

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

Kokybės vadybos magistro programa

Ilona PETRUŠYTĖ

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

<p>KOKYBĖ 4.0 PRIEMONIŲ ĮGYVENDINIMO ĮTAKA KOKYBĖS VADYBOS SISTEMOS REZULTATYVUMUI</p>	<p>THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF QUALITY 4.0 MEASURES ON THE EFFECTIVENESS OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM</p>
---	--

Darbo vadovas: prof. dr. Dalius Serafinas

Vilnius, 2025

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	3
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	4
SANTRUMPŲ SĄRAŠAS.....	5
ĮVADAS.....	6
I. KOKYBĖ 4.0 SAMPRATA, RAIDA IR REIŠMĖ ŠIUOLAIKINĖJE VADYBOJE	9
1.1.Pramonė 4.0 samprata... ..	9
1.2.Kokybė 4.0 samprata, raida ir reikšmė šiuolaikinėje vadyboje	10
2. KOKYBĖ 4.0 PRIEMONIŲ ĮTAKA, VERTĖ IR POTENCIALAS	14
2.1 Duomenų mokslas ir statistika.....	15
2.2 Pagalbinės technologijos	17
2.3. Didieji duomenys	18
2.4 Blokų grandinė.....	19
2.5. Dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis, neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis	20
3. KOKYBĖS VADYBOS SISTEMŲ REZULTATYVUMAS.....	24
3.1.Kokybės vadybos sistemos.....	24
3.2 Kokybės vadybos sistemų rezultatyvumas	25
4. KOKYBĖS 4.0 PRIEMONIŲ ĮGYVEDINIMO ĮTAKA KOKYBĖS VADYBOS SISTEMOS REZULTATYVUMUI EMPIRINIS TYRIMAS	27
4.1 Empirinio tyrimo metodologija.....	27
4.2. Tyrimo rezultatų analizė ir interpretavimas.....	31
IŠVADOS	62
REKOMENDACIJOS.....	64
SIŪLYMAI TOLIMESNIEMS TYRIMAMS	66
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS.....	67
SANTRAUKA	72
SUMMARY	74
PRIEDAI.....	76

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. *Keturi kokybės evoliucijos etapai.*

2 lentelė. *Pagalbinių technologijų panaudojimo galimybės.*

3 lentelė. *Kokybės 4.0 ir atvirosios kokybės palyginimas.*

4 lentelė. *Respondentų patirtis.*

5 lentelė. *Duomenų mokslo ir statistikos įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

6 lentelė. *Pagalbinių technologijų įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

7 lentelė. *Didžiųjų duomenų įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

8 lentelė. *Blokų grandinės įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

9 lentelė. *Dirbtinio intelekto, Mašininio mokymosi, Neuroninių tinklų ir giliojo mokymosi įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

10 lentelė. *Technologijų panaudojimas procesuose.*

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. *Kokybė 4.0 dimensijos.*

2 paveikslas. *Septyni Kokybė 4.0 įrankiai.*

3 paveikslas. *Didžiųjų duomenų valdymas taikant Modeliavimo analizės strategiją (MAS)*

4 paveikslas. *Blokų grandinės įgalinta atviroji kokybės sistema.*

5 paveikslas. *Tyrimo eiga*

6 paveikslas. *Konceptualusis empirinis Kokybė 4.0 priemonių įtakos KVS rezultatyvumui tyrimo modelis.*

7 paveikslas. *Detalusis empirinis Kokybė 4.0 priemonių įtakos KVS rezultatyvumui tyrimo modelis*

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

KVS – (*angl. Quality management system; QMS*) – Kokybės vadybos sistema

AI – (*angl. Artificial intelligence*) – Dirbtinis intelektas

DMS – (*angl. Statistics and data science*) – Duomenų mokslas ir statistika

PT – (*angl. Enabling technologies*) – Pagalbinės technologijos

DD – (*angl. Big data*) – Didieji duomenys

BG – (*angl. Blockchain*) – Blokų grandinė

MM – (*angl. Machine learning*) – Mašininis mokymasis

NT – (*angl. Neural networks*) – Neuroniniai tinklai

ĮVADAS

Temos aktualumas ir naujumas. Sparčiai besikeičianti technologinė aplinka ketvirtosios pramonės revoliucijos (Pramonė 4.0) kontekste lemia esminius pokyčius kokybės vadybos srityje. Skaitmeninių technologijų – tokių kaip didžiųjų duomenų analizė, blokų grandinė, dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis, neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis – plėtra paskatino naujos kokybės vadybos koncepcijos – Kokybė 4.0 – atsiradimą.

Tobulėjant skaitmeninėms priemonėms, organizacijos susiduria su iššūkiu prisitaikyti prie šių pokyčių ir išnaudoti jų potencialą kokybės vadybos sistemų (KVS) rezultatyvumui didinti. Nors šios temos svarba pripažįstama tiek Lietuvoje, tiek tarptautiniu mastu, mokslinės literatūros analizė rodo, kad trūksta išsamių tyrimų, vertinančių konkrečių technologijų įtaką KVS efektyvumui ir praktiniam pritaikymui. Tai sudaro pagrindą formuluoti tyrimo problemą: kaip Kokybė 4.0 priemonės veikia kokybės vadybos sistemų rezultatyvumą?

Tyrimo naujumas. Technologijos šiandien verslui siūlo daugiau nei bet kada anksčiau – nuo išmaniųjų jutiklių iki prognozuojančių algoritmų, galinčių nuspėti klaidas dar prieš joms įvykstant. Tačiau kartu su galimybėmis kyla ir iššūkių: kaip žinoti, kurios priemonės iš tiesų veikia? Ar jos tik kuriamos įspūdžiui, ar realiai gerina kokybę, didina našumą, stiprina klientų pasitikėjimą?

Dauguma mokslinių tyrimų iki šiol nagrinėja pavienes technologijas – pavyzdžiui, kaip dirbtinis intelektas padeda tikrinti produktus ar kaip didieji duomenys keičia sprendimų priėmimą. Tačiau mažai dėmesio skiriama klausimui, kas nutinka, kai šios priemonės veikia kartu, kaip jos veikia visą kokybės vadybos sistemą – ne vien procesus, bet ir žmones, organizacinę kultūrą, bendrą rezultatų siekimą.

Šio darbo naujumas slypi būtent čia – kompleksiskume. Vietoje to, kad būtų analizuojama viena technologija, tyrime apžvelgiamos kelios pagrindinės Kokybės 4.0 priemonės ir vertinama jų bendroji įtaka kokybės vadybos sistemos rezultatyvumui. Be to, tyrimas remiasi ne vien teorija, bet ir praktikų – vadovų, auditorių, ekspertų – patirtimi, surinkta pusiau struktūruotų interviu metu.

Tokiu būdu darbas papildo mokslinį diskursą gyvu, praktiniu žvilgsniu – ką įmonės iš tiesų daro, kaip jaučiasi žmonės, dirbantys su naujomis technologijomis, ir kokie pokyčiai vyksta ne „popieriuje“, o realioje veikloje. Ši sintezė tarp teorijos ir praktikos, tarp technologijų galimybių ir žmogiškų sprendimų, leidžia šiam tyrimui išsiskirti ir pasiūlyti naujų išvalgų tiek akademinėi bendruomenei, tiek verslo organizacijoms.

Apribojimai. Kaip ir kiekvienas tyrimas, šis taip pat turi ribas, kurias svarbu įvardyti, kad rezultatai būtų tinkamai suprasti ir interpretuoti.

Pirma, tyrimas apsiriboja kokybiniu požiūriu – gilinamasi į patirtis, įžvalgas ir nuomones, o ne į statistinius duomenis ar kiekybinius ryšius. Tai reiškia, kad tyrimas nepretenduoja į apibendrinimus visam verslo sektoriui, tačiau siekia atskleisti, kaip technologijų poveikį kokybės vadybos sistemoms mato praktikai ir ekspertai, tiesiogiai dirbantys šioje srityje.

Antra, tyrimo imtis – tai dešimties įmonių atstovai, kurie savanoriškai sutiko dalyvauti apklausoje. Tokia imtis leidžia gauti kokybiškas, galias įžvalgas, tačiau nėra reprezentatyvi visoms Lietuvos ar užsienio organizacijoms, taikančioms Kokybė 4.0 priemones.

Trečia, pasirinktos technologijos – dirbtinis intelektas, duomenų mokslas, blokų grandinė ir kt. – buvo atrinktos remiantis literatūra ir ekspertų rekomendacijomis, todėl kitų technologijų ar sektorių (pvz., žemės ūkio ar sveikatos apsaugos) vertinimas liko už šio tyrimo ribų.

Ketvirta, interviu metu gautos įžvalgos buvo subjektyvios, priklausomos nuo kiekvieno respondento patirties, organizacijos dydžio, pasirengimo skaitmenizacijai ir požiūrio į kokybės vadybą. Nors duomenys buvo apdoroti sistemingai, dalis interpretacijos vis tiek remiasi tyrėjos analize ir vertinimu.

Tyrimas apsiriboja tomis įmonėmis, kurios jau taiko bent vieną Kokybė 4.0 priemonę savo veikloje. Taip pat į analizę įtrauktos mokslininkų ir kokybės vadybos specialistų įžvalgos, turinčių ilgametės patirties dirbant su KVS diegimu, auditu ar tobulinimu.

Tyrimo duomenys renkami remiantis konkrečių ekspertų nuomone, todėl rezultatai atspindi jų individualią patirtį ir matymą, o ne viso sektoriaus tendencijas. Tyrimas neapima organizacijų, kurios dar tik planuoja diegti šias priemones arba naudoja jas pavieniui, neintegruodamos į kokybės vadybos sistemą.

Galiausiai, tyrimas buvo atliktas konkrečiu laikotarpiu, todėl gali būti paveiktas tuo metu vyravusių verslo aplinkybių, rinkos tendencijų ar organizacinių prioritetų.

Vis dėlto, šie apribojimai nesumenkina tyrimo vertės – jie padeda aiškiai suprasti, kokiame kontekste gauti rezultatai, ir kur dar yra galimybių tolesniems, platesniems tyrimams ateityje.

Tyrimo objektas. Kokybė 4.0 priemonių poveikis kokybės vadybos sistemos rezultatyvumui.

Magistro darbo tikslas Išanalizuoti Kokybė 4.0 sampratą ir nustatyti pagrindines priemones, bei atsakyti į klausimą kaip atskiros Kokybė 4.0 priemonės veikia klientų pasitenkinimą, produkto kokybę, veiklos našumą, procesų veiksmingumą, nuolatinio tobulėjimo kultūrą.

Konkretus dėmesys skiriamas tam, kaip atskiros technologijos (pavyzdžiui, dirbtinis intelektas, didieji duomenys, neuroniniai tinklai) prisideda prie klientų pasitenkinimo, produkto kokybės, veiklos našumo, procesų veiksmingumo bei nuolatinio tobulėjimo kultūros stiprinimo.

Norint tai įvertinti, buvo pasirinktas kokybinis tyrimo metodas: atlikta išsami mokslinės literatūros analizė ir pusiau struktūruoti interviu su praktikos ekspertais. Šių duomenų pagrindu buvo atrinktos aktualiausios technologinės priemonės ir išskirti pagrindiniai KVS rezultatų vertinimo aspektai.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti Kokybė 4.0 koncepciją ir nustatyti pagrindines priemones, kurios šiame tyrime bus vertinamos.

2. Atskirti ir apibrėžti kriterijus, pagal kuriuos galima vertinti kokybės vadybos sistemos rezultatyvumą, atsižvelgiant į Pramonė 4.0 aplinką.

3. Iširti, kaip konkrečios Kokybė 4.0 priemonės veikia skirtingus kokybės vadybos sistemos aspektus – nuo klientų pasitenkinimo iki procesų veiksmingumo.

Magistro darbo metodai: Šiame darbe taikytas **kokybinis tyrimo metodas**, leidžiantis giliau suprasti, kaip Kokybė 4.0 priemonės veikia kokybės vadybos sistemas realiose organizacijose.

Tyrimas susideda iš dviejų pagrindinių dalių:

1. **Mokslinės literatūros analizė** – ja siekta išgryninti pagrindines Kokybė 4.0 priemones ir nustatyti, kokie KVS rezultatyvumo kriterijai dažniausiai minimi akademinuose šaltiniuose.

2. **Pusiau struktūruoti interviu** – buvo apklausti įmonių vadovai, kokybės vadybos ekspertai ir auditoriai, turintys praktinės patirties diegiant skaitmenines kokybės priemones. Interviu leido surinkti vertingų įžvalgų apie technologijų poveikį realiame verslo kontekste.

Gauti duomenys buvo apdoroti **kokybine turinio analize**, naudojantis programomis „Microsoft Excel“ ir „Maxqda“, kurios padėjo susisteminti atsakymus ir išryškinti pagrindines temas bei dėsningumus.

I. KOKYBĖ 4.0 SAMPRATA, RAIDA IR REIKŠMĖ ŠIUOLAIKINĖJE VADYBOJE

1.1. Pramonė 4.0 samprata

Terminas Pramonė 4.0 (*angl. Industrie 4.0*) pirmą kartą paminėtas 2011 m. Hanoverio parodoje kaip bendros verslo, politikos ir mokslo atstovų iniciatyvos pavadinimas. Šiame renginyje buvo aptariamasi naujausios technologinės inovacijos, siekiant ne tik technologinio gamybos procesų modernizavimo, bet ir sustiprinti šalies pozicijas inovacijų rinkoje (Sureshchandar, 2023).

Pramonė 4.0 minėtoje parodoje buvo pristatyta technologijų raida istoriniame kontekste stebint pagrindinių technologijų raidą nuo XVII a. (Radziwill, 2020). Pabrėžiama, kad Pramonė 4.0 nėra atsitiktinis reiškinys, o natūrali evoliucijos tąsa.

Naujesniuose tyrimuose, akcentuojama, Pramonė 4.0 remiasi pagrindinėmis technologinėmis naujovėmis ir priemonėmis, kurios apima, mašininį mokymąsi, dirbtinį intelektą, didžiuosius duomenis ir analitiką, daiktų internetą (IoT), robotiką, kvantinę kompiuteriją, blokų grandinę, nanotechnologijas, papildytąją realybę, virtualiąją realybę, adityviąją gamybą 3D spausdinimą), debesiją, kibernetinį saugumą (Sureshchandar, 2023). Pramonė 4.0 remiasi kibernetinėmis fizinėmis sistemomis, kurias jungia daiktų internetas, užtikrinantis realaus laiko komunikaciją tarp mašinų ir organizacijų. Tinklinių, išmaniųjų ir decentralizuotų gamybos sistemų kūrimas laikomas viena iš svarbiausių Pramonės 4.0 charakteristikų (Barsalou, 2023). Pramonės 4.0 siekis sukurti save optimizuojančias gamybos sistemas yra tiesiogiai susijęs su internetinėmis platformomis, kurios leidžia įrenginiams autonomiškai reaguoti į aplinkos pokyčius (Lu, 2017). Skaitmeninės technologijos, tokios kaip dirbtinis intelektas ir debesų kompiuterija, leidžia sukurti autonomines ir save optimizuojančias sistemas, kurios užtikrina nuolatinį procesų tobulinimą (Khoursched, 2023). Didžiųjų duomenų rinkimas jutikliais ir jų analizė leidžia optimizuoti gamybos procesus, sumažinti klaidų tikimybę, bei padidinti produktyvumą (Barsalou, 2023). Norint sėkmingai įdiegti Pramonė 4.0 būtina ne tik technologinė pažanga, bet ir organizacinė transformacija, kuri apima skaitmeninės kompetencijos plėtrą ir duomenų valdymo kultūros stiprinimą (Carvalho et al., 2022).

Apibendrinant galima teigti, kad Pramonė 4.0 yra ne tik technologijos, bet ir vadybinė bei organizacinė transformacija, kuri leidžia organizacijoms diegti išmaniąsias savarankiškas sistemas, stiprinančias konkurencingumą globalioje rinkoje.

1.2. Kokybė 4.0 samprata, raida ir reikšmė šiuolaikinėje vadyboje

Žodis „kokybė“ kilęs iš lotyniško žodžio *qualitas*, reiškiančio „koks“ arba „kokios rūšies“ (Oxford English Dictionary, 2023). Angliškasis šio žodžio atitikmuo *Quality*.

Senovės Romoje šį žodį vartojo filosofiniuose tekstuose, siekiant apibūdinti įvairių daiktų ar reiškinių savybes (Encyclopaedia Britannica, 2023).

Šiandien Ketvirtosios pramonės revoliucijos kontekste kokybės samprata kur kas platesnė nei tik paslaugų ir gaminių kokybė, bet ir procesų skaitmeninimas, duomenų valdymas, dirbtinio intelekto ir daiktų interneto taikymas, siekiant nuolatinio tobulėjimo (Sureshchandar, 2023, Barsalou, 2023).

Kokybė 4.0 apibrėžiama kaip tradicinės kokybės vadybos evoliucija, kurios pagrindas – skaitmeninės technologijos ir duomenimis grįsti sprendimai (Sureshchandar, 2023). Autoriai pabrėžia, kad tai nėra senųjų metodų atsisakymas, bet jų pritaikymas naujoje skaitmeninėje aplinkoje (Saihi et al., 2021). Pasak Radziwill (2020), ši transformacija ne tik pakeičia įrankius, bet ir keičia organizacinę kokybės kultūrą.

Terminas „Kokybė 4.0“ dar nebuvo pavartotas, tačiau ketvirtosios pramonės revoliucijos poveikis kokybei pirmą kartą buvo aprašytas 2015 m. ASQ kokybės ateities ataskaitoje (Radziwill, 2020).

Šioje ataskaitoje buvo prognozuojama, kad ketvirtosios pramonės revoliucijos technologijos iš esmės paveiks kokybės vadybą (Radziwill, 2020). Pasak Sahrane ir Elouadi (2022), būtent šių technologijų kaip dirbtinis intelektas, daiktų internetas, debesų kompiuterija, blokų grandinės ir duomenų mokslo taikymas paskatino Kokybės 4.0 sampratos atsiradimą. Ji nesiekia pakeisti tradicinių metodų, tačiau juos išplečia ir pritaiko naujame skaitmenizuotame veiklos kontekste. Kaip teigia Chiarini, (2020) Kokybė 4.0 – tai projektavimo kokybės, atitikties kokybės ir veiklos kokybės skaitmeninimas panaudojant šiuolaikines technologijas (Chiarini, 2020). Kokybė 4.0 taip pat apibrėžiama kaip visapusiškas TQM (visuotinės kokybės vadybos) skaitmeninimas, apimantis technologijas, procesus ir žmones (Sharane & Elouadi, 2022). Pasak Amtony (2020) ir Sony ir kt. (2020) Kokybė 4.0 leidžia suderinti kokybės vadybą su Pramonė 4.0 principais, kad būtų užtikrintas efektyvumas, inovacijos, našumas ir verslo modelių tobulinimas. Lotto Kim Hung Lai, 2022 pritaria nuomonei, kad kokybės vadyba ir metodika keičiasi sparčiai tobulėjant technologijoms.

Radziwill (2018) išskiria keturis kokybės evoliucijos etapus. Kokybė kaip patikrinimas, kaip dizainas, kaip įgalinimas ir kaip atradimas. Ši naujoji pažanga veda prie naujų iššūkių susijusių su

kokybės užtikrinimu ne tik per kontrolę, bet ir per išmanų atradimą, prevenciją ir prisitaikymą prie realaus laiko duomenų.

1 lentelė. Keturi kokybės evoliucijos etapai.

<i>Kokybė kaip patikrinimas</i>	Kokybės užtikrinimas pradžioje buvo grindžiamas blogos kokybės patikrinimu iš visų pagamintų gaminių. Walterio A. Shewharto statistinės procesų kontrolės metodai padėjo operatoriams nustatyti, ar svyravimai atsirado dėl atsitiktinių, ar dėl ypatingų priežasčių.
<i>Kokybė kaip dizainas</i>	Edvardso Demingo rekomendacijos atsisakyti priklausomybės nuo tikrinimo paskatino sukurti holistinius kokybės projektavimo metodus, kad būtų išvengta kokybės problemų dar prieš joms atsirandant.
<i>Kokybė kaip įgalinimas</i>	TQM ir Six Sigma propaguoja holistinį požiūrį į kokybę, paverčiant ją kiekvieno žmogaus atsakomybe ir suteikiant asmenims galimybę prisidėti prie nuolatinio tobulėjimo.
<i>Kokybė kaip atradimas:</i>	kokybė priklauso nuo to, kaip greitai galime atrasti ir kaupti naujus duomenų šaltinius, kaip efektyviai galime atrasti pagrindines priežastis ir kaip gerai galime atrasti naujų įžvalgų apie save, savo produktus ir organizacijas

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Radziwill (2018).

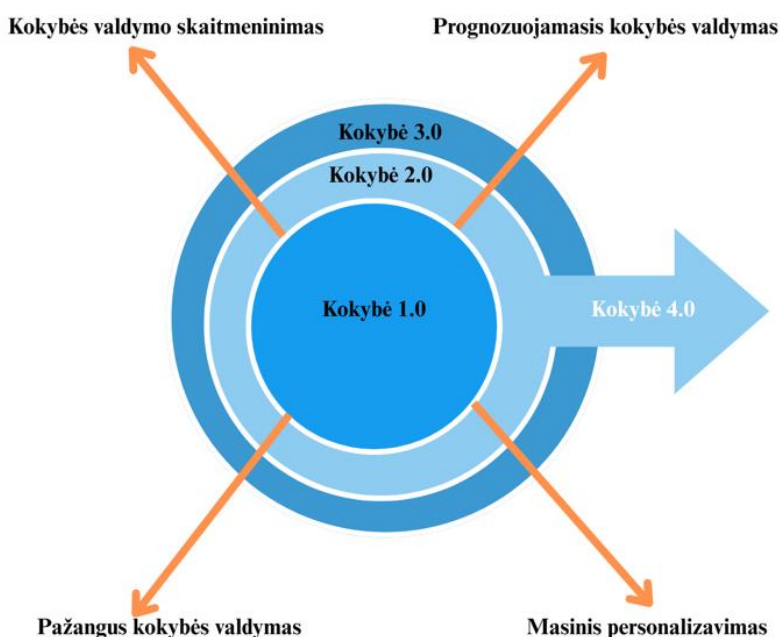
Kokybė 4.0 dimensijos. Sureshchandar (2023) išskyrė dvylika svarbiausių Kokybės 4.0 dimensijų – nuo strateginio vadovavimo, kokybės kultūros iki pažangios analitikos ir duomenų valdymo inovacijų. Jos turi labai didelę reikšmę įgyvendinant kokybę 4.0. Jas autorius metaforiškai vadina „ašimis“, nes kokybė 4.0 yra ketvirtosios pramonės revoliucijos dalis (Sureshchandar, 2023). Atliktas (Sureshchandar, 2023) tyrimas padeda suprasti įvairių Kokybės 4.0 dimensijų vaidmenį. Šis autorius išskyręs šias dimensijas taip pat pateikia ir instrumentą skirtingoms ašims matuoti.

- 1.Strateginis vadovavimas.
- 2.Kokybės kultūra.
- 3.Orientacija į klientą.
- 4.Kokybės vadybos sistema.
- 5.Atitiktis.
- 6.Kompetencija.
- 7.Analitinis mąstymas.
- 8.Metrikos ir duomenimis pagrįstų sprendimų priėmimas
- 9.Pažangioji analitika.
- 10.Duomenų valdymas.
- 11.Inovacijos
- 12.Naujųjų laikų technologinės priemonės (Sureshchandar, 2023).

Pasak Liu et al.,(2023) evoliucija nuo TQM link Kokybės 4.0 apibendrinama į keturias

charakteristikas: 1) kokybės valdymo skaitmeninimas, 2) prognozuojamas kokybės valdymas, 3) masinis personalizavimas ir 4) išmanusis kokybės valdymas. Autorius ją vadina keturių dimensijų Kokybės 4.0 sistema.

1 paveikslas. *Kokybė 4.0 dimensijos.*



Šaltinis: (Liu et al., 2023)

Skaitmeninės kokybės valdymo centre yra ne tik galutinis skaitmeninio gebėjimo produktas, bet ir visi elementai bei veiklos, reikalingos jam sukurti (Sahrane & Elouadi, 2022). Svarbu pabrėžti, kad Kokybė 4.0 nėra vien techniniai sprendimai, tai organizacinės transformacijos strategija. Ši strategija įgalina įmones kurti pridėtinę vertę, didinti sprendimų priėmimo greitį, užtikrinti skaidrumą, prisitaikyti prie pokyčių bei mokytis iš duomenų (Radziwill, 2018; Saihi et al., 2023). Galima daryti išvadą, kad visa tai kartu atveria galimybes kokybės vadybai tapti darnaus verslo, inovatyvumo ir nuolatinio tobulėjimo pagrindu.

Vienas iš reikšmingiausių Kokybės 4.0 taikymo pavyzdžių yra susijęs su kokybės vadybos sistemos (toliau – KVS) dokumentavimo procesų skaitmenizavimu. Tyrimai rodo, kad įmonės vis dažniau pereina prie debesų kompiuterijos sprendimų. Tokios sistemos padeda efektyviau tokius

dokumentus kaip kokybės politika, instrukcijos, planai. Siūloma naudoti žiniatinklio technologijas NoSQL duomenų bazes. Tai gali užtikrinti saugumą, prieinamumą ir greitą prieigą prie duomenų (Miladin et al., 2019). Kartu dokumentų valdymas siejamas su pažangiomis sistemomis kaip Fizinės-kibernetinės, kitos ERP platformos. Jos leidžia automatizuoti procesus, greičiau pastebėti problemas ir jas išspręsti (Chiarini, 2020). Šie sprendimai atitinka ISO 9001:2015 reikalavimus ir dera su Pramonė 4.0 principais. Tokia integracija didina kokybės vadybos sistemų lankstumą. Ji ne tik padeda tvarkyti dokumentus, bet ir kurti vertę organizacijai (Saihi., 2023)

Nepaisant bendros teigiamos nuomonės dėl Kokybės 4.0 galimybių, autoriai akcentuoja ir iššūkius (Sony et al., 2020), pabrėžia žmogaus ir technologijų sąveikos būtinybę, kiti orientuojasi į duomenų svarbą bei organizacinį pasirengimą (Sureshchandar, 2023). Ypač jautriai šią revoliuciją vertino automobilių gamybos sektoriuje veikiančios įmonės, nes ji padeda sumažinti atšaukimo dėl kokybės trūkumų riziką, Pavyzdžiui „General Motors ir „Toyota“ atšaukimai iš rinkos aiškiai parodė, kad kokybės valdyme esama anomalijų, tai neliko be pasekmių, nes buvo fiksuoti dideli nuostoliai (Sahrane & Elouadi, 2022). Kaip neigiamą iššūkį Radziwill (2020) pateikia žmonių pakeitimą procesuose. Kokybės 4.0 iniciatyvos gali padėti padidinti veiklos stebėsenos ir valdymo intelektą arba įgalinti nuotolinę stebėseną, kad padidintumėte operatorių našumą ir moralę, tačiau vertėtų pagalvoti *kaip papildyti žmogaus gebėjimus, o ne kaip pakeisti žmones savo procesuose* (Radziwill, 2020).

Pramonė 4.0, atspindi dabartinę gamybos pramonės tendenciją, kuriai būdingas aukštas automatizavimo, pramonės integracijos ir pramonės informacijos integravimo lygis.“ Xu (2020), todėl galima teigti, kad *Kokybė 4.0 – tai veiksmingas įmonių tobulinimo instrumentas.*

Apibendrinant galima teigti, kad Kokybė 4.0 reiškia naują kokybės vadybos valdymo etapą, kuriame susijungia tradiciniai principai ir skaitmeninės technologijos. Ji leidžia organizacijoms veikti efektyviau, greičiau reaguoti į rinkos pokyčius, geriau valdyti duomenis ir kurti vertę ne tik klientams, bet ir pačiai organizacijai. Nors tyrimai šia tema dar tik vystosi, praktikoje Kokybė 4.0 jau tampa neatskiriama šiuolaikinio verslo kokybės vadybos dalimi.

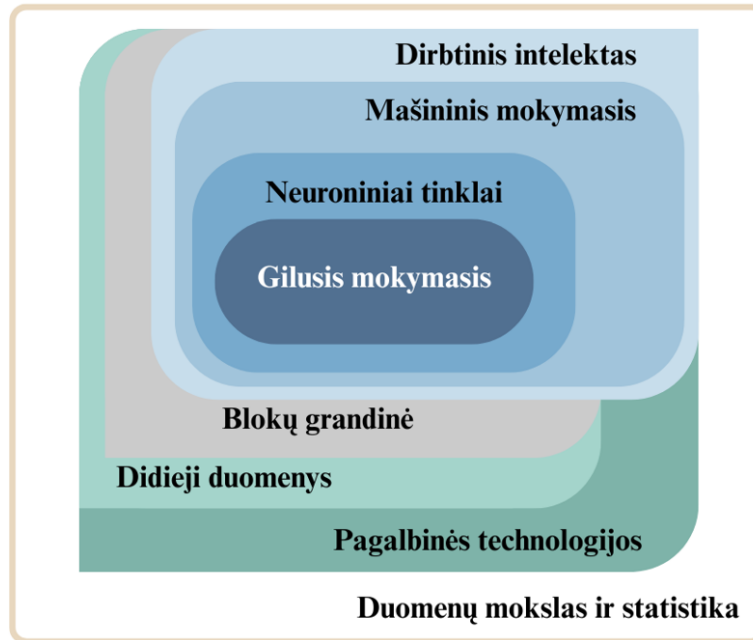
2. KOKYBĖ 4.0 PRIEMONIŲ ĮTAKA, VERTĖ IR POTENCIALAS

Įmonėms ketinančioms diegti Kokybė 4.0 priemones turėtų iškilti klausimas, o visgi kokią vertę iš tiesų sukurs, ir ar sukurs šios iniciatyvos? Radziwill (2018) pateikia vertės pasiūlymo (angl. *value proposition*) modelį, kuris gali pagelbėti struktūruotai įvertinti naudą. Siūlomos šešios pagrindinės kategorijos, kurios apibrėžia ne tik technologijų funkcijas, bet ir jų poveikį organizacijos žmogiškajam, socialiniam ir intelektiniam pagrindui. Pirmąją išskiria kaip svarbiausią iš visų:

- Papildyti (arba patobulinti) žmogaus intelektą.
- Padidinti sprendimų priėmimo greitį ir kokybę.
- Didinti skaidrumą, atsekamumą ir galimybę atlikti auditą.
- Numatyti pokyčius, atskleisti šališkumą ir prisitaikyti prie naujų aplinkybių bei žinių.
- Plėtoti santykius, organizacijos ribas ir pasitikėjimo sampratą, siekiant atskleisti nuolatinio tobulėjimo ir naujų verslo modelių galimybes.
- Mokykitės mokytis ugdydami savęs ir kitų pažinimo įgūdžius (Radziwill, 2018).

Autorė taip pat išskiria septynias kertines technologijas, kurios sudaro Kokybės 4.0, jos nuomone - pagrindinius įrankius. Tai Duomenų mokslas ir statistika, Pagalbinės technologijos, Didieji duomenys, Blokų grandinė, Dirbtinis intelektas, Mašininis mokymasis ir Neuroniniai tinklai. Šių įrankių veiksmingumas priklauso nuo integracijos ir tarpusavio ryšių. Šių priemonių sinergija leidžia kurti holistinius kokybės valdymo sprendimus, kurie vienu metu stiprina tiek technologinę, tiek žmogiškąją organizacijos dimensiją (Radziwill, 2018).

2 paveikslas. *Septyni Kokybė 4.0 įrankiai.*



Šaltinis: (Radziwill, 2020)

2.1 Duomenų mokslas ir statistika

Statistika (angl. statistics) – tai sistemingas duomenų rinkimo, analizės, interpretavimo ir pateikimo metodų rinkinys, leidžiantis objektyviai vertinti procesų našumą, nukrypimus bei pokyčių poveikį. Ji padeda nustatyti priežastinius ir nepriežastinius ryšius tarp kintamųjų, įgalindama kokybės specialistus priimti pagrįstus sprendimus, remiantis faktais, o ne intuicija (Barsalou, 2023; Escobar et al., 2021), remiantis šia teze, galima teigti, kad statistika yra sprendimų priėmimo pagrindas.

Duomenų mokslas (angl. data science) – tai tarpdisciplininė sritis, apjungianti statistiką, dirbtinį intelektą, algoritmus ir vizualizacijos metodus, kuri skirta generuoti vertingas išvagas iš didelių, įvairialypių duomenų kiekių. Jis geba prognozuoti būsimas tendencijas, optimizuoti veiklos procesus ir kurti savarankiškai besimokančias sistemas, kurios prisitaiko prie realiu laiku kintančios informacijos (Ali et al., 2022).

Duomenų mokslas ir statistika veikiančios kartu kaip disciplinos, formuoja tvirtą pagrindą skaitmeninei kokybės vadybai. Statistiniai metodai suteikia loginę struktūrą duomenų interpretavimui, o duomenų mokslas, gebėjimą analizuoti didelius duomenų srautus, automatizuoti analizes bei prognozuoti rezultatų tikimybes. Šios dvi disciplinos sinergijoje leidžia organizacijoms pereiti nuo reaktyvaus prie proaktyvaus kokybės valdymo modelio. (Zonnenshain & Kenett 2020).

Šiandien kokybės vadyba išgyvena esminius pokyčius, kuriuos lemia sparčiai besivystančios šiuolaikinės technologijos. Labai svarbią reikšmę įgyja Statistika ir duomenų mokslas (angl. statistic and data science). Jis tampa vienu pagrindinių instrumentų siekiant ne tik palaikyti, bet ir nuolat gerinti procesų kokybę. Tradiciniai kokybės valdymo metodai, paremti rankiniu duomenų rinkimu, nebeatliepia šiuolaikinės organizacijos realybės, kuriai reikalingi realiu laiku veikiančys sprendimų priėmimo įrankiai (Zonnenshain & Kenett, 2020). Duomenų mokslo ir statistikos integracija į kokybės vadybos praktiką leidžia priimti sprendimus remiantis faktais, prognozuoti rizikas bei optimizuoti gamybos, tiekimo ar paslaugų procesus (Escobar et al, 2021).

Kokybės vadyba gali pasinaudoti dirbtiniu intelektu ir automatizuotomis analizės sistemomis, kurios padeda įgyvendinti nuolatinio tobulėjimo (Kaizen) strategijas. Atsiranda didesnis darbuotojų įsitraukimas, nes darbuotojai gauna vizualiai pateiktą grįžtamąjį ryšį apie jų veiklą, pagerėja kokybės rodikliai (Ali et al., 2022).

Statistika ir duomenų mokslas neabejotinai daro teigiamą įtaką kokybės vadybai. Vis dėlto būtina atsižvelgti ir į rizikas, išskylančias dėl duomenų kokybės, kompetencijų trūkumo ir technologinio suderinamumo problemas. Netikslūs, nebaigti ar netinkamai sujungti duomenys gali lemti klaidingas išvadas, tuo pačiu ir netinkamus sprendimus. Taip pat egzistuoja rizika „persistatyti“ modelius (angl. overfitting), kai analitiniai algoritmai per gerai prisitaiko prie istorinių duomenų, bet nesugeba apdoroti naujų situacijų (Barsalou, 2023). Dar vienas ribojantis veiksnys būtų darbuotojų kompetencijų trūkumas. Kokybės specialistams neturint pakankamai žinių duomenų mokslo srityje, o analitikams nežinant kokybės vadybos principų, nesusikalbėjimas kaip rezultatas tarp komandų, gali stabdyti sprendimų įgyvendinimą (Radziwill, 2018).

Pasak Radziwill (2018), duomenų kokybei užtikrinti būtina iš anksto nusistatyti kritinius kokybės matmenis kiekviename duomenų gyvavimo ciklo etape. O didžiausias dėmesys sutelktas į tuos duomenis, kurie turi didžiausią poveikį organizacijos veiklai arba generuoja didžiausią finansinę vertę. Duomenų kokybė ir jų užtikrinimas reikalauja struktūruoto ir standartais pagrįsto požiūrio. Tokie standartai kaip ISO 8000 (duomenų kokybė), ISO/IEC 25012 (duomenų kokybės modelis) ir ISO 27001 (informacijos saugumas) yra plačiai pripažinti įrankiai, padedantys organizacijoms sistemingai vertinti, kontroliuoti ir apsaugoti informaciją. Jų taikymas leidžia įtvirtinti vienodus (standartizuotus) duomenų vertinimo kriterijus, sumažindami subjektyvumo riziką duomenų interpretavime. Būtina apsibrėžti aiškias taisykles, politiką, procesus bei atsakomybių vaidmenis, kurių organizacija laikysis valdydama duomenų srautus.

2.2 Pagalbinės technologijos

Pagalbinės technologijos (angl. Enabling Technologies) kokybės vadybos skaitmeninimo procese užima labai svarbią vietą. Šios technologijos organizacijoms leidžia rinkti, apdoroti, analizuoti ir naudoti duomenis, siekiant užtikrinti aukštesnę produktų ir paslaugų kokybę. Pateikiamos pagalbinių technologijų aprašymas lentelėje, remiantis mokslininkų įžvalgomis:

2 lentelė. *Pagalbinių technologijų panaudojimo galimybės.*

Pagalbinės technologijos	Panaudojimo galimybės	Autoriai
Daiktų internetas IoT (angl. Internet of Things)	Naudojama kokybės kontrolei, procesų stebėsenai ir duomenų rinkimui realiu laiku	Afef Saihi, Tounsi & Ghannouchi (2021)
Pramoninis daiktų internetas (IIoT)	Pramoninis taikymas IoT sprendimams, apimantis OT komponentų integraciją	Radziwill (2020); Saihi et al.(2021)
Dirbtinis intelektas (AI)	Naudojamas sprendimų priėmimui, prognozavimui, automatizavimui	Holm & Lorenz (2022); Saihi et al.(2021)
Mašininis mokymasis (angl. Machine Learning)	AI dalis, leidžianti sistemoms mokytis iš duomenų	Saihi et al.(2021)
Didžiųjų duomenų analizė (Big Data)	Analizuoja ir optimizuoja procesus pagal didelius duomenų kiekius	Escobar, McGovern & Morales-Menendez (2021)
Papildyta realybė (AR)	Vizualiai padeda operatoriams atlikti kokybės patikrą	Saihi et al.(2021); Fonseca, Amal & Oliveira (2021)
Virtuali realybė (VR)	Naudojama mokymuose, simuliacijose, kokybės analizėje	Saihi et al.(2021)
Debesų kompiuterija (angl. Cloud Computing)	Suteikia prieigą prie kokybės duomenų bet kurioje vietoje	Fonseca et. al. (2021); Saihi et al.(2021)
Blokų grandinės (angl. Blockchain) technologija	Užtikrina duomenų saugumą, atsekamumą ir skaidrumą	Ali, Shin & Song (2020); Saihi et. al (2021)
3 D spausdinimas	Naudojamas individualizuotai gamybai ir prototipų kūrimui	Saihi et. al (2021)
Kibernetinės -fizinės sistemos (CPS)	Sujungia fizinius įrenginius ir skaitmenines sistemas kokybės stebėsenai	Radziwill (2020); Saihi et. al (2021)
Skaitmeniniai dvyniai (angl. Digital Twins)	Leidžia realiu laiku stebėti fizinius procesus skaitmeninėje erdvėje	Fonseca et. al. (2021)

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Ali, Shin & Song (2020); Escobar, McGovern & Morales-Menendez (2021); Fonseca et. al. (2021); Holm & Lorenz (2022); Radziwill (2020) Saihi et. al (2021).

Šios technologijos padeda ne tik efektyviau valdyti kokybę, bet ir prognozuoti problemas, trumpinti reagavimo laiką, bei užtikrinti aukštesnį klientų pasitenkinimo lygį. Jas įdiegus kokybės vadyba ne tik atlieka kontrolės funkciją, bet ir tampa organizacijos konkurencingumo strategijos dalimi.

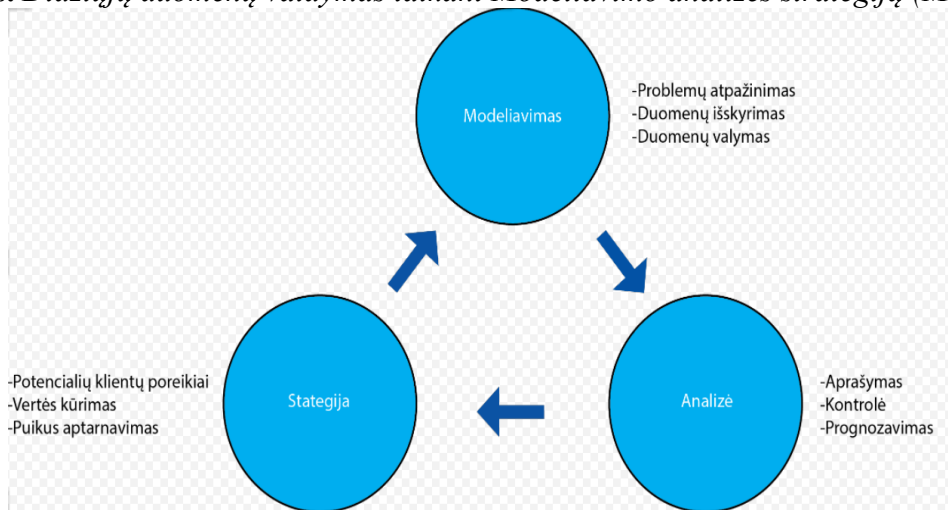
2.3. Didieji duomenys

Didieji duomenys (*angl. Big data*) (toliau – BD) galima apibrėžti kaip didelius, sparčius ir įvairius informacijos srautus, kurie reikalauja naujų sprendimų juos valdyti ir analizuoti. Taleb (2021) teigia, kad BD apima visus procesus nuo duomenų rinkimo iki analizės ir sprendimų priėmimo. Tačiau kaip akcentuoja Radziwill, tradicinės duomenų bazės nepajėgios susidoroti su dideliais duomenų kiekiais, todėl pasitelkiamos tokios platformos kaip „MapReduce“, „Hadoop“, „Hive“ ir NoSQL. Kim (2020) atkreipia dėmesį į tai, kad BD gali įtakoti konkurencinį pranašumą, nes padeda geriau suprasti klientų poreikius. Anot jo klientų elgsena ir dinamika slypi duomenyse, o šių duomenų analizė tobulina paslaugų teikimo kokybę. Jis akcentuoja modeliavimo analizės strategijos (MAS) svarbą BD valdyti.

MAS – tai sisteminė metodika, kuri leidžia apdoroti didelius ir įvairius duomenų rinkinius, padeda spręsti kompleksines problemas. Ši strategija susideda iš keturių pagrindinių etapų, tai duomenų analizės, kokybės ir modeliavimo analizės, rezultatų vizualizacijos ir interpretavimo bei sprendimų priėmimo.

Paveiksle Nr.3 pavaizduotas didžiųjų duomenų valdymas taikant modeliavimo analizės strategiją (MAS).

3 paveikslas. Didžiųjų duomenų valdymas taikant Modeliavimo analizės strategiją (MAS).



Šaltinis: (Kim, 2020).

Tačiau BD gali kelti ir iššūkių, kadangi tai reikalauja didelių resursų, o duomenų kokybė gali būti prasta. Jeigu duomenys yra nepatikimi arba prastos struktūros, jie gali klaidinti, užuot padėję

priimti sprendimus grįstus duomenimis. Tai rodo, kad technologija nėra panacėja, o sėkmė priklauso nuo tinkamo jos panaudojimo (Tablet et.al.,2021).

Vienas iš svarbesnių BD pranašumų kokybės vadybai yra matavimas, analizė ir greita reakcija (Javaid et al.,2021). Kitaip tariant, organizacijos ne tik sprendžia problemas, bet ir jų išvengia dar prieš joms įvykstant, dėl to didėja klientų pasitenkinimas, o pati veikla efektyvėja (Javaid et al., 2021). Pasak Nayal et al. (2022) personalizuota duomenų analizė padeda priimti sprendimus, orientuotus į vertę klientams. Pavyzdžiui, galima tiksliai nustatyti, kuriose gaminio ciklo stadijose kyla didžiausia rizika ir ten akcentuoti kontrolės priemones.

Apžvelgus mokslinės literatūros šaltinius, galima teigti, kad Big Data daro stiprią įtaką kokybės vadybai. Organizacijos tampa pajėgios greičiau reaguoti, geriau prognozuoti ir pagrįsti savo sprendimus faktais.

2.4 Bloko grandinė

Bloko grandinė (*angl. Blockchain*) (**BG**): tai decentralizuota, paskirstyto registro technologija, leidžianti registruoti, saugoti ir tikrinti duomenis taip, kad jie tampa nekintami, viešai atsekami ir saugūs. Kiekvienas blokas BG sistemoje susietas su ankstesniu, o įrašai tvirtinami kriptografiniais būdais ir bendru tinklo dalyvių sutarimu (Ali, Shin & Song, 2022; Sabri-Laghaie et al., 2020). Naujausi tyrimai rodo, kad BG technologiją galima integruoti su esamomis kokybės vadybos sistemomis, pavyzdžiui ISO 9001:2015 standartu, taip sustiprinant visuotinės kokybės vadybos (TQM) įgyvendinimą. Šis sprendimas ne tik užtikrintų skaidresnį ir nekintamesnį kokybės dokumentavimą, bet ir sudarytų prielaidas automatizuotam, išmaniosiomis sutartimis grįstam kokybės valdymui (Muruganandham, Venkatesh, K., Devadasan, S. R., & Harish, V. (2023).

Ali et al.(2022) aprašė Open Quality BG pagrindu veikiančią kokybės valdymo sistemą. Šios sistemos tikslas – kad visi svarbūs dalyviai tiekėjai, gamintojai, klientai ir kt., galėtų laisvai ir skaidriai keistis informacija apie kokybę. Tai lemia patikimesnį įmonės įvaizdį ir sustiprina klientų pasitikėjimą (Ali et.al., 2022).

Naudojant BG galima ne tik aiškiai matyti visus procesų įrašus, bet ir lengviau įsitikinti, ar vykdomi veiksmai padeda siekti užsibrėžtų kokybės tikslų (Sahrane & Elouadi, 2022).

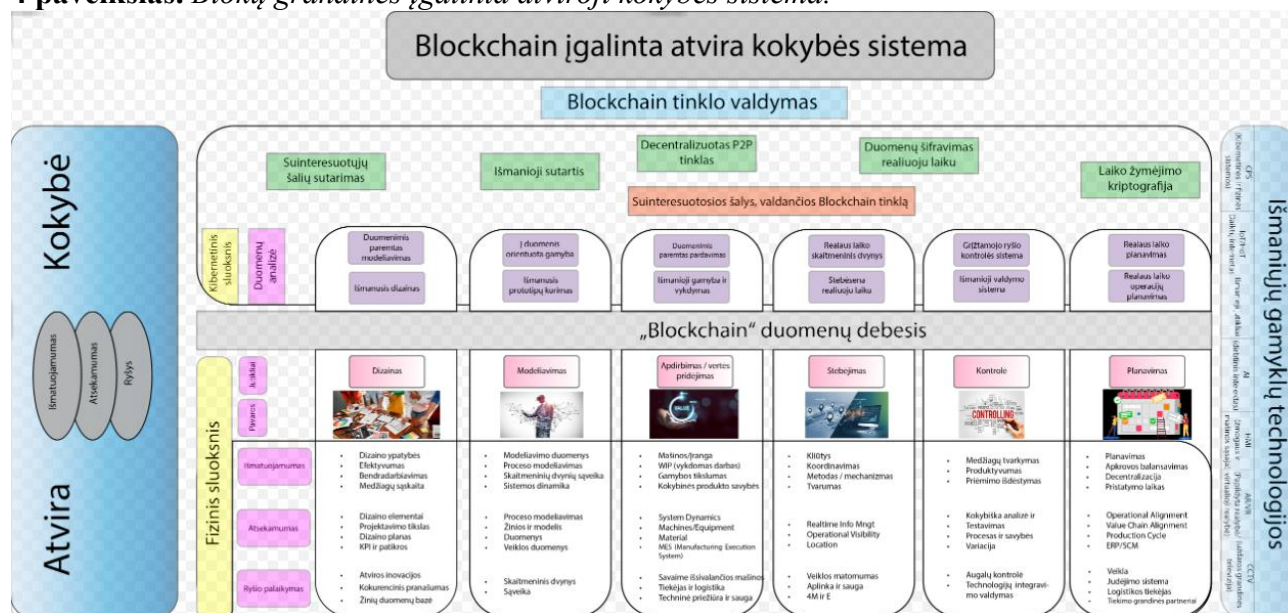
Remiantis šiuolaikiniais tyrimais, galima teigti, kad BG kokybės vadyboje gali keisti duomenų valdymo ir kokybės užtikrinimo procesus (nuo dokumentinio valdymo iki automatizuoto ir skaidraus kokybės stebėjimo modelio. Nors šiuo metu ši technologija nėra plačiai naudojama, tai dar tik pradeda atsirasti, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje nauda reikšminga.

3 lentelė. Kokybės 4.0 ir atvirosios kokybės palyginimas.

Funkcija	Atviroji kokybė	Kokybė 4.0
Apibrėžimas	Nauja kokybės strategija, kurioje atsižvelgiama į visas produktų ir paslaugų kokybės charakteristikas	Kokybės vadybos sistemos skaitmeninimas taikant technologijas
Dėmesys	Produktas / paslauga	Bendra valdymo sistema
Tikslas	Atsekamumas ir skaidrumas	Skaitmeninimas
Požiūris	Atviras ir skaidrus požiūris	Technologinis požiūris
Strategija	Technologijų plėtra ir suderinamumu pagrįsta strategija	Strategija, pagrįsta tik technologine pažanga

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Ali, 2022.

4 paveikslas. Bloko grandinės įgalinta atvirosios kokybės sistema.



Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Ali, 2022.

2.5. Dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis, neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis

Šiame skyriuje analizuojami keturi pagrindiniai skaitmeninio intelekto komponentai – dirbtinis intelektas (angl. *Artificial Intelligence*) (toliau – *DI*), mašininis mokymasis (angl. *Machine Learning*) (toliau – *MM*), neuroniniai tinklai (angl. *Neural networks*) (toliau – *NT*) ir gilusis mokymasis (angl. *Deep Learning*) (toliau – *GM*).

Dirbtinis intelektas (DI) apibrėžiamas kaip technologijų rinkinys, įgalinantis kompiuterines sistemas atlikti intelektines užduotis, kurios tradiciškai reikalauja žmogiškojo mąstymo (McKinsey & Company, 2023). DI apima platų technologijų spektrą – nuo procesų automatizavimo iki duomenų analizės, sprendimų priėmimo, kalbos atpažinimo ir vizualinės analizės. Ši technologija sudaro ketvirtosios pramonės revoliucijos pagrindą ir yra esminė skaitmeninių inovacijų dalis verslo ir gamybos sektoriuose.

Naujausi tyrimai atskleidžia, kad DI integravimas į kokybės vadybos sistemas transformuoja organizacijų požiūrį, leidžiant pereiti nuo reaktyvaus kokybės užtikrinimo prie proaktyvaus kokybės valdymo, grindžiamo išsamia realaus laiko duomenų analize (Saihi et al., 2021). Šis paradigmos pokytis įgalina organizacijas tiksliau prognozuoti potencialius neatitikimus ir imtis prevencinių veiksmų dar prieš jiems pasireiškiant, taip reikšmingai sumažinant nekokybiškos produkcijos ar paslaugų riziką.

Mašininis mokymasis (MM) yra specializuota DI posritis, leidžiantis sistemoms mokytis iš duomenų ir tobulinti savo veikimą be tiesioginio programavimo intervencijos. Zeng ir kt. (2022) pabrėžia, kad ši technologija ypač vertinga kokybės kontrolės procesuose, kur būtina analizuoti didelius duomenų kiekius ir identifikuoti anomalijas.

Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis.

Neuroniniai tinklai (NT) – tai pažangūs DI modeliai, sukurti imituojant žmogaus smegenų neuroninių jungčių veikimą. Jie yra ypač veiksmingi sprendžiant sudėtingų ir nestruktūruotų duomenų – pavyzdžiui, vaizdų, garsų ar natūralios kalbos – analizės ir atpažinimo problemas.

Kokybės vadybos srityje NT sėkmingai taikomi vizualiniam produktų tikrinimui, defektų aptikimui bei prediktyvinei analizei numatant įrangos gedimus. Dumas ir kt. (2023) nurodo, kad tokios sistemos ne tik sumažina priklausomybę nuo žmogiškųjų resursų, bet ir reikšmingai padidina tikrinimo tikslumą bei patikimumą. Autoriai akcentuoja, kad NT integravimas į kokybės vadybos sistemas sudaro sąlygas perėjimui prie išmanesnės, duomenimis grindžiamos kokybės kultūros.

Gilusis mokymasis (GM) – tai pažangiausia mašininio mokymosi forma, naudojanti sudėtingus daugiasluoksnius neuroninius tinklus. Ši technologija įgalina automatizuoti itin kompleksines užduotis, tokias kaip vaizdo analizė, subtilių gamybos defektų klasifikavimas ar holistinės kokybės užtikrinimo rekomendacijos.

GM integracija į kokybės vadybos sistemas leidžia pasiekti precedento neturintį automatizavimo lygmenį, ypač kai būtini realaus laiko sprendimai sudėtingose gamybos aplinkose. Tai ypač aktualu Pramonės 4.0 kontekste, kur kokybės valdymas evoliucionuoja į dinamišką,

savireguliuojantį procesą (Positive Effect of Industry 4.0 on Quality, 2021). Autoriai pabrėžia, kad GM algoritmų gebėjimas prisitaikyti prie besikeičiančių sąlygų yra esminė išmaniosios kokybės vadybos prielaida.

DI technologijų sinergija kokybės vadybos sistemose

Šiuolaikinės organizacijos siekia maksimaliai išnaudoti DI, MM, NT ir GM technologijų sinergiją. Borges ir kt. (2019) nurodo, kad šių technologijų integravimas į kokybės vadybos sistemas leidžia sukurti išmanias, adaptyvias sistemas, gebančias nuolat mokytis ir tobulėti. Autoriai pabrėžia, kad tokia sinergija ne tik pagerina kokybės rodiklius, bet ir sukuria konkurencinį pranašumą per geresnį klientų poreikių supratimą.

Leone ir kt. (2021) akcentuoja, kad DI technologijų taikymas transformuoja pačią kokybės vadybos prigimtį – nuo standartizuotų procedūrų prie dinamiškos, kontekstinės kokybės sampratos. Šie autoriai pabrėžia, kad DI įgalinta kokybės vadyba tampa ne tik tikslesnė, bet ir proaktyvesnė, gebanti numatyti potencialius iššūkius ir galimybes.

Praktinis pritaikymas ir ateities perspektyvos

Moksliniai tyrimai patvirtina, kad DI technologijos turi platų pritaikymo spektrą įvairiuose kokybės vadybos procesuose. Saihi ir kt. (2021) pažymi, kad NT ir GM algoritmai ypač veiksmingi identifikuojant subtilius defektus ar anomalijas, kurios būtų nepastebimos naudojant tradicines priemones. Zeng ir kt. (2022) pabrėžia MM algoritmų naudą kuriant naujas paslaugas, pagrįstas išsamia klientų elgsenos analize.

Svarbu pažymėti, kad sėkmingam DI technologijų integravimui į kokybės vadybos sistemas būtina atsižvelgti ne tik į techninius aspektus, bet ir į organizacinę kultūrą bei žmogiškųjų išteklių pasirengimą. Borges ir kt. (2019) nurodo, kad DI sprendimai remiasi ne vien technologija, bet ir žmonėmis – organizacijoms būtina investuoti į kompetentingo personalo, gebančio efektyviai valdyti pažangias DI sistemas, ugdymą.

Apibendrinant galima teigti, kad dirbtinis intelektas ir jo komponentai – mašininis mokymasis, neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis – iš esmės keičia kokybės vadybos sistemų veikimą ir efektyvumą. Šios technologijos leidžia organizacijoms dirbti tiksliau, efektyviau ir strategiškiau, transformuojant kokybės užtikrinimo praktikas ir sukuriant prielaidas kokybės kultūrai, grindžiamai duomenimis ir įžvalgomis.

Šiuolaikinės kokybės vadybos sistemos, įgalintos dirbtinio intelekto sprendimų, tampa ne tik efektyvesnės, bet ir gebančios labiau prisitaikyti prie besikeičiančios verslo aplinkos, evoliucionuojančių klientų poreikių ir technologinės pažangos. Kaip pažymi Dumas ir kt. (2023), DI

integravimas į kokybės vadybą sudaro prielaidas perėjimui nuo kokybės užtikrinimo prie kokybės optimizavimo, atverdamas naujas galimybes organizacijoms kurti vertę ir užsitikrinti ilgalaikį konkurencinį pranašumą.

3. KOKYBĖS VADYBOS SISTEMŲ REZULTATYVUMAS

3.1. Kokybės vadybos sistemos

Kokybės vadybos sistema (angl. *Quality Management System*) – tai koordinuotų veiklų visuma, kuria siekiama užtikrinti organizacijos veiklos efektyvumą, rezultatyvumą ir nuolatinį kokybės gerinimą. Pagal ISO 9000:2015 standartą, KVS yra organizacijos struktūrų, atsakomybių, procesų, procedūrų ir išteklių sistema, skirta užtikrinti, kad produktai ar paslaugos atitiktų klientų ir teisinių reikalavimų lūkesčius ir būtų nuolat tobulinami (ISO, 2015).

Kokybės vadybos sistema (toliau – KVS) veikia kaip sisteminis valdymo mechanizmas, kuris remiasi standartizuotais procesais, dokumentuotomis procedūromis bei visų darbuotojų ir vadovybės įsitraukimu. Ji padeda gerinti ne tik produktų ir paslaugų kokybę, bet ir užtikrinti nuoseklų, duomenimis pagrįstą vadybos sprendimų priėminą (Petrovska & Gjorgjeska, 2018).

Mourougan ir Sethuraman (2017) pabrėžia, kad KVS turi būti integruojama į visas pagrindines verslo funkcijas, taikant procesinį požiūrį, PDCA (planuok – (angl. *Plan*), daryk – (angl. *Do*), tikrink – (angl. *Check*), veik/koreguok – (angl. *Act/Adjust*)) ciklą bei rizikomis grįstą mastymą. Zgirska, Ruževičius ir Ruželė (2021) papildoma, kad efektyvi KVS ne tik integruojama į procesus, bet ir sustiprina organizacijos valdymą, didina darbuotojų įsitraukimą bei gerina veiklos rezultatus.

Kokybės vadybos sistemų (toliau - KVS) standartizavimas buvo pradėtas diegiant 1979 m. BS (angl. *British Standard*) 5750 standartas. 1987 m. Tarptautinė standartizacijos organizacija (ISO) (angl. *International Standard Organization*) perėmė BS 5750 standarto elementus ir išleido ISO 9000 serijos standartus (Muruganandham, Venkatesh, K., Devadasan, S. R., & Harish, V. (2023)).

Kokybės vadybos sistemų raida. KVS raida per pastarąjį šimtmetį ženkliai transformavosi. Pokyčiai vystėsi nuo paprasto produkcijos tikrinimo iki plačiai taikomų vadybos modelių. Ši raida apima šiuos svarbiausius etapus: Kokybės kontrolė (QC) – orientuota į galutinio produkto tikrinimą ir defektų nustatymą; kokybės užtikrinimas (QA) – perėjimas prie procesų kontrolės, siekiant išvengti defektų; Visuotinė kokybės vadyba (TQM) – visų organizacijos narių įsitraukimas, klientų orientacija ir kultūrinis kokybės valdymas; tarptautinių standartų taikymas – 1979 m. įdiegtas pirmasis britų standartas BS 5750, kuris 1987 m. tapo ISO 9000 serijos pagrindu, (Muruganandham et al., 2023).

Iki 2000 m. buvo taikomi trys skirtingi standartai, t. y. ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003, o jau nuo 2000 m. buvo pereita prie vieningo standarto t. y. ISO 9001 naudojimo, kuris tapo plačiausiai naudojamu kokybės vadybos standartu (Muruganandham et al., 2023).

Radziwiłł (2018) teigia, kad ISO 9001:2015 yra kriterijų rinkinys, leidžiantis organizacijai demonstruoti gebėjimą tenkinti klientų poreikius ir stiprinti pasitikėjimą. Tuo tarpu Hoyle (2017) teigia, kad ISO 9001 standartas yra grįstas gerąja praktika ir orientuotas tiek į efektyvumą, tiek rezultatyvumą. Jis tinka įvairaus tipo organizacijoms ir gali būti integruojamas su kitais vadybos sistemų standartais, pavyzdžiui ISO 31000 – rizikos valdymui ar ISO 56002 – inovacijų vadybai (Lai, 2022). Vadybos sistemos lygmeniu ISO 9001 kokybės vadybos sistema ir ISO 56002 inovacijų vadybos sistema siūlomi naudoti kaip pagrindiniai inovacijų kokybės standartai. (Lotto Kim Hung Lai, 2022)

ISO/TS 800 – duomenų kokybės standartas, kuris apima pagrindinių duomenų valdymo procesus ir jų kokybės užtikrinimą. Standartas skatina sisteminių požiūrį į informacijos valdymą visuose organizacijos lygmenyse (Radziwiłł, 2018).

Kokybės vadybos sistemų klasifikacija. Pasak Petrovska (2018) KVS klasifikuojamos pagal taikymo mastą, struktūrą ir integracijos lygį, t.y. sertifikuotos pagal ISO 9001; Integruotosios vadybos sistemos (IMS); sektoriniai standartai pvz: ISO/TS 16949 – automobilių pramonei, ISO 13485 – medicinos prietaisams, ISO/TS 29001 – naftos ir dujų sektoriui.

KVS tai – labai svarbi organizacijos dalis, padedanti užtikrinti veiklos efektyvumą, rezultatyvumą ir nuolatinį kokybės gerinimą. Jos vertė pasireiškia ne tik atitikimu reikalavimams, bet ir gebėjimu kurti ilgalaikę kokybės kultūrą.

3.2 Kokybės vadybos sistemų rezultatyvumas

Analizuojant mokslinę literatūrą, buvo atkreiptas dėmesys į dvi sąvokas – rezultatyvumas (angl. *Effectiveness*) ir efektyvumas (angl. *Efficiency*). Kadangi kyla rizika jas skirtingai interpretuoti ar net sugretinti šias dvi sąvokas. Siekiant aiškiai suprasti, kas yra Kokybės vadybos sistemos (toliau – KVS) rezultatyvumas (angl. *Effectiveness of the Quality Management System*), remtasi ISO 9000:2015 standarte pateiktu apibrėžimu, kuris nurodo, kad rezultatyvumas – tai „planuotų veiklų įgyvendinimo ir planuotų rezultatų pasiekimo laipsnis“ (ISO, 2015). Šis rodiklis atspindi, kaip efektyviai kokybės vadybos sistema padeda pasiekti tikslus ir teikti paslaugas, atitinkančias klientų ir reglamentų reikalavimus.

Tai skiriasi nuo efektyvumo, kuris matuoja santykį tarp pasiekto rezultato ir panaudotų išteklių. Pasak Ruževičius (2010), efektyvumas dažnai matuojamas formaliai ar organizacija atitinka

reikalavimus, ar turi sertifikatus – tuo tarpu rezultatyvumas leidžia įvertinti, ar sistemos taikymas iš tikrųjų prisideda prie kokybės gerinimo ir klientų pasitenkinimo.

Tikslų vaidmuo KVS rezultatyvumo vertime atlieka didelį vaidmenį, tai akcentuoja (Serafinas & Ruževičius, 2009). Jų pateikta klasifikacija pagal tris aspektus: atviri baigtiniai; kompleksiniai, integruoti ir vienetiniai; strateginiai, taktiniai ir operatyviniai, padeda sistemiškai analizuoti, ar kokybės vadybos sistemoje keliami tikslai yra pakankamai aiškūs, suderinti ir orientuoti į veiksmingą rezultatų siekimą.

Pasak Faritova (2018) KVS rezultatyvumo vertinimas turi būti nuoseklus ir apimantis įvairias sritis. Autorė išskiria penkis vertinimo aspektus: nuolatinio tobulėjimo kultūrą, KVS procesų veiksmingumą, veiklos našumą, produktų kokybės gerinimą ir klientų pasitenkinimą.

Tai patvirtina ir Ali ir kt. (2020). Jie naudodami struktūrinių lygčių modelį, parodė, kad didžiausią įtaką KVS rezultatyvumui daro klaidų prevencija, vadovybės įsipareigojimas, darbuotojų kompetencija ir nuolatinis tobulėjimas. Jų tyrimų rezultatais buvo padaryta išvada, kad 46 procentai organizacijos veiklos rezultatų galėjo būti paaiškinami KVS rezultatyvumu.

Visgi, atliekant mokslinės literatūros analizę, buvo pastebėta, kad susiduriama ir su iššūkiais įgyvendinant KVS. Faritova (2018) ir Ruževičius (2010) mini kelis svarbius neigiamus aspektus: organizacijos KVS diegia tik dėl sertifikato, darbuotojai ne visada suvokia prasmę ir neįsitraukia, vertinimo rodiklių neapibrėžtumas ir neaiškumas, KVS dažnai būna atsieta nuo strateginio organizacijos valdymo.

Kokybės vadybos sistemų rezultatyvumas – yra esminis rodiklis, leidžiantis įvertinti, ar kokybės vadybos sistema ne tik įdiegta formaliai, bet ir veikia kaip veiksminga organizacijos tobulinimo priemonė. Esminė sąlyga – aiškiai apibrėži ir strateginiu lygmeniu integruoti tikslai, vadovybės įsipareigojimas, darbuotojų įsitraukimas ir nuolatinio tobulėjimo kultūra. Siekiant aukšto rezultatyvumo, vien ISO sertifikato nepakanka. Svarbiausia yra tai, kaip sistema veikia praktikoje ir kokius rezultatus ji leidžia pasiekti.

4. KOKYBĖS 4.0 PRIEMONIŲ ĮGYVEDINIMO ĮTAKA KOKYBĖS VADYBOS SISTEMOS REZULTATYVUMUI EMPIRINIS TYRIMAS

4.1 Empirinio tyrimo metodologija

Tyrimo tikslas: Ištirti kaip atskiros kokybė 4.0 priemonės veikia klientų pasitenkinimą, produkto kokybę, veiklos našumą, procesų veiksmingumą, nuolatinio tobulėjimo kultūrą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Naudojantis mokslinė literatūros analize, atrinkti Kokybė 4.0 priemones.
2. Atrinkti KVS rezultatyvumo matavimo kriterijus.
3. Sukurti konceptualųjį tyrimo modelį.
4. Parengti pusiau struktūruoto interviu apklausos klausimyną.
5. Remiantis empirinio tyrimo rezultatais, pateikti išvadas apie Kokybė 4.0 priemonių įtaką KVS rezultatyvumui.

Empirinio tyrimo metodologija – Pasirinktas *Kokybinis tyrimas*. Šį pasirinkimą lėmė mokslinių tyrimų trūkumas, ir žemas įmonių naudojančių Kokybė 4.0 priemones Pramonė 4.0 kontekste ištyrimo lygis.

Kokybiniams duomenims surinkti buvo naudotas *individualus pusiau struktūruotas interviu* – ši kokybinio interviu forma pasirinkta dėl lankstumo interviu eigoje, t. y. galimybės į iš anksto parengtą interviu klausimyną įtraukti papildomų klausimų interviu metu (Gaižauskaitė ir Valavičienė, 2016). Pusiau struktūruotas interviu – tai vadovaujamas pokalbis, kurio metu užduodami atviri klausimai, o pašnekovas gali sakyti viską, ką galvoja šia tema (Waller ir kt., 2016).

Duomenų apdorojimui atliktas kokybinės turinio analizės metodas (angl. *conect analysis*). Šis metodas vertingas tuo, kad koduojant kokybinius duomenis pasirinktoje sistemoje, ne tik sumažėja jų apimtis, bet ir kategorizuojami duomenys, dėl to lengviau koncentruotis tik į detales konkrečiai susijusias su tyrimo klausimu. Kokybinė turinio analizė atlikta „Microsoft Office 365“ paketo programa „Microsoft Excel“, interviu respondentų garso įrašai, transkripcijos apdoroti „Maxqda“ programa.

Tyrimo instrumentas. Klausimyną sudaro 2 blokai. 1-ame klausimai susiję su tiriamąja tema, t. y. kaip Kokybė 4.0 priemonės įtakoja KVS rezultatyvumą. 2-ame demografinio ir informacinio pobūdžio. Klausimai buvo pateikti, Lietuvoje veikiančių įmonių KVS diegimo ir kokybės

užtikrinimo, KVS auditą atliekantiems ekspertams, turintiems daugiau kaip 10 m. praktinės patirties. Klausimynas pateikiamas priede Nr.1 .

Klausimyno sudarymo principai. Atlikus mokslinės literatūros analizę, atrinkti tyrimo klausimynui tinkantys kriterijai, jų pagrindu sudarytas klausimynas. Pažymėtina, kad analizuojant mokslinę literatūrą mokslininkai išskiria skirtingas technologijas, kurios tinkamos pakeisti ir pagerinti verslo procesus, kaip pavyzdžiui (Papageorgiou, 2018; Tripathi, 2018; Hartley ir Sawaya, 2019), įvardija tris technologijas: robotinis procesų automatizavimas, dirbtinis intelektas ir blokų grandinės. Pasak (Javaid et al., 2021) tai – dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis, gilusis mokymasis, didieji duomenys, daiktų internetas, debesų kompiuterija, papildytoji ir virtualioji realybė, skaitmeniniai dvyniai, dėvimieji įrenginiai, išmanūs jutikliai, robotika, kibernetinės fizinės sistemos, 3D/4D spausdinimas, mobiliosios platformos ir įrenginiai, statistinė analizė, blokų grandinė, kompiuterinė rega.

Klausimyno pagrindui sudaryti buvo remtasi (Radziwill, 2018) išskirtomis septyniomis priemonėmis, tai – duomenų mokslas ir statistika, pagalbinės technologijos, didieji duomenys, blokų grandinė, dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis, neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis. Autorės nuomone šios priemonės puikiai tinka kokybei gerinti (Paveikslas Nr.2). Šį pasirinkimą lėmė tai, kad šios (Radziwill, 2018) išskirtos priemonės buvo ir tarp dažniausiai minimų kituose moksliniuose darbuose.

Pasak (Zajaskas, Ruževičius 2010) valdyti galima tik tą veiklą, kurią galima išmatuoti ir įvertinti, įmonės veiklos vertinimas yra neatsiejama valdymo funkcijos dalis, o rezultatyvus įmonės valdymas bene svarbiausių sąlygų, norint kad įmonė ne tik išgyventų, bet būtų konkurencinga ir augtų. Dėl šios priežasties įmonių vadovai turi atlikti KVS rezultatyvumo analizes ir stebėti koks yra kokybės tikslų pasiekimo laipsnis. Autorė KVS rezultatyvumui pamatuoti, išskyrė šiuos įtakos sričių kriterijus – klientų pasitenkinimas (KP), produkto kokybės gerinimas (PKG), Veiklos našumas (VN) KVS procesų veiksmingumas (KVSPV), nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK).

Visi klausimyno klausimai sudaryti autorės. Greta pagrindinių klausimų, numatyti ir kontroliniai klausimai, apimantys ir platesnę teorinės medžiagos paaiškinimą, kurie interviu metu buvo užduoti ir/ar patikslinti, siekiant gauti platesnius atsakymus.

Tiriama populiacija. Lietuvos Respublikoje veikiančios privačios įmonės įdiegusios savo organizacijoje, bent 1 iš Kokybės 4.0 priemonių. Iš viso tyrimo metu apklausta 10 respondentų.

Tyrimo dalyvių atrankos metodai. Tyrimo imčiai suformuoti, t. y. tyrime dalyvausiančioms organizacijoms atrinkti, pasirinktas taikyti *mišriosios tikslinės atrankos* (angl. *combination or mixed*

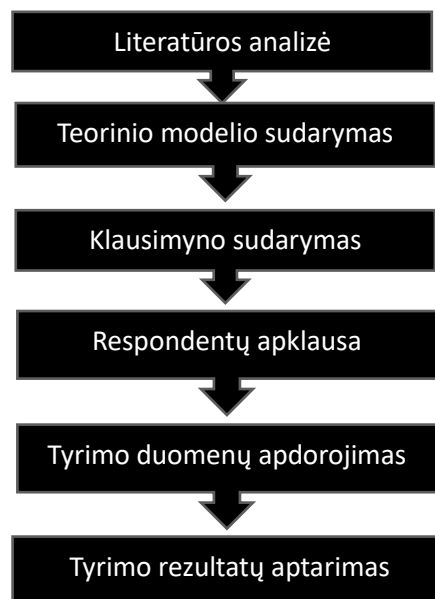
purposeful) būdas, derinant jį su *maksimaliai įvairių atvejų atrankos* (angl. *maximum variation sampling*) ir *kriterinės atrankos* (angl. *criterion sampling*) būdus. Įmonės pasirinktos vadovaujantis kriterijais: 1. Organizacija yra įregistruota registru centre. 2. Organizacija nėra inicijavusi bankroto procedūros, nėra likviduojama.

Tyrimo dalyvių charakteristika. Atrinktų organizacijų vadovams ir kitiems respondentams buvo išsiųsti el. laišakai su pasiteiravimu dėl leidimo atlikti tyrimą jų organizacijoje, bei asmeniniu kvietimu į interviu. Buvo atsižvelgta į respondentų pageidavimą neatskleisti duomenų t. y. vardų, pavardžių ir įmonių pavadinimų. Todėl užtikrinant duomenų saugą ir konfidencialumą, visi įmonių pavadinimai, vardai ir pavardės koduoti taip, kad nebūtų įmanoma nustatyti ar kitaip atpažinti apklaustųjų asmens bei įmonių pavadinimų ir kitų duomenų.

Tyrimas atliktas vadovaujantis tyrimo planu (žr. pav. Nr.5). Apžvelgus mokslinių tyrimų metodologiją, pasirinktas pusiau struktūruotas tyrimo apklausos metodas, taikant klausimyną (interviu). Apklausti 4 įmonių aukščiausios grandies vadovai, 6 Kokybės 4.0 priemonių ir KVS ekspertai, savo įmonėse atsakingi už Kokybės 4.0 priemonių ir KVS vystymą. Ekspertų apklausai sudarytas anketinis klausimynas (žr. priedą Nr.1), pagal Kokybės 4.0 priemonių ir KVS rezultatyvumo modelį (žr. pav. 6) ir detalų modelį (žr. pav. 7). Klausimynas sudarytas iš 2 blokų klausimų. Pirmasis – 38 klausimai, su galimybe papildyti, interviu metu. 2-asis – 5 atviro tipo informaciniai klausimai.

Tyrimas vykdytas 2024 m. – gegužės 2025 m. gegužės mėn., vadovaujantis tyrimo eiga (žr. pav. 5).

5 paveikslas. *Tyrimo eiga*



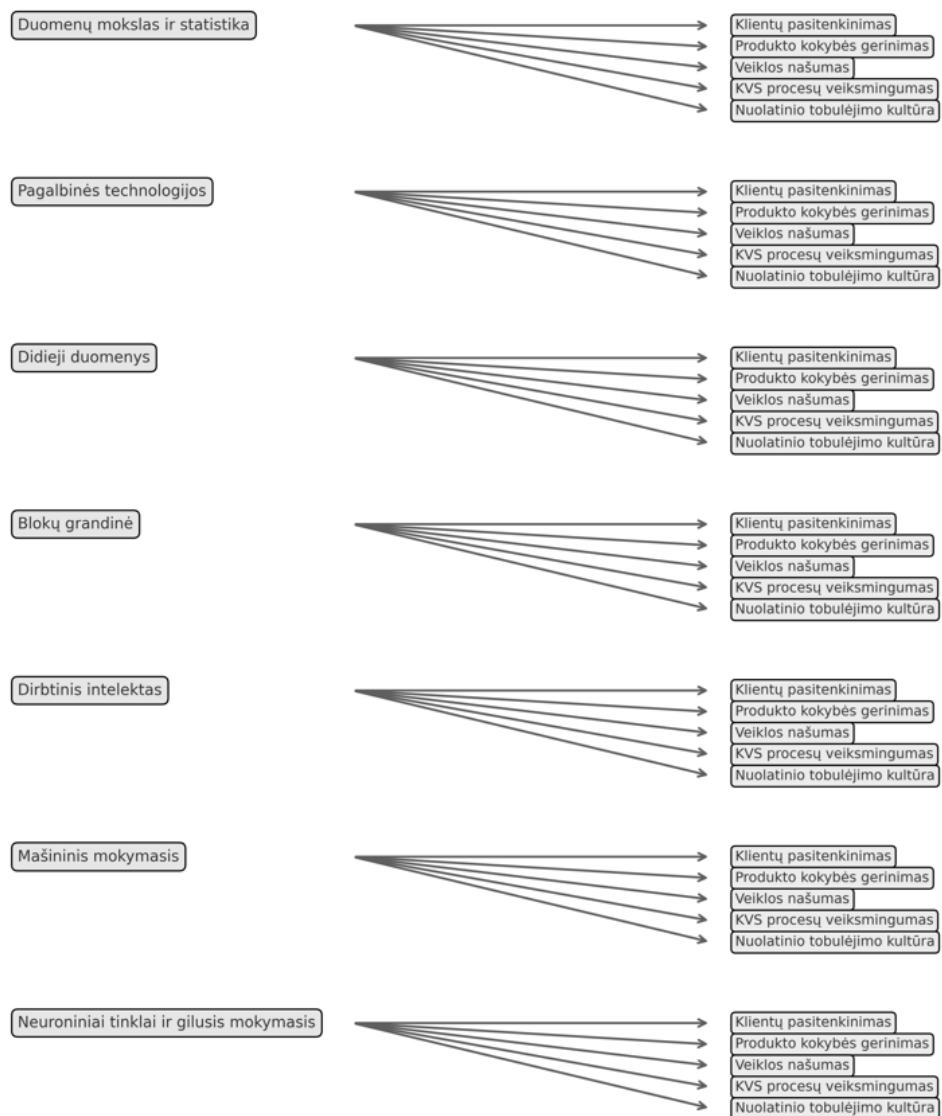
Šaltinis: sudaryta autorės

Konceptualusis empirinio tyrimo modelis suformuotas remiantis atliktos mokslinės literatūros analizės rezultatais. Scheminis tyrimo modelio atvaizdavimas pateiktas 6 paveiksle.

6 paveikslas. *Konceptualusis empirinis Kokybė 4.0 priemonių įtakos KVS rezultatyvumui tyrimo modelis.*



7 paveikslas. *Detalusis empirinis Kokybė 4.0 priemonių įtakos KVS rezultatyvumui tyrimo modelis*



Šaltinis: sudaryta autorės

4.2. Tyrimo rezultatų analizė ir interpretavimas

Siekiant geriau suprasti tyrime dalyvavusių ekspertų profilius ir jų patirtį kokybės vadybos srityje, 4 lentelėje pateikiama pagrindinė informacija apie respondentus – jų atstovaujamas organizacijas, veiklos sritis ir praktinę patirtį. Tai leidžia vertinti pateiktų išvalgų kontekstą ir patikimumą.

4 lentelė. Respondentų patirtis.

	Įmonės veiklos sritis	Pareigos organizacijoje, praktinė patirtis
R1	IT finansų sektoriuje	Aukščiausio lygmens vadovas, ilgametė patirtis IT produktų kūrimo srityje, daugiau nei 15 m. praktinė patirtis
R2	Finansai, skaitmeninės paslaugos	Aukščiausio lygmens vadovas, verslo procesų ekspertas/konsultantas daugiau nei 20 m. praktinė patirtis.
R3	Medicinos technologijų	Tarptautinių verslo operacijų departamento vadovas, turintis daugiau kaip 13 m. praktinės patirties KV srityje
R4	Programinės įrangos gamyba	Aukščiausio lygmens vadovas, turintis ilgametę praktinę patirtį KV srityje 10 m. praktinę patirtį
R5	KVS auditas	Aukščiausio lygmens vadovas, turintis daugiau kaip 20 m. KVS auditų srityje
R6	Farmacijos produktų gamyba	Kokybės vadovas, KVS specialistas/auditorius, turintis daugiau kaip 15 m. praktinės patirties KV srityje
R7	IT produktų kūrimas	Kokybės užtikrinimo vadovas/analitikas (kokybę užtikrinantis per duomenų analizę), praktinė patirtis daugiau kaip 7 m.
R8	Gamybos (neatskleidžiama)	Eksporto vadovas, turintis 10 m. praktinės patirties KV srityje
R9	Gamybos (neatskleidžiama)	IT departamento direktorius, turintis 10 m. praktinės patirties
R10	Neatskleidžiama	Kokybės vadovas, Verslo atitikties vadovas, patirtis KV srityje daugiau kaip 10 m.

Šaltinis: sudaryta autorės

Duomenų mokslo ir statistikos įtaka klientų pasitenkinimui.

Kalbinti respondentai Duomenų mokslą ir statistiką pažymi esminiu elementu, vertinant klientų pasitenkinimo lygį. Respondentai vieningai pabrėžia, kad pasitenkinimo lygis turi būti pagrįstas kiekybiniais duomenimis. Be kiekybinių duomenų vertinimas tampa neįmanomu. „Jeigu tu negali apibrėžti kliento pasitenkinimo skaičiais ar duomenimis – nežinosi koks jo pasitenkinimas. Antra, kai turi duomenų bazę, duomenų ežerus, gali daryti išvadas.“ (R3). Šios nuomonės laikosi ir

Zeng et al., (2022) pasak jo, skaitmeninių duomenų analizė leidžia tiksliai įvertinti klientų patirtį ir elgseną.

Duomenų mokslas ir statistika leidžia identifikuoti problemas ir tobulintinas sritis. Naudojant DMS galima ne tik stebėti, bet ir suprasti klientų patirtį, nustatyti labai aiškias silpnąsias vietas ir nukreipti dėmesį į tikslines problemines sritis „Matydami detales pagal tam tikrus klientų tipus gali pamatyti labai aiškų vaizdą, kuriose vietose yra klientų pasirinkimas geras ar blogas, be duomenų mokslo tiesiog negalime to pasakyti“ (R3). „Gauni tu formą ir žiūri, kas blogai, kas gerai, ir tada jau eini gilyn“ (R10).

Greitas reagavimas į klientų pasitenkinimo pokyčius labai svarbus organizacijos gebėjimas tai pabrėžia ir A6 respondentas – „Klientų pasitenkinimas yra procesas kurį valdai <...> krentant kažkokiam reitingui gali greičiau reaguoti, priimti kažkokių korekcinius veiksmus“ (A6). Šiai respondento minčiai pritaria Barcalou (2023), jis akcentuoja nuspėjamojo modeliavimo svarbą klientų pasitenkinimo stebėsenai.

Duomenys padeda optimizuoti procesus, klientų pasitenkinimo lygiui didinti. Duomenų mokslas ir duomenų analizė leidžia patobulinti veiklos procesus su mažesniais ištekliais, tačiau su aukštesniu kokybiniu rezultatu klientui. „Surinkti duomenys leidžia identifikuoti tam tikrus informacijos vienetų ar faktorius, kurie paveikia kliento pasitenkinimą <...> su mažiausiais resursais didžiausias kokybės pagerėjimas ir klientų pasitenkinimas“ (R2).

Duomenų mokslas ir statistika labai svarbus elementas vertinant klientų pasitenkinimą. Duomenys leidžia suprasti klientų elgsenos gilumines priežastis, identifikuoti problemines sritis, laiku taikyti korekcijas bei nuolatos siekti aukštesnės kokybės ir klientų lojalumo rodiklių.

Duomenų mokslo ir statistikos įtaka produkto kokybei.

Produkto kokybė remiasi duomenimis ir informacija, tai pagrindinis kokybės vertinimo šaltinis. Tik duomenų pagrindu galime objektyviai vertinti produkto atitikimą kokybės standartams. „Tik iš duomenų ir informacijos mes galime pasakyti ar produktas kokybiškas, ar nekokybiškas <...> tai pagrindas iš ko verslas daro sprendimus“ (R3). Ši respondento nuomonė sutampa su Dumas et.al (2023), jis teigia, kad kokybės užtikrinimas pereina į realaus laiko kontrolę, Didžiųjų duomenų ir AI pagalba.

Duomenų mokslas naudojamas kaip pagrindinė kontrolės priemonė, galinti aptikti neatitiktis produkto kūrimo ar paslaugų teikimo metu „Duomenų mokslas leidžia produkto gaminimo ar

paslaugos suteikimo metu surinktus duomenis: panaudoti, aptikti, stebėti“ (R2). „Tai labai priklauso kaip ir visur, kur susidėlios taškus“ (R6).

Duomenys leidžia ne tik stebėti dabartinę kokybę, bet ir nuspėti galimus kokybės trūkumus ateityje. „galima nuspėti tam tikras tendencijas, suprasti, kaip konkretų produktą tobulinti <...> galima nuspėti, kokiose vietose jis neveiks ateityje“ (R3). Tai atitinka Lai (2022) požiūrį, jis pabrėžia, kad kokybės tobulinimas turi būti paremtas statistiniu stebėjimu.

Statistinių duomenų patikimumas yra tiesiogiai susijęs su tikslu produkto įvertinimu apie produkto veikimą ir patikimumą. „Produkto kokybė susijusi su patikimumu, todėl statistinių duomenų patikimumas gerina ir produkto kokybę“ (R4).

Duomenų pagrindu galima suformuoti procesų kontrolės taškus, stebėti kokybinius parametrus, skaičiuoti variacijas ir atlikti korekcinius veiksmus. Pasak respondento (R6) „per duomenis matuoja produkto kokybę <...>, tada validuoja procesą <...> susideda taškus, kuriuos kontroliuoja, kuriuos stebi, kur surenki duomenis“.

Duomenys padeda greitai identifikuoti neatitiktis tarp nusistatytų tikslų ir esamos padėties, suprasti klientų poreikius ir tuoj pat imtis korekcinių veiksmų. „Iš duomenų, kuriuos mes gauname ir renkame iš klientų, galime matyti, ar mūsų produktas veikia, kaip mes tikimės, ar yra kažkokių klaidų ir tuo pačiu staigiai reaguoti ir taisyti savo klaidas <...> Padeda greitai reaguoti į kliento pageidavimus ir produkto visas ypatybes <...> tai sudaro galimybę, greitai reaguoti ir kokybę taisyti daug greičiau (A7).

Duomenų analizės pagrindu galime analizuoti vidinius ir išorinius veiksnius, darančius įtaką produkto kokybei, tai akcentuoja respondentas (R5) „ta duomenų analizė tai yra labai svarbus dalykas. Vien susirinkus tokius vidinius išorinius veiksnius silpnąsias stipriąsias puses savo“.

Duomenų mokslas ir statistika leidžia vystyti produktą, atlikti konkurencinę analizę, patobulinti naujas produkto funkcijas. Pasak respondento (R1) „Naudojant Duomenų mokslą ir statistiką galima produktą vystyti naujom kryptim <...> galima analizuoti visą aibę klientų, kurie turi panašių įpročių ir kokius jie dar naudoja produktus <...> prijungiant CRM , t. y. siūlyti klientui panašius produktus <...> visa tai galima panaudoti prie produktų naujų funkcijų.“ (R1).

Apibendrinant galima teigti, kad Duomenų mokslas ir statistika leidžia pagrįsti sprendimus ne nuomone, o faktais. Ji gali veikti kaip kokybės kontrolės priemonė, padedanti aptikti gamybos ar paslaugų teikimo procese atsirandančias neatitiktis ir padedanti laiku reaguoti. Statistiniai metodai padeda prognozuoti kokybės problemas, taip pat teisinga kryptimi tobulinti produktus, vertinant klientų elgseną. Kontrolės taškų ir kitų parametrų stebėseną padeda užtikrinti gamybos procesą, taip

sumažinant broko riziką. Duomenų analizė leidžia greitai reaguoti į klaidas, pritaikyti produktą pagal vartotojo poreikius realiu laiku. Galima teigti, kad Duomenų mokslas ir statistika yra pagrindas šiuolaikinėje kokybės vadyboje, leidžiantis ne tik kontroliuoti, bet ir strategiškai vystyti produkto kokybę.

Duomenų mokslo ir statistikos įtaka veiklos našumui.

Duomenų mokslas ir statistika leidžia identifikuoti silpnąsias vietas veiklos grandinėje, kurios riboja bendrą sistemos našumą „butelio kakliukas“, tokiu būdu padeda efektyviai paskirstyti resursus bei gerinti darbo našumą. Pasak respondento (R1) „Naudojant duomenis monitoringuose, galime pastebėti kur yra „butelio kakliukas“, tinka matuoti sistemos efektyvumui“. Tą patvirtina ir (R6) respondentas „matydamas „butelio kakliukas“ <...> reaguodamas pasigerini ne tik kokybę, bet ir išeigą arba našumą“.

Duomenimis grįsti procesų vertinimai Duomenų mokslui ir statistikai leidžia nuolat stebėti veiklos procesus bei priimti sprendimus grįstus ne nuojauta, o objektyvia duomenų analize. „Duomenų mokslas ir statistika daro tiesioginę įtaką veiklos našumui <...> leidžia tuos dalykus žymiai anksčiau identifikuoti ir nesivadovauti jausmu, o vadovautis duomenimis“ <...>, tačiau tam reikia, kad būtų šiek tiek pakilusi procesų branda organizacijoje, kurioje jau turėtume ir nubraižytą procesą ir priskirtus šeiminkus. Proceso įvestis ir išvestis nuolat skaičiuoti, žiūrėti, stebėti <...> anksti pastebint, matuojant galima pasigerinti našumą“ (R2). Kad duomenų analizė leidžia priimti teisingus ir objektyvius sprendimus, tai akcentuoja ir respondentas (R10) „Kaip ir minėjau, jeigu yra skaičiai, tu kažkokį gali priimti sprendimą <...> Jeigu yra raudonuojantys rodikliai, kažkas vyksta ne pagal planą, reikia daryti pokytį <...> DMS turi įtaką labai didžiulę, bet turi ir priimami sprendimai, ką tu darysi, kad tas pokytis įvyktų ?“. Šias respondentų nuomones patvirtina ir Surechandar (2021), jo požiūriu skaitmeninės kokybės sistemos suteikia pagrindą objektyviai priimti sprendimus.

Realūs ir laiku surinkti duomenys leidžia greitai reaguoti į našumo problemas. Operatyvus sprendimų priėmimas turi didelę įtaką veiklos efektyvumui. „Kadangi mes gauname realius duomenis kaip vartotojai veikia <...> apie problemą mes sužinome anksčiau“ (R7). „Jeigu juos teisingai vertini ir matai bręstančią problemą <...> pasigerini išeigą arba našumą“ (R6). „Tai reiškia, kad mes apie problemą sužinome anksčiau, negu sužinodavome iki šitų sistemų įdiegimo“ (A7).

Duomenys padeda atpažinti, kurios veiklos vietos iš tiesų daro didžiausią įtaką rezultatui. Tai akcentuoja (R3) respondentas „Mes galime daryti patobulinimus lokaliuose optimumuose ir nepasiekti norimo veiklos našumo arba <...> geriname ne tuos robotus, kurių reikia <...> klientas negauna daugiau produkto apimties“.

Tai, kad neįmanoma įvertinti veiklos našumo be duomenų akcentuoja ir respondentas (R3) „Be duomenų iš viso neįmanoma nustatyti veiklos našumo“ <...>, nes ar išvažiavo X vilkikų per dieną – tai jau yra duomenys“.

Apibendrinant galima teigti, kad Duomenų mokslas ir statistika daro reikšmingą poveikį organizacijos veiklos našumui. Duomenys leidžia laiku identifikuoti veiklos rizikas, matuoti procesų efektyvumą bei greitai reaguoti į našumo mažėjimo ženklus.

Duomenų mokslo ir statistikos įtaka KVS procesų veiksmingumui.

Duomenų mokslas ir statistika leidžia nustatyti pasikartojančias problemas KVS procesų veikloje, tai suteikia galimybę kokybės specialistams tikslingai tobulinti procesus. Tai pabrėžia (R1) respondentas „Jeigu analizuodami duomenis matome pasikartojančias klaidas – tokiu būdu KVS specialistai, gali matyti ką tobulinti“. Ši respondento mintis apibrėžta ISO 9004 nuostatose – kokybės sistema turi remtis nuolatiniu stebėjimu ir tobulinimu (Nam et.al., 2000).

Rizikų valdymas duomenų pagrindu ir KVS veiksmingumas sietini su gebėjimu identifikuoti. Pasak respondento (R2) „KVS sistemos veiksmingumas yra atskirų priemonių visuma galutiniam nekokybės atsiradimo rizikos sumažinimui“.

Objektyvus KVS procesų vertinimas susideda iš konkrečių duomenų taškų, kurie padeda suprasti, ar procesai veikia ir kokią vertę generuoja. „Jeigu mes turime kažkokių konkrečius KVS procesus ir nežinome, kaip jie veikia, tai nežinosime nei veiksmingumo, nei jų tobulinimo“ <...> Dažniausiai KVS procesai turi savo kuriamą vertę „Output,ą <...> jeigu tu turi tuos duomenis, gali suprasti, ar apskritai veikia“ (R3).

Realiu laiku valdomi rodikliai KVS procesų veiksmingumui turi didelę reikšmę, tai leidžia laiku reaguoti ir jei reikia koreguoti procesus. „Realiu laiku valdomi rodikliai įtakoja didelę dalį visuose procesuose“(R4).

Įmonės, kurios nuolatos atlieka vidinių ir išorinių veiksnių vertinimą, gali geriau įsivertinti KVS būklę. „Jeigu įmonė vykdo sąžiningai duomenų analizę, atlieka vidinių išorinių veiksnių vertinimą, nusistato savo, kaip skyriaus, silpnąsias stipriąsias puses <...> tai duoda didelę naudą įmonei, kuria pridėtinę vertę įmonei“ (A5).

Veiksminga KVS turi apibrėžtus vertinimo kriterijus. „Kažkokių auditų neatitikčių kiekis, laiku neuždaromas neatitiktis“ <...> kiek riziką mažinančių veiksnių tu identifikuoji, kiek jie efektyvūs buvo, <...> Jeigu tu renki duomenis apie laiką ir turi tikslus, per kiek laiko turi būti sutvarkytos problemos“ (R6).

Duomenimis grįstas požiūris padeda greitai keisti neveiksmingus procesus ir pokyčius įgyvendinti greitai. „Turėdami duomenis mes galime atitinkamai keisti ir pritaikyti, kas mums geriausiai tinka, ir tokiu būdu, pakankamai lengvai adaptuoti procesus <...> dėl greitos reakcijos procesai nestringa, mes juos galime įgalinti ir keisti ir iškart matydami iš duomenų ar jie veikia ar ne <...> tai pagreitina visus procesus ir jų adaptaciją“ (A7). Tai suderinama su AI taikymu BPM, (angl. *Business Process Management*) lietuviškas atitikmuo – Verslo procesų valdymas, sistemose (Lai, 2022).

Pasak respondento (R10) „KVS rodikliai yra visiškai lygu organizacijos veiklos rodikliams“, tai reiškia, kad KVS yra neatsiejama nuo visos organizacijos veiklos.

Apibendrinant galima teigti, kad Duomenų mokslas ir statistika daro reikšmingą įtaką KVS veiksmingumui. Duomenų mokslas ir statistika padeda analizuoti klaidas, vertinti rizikas, stebėti rodiklius realiuoju laiku, greitai reaguoti į pokyčius, bei objektyviai vertinti procesų vertę. Duomenys leidžia greitai adaptuoti procesus besikeičiančioje aplinkoje.

Duomenų mokslo ir statistikos įtaka KVS nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Lyderystės vaidmuo diegiant nuolatinio tobulėjimo kultūrą yra svertinis aspektas, tą patvirtina ir respondentas (A1) „Nuolatinio tobulėjimo kultūra susiduria su žmogiškaisiais faktoriais <...> kaip tai įtakoja kiekvieną darbuotoją atskirai“ (A1). Zeng & Li (2022) nuomone, technologijų diegimas yra veiksmingas tik tuomet, kai organizacijos kultūra palaiko nuolatinį tobulėjimą.

Duomenų mokslas leidžia nustatyti, ar organizacijos vykdomi projektai sukuria vertę, ar lieka tik planais. „Duomenų mokslas padeda nuspręsti, ar iš viso nuolatinis tobulėjimas vyksta <...> Duomenų mokslas tikrai padės suvokti, ar nuolatinis tobulėjimas atneša vertės“ (R3).

Duomenys skatina bendrą įsitraukimą, komandinį tobulėjimą ir klientų poreikių atliepimą tai patvirtina respondentas (R7) „Mes matome iš karto <...> tai tą pokyčių kultūrą visi mes kartu keičiamės su savo klientais“. Pasak Nieven & Khoursched (2023) šis aspektas labai svarbus siekiant sisteminio požiūrio į kokybę.

Nuolatinis stebėjimas leidžia užtikrinti nuolatinį tobulėjimą. „Jeigu rodiklius pasižiūri kartą į metus <...> tai tu nieko nepadarysi su tais rodikliais <...> jeigu tu matai rodiklį <...> organizacija daro veiksmus – tai ir yra nuolatinis tobulėjimas“ (R10).

Duomenų mokslas ir statistika padeda ne tik pamatuoti, bet ir užtikrinti, kad kiekvienas klientų pasitenkinimo pokytis būtų pamatuotas objektyviais duomenimis. Duomenimis grįstas valdymas formuoja nuolatinio tobulėjimo bei įgalinimo kultūrą organizacijoje. Be duomenų analizės ir

reagavimo į problemas nuolatinis tobulėjimas tampa tik subjektyvia nuomone. Mokslininkų įžvalgos palaiko ir praplečia praktines respondentų įžvalgas.

5 lentelė. Duomenų mokslo ir statistikos įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Klausimyno elementas	Subkategorija/	Poveikis	Respondentų komentarų ištraukos	Subkategorijos pasikartojimo dažnis	
DUOMENŲ MOKSLAS IR STATISTIKA	Klientų pasitenkinimas	Objektyvumas	Objektyvus klientų pasitenkinimo įvertinimas duomenimis;	„Jeigu tu negali apibrėžti kliento pasitenkinimo skaičiais ar duomenimis – nežinosi koks jo pasitenkinimas“ (R3); „Visur yra remiamasi skaičiais, nes skaičiai patys kalba už save“ (R10);	2
		Analizė pagal tipus	Detalesnė analizė pagal klientų tipus;	„Matydami detales pagal tam tikrus klientų tipus gali pamatyti labai aiškų vaizdą“ (R3);	1
		Greita reakcija ir procesų optimizavimas	Reagavimas į pasitenkinimo pokyčius;	„Klientų pasitenkinimas yra procesas kurį valdai <...> krentant kažkokiam reitingui gali greičiau reaguoti“ (A6); „Surinkti duomenys leidžia identifikuoti tam tikrus informacijos vienetus ar faktorius“ (R2);	2
	Produkto kokybė	Produkto kokybės vertinimas – kokybės nustatymas	Duomenų analizė leidžia stebėti, prognozuoti ir tobulinti produkto kokybę;	„Tik iš duomenų ir informacijos mes galime pasakyti ar produktas kokybiškas“ (R3); „Per duomenis matuoji produkto kokybę <...> tada validuoji procesą“ (R6);	2
		Produkto kokybės vertinimas – tendencijos ir tobulinimas	Tendencijų nustatymas ir tobulinimo galimybės;	„Duomenų mokslas leidžia produkto gaminimo ar paslaugos suteikimo metu surinktus duomenis: panaudoti, aptikti, stebėti“ (R2); „Galima nuspėti tam tikras tendencijas, suprasti, kaip konkretų produktą tobulinti“ (R3); „Produkto kokybė susijusi su patikimumu, todėl statistinių duomenų patikimumas gerina ir produkto kokybę“ (R4);	3
Veiklos našumas	Veiklos efektyvumo gerinimas – silpnosios vietos	Silpnųjų vietų identifikavimas ir efektyvumo matavimas;	„Galime pastebėti kur yra „butelio kakliukas“, tinka matuoti sistemos efektyvumui“ (R1); „Duomenų mokslas ir statistika leidžia tuos dalykus žymiai anksčiau identifikuoti“ (R2);	2	

		Veiklos efektyvumo gerinimas – sprendimų pagrindimas	Sprendimų priėmimo pagrindimas duomenimis;	„Jeigu yra skaičiai, tu gali priimti sprendimą“ (R10); „Apie problemą mes sužinome anksčiau“ (R7); „Be duomenų iš viso neįmanoma nustatyti veiklos našumo“ (R3);	3
	KVS procesų veiksmingumas	KVS – klaidų identifikavimas ir koregavimas	Klaidų analizė ir KVS tobulinimas;	Matome pasikartojančias klaidas – tokiu būdu KVS specialistai gali matyti ką tobulinti“ (R1); „KVS veiksmingumas yra priemonių visuma galutiniam nekokybės rizikos sumažinimui“ (R2);	2
		KVS – prisitaikymas prie pokyčių	Sistemos adaptavimas remiantis duomenimis;	„Turėdami duomenis mes galime keisti ir adaptuoti, kas geriausiai tinka“ (A7); „KVS rodikliai yra visiškai lygu organizacijos veiklos rodikliams“ (R10);	2
	Nuolatinio tobulėjimo kultūra	Nuolatinis tobulėjimas – pokyčių stebėseną	Rezultatų ir pokyčių stebėseną, vertinimas;	„Duomenų mokslas padeda nuspręsti, ar iš viso nuolatinis tobulėjimas vyksta“ (R3); „Ypatingai juntamas poreikis reaguoti į pokyčius“ (R4); „Duomenų mokslas yra nuolatinio tobulėjimo pati pradžia“ (R6);	3
		Nuolatinis tobulėjimas – kultūra ir organizacijos įsitraukimas	Tobulėjimo kultūros formavimas ir organizacijos įtraukimas.	„Mes matome iš karto <...> tą pokyčių kultūrą keičiamės su savo klientais“ (R7); „Jeigu tu matai rodiklį <...> organizacija daro veiksmus – tai ir yra nuolatinis tobulėjimas“ (R10).	2

Šaltinis: sudaryta autorės

Pagalbinių technologijų įtaka klientų pasitenkinimui.

Remiantis atliktos apklausos duomenimis Pagalbinės technologijos gali sumažinti sąnaudas ir padidinti paslaugų prieinamumą. Pasak respondento (R1), „Klientai gauna galutinę kainą <...> atsiranda klientų pasitenkinimas.“

Leidžia praplėsti paslaugų teikimo ir duomenų surinkimo kanalus „Tai papildomi kanalai pasiekti klientą, papildomi kanalai surinkti duomenis apie klientus.“ (R2), didėja vizualioji įtrauktis „Klientas <...> užsidėjęs virtualius akinius gali pamatyti prekę.“ (R3), klientas labiau įsitraukia bei gauna vizualinį supratimą apie prekę ar paslaugą.

Pagalbinės technologijos padeda sumažinti klaidų tikimybę „Pagalbinės priemonės mažina klaidos tikimybę, ko pasekoje klientas bus laimingesnis.“ (R6). Taip pat gali pagerinti dokumentų valdymą, paslaugų atsekamumą „Visa informacija visi dokumentai sudėti <...> viskas sukelta į programą.“ (R4). Veikdamos kaip kokybės garantas, užtikrina kokybiškesnį produktą ir kliento pasitenkinimą.

Šios išsakytos respondentų mintys sutampa su Lai (2020) teiginiu, kad skaitmeninės priemonės stiprina kokybės ir klientų patirties sąsajas.

Tačiau respondentas (R10) pabrėžia, kad „<...> technologija, tai tik – įrankis. Tiesioginis klientų pasitenkinimas ateina iš veiksmų.“ (R10).

Apibendrinant galima teigti, kad Pagalbinės technologijos daro reikšmingą poveikį klientų pasitenkinimui, veikdamos kaip sąnaudų mažinimo, paslaugų pasiekiamumo, įtraukties, klaidų eliminavimo įrankis. Duomenų valdymo ir atsekamumo bei kokybės užtikrinimo garantas.

Pagalbinių technologijų įtaka produkto kokybės gerinimui.

Remiantis respondentų nuomonėmis, galima teigti, kad Pagalbinės priemonės kaip jutikliai ir automatizuotos sistemos leidžia identifikuoto neatitiktis ir brokus realiu laiku, tą mini respondentas (R3) „Pagalbinės priemonės padės surinkti duomenis ir juos saugoti.“ „Su pagalbinėmis technologijomis galime užtikrinti kokybę <...> išleidžiame gerą produktą.“ (R7), „Jutikliai skenuoja kokybę <...> jeigu tikrai produktas pasidaro nekokybiškas <...> stabdoma gamyba.“ (R5), tokiu būdu mažinamos žmogiškosios klaidos „Eliminuojant klaidos faktorių, be abejo, finale rezultatas yra geresnis.“ (R6) tą patvirtina ir respondentas (R5) „Mažina klaidų skaičių <...> sumažėja rizika pamainoms sumaišyti etiketes.“ (R9), tokiu būdu užtikrinama ir gamybos standartizacija. Šias nuomones patvirtina ir Nayal Kirti (2022), pasak jo, priemonės didina produkto kokybės stabilumą ir leidžia efektyviau įgyvendinti prevencines priemones.

Apibendrinant galima teigti, kad Pagalbinės technologijos daro reikšmingą poveikį produkto kokybei, veikdamos kaip klaidų aptikimo ir jų prevencijos, duomenų surinkimo ir saugojimo, žmogiškųjų klaidų eliminavimo, produkto standartizavimo, kokybės kontrolės automatizavimo priemonės.

Pagalbinių technologijų įtaka veiklos našumui.

Pagalbinės priemonės leidžia fokusuoti resursus į strategines veiklas „Galima savo komandą fokusuoti į vystymą ir plėtrą.“ (R1), tokiu būdu sutelkiamas dėmesys į vystymą ir mažiau laiko skiriama priežiūrai, tuo pačiu skatina greitesnę ir pigesnę darbo atlikimą „Skaitmenizavimo automatizavimo priemonės <...> leidžia atlikti paprasčiau, pigiau, greičiau.“ (R2), tą akcentuoja ir respondentas (R7) „Greičiau yra padaromi darbai <...> nuo produkto suplanavimo iki išleidimo.“ (R7). Tai atitinka Dumas et al.(2023) mintis apie AI poveikį veiklos našumui.

Remiantis respondentų nuomonėmis ir mokslinės literatūros šaltiniais, Pagalbinių technologijos daro teigiamą poveikį veiklos našumui automatizuojant veiklas, mažinant kainą,

spartinant procesus. Pagalbinės priemonės padeda optimizuoti darbo jėgą ir mažinti sąnaudas. Priemonės veikdamos kartu prisideda prie greitesnio darbo atlikimo: nuo planavimo iki produkto išleidimo.

Pagalbinių technologijų įtaka KVS procesų veiksmingumui.

Pagalbinės technologijos automatizuoja duomenų apdorojimą „Surinkus duomenis jų nereikia rankomis apdoroti <...> gali vykti daug kartų greičiau“ (R2), struktūrizuoja informaciją „Padeda struktūrizuotai, vizualizuoti ir laikyti informaciją apie KVS procesų veiksmingumą“ (R3), tam pritaria ir respondentas (R9) „leidžia surinkti istorinius duomenis, analizuoti, sekti neatitiktis“. Sumažina žmogiškųjų klaidų tikimybę, stiprina duomenų integralumą „<...> didėja šansai, kad tie renkami duomenys bus teisingesni“ (R6) ir leidžia efektyviai reaguoti į pokyčius „Jeigu rodikliai raudonuoja <...> organizacija turi/gali imtis veiksmų.“ (R10). Pasak Kirti (2022), tokie įrankiai svarbūs organizacijai veikti adaptyviai. Visgi nuo įsibėgėjusios naujųjų technologijų plėtros neatsilieka ir šalies organizacijos, tai įrodo ir respondentas (R7) teigdamas, kad „tai tiesiog mums tampa kasdienybe“.

Pagalbinių technologijų taikymas organizacijai leidžia duomenis apdoroti automatizuotai, vizualizuoja ir struktūruoja informaciją apie KVS veiksmingumą, mažina žmogiškųjų klaidų tikimybę, leidžia kaupti, sisteminti, analizuoti istorinius duomenis, numatyti tendencijas, tobulinti procesus. Sistemini duomenų kaupimas skatina aktyviai priimti sprendimus.

Pagalbinių technologijų įtaka nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Technologijos kaip pokyčių iniciatorius motyvuoja mokytiis „Komanda mato kaip partneriai keičia savo naudojamas technologijas ir tokiu būdu juos irgi skatina tobulėti“ (R1), skatina darbuotojų įsitraukimą „Mes nuolat ieškome naujų technologijų ir jų panaudojimo būdų <...> tai smarkiai prisideda prie asmeninio tobulėjimo.“ (R7), (R3). Rodikliai ir jų stebėseną, kaip nurodo Zeng et.al (2022), yra esminė sąlyga nuolatinio tobulėjimo sistemoje tai patvirtina ir keturi respondantai pritariantys šiai nuomonei „Naudodamas pagalbines priemones <...> stebi savo procesus <...> gali daryti išvadas.“ (R6), „Kaip nuolatinio tobulėjimo dalį“ (R3), (R9), „Rodiklis raudonuoja <...> organizacija turi reaguoti <...> tai ir yra nuolatinis tobulinimas.“ (R10).

Pagalbinės technologijos veikia užtikrinamos didesnį tikslumą, mažesnes sąnaudas didesnį klientų įsitraukimą ir procesų efektyvumą. Tai patvirtina ir naujausi tyrimai (Lai, 2022; Nayal, 2022; Dumas et al., 2023), išryškinantys jų sisteminių vaidmenį šiuolaikinėje organizacijoje.

6 lentelė. *Pagalbinių technologijų įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

Klausimyno elementas	Subkategorija	Poveikis	Respondentų komentarų ištraukos	Subkategorijos pasikartojimo dažnis	
PAGALBINĖS TECHNOLOGIJOS	Klientų pasitenkinimas	Sąnaudų mažinimas	Padeda mažinti kainą ir užtikrinti stabilesnę paslaugą	„Klientai gauna galutinę kainą <...> atsiranda klientų pasitenkinimas.“ (R1);	1
		Kaip pasiekiamumo priemonė;	Leidžia praplėsti paslaugų teikimo ir duomenų surinkimo kanalus;	„Tai papildomi kanalai pasiekti klientą, papildomi kanalai surinkti duomenis apie klientus.“ (R2);	1
		Patirties praplėtimas ir įtrauktis;	Didina klientų įsitraukimą ir vizualinį supratimą;	„Klientas <...> užsidėjęs virtualius akinius gali pamatyti prekę.“ (R3);	1
		Klaidų eliminavimas;	Padeda sumažinti klaidų tikimybę;	„Pagalbinės priemonės mažina klaidos tikimybę, ko pasekoje klientas bus laimingesnis.“ (R6);	1
		Duomenų valdymo ir atsekamumo užtikrinimas;	Gerina paslaugų atsekamumą, dokumentų valdymą ir užsakymų skaidrumą;	„Visa informacija visi dokumentai sudėti <...> viskas sukelta į programą.“ (R4);	1
		Kaip kokybės garantas;	Užtikrina kokybiškesnį produktą ir kliento pasitenkinimą galutiniu rezultatu;	„Su pagalbėmis technologijomis galime užtikrinti kokybę <...> išleidžiam gerą produktą.“ (R7);	1
		Kaip sprendimų priėmimo įrankis	Kaip įrankis padedantis priimti sprendimus, vedančius link kliento	„Technologija, tai – įrankis. Pats tiesioginis klientų pasitenkinimas ateina iš veiksmų.“ (R10)	1
Produkto kokybė	Klaidų aptikimas ir jų prevencija;	Leidžia greitai identifikuoti neatitiktis bei brokus ir užkirsti kelią nekokybiškų produktų patekimui į rinką;	„Jutikliai skenuoja kokybę <...>jeigu tiktai produktas pasidaro nekokybiškas <...> stabdoma gamyba.“ (R5);	1	

		Duomenų surinkimas ir prieinamumas;	Duomenų rinkimas leidžia tiksliai įvertinti produkto kokybę ir stebėti pokyčius;	„Pagalbinės priemonės padės surinkti duomenis ir juos saugoti.“ (R3);	1
		Automatizuotas kokybės kontrolės procesas;	Jutikliai ir sistemos stebi kokybę realiu laiku, automatiškai aptinka brokuotą gaminį ar nekokybišką gamybą.	„Viskas gamybos proceso metu kontroliuojama. Tai mažina ir išlaidas, ir net atsitiktinį produktą.“ (R5)	1
		Žmogiškųjų klaidų mažinimas	Eliminuojant klaidas, dėl žmogaus kaltės, produktas tampa kokybiškesnis;	„Eliminuojant klaidos faktorių, be abejo, finale rezultatas yra geresnis.“ (R6);	1
		Produkto standartizavimas	Skaitmeniniai sprendimai leidžia sumažinti riziką dėl neatitikimų tarp pamainų ir padeda išlaikyti pastovią kokybę;	„Mažina klaidų skaičių <...> sumažėja rizika pamainoms sumaišyti etiketes.“ (R9)	1
		Kokybės užtikrinimas	Technologijos veikia kaip įrankis parenkantis geriausias praktikas, leidžia operatyviai reaguoti į kokybės nukrypimus.	„Pritaikys ir sakys: man gal šitas netinka punktas <...> pagerins kliento kokybę.“ (R10)	1
	Veiklos našumas	Resursų fokusavimas į strategines veiklas;	Debesų sprendimai leidžia komandai daugiau laiko skirti vystymui ir mažiau priežiūrai;	„Galima savo komandą fokusuoti į vystymą ir plėtrą.“ (R1);	1
		Skaitmenizacija ir proceso žingsnių eliminavimas;	Skaitmenizacija leidžia automatizuoti veiklas, mažinti kainą ir spartinti procesus;	„Skaitmenizavimo automatizavimo priemonės <...> leidžia atlikti paprasčiau, pigiau, greičiau.“ (R2);	1
		Žmogiškųjų resursų mažinimas;	Pagalbinės technologijos padeda optimizuoti darbo jėgą ir mažinti sąnaudas;	„Įdiegusi naujas programas, naujus įrenginius <...> mažina žmogiškuosius išteklius.“ (R5);	1
		Greitesnis darbo atlikimas			

			Nuo planavimo iki produkto išleidimo darbai atliekami sparčiau ir efektyviau.	„Greičiau yra padaromi darbai <...> nuo produkto suplanavimo iki išleidimo.“ (R7)	1
KVS procesų veiksmingumas	Duomenų automatizavimas ir apdorojimas;		Pagalbinės technologijos leidžia automatizuoti duomenų surinkimą, kas pagreitina KVS procesus;	„Surinktus duomenis jų nereikia rankomis apdoroti <...> gali vykti daug kartų greičiau.“ (R2);	1
	Vizualizacija ir informacijos struktūrizavimas;		Padeda vizualizuoti ir struktūrizuoti valdyti informaciją apie KVS veiksmingumą;	„Padeda struktūrizuoti, vizualizuoti ir laikyti informaciją apie KVS procesų veiksmingumą.“ (R3);	1
	Klaidos faktoriaus mažinimas;		Skaitmenizuojant procesus sumažėja žmoniškųjų klaidų tikimybė ir didėja duomenų integralumas;	„Skaitmeniškai tinkle <...> didėja šansai, kad tie renkami duomenys bus teisingesni.“ (R6);	1
	Technologijos kaip kasdienybės dalis;		Technologijos tampa neatskiriama organizacijos dalimi, užtikrinančia procesų sklandumą;	„Tai tiesiog mums tampa kasdienybe <...> labai smarkiai prisideda.“ (R7);	1
	Istorinių duomenų analizė;		Sisteminis duomenų kaupimas leidžia analizuoti tendencijas, tobulinti procesus ir mažinti savikainą;	„Leidžia surinkti istorinius duomenis, analizuoti, sekti neatitiktis.“ (R9);	1
	Rodiklių stebėseną ir greitą reagavimą;		Rodiklių matomumas skatina aktyvų reagavimą, skaitmeniniai sprendimai leidžia veikti greitai.	„Jeigu rodikliai raudonuoja <...> organizacija turi/gali imtis veiksmų.“ (R10)	1
Nuolatinio tobulėjimo kultūra	Technologijos kaip pokyčių katalizatorius;		Partnerių technologiniai sprendimai motyvuoja vidinę komandą ieškoti gerųjų praktikų;	„Komanda mato kaip partneriai keičia savo naudojamą technologijas ir tokiu būdu juos irgi skatina tobulėti.“ (R1), (R7);	2
	Duomenų surinkimas mažina rankinį darbą;		Automatizacija optimizuoja rankiniu būdu atliekamą darbą, skatina efektyvumą	„Pagalbinės priemonės padeda surinkti duomenis <...> ten kur būtų daug rankinio darbo.“ (R2), (R6);	2

		Skatinimas mokytis ir prisitaikyti;	ir nuolatinį tobulėjimą; Darbuotojai patys ieško ir taiko technologijas – skatinamas asmeninis augimas;	„Mes nuolat ieškome naujų technologijų ir jų panaudojimo būdų <...> prisideda prie asmeninio tobulėjimo.“ (R7), (R3);	2
		Monitoringo ir stebėsenos stiprinimas;	Technologijos leidžia nuolat stebėti procesus ir inicijuoti tobulinimo veiksmus;	„Naudodamas pagalbines priemones <...> stebi savo procesus, <...> gali daryti išvadas.“ (R6);	1
		Pagalbinės technologijos kaip mokymosi skatinimo priemonė;	Skatina prisitaikymą prie kintančių poreikių;	„Kaip nuolatinio tobulėjimo dalį <...> pagerinta realybė padeda darbuotojui atlikti darbą.“ (R3), (R9);	2
		Reagavimas į problemas per duomenų rodiklius.	Duomenys padeda greičiau pastebėti problemas ir priimti sprendimus, prisidedančius prie tobulinimo.	„Rodiklis raudonuoja <...> organizacija turi reaguoti <...> tai nuolatinis tobulinimas.“ (R10)	1

Šaltinis: sudaryta autorės

Didžiųjų duomenų įtaka klientų pasitenkinimui.

Remiantis respondentų nuomone Didieji duomenys padeda organizacijoms reaguoti į kliento poreikius dar jiems patiems to nepastebėjus „Galima dar klientui nesupratus jau spręsti problemą“ (R1), tai akcentuoja ir respondentas (R7) „Greita reakcija į kliento norus per DD <...> matome kliento pageidavimus iš DD <...> Greita reakcija į klaidas, ir kliento norus realiu laiku“, <...> greitai pamatome problemą – greitai sutvarkome.“ (R7), (R2) (R6), respondentų nuomonės atitinka ir Zeng et.al., (2022) nuomonę, kad skaitmeninė transformacija grindžiama klientų patirties analize realiu laiku.

Taip pat pastebėta, kad personalizavimas ne visada gali suteikti tik teigiamą klientų reakciją dėl jo duomenų rinkimo ir jų panaudojimo tai mini respondentai (R2, R4, R6, R7, R8). Šią problemą kelia ir Goodall et al., (2020), teigdamas, kad būtina užtikrinti skaidrumą, kaip klientų duomenys yra renkami ir naudojami.

Remiantis respondentų nuomone Didieji duomenys klientų pasitenkinimui turi labai stiprią įtaką, nes organizacijos gali veikti proaktyviai – apie klientų poreikius sužinoma dar jiems jų neišreiškus. Vis dėlto personalizavimo klausimas yra vertinamas nevienareikšmiškai – daliai klientų

jų duomenų rinkimas ir analizavimas sukelia diskomfortą, nesaugumo jausmą, todėl būtina užtikrinti duomenų skaidrumą ir etišką duomenų panaudojimą.

Didžiųjų duomenų įtaka produkto kokybės gerinimui.

Didieji duomenys padeda greitai identifikuoti klaidas ir kokybės trūkumus, tai patvirtina keturi respondentai išsakydami savo mintis: „Padeda, nes surenka DD iš tiekėjų ar atskirų sistemų. Leidžia lengviau identifikuoti kokybės trūkumus ar faktorius, kurie veikia kokybę ir juos pašalinti“ (R2), „Kadangi yra ta greita reakcija, mes galime iš karto reaguoti į neigiamas produkto ypatybes ar klaidas, kurias sužinome per duomenis realiu laiku“ (R7) „Analizuodamas duomenis, gali matyti problemas ir jas spręsti realiu laiku“ (R6), „Duomenų analizė leidžia mums kurti naujas produkto funkcijas pagal klientų elgseną“ (R1). Tai atitinka ir Lai(2022) modelį, kuriame nurodoma, kad kokybės inovacija grindžiama nuolatiniu duomenų grįžtamuoju ryšiu.

Tiek apklaustieji respondentai tiek atlikti moksliniai tyrimai akcentuoja, kad Didieji duomenys reikšmingai prisideda prie kokybės gerinimo. Duomenys leidžia identifikuoti trūkumus ir klaidas realiuoju laiku, aptinka neigiamus kokybės pokyčius dar prieš jiems pasiekiant klientą, bei padeda priimti objektyviais duomenimis grįstus sprendimus.

Didžiųjų duomenų įtaka veiklos našumui.

Respondentai išskiria du pagrindinius aspektus, tai greita reakcija į problemas ir procesų optimizavimas. Duomenys leidžia pamatyti neveiksmingus procesus ir juos tobulinti „Jeigu yra problema, mes ją greitai pamatome, greitai sutvarkome <...> gali pasigerinti tą procesą.“ (R6), „vyksta greitai, realiu laiku, tai ir tas našumas yra <...> mes matome iš duomenų <...>“ (R7), „Visa tai leidžia žiūrėti ir optimizuoti <...>“ (R10).

Tačiau mažoms įmonėms Didieji duomenys gali būti per sudėtingi ar nepritaikomi „Didieji duomenys mažai įstaigai visiškai nereikalingi <...>“ (R2), tai taip pat pabrėžia ir Taleb (2022) pasak jo, būtina atsižvelgti į organizacijos dydį ir pasirengimą prieš diegiant duomenų analitikos sprendimus.

Darytina išvada, kad nors Didieji duomenys padeda reaguoti į problemas ir optimizuoti procesus – daryti reikšmingą įtaką veiklos našumui, tačiau jų nauda priklauso nuo organizacijos dydžio.

Didžiųjų duomenų įtaka KVS procesų veiksmingumui.

Didieji duomenys automatizuoja duomenų surinkimą, atlieka analizę „Surinktus duomenis jų nereikia rankomis apdoroti“ (R2), vizualizuoti procesų būklę „Padeda struktūrizuoti, vizualizuoti ir laikyti informaciją apie KVS procesų veiksmingumą.“ (R3), „Leidžia analizuoti, sekti neatitiktis“ (R8). Visa tai leidžia pamatyti veiklos skaidrumą. Zeng ir Li (2022) pabrėžia, kad KVS tampa dinamiška tik tada, kai duomenys naudojami sistemingai.

Didieji duomenys didina KVS procesų veiksmingumą – automatizuoja duomenų surinkimą, vizualizuoja informaciją, leidžia stebėti neatitiktis realiu laiku, taip didindami procesų skaidrumą.

Didžiųjų duomenų įtaka nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Didieji duomenys skatina organizacijų nuolatinio tobulėjimo kultūrą per technologinius pokyčius ir per darbuotojų įsitraukimą „Darbuotojai nuolat mokosi kažko naujo ir dalyvauja kūrimo procese.“

Visų pirma, jie leidžia greičiau reaguoti į klientų poreikius net prieš jiems tai išreiškiant: „Galima dar klientui nesupratus jau spręsti problemą“ (R1), „Greita reakcija į kliento norus per DD“ (R7). Be to, duomenys padeda geriau suprasti individualius klientų poreikius ir pasiūlyti personalizuotas paslaugas: „Matome kliento pageidavimus iš DD“ (R7), „Aišku, galima teikti labiau tinkančią paslaugą klientui“ (R2). Tačiau kartu kai kurie respondentai atkreipia dėmesį į riziką – daliai klientų nepriimtinas jų duomenų analizavimas: „Daliai klientų nepatinka personalizuotos paslaugos ir didžiųjų duomenų panaudojimas“ (R2, R7).

Didieji duomenys leidžia organizacijoms veikti greičiau ir tiksliau, geriau atliepti klientų lūkesčius bei personalizuoti paslaugas, kas didina jų pasitenkinimą. Vis dėlto būtina užtikrinti skaidrumą, kaip naudojami klientų duomenys.

7 lentelė. Didžiųjų duomenų įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Klausimyno elementas	Subkategorija/	Poveikis	Respondentų komentarų ištraukos	Subkategorijos pasikartojimo dažnis	
DIDIEJI DUOMENYS	Klientų pasitenkinimas	Proaktyvumas ir greita reakcija	Leidžia spręsti problemas dar klientui jų nepastebėjus	„Galima dar klientui nesupratus jau spręsti problemą“ (R1) „Greita reakcija į kliento norus per DD“ (R7) "Turi būti kažkokie veiksmai daromi <...> Visa kita, bet tas rodiklis turbūt bus geresnis.“ (R10)	3
		Personalizavimas ir klientų poreikių atliepimas	Padeda geriau suprasti klientų norus ir teikti tinkamesnes paslaugas	„Matome kliento pageidavimus iš DD“ (R7); „Aišku, galima teikti labiau tinkančią paslaugą klientui.“ (R2) „Analizuodami klientų pirkimo istoriją, pastebime naujas elgsenos tendencijas.“ (R3) „Greitas atsiliepimų apdorojimas skatina pasitikėjimą.“ (R4)	4
			Gali sukelti nepasitenkinimą klientui dėl jo duomenų rinkimo	Daliai klientų nepatinka personalizuotos paslaugos ir didžiųjų duomenų panaudojimas.“ (R2), (R7);	2
		Duomenų prieinamumas / greita analizė	Greita informacijos analizė, leidžianti tiksliai ir laiku reaguoti	„Greita reakcija į klaidas, ir kliento norus realiu laiku“ (R7); A6: „Gavęs duomenų paketą gali spręsti dėl proceso tobulinimo čia ir dabar“;	2
		Veiklos efektyvumo gerinimas	Leidžia optimizuoti klientų aptarnavimo procesus ir padidinti našumą	„Procesas yra per lėtas <...> pasinaudodamas duomenimis, gali pasigerinti tą procesą“ (R6) „Greitai pamatome problemą, greitai sutvarkome.“ (R7)	2
	Produkto kokybė	Klaidų aptikimas ir prevencija	Leidžia greitai identifikuoti kokybės trūkumus, brokus, defektus, taip užkertant kelią nekokybiškų produktų patekimui į rinką;	„Padeda, nes surenka DD iš tiekėjų ar atskirų sistemų. Leidžia lengviau identifikuoti kokybės trūkumus ar faktorius, kurie veikia kokybę ir juos pašalinti“ (R2); „Gavęs duomenų paketą ir teisingai įvertinęs gali sakyti, kad šitas procesas yra per lėtas, ne ergonomiškas, technologiškai gal pasenęs ir jį patobulinęs, pasinaudodamas duomenimis gali pasigerinti tą procesą.“ (R6);	2
		Greita reakcija į klaidas	Leidžia reaguoti į klaidas realiu laiku, kol	„Mes galime reaguoti greitai į neigiamas produkto ypatybes ar kažkokiais tai klaidas. Mes iš karto galime tvarkyti	1

			klientas dar nepastebėjo defekto;	pastebėtas klaidas, nelaukti, kol klientas mums praneš.“ (R7);	
		Produktų tobulinimas pagal duomenis	Duomenys leidžia daryti išvadas apie silpnąsias produkto vietas ir tobulinti funkcionalumą;	„Tai taip pat stebint procesus ar kažkokius kokybinius parametrus, ar procesinius parametrus ar produktyvumo parametrus. Analizuodamas duomenis, gali matyti problemas ir jas spręsti.“ (R6); „Per duomenis galima identifikuoti, kurioje partijoje atsirado brokas.“ (R5) „Kokybės kontrolės taškai automatizuoti remiantis duomenų analize.“ (R2)	3
		Papildomų funkcijų identifikavimas	Didieji duomenys padeda kurti naujas produkto funkcijas ar patobulimus pagal klientų elgseną;	„Tai papildomos funkcijos, daugiau nieko nepasakysiu.“ (R1);	1
		Duomenų realaus laiko stebėseną	Užtikrina nuolatinę kokybės stebėseną, leidžia išvengti kokybės sumažėjimo	„Kadangi yra ta greita reakcija, mes galime iš karto reaguoti į neigiamas produkto ypatybes ar klaidas, kurias sužinome per duomenis realiu laiku.“ (R7);	1
Veiklos našumas		Greita reakcija į problemas	Leidžia greitai reaguoti į iškilusias problemas, taip išvengiant veiklos stabdymo;	„Kadangi viskas vyksta greitai, realiu laiku, tai ir tas našumas yra <...> mes matome iš duomenų <...>Turi labai didelę įtaką veiklos našumui.“ (R7); „Jeigu yra problema, mes ją greitai pamatome, greitai sutvarkome <...>“ (R6);	2
		Procesų optimizavimas	Padeda įvertinti, kurie procesai yra neveiksmingi ar pasenę, ir juos tobulinti;	„Teisingai įvertinęs gali sakyti, kad šitas procesas yra per lėtas <...> pasinaudodamas duomenimis gali pagerinti tą procesą.“(R6); „Visa tai leidžia žiūrėti ir optimizuoti <...>“ (R10); „Matome kur lėtėja srautai – žinome ką optimizuoti.“ (R8);	2
		Nauda priklauso nuo įmonės dydžio	Didelėms organizacijoms duomenys naudingi; mažoms – dažnai per sudėtingi ar neaktualūs;	„Didieji duomenys mažai įstaigai visiškai nereikalingi<...>“ (R2);	1
KVS procesų veiksmingumas		Duomenų automatizavimas ir apdorojimas	Pagalbinės technologijos leidžia automatizuoti duomenų surinkimą, kas	„Surinktus duomenis jų nereikia rankomis apdoroti <...> gali vykti daug kartų greičiau.“ (R2) „renkami duomenys bus teisingesni.“ (R6)	2

			pagreitina KVS procesus.		
	Vizualizacija ir informacijos struktūrizavimas, istorinė duomenų analizė	Padeda vizualizuoti ir struktūrizuoti valdyti informaciją apie KVS veiksmingumą.	„Padeda struktūrizuoti , vizualizuoti ir laikyti informaciją apie KVS procesų veiksmingumą.“ (R3) „Leidžia surinkti istorinius duomenis, analizuoti, sekti neatitiktis.“ (R9)	2	
	Žmogiškosios klaidos faktoriaus mažinimas	Padeda sumažinti žmogiškųjų klaidų	„Skaitmeniškai tinkle <...> didėja šansai, kad tie renkami duomenys bus teisingesni.“ (R6)	1	
	Technologijos kaip kasdienybės dalis	Tai tampa neatskiriama organizacijos dalimi, užtikrinančia procesų sklandumą.	„Tai tiesiog mums tampa kasdienybe <...> labai smarkiai prisideda.“ (R7)	1	
Nuolatinio tobulėjimo kultūra	Technologijos kaip pokyčių katalizatorius	Partnerių technologiniai sprendimai motyvuoja vidinę komandą ieškoti gerųjų praktikų.	„Komanda mato kaip partneriai keičia savo naudojamą technologijas ir tokiu būdu juos irgi skatina tobulėti.“ (R1) „Mes nuolat ieškome naujų technologijų <...>prisideda prie kiekvieno asmeninio ir organizacijos tobulėjimo.“ (R7)	2	
	Duomenų surinkimas mažina rankinį darbą	Automatizacija mažina pasipriešinimą naujovėms, skatina efektyvumą ir nuolatinį tobulėjimą.	„Pagalbinės priemonės padeda surinkti duomenis <...> ten kur būtų daug rankinio darbo.“ (R2) „Stebėdamas gali rinkti duomenis ir po to daryti kažkokias išvadas.“ (R6)	2	
	Skatinimas mokytis ir prisitaikyti	Darbuotojai patys ieško ir taiko technologijas – skatinamas asmeninis augimas.	„Darbuotojai nuolat mokosi kažko naujo ir dalyvauja kūrimo procese.“ (R7); „Ižvalgos tampa nuolatine praktika – formuojasi tobulėjimo įpročiai.“ (R1);	1	
	Monitoringo ir stebėsenos stiprinimas	Technologijos leidžia nuolat stebėti procesus ir inicijuoti tobulinimo veiksmus.	„Stebėdamas gali rinkti duomenis ir po to daryti kažkokias išvadas.“ (R6) „Rodiklis raudonuoja <...> reikia kažką daryti su kažkokiu tai dalyku.“ (R10)	2	
	Technologijos kaip mokymosi skatinimo priemonė	Bendradarbiavimas su technologijomis skatina tobulėjimą ir prisitaikymą prie kintančių poreikių.	„Tiesiog mažesnė trintis <...> pradeda veikti automatiškai.“ (R2)	1	

		Reagavimas į problemas per duomenų rodiklius	Duomenys padeda greičiau pastebėti problemas ir priimti sprendimus, prisidedančius prie tobulinimo.	„Rodiklis raudonuoja <...> organizacija turi reaguoti.“ (R10) „Tu matai rodiklį <...> tai yra nuolatinis tobulinimas.“ (R10)	1
--	--	--	---	---	---

Šaltinis: (sudaryta autorės)

Blokų grandinės įtaka klientų pasitenkinimui.

Blokų grandinės technologija Lietuvos organizacijose sutinkama retai, tačiau interviu respondentai atskleidė kelis realius potencialius pritaikymo atvejus.

Respondentai nurodė, kad blokų grandinė padeda klientams greičiau gauti paslaugą, o tai tiesiogiai didina jų pasitenkinimą: „Naudojant BG greičiau gaunamas rezultatas <...> tai įtakoja per galutinę kainą“ (R1). Dėl lengvesnio duomenų atradimo ir identifikavimo (R2), klientas gauna greitesnį atsaką.

Taip pat BG suteikia saugumo jausmą, nes įrašai yra neatšaukiami ir patikimi: „duomenys tikslūs ir nebuvo pakeisti“ (R10). Ši funkcija itin vertinama klientų pasitikėjimo kontekste. Nayal et al. (2022) pabrėžia, kad BG padeda užtikrinti atsekamumą ir duomenų integralumą, o tai tiesiogiai stiprina vartotojų pasitikėjimą. Tai patvirtina ir respondentai „Galėtume klientui parodyti, jog jo užsakymo informacija niekada nebuvo keista.“ (R9), „Skaitmeninis atsekamumas per BG didina pasitikėjimą.“ (R5).

Visgi kai kurie respondentai pastebi, kad BG gali būti per lėta didelėms organizacijoms (R2), o tai kelia riziką efektyvumui masto požiūriu – šiai minčiai pritaria ir Taleb (2022), akcentuodamas technologinių sprendimų apribojimus dėl infrastruktūros.

Blokų grandinės technologija gali reikšmingai padidinti klientų pasitenkinimą dėl paslaugų greičio, duomenų patikimumo ir skaidrumo, tačiau jos efektyvumas priklauso nuo organizacijos dydžio ir technologinės infrastruktūros pasirengimo.

Blokų grandinės įtaka produkto kokybės gerinimui.

Respondentų nuomone, tikslūs duomenys padeda greičiau ir geriau spręsti kokybės problemas „gauni tikslesnius duomenis <...> gali geriau identifikuoti problemą <...> Turėdami nekintamą kokybės kontrolės įrašą, išvengtume ginčų dėl broko.“ (R6), „Tai naudinga, kai turim labai jautrią

gamybą, kur reikia įrodymų.“ (R4), „Reikalingas atsekamumas – BG gali padėti.“ (R2). Zeng et al. (2022) patvirtina, kad BG leidžia sekti produkto gyvavimo ciklą ir išvengti klaidų.

Blokų grandinė padeda užtikrinti duomenų tikslumą ir patikimumą, tai ypač svarbu produkto ar paslaugos kokybės problemų identifikavimui bei prevencijai. Nekintami kokybės kontrolės įrašai leidžia išvengti ginčų su klientais ir palaiko pasitikėjimą procesų skaidrumu, ypač jautriose gamybos srityse, kur būtinas tikslus atsekamumas.

Blokų grandinės tinklų įtaka veiklos našumui.

Blokų grandinė padeda pagreitinti informacijos viešinimą ir vidaus procesus: „Idealiu atveju – pagreitina procesus“ (R1), „leidžia publikuoti informaciją – gali pagerinti našumą“ (R2). Duomenų tikslumas padeda identifikuoti problemines vietas: „Tikslesni duomenys leidžia geriau suvokti proceso butelio kakliukus“ (R6). Tai atitinka Lai (2022) modelį, kuriame BG įvardijama kaip infrastruktūra, galinti užtikrinti realaus laiko sprendimų priėmimą tiekimo grandinėse ir operatyviniame valdyme.

Respondentai pažymi, kad blokų grandinė turi potencialą paspartinti procesus ir pagerinti veiklos našumą, ypač jei yra tinkamai integruota tiekimo ar pirkimų grandinėje. Be to, tikslesni duomenys padeda aiškiau identifikuoti procesų „butelio kakliukus“, o tai leidžia efektyviau planuoti veiklos tobulinimus. Nors kai kuriose organizacijose ši technologija dar nėra įdiegta, jos praktinė vertė matoma jau teoriniu lygmeniu.

Blokų grandinės tinklų įtaka KVS procesų veiksmingumui.

Respondentai pažymi, kad mažesnė žmogaus intervencija per BG padeda sumažinti klaidų tikimybę: „mažiau žmogaus intervencijos <...> mažėja klaidų“ (R10). Taip pat BG leidžia greitai ir patikimai rasti įrodymus (R2), o tai pagreitina procesus.

Pažymima duomenų tikslumo įtaka efektyvumui „Tikslesni duomenys leidžia geriau suvokti proceso butelio kakliukus.“ (R6), „Galėtų būti naudojama sertifikavimo ar neatitikčių fiksavimui.“ (R7).

BG užtikrina duomenų skaidrumą „BG užtikrina, kad auditų metu viskas dokumentuota be galimybės keisti.“ (R1); Kirti (2022) pabrėžia, kad BG įgalina veiksmingesnį atitikties valdymą – įrašų nepakeičiamumas tampa dokumentiniu įrodymu be papildomų patikrinimų.

Respondentų nuomone, blokų grandinė padeda padidinti veiklos efektyvumą, nes tikslūs ir nekintami duomenys leidžia aiškiau identifikuoti procesų „butelio kakliukus“. Taip pat svarbus įrodymų prieinamumas – su blokų grandine procesai tampa skaidresni, greitesni ir lengviau audituojami, nes visi veiksmai dokumentuojami ir negali būti pakeisti. Tai ypač aktualu sertifikavimo ir neatitiktųjų fiksavimo procesuose.

Blokų grandinės įtaka nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Respondentai teigia, kad BG technologijos diegimas skatina tobulėjimą. Diegiant BG skatinamas efektyvumas ir inovacijos, išvengiama stagnacijos, „Jeigu nenaudosime šitų priemonių, iškrisime iš rinkos <...> mažės kokybė.“ (R1); BG naudojimas, pasak respondento (R2) – brandos indikatorius „BG naudojimas rodo KVS brandą – fiksuojami veiksmai skaitmeniniu būdu.“ (R2); „Kol kas neturim praktikos, bet skaidrumas – tai, kas gali keisti kultūrą.“ (R6). Sahrane & Zairi (2021) pabrėžia, kad inovatyvios kokybės sistemos remiasi skaitmeninėmis priemonėmis, kurios tampa organizacijos brandos matu.

Respondentų nuomone, blokų grandinės technologijos diegimas skatina organizacijos tobulėjimą, didina efektyvumą ir inovatyvumą bei padeda išvengti stagnacijos. BG naudojimas laikomas brandos indikatoriumi, rodančiu sistemingą požiūrį į kokybę ir skaidrumą.

8 lentelė. *Blokų grandinės įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

Klausimyno elementas		Subkategorija/	Poveikis	Respondentų komentarų ištraukos	Subkategorijos pasikartojimo dažnis
BLOKŲ GRANDINĖ	Klientų pasitenkinimas	Greitesnis paslaugos gavimas	Klientai greičiau gauna paslaugą, todėl didėja jų pasitenkinimas;	„Naudojant BG greičiau gaunamas rezultatas <...> tai įtakoja per galutinę kainą.“ (R1); „Atrasti - lengviau, identifikuoti - lengviau.“ (R2);	2
		Neatšaukiamų įrašų patikimumas	Suteikia saugumo jausmą, bet gali būti per lėta dideliems mastams;	„BG neatšaukiamas <...> bet per lėtas didelėms įmonėms.“ (R2); „duomenys tikslūs ir nebuvo pakeisti.“ (R10);	4

				„Galėtume klientui parodyti, jog jo užsakymo informacija niekada nebuvo keista.“ (R9); „Skaitmeninis atsekamumas per blockchain didina pasitikėjimą.“ (R5);	
	Duomenų integralumas ir skaidrumas	Skaidrumas didina klientų pasitikėjimą ir patitenkinimą.		„duomenų integralumas duoda skaidrumo procesams <...> klientas pasitiki.“ (R6); „tikėjimas duomenų tikslumu ir skaidrumu.“ (R10);	2
	Greitesnis paslaugos gavimas	Klientai greičiau gauna paslaugą, todėl didėja jų patitenkinimas;		„Naudojant BG greičiau gaunamas rezultatas <...> tai įtakoja per galutinę kainą.“ (R1); „Atrasti - lengviau, identifikuoti - lengviau.“ (R2);	2
Produkto kokybė	Duomenų tikslumas ir patikimumas	Tikslūs duomenys padeda greičiau ir geriau spręsti problemas;		„gauni tikslesnius duomenis <...> gali geriau identifikuoti problemą <...> Turėdami nekintamą kokybės kontrolės įrašą, išvengtume ginčų dėl broko.“ (R6); „Tai naudinga, kai turim labai jautrią gamybą, kur reikia įrodymų.“ (R4); „Reikalingas atsekamumas – BG gali padėti.“ (R2);	3
Veiklos našumas	Procesų pagreitinimas	Galima pagreitinti procesus, bet priklauso nuo integracijos lygio ir srities;		„Idealiu atveju – pagreitina procesus.“ (R1); „BG leidžia publikuoti informaciją – gali pagerinti našumą.“ (R2); „Kol kas neįdiegta, bet teorinis potencialas yra – ypač pirkimų ir tiekimo grandinėse.“ (R2); „Manau, ateityje tai padės sumažinti dokumentų peržiūros laiką.“ (R8);	4
	Duomenų tikslumo įtaka efektyvumui	Tikslūs duomenys padeda identifikuoti „butelio kakliukus“;		„Tikslesni duomenys leidžia geriau suvokti proceso butelio kakliukus.“ (R6);	1
KVS procesų veiksmingumas	Įrodymų prieinamumas	Lengviau rasti įrodymus, todėl procesai tampa skaidresni ir greitesni;		„Lengviau susirasti įrodymus <...> nereikia kvestionuoti.“ (R2); „Blockchain užtikrina, kad auditų metu viskas dokumentuota be galimybės keisti.“ (R1); „Galėtų būti naudojama sertifikavimo ar neatitiktųjų fiksavimui.“ (R7);	3
Nuolatinio tobulėjimo kultūra	Technologijų diegimas skatina tobulėjimą	Diegiant BG skatinamas efektyvumas ir inovacijos, išvengiama stagnacijos;		„Jeigu nenaudosime šitų priemonių, iškrisime iš rinkos <...> mažės kokybė.“ (R1);	1

		BG naudojimas kaip brandos indikatorius	BG naudojimas rodo įmonės brandą ir sistemingą požiūrį į kokybę;	„BG naudojimas rodo KVS brandą – fiksuojami veiksmai skaitmeniniu būdu.“ (R2); „Kol kas neturim praktikos, bet skaidrumas – tai, kas gali keisti kultūrą.“ (R6); „Pritaikius blockchain, atsakomybė už duomenis tampa natūraliai svarbesnė.“ (R9).	3
--	--	---	--	--	---

Šaltinis: sudaryta autorės

Dirbtinio intelekto, Mašininio mokymosi, Neuroninių tinklų įtaka klientų pasitenkinimui.

Pasak respondentų automatizuotas klientų aptarnavimas sumažina laukimo laiką, greitesnis reagavimas, problemos sprendžiamos be žmogaus įsikišimo „Automatizuoti atsakymai pagreitino aptarnavimą <...> 24/7 pagalba tapo įmanoma <...> kai kurie klausimai išsprendžiami be žmogaus įsikišimo“(R7), „AI padeda padaryti mažiau klaidų priimant sprendimus – tai įtakoja pasitenkinimą.“(R6).

Respondentai mini, kad AI atsakymai ne visada būna tokie kurių tikimasi – nuo to priklauso ir klientų pasitenkinimas. „Jeigu virtualus asistentas nepateiks tikslios informacijos – klientas lieka nepatenkintas <...> bet kai atsako tiksliai, įtaka teigiama.“(R3), „kai nesu laimingas AI atsakymu –, pasitenkinimo nėra – tada skambinu į įmonę.“ (R10).

Kaip teigia respondentai, personalizuota patirtis vieniems klientams didina pasitenkinimą, kitiems – kelia diskomfortą dėl per daug įkyrių pasiūlymų; „Sistema rekomendavo man produktą“ (R7), „<...> dalis klientų neigiamai žiūri, kad AI analizuoja jų duomenis ir teikia pasiūlymus“(R2), tai akcentuoja ir Nayal et al. (2022), jis pažymi, kad AI sprendimai klientų aptarnavime turi būti derinami su asmens duomenų apsaugos principais.

Dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis ir neuroniniai tinklai gali reikšmingai pagerinti klientų patirtį. Automatizuotas aptarnavimas mažina laukimo laiką, leidžia greičiau reaguoti į užklausas ir spręsti problemas be žmogaus įsikišimo. Vis dėlto, jei AI atsako netiksliai ar nesupranta klausimo, klientas lieka nepatenkintas ir grįžta prie žmogiškųjų kontaktų. Be to, dvejopą nuomonę kuria personalizuoti pasiūlymai – vieniems klientams atrodo naudingi, tačiau kitiems net nepriimtini,

nes sistema analizuoja jų asmeninius duomenis. Nors šios technologijos teikia daug potencialo, jas naudojant svarbu išlaikyti pusiausvyrą tarp naudos ir jautraus požiūrio į kliento lūkesčius bei teises.

Dirbtinio intelekto, Mašininio mokymosi, Neuroninių tinklų įtaka produkto kokybės gerinimui.

Vienas iš svarbiausių AI ir jo šakų privalumų, kurių pabrėžė respondentai, yra gebėjimas greitai reaguoti į kokybės problemas. DI sistemos gali stebėti kokybinius parametrus realiu laiku, taip užkertant kelią defektams. Kaip pažymi vienas iš respondentų „AI gali pastebėti bėdą greičiau nei žmogus – reagavimo greitis yra pliusas“ (R6). Tai ypač svarbu tokiose srityse kaip medicina „Kai kurios dozės medikamentuose gali būti per mažos – AI gali tai sekti“ (R10). Kitas dalyvis pabrėžė, kad sistema veikia be žmogaus įsikišimo „Stebėjimo įrankis veikia be žmogaus įsikišimo“ (R7). (R3) respondentas pastebėjo, kad AI puikiai tinka tose situacijose, kur darbas yra pasikartojantis ir monotoniškas: „Jis tinka tose vietose, kur yra pasikartojantis darbas“.

Šalia greito reagavimo, respondentai pabrėžė ir informacijos apdorojimo efektyvumą. Dirbtinis intelektas padeda ne tik atpažinti problemas, bet ir jas sistemingai apdoroti. Kaip sako R2 „AI padeda paversti žmogiškąją informaciją labiau struktūrizuota <...> padeda apdoroti informaciją mažesnėmis sąnaudomis ir greičiau nei algoritmai“. AI taip pat gali reikšmingai sumažinti darbo jėgos poreikį: „Kai kurie sprendimai gali atstoti 10 darbuotojų – didžiulis našumo šuolis“ (R10).

Taip pat buvo išskirtas dirbtinio intelekto vaidmuo planuojant ir koordinuojant veiklą, kas tiesiogiai susiję su kokybės užtikrinimu tiekimo grandinėje. „AI gali koordinuoti, suplanuoti parko efektyvumą – logistikos srityje labai naudinga“ (R3), – teigia vienas iš respondentų. Kitas dalyvis mini platesnį taikymą: „AI gali padėti reziumuoti naujų rinkų mokesčines bazes“ (R9, R8), parodydamas šių technologijų lankstumą ir gebėjimą prisidėti prie verslo sprendimų, kurie netiesiogiai veikia ir produkto kokybę. Nayal et al. (2022) taip pat mini, kad Neuroniniai tinklai ir Gilusis mokymasis padeda tiksliai identifikuoti defektus, kas leidžia užtikrinti gamybos kokybę realiuoju laiku.

Dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis ir neuroniniai tinklai stipriai prisideda prie produkto kokybės gerinimo. Jie leidžia greitai pastebėti kokybės trūkumus, reaguoti į problemas realiu laiku ir veikti be nuolatinės žmogaus priežiūros. Šios technologijos padeda struktūrizuoti ir apdoroti duomenis gerokai efektyviau nei įprasti metodai, taip sumažinant sąnaudas ir klaidų tikimybę. Be to,

jos prisideda prie veiklos koordinavimo bei planavimo, ypač logistikos ir tiekimo grandinėse, kur tikslumas ir laikas yra tiesiogiai susiję su galutine produkto kokybe. Respondentų įžvalgos rodo, kad AI nėra tik pagalbinė priemonė – tai tampa svarbiu kokybės valdymo įrankiu.

Dirbtinio intelekto, Mašininio mokymosi, Neuroninių tinklų įtaka veiklos našumui.

Respondentai vieningai pripažįsta, kad dirbtinis intelektas daro reikšmingą įtaką organizacijos veiklos našumo. AI gebėjimas struktūrizuoti ir apdoroti didelius informacijos kiekius padeda sumažinti rankinio darbo apimtį ir spartinti sprendimų priėmimą. Kaip pastebi R2, „AI padeda paversti žmogiškąją informaciją labiau struktūrizuota“, o taip pat veikia „greičiau nei algoritmai“, tuo sumažindamas sąnaudas. Šį našumo efektą pabrėžia ir R10: „Kai kurie sprendimai gali atstoti 10 darbuotojų – didžiulis našumo šuolis.“

AI pritaikymas taip pat išryškėja logistikos ir planavimo procesuose – „AI gali koordinuoti, suplanuoti parko efektyvumą – logistikos srityje labai naudinga“ (R3), o R9 mini platesnį analitinį pritaikymą: „AI gali padėti reziumuoti naujų rinkų mokesčių bazes.“

Dirbtinis intelektas organizacijose tampa ne tik techniniu įrankiu, bet ir sisteminė priemone veiklos tobulinimui. Jis padeda apdoroti informaciją greičiau, pigiau ir tiksliau nei tradiciniai metodai, o kai kuriais atvejais gali pakeisti žmogiškuosius resursus. Nors kai kuriais atvejais AI dar nėra visiškai savarankiškas, tačiau ženkliai prisideda prie efektyvumo didinimo.

Dirbtinio intelekto, Mašininio mokymosi, Neuroninių tinklų įtaka KVS procesų veiksmingumui.

Kokybės vadybos sistemoje AI automatizuoja informacijos rinkimą, o tai ne tik padidina efektyvumą, bet ir sprendžia praktinius valdymo iššūkius: „AI gali paimti informaciją ir paversti ją skaitmenine – išsprendžia didžiulę „o kam to reikia?“ problemą“ (R2). Respondentai (R10) taip pat pabrėžia, kad „KVS ir efektyvumas susiję, todėl AI gali turėti teigiamą įtaką.“ Dumas et al. (2023) teigia, kad DI įrankiai leidžia sumažinti duomenų tvarkymo laiką ir padidinti analitinį tikslumą, tačiau pabrėžia, jog sprendimų kokybė priklauso nuo duomenų šaltinių.

Nepaisant šių privalumų, kai kurie pastebi, kad AI dar nėra tobulas – „AI gali stebėti KPI, bet ne visada duoda patarimų“ (R6), o ChatGPT, nors padeda struktūruoti dokumentus, „vis tiek reikia

peržiūrėti galutinę versiją“ (R9). Vis dėlto, kaip pastebi R7, AI sugeba ne tik atpažinti procesų trikdžius, bet ir pasiūlyti tobulinimo idėjų: „Sistema išskėlė veiklos gerinimo idėjas.“

Dirbtinis intelektas kokybės vadybos srityje padeda greičiau surinkti ir apdoroti informaciją, todėl sprendimus priimti tampa paprasčiau ir greičiau. Nors šios technologijos dar nėra tobulos, jos gebėjimas pastebėti problemas ir pasiūlyti, ką galima būtų patobulinti, rodo, kad jos turi daug potencialo gerinant organizacijų kokybės valdymą.

Dirbtinio intelekto, Mašininio mokymosi, Neuroninių tinklų įtaka nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Respondentų įžvalgos atskleidžia, kad dirbtinis intelektas tampa ne tik technologiniu įrankiu, bet ir svarbiu nuolatinio tobulėjimo kultūros elementu organizacijoje. Pasak R2, „jeigu jau turi AI, greičiausiai įstaigos KVS yra aukštesnio lygio“, o tai rodo, kad AI įdiegimas dažnai siejamas su aukšta organizacijos branda ir pasirengimu inovatyviems sprendimams. Tuo tarpu R7 pabrėžia, kad „tai nuolatinio tobulėjimo įrankis – viskas susiję“, aiškiai nurodydamas, jog dirbtinis intelektas padeda palaikyti sistemingą ir ilgalaikį tobulinimo procesą.

Be to, AI geba identifikuoti silpnąsias vietas. Kaip pastebi R3, „jeigu AI užstrigo – tai jau yra tobulinimo galimybė“, tai rodo, kad net technologijos ribotumai gali tapti naujų sprendimų pradžia. Vis dėlto keli respondentai atkreipia dėmesį, kad vien automatizuotų sistemų nepakanka. Kaip sako R10, „be žmogaus įsikišimo, tobulėjimas gali neįvykti – AI turi būti derinamas su paskatinimu“. Nuomonę patvirtina ir Dumas et al. (2023) jis pabrėžia, kad giliojo mokymosi taikymas vadybos sprendimuose yra efektyvus tik kartu su nuolatinio tobulėjimo praktika – viena be kitos veiksmingos nebūna. Tai parodo, kad reikia išlaikyti balansą tarp technologijos ir žmogaus.

Apibendrinant galima teigti, kad dirbtinis intelektas padeda stiprinti nuolatinio tobulėjimo kultūrą organizacijoje – jis leidžia greičiau pastebėti problemas ir siūlo, ką būtų galima keisti ar tobulinti. Vis dėlto vien technologijų nepakanka – būtinas ir žmonių įsitraukimas. Pokyčiai iš tiesų įgyvendinami tik tada, kai AI sprendimai derinami su žmogišku patyrimu ir iniciatyva.

9 lentelė. *Dirbtinio intelekto, Mašininio mokymosi, Neuroninių tinklų ir giliojo mokymosi įtaka klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, KVS procesų veiksmingumui, nuolatinio tobulėjimo kultūrai.*

Klausimyno elementas	Subkategorija/	Poveikis	Respondentų komentarų ištraukos	Subkategorijos
----------------------	----------------	----------	---------------------------------	----------------

				pasikar- tojimo dažnis	
DIRBTINIS INTELEKTAS	Klientų pasitenkinimas	Automatizuotas klientų aptarnavimas	Sumažina laukimo laiką, greitesnis reagavimas, problemos sprendžiamos be žmogaus įsikišimo;	„Automatizuoti atsakymai pagreitino aptarnavimą.“ <...> „24/7 pagalba tapo įmanoma <...> „Kai kurie klausimai išsprendžiami be žmogaus įsikišimo.“(R7); „DI mažina žmogiškųjų klaidų riziką – tai padeda ir klientų patirčiai.“(R6);	2
		Personalizuota patirtis	Kai kuriems klientams tai padidina pasitenkinimą, kitiems kelia diskomfortą dėl per daug įkyrių pasiūlymų;	„Sistema rekomendavo man tinkamą produktą.“ „AI tiksliai nuspėjo, ko ieškojau.“(R7); „DI padeda padaryti mažiau klaidų priimant sprendimus – tai įtakoja pasitenkinimą.“(R6); „Klientui sumažinama trintis pasiekti paslaugas <...> tačiau dalis klientų neigiamai žiūri, kad AI analizuoja jų duomenis ir teikia pasiūlymus.“(R2);	3
		Atsakymų tikslumas ir prieinamumas	Mišrus – tiksli DI informacija teikia naudą, bet klaidingi atsakymai mažina pasitenkinimą;	„Jeigu virtualus asistentas nepateiks tikslios informacijos – klientas lieka nepatenkintas <...> bet kai atsako tiksliai, įtaka teigiama.“(R3); „kai Nesu laimingas AI atsakymu-, pasitenkinimo nėra. Tada skambinu į įmonę.“(R10); „Veikla pagerėjo, pasiekėme tikslus – padidėjo klientų pasitenkinimas.“(R5);	3
	Produkto kokybė	Greitesnis reagavimas į kokybės problemas Duomenų struktūrizavimas kokybės tikslams	Leidžia greičiau reaguoti nei žmogus; Leidžia apdoroti atsiliepiamus ir spręsti problemas efektyviau;	„AI gali pastebėti bėdą greičiau nei žmogus – reagavimo greitis yra pliusas.“(R6); „Kai kurios dozės medikamentuose gali būti per mažos – AI gali tai sekti.“(R10); „Stebėjimo įrankis veikia be žmogaus įsikišimo.“(R7); „Jis tinka tose vietose, kur yra pasikartojantis darbas.“(R3);	4
	Veiklos našumas	Informacijos apdorojimo greitis	DI pateikia greitus, tikėtinus rezultatus su mažesnėmis sąnaudomis;	„AI padeda paversti žmogiškąją informaciją labiau struktūrizuota.“; <...> „AI padeda apdoroti informaciją mažesnėmis sąnaudomis ir greičiau nei algoritmai.“(R2); „Kai kurie sprendimai gali atstoti 10 darbuotojų – didžiulis našumo šuolis.“(R10);	2
		Veiklos koordinavimas ir planavimas	Padeda efektyviau koordinuoti veiklą, ypač logistikoje;	„AI gali koordinuoti, suplanuoti parko efektyvumą – logistikos srityje labai naudinga.“(R3); R9: „AI gali padėti reziumuoti naujų rinkų mokesčių bazes.“(R9);	2
	KVS procesų veiksmingumas	Automatizuotas duomenų surinkimas	Teigiamas – sumažina „overheadą“ ir	„AI gali paimti informaciją ir paversti ją skaitmenine – išsprendžia didžiulę „o kam to reikia?“ problemą.“(R2);	2

			supaprastina kontrolę;	„KVS ir efektyvumas susiję, todėl AI gali turėti teigiamą įtaką.“(R10);	
		Rodiklių stebėjimas	AI stebi, bet dar nesugeba paaiškinti priežasties;	„AI gali stebėti KPI, bet ne visada duoda patarimų, kodėl nesilaikoma terminų.“ (R6); „ChatGPT padeda struktūruoti procedūras, bet vis tiek reikia peržiūrėti galutinę versiją.“(R9);	2
		Automatinė duomenų analizė	Teigiamas – padeda greitai pastebėti tobulintinas sritis;	„AI rodo kur procesai stringa <...> Sistema išskėlė veiklos gerinimo idėjas.“(R7);	1
	Nuolatinio tobulėjimo kultūra	Duomenų brandos indikatorius	DI rodo organizacijos technologinę ir duomenų brandą;	„Jeigu jau turi AI, greičiausiai įstaigos KVS yra aukštesnio lygio.“(R2); „Tai nuolatinio tobulėjimo įrankis – viskas susiję.“(R7);	2
		Įžvalgų generavimas	Padeda identifikuoti neapibrėžtumus ir tobulėjimo galimybes.	„Jeigu AI užstrigo – tai jau yra tobulinimo galimybė.“(R3); „Be žmogaus įsikišimo, tobulėjimas gali neįvykti – AI turi būti derinamas su paskatinimu.“(R10).	2

Šaltinis: (sudaryta autorės)

Kokybė 4.0 priemonių panaudojimas procesuose.

Surinkti empiriniai duomenys leidžia daryti išvadą, kad įvairios pažangios technologijos – tokios kaip duomenų mokslas, statistika, pagalbinės skaitmeninės priemonės, didžiųjų duomenų analizė, blokų grandinės sprendimai, dirbtinis intelektas, taip pat mašininis mokymasis ir neuroniniai tinklai – vis plačiau taikomos skirtinguose organizacijų veiklos etapuose. Vis dėlto pastebima, kad jų integracija priklauso nuo to, kiek konkretus procesas yra aiškiai struktūruotas, kiek jame egzistuoja pasikartojimo elementų, bei kokia duomenų apimtis jame generuojama.

Duomenų mokslas ir statistika dažniausiai naudojami tose veiklos srityse, kurios pasižymi sistemingumu ir pakartojamumu. Tai – pardavimai, planavimas, kokybės užtikrinimas ar klientų poreikių analizė. Praktiškai netaikomi chaotiškuose ar retai pasikartojančiuose procesuose, kuriuose nėra aiškių metodinių žingsnių.

Pagalbinės technologijos ypač svarbios skaitmeniniuose kanaluose, integruotuose sprendimuose, taip pat gamyboje ir produktų kokybės palaikymo sistemose. Jos padeda suvaldyti operacinius veiksmus – tokius kaip informacijos pateikimas, registracijos ar klaidų prevencija.

Didieji duomenys taikomi tuomet, kai procesas yra glaudžiai susijęs su reikšmingais informacijos kiekiais – pavyzdžiui, klientų analize, veiklos matavimu, rinkodara ar strateginiu

planavimu. Tai viena iš esminių priemonių, kai kalbama apie prognozavimą bei sprendimų pagrindimą realiais duomenimis.

Blokų grandinės sprendimai aktualūs tuomet, kai reikia užtikrinti duomenų patikimumą, autentiškumą bei veiklos pėdsakų fiksavimą. Dažniausiai jų taikymas fiksuojamas finansiniuose procesuose, logistikoje bei tiekimo grandinėse.

Dirbtinis intelektas (DI) pasižymi plačiu taikymo spektru – nuo klientų aptarnavimo iki administracinių sprendimų, taip pat personalo valdymo ar rizikų analizės. Svarbu, kad būtų prieinami duomenys, kuriuos DI modeliai galėtų interpretuoti. Ši technologija tampa ypač veiksminga ten, kur sprendimai turi būti priimami greitai ir adaptuoti prie besikeičiančių aplinkybių.

Mašininis mokymasis labiausiai tinkamas tose veiklos srityse, kur yra reguliarūs, duomenimis pagrįsti modeliai – tai gamyba, finansų analizė, techninių sistemų monitoringas ar logistika. Ši technologija leidžia pastebėti tendencijas ir efektyviau planuoti resursus.

Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis pritaikomi ten, kur reikia analizuoti sudėtingus ar nestruktūrizuotus duomenis: tekstus, vaizdo medžiagą, garsą. Jie naudingi kokybės valdymui, automatizuotam klientų aptarnavimui bei atrankoms personalo srityje.

Apžvelgus visus respondentų atsakymus, galima daryti išvadą, kad technologijų diegimas yra glaudžiai susijęs su procesų brandumu bei aiškumu. Kuo veikla yra labiau apibrėžta, tuo didesnė galimybė tikslingai integruoti duomenų analitikos ar DI sprendimus. Nestandartiniai procesai dažniausiai reikalauja lankstesnių, labiau išmanančių sistemų – tokių kaip neuroniniai tinklai. Tikslingai taikomos technologijos padeda ne tik padidinti efektyvumą, bet ir pagrįsti sprendimus faktais bei pagerinti bendrą organizacijos adaptaciją.

10 lentelė. Technologijų panaudojimas procesuose

Technologija	Naudojimo procesai	Pagrindinės sritys
Duomenų mokslas ir statistika	Pardavimas, vystymas, testavimas, tyrimai, struktūrizuoti ir pasikartojantys procesai, marketingas, planavimas, kokybės užtikrinimas	Marketingas, kokybės valdymas, planavimas
Pagalbinės technologijos	Skaitmeniniai, internetiniai procesai, integruotos sistemos, gamyba, kokybės užtikrinimas, pardavimas, marketingas	Internetinė veikla, gamyba, registracijos
Didieji duomenys	Procesai su didelėmis duomenų apimtimis, analizė, verslo sprendimai, marketingas, gamyba, sandėlio valdymas, prognozavimas	Sprendimų priėmimas, analizė, prognozės
Blokų grandinė	Kontrolės procesai, duomenų kodavimas ir saugojimas, finansai, logistika, tiekimo grandinės, klientų užsakymai	Saugumas, tiekimo ir klientų kontrolė

Dirbtinis intelektas	Visi pasikartojantys ir duomenimis pagrįsti procesai, HR, klientų aptarnavimas, administracija, techninė priežiūra, sprendimų priėmimas	Optimizacija, automatizavimas, sprendimų palaikymas
Mašininis mokymasis	Masiškai pasikartojantys procesai, prognozės, analizės, planavimas, korupcijos prevencija, gamyba, logistika	Analizė, planavimas, prognozės
Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis	Klientų aptarnavimas, HR, automatizuota analizė, kokybės vertinimas iš teksto/vaizdo/garso, mokymas, tobulėjimas	Nestruktūrizuotų duomenų analizė, klasifikavimas

Šaltinis: sudaryta autorės

IŠVADOS

1.Susidurta su daug apribojimų analizuojant Kokybė 4.0 koncepciją, yra daug apibrėžimų, kurie išskiria skirtingas Kokybė 4.0 dimensijas. Atlikus mokslinę literatūros analizę buvo išgryninta Kokybė 4.0 koncepcija ir nustatytos dažniausiai pasikartojančios pagrindinės priemonės, tai – duomenų mokslas ir statistika, pagalbinės technologijos, didieji duomenys, blokų grandinė, dirbtinis intelektas, Mašininis mokymasis, Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis.

2.Susidurta su daug apribojimų apibrėžiant Kokybės vadybos sistemos rezultatyvumo vertinimo sampratą bei metodikas. Skirtingi mokslininkai skirtingai apibrėžia terminus ir siūlo taikyti skirtingas vertinimo metodikas, per skirtingus tikslus ir kriterijus. Apžvelgus mokslinę literatūrą buvo išgryninti ir apibrėžti dažniausiai pasitaikantys kriterijai, pagal kuriuos buvo atliktas empirinis tyrimas, tai – klientų pasitenkinimas, produkto kokybės gerinimas, veiklos našumas, KVS procesų veiksmingumas, nuolatinio tobulėjimo kultūra.

3.Atlikus kokybinę analizę ištirta, kad konkrečios Kokybė 4.0 priemonės: duomenų mokslas ir statistika, pagalbinės technologijos, didieji duomenys, dirbtinis intelektas, mašininis mokymasis, neuroniniai tinklai bei blokų grandinės technologijos daro reikšmingą poveikį organizacijų kokybės vadybos sistemoms. Šios priemonės veikia kaip strateginiai valdymo įrankiai, leidžiantys priimti objektyviais duomenimis grįstus sprendimus, didinti procesų skaidrumą, mažinti žmogiškųjų klaidų tikimybę bei gerinti klientų patirtį.

4.Duomenų analizės metodai padeda ne tik identifikuoti esamas problemas, bet ir prognozuoti galimus kokybės nukrypimus bei operatyviai taikyti korekcinius veiksmus. Pagalbinės technologijos, veikdamos kartu su statistiniais metodais, užtikrina aukštesnį veiklos efektyvumą, padeda standartizuoti kokybės užtikrinimo procesus ir automatizuoti svarbiausias kontrolės funkcijas.

5.Didieji duomenys ir dirbtinio intelekto sprendimai leidžia organizacijoms veikti proaktyviai, gauti įžvalgas realiuoju laiku, adaptuoti produktus pagal klientų poreikius ir skatinti nuolatinio tobulėjimo kultūrą. Vis dėlto, tyrimas atskleidė, kad šių technologijų poveikis yra tiesiogiai susijęs su organizacijos technologiniu pasirengimu, duomenų valdymo brandumu bei darbuotojų įsitraukimu.

6.Svarbu pažymėti, kad technologijų teikiama nauda gali būti realizuota tik tada, kai organizacijoje vyrauja duomenimis grįsto valdymo kultūra, o sprendimų priėmimas grindžiamas tiek kiekybiniais, tiek kokybiniais rodikliais. Tokiu būdu technologijos tampa ne tik pagalbiniėmis priemonėmis, bet ir neatsiejama organizacinės pažangos, inovatyvumo bei tvarios kokybės vadybos dalimi.

REKOMENDACIJOS

1. Tikslinga skatinti duomenų kultūros plėtrą organizacijose. Tyrimas parodė, kad duomenų mokslas ir statistiniai metodai padeda ne tik tiksliau įvertinti klientų pasitenkinimą ar produkto kokybę, bet ir leidžia operatyviai reaguoti į pokyčius bei identifikuoti problemines sritis dar ankstyvose stadijose. Todėl rekomenduojama organizacijoms kryptingai investuoti į duomenų analizės gebėjimų ugdymą, ypač vadovų ir kokybės specialistų lygmenyje.

2. Reikšmingas vaidmuo tenka pagalbinėms technologijoms. Jos, kaip atskleidė tyrimo duomenys, padeda automatizuoti kokybės kontrolės procesus, sumažinti žmogiškųjų klaidų tikimybę, užtikrinti duomenų atsekamumą ir operatyvų reagavimą į nuokrypius. Todėl rekomenduojama organizacijoms įvertinti ir palaipsniui diegti tokias technologijas, kurios prisideda prie procesų skaidrumo ir leidžia kurti tvarią bei efektyvią kokybės vadybos sistemą.

3. Būtina atsakingai vertinti didžiųjų duomenų naudojimą. Nors jie leidžia priimti labiau pagrįstus sprendimus ir netgi prognozuoti klientų poreikius iš anksto, daliai vartotojų tai gali kelti pasitikėjimo klausimų, ypač kalbant apie duomenų privatumo aspektus. Todėl svarbu ne tik naudoti didžiuosius duomenis veiklos tobulinimui, bet ir aiškiai komunikuoti duomenų naudojimo tikslus bei laikytis etinių standartų.

4. Dirbtinio intelekto ir mašininio mokymosi sprendimai gali reikšmingai pagerinti procesų valdymą, tačiau jie turėtų būti taikomi apgalvotai. Tyrime išryškėjo, kad AI padeda pasiekti aukštesnį efektyvumo lygį, ypač kai sprendžiami kokybės ar veiklos našumo klausimai. Vis dėlto technologijų naudojimas turėtų būti derinamas su žmogiškuoju vertinimu, nes kai kuriose situacijose automatizuoti sprendimai gali būti netikslūs ar neadekvatūs konkrečiam kontekstui.

5. Vertėtų plėtoti nuolatinio tobulėjimo kultūrą, pasitelkiant technologinius sprendimus ne kaip tikslą, o kaip priemonę. Duomenų analizė ir informacijos vizualizavimas gali padėti ne tik matuoti pažangą, bet ir skatinti darbuotojus įsitraukti į pokyčių įgyvendinimą bei procesų gerinimą. Tokia kultūra prisideda prie organizacinio mokymosi ir inovatyvumo, o kartu stiprina ir konkurencinį pranašumą.

6. Organizacijoms, veikiančioms srityse, kuriose svarbus duomenų nekintamumas, atsekamumas ir patikimumas (pavyzdžiui, gamyba, tiekimo grandinė, sertifikavimas),

rekomenduojama apsvarstyti blokų grandinės technologijų diegimą. Tokie sprendimai leidžia kurti skaidresnius procesus, lengviau valdyti neatitiktis ir efektyviau planuoti kokybės gerinimo veiklas.

7. Apibendrinant galima teigti, kad tyrimo metu paaiškėjo, jog technologijų ir duomenų analizės metodų taikymas neatsiejamas nuo šiuolaikinės organizacijos pažangos. Vis dėlto jų integravimas turi būti pagrįstas ne tik ekonominiais skaičiavimais, bet ir vertybiniais principais, įtraukiant darbuotojus į sprendimų priėmimo procesus bei formuojant ilgalaikę strateginę viziją.

SIŪLYMAI TOLIMESNIEMS TYRIMAMS

1. Šiame tyrime daugiausia dėmesio skirta toms įmonėms, kurios jau naudoja Kokybė 4.0 priemones. Ateityje būtų vertinga įtraukti platesnį sektorių spektrą – nuo paslaugų iki viešojo sektoriaus – tam, kad pamatytume, kaip skirtingi kontekstai veikia šių technologijų taikymą.

2. Tyrime remtasi kokybiniais duomenimis – giliais pokalbiais ir patirtimis. Tolesniuose darbuose būtų įdomu tai papildyti kiekybine analize: pavyzdžiui, įvertinti, kaip keičiasi klaidų skaičius, našumas ar klientų pasitenkinimo rodikliai po naujų priemonių įdiegimo.

3. Kol kas apie Kokybė 4.0 kalbėjo daugiausia vadovai ir ekspertai. Tačiau ne mažiau svarbu suprasti, kaip šiuos pokyčius mato ir jaučia darbuotojai – jų įsitraukimas dažnai lemia, ar naujos priemonės veikia realiai, o ne tik teoriškai.

4. Tyrimo dalyviai atkreipė dėmesį, kad technologijų teikiama nauda praranda vertę, jei kartu neatsižvelgiama į duomenų naudojimo skaidrumą, etiką ir privatumą. Ypač tai aktualu dirbtinio intelekto ir didžiųjų duomenų taikyme, kurie kelia naujus atsakomybės klausimus. Rekomenduojama atlikti atvejo analizes, kurios padėtų atskleisti gerąsias organizacijų praktikas šiose srityse ir įvertinti jų poveikį klientų pasitikėjimui bei kokybės suvokimui.

5. Tyrimo rezultatai parodė, kad technologijos, ypač AI, veikia efektyviai tik kartu su darbuotojų įsitraukimu. Todėl tolimesni tyrimai galėtų nagrinėti, kaip technologijos keičia vadovavimo stilių, sprendimų priėmimą, darbuotojų įgalinimą ir dalyvavimą tobulinimo procesuose.

6. Rekomenduojama nukreipti žvilgsnį į naujas besiformuojančias Kokybė 4.0 technologijas, tokias kaip skaitmeniniai dvyniai (*angl. Digital twins*) ar generatyvinis AI. Kadangi technologinis laukas nuolat kinta, rekomenduojama orientuotis į naujas tendencijas ir įvertinti jų integracijos potencialą į KVS – tiek iš veiklos, tiek iš strateginės kokybės valdymo perspektyvos.

LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

- Ali, A. H., Aslam, N., Al Saqri, S. M., Arni, S., Nair, S., & Karim, A. M. (2020). The use of structural equation model (SEM) to evaluate the effectiveness of ISO 9001 quality management system (QMS) on the performance of oil and gas drilling companies. *International Journal of Business and Management*, 15(1), 59–78. DOI:[10.5539/ijbm.v15n1p59](https://doi.org/10.5539/ijbm.v15n1p59)
- Ali, S., Shin, W. S., & Song, H. (2022). Blockchain-enabled open quality system for smart manufacturing: Applications and challenges. *Sustainability*, 14(18), 11677. DOI:[10.3390/su141811677](https://doi.org/10.3390/su141811677)
- Antony, J., McDermott, O., & Sony, M. (2021). Quality 4.0 conceptualisation and theoretical understanding: A global exploratory qualitative study. *The TQM Journal*, 33(8), 321–334. DOI:[10.1108/TQM-07-2021-0215](https://doi.org/10.1108/TQM-07-2021-0215)
- Barsalou, M. A. (2023). Root cause analysis in Quality 4.0: A Scoping Review of Current State and Perspectives. *TEM Journal*. Volume 12, Issue 1, pages 7379, ISSN 22178309, DOI: 10.18421/TEM121-10, February 2023
- Carvalho, A.V.; Lima, T.M. Quality 4.0 and Cognitive Engineering Applied to Quality Management Systems: A Framework. *Appl. Syst. Innov.* 2022, 5, 115. <https://doi.org/10.3390/asi5060115>
- Chiarini, A. (2020). Industry 4.0, Quality management and TQM world. A systematic literature review and a proposed agenda for further research. *The TQM Journal*, 32(4), 603–614. DOI:[10.1108/TQM-04-2020-0082](https://doi.org/10.1108/TQM-04-2020-0082)
- Dumas, M., García-Bañuelos, L., La Rosa, M., & Maggi, F. M. (2023). AI-Augmented Business Process Management Systems: A Research Manifesto. *Business Process Management Journal*. <https://doi.org/10.1145/3576047>
- Encyclopaedia Britannica. (2023). Quality. Encyclopaedia Britannica, Inc.
- Erboz, G. (2017). How to define Industry 4.0: Main pillars of Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 3(2), 373–378.
- Escobar, C. A., McGovern, M. E., & Morales-Menendez, R. (2021). Quality 4.0: A review of big data challenges in manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32(8), 2319–2334. DOI:[10.1007/s10845-021-01765-4](https://doi.org/10.1007/s10845-021-01765-4)
- Faritova, L. L. (2018). Methodology for evaluating the effectiveness of quality management systems of industrial enterprises. Kazan National Research Technological University.

- Salimbeni, S., Redchuk, A., & Rousserie, H. (2023). Quality 4.0 technologies and readiness factors in the entire value flow life cycle. *Production & Manufacturing Research: An Open Access Journal*, 13(3), 3107. DOI:[10.1080/21693277.2023.2238797](https://doi.org/10.1080/21693277.2023.2238797)
- Sony, M., Antony, J. and Douglas, J.A. (2020), "Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions for research", *The TQM Journal*, Vol. 32 No. 4, pp. 779-793. DOI:[10.1108/TQM-12-2019-0275](https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0275)
- Gaižauskaitė, I. Ir Valavičienė, N. (2016). *Socialinių tyrimų metodai: kokybinis interviu*. Vilnius: VĮ Registrų centro Teisinės informacijos departamentas.
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- Goodall, P., Sharpe, R., & West, A. (2019). A data-driven simulation to support remanufacturing operations. *Computers in Industry*, 105, 48-60. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.11.001>
- Hoyle, D. (2017). *ISO 9000 Quality Systems Handbook: Using the Standards as a Framework for Business Improvement* (7th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315642192>
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9000:2015 – Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*. <https://www.iso.org/standard/45481.html>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Significance of Quality 4.0 towards comprehensive enhancement in manufacturing sector. *Sensors International*, 2(4), 100109. DOI:[10.1016/j.sintl.2021.100109](https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100109)
- Farouk, N., & Gohar, N. (2023). Developing a Systematic and Practical Road Map for Implementing Quality 4.0. *Quality Innovation Prosperity* 27(2):96-121. DOI:[10.12776/qip.v27i2.1859](https://doi.org/10.12776/qip.v27i2.1859)
- Kim, S. (2020). The Effect of Quality Management and Big Data Management on Customer Satisfaction in Korea's Public Sector. *Sustainability*, 12(13), 5474. DOI:[10.3390/su12135474](https://doi.org/10.3390/su12135474)
- Kot, M. (2022). Artificial Intelligence agents in quality management decision-making. *Procedia Computer Science*, 200, 123–132.
- Lai, L. K. H. (2022). Digital quality innovation part 1: From Industry 4.0 to Quality 4.0 in Hong Kong. ResearchGate.
- Lai, L. (2022). Digital Quality Innovation Model. (Digital Quality Innovation Part2: HKSQ Quality 4.0 Professional Competence Model. ReaserchGate.

- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, 16, 3–8. DOI:[10.1016/j.procir.2014.02.001](https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001)
- Leone, D., Schiavone, F., Appio, F. P., & Chiao, B. (2021). How does artificial intelligence enable and enhance value co-creation in industrial markets? An exploratory case study in the healthcare ecosystem. *Journal of Business Research*, 129, 849-859. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.008>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10. DOI:[10.1016/j.jii.2017.04.005](https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005)
- Marlon Dumas, FabianaFournier, LiorLimonad, Andrea Marrella, MarcoMontali,Jana-Rebecca Rehse, Rafael Accorsi, Diego Calvanese, Giuseppe De Giacomo, Dirk Fahland, Avigdor Gal, MarcelloLa Rosa,Hagen Völzer, and Ingo Weber. 2022. AI-Augmented Business Process Management Systems: A Research Manifesto. 1, 1 (November 2022), 19 pages. <https://doi.org/XXXXXXXX.XXXXXXX>
- Mohammad Abdu Al-esaiy et al, *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, Vol.10 Issue.11, November- 2021, pg. 29-46. DOI: 10.47760/ijcsmc.2021.v10i11.005
- Mourougan, S., & Sethuraman, K. (2017). Understanding and implementing quality management system. *IOSR Journal of Business and Management*, 19(5), 41–51. DOI:[10.9790/487X-1905014151](https://doi.org/10.9790/487X-1905014151)
- Muruganandham, R., Venkatesh, K., Devadasan, S. R., & Harish, V. (2023). TQM through the integration of blockchain with ISO 9001:2015 standard based quality management system. *Total Quality Management & Business Excellence*. <https://doi.org/10.1080/14783363.2022.2054318>
- Neyestani, B (2016). Effectiveness of Quality Management System (QMS) on Construction Projects. *ResearchGate*. DOI:[10.5281/zenodo.290272](https://doi.org/10.5281/zenodo.290272)
- Nayal, K., et al. (2021). Exploring the role of artificial intelligence in managing agricultural supply chain risk to counter the impacts of the COVID-19 pandemic. *The International Journal of Logistics Management* Vol. 33 No. 3, 2022 pp. 744-772 ©Emerald Publishing Limited 0957-4093 DOI 10.1108/IJLM-12-2020-0493
- Nevien Khourshed, Nermin Gouhar (2023). Developing a Systematic and Practical Road Map for Implementing Quality 4.0 DOI: 10.12776/QIP.V27I2.1859
- Oxford English Dictionary. (2023). Quality. Oxford University Press. Retrieved from

- Petkovska, Sofija and Gjorgjeska, Biljana (2013) *The significance of the quality management system in making management decisions*. The Third International Scientific Congress - Biennale. pp. 25-28 <https://eprints.ugd.edu.mk/id/eprint/8593>
- Rifqi, H., Zamma, A., Souda, B. S., & Hansali, M. (2021). Positive Effect of Industry 4.0 on Quality and Operations Management. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)* 17(09):pp 133-147. DOI:[10.3991/ijoe.v17i09.24717](https://doi.org/10.3991/ijoe.v17i09.24717)
- Radziwill, N. & Freeman, G., (2020). Reframing the test pyramid for digital transformation organizations. ResearchGate. DOI:[10.48550/arXiv.2011.00655](https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.00655)
- Radziwill, Nicole M. (2018, October). Let's Get Digital: The many ways the fourth industrial revolution is reshaping the way we think about quality. *Quality Progress, ASQ*, p. 24-29. DOI:[10.48550/arXiv.1810.07829](https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.07829)
- Ruževičius, J. (2010). Kokybės vadybos sistemų veiksmingumo vertinimo aspektai. Verslas: teorija ir praktika, 11(4), 347–357. <https://doi.org/10.3846/btp.2010.37>
- Sabri-Laghaie, K., Ghouschi, S. J., Elhambakhsh, F., & Mardani, A. (2020). Monitoring blockchain cryptocurrency transactions to improve the trustworthiness of the fourth industrial revolution (Industry 4.0). *Algorithms*, 13(12), 312. DOI:[10.3390/a13120312](https://doi.org/10.3390/a13120312)
- Sahrane, A., & Elouadi, A. (2022). Essential models and key concepts of Quality 4.0. *Procedia Computer Science*, 200, 1108–1117. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/jomodsv1i1.31640>
- [Saihi, A., Awad, M. and Ben-Daya, M.](#) (2023), „Quality 4.0: leveraging Industry 4.0 technologies to improve quality management practices – a systematic review“ *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 40 No. 2, pp. 628-650.<https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2021-0305>
- Serafinas, D., & Ruževičius, J. (2009). Kokybės vadybos sistemų tikslų klasifikacija ir jų įtaka sistemos veiksmingumui. *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai*, 18(3), 204–212
- Sony, M., Antony, J., & Naik, S. (2020). Quality 4.0: A systematic literature review and future research agenda. *Total Quality Management & Business Excellence*, 31(3–4), 402–432.
- Liu, H., Liu, R., Gu, X., & Yang, M., (2023). From total quality management to Quality 4.0: A systematic literature review and future research agenda. *Frontiers of Engineering Management* 10(13-14). DOI:[10.1007/s42524-022-0243-z](https://doi.org/10.1007/s42524-022-0243-z)

- Sureshchandar, G. S. (2021). (Quality 4.0. – a measurement model using the confirmation factor analysis (CFA) approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*. DOI:[10.1108/IJQRM-06-2021-0172](https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2021-0172))
- Sureshchandar, G. S. (2023). Quality 4.0 – a measurement model using the confirmatory factor analysis (CFA) approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 40(1), 280–303. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2021-0172>
- Taleb, I., Serhani, M.A., Bouhaddioui, C. *et al.* Big data quality framework: a holistic approach to continuous quality management. *J Big Data* 8, 76 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00468-0>
- Unnu, K., Pazour, J., Megahed, F. M., & Narayanaswami, G. (2019). Blockchain-enabled supply chains: Enhancing trust and transparency. Preprint.
- Xu, X. (2020). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 58(8), 2041–2061. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Zeng, X., Li, S., & Yousaf, Z. (2022). Artificial Intelligence Adoption and Digital Innovation. *Sustainability*, 14(14), 8286. <https://doi.org/10.3390/su14148286>
- Zgirskas, A., Ruževičius, J., & Ruželė, D. (2021). The impact of quality management system implementation on performance and sustainability in Lithuanian organizations. *Standards*, 1(1), 13–27. <https://doi.org/10.3390/standards1010002>
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *Proceedings of the 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2147–2152. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>
- Zonnenshain, A., & Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0 – The challenging future of quality engineering. *Quality Engineering*, 32(4), 614–626. DOI:[10.1080/08982112.2019.1706744](https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1706744)

KOKYBĖ 4.0 PRIEMONIŲ ĮGYVENDINIMO ĮTAKA KOKYBĖS VADYBOS SISTEMOS REZULTATYVUMUI

Ilona PETRUŠYTĖ

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS *KOKYBĖS VADYBOS PROGRAMA*

Vilniaus universitetas

Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Vadybos katedra

Darbo vadovė: prof. dr. **D. Serafinas**

Vilnius, 2025

SANTRAUKA

Darbo apimtis: 78 puslapiai, 7 paveikslai, 10 lentelių, 1 priedas, 55 literatūros šaltiniai

Magistro baigiamojo darbo tikslas: išanalizuoti Kokybė 4.0 sampratą, identifikuoti pagrindines jos priemones ir įvertinti, kokią įtaką šios priemonės daro kokybės vadybos sistemų rezultatyvumui. Dėmesys skiriamas ne tik technologiniams sprendimams, bet ir jų praktiniam poveikiui klientų pasitenkinimui, produkto kokybei, veiklos našumui, procesų veiksmingumui bei nuolatinio tobulėjimo kultūrai.

Tyrimo metodologija: Tyrime taikyta mokslinės literatūros analizė ir pusiau struktūruoti interviu su įmonių atstovais bei kokybės vadybos ekspertais. Tyrimo metu atrinktos dažniausiai organizacijose taikomos Kokybė 4.0 priemonės: dirbtinis intelektas, duomenų mokslas, blokų grandinė, didieji duomenys, neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis. Kokybinė duomenų analizė atlikta naudojant „Microsoft Excel“ ir „MAXQDA“ programas. Remiantis tyrimo duomenimis, buvo

identifikuoti pagrindiniai KVS rezultatyvumo aspektai ir įvertintas technologijų poveikis šiems aspektams.

Darbo rezultatai atskleidė, kad Kokybė 4.0 priemonės teikia reikšmingą naudą kokybės vadybos sistemoms, kai jos diegiamos tikslingai ir sistemiškai. Ypač išryškėjo technologijų vertė gerinant duomenų prieinamumą, mažinant klaidų riziką ir stiprinant procesų skaidrumą. Tyrimas taip pat parodė, kad šių priemonių efektyvumas priklauso ne tik nuo technologinės pažangos, bet ir nuo darbuotojų kompetencijų, organizacinės kultūros bei vadovybės įsitraukimo.

Magistro darbo išvados patvirtina, kad Kokybė 4.0 – tai ne vien technologijų diegimas, bet ir kokybinis organizacijos raidos pokytis, kurio sėkmė priklauso nuo integruoto požiūrio ir aiškių tikslų. Tyrimo rezultatai suteikia vertingų įžvalgų organizacijoms, siekiančioms inovatyviai valdyti kokybę ir prisitaikyti prie ketvirtosios pramonės revoliucijos keliamų iššūkių.

Raktiniai žodžiai: Kokybė 4.0, kokybės vadybos sistema, rezultatyvumas, dirbtinis intelektas, didieji duomenys, blokų grandinė, duomenų mokslas, procesų veiksmingumas, technologijų integracija, ketvirtoji pramonės revoliucija.

THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF QUALITY 4.0 MEASURES ON THE EFFECTIVENESS OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Iłona PETUŠYTĖ

MASTER'S THESIS

QUALITY MANAGEMENT PROGRAMME

Vilnius University

Faculty of Economics and Business Administration

Department of Management

Supervisor: prof. dr. **D. Serafinas**

Vilnius, 2025

SUMMARY

Thesis length: 78 pages, 7 figures, 10 tables, 1 appendices, 55 sources.

Objective of the Master's Thesis: The aim of this master's thesis is to analyze the concept of Quality 4.0, identify its key tools, and evaluate the impact these tools have on the effectiveness of quality management systems (QMS). The focus is not only on technological solutions, but also on their practical influence on customer satisfaction, product quality, operational performance, process efficiency, and the culture of continuous improvement.

Research methodology: The study combines a literature review with semi-structured interviews conducted with company representatives and quality management experts. The research identifies the most commonly implemented Quality 4.0 tools in organizations, such as artificial intelligence, data science, blockchain, big data, neural networks, and deep learning. Qualitative data analysis was performed using Microsoft Excel and MAXQDA software. Based on the collected data, key elements for assessing QMS effectiveness were identified and the impact of technologies on these elements was evaluated.

Research results revealed that Quality 4.0 tools bring significant benefits to quality management systems when implemented purposefully and systematically. Particular value was observed in improved data accessibility, reduced error rates, and enhanced process transparency. The study also highlighted that the success of these tools depends not only on technological advancement but also on employee competencies, organizational culture, and managerial involvement.

Conclusions confirm that Quality 4.0 is not just about implementing technology – it represents a deeper qualitative shift in organizational development. Its success depends on an integrated approach and clear strategic goals. The insights from this study can serve as a valuable guide for organizations seeking to innovate in quality management and adapt to the challenges posed by the Fourth Industrial Revolution.

Keywords: Quality 4.0, quality management system, performance, artificial intelligence, big data, blockchain, data science, process efficiency, technology integration, Fourth Industrial Revolution.

PRIEDAI

1 priedas: Klausimynas

I klausimų blokas

Eil. Nr.	Klausimai																																											
1, 2	<p>1. Ar naudojate ar ketinate naudoti šias 7 kokybė 4.0 priemones?</p> <p>2. Kiek laiko taikote konkrečią priemonę?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Eil. Nr.</th> <th>Kokybė 4.0 priemonės ir technologijos</th> <th>1. Ar naudojate ar ketinate naudoti šias 7 kokybė 4.0 priemones</th> <th>2. Kiek laiko taikote konkrečią priemonę?</th> <th>Kita</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Duomenų mokslas ir statistika</td> <td>TAIP/NE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Pagalbinės technologijos</td> <td>TAIP/NE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Didieji duomenys</td> <td>TAIP/NE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Blokų grandinė</td> <td>TAIP/NE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Dirbtinis intelektas</td> <td>TAIP/NE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>Mašininis mokymasis</td> <td>TAIP/NE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis</td> <td>TAIP/NE</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Eil. Nr.	Kokybė 4.0 priemonės ir technologijos	1. Ar naudojate ar ketinate naudoti šias 7 kokybė 4.0 priemones	2. Kiek laiko taikote konkrečią priemonę?	Kita	1	Duomenų mokslas ir statistika	TAIP/NE			2	Pagalbinės technologijos	TAIP/NE			3	Didieji duomenys	TAIP/NE			4	Blokų grandinė	TAIP/NE			5	Dirbtinis intelektas	TAIP/NE			6.	Mašininis mokymasis	TAIP/NE			7.	Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis	TAIP/NE		
Eil. Nr.	Kokybė 4.0 priemonės ir technologijos	1. Ar naudojate ar ketinate naudoti šias 7 kokybė 4.0 priemones	2. Kiek laiko taikote konkrečią priemonę?	Kita																																								
1	Duomenų mokslas ir statistika	TAIP/NE																																										
2	Pagalbinės technologijos	TAIP/NE																																										
3	Didieji duomenys	TAIP/NE																																										
4	Blokų grandinė	TAIP/NE																																										
5	Dirbtinis intelektas	TAIP/NE																																										
6.	Mašininis mokymasis	TAIP/NE																																										
7.	Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis	TAIP/NE																																										
3	<p>KVS rezultatyvumo vertinimas turėtų būti grindžiamas teisingu KVS tikslų nustatymu ir jų struktūrizavimu. Išskiriamos 5 tikslų grupės:</p> <p>Kaip Jūsų naudojama priemonė gerina kiekvieną iš tikslų?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Eil.Nr.</th> <th>Priemonės pavadinimas</th> <th>Tikslai</th> <th>Pastabos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Duomenų mokslas ir statistika</td> <td>1. Klientų pasitenkinimas (KP) 2. Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3. Veiklos našumas (VN) 4. KVS procesų veiksmingumas (KVSPV)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Eil.Nr.	Priemonės pavadinimas	Tikslai	Pastabos	1	Duomenų mokslas ir statistika	1. Klientų pasitenkinimas (KP) 2. Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3. Veiklos našumas (VN) 4. KVS procesų veiksmingumas (KVSPV)																																	
Eil.Nr.	Priemonės pavadinimas	Tikslai	Pastabos																																									
1	Duomenų mokslas ir statistika	1. Klientų pasitenkinimas (KP) 2. Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3. Veiklos našumas (VN) 4. KVS procesų veiksmingumas (KVSPV)																																										

			5.Nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK)	
2	Pagalbinės technologijos		11.Klientų pasitenkinimas (KP) 2.Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3.Veiklos našumas (VN) 4.KVS procesų veiksmingumas (KVSPV) 5.Nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK)	
3	Didieji duomenys		1.Klientų pasitenkinimas (KP) 2.Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3.Veiklos našumas (VN) 4.KVS procesų veiksmingumas (KVSPV) 5.Nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK)	
4	Blokų grandinė		1.Klientų pasitenkinimas (KP) 2.Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3.Veiklos našumas (VN) 4.KVS procesų veiksmingumas (KVSPV) 5.Nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK)	
5	Dirbtinis intelektas		1.Klientų pasitenkinimas (KP) 2.Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3.Veiklos našumas (VN) 4.KVS procesų veiksmingumas (KVSPV) 5.Nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK)	
6	Mašininis mokymasis		1.Klientų pasitenkinimas (KP) 2.Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3.Veiklos našumas (VN) 4.KVS procesų veiksmingumas (KVSPV) 5.Nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK)	
7	Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis		1.Klientų pasitenkinimas (KP) 2.Produkto kokybės gerinimas (PKG) 3.Veiklos našumas (VN) 4.KVS procesų veiksmingumas (KVSPV) 5.Nuolatinio tobulėjimo kultūra (NTK)	
4	Kokiame procese/-uose naudojate Kokybė 4.0 priemones? Kuriuose procesuose jų panaudojimas teiktų didžiausią vertę?			
	Eil.NR.	Priemonės pavadinimas	Proceso pavadinimas/-ai	
	1	Duomenų mokslas ir statistika		
	2	Pagalbinės technologijos		
	3	Didieji duomenys		

	4	Blokų grandinė	
	5	Dirbtinis intelektas	
	6	Mašininis mokymasis	
	7	Neuroniniai tinklai ir gilusis mokymasis	

II klausimų blokas

Eil. Nr.	Klausimai
1	Jūsų organizacijos veiklos sritis?
2	Jūsų organizacijos dydis?
3	Jūsų organizacijos amžius?
4	Kokios Jūsų pareigos organizacijoje?
5	Ar norite gauti apklausos duomenis?

Šaltinis: sudaryta autorės