtų būti mažesnis nei 5 stebėjimai kiekvienam nepriklausomo kintamojo elementui, o pageidaujamas santykis yra 15-20 stebėjimų kiekvienam nepriklausomam kintamojo elementui (Hair, 2019). Vadovaujantis šia teorija, šiame darbe nepriklausomo kintamojo elementų skaičius yra 15 klausimų, pagal kuriuos atliekamas skaičiavimas: $15 \times 15 = 225$. Gautas rezultatas reiškia, kad turi būti apklausta ne mažiau kaip 225 respondentų.

Duomenų rinkimo metodas. Pasitelkiant „Google Forms“ duomenų rinkimo įrankį buvo apklausti aviacijos organizacijų darbuotojai. Duomenų rinkimas vyko elektroniniu pavidalu, siunčiant nuorodas tiek elektroniniais laiškais respondentams, tiek talpinant apklausos nuorodą internetinėje aplinkoje LinkedIn ir Facebook platformose - atrinktose aviacijos sektoriaus puslapiuose ir grupėse, bei vienos iš įmonės vidiniame intranete „Viva Engage“. Tyrimas buvo atliktas nuo 2025m. sausio 21d. iki balandžio 10d.

Tyrimo etika. Visiems dalyviams buvo garantuota, kad jų ir verslo organizacijų tapatybė nebus atskleista visuomenei ir su tyrimo duomenimis bus elgiamasi konfidencialiai. Respondentams buvo garantuota, kad jų pasitikėjimas nebus pakirstas siekiant sau naudos ar pranašumo, klaidinant ar išduodant juos dėl tyrimo būdo ar jo paskelbimo.

Tyrimo ribos ir apribojimai. Šis tyrimas aprėpia ne tik aviacijos įmones kurios skelbiasi taikančios Lean, bet ir tas kurios jo netaiko. Remiantis dauguma atliktų tyrimų ir vadyboje taikomais bendrais principais - nuolatinis gerinimas, komandinis darbas, standartizavimas kt., (Lusena-Ezera, 2010; Novac & Ciochină, 2018; Todorović et al., 2018) kurie taip pat yra ir Lean principai, yra plačiai taikomi daugelyje įmonių. Tyrime apibrėžiamas tik Lean mąstymo principų taikymas, bet ne Lean metodai.

2.4 Statistiniai tyrimo duomenų analizės metodai

Tyrimo duomenų analizei pasitelkta **IBM SPSS 29.0** programa. Tyrimo hipotezių tikrinimui H1, H2, H3, H4 naudojama kiekybinė analizė. Nepriklausomu kintamuoju (X) pasirinktas skaitmenizavimas, priklausomu kintamuoju (Y) procesų rezultatai, o mediatoriumi (M) Lean mąstymas. Tyrime naudoti šie analizės metodai:

1. Klausimynų vidurkių vidinė **patikimumo analizė** išreiškiama *Cronbach's Alpha* koeficientu, priimtina Kronbacho reikšmė yra nuo 0,7 iki 1 (Tavakol ir Dennick, 2011).
2. **Aprašomoji duomenų statistika** - apibūdina respondentus pagal demografinę pasiskirstymą - amžių, lytį, sektorių kuriame dirba, užimamas pareigas, organizacijos dydį.
3. **Normalumo skirstinio analizė** - atliekama siekiant nustatyti, ar imtis buvo paimta iš populiacijos, kuriai būdingas normalus pasiskirstymas (Razali ir Wah, 2011). Jai nustatyti atsižvelgiama į asimetrijos(*skewness*), normaliojo skirstinio asimetrija yra nuo -2 iki +2 (Byrne, 2016; George ir Mallery, 2019; Kline, 2023). Ir kurtozės(*kurtosis*) nuo -2 iki +2 parametrus(George ir Mallery, 2019).
4. **Mediacijos analizė** – šios analizės tikslas nustatyti, koku mastu tam tikras tariamas priežastinis kintamasis X per vieną ar kelis tarpininkaujančius kintamuosius veikia tam tikrą rezultatą Y (Hayes, 2018).

3. LEAN MĄSTYMO IR SKAITMENIZAVIMO ĮTAKA PROCESŲ REZULTATAMS AVIACIJOS ORGANIZACIJOSE TYRIMO REZULTATAI

3.1 Demografinis respondentų pasiskirstymas

Iš viso tyrime dalyvavo 234 respondentai. Kaip minėta metodologinėje dalyje reikiamas skaičius buvo 225 respondentai, todėl galime teigti, kad reikiama tyrimo imtis yra pakankama. Siekiant išsiaiškinti dalyvių demografinį pasiskirstymą buvo užduodami klausimai: kokia respondentų lytis, amžius, sektorius kuriame dirba, užimamos pareigos, organizacijos amžius, organizacijos darbuotojų skaičius. Visi demografiniai rezultatai pateikti lentelėje žemiau.

5 lentelė. Demografinis respondentų imties pasiskirstymas

Charakteristika	Kategorija	Dažnis	Procentinė dalis %
Lytis	Moteris	78	33,3
	Vyras	156	66,7
Amžius	21-30 metų	59	25,2
	31-40 metų	77	32,9
	41-50 metų	49	20,9
	51-60 metų	33	14,1
	61-70+ metų	16	6,8
Sektorius	Oro linijos	48	20,5
	Techninis aptarnavimas	65	27,8
	Gamyba	25	10,7
	Antžeminis aptarnavimas	32	13,7
	Oro uostai	32	13,7
	Mokymų organizacija	20	8,5
	Kita	12	5,1
Užimamos pareigos	Jaunesnysis specialistas	35	15,0
	Specialistas	71	30,3
	Vyresnysis specialistas	56	23,9
	Vadovas	56	23,9
	Kita	16	6,8
Organizacijos amžius	1-5 metų	19	8,1
	6-10 metų	25	10,7
	11-15 metų	43	18,4

	16-20 metų	57	24,4
	Daugiau nei 20 metų	90	38,5
Įmonės dydis	Iki 50	28	12,0
	Iki 200	34	14,5
	Iki 500	56	23,9
	Iki 1000	72	30,8
	Daugiau nei 1000	44	18,8

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Tyrime iš viso dalyvavo 234 respondentai iš kurių moterys sudarė 33,3 %, o vyrai 66,7 %. Tyrime dalyvių amžius pasiskirstęs taip: daugiausiai tyrime dalyvavusių buvo tarp 31-40 metų amžiaus žmonių, tai sudarė 32,9%, antroje eilėje rikiuojasi dalyviai kurių amžius tarp 21-30 metų kas sudaro 25,2% ir toliau mažėjančia tvarka rikiuojasi amžiaus grupės tarp 41-50 metų (20,9%), 51-60 metų (14,1%) ir mažiausia dalį sudaro vyriausieji dalyviai, kurių amžius tarp 61-70+ metų (6,8%). Respondentai dalyvavę apklausoje norodė kokiame aviacijos sektoriuje jie dirba. Daugiausiai dalyvavusiųjų nurodė, kad dirba techniniame aptarnavime kas sudaro 28,8% ir oro linijose (20,5%), toliau rikiuojasi antžeminio aptarnavimo (13,7%) ir oro uostų (13,7%) sektoriai. Tuo tarpu mažiausią dalį sudaro gamybos (10,7%), mokymų organizacijos (8,5%) ir kiti (5,1%) sektoriai. Tyrimo dalyviai buvo apklausiami kokias jie pareigas užima savo darbovietėje. Didžioji dalis nurodė specialisto (30,3%) pareigas, toliau rikiuojasi vyresniojo specialisto (23,9%) ir vadovo (23,9%) užimamos pareigos, o mažiausią dalį sudarė jaunesniojo specialisto (15%) ir kitos (6,8%) pareigos. Respondentai buvo apklausiami apie jų dabovietės amžių. Daugiausia atsakymų buvo „Daugiau nei 20 metų“ kas sudaro 38,5%, toliau rikiuojasi 16-20 metų (24,4%), 11-15 metų (18,4%), 6-10 metų (10,7%), o mažiausią dalį sudarė naujos 1-5 metų organizacijos (8,1%). Tyrimo dalyvių buvo apklausama kiek bendrai jų darbovietė turi darbuotojų, didžiausia dalis atsakė iki 1000 darbuotojų (30,8%), toliau rikiuojasi darbuotojų skaičius iki 500 (23,9%) ir daugiau nei 1000 darbuotojų (18,8%), iki 200 darbuotojų sudarė (14,5%) ir mažiausia dalį sudarė darbuotojų skaičius iki 50 (12%).

3.2 Duomenų aprašomoji statistika ir normalumo testavimas

Žemiau lentelėje pateikti vidurkių, standartinių nuokrypių ir asimetrijos, bei eksceso koficientų rezultatai, kurie apibūdina kaip kiekvieno elemento teiginiai yra pasiskirstę ir nutolę nuo vidurkio ir pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį.

6 lentelė. Tyrimo konstrukty vidurkių, sandartinių nuokrypių, asimetrijos ir eksceso koeficientų lentelė.

Elementas	Teiginys	Vidurkis (V)	Standartinis nuokrypis (SN)	Asimetrijos koef.	Eksceso koef.
Lean mąstymo principų taikymas (12 teiginių)	Ilgo laikotarpio verslo filosofija	3,76	1,009	-0,710	0,234
	Nuolatinis gerinimas	3,85	1,017	-0,865	0,553
	Vadovų ugdymas įmonės viduje	3,69	1,036	-0,629	-0,080
	Pagarba darbuotojams ir partneriams	3,85	1,000	-0,795	0,260
	Komandinis darbas	3,82	0,955	-0,767	0,753
	Veiksmingas informacijos perdavimas	3,56	1,039	-0,589	-0,039
	Švaistymų eliminavimas	3,44	1,064	-0,468	-0,263
	Procesų ir resursų standartizavimas	3,90	1,041	-0,905	0,387
	Vizuali vadyba	3,50	1,097	-0,482	-0,433
	Kokybės užtikrinimas iš pirmo karto	3,51	1,061	-0,534	-0,110
	Darbo krūvio subalansavimas	3,21	1,071	-0,414	-0,373
	Pristatymas „kaip tik laiku“	3,38	0,992	-0,541	-0,027
Skaitmeninės technologijos (10 teiginių)	Blokų grandinės technologija	2,04	1,209	0,822	-0,545
	Robotika	1,74	1,088	1,492	1,446
	Papildyta ir virtuali realybė	1,89	1,073	1,118	0,604
	Didieji duomenys ir analitika	2,73	1,219	-0,064	-0,965
	Dirbtinis intelektas	2,79	1,201	-0,078	-0,815
	Biometrinė technologija	2,62	1,332	0,142	-1,194
	Daiktų internetas	3,23	1,315	-0,448	-0,884
	Debesų kompiuterija	3,88	1,104	-0,948	0,368
	Skaitmeninis dvynys	1,79	1,140	1,401	0,995
	Mobiliosios technologijos	3,98	1,044	-1,198	1,114
Skaitmeninių technologijų darbo užduotys (5 teiginiai)	Naudojusi skaitmeninėmis technologijomis, kad suplanuočiau savo kasdienės darbo užduotis	4,02	1,034	-1,219	1,171
	Nauduju skaitmenines technologijas kasdienėms darbo užduotims atlikti	4,20	0,956	-1,414	1,962
	Nauduju skaitmenines technologijas dokumentams rengti	4,23	0,867	-1,374	2,361
	Nauduju skaitmenines technologijas bendravimui.	4,14	0,941	-1,127	1,052
	Nauduju skaitmenines technologijas informacijos paieškai	4,28	0,887	-1,292	1,398
Procesų	Veiklos sąnaudos	3,27	0,830	-0,049	2,873

rezultatai (8 teiginiai)	Kokybė	3,51	0,787	-0,055	1,594
	Pristatymo greitis	3,49	0,890	-0,435	0,274
	Savalaikiškumas	3,18	0,950	0,087	-0,495
	Veiklos lankstumas	3,49	0,950	-0,356	-0,692
	Naujų produktų(paslaugų) kūrimas ir (arba) inovacijos	3,07	1,072	0,023	0,114
	Tvarumas	3,35	0,868	-0,200	0,142
	Sauga	3,38	0,929	-0,006	0,270

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Iš 6 lentelėje pateiktų rezultatų galima pastebėti, kad Lean mąstymo principams didžiausią dėmesį organizacijų darbuotojai skiria procesų standartizavimui ir tarpasmeniniams santykiams (pagarba darbuotojams ir partneriams, ilgojo laikotarpio verslo filosofija). Tuo tarpu mažiau išvystyti darbo krūvio subalansavimo ir „kaip tik laiku“ (Just-In-Time) principai. Akivaizdu, kad plačiai naudojamos lengvai prieinamos technologijos, tokios kaip mobiliosios ar debesų kompiuterijos sprendimai. Tačiau pažangiosios technologijos, kaip robotika ar AR/VR, dar nėra plačiai integruotos. Skaitmeninės technologijos plačiai naudojamos kasdienėje veikloje, ypač dokumentų rengimui, informacijos paieškai ir bendravimui. Ši sritis yra labiausiai išvystyta. Organizacijos rezultatai yra vidutinio lygio – pastebima gera kokybės užtikrinimo ir lankstumo praktika, tačiau inovatyvumo ir pristatymo savalaikiškumo sritys turi tobulėjimo potencialo.

Normalumas testavimui pateikta kiekvieno kintamojo skirstinio normalumą parodančios charakteristikos - asimetrijos ir eksceso koeficientas. Asimetrijos ir eksceso koeficientai yra lygūs nuliui, rodo, kad duomenys yra normaliai pasiskirstę, tačiau, kadangi asimetrijos ir eksceso vertės daugiausia skiriasi nuo nulio, šioms vertėms nustatomi priimtini intervalai. Kai kuriuose šaltiniuose siūlomi ± 2 intervalai (Field, 2012)(George & Mallery, 2016). Pagal lentelėje 7 pateiktus rezultatus matoma asimetrijos ir eksceso koeficientai yra tarp -0,006 ir 2,873 daugelis jų yra gana arti normalumo. Tačiau kelių kintamųjų koeficientai stipriai išsiskiria – skaitmeninės darbo užduotys „Naudoju skaitmenines technologijas dokumentams rengti“, kurios asimetrija -1,374 ir ekscesas 2,361 kas yra nenormalus duomenų pasiskirstymas, duomenys yra susipaudę ties dešinę pusę, kas rodo pasiskirstymą su daugeliu atsakymų aukščiausiais balais (žr. PRIEDAS 3). Taip pat išsiskiria ir „Naudoju skaitmenines technologijas kasdienėms darbo užduotims atlikti“ kintamasis kurio asimetrija -1,414 ir ekscesas 1,962. Kitas nenormaliai pasiskirstęs kintamasis – procesų rezultatai „Veiklos sąnaudos“, kurio asimetrija -0,049 ir ekscesas 2,873 kuris yra labai smailus (žr. PRIEDAS 3). Iš tyrimo analizės buvo išimti du nenormaliai pasiskirstę latentiniai kintamieji.

3.3 Konstrukty patikimumo vertinimas

Instrumento vidinei dermei nustatyti taikomas specialus statistinės analizės metodas (angl. *reliability analysis*), ji įvertinama *Cronbach's alpha* koeficientu. „Kuo šis koeficientas arčiau vienetą, tuo patikimesnis yra instrumentas“ (Rupšienė, 2007). Apačioje pateikta lentelė kurioje nurodomas konstrukty patikimumo lygmuo.

7 lentelė. *Konstrukty patikimumo lygmuo*

Konstruktas	Teiginiai	<i>Cronbach's Alpha</i>
Lean mąstymo principai	12 teiginių	0,945
Skaitmeninės technologijos	10 teiginių	0,881
Skaitmeninių technologijų darbo užduotys	5 teiginiai	0,899
Procesų rezultatai	8 teiginiai	0,892

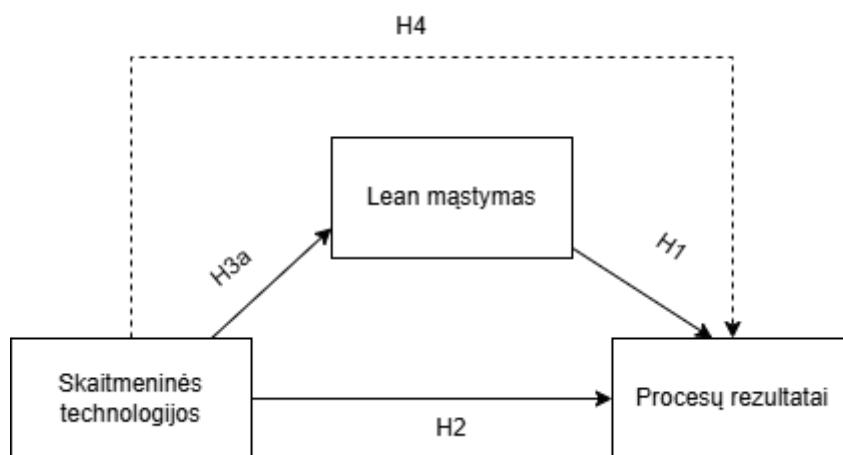
Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Iš 5 lentelėje pateiktų duomenų galime daryti išvadą, kad visi konstruktai yra patikimi nes yra arti vienetą. *Cronbach's Alpha* rodikliai yra - Lean mąstymo principų ($\alpha = 0,945$), skaitmeninių technologijų ($\alpha = 0,881$), skaitmeninių technologijų darbo užduočių ($\alpha = 0,899$), procesų rezultatų ($\alpha = 0,892$).

3.4 Mediacinė analizė ryšiui tarp skaitmenizavimo ir Lean mąstymo principų taikymo darbuotojų procesų rezultatams

Ar mediacinis efektas egzistuoja buvo patikrinti kintamieji: (X) nepriklausomas – skaitmenizavimas kuris išskiriamas į du atskirus kintamuosius 1) skaitmenines technologijas ir 2) skaitmenines darbo užduotis, (M) mediatorius – Lean mąstymas, (Y) priklausomas kintamasis – procesų rezultatai. Mediacinei analizei atlikti panaudotas Andrew F. Hayes įskiepis PROCESS 4.2 beta versijai. Buvo atlikti du mediacinės analizės modeliai.

6 paveikslas. Pirmasis mediacinės analizės modelis



Šaltinis: sukurta darbo autorės

1. Pirmasis mediacinis modelis, kai X yra - skaitmeninės technologijos (ST), (M) – yra Lean mąstymas(LM) ir (Y) – procesų rezultatai(PR) pavaizduotas paveiksle 6. Pirmiausia buvo įvertinti regresinės analizės rezultatai, kurie rodo ST poveikį tarpininkui LM. Rezultatai parodė, kad modelis yra statistiškai reikšmingas $p < 0,001$, o determinacijos koeficientas $R^2 = 0,211$ rodo, jog 21,1% LM dispersijos gali būti paaiškinta ST pokyčiais. Modelio reikšmingumą parodo $F = 62,116$, $p < 0,001$. Regresijos koeficientas $B = 0,458$, $SE = 0,058$, $t(232) = 7,881$, $p < 0,001$. 95% pasikliautinas intervalas: (0,343; 0,572). Šie rezultatai rodo, kad **ST reikšmingai prognozuoja LM, didėjant ST reikšmei, didėja ir LM reikšmė(žr.priedą nr.4). Galima priimti H3a hipotezę.**

Antruoju žingsniu buvo įvertintas tiek ST, tiek LM poveikis PR. Modelis taip pat buvo statistiškai reikšmingas, kadangi $F = 61,431$ $p < 0,001$, o $R^2 = 0,347$ parodė, kad 34,7% priklausomo kintamojo PR dispersijos gali būti paaiškinta nepriklausomu kintamuoju ir tarpininku kartu. Regresijos koeficientai parodė, kad ST poveikis PR yra $B = 0,178$ $\beta = 0,211$, $p = 0,001$, o LM poveikis PR yra $B = 0,391$, $\beta = 0,461$, $p < 0,001$. **Abi reikšmės yra statistiškai reikšmingos, o tai reiškia, kad tiek ST poveikis PR, tiek LM poveikis PR yra svarbūs ir reikšmingi, todėl H1 ir H2 hipotezės priimamos.**

Trečiuoju etapu buvo gauti rezultatai rodantys bendrą, tiesioginį ir netiesioginį ST poveikį PR, kai atsižvelgiama į tarpininko LM įtaką. Bendras efektas buvo $B = 0,357$, $p < 0,001$, $\beta = 0,423$. Tiesioginis efektas $B = 0,178$, $p = 0,001$, $\beta = 0,211$ tai reiškia, kad ST tiesiogiai ir reikšmingai prognozuoja PR net ir kontroliuojant tarpininko poveikį. Netiesioginis poveikis, vykstantis per tarpininką LM, buvo $B = 0,179$, Bootstrapo $SE = 0,034$ ir 95%, o bootstrapo pasikliautinas intervalas: (0,115; 0,245). Kadangi pasikliautinas intervalas neapima nulio,

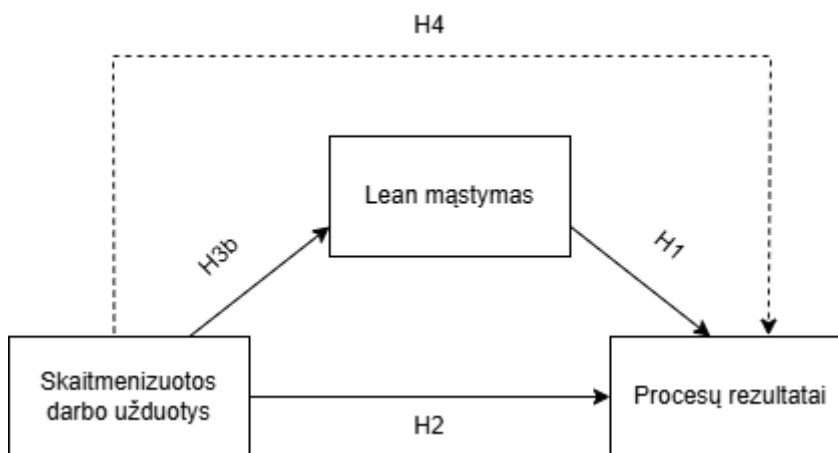
galima teigti, kad netiesioginis poveikis yra statistiškai reikšmingas. Rezultatai **patvirtina H4 dalinę mediaciją: LM reikšmingai tarpininkauja tarp ST ir PR ryšio**. Nepaisant mediacijos, ST išlieka tiesioginis reikšmingas prediktorius PR. Tai reiškia, kad ST daro įtaką PR tiek tiesiogiai, tiek netiesiogiai per LM.

8 lentelė. Mediatoriaus 1 modelio poveikio rezultatai (Bendras, tiesioginis ir netiesioginis X poveikis Y)

BENDRAS X POVEIKIS Y					
Poveikis	SE	t	p	LLCI	ULCI
0,357	0,050	7,118	0,000	0,258	0,456
TIESIOGINIS X POVEIKIS Y					
Poveikis	SE	t	p	LLCI	ULCI
0,178	0,050	3,530	0,001	0,079	,278
NETIESIOGINIS X POVEIKIS Y					
Poveikis	Boot SE			BootLLCI	BootULCI
0,179	0,033			0,115	0,245

Šaltinis: sukurta darbo autorės

7 paveikslas. Antrasis mediacinės analizės modelis.



Šaltinis: sukurta darbo autorės.

2. Antroji mediacinio modelio analizė, kai X – skaitmenizuotos darbo užduotys (SDU), M - Lean mąstymas (LM) ir Y - procesų rezultatai (PR). Modelis pavaizduotas paveiksle 7. Pirmuoju žingsniu atlikti regresinės analizės rezultatai parodė, kad modelis reikšmingas nes $F = 35.671$,

$p < 0,00$. Modelio determinacijos koeficientas (R^2) = 0.133, reiškia, kad 13,3% LM variacijos paaiškinta SDU. Regresijos koeficientas $B = 0,376$, $p < 0,001$ – tai parodo, kad **skaitmeninės darbo užduotys turi teigiamą ir statistiškai reikšmingą poveikį Lean mąstymui**. Tai reiškia, kad didėjant SDU, reikšmingai didėja ir LM reikšmė. **Todėl H3b hipotezė priimta.** Antruoju žingsniu buvo įvertintas skaitmenizuotų darbo užduočių ir Lean mąstymo poveikis procesų rezultatams. Modelis yra taip pat statistiškai reikšmingas, kadangi $F = 62.642$, $p < 0,001$, o bendras modelis paaiškino 35,2% PR variacijos nes determinacijos koeficientas $R^2 = 0.352$. SDU regresijos koeficientas $B = 0.186$, $p < .001$, 95% CI [0.089, 0.284], $\beta = 0.214$, o LM regresijos koeficientas $B = 0.407$, $p < .001$, 95% CI [0.312, 0.502], $\beta = 0.480$ (žr.priedą nr.4). **Todėl galima teigti, kad abu kintamieji turi reikšmingą teigiamą įtaką organizacijos veiklos rezultatams ir hipotezes H1 ir H2 priimti.** Tačiau reikia pabrėžti, jog Lean mąstymo įtaka yra stipresnė nei tiesioginė skaitmenuoztų darbo užduočių įtaka. Trečiuoju etapu, rezultatai parodė pagrindinės mediacinės analizės efekto ryšį tarp skaitmenizuotų darbo užduočių, Lean mąstymo ir procesų rezultatų. Rezultatai pateikiami lentelėje 9 bendras ryšis tarp X ir Y bei tiesioginis ir netiesioginis poveikis tarp X ir Y. Bendras poveikis yra $B = 0.339$, o $p < 0.001$ ir $\beta = 0.389$ vadinasi šis poveikis yra reikšmingas nes SDU turi tiesioginį poveikį PR, kai tarpininkas neįtrauktas į modelį. Toliau nagrinėjamas tiesioginis ir netiesioginis efektas. Tiesioginio efekto koeficientas $B = 0.186$, $p < 0.001$, 95% pasikliautiniai intervalai: (0.089, 0.284). Tai rodo, kad darbuotojų skaitmenizuotų darbo užduočių naudojimas tiesiogiai teigiamai veikia procesų rezultatus. Netiesioginio efekto koeficientas $B = 0.153$, BootSE = 0.035. Pasikliautiniai intervalai: (0,088; 0,225) – neapima nulio, todėl poveikis statistiškai reikšmingas. Tai rodo, kad **LM iš dalies medijuoja ryšį tarp SDU ir PR**. Todėl galima teigti, kad yra **dalinė mediacija**, nes tiesioginis efektas išlieka reikšmingas. **H4 hipotezė priimama iš dalies.**

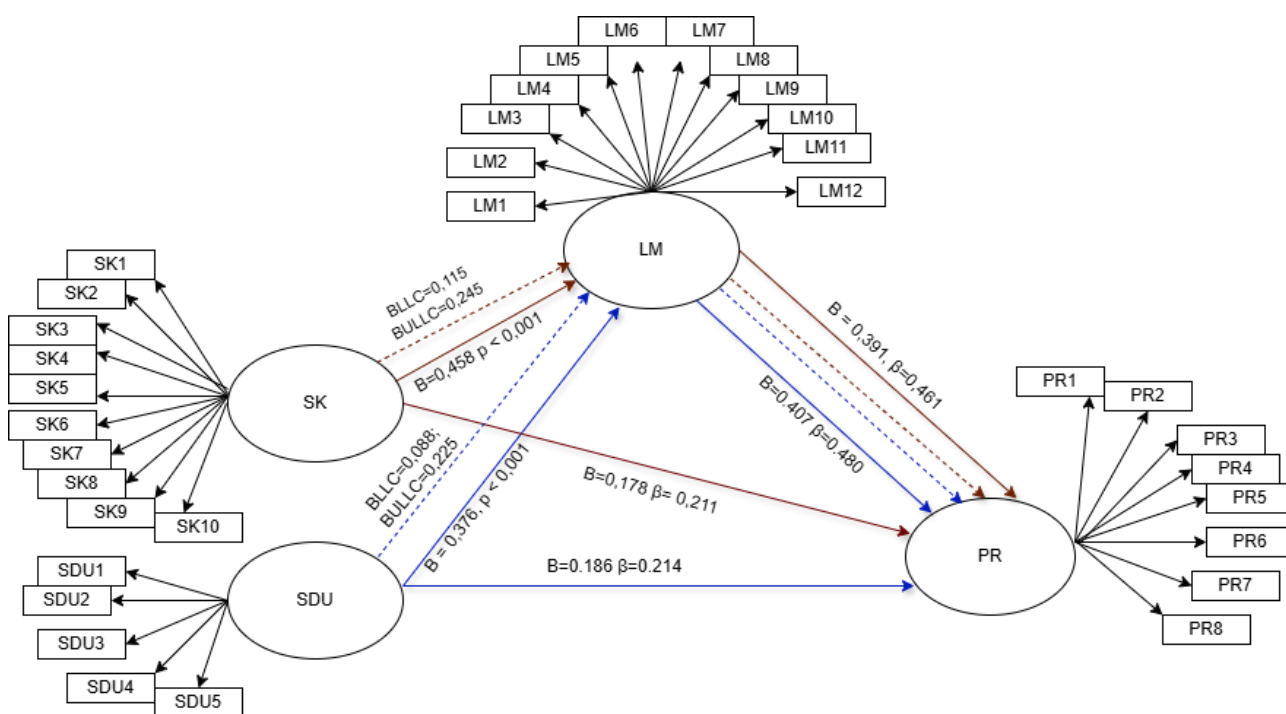
9 lentelė. Mediatoriaus 2 modelio poveikio analizės rezultatai (Bendras, tiesioginis ir netiesioginis X poveikis Y)

BENDRAS X POVEIKIS Y					
Poveikis	SE	T	P	LLCI	ULCI
0,339	0,053	6,437	0,000	0,235	0,443
TIESIOGINIS X POVEIKIS Y					
Poveikis	SE	T	P	LLCI	ULCI
0,186	0,050	3,759	0,000	0,089	0,284
NETIESIOGINIS X POVEIKIS Y					
Poveikis	Boot SE			BootLLCI	BootULCI
0,153	0,035			0,088	0,225

Šaltinis: sudaryta darbo autorės.

Tyrimo analizės rezultatams pavaizduoti buvo sukurtas modelis (pav.8) su poveikį pagrindžiančiais skaitiniais parametrais. Punktyru žīmima rodyklė yra mediacinis poveikis.

8 paveikslas. Tyrimo analizės rezultatų modelis.



Šaltinis: sukurta darbo autorės

3.5 Tyrimo rezultatų išvados

Atlikus empirinio tyrimo Lean mąstymo ir skaitmenizavimo įtaka procesų rezultatams

aviacijos organizacijose 1-ojo ir 2-ojo modelio analizės rezultatai apibendrinti pateiktoje lentelėje žemiau:

10 lentelė. *Hipotezių tikrinimo rezultatai*

Modelis	Hipotezė	Priimta/Atmesta
1	H1: Lean mąstymo taikymas daro teigiama įtaką procesų rezultatams.	Priimta
1	H2: Skaitmeninės technologijos daro teigiamą įtaką procesų rezultatams.	Priimta
1	H3a: Skaitmeninės technologijos daro teigiamą įtaką Lean mąstymui.	Priimta
1	H4: Lean mąstymas medijuoja ryšį tarp skaitmeninių technologijų ir procesų rezultatų.	Priimta dalinė mediacija
2	H1: Lean mąstymo taikymas daro teigiama įtaką procesų rezultatams.	Priimta
2	H2: Skaitmenizuotos darbo užduotys daro teigiamą įtaką procesų rezultatams.	Priimta
2	H3b: Skaitmenizuotos darbo užduotys daro teigiamą įtaką Lean mąstymui.	Priimta
2	H4: Lean mąstymas medijuoja ryšį tarp skaitmeninių darbo užduočių ir procesų rezultatų.	Priimta dalinė mediacija

Iš viso buvo išsikeltos 4 hipotezės kurios pasitvirtino visos. Atlikus dvi mediacines analizes su H3a ir H3b kaip nepriklausomais kintamaisiais (X) pasitvirtino, kad šie du skaitmenizavimo elementai daro teigiamą įtaką procesų rezultatams, bei Lean mąstymui. Mediatorius (M) Lean mąstymas taip pat parodė teigiamą įtaką procesų rezultatams (Y). Lean mąstymas yra reikšmingas mediatorius tiek medijuojant tarp skaitmeninių technologijų ir procesų rezultatų, tiek medijuojant tarp skaitmenizuotų darbo užduočių ir procesų rezultatų. Tiesioginis poveikis ($X \rightarrow Y$) išlieka reikšmingas abiem atvejais, rodantis dalinę mediaciją. Mediatoriaus Lean mąstymas stipriau medijuoja ryšį tarp skaitmeninių technologijų ir procesų rezultatų (0.179), nei tarp skaitmenizuotų darbo užduočių ir procesų rezultatų (0.153). Skaitmeninės technologijos stipriau veikia Lean

mąstymą ($\beta = 0.458$) nei skaitmenizuotos darbo užduotys ($\beta = 0.376$), tačiau Lean mąstymo poveikis procesų rezultatams yra panašus (0.391 ir 0.407). Šie du mediaciniai modeliai paaiškina ~35% procesų rezultatų variacijos, parodant, kad veiksniai yra svarbūs, tačiau galimi ir kiti įtakojantys kintamieji. Tagi apibendrinant galima teigti, kad abu nepriklausomi kintamieji skaitmeninės technologijos ir skaitmenizuotos darbo užduotys turi reikšmingą poveikį procesų rezultatams, tiek tiesiogiai, tiek per Lean mąstymą. Lean mąstymo mediacinis efektas yra patikimas, tačiau nėra visiškai paaiškinantis – likusi variacija gali būti susijusi su kitais veiksniais. Todėl įvardiname tai kaip dalinę mediaciją. Išanalizavus šiuos du modelius matomas stipresnis skaitmeninių technologijų ryšys su procesų rezultatais, nei skaitmenizuotų darbo užduočių, ypač dėl didesnio poveikio Lean mąstymui.

IŠVADOS

1. Išanalizavus mokslinę literatūrą, galime teigti, kad aviacijos industrija yra labai griežtai reglamentuota, turi 3 pagrindinius sektorius, vienas iš jų šiame darbe plačiausiai nagrinėtas – komercinės aviacijos sektorius. Aviacija šiais laikais patiria konkurencijos įkarštį, kadangi besikeičiantis pasaulis kuria vis didesnes galimybes keliauti, siųstis krovinius iš svetur ir pasiūlyti įvairias verslo plėtros galimybes ir investicijas. Oro transporto sektorius sparčiai vystosi, jį veikia pasaulinės tendencijos, tokios kaip išmaniųjų technologijų diegimas, paslaugų prieinamumo plėtra ir globalizacija. Auganti konkurencija ir iššūkiai, tokie kaip didėjančios sąnaudos bei klientų lūkesčiai, skatina įmones ieškoti inovatyvių sprendimų, o skaitmeninimas tampa svarbiausia priemone efektyvumui didinti ir ilgalaikiam konkurencingumui užtikrinti.
2. Išanalizavus mokslinę literatūrą, galime daryti išvada, kad skaitmenizavimas – tai ne tik technologinis pokytis, bet ir visapusiška transformacija, apimanti kultūrinius, organizacinius ir verslo modelių pokyčius. Aviacijos sektoriuje jis iš esmės keičia tradicinius procesus, didina efektyvumą ir sukuria naujas vertės kūrimo galimybes. Mokslinėje literatūroje aptariamas skaitmenizavimo poveikis aviacijos sektoriams nustatytas labai žymus, galima būtų išskirti šiuos sektorius kurie pilnu pajėgumu naudojami skaitmeninėmis technologijomis ir jų teikiama nauda. Oro uostai daugiausia naudojami biometrine identifikacija, dirbtiniu intelektu (DI) ir robotika, jie optimizuoja keleivių srautą, sumažina vėlavimus ir didina saugumą (pvz., Dubajaus oro uosto biometriniai tuneliai). Techninės priežiūros įmonės kurios atlieka orlaivių remontą daugiausiai naudojami didžiasiais duomenimis ir prognozinė analitika, kuri leidžia numatyti įrangos gedimus, o skaitmeniniai dvyniai – modeliuoti remonto scenarijus virtualioje erdvėje. Gamybos sektorius plačiai naudoja skaitmenines gamybos linijas, šios sumažina defektus ir spartina produktų ciklus. Oro linijos daugiausiai naudoja skaitmenines platformas („blockchain“ bilietams, DI keleivių aptarnavimui) šios savo ruožtu didina personalizavimą ir sumažina sąnaudas. Skaitmenizavimas aviacijoje – tai neatsiejamas inovacijų variklis, kuris perkelia pramonę į naują erą: greitesnę, saugesnę ir orientuotą į klientą. Sėkminga jo integracija priklauso nuo strateginio planavimo, darbuotojų kompetencijų ir nuolatinio adaptyvumo pokyčiams.
3. Atlikus literatūros analizę galima teigti, kad procesų rezultatų matavimas yra vienas esminių visų organizacijų efektyvios ir į sėkmę orientuotos veiklos pamatinis veiksnys. Procesų rezultatų matavimas – tai sistemingas veiklos rodiklių (KPI) stebėjimas, kuriuo vertinama, kaip efektyviai vykdomi verslo procesai ir ar jie atitinka strateginius tikslus. Aviacijos

pramonėje, kur veiklos sudėtingumas, aukšti saugos reikalavimai ir intensyvi konkurencija, rezultatų matavimas tampa pagrindiniu sprendimų pagrindu, leidžiančiu: sumažinti kaštus, pagerinti kokybę, užtikrinti tvarumą, didinti aviacijos saugą ir t.t.

4. Lean mąstymas – tai koncepcija, kurios tikslas yra pašalinti vertės nekuriančius procesus, tobulinti veiklos efektyvumą ir užtikrinti klientų poreikių tenkinimą. Nors ši filosofija atsirado Toyota gamyboje, ji sėkmingai pritaikyta įvairiose pramonės šakose ir paslaugų sektoriuje, įrodant savo universalumą. Pagrindiniai Lean principai apima penkis pagrindinius elementus: vertės nustatymą, vertės srauto optimizavimą, nenutrūkstamą procesų srautą, traukos sistemos diegimą ir nuolatinį tobulinimą. Lean taikymas reikalauja ne tik techninių metodų įdiegimo, bet ir organizacinės kultūros pokyčių, kurie apima nuolatinį tobulinimą, komandinį darbą ir efektyvų išteklių valdymą. Svarbiausias aspektas – švaistymo (Muda) pašalinimas, kuris gali būti susijęs su pertekline gamyba, laukimu, transportavimu, atsargomis, pertekliniu apdorojimu, judėjimu ar defektais. Taigi, Lean mąstymas yra ne vien metodologija, bet ir strateginis požiūris, leidžiantis organizacijoms pasiekti didesnę efektyvumą, mažinti kaštus ir užtikrinti kokybiškesnius rezultatus, besiremiant klientų vertės sukūrimu ir nuolatine optimizacija.
5. Atlikus mokslinės literatūros apžvalgą, nustatytas stiprus sinerginis poveikis tarp Lean mąstymo ir skaitmenizavimo. Lean principai ir skaitmenizavimas gali veikti kartu, papildydami vienas kitą. Skaitmenizavimas gali padėti įgyvendinti Lean tikslus, o Lean taikymas gali optimizuoti skaitmeninių technologijų diegimą, užtikrinant, kad jis būtų orientuotas į vertės kūrimą. Iš pateiktos literatūros galima apibendrintai teigti, jog yra keli esminiai kriterijai kurie pagrindžia šį sinerginį ryšį. Vienas jų yra veiklos efektyvumo didinimas, derinant Lean mąstymą su skaitmeninėmis technologijomis (pvz., IoT, dirbtinis intelektas, duomenų analitika), galima pasiekti didesnę veiklos efektyvumą, sumažinti švaistymą ir greičiau reaguoti į kintančius rinkos poreikius. Kitas kriterijus yra kultūriniai pokyčiai ir žmogiškasis faktorius, kadangi sėkmingas Lean ir skaitmenizavimo integravimas reikalauja ne tik technologinių pokyčių, bet ir organizacinės kultūros transformacijos, kurioje darbuotojai įtraukiami į nuolatinio tobulinimo procesą. Sekantis svarbus kriterijus yra iššūkiai ir prieštaravimai. Nors egzistuoja teigiamas požiūris į Lean ir skaitmenizavimo derinį, išlieka diskusijų dėl optimalaus jų integravimo būdo. Kai kurie teigia, kad prieš skaitmenizuojant reikia optimizuoti procesus pagal Lean principus, kad išvengtų perteklinių išlaidų ir sudėtingumo. Skaitmenizavimo sėkmė priklauso ne tik nuo techninių rodiklių (kaip sąnaudų mažinimas ar greitesnis pristatymas), bet ir nuo nematerialių veiksnių, tokių kaip darbuotojų pasitenkinimas, geresnis komandinis darbas ir inovacijų skatinimas. Lean mąstymas ir

skaitmenizavimas nėra priešingos ar konkuruojančios koncepcijos – jų derinys gali sudaryti galingą sinergiją, skatinančią verslo efektyvumą, inovacijas ir konkurencingumą. Sėkmingai integruojant šias dvi paradigmas, organizacijos gali tapti lankstesnės, produktyvesnės ir geriau pasiruošusios atitikti dinamiškus rinkos reikalavimus.

6. Atlikus empirinį tyrimą nustatyta, kad Lean mąstymo principai yra plačiai taikomi aviacijos organizacijose, ypač toki principai kaip: procesų standartizavimas, pagarba darbuotojams ir partneriams, ilgojo laikotarpio verslo filosofija, nuolatinis gerinimas. Tuo tarpu mažiau išvystyti darbo krūvio subalansavimo, pristatymo „kaip tik laiku“ ir vizualios vadybos principai.
7. Pagal gautus tyrimo rezultatus nustatyta, kad skaitmenizavimo įtaka procesų rezultatams yra svarbi ir reikšminga. Labiausiai organizacijose naudojamos mobiliosios technologijos ir debesų kompiuterija, kas rodo didelį priklausomumą nuo mobiliųjų įrenginių ir duomenų saugojimo „debesyje“. Tuo tarpu, mažiausiai naudojamos technologijos buvo robotika, skaitmeninis dvynys, papildyta ir virtuali realybė kas reiškia, kad mažas naudojimo lygis, greičiausiai dėl aukštų kaštų, sudėtingumo ar riboto pritaikymo galimybių. Tyrime taip pat buvo analizuotas skaitmeninių technologijų taikymas darbo užduotims, o gauti rezultatai atskleidė, kad įmonėse šios dažnai taikomas - informacijos paieškai, dokumentų rengimui, bendravimui, tai rodo, kad skaitmenizuotos priemonės tapo pagrindiniais darbo įrankiais, o teigiama įtaka - kasdieninėms darbo užduotims atlikti ir darbui planuoti – patvirtina, kad technologijos stipriai integruotos į organizacijų darbo veiklos sistemas.
8. Atlikus dvi mediacines analizes buvo nustatyta dalinė mediacija tarp skaitmenizavimo(skaitmeninių technologijų ir jų naudojimo kasdieninėms darbo užduotims atlikti) ir Lean mąstymo poveikio - procesų rezultatams. Analizė patvirtina, kad abu skaitmenizavimo elementai daro teigiamą įtaką procesų rezultatams, bei Lean mąstymui. Lean mąstymas yra reikšmingas mediatorius tiek medijuojant tarp skaitmeninių technologijų ir procesų rezultatų, tiek medijuojant tarp skaitmenizuotų darbo užduočių ir procesų rezultatų. Tiesioginis poveikis išlieka reikšmingas abiem atvejais, rodantis dalinę mediaciją. Lean mąstymas stipriau medijuoja ryšį tarp skaitmeninių technologijų ir procesų rezultatų, nei tarp skaitmenizuotų darbo užduočių ir procesų rezultatų. Galima apibendrintai teigti, kad Lean mąstymo koncepcija suteikia įmonei gebėjimą įsisavinti, prisitaikyti ir išnaudoti skaitmenines technologijas.

PASIŪLYMAI

1. Kadangi tyrimas parodė, kad Lean mąstymas iš dalies paaiškina, jog skaitmenizavimo sprendimai padidina darbo procesų rezultatus, organizacijoms siūloma labiau investuoti į Lean diegimą ir tik paskui taikyti skaitmenines technologijas. Prieš diegiant naujas technologijas siūloma - padaryti išsamų procesų auditą ir nustatyti kokiuose procesų įgyvendinimo etapuose yra švaistymų (pvz., ar konkreti skaitmeninė technologija padės sumažinti proceso atlikimo laiką?) Toliau labai svarbu didinti darbuotojų kompetencijas, ypač mokymus diegiant Lean ir naujas technologijas, kitu atveju sėkmė galutiniam rezultate gali būti nepasiekta.
2. Vienas pasiūlymas tolesniems tyrimams – išsiaiškinti ryšius tarp Lean metodų ir skaitmeninių technologijų. Galima manyti, kad aukštas Lean įgyvendinimo lygis yra geras pagrindas didesniai skaitmeninių technologijų naudojimui pramonės srityje, tačiau tiksli įmonėse „įdiegto“ Lean ir skaitmenizavimo įgyvendinimo seka nėra šio tyrimo objektas. Galbūt būtų galima sukurti brandos modelį, kuris padėtų akademiniams ir praktiniams specialistams šioje srityje. Šis brandos modelis taip pat galėtų būti susietas su veiklos rezultatais. Toks tyrimas galėtų dar labiau skatinti įmones (ypač tas kurios neįsidiegusios Lean) pradėti jį diegti norint kuo efektyviau panaudoti esamus resursus ir sutaupyti laiko bei pajamų pritaikant naujų technologijų diegimą savo veiklos gerinimui.

LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

- Abeyratne, R. (2020). *Aviation in the Digital Age: Legal and Regulatory Aspects*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-48218-3>
- Abeyratne, R. (2020). *Aviation in the Digital Age: Legal and Regulatory Aspects*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-48218-3>
- Abu-Dalbouh, M. A. (2020). Improving Digital Marketing Strategy in Jordanian Air Aviation Sector for Becoming a Regional Training Center. *International Business Research*, 13(6), 139. <https://doi.org/10.5539/ibr.v13n6p139>
- Abu-Dalbouh, M. A. (2020). Improving Digital Marketing Strategy in Jordanian Air Aviation Sector for Becoming a Regional Training Center. *International Business Research*, 13(6), 139. <https://doi.org/10.5539/ibr.v13n6p139>
- AERON, The New Standard of Aviation Safety Powered by Blockchain White Paper, <https://i.aeron.aero/storage/AeronWhitepaper.pdf>, 2019.
- Åhlström, P. (1998). Sequences in the implementation of lean production. *European Management Journal*, 16(3), 327–334. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(98\)00009-7](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(98)00009-7)
- Alfaro, J., Ortiz, A., ir Poler, R. (2007). Performance measurement system for business processes. *Production Planning ir Control*, 18(8), 641–654. <https://doi.org/10.1080/09537280701599772>
- Alomar, I., & Tolujevs, J. (2017). Optimization of ground vehicles movement on the aerodrome. *Transportation Research Procedia*, 24, 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.068>
- Alomar, I., & Yatskiv, I. (2023). DIGITALIZATION IN AIRCRAFT MAINTENANCE PROCESSES. *Aviation*, 27(2), 86–94. <https://doi.org/10.3846/aviation.2023.18923>
- Alomar, I., ir Tolujevs, J. (2017). Optimization of ground vehicles movement on the aerodrome. *Transportation Research Procedia*, 24, 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.068>
- Alomar, I., ir Yatskiv, I. (2023). DIGITALIZATION IN AIRCRAFT MAINTENANCE PROCESSES. *Aviation*, 27(2), 86–94. <https://doi.org/10.3846/aviation.2023.18923>
- Ameri, F., Stecke, K. E., Von Cieminski, G., & Kiritsis, D. (Eds.). (2019). *Advances in Production Management Systems. Production Management for the Factory of the Future: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2019, Austin, TX, USA, September 1–5, 2019, Proceedings, Part I* (Vol. 566). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30000-5>
- Annaç Göv, S. (2023). Air Transportation Management and the Effects of Digital Transformation Strategies. In B. Akkaya & A. Tabak (Eds.), *Two Faces of Digital Transformation* (pp. 141–155). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-096-020231011>

- A STUDY ON CLOUD COMPUTING IN AVIATION AND AEROSPACE. (2015). Engineering Technology, 6(03).
- Augmented and Virtual Reality (AR VR) Market: Markets and Markets. Prieiga internetu: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/ar-vr-aviation-market230427667.html> (Žiūrėta:2024-04-27).
- a West Pharmaceutical Services Deutschland GmbH & Co KG, Eschweiler, Germany, Chatzopoulos, C. G., Weber, M., & Customer Co-Creation, Waalwijk, the Netherlands. (2021). Digitization and Lean Customer Experience Management: Success factors and conditions, pitfalls and failures. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(2), 73–85. <https://doi.org/10.24867/IJEM-2021-2-278>
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679–695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- B.L.Cross,“Lean Inovation,Understanding what’s next in today’s economy“ Žiūrėta 2024-05-19. Prieiga internetu : <https://www.routledge.com/Lean-Innovation-Understanding-Whats-Next-in-Todays-Economy/Cross/p/book/9781466515253>
- Bag, S., Rahman, M. S., Sharma, J., Chiarini, A., Srivastava, S. K., & Gupta, S. (2024). Building digital technology and innovative lean management capabilities for enhancing operational performance: An empirical study. *Production Planning & Control*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2327344>
- Berman, S. J. (2012). Digital transformation: Opportunities to create new business models. *Strategy & Leadership*, 40(2), 16–24. <https://doi.org/10.1108/10878571211209314>
- Biltz, M., Carrel-Billiard, M., Daugherty, P. R., Hadar, E., & Liongosari, E. R. (b.m.). *The post-digital era – technology trends and needed research*.
- Bitsanis, I. A., & Ponis, S. T. (2022). The Determinants of Digital Transformation in Lean Production Systems: A Survey. *European Journal of Business and Management Research*, 7(6), 227–234. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2022.7.6.1732>
- BMWi (2017), Issue: Sensor, Tablet, RFID: Digital Technologies in Production, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi).
- Breuer, T. (2016). Statistical Power Analysis and the contemporary “crisis” in social sciences. *Journal of Marketing Analytics*, 4(2–3), 61–65. <https://doi.org/10.1057/s41270-016-0001-3>
- Briand, L. C., Morasca, S., & Basili, V. R. (2002). An operational process for goal-driven definition of measures. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 28(12), 1106–1125. <https://doi.org/10.1109/TSE.2002.1158285>

- Buer, S.-V., Fragapane, G. I., & Strandhagen, J. O. (2018). The Data-Driven Process Improvement Cycle: Using Digitalization for Continuous Improvement. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1035–1040. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.471>
- Buer, S.-V., Semini, M., Strandhagen, J. O., & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976–1992. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>
- Bulmer, M. G. (2012). *Principles of statistics*. Courier Corporation. Prieiga internetu žiūrėta 2025-04-19.
- Button, K. (2008). The Impacts of Globalisation on International Air Transport Activity: Past trends and future perspectives. Paper presented at the Global Forum on Transport and Environment in a Globalising World, Guadalajara, Mexico.
- Carmona, M., ir Sieh, L. (2004). *Measuring Quality in Planning: managing the performance process*. Routledge.
- Cerezo-Narváez, A., García-Jurado, D., González-Cruz, M. C., Pastor-Fernández, A., Otero-Mateo, M., & Ballesteros-Pérez, P. (2019). Standardizing Innovation Management: An Opportunity for SMEs in the Aerospace Industry. *Processes*, 7(5), 282. <https://doi.org/10.3390/pr7050282>
- Chang, S., Wang, Z., Wang, Y., Tang, J., & Jiang, X. (2019). Enabling Technologies and Platforms to Aid Digitalization of Commercial Aviation Support, Maintenance and Health Management. *2019 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering (QR2MSE)*, 926–932. <https://doi.org/10.1109/QR2MSE46217.2019.9021222>
- Chavez, R., Yu, W., Jacobs, M., & Wong, C. Y. (2024). Does digitalization enhance the effects of lean production on social performance? *International Journal of Operations & Production Management*. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-05-2023-0332>
- Chryssolouris, G., Mavrikios, D., Papakostas, N., Mourtzis, D., Michalos, G. ir Georgoulis, K. 2009. Digital manufacturing: History, perspectives, and outlook. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*
- Cifone, F. D., Hoberg, K., Holweg, M., & Staudacher, A. P. (2021). ‘Lean 4.0’: How Can Digital Technologies Support Lean Practices? *International Journal of Production Economics*, 241, 108258. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108258>
- Comitz, P., & Kersch, A. (2016). Aviation analytics and the Internet of Things. *2016 Integrated Communications Navigation and Surveillance (ICNS)*, 2A1-1-2A1-6. <https://doi.org/10.1109/ICNSURV.2016.7486327>
- Cooper, R., ir Kaplan, R. S. (1991). Profit priorities from activity-based costing. *Harvard business review*, 69(3), 130-135.

- Dombrowski, U., & Richter, T. (2018). The Lean Production System 4.0 Framework – Enhancing Lean Methods by Industrie 4.0. In I. Moon, G. M. Lee, J. Park, D. Kiritsis, & G. Von Cieminski (Eds.), *Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0* (Vol. 536, pp. 410–416). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99707-0_51
- Dou, X. (2020). Big data and smart aviation information management system. *Cogent Business & Management*, 7(1), 1766736. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1766736>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-33143-5>
- Eller, R., Alford, P., Kallmünzer, A., & Peters, M. (2020). Antecedents, consequences, and challenges of small and medium-sized enterprise digitalization. *Journal of Business Research*, 112, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.03.004>
- Eriksson, S. (2015). *The Global Commercial Aviation Industry* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203582022>
- Eschen, H., Kötter, T., Rodeck, R., Harnisch, M., & Schüppstuhl, T. (2018). Augmented and Virtual Reality for Inspection and Maintenance Processes in the Aviation Industry. *Procedia Manufacturing*, 19, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.01.022>
- Fahle, S., Prinz, C., & Kuhlenkötter, B. (2020). Systematic review on machine learning (ML) methods for manufacturing processes – Identifying artificial intelligence (AI) methods for field application. *Procedia CIRP*, 93, 413–418. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.109>
- Field, A. (2012). *Discovering statistics using SPSS: And sex and drugs and rock'n'roll* (3. ed., repr). Sage.
- Galliers, R., Leidner, D. E., & Simeonova, B. (Eds.). (2020). *Strategic information management: Theory and practice* (Fifth edition). Routledge, Taylor & Francis Group.
- Galliers, R., Leidner, D. E., & Simeonova, B. (Eds.). (2020). *Strategic information management: Theory and practice* (Fifth edition). Routledge, Taylor & Francis Group.
- George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (Fourteenth edition). Routledge.
- Gershon, M. (2010). Choosing Which Process Improvement Methodology to Implement. *Journal of Applied Business & Economics*, 10(5).
- Glavan, L. (2011). Understanding Process Performance Measurement Systems. *BSRJ*, 2(2), 25–38. <https://doi.org/10.2478/v10305-012-0014-0>
- Gnatyuk S., Vasyliiev D. Modern critical aviation information systems. *Ukrainian Scientific Journal of Information Security*, 2016, vol.22, issue 1. pp. 51-57.

- Green, J. C., Lee, J., & Kozman, T. A. (2010). Managing lean manufacturing in material handling operations. *International Journal of Production Research*, 48(10), 2975–2993. <https://doi.org/10.1080/00207540902791819>
- Green, J. C., Lee, J., ir Kozman, T. A. (2010). Managing lean manufacturing in material handling operations. *International Journal of Production Research*, 48(10), 2975–2993. <https://doi.org/10.1080/00207540902791819>
- Gudem, M., Steinert, M., Welo, T., & Leifer, L. (2013). Redefining customer value in lean product development design projects. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 11(1), 71–89. <https://doi.org/10.1108/17260531311309143>
- Gunasekaran, A., Williams, H. J., ir McGaughey, R. E. (2005). Performance measurement and costing system in new enterprise. *Technovation*, 25(5), 523–533.
- Haddud, A., & Khare, A. (2020). Digitalizing supply chains potential benefits and impact on lean operations. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(4), 731–765. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2019-0026>
- Haffke, I., Kalgovas, B. J., ir Benlian, A. (2016). The Role of the CIO and the CDO in an Organization's Digital Transformation.
- Hair, J. F. (2019). *Multivariate data analysis* (Eighth edition). Cengage.
- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (Second edition). Guilford Press.
- Heiets, I., La, J., Zhou, W., Xu, S., Wang, X., & Xu, Y. (2022). Digital transformation of airline industry. *Research in Transportation Economics*, 92, 101186. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2022.101186>
- Helmuth, L., ir Alastait, O. (2016). Driving the digital enterprise in the aerospace industry. In: Supply chain integration challenges in commercial aerospace.
- Hjalager, A.-M. (2015). 100 Innovations That Transformed Tourism. *Journal of Travel Research*, 54(1), 3–21. <https://doi.org/10.1177/0047287513516390>
- Hronec, S.M., Vital Signs: Using Quality, Time and Cost Performance Measurements to Chart Your Company's Future, Amacom, New York, NY, 1993.
- <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet-benefits-aviation-statistics/>
Prieiga internetu, žiūrėta 2025-03-11.
- <https://www.ibm.com/topics/mobile-technology> Prieiga internetu, žiūrėta 2024-11-24.
- Iansiti, M., Lakhani, K.R., 2014. Digital ubiquity: how connections, sensors, and data are revolutionizing business. Prieiga internetu. Žiūrėta 2024-05-21: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&rsid=fc3d91ea-0fab-4545->

[a938-3377795619ef%40redis](#)

- Imgrund, F., Fischer, M., Janiesch, C., ir Winkelmann, A. (2018). *Approaching digitalization with business process management*. Proceedings of the MKWI, 1725-1736.
- Jackson, K., Efthymiou, K., & Borton, J. (2016). Digital Manufacturing and Flexible Assembly Technologies for Reconfigurable Aerospace Production Systems. *Procedia CIRP*, 52, 274–279. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.054>
- Jasti, N. V. K., & Kodali, R. (2019). An empirical investigation on lean production system framework in the Indian manufacturing industry. *Benchmarking: An International Journal*, 26(1), 296–316. <https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2017-0284>
- Jiang, Y., Tran, T. H., & Williams, L. (2023). Machine learning and mixed reality for smart aviation: Applications and challenges. *Journal of Air Transport Management*, 111, 102437. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2023.102437>
- Julião, J., & Gaspar, M. C. (2021). Lean thinking in service digital transformation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(4), 784–799. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2020-0192>
- Kabashkin, I., Misnevs, B., & Zervina, O. (2023). Artificial Intelligence in Aviation: New Professionals for New Technologies. *Applied Sciences*, 13(21), 11660. <https://doi.org/10.3390/app132111660>
- Karabegović, I. (2017). *Digital Technology as the key Factor in the Fourth Industrial Revolution—Industry 4.0*. 3(3).
- Kasul, R. A., ir Motwani, J. G. (1995). Performance measurements in worldclass operations: A strategic model. *Benchmarking for Quality Management ir Technology*, 2(2), 20–36. <https://doi.org/10.1108/14635779510090508>
- Katerna, O., & Molchanova, K. (2021). TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR AIRPORTS DEVELOPMENT DURING THE DIGITAL TRANSFORMATION PERIOD. *Economic Analysis*, 31(3), 143–149. <https://doi.org/10.35774/econa2021.03.143>
- Khadonova, S. V., Ufimtsev, A. V., & Dymkova, S. S. (2020). “Digital Smart Airport” System Based on Innovative Navigation and Information Technologies. *2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/EMCTECH49634.2020.9261529>
- Kieviet, A. (2019). *Lean Digital Transformation: Geschäftsmodelle transformieren, Kundenmehrwerte steigern und Effizienz erhöhen*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58517-7>
- Kim, T., ir Kim, Y. W. (2016). Activity—based costing for process improvements. Proceedings of IGLC, Boston, MA, USA, sect, 3, 53-62.

- Kobus, J., Westner, M., Strahringer, S., & Strode, D. (2018). Enabling digitization by implementing Lean IT: Lessons learned. *The TQM Journal*, 30(6), 764–778. <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2018-0026>
- Koch, V., Kuge, S., Geissbauer, R. and Schrauf, S. (2014), Industry 4.0 - Opportunities And Challenges Of The Fourth Industrial Revolution, PricewaterhouseCoopers, PWC and strategy.
- Kohlbacher, M., & Gruenwald, S. (2011). Process ownership, process performance measurement and firm performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(7), 709–720. <https://doi.org/10.1108/17410401111167799>
- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1870–1875. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>
- Korchagin, A., Deniskin, Y., Pocebneva, I., & Vasilyeva, O. (2022). Lean Maintenance 4.0: Implementation for aviation industry. *Transportation Research Procedia*, 63, 1521–1533. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.164>
- Kovács, T., Kő, A., & Demeter, K. (2020). Measuring the impact of lean practices on manufacturing performance – case study from the process industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(6), 1193–1218. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2019-0004>
- Kovrigin, E. A., & Vasiliev, V. A. (2020). Barriers in the Integration of Modern Digital Technologies in the System of Quality Management of Enterprises of the Aerospace Industry. 2020 *International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS)*, 331–335. <https://doi.org/10.1109/ITQMIS51053.2020.9322960>
- Kovynyov, I., & Mikut, R. (2019). Digital technologies in airport ground operations. *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 20(1), 1–30. <https://doi.org/10.1007/s11066-019-09132-5>
- Krijnen, A. (2007). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. *Action Learning: Research and Practice*, 4(1), 109–111. <https://doi.org/10.1080/14767330701234002>
- Kronblad, C., & Envall Pregmark, J. (2024). Responding to the COVID-19 crisis: The rapid turn toward digital business models. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 15(3), 451–467. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-10-2020-0155>
- L.Rupšienė (2007). Kokybinio tyrimo duomenų rinkimo metodologija. Prieiga internetu žiūrėta 2025-04-13.
- Ladera-Mejia, A. G., Pun-Gutierrez, X. S., Quiroz-Flores, J. C., & Flores-Perez, A. E. (2022). Digital Transformation Model Based on Business Process Management and Lean Manufacturing to

- Increase the Productivity of the Administrative Area of a Peruvian Aeronautical Company. *Proceedings of the 8th International Conference on Industrial and Business Engineering*, 145–153. <https://doi.org/10.1145/3568834.3568852>
- Legner, C., Eymann, T., Hess, T., Matt, C., Böhm, T., Drews, P., Mädche, A., Urbach, N., & Ahlemann, F. (2017). Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community. *Business & Information Systems Engineering*, 59(4), 301–308. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0484-2>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Luis Martin-Domingo, Juan Carlos Martín, "Airport mobile internet an innovation", <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.05.002>
- Lusena-Ezera, I. (2010). The Principles of Teamwork and School Personnel Participation in the Administration of Liepaja City Comprehensive Schools. *Literacy Information and Computer Education Journal*, 1(3), 135–142. <https://doi.org/10.20533/licej.2040.2589.2010.0020>
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
- Maxwell, J. A. (2012). *A realist approach for qualitative research*. Sage.
- McAfee, A., 2009. Enterprise 2.0: New Collaborative Tools for Your Organization's Toughest Challenges. Harvard Business Press. Prieiga internetu. Žiūrėta 2024-05-21: https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=irid=Gqz3UF5FbI0C&oi=fnd&irpg=PR9&ots=U5j4-18TAF&sig=CNA8zt0-QV_pV2JK_Wq-KlYc0YA&redir_esc=y#v=onepage&irq=digitalizairf=false
- Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>
- Miller, K. (2008). *NC Software and Related Services*.
- Morgan, J. M., & Liker, J. K. (2006). *The Toyota product development system: Integrating people, process, and technology*. Productivity Press.
- Mouton, P. R. (2011). *Unbiased stereology: a concise guide*. JHU Press.
- Netland, E. T. H., & Powell, D. J. (b.m.). *The Routledge Companion to Lean Management*.
- Nicoletti, B. (2015). Optimizing Innovation with the Lean and Digitize Innovation Process. *Technology Innovation Management Review*.
- Norvig, P. R., ir Intelligence, S. A. (2002). A modern approach. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, USA: Rani, M., Nayak, R., ir Vyas, OP (2015). An ontology-based adaptive personalized

- e-learning system, assisted by software agents on cloud storage. *Knowledge-Based Systems*, 90, 33-48.
- Novac, C., & Ciochină, R.-S. (2018). Challenges of Applying Agile Principles and Values to IT Project Management. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 14(4), 43–62. <https://doi.org/10.7341/20181442>
- Noviantoro, T., & Huang, J.-P. (2022). Investigating airline passenger satisfaction: Data mining method. *Research in Transportation Business & Management*, 43, 100726. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100726>
- Osti, E. (b.m.). *LEAN MANUFACTURING ENHANCED BY INDUSTRY 4.0*.
- Peças, P., Faustino, M., Lopes, J., & Amaral, A. (2022). Lean methods digitization towards lean 4.0: A case study of e-VMB and e-SMED. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 16(4), 1397–1415. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00975-1>
- Peng, Y., Ahmad, S. F., Irshad, M., Al-Razgan, M., Ali, Y. A., & Awwad, E. M. (2023). Impact of Digitalization on Process Optimization and Decision-Making towards Sustainability: The Moderating Role of Environmental Regulation. *Sustainability*, 15(20), 15156. <https://doi.org/10.3390/su152015156>
- Pereira, A., Dinis-Carvalho, J., Alves, A., & Arezes, P. (2019). How Industry 4.0 can enhance Lean practices. *FME Transactions*, 47(4), 810–822. <https://doi.org/10.5937/fmet1904810P>
- Pereira, B. A., Lohmann, G., & Houghton, L. (2022). Technology trajectory in aviation: Innovations leading to value creation (2000–2019). *International Journal of Innovation Studies*, 6(3), 128–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2022.05.001>
- Pereira, C., & Sachidananda, H. K. (2022). Impact of industry 4.0 technologies on lean manufacturing and organizational performance in an organization. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 16(1), 25–36. <https://doi.org/10.1007/s12008-021-00797-7>
- Pettersson, F., Siljebo, J., Wolming, S., & Ferry, M. (2024). A validated questionnaire for measuring digitalization as sociocultural change in educational contexts. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 41(4), 359–370. <https://doi.org/10.1108/IJILT-08-2023-0149>
- Phuyal, S., Bista, D., & Bista, R. (2020). Challenges, Opportunities and Future Directions of Smart Manufacturing: A State of Art Review. *Sustainable Futures*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.sft.2020.100023>
- Powell, D. J., Laubengaier, D. A., Tortorella, G. L., Saabye, H., Antony, J., & Cagliano, R. (2024). Digitalization in lean manufacturing firms: A cumulative capability development perspective.

- Qiu, R., Hou S., Chen X., ir Meng Z. (2021). Green aviation industry sustainable development towards an integrated support system. *Business Strategy and the Environment*. Prieiga internetu:https://www.techuk.org/sitesearch.html?sort=dateirtype=irmodified_year=irq=digital+airport (Žiūrėta 2024-04-27)
- R.Harik, L.Rivest, A.Bernard, B.Eynard, A.Bouras „Lifecycle Management for Digital Transformation of Industries“, Žiūrėta 2024-05-14. Prieiga internetu:https://books.google.lt/books?hl=ltlr=irid=RLxZDgAAQBAJroi=fnidirpg=PR5irdq=Product+Lifecycle+Management+for+Digital+Transformation+of+Industriesirots=kxvJjhVETMir sig=Zfr1D90djKN5aDS0mg_lOM1DBQirredir_esc=y#v=onepageirq=Product%20Lifecycle%20Management%20for%20Digital%20Transformation%20of%20Industriesirf=false
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (b.m.). *Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests*.
- Remencová, T., & Sedláčková, A. N. (2021). Modernization of Digital Technologies at Regional Airports and its Potential Impact on the Cost Reduction. *Transportation Research Procedia*, 55, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.06.003>
- Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1644–1661. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1672902>
- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G. L., & Portioli-Staudacher, A. (2019). The interrelation between Industry 4.0 and lean production: An empirical study on European manufacturers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9–12), 3963–3976. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03441-7>
- Salamah, E., Alzubi, A., & Yinal, A. (2023). Unveiling the Impact of Digitalization on Supply Chain Performance in the Post-COVID-19 Era: The Mediating Role of Supply Chain Integration and Efficiency. *Sustainability*, 16(1), 304. <https://doi.org/10.3390/su16010304>
- Sánchez González, L., García Rubio, F., Ruiz González, F., & Piattini Velthuis, M. (2010). Measurement in business processes: A systematic review. *Business Process Management Journal*, 16(1), 114–134. <https://doi.org/10.1108/14637151011017976>
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811. <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
- Sanders, A., Elangeswaran, C., ir Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing:

- Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811. <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
- Sartal, A., Llach, J., Vázquez, X. H., & De Castro, R. (2017). How much does Lean Manufacturing need environmental and information technologies? *Journal of Manufacturing Systems*, 45, 260–272. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.10.005>
- Schumacher, S., Schmid, F. A., Bildstein, A., & Bauernhansl, T. (2021). Lean Production Systems 4.0: The Impact of the Digital Transformation on Production System Levels. *Procedia CIRP*, 104, 259–264. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.044>
- Scott, J. E. (2007). An e-transformation study using the technology-organization-environment framework. *Bled 2007 Proceedings*, 55.
- Shakir, H. M., & Iqbal, B. (2018). Application of Lean principles and software solutions for maintenance records in continuing airworthiness management organisations. *The Aeronautical Journal*, 122(1254), 1263–1274. <https://doi.org/10.1017/aer.2018.65>
- Shank, J. K., ir Govindarajan, V. (1993). Strategic cost management: The new tool for competitive advantage. Simon and Schuster.
- Shukla, S. K., Sushil, & Sharma, M. K. (2019). Managerial Paradox Toward Flexibility: Emergent Views Using Thematic Analysis of Literature. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 20(4), 349–370. <https://doi.org/10.1007/s40171-019-00220-x>
- Sia, S. K., Koh, C., ir Tan, C. X. (2008). Strategic Maneuvers for Outsourcing Flexibility: An Empirical Assessment. *Decision Sciences*, 39(3), 407–443. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00198.x>
- Silling, U. (2019). Aviation of the Future: What Needs to Change to Get Aviation Fit for the Twenty-First Century. In A. Sikander (Ed.), *Aviation and Its Management—Global Challenges and Opportunities*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81660>
- Somsen, A. M., Borgman, H., Langbroek, D., ir Amrit, C. (2019). Rerouting digital transformations-six cases in the airline industry.
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. *Cognitive Robotics*, 3, 54–70. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.04.001>
- Steinbring, M., Motschnig, R., & Pitner, T. (2013). A Multidimensional Model of Web-Induced Flexibility in Organisations. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 14(1), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s40171-013-0031-z>
- Sultan, K., Ruhi, U., & Lakhani, R. (2018). *Conceptualizing Blockchains: Characteristics & Applications*.

- Sushil, S. (2018). Interpretive multi-criteria valuation of flexibility initiatives on direct value chain. *Benchmarking: An International Journal*, 25(9), 3720–3742. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2018-0057>
- Susskind, J. (2018). *Future politics: Living together in a world transformed by tech* (First edition). Oxford University Press.
- Tan, C. (2008). Managing flexibility in outsourcing [Nanyang Technological University]. <https://doi.org/10.32657/10356/7912>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Thirkell, E., & Ashman, I. (2014). Lean towards learning: Connecting Lean Thinking and human resource management in UK higher education. *The International Journal of Human Resource Management*, 25(21), 2957–2977. <https://doi.org/10.1080/09585192.2014.948901>
- Todorović, M., Toljaga-Nikolić, D., & Bjelica, D. (2018). People-Oriented Principles and Values of Agile Project Management. *European Project Management Journal*, 8(2), 3–8. <https://doi.org/10.18485/epmj.2018.8.2.1>
- Tortorella, G. L., De Castro Fettermann, D., Frank, A., & Marodin, G. (2018). Lean manufacturing implementation: Leadership styles and contextual variables. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(5), 1205–1227. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2016-0453>
- Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyay, A. K., Saraswat, S., Sharma, S., Li, C., & Rajkumar, S. (2022). Development of a Data-Driven Decision-Making System Using Lean and Smart Manufacturing Concept in Industry 4.0: A Case Study. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2022/3012215>
- Trstenjak, M., ir Cosic, P. (2019). Lean philosophy in the digitalization process. *International Journal of Engineering*. 17(1), 13-16.
- V. Čekanavičius ir G. Murauskas (2001) "Statistika ir jos taikymai" https://epale.ec.europa.eu/sites/default/files/kokybinu_tyrimu_duomenu_rinkimo_metodol.pdf
- Vagdevi, P., ir Guruprasad, H. S. (2015). A study on cloud computing in aviation and aerospace. *Int. J. Comput. Sci. Eng. Technol*, 6(3), 94-98.
- Van Looy, A., & Shafagatova, A. (2016). Business process performance measurement: A structured literature review of indicators, measures and metrics. *SpringerPlus*, 5(1), 1797. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3498-1>
- Vonderembse, M.A., Uppal, M., Huang, S.H. and Dismukes, J.P., 2006. Designing supply

- chains: Towards theory development. *International Journal of production economics*, 100(2), pp.223-238. Žiūrēta: 2024-04-27. Prieiga internetu :10 technology trends for airlines and airports to focus on in 2019: Future Travel Experience: <https://www.futuretravelexperience.com/2019/01/10-technology-trends-airlines-airports-2019/>
- Vrontis, D., Christofi, M., Pereira, V., Tarba, S., Makrides, A., & Trichina, E. (2022). Artificial intelligence, robotics, advanced technologies and human resource management: A systematic review. *The International Journal of Human Resource Management*, 33(6), 1237–1266. <https://doi.org/10.1080/09585192.2020.1871398>
- W.D.Lewis “Essays in Economic and Business History“ (2000). Prieiga internetu. Žiūrēta 2024-05-25: <https://www.ebhsoc.org/journal/index.php/ebhs/article/view/291/272>
- West Pharmaceutical Services Deutschland GmbH and Co KG, Eschweiler, Germany, Chatzopoulos, C. G., Weber, M., and Customer Co-Creation, Waalwijk, the Netherlands. (2021). Digitization and Lean Customer Experience Management: Success factors and conditions, pitfalls and failures. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(2), 73–85. <https://doi.org/10.24867/IJEM-2021-2-278>
- Wilson, K., & Doz, Y. L. (2011). Agile Innovation: A Footprint Balancing Distance and Immersion. *California Management Review*, 53(2), 6–26. <https://doi.org/10.1525/cmr.2011.53.2.6>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Xiangsheng Dou (2020) Big data and smart aviation information management system, *Cogent Business and Management*, 7:1.
- Yang, Y., Keivanpour, S., & Imbeau, D. (2023). Integrating X-reality and lean into end-of-life aircraft parts disassembly sequence planning: A critical review and research agenda. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 127(5–6), 2181–2210. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-11581-0>
- Yoo, Y., Boland Jr, R. J., Lyytinen, K., and Majchrzak, A. (2012). Organizing for innovation in the digitized world. *Organization science*, 23(5), 1398-1408.
- Zaharia, S. E., & Pietreanu, C. V. (2018). Challenges in airport digital transformation. *Transportation Research Procedia*, 35, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.016>
- Zairi, M., *Measuring Performance for Business Results*, Chapman and Hall, London, 1994. Prieiga internetu. Žiūrēta 2024-05-26: <https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=irid=VfD7CAAQBAJ&oi=fnd&irpg=PR11&irdq=Mea>

[suring+Performance+for+Business+Resultsiots=Sbg5ZlK79virsig=43YyMLHgMxb17Dx8gCX9eSTRTfoirredir_esc=y#v=onepageirqirf=false](#)

Zhu, Y., Wang, R., & Hipel, K. W. (2012). Grey relational evaluation of innovation competency in an aviation industry cluster. *Grey Systems: Theory and Application*, 2(2), 272–283.
<https://doi.org/10.1108/20439371211260234>

LEAN MĄSTYMO IR SKAITMENIZAVIMO ĮTAKA PROCESŲ REZULTATAMS AVIACIJOS ORGANIZACIJOSE

Gailė Viesulaitė-Lebeckė

Magistro tiriamasis darbas

Kokybės vadybos studijų programa

Vilniaus universitetas, Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovas - asist. dr. Darius Ruželė

Vilnius, 2025

SANTRAUKA

Magistro baigiamąjį darbą sudaro 88 puslapiai, 10 lentelių, 8 paveikslai, 161 literatūros šaltiniai.

Magistro baigiamąjį darbą sudaro įvadas, 3 skyriai, išvados, pasiūlymai, literatūra ir šaltiniai, priedai ir santrauka (lietuvių ir anglų kalbomis).

Darbo tikslas – išanalizavus mokslinę literatūrą ir atlikus empirinį tyrimą, nustatyti kokia įtaką Lean mąstymas ir skaitmenizavimas daro aviacijos organizacijų procesų rezultatams.

Literatūros apžvalgoje atskleista aviacijos pramonės specifika, skaitmenizavimo ir Lean mąstymo sampratos, Lean mąstymo ir skaitmenizavimo taikymo įtaka aviacijos organizacijose, bei remiantis mokslinių darbų tyrimais analizuojamas procesų rezultatus vertinantys rodikliai.

Metodologinėje dalyje buvo pasirinkta atlikti kiekybinis apklausos metodas, kurį sudarė 4 konstruktai ir demografiniai klausimai. Tyrime dalyvavo iš viso 234 respondentai iš skirtingų pasaulio šalių ir skirtingų aviacijos sektorių. Buvo atlikta duomenų aprašomosios statistikos analizė, konstrukto patikimumo vertinimo analizė, normalumo ir mediacinės analizės.

Paskutiniu etapu pateikiamos tyrimo rezultatų išvados ir pagrindžiamos išsikeltos hipotezės.

Viso baigiamojo darbo išvados ir pasiūlymai pateikti darbo pabaigoje, atsakant į išsikeltus uždavinius ir pateikiant esminius literatūrinės analizės ir empirinio tyrimo svarbiausius aspektus.

THE IMPACT OF LEAN THINKING AND DIGITALISATION ON PROCESS PERFORMANCE IN AVIATION ORGANISATIONS

Gailė Viesulaitė-Lebeckė

Master's thesis

Quality Management master study program

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – Asst. prof. Darius Ruzele

Vilnius, 2025

SUMMARY

The master's thesis consists of 88 pages, 10 tables, 8 figures, and 161 references.

The master's thesis consists of an introduction, 3 chapters, conclusions, suggestions, references and sources, appendices, and a summary (in Lithuanian and English).

The aim of the thesis is to analyze scientific literature and conduct empirical research to determine the impact of Lean thinking and digitization on the results of aviation organizations' processes.

The literature review reveals the specifics of the aviation industry, the concepts of digitization and Lean thinking, the impact of Lean thinking and digitization on aviation organizations, and, based on scientific research, analyzes the indicators used to evaluate process results.

In the methodological part, a quantitative survey method was chosen, consisting of four constructs and demographic questions. A total of 234 respondents from different countries and different aviation sectors participated in the study. Descriptive statistical analysis, construct reliability analysis, normality and mediation analysis were performed.

The final stage presents the conclusions of the study and substantiates the hypotheses put forward.

The conclusions and recommendations of the final thesis are presented at the end of the thesis, responding to the tasks set and presenting the most important aspects of the literature review and empirical research.

PRIEDAI

1 priedas

Klausimynas (anglų kalba)

Hi, I am Gailė Viesulaitė-Lebeckė, a Master's student of the Quality Management Programme at the Vilnius University, and I am conducting a research on the impact of Lean thinking and digitalisation on process performance in aviation organisations. Participation in the survey is anonymous and confidential. All data will be presented in an aggregated form, which will not identify the specific organisation participating in the survey.

I thank you in advance for supporting the development of quality management science in Lithuania with your answers.

- 1. Please rate the level of your workplace how purposefully implements the principle: 1= No implementation at all; 2= Low level of implementation; 3=Medium level of implementation; 4= High level of implementation; 5= Advanced level of implementation; 6 – can not answer.**

- Long-term philosophy
- Continuous improvement
- Leaders promoted from within
- Respect for people and partners
- Teamwork
- Effective communication
- Elimination of waste
- Standardization of processes and materials
- Visual management
- Getting quality right first time
- Leveling the workload
- Just in time delivery

- 2. To what extent does your workplace use the following digital technologies? (1 - not used at all; 2 - not used; 3 - rarely used; 4 - often used; 5 - used continuously; 6 – can not answer)**

- Blockchain Technology
- Robotics
- Augmented Reality and Virtual Reality
- Big Data and Analytics
- Artificial Intelligence (AI)
- Biometrics Technology
- Internet of Things (IoT)
- Cloud Computing
- Digital Twin
- Mobile Technologies

- 3. The degree of which digital technologies (tools) are used to achieve “daily” operations (1-**

strongly disagree;2-disagree;3-neither agree nor disagree;4-agree;5-strongly agree)

- I use digital technologies to plan my daily work tasks
- I use digital technologies to do my daily work tasks
- I use digital technologies for documentation
- I use digital technologies for communication
- I use digital technologies to search for information

5. How much have the results of your workplace processes changed in the last 3 years? (1 - not improved at all;2 - not improved;3 - slightly improved;4 - improved; 5 - very improved)

- Operating cost
- Quality
- Speed of delivery
- Timeliness
- Flexibility
- New product/service development/innovation
- Sustainability
- Safety

6.Sector where you working?

- Airline
- Production/Manufacturing
- Airport
- Maintenance
- Ground handling
- Training organization
- Other

7. Your job position?

- Junior specialist
- Specialist
- Senior specialist
- Manager
- Other

8. Your age?

- 21-30
- 31-40
- 41-50
- 51-60
- 61-70+

9. Your gender?

- Man
- Female

10. How long your organisation operating?

- 1-5 years
- 6-10 years
- 11-15 years
- 16-20 years
- More then 20 years

11. What is the total number of employees?

- Till 50
- Till 200
- Till 500
- Till 1000
- More then 1000

2 priedas

Klausimynas (Lietuvių Kalba)

Sveiki, esu Gailė Viesulaitė-Lebeckė Vilniaus universiteto, Ekonomikos ir verslo administravimo fakulteto, Kokybės vadybos programos magistro studentė ir atlieku tyrimą "Lean mąstymo ir skaitmenizavimo įtaka procesų rezultatams aviacijos organizacijose". Dalyvavimas apklausoje yra anonimiškas ir konfidencialus. Visi duomenys bus pateikiami apibendrinta forma, kurioje nebus galima identifikuoti konkrečios tyrime dalyvavusios organizacijos.

Iš anksto dėkojame savo atsakymais paremiant Lietuvos kokybės vadybos mokslo plėtrą.

1. Kiek Lean mąstymo principai įgyvendinami Jūsų darbo vietoje? 1 = visiškai neįgyvendinta; 2 = žemas įgyvendinimo lygis; 3 = vidutinis įgyvendinimo lygis; 4 = aukštas įgyvendinimo lygis; 5 = pažangus įgyvendinimo lygis; 6-negaliu atsakyti)

- Ilgo laikotarpio verslo filosofija
- Nuolatinis gerinimas
- Vadovų ugdymas įmonės viduje
- Pagarba darbuotojams ir partneriams
- Komandinis darbas
- Veiksmingas informacijos perdavimas
- Švaistymų eliminavimas
- Procesų ir resursų standartizavimas
- Vizuali vadyba
- Kokybės užtikrinimas iš pirmo karto
- Darbo krūvio subalansavimas
- Pristatymas „kaip tik laiku“

2. Kokių mastu Jūsų darbo vietoje naudojamos šios skaitmeninės technologijos? (1-visiškai nenaudojamos; 2-nenaudojamos; 3-retai naudojamos; 4-dažnai naudojamos; 5-naudojamos nuolatos; 6 – negaliu atsakyti)

- Blokų grandinės technologija
- Robotika
- Papildyta ir virtuali realybė
- Didieji duomenys ir analitika
- Dirbtinis intelektas
- Biometrinė technologija
- Daiktų internetas
- Debesų kompiuterija
- Skaitmeninis dvynys
- Mobiliosios technologijos

3. Skaitmeninių technologijų (įrankių) naudojimo „kasdienėms“ operacijoms atlikti laipsnis. (1-visiškai nesutinku; 2-nesutinku; 3-nei sutinku, nei nesutinku; 4-sutinku; 5-visiškai sutinku)

- Naudojuosi skaitmeninėmis technologijomis, kad suplanuočiau savo kasdienės darbo užduotis.
- Naudoju skaitmenines technologijas kasdienėms darbo užduotims atlikti .
- Naudoju skaitmenines technologijas dokumentams rengti.
- Naudoju skaitmenines technologijas bendravimui
- Naudoju skaitmenines technologijas informacijos paieškai

5. Kiek per pastaruosius 3 metus pasikeitė šie jūsų procesų rezultatai darbo vietoje? (1-visiškai nepagerėjo; 2-nepagerėjo; 3-šiek tiek pagerėjo; 4-pagerėjo; 5- labai pagerėjo)

- Veiklos sąnaudos
- Kokybė
- Pristatymo greitis
- Savalaikiškumas
- Veiklos lankstumas
- Naujų produktų(paslaugų) kūrimas ir (arba) inovacijos
- Tvarumas
- Sauga

6.Sektorius kuriame dirbate?

- Oro linijos
- Gamyba
- Oro uostai
- Techninis aptarnavimas
- Antžeminis aptarnavimas
- Mokymo organizacija
- Kita

7. Jūsų užimamos pareigos

- Jaunesnysis specialistas
- Specialistas
- Vyresnysis specialistas
- Vadovas
- Kita

8.Amžius

- 21-30
- 31-40
- 41-50
- 51-60
- 61-70+

9. Lytis

- Vyras
- Moteris

10. Kiek metų veikia Jūsų organizacija?

- 1-5 metų
- 6-10 metų
- 11-15 metų
- 16-20 metų
- Daugiau nei 20 metų

11. Koks bendras Jūsų darbuotojų skaičius?

- iki 50
- iki 200
- iki 500
- iki 1000
- Daugiau nei 1000

3 priedas

Historgramos

