

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

KOKYBĖS VADYBOS MAGISTRO PROGRAMA

Justina Viršilaitė

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

KOKYBĖS IŠLAIDŲ ĮTAKA GAMYBOS EFEKTYVUMUI	THE IMPACT OF QUALITY COSTS ON MANUFACTURING EFFICIENCY
--	--

Darbo vadovas: **prof. D. Serafinas**

Vilnius, 2023

TURINYS

ĮVADAS	7
1. KOKYBĖS IŠLAIDŲ SKIRSTYMAS IR VERTINIMAS.....	10
1.1. Prevencijos, Įvertinimo ir Nepavykusio Valdymo modelis	11
1.2. Crosby modelis.....	12
1.3. Galimybių ir nematerialiųjų išlaidų modelis.....	14
1.4. Procesų išlaidų modelis.....	15
1.5. Veikla pagrįsto išlaidų skaičiavimo ABC modelis	16
1.6. Kokybės išlaidos šiuolaikiniame versle	18
2. GAMYBOS EFEKTYVUMO SAMPRATA IR RODIKLIAI.....	22
3. KOKYBĖS GERINIMO VEIKLŲ ĮTAKOS GAMYBOS EFEKTYVUMUI EMPIRINIO TYRIMO METODIKA	27
3.1. Autorinio tyrimo bendrinė informacija	27
3.2. Kokybės veiklų ir gamybos efektyvumo konstrukto sudarymas	31
4. EMPIRINIO TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ	41
4.1. Aprašomoji imties statistika	41
4.2. Patikimumo analizė.....	42
4.3. Regresinė analizė- Kokybės gerinimo veiklų įtaka gamybos efektyvumui	46
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	59
LITERATŪROS SĄRAŠAS	61
SANTRAUKA.....	67
SUMMARY	69
PRIEDAS.....	71

Darbe naudojamos sąvokos

Elektros energijos efektyvumas	Elektros energijos panaudojimo efektyvumas (sunaudotos elektros energijos kiekio santykis su teoriškai reikalingu elektros energijos kiekiu produkto vienetui)
Įrangos efektyvumas	Įrangos panaudojimo efektyvumas (produktyvaus įrangos panaudojimo laiko santykis su visu galimu produktyviai panaudoti laiku)
Įvertinimo kokybės gerinimo veiklos	Veiklos, kurios yra susijusios su tiekėjo ir kliento įsigytų medžiagų, procesų, tarpinių produktų, produktų ir paslaugų vertinimu, siekiant užtikrinti atitiktį nurodytiems reikalavimams (Feigenbaum, 1983).
Medžiagų efektyvumas	Medžiagų panaudojimo efektyvumas (sunaudotų medžiagų kiekio santykis su teoriškai reikalingu medžiagų kiekiu produkto vienetui)
Prevencijos kokybės gerinimo veiklos	Veiklos, kurios yra susijusios su visuotinės kokybės vadybos sistemos kūrimu, įgyvendinimu ir priežiūra. Prevencinės išlaidos yra patiriamos siekiant išvengti kokybės problemų (American Society for Quality, 2023).
Žmogiškųjų išteklių efektyvumas	Žmogiškųjų išteklių panaudojimo efektyvumas (sunaudotų žmogiškųjų išteklių kiekio santykis su teoriškai reikalingu kiekiu produkto vienetui).

Paveikslų sąrašas

- 1 paveikslas.** *Kokybės išlaidų skirstymas pagal A. V. Feigenbaum (PAF modelis)*
- 2 paveikslas.** *ABC modelio schema*
- 3 paveikslas.** *Empirinio tyrimo eiga*
- 4 paveikslas.** *Konceptualus empirinio tyrimo modelis*
- 5 paveikslas.** *Respondentų pasiskirstymas pagal užimamas pareigas*
- 6 paveikslas.** *Respondentų pasiskirstymas pagal pradirbtą laiką gamybos srityje.*
- 7 paveikslas.** *Kokybės gerinimo veiklų įtakos gamybos efektyvumui detalizuotas modelis*

Lentelių sąrašas

- 1 lentelė.** *Crosby verslo brandos vystymosi stadijos ir kokybės išlaidų procentinės dalies priklausomybė.*
- 2 lentelė.** *Kokybės išlaidų sričių pokytis 1985-2016m.*
- 3 lentelė.** *Pirminiai kokybės veiklų konstrukto klausimai*
- 4 lentelė.** *Patikslinti kokybės veiklas aptariantys teiginiai*
- 5 lentelė.** *Pirminis gamybos efektyvumo konstruktas*
- 6 lentelė.** *Patikslinti gamybos efektyvumą aptariantys teiginiai*
- 7 lentelė.** *Interviu atsakymai ir pastabos apie kokybės veiklų klausimyną*
- 8 lentelė.** *Interviu atsakymai ir pastabos apie gamybos efektyvumo klausimyną*
- 9 lentelė.** *Kokybės gerinimo veiklų teiginių vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai*
- 10 lentelė.** *Gamybos efektyvumo teiginių vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai*
- 11 lentelė.** *Konstrukto Cronbach's alpha reikšmės*
- 12 lentelė.** *Kokybės gerinimo veiklų ir gamybos efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*
- 13 lentelė.** *Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- gamybos efektyvumas*
- 14 lentelė.** *Prevencijos kokybės gerinimo veiklų ir gamybos efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai*
- 15 lentelė.** *Kokybės gerinimo veiklų ir elektros energijos efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*
- 16 lentelė.** *Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- elektros energijos efektyvumas*
- 17 lentelė.** *Kokybės gerinimo veiklų ir žmogiškųjų išteklių efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*
- 18 lentelė.** *Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- žmogiškųjų išteklių efektyvumas*
- 19 lentelė.** *Įvertinimo kokybės gerinimo veiklų ir žmogiškųjų išteklių efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai*
- 20 lentelė.** *Kokybės gerinimo veiklų ir medžiagų efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*
- 21 lentelė.** *Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- žmogiškųjų išteklių efektyvumas*

22 lentelė. *Prevencijos kokybės gerinimo veiklų ir medžiagų efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai*

23 lentelė. *Kokybės gerinimo veiklų ir įrangos efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*

24 lentelė. *Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- įrangos efektyvumas*

25 lentelė. *Įvertinimo kokybės gerinimo veiklų ir įrangos efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai*

26 lentelė. *Apibendrinti hipotezių rezultatai*

IVADAS

Temos aktualumas- Kokybės svarba paskutiniu metu yra itin išaugusi. Dauguma įmonių vertina kokybę kaip pagrindinę kliento siekiamą gauti vertę bei teigia, kad tai yra esminis veiksnys siekiant išlikti konkurencingiems. Bet koks bandymas pagerinti kokybę turi atsižvelgti į išlaidas, susijusias su kokybės pasiekimu, nes nuolatinių tobulinimų tikslas yra ne tik patenkinti klientų poreikius, bet ir tai padaryti mažiausiomis sąnaudomis (Schiffauerova & Thomson, 2006). Visuomenė nori gauti kokybišką produktą ar paslaugą, tuo pačiu mažinant vartotojiškumą, įsigalėjusį nuo senų laikų. Vienas iš kokybę užtikrinančių ir į kokybės vadybos sistemas integruotų įrankių yra kokybės išlaidų valdymas. Šis įrankis leidžia identifikuoti pagrindines sritis, į kurias įmonė turėtų atkreipti dėmesį bei investuoti, norint pagerinti produkcijos kokybę (Čermakova & Briš, 2017).

Su kokybe susijusios išlaidos atsiranda dėl vykdomų veiklų, atliekamų norint išlaikyti produkto ar paslaugos kokybę. Literatūroje ir praktikoje buvo paplitęs įsitikinimas, kad kokybės išlaidų neįmanoma išmatuoti praktiškai (Chiadamrong, 2003). Nėra vieno bendro susitarimo dėl aiškaus kokybės sąnaudų apibrėžimo, tačiau paprastai kokybės išlaidos suprantamos kaip atitikties ir neatitikties išlaidų suma (Ghunaim and Jaaron, 2021). Daugelio autorių pripažįstama, kad pagrindą padėjęs PAF kokybės išlaidų modelis ne iki galo atspindi tikrąją situaciją praktikoje. Norint kokybės išlaidas teisingai įvertinti, laikui bėgant buvo kuriami skirtingi modeliai, siekiantys įvairiapusiškai jas apžvelgti.

Pasaulinėje rinkoje gamintojai yra priversti kurti ir gaminti labai patikimus ir kokybiškus gaminius konkurencingomis kainomis, atitinkant klientų lūkesčius (Chopra & Singh, 2015). Pasiiekti konkurencingas kainas galima gerinant įmonės veiksmingumą. Įmonės veiksmingumą nusako du veiksniai- efektyvumas ir rezultatyvumas (Kumar & Gulati, 2010).

Efektyvumo idėja pagrįsta išlaidų mažinimu ir geresniu išteklių paskirstymu tarp veiklų (Kumar & Gulati, 2010). Tarp tokio efektyvumo įvardijimo ir kokybės išlaidų valdymo paskirties galima rasti ryšį. Nepaisant to, kad literatūroje galima rasti nemažai informacijos kaip teoriškai vertinti, skirstyti, skaičiuoti kokybės išlaidas pagal vieną ar kitą modelį bei kaip vertinti gamybos efektyvumą, nėra informacijos kaip išlaidos gali daryti įtaką gamybos efektyvumui, nors sąsaja atrodo akivaizdi. Iš to kyla **mokslinė problema-** trūksta tyrimų nustatant, kokią įtaką kokybės išlaidos daro gamybos efektyvumui.

Temos naujumas- Pastaruoju metu, gamybos įmonėms susiduriant su dažnai besikeičiančiomis aplinkybėmis, augant klientų reikalavimams ir tuo pačiu didėjant konkurencijai, įmonės daug investuoja į kokybės gerinimą. Kokybės gerinimas atsispindi ne tik per patenkintus kliento lūkesčius dėl galutinio gaunamo produkto, tačiau ir per vidinius procesus ir patiriamus nuostolius. Kiekviena įmonė siekia, kad procesai vyktų teisingai iš pirmo karto ir nebūtų patiriama nei vidinių, nei išorinių nuostolių, todėl tampa vis aktualiau, ar yra aiški įtaka tarp vykdomų kokybės veiklų ir gamybos efektyvumo. Kol dauguma mokslininkų aiškinasi ir gilinasi į kokybės išlaidų valdymo niuansus bei skirstymo galimybes, didėja poreikis ištirti, kokią įtaką kokybės gerinimo veiklos gali turėti gamybos efektyvumui. Šiame darbe pasitelkiamas autorinis klausimynas, siekiant šią priklausomybę įvertinti.

Šiuo metu Lietuvoje nepavyko rasti tokių tyrimų, nusakančių kokybės išlaidų svarbą ir įtaką gamybos efektyvumui ir atskiriems gamybos efektyvumo segmentams.

Magistro darbo tikslas- remiantis atlikta literatūros analize apie kokybės išlaidas ir gamybos efektyvumą bei empiriniu kiekybiniu analitiniu tyrimu, nustatyti kokybės išlaidų įtaką gamybos efektyvumui.

Magistro darbo tikslui pasiekti iškeliami šie **uždaviniai**:

1. Remiantis literatūros analize nustatyti kokybės išlaidų vertinimo būdus ir modelius ir parinkti tinkamą modelį tolimesniam tyrimui;
2. Remiantis literatūros analize detalizuoti gamybos efektyvumo sampratą, atskleidžiant gamybos efektyvumo sudėtinius elementus;
3. Remiantis išnagrinėta literatūra, paruošti tyrimo koncepcinį modelį bei metodologiją;
4. Atlikus kiekybinį tyrimą paaiškinti kokybės gerinimo veiklų vykdymo (kokybės išlaidų) įtaką gamybos efektyvumui bei atskiriems jo elementams.

Darbo metodai- Magistro baigiamajame darbe buvo naudota *mokslinės literatūros analizė* ir aiškinasi kokybės išlaidų struktūra, vertinimo metodai, veiklų skirstymai ir įvardijimai. Taip pat apžvelgta gamybos efektyvumo tema, iš kokių elementų jis susideda bei kaip vertinamas. Tai leido suprasti galimą koreliaciją tarp konceptų bei paruošti tyrimo modelį. Taip pat remiantis literatūros analize bei interviu su ekspertais, buvo paruošti konstruktai klausimynui ir tolimesniam tyrimo atlikimui. Analitinis kiekybinis tyrimas buvo pasirinktas kaip *empirinio tyrimo metodas*. *Anketinė apklausa* buvo parinkta kaip instrumentas tyrimui įgyvendinti. Anketa buvo paruošta remiantis literatūros analize bei interviu su ekspertais, kadangi literatūroje nepavyko rasti tinkamo klausimyno kokybės išlaidoms (veikloms) ir gamybos efektyvumui vertinti. Tyrimui atlikti buvo pasirinkta

Likerto skalė. Kokybės veiklos buvo vertinamos nuo retai atliekamų iki pastoviai, norint įvertinti jų atlikimo pastovumą ir nuoseklumą, o gamybos efektyvumui įvertinti respondentų buvo prašoma patvirtinti teiginius apie 2022 metų gamybą. Respondentais pasirinkti gamybos atstovai, tokie kaip vadovai, padalinių vadovai, gamybos meistrai ar planuotojai, kadangi tai žmonės, susiduriantys tiek su kokybiniais reikalavimais ir veiklomis, tiek turintys žinių apie gamybos aspektų pasikeitimus ir įvertinimus. Gauti atsakymai išanalizuoti su SPSS IBM Statistics, JASP ir Excel programomis bei patikrintos iškeltos hipotezės.

Magistro baigiamojo darbo struktūra- Darbas susideda iš trijų dalių. Pirmoje dalyje atliekama literatūros analizė ir aptariamos kokybės išlaidos, palyginami teoriniai modeliai bei aptariami jų panašumai ir skirtumai. Taip pat nagrinėjami autorių pasiūlymai hibridiniams kokybės išlaidų matavimo modeliams. Antroje literatūros apžvalgos pusėje kalbama apie gamybos efektyvumo sampratą bei kaip jis vertinamas. Antroje darbo dalyje aprašoma tyrimui atlikti skirta metodologija bei jos pagrindimas. Metodologijos aprašymas apima autorinio konstrukto kūrimą abiem tiriamiesiems- kokybės veikloms ir gamybos efektyvumui. Parengti konstruktai ir anketa skirta atlikti kiekybiniam tyrimui ir pasiekti tikslui- išsiaiškinti, kokią įtaką kokybės gerinimo veiklos (išlaidos) daro gamybos efektyvumui. Trečioji darbo dalis skirta apžvelgti gautus rezultatus bei jų statistinei analizei. Atlikus duomenų analizę patikrintos hipotezės bei aprašyti rezultatai.

1. KOKYBĖS IŠLAIDŲ SKIRSTYMAS IR VERTINIMAS

Kokybės sąnaudų matavimas yra svarbi visuotinės kokybės vadybos (VKV) dalis. Kokybės išlaidų informacija naudojama norint nurodyti pagrindines galimybes prevenciniams ir korekciniais veiksmais, taip pat padėti parodyti privalumus ir trūkumus kokybės vadybos sistemoje (Pheng & Yeo, 1998). Be to, kad tikslus kokybės sąnaudų matavimas pabrėžia prastų rezultatų sritis, kurias reikia tobulinti, tuo pačiu jis padeda didinti įmonės konkurencinį pranašumą dėl aukštesnės kokybės ir mažesnių išlaidų (Yang, 2008).

Kiekviena organizacija siekia savo teikiamas paslaugas ar gaminamus produktus pateikti kaip įmanoma aukštesnės kokybės, todėl kokybės išlaidos egzistuoja bet kokią funkciją atliekančioje organizacijoje (Lari & Asllani, 2013). Galbūt ne visada organizacijos aiškiai supranta, kokią dalį iš bendrųjų išlaidų sudaro išlaidos, siejamos su kokybės užtikrinimu ir dėl netinkamos kokybės patiriamais nuostoliais, ir kokį vaidmenį tokios išlaidos atlieka organizacijos mastu. Pagrindinis kokybės išlaidų valdymo sistemos tikslas yra surasti būtent tokį kokybės lygį, kuris užtikrintų mažiausias kokybės sąnaudas (Schiffauerova & Thomson, 2006). Nepriklausomai nuo įmonės dydžio, kokybės išlaidų įvertinimas ir matavimas pastaruoju metu susilaukia vis didesnio susidomėjimo (Glogovac & Filipovic, 2018). Nepaisant to, tyrimas, atliktas Glogovac ir Filipovic (2018), parodė, kad įmonės, kurios nėra pritaikiusios kokybės išlaidų valdymo kaip to priežastį nurodo laiko ir kitų išteklių stoką bei per mažą aukščiausios vadovybės susidomėjimą. Požiūris, kad kokybės sąnaudas yra sunku išmatuoti praktiškai, yra plačiai paplitęs. Viena iš šio įsitikinimo priežasčių yra tai, kad tradicinė apskaita nėra pritaikyta kokybės sąnaudas paversti verte (Chiadamrong, 2003). Dėl šios priežasties, pasitelkiami papildomi modeliai apie kuriuos kalbama šiame skyriuje.

Norint įvertinti kokybės išlaidas, pasitelkiamas vienas iš penkių pagrindinių modelių. Pasak Omar ir Murgan (2013), Popescu ir Dragomir (2018) tai yra **PAF** (*angl. prevention, appraisal, failure*) modelis, **Crosby** modelis, **galimybių arba nematerialiųjų išlaidų** modelis, **proceso išlaidų** modelis ir **veikla pagrįsto išlaidų** skaičiavimo ABC modelis. Kadangi įmonių pobūdžiai, dydžiai stipriai varijuoja, kiekvienas modelis koreguojamas pagal įmonių poreikius. Kai kurios kokybės išlaidos yra bendros ir jas galima rasti bet kurioje organizacijoje, nepaisant organizacijos teikiamos paslaugos ar produkto, o kitos yra specifinės ir priklauso nuo pramonės šakos (Lari & Asllani, 2013). Gali būti naudojamos papildomos išlaidų grupės ir subkategorijos, įvairios išlaidos ir elementai

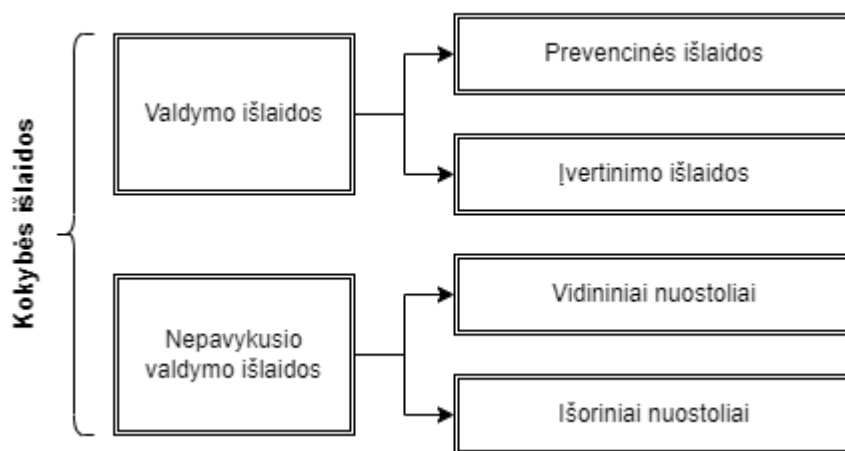
apibrėžiami skirtingai (Schiffauerova & Thomson, 2006). Taip atsiranda proga kurti hibridinius kokybės išlaidų vertinimo modelius. Visi pagrindiniai modeliai, jų skirtumai ir nauda, bei naujesnis požiūris į kokybės išlaidas aptariami šio skyriaus poskyriuose.

1.1. Prevencijos, Įvertinimo ir Nepavykusio Valdymo modelis

Pirmą kartą literatūroje kokybės sąnaudas pristatė Juran (1951) ir Feigenbaum (1983), norėdami apibrėžti išlaidas, susijusias su produktų kokybe, ir išlaidas, atsirandančias nepasiekus norimos kokybės (Chatzipetrou & Moschidis, 2018). Pasak A. V. Feigenbaum (1983) ankstesniais metais, vienas iš didžiausių trikdžių diegti stipresnes kokybės valdymo programas buvo klaidingas požiūris, kad norint pasiekti geresnę kokybę reikalingos didesnės sąnaudos. Iš pirmo žvilgsnio, toks visuomenės požiūris gali pasirodyti logiškas- kai norima padaryti geriau, tenka investuoti daugiau. Vis dėlto pirmu įspūdžiu kliautis nevertėtų, ir kokybės išlaidų vertinimas yra kur kas keblesnis.

A. V. Feigenbaum (1983) išskyrė kokybės išlaidas į pagrindines dvi dalis- valdymo ir nepavykusio valdymo išlaidas (1 pav.):

1 paveikslas. *Kokybės išlaidų skirstymas pagal A. V. Feigenbaum (PAF modelis)*



Šaltinis: Feigenbaum, 1983.

Pagal 1 paveiksle pateiktą schemą pagrindinės dvi kokybės išlaidų grupės išskirstytos smulkiau. Valdymo išlaidos matuojamos dviem segmentais. Prevencinės išlaidos neleidžia atsirasti defektams ir produktų neatitikimams. Čia įtrauktos tokios sąnaudų sritys kaip kokybės inžinerija ir kokybiškas darbuotojų mokymas, gaunamų medžiagų, procesų, galutinių produktų ir paslaugų specifikacijų nustatymas (American Society for Quality, 2023). Į įvertinimo išlaidas įtraukiamos įmonės tam tikro kokybės lygio palaikymo išlaidos įvertinant gaminių kokybę. Tai apima tokias

išlaidų sritis kaip produktų ir perkamų medžiagų patikra, testavimai, kokybės auditas ir panašiai (Feigenbaum, 1983).

Nepavykusio valdymo, atsiradusio dėl kokybės reikalavimų neatitinkančių medžiagų ir gaminių, sąnaudos taip pat matuojamos dviem segmentais: vidiniais ir išoriniais nuostoliais (Feigenbaum, 1983). Vidiniams nuostoliams priskiriamos išlaidos, tokios kaip brokas, produktų perdarymas, pakartotinis žaliavų patikrinimas, produktų pertestavimas, procesų patikra (Chatzipetrou & Moschidis, 2018). Išoriniai nuostoliai- tai išlaidos, susijusios su nepatenkinama kokybe už įmonės ribų, pavyzdžiui gaminio funkcijos neatitikimas ir klientų skundai, pakeitimai (Feigenbaum, 1983).

Apibūdintas kokybės išlaidų skirstymas itin paplitęs ir įprastai vadinamas PAF modeliu. Pagrindinės PAF modelio prielaidos yra tokios, kad investicijos į prevencijos ir įvertinimo veiklas sumažins nepavykusio kokybės valdymo išlaidas, o tolimesnės investicijos į prevencijos veiklas sumažins įvertinimo išlaidas (Schiffauerova & Thomson, 2006).

S. Krishnan (2006) remdamasi autoriais Oakland (1993) ir Porter and Rayner (1992) teigia, kad A.V. Feigenbaum sukurtas modelis literatūroje susilaukia kritikos. Kaip pagrindinius trūkumus autorė nurodo tai, kad vadovaujantis PAF modeliu tampa sunku nuspręsti būtent kurios veiklos gali būti priskiriamos kaip prevencinės, turint omenyje tai, kad beveik viskas, ką daro gerai valdomos įmonės yra prevencinė priemonė užkirsti kelią kokybės praradimo atvejams viduje. Kita vertus, ne visos veiklos, kurios yra prevencinio tipo, gali būti įtrauktos į kokybės išlaidas. Taip pat PAF modelyje nėra įvertintos nematerialiosios kokybės išlaidos ir kartais susiduriama su iššūkiais tam tikras išlaidas suskirstyti tik į keturias kategorijas. Šis modelis koncentruojasi į išlaidų mažinimą, ir ignoruoja geresnės kokybės indėlį į produkto kainą ir bendrus pardavimus (Krishnan, 2006).

Įmonei, kuri yra tik pradedančioji vertinant kokybės išlaidas, PAF modelis yra puiki pradžia. Nepaisant to, kad PAF modelis turi savų minusų, jis pasižymi aiškia struktūra, kurią gali pritaikyti bet kuri įmonė. Galima teigti, kad jis sudaro pamatą objektyviai numatyti kokybės išlaidas ir pradėti jas valdyti. Svarbiausia yra aiškiai nusimatyti išlaidas, kurios patiriamos užtikrinant kokybę ir jas priskirti esančioms keturioms pagrindinėms kategorijoms.

1.2. Crosby modelis

Dažnai literatūroje randamas palyginimas, kad PAF ir Crosby modeliai yra panašūs. Crosby (1979) modelis remiasi autoriaus požiūriu, jog „kokybė yra reikalavimų atitikimas“, todėl kokybės išlaidų apimtis sudaryta iš atitikties ir neatitikimų išlaidų sumos (cituojuama iš Vaxevanidis et al.,

2009). Atitikties išlaidas galima prilyginti prevencijos ir įvertinimo išlaidoms, kadangi tai yra sąnaudos, kurios užtikrina darbo atlikimą teisingai iš pirmo karto. Neatitikties išlaidos yra kaina, kuri sumokama kai produktas neatitinka vidinių reikalavimų ar kliento lūkesčių ir turi būti atliekamas taisymas, perdarymas ar produkto utilizavimas. Kitais žodžiais tariant, tai yra nesėkmingo kokybės valdymo išlaidos (Popescu & Dragomir, 2018; Schiffauerova & Thomson, 2006). Dėl šių priežasčių, Schiffauerova ir Thomson (2006) savo atliktame tyrime nagrinėjant kokybės išlaidų vertinimo modelius, PAF ir Crosby modelius apjungė į vieną. Modelių panašumui pritaria ir Czajkowski (2017), tačiau pabrėždamas, kad Crosby modelis yra mažiau detalus ir todėl jis yra mažiau naudingas norint išspręsti švaistymų ir papildomų išlaidų problemą. Šis modelis atrodo abstraktus ir sunkiau pritaikomas nei PAF, nors ir gali pasirodyti, kad kalbama apie labai panašius vertinimus.

Crosby modelis analizuoja kokybės išlaidas remiantis autoriaus susistemintu Kokybės vadybos brandumo lygių paskirstymu ir per organizacijos požiūrio prizmę į kokybės vadybą. Tokiu būdu, autorius aiškiai išskiria penkis brandumo etapus, apibūdinančius skirtingus verslo raidos etapus, ir prie jų priskiria kokybės išlaidas. Skalė varijuoja nuo neišmanymo ir visiško nepasitikėjimo kokybe iki idealios situacijos, kai kokybės administravimas yra neatsiejama įmonės dalis (Sansalvador & Brotons, 2013).

Penkios verslo vystymosi stadijos pagal Crosby ir kokybės išlaidų procentinės dalies nuo pardavimų sąryšis pavaizduotas 1 lentelėje.

1 lentelė. Crosby verslo brandos vystymosi stadijos ir kokybės išlaidų procentinės dalies priklausomybė.

Stadija	Kokybės išlaidos (% nuo pardavimų)
Neapibrėžtumas (angl. <i>Uncertainty</i>)	Kokybės kaina nežinoma, iš tikrųjų apie 20%
Pabudimas (angl. <i>Awakening</i>)	Kokybės išlaidos nurodomos apie 3%, iš tikrųjų yra apie 18%
Nušvitimas (angl. <i>Enlightenment</i>)	Kokybės išlaidos nurodomos apie 8%, tačiau iš tikrųjų yra apie 12%
Išmintis (angl. <i>Wisdom</i>)	Kokybės išlaidos nurodomos apie 6,5%, tačiau iš tikrųjų gali būti iki 8%
Užtikrintumas (angl. <i>Certainty</i>)	Kokybės išlaidos nurodomos apie 2,5%, kiek iš tikrųjų ir yra

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Sansalvador & Brotons, 2013.

Pagal pateiktus duomenis matyti, jog kokybės išlaidų dalis nuo pardavimų mažėja organizacijai keliaujant per brandos etapus link užtikrintumo. Pasiekus pastarąjį, kokybės išlaidų procentas yra mažiausias ir labiausiai sutampantis su tikrove.

Popescu ir Dragomir (2018) remdamiesi autoriais Plunkett ir Dale (1988) pabrėžia, kad Crosby modelis paremtas keletu pagrindinių teiginių:

- Kokybė yra atitikimas;
- Problemos nėra susijusios su pačia kokybe (būtina rasti problemų šaltinį, kadangi jos susijusios su įranga, žmogiškuoju faktoriumi);
- Yra pigiau atlikti darbus gerai iš pirmo karto;
- Vienintelis veiklos standartas yra „nulis defektų“;

Įvertinus įvairias nuomones, teiginys, kad Crosby ir PAF modeliai yra labai panašūs, atrodo įtikinamai. Crosby modelis atrodo kaip griežčiau apibrėžtas PAF modelis, sudarytas iš dviejų – atitikimo ir neatitikimo- dalių. Crosby modelio rėmimasis įmonės kokybės vadybos brandumo lygiu nustatyti kokybės išlaidas yra unikalus, ir nieko panašaus kiti modeliai nesiūlo.

1.3. Galimybių ir nematerialiųjų išlaidų modelis

Nematerialios išlaidos yra sąnaudos, kurias galima tik numatyti, tačiau nepamatuoti- pavyzdžiui, neuždirbtas pelnas dėl prarastų klientų, pajamų sumažėjimas dėl neatitikties (Popescu & Dragomir, 2018; Schiffauerova & Thomson, 2006). Sandoval-Chávez ir Beruvides (1998) įtraukia prarastų galimybių sąnaudas į tradicinį PAF kokybės išlaidų vertinimo modelį ir išreiškia bendras kokybės išlaidas kaip prarastas pajamas ir negautą pelną. Taip pat autoriai išskiria tris komponentus, kuriuos priskiria galimybių nuostoliams (Sandoval-Chávez & Beruvides, 1998):

- Nepakankamas turimų resursų išnaudojimas;
- Netinkamas žaliavų tvarkymas;
- Prastai atliekamos veiklos.

Visi aukščiau paminėti segmentai turi tiesioginį poveikį išlaidoms, kurios dažniausiai nebūna įskaičiuotos prie kokybės sąnaudų. Pavyzdžiui, turint daug žmogiškojo resurso ir jo neišnaudojant, nepalaikomas galimas tempas ir nepagaminama produkcija, tačiau darbuotojų atlyginimai vis tiek mokami. Prastai atliekamos veiklos daro įtaką klientų pasitenkinimui, ir taip gali atsirasti prarastos pajamos. Netinkamas žaliavų valdymas iš dalies susijęs ir su nepakankamu resursų išnaudojimu,

tačiau per didelės atsargos dažnai būna tiesiog išmetamos dėl nepavykusio panaudojimo tam tikru laiku. Tokie teiginiai artimi ir gamybos efektyvumo vertinimui, apie kurį bus kalbama vėliau.

Galimybių ir nematerialiąsias sąnaudas yra gana sunku pamatuoti, tačiau nevertėtų apleisti ir ignoruoti (Czajkowski, 2017). Kai kuriais atvejais, šios išlaidos gali sudaryti nemažą bendrųjų išlaidų kiekį ir padėti įvertinti, kur daromos klaidos, tiksliau įsivertinti turimus resursus ir atsargas bei pagerinti procesus.

1.4. Procesų išlaidų modelis

Šis metodas pripažįsta proceso sąnaudų matavimo ir valdymo svarbą. Proceso išlaidos – tai konkretaus proceso atitikties išlaidų (CoC) ir neatitikties išlaidų (CoNC) suma. Atitikties išlaidos yra faktinės proceso sąnaudos, susijusios su produktų ar paslaugų teikimu pagal reikalaujamus standartus kiekvieną kartą, naudojant tam tikrą pasikartojantį ir nurodytą procesą. Neatitikties išlaidos yra nesėkmės kaina, susijusi su procesu, kuris nevykdomas pagal reikalaujamą standartą (Porter & Rayner, 1992). Pagal šį apibrėžimą galima teigti, kad šių kategorijų turinys skiriasi nuo anksčiau minėto Crosby (atitikties ir neatitikties skirstymo) turinio (Vaxevanidis et al., 2009). PAF ir Crosby modeliai apima tik prevencijos ir įvertinimo išlaidas, siekiant užtikrinti, kad tik geriausi produktai pasiektų pirkėją, o proceso atitikties išlaidos apima visas išlaidas (įskaitant eksploatacines išlaidas, medžiagas, darbo jėgą ir pan.) investuotas, kad procesas vyktų be klaidų (Popescu & Dragomir, 2018).

Proceso išlaidas galima pamatuoti bet kuriame jo etape. Remiantis matavimais galima nustatyti, ar didelės neatitikties sąnaudos rodo, kad reikia papildomų išlaidų prevencijos veikloms, ar per didelės atitikties išlaidos rodo, kad reikia pertvarkyti procesą (Schiffauerova & Thomson, 2006).

Proceso išlaidų modelį rekomenduojama naudoti visuotinės kokybės vadybos aplinkoje skaičiuojant kokybės išlaidas. Šis metodas atsižvelgia į proceso sąnaudų matavimo ir valdymo svarbą ir pateikia labiau integruotą požiūrį į kokybę nei PAF modelis (Porter & Rayner, 1992). Taip pat, proceso išlaidų modelis turi platesnį pritaikomumą, nes jis palengvina tiesioginių ir netiesioginių funkcijų kokybės išlaidų skaičiavimą (Goulden & Rawlins, 1994). Proceso išlaidų modelis skiriasi nuo kitų, nes tobulinimo galimybės patenka į proceso atitikties išlaidų kategoriją, o tai reiškia, kad šias išlaidas galima sumažinti pertvarkant arba pašalinant veiklas, kurios neturi pridėtinės vertės (Popescu & Dragomir, 2018). Nepaisant to, atvirkščiai negu galima būtų tikėtis, šis modelis nėra plačiai naudojamas (Goulden & Rawlins, 1994).

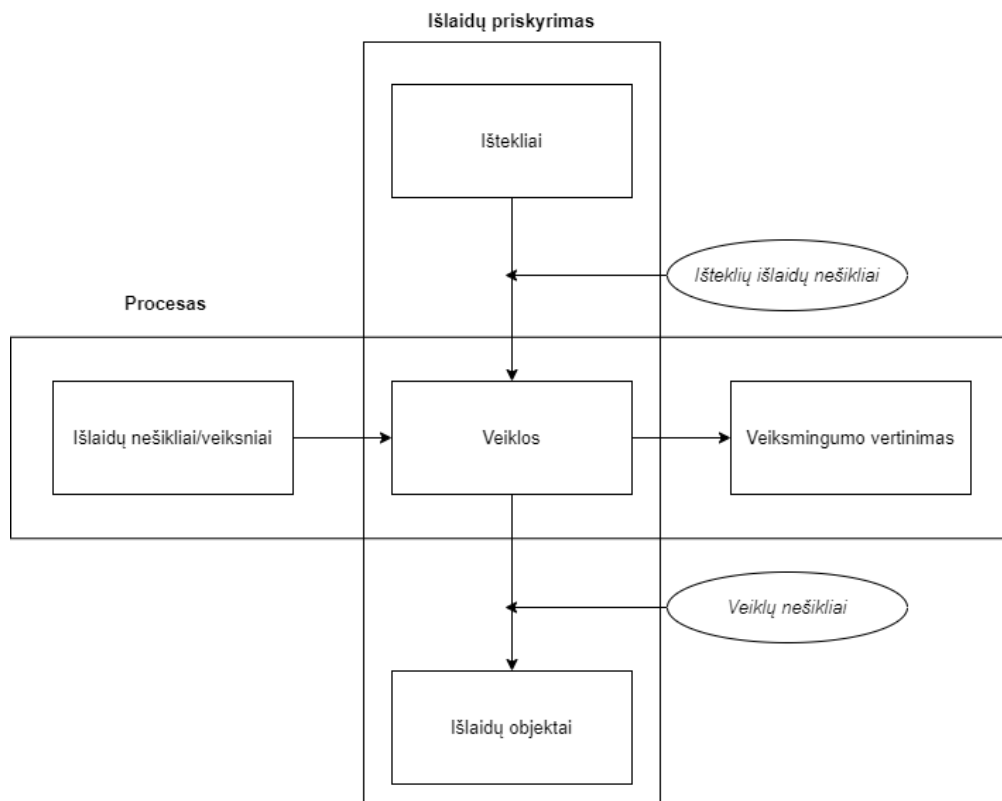
Diskutuotina, ar organizacijoje nevertėtų šiuo modeliu vadovautis daugiau. Jis aiškiau nei paminėtieji parodo, kur pačiuose procesuose kyla trikdžiai arba išleidžiamos didesnės sumos. Kokybė nėra tik produkto testavimas ar kitokia patikra, visas pagaminimo kelias turi būti standartizuotas ir atsižvelgta į veiklas bei per visą kelią patiriamas išlaidas. Žinoma, tai yra daug kebliau, nei peržiūrėti tik kokios veiklos kuriai kokybės išlaidų kategorijai priskiriamos ir įvertinti jų kiekį bei kainą, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje organizacijos turėtų po truputį pereiti ir prie procesų vertinimo.

1.5. Veikla pagrįsto išlaidų skaičiavimo ABC modelis

Tradicinė apskaitos sistema yra labiau orientuota į išlaidų kategorijas, nei į veiklas, kurios tas išlaidas sugeneruoja. Nors kokybės išlaidų skaičiavimui parengti modeliai labiau orientuoti į procesus ir veiklas (perdarymas, mokymai, testavimas, tikrinimas ir t.t.), gali kilti klausimas, kaip atsekti išlaidų šaltinius. Dėl šios priežasties bei dėl keblumo norint priskirti susidariusias pridėtines išlaidas prie bendrų išlaidų skaičiavimo elementų, Cooper ir Kaplan (1988) pasiūlė ABC (*angl. Activity-Based Costing*) modelį (Schiffauerova & Thomson, 2006; Cooper and Kaplan, 1988). Iš pradžių modelis nebuvo kurtas vertinti tik kokybės išlaidoms. Naudojant ABC metodiką buvo norima tiksliau išskirstyti pridėtines ir netiesiogines išlaidas produktams bei pagerinti jų savikainos apskaičiavimą (Vaxevanidis et al., 2009).

ABC modelis paremtas dviejų etapų procesu norint tiksliai įvertinti įvairių sąnaudų objektų, tokių kaip padalinių, produktų, išlaidas. Taip pat modelis taikomas atsekti išteklių sąnaudas iki veiklų ir veiklų išlaidas iki sąnaudų objektų (Vaxevanidis et al., 2009). Supaprastinta sistema pavaizduota 2 paveiksle.

2 paveikslas. ABC modelio schema



Šaltinis: Tsai, 1998

Modelis suformuotas iš dviejų požiūrių kampų: proceso ir išlaidų priskyrimo. Šiuo modeliu daroma prielaida, kad sąnaudų objektai (padaliniai, produktai, procesai, klientai) sukuria poreikį veikloms. Pastarosios iš eilės sukuria poreikį ištekliams. Taip gaunama vertikali išlaidų priskyrimo dalis. Išteklių išlaidos priskiriamos objektams per du etapus. Pirmiausia, resursų sąnaudos priskiriamos įvairioms veikloms naudojant išteklių išlaidų nešiklius. Tai tokie veiksniai, padedantys apytiksliai įvertinti išteklių suvartojimą pagal veiklą. Kiekvienas išteklių tipas, susietas su veikla, tampa išlaidų centro elementu. Taigi veiklos išlaidų centras yra visos su veikla susijusios išlaidos. Veiklos centras susideda iš susijusių veiklų, dažniausiai sugrupuotų pagal funkciją ar procesą. Antrame žingsnyje kiekvienas veiklos išlaidų centras paskirstomas į sąnaudų objektus, naudojant atitinkamą veiklos nešiklį, kuris naudojamas veiklos sąnaudoms pagal sąnaudų objektus matuoti. Jei sąnaudų objektai yra produktai, tai bendra konkretaus produkto savikaina gali būti apskaičiuojama pridėnant įvairių tam produktui priskirtų veiklų išlaidas. Produkto vieneto savikaina gaunama padalijus visas išlaidas iš gaminio kiekio (Tsai, 1998.)

Horizontalus procesu paremtas požiūris susideda iš trijų dalių: išlaidų nešiklių, veiklų ir veiksmingumo matavimų. Tokiu būdu gaunama informacija, kodėl veiklą reikalinga atlikti (per išlaidų nešiklius) ir kaip gerai veikla atliekama, matuojant jos veiksmingumą. Išlaidų nešikliai yra veiksniai, lemiantys darbo krūvį ir pastangas, kurių reikia veiklai atlikti t. y. veiksniai, lemiantys veiklos sąnaudų pasikeitimą (Tsai, 1998). Jeigu sutinkama su prielaida, kad išlaidų veiksniai lemia sąnaudų pasikeitimus, galima teigti, jog juos vertinant įmanoma rasti proceso nepasisekimo šaknines priežastis ir taip jas suvaldyti bei pagerinti procesą. Viena veikla gali turėti keletą su ja susijusių išlaidų veiksmų. Veiksmingumo matavimas atliekamas po veiklos įgyvendinimo ir parodo, ar veikla atitiko vidinių ar išorinių klientų lūkesčius. Vis dėlto tai nėra vienintelis veiksnys, parodantis ar veikla sėkminga. Veiklos veiksmingumą galima įvertinti ir pagamintos produkcijos ar teikiamos paslaugos kokybe, kiek laiko užtruko, ar produktyviai ir be trikdžių viskas buvo atlikta.

Reziumuojant veikla pagrįsto išlaidų skaičiavimo modelį būtų galima teigti, kad iš visų pateiktų išlaidų skaičiavimo modelių jis yra plačiausias ir tiksliausias. Iš pateikto aprašymo galima spręsti, kad jis apjungia procesų išlaidų ir PAF modelius ir sukonkretina žingsnius, kurių reiktų imtis norint tiksliau įvertinti kokybės sąnaudas. Jeigu žiūrима pro kokybės išlaidų skaičiavimo prizmę, šis modelis tinkamas atskirti vertę kuriančias ir vertės nekuriančias veiklas bei nuolatos gerinti procesus (Schiffauerova & Thomson, 2006). Kita vertus, šiuo būdu būtų sunku nustatyti galimybių ir nematerialiąsias išlaidas, todėl nevertėtų jo laikyti visiškai universaliu. Nepaisant to, jo naudojimas tik spartėja, tačiau nėra koncentruotas į kokybės išlaidų skaičiavimą, o labiau į savo pirminę funkciją- aiškesnį savikainos skaičiavimą.

1.6. Kokybės išlaidos šiuolaikiniame versle

Pagrindinė mintis kokybės išlaidų valdyme yra didinti valdymo išlaidas, norint sumažinti vidinius ir išorinius nuostolius, tuo pačiu ir nematerialiąsias išlaidas. Tokiu požiūriu vadovaujantis gali kilti klausimas- kada bus pasiektas toks kokybės išlaidų valdymo taškas, kai nebereikės investuoti į valdymo išlaidas? Autoriai Sturm et al. (2019) atliktas tyrimas vokiečių, austrų ir šveicarų įmonėse parodė, kad mažėjančios vidinių ir išorinių nuostolių išlaidos nekoreliuoja su įvertinimo ir prevencinėmis išlaidomis ilgalaikėje perspektyvoje. Tai reiškia, kad neatitiktųjų išlaidas galima sumažinti kartu mažinant ir produkto atitikčiai išgauti reikalingas išlaidas (prevencines ir įvertinimo). Trumpalaikėje perspektyvoje, savaime suprantama, to tikėtis neverta. Mažesnius nuostolius gali užtikrinti tik prevencinių ir įvertinimo veiklų tobulėjimas. Vis dėlto autoriai tvirtina, kad pastarųjų

išlaidų gaunama grąža kaupiasi ir procesai yra tobulinami pašalinant šaknines nesėkmių ir trikdžių priežastis, atitikčių išlaidos gali būti mažinamos nepatiriant didesnių neatitikčių sąnaudų.

Kokybės išlaidų ir jų skirstymo tema nėra priėjusi vieningų išvadų ir vis dar kelia diskusijas. Bėgant laikui kokybės išlaidų sričių skaičius didėjo. Tyrimas, atliktas (Chatzipetrou & Moschidis, 2018), įrodė, kad įmonės tikslina ir atranda vis naujas kokybės išlaidų sritis. Kategorijos, nepaisant to, išlieka tos pačios. Autoriai išanalizavo jau atliktus atvejų tyrimus (1985-2016 m.) ir sudarė lentelę, parodančią kokybės išlaidų pasiskirstymą ir jų skirstymo pokytį laike:

2 lentelė. *Kokybės išlaidų sričių pokytis 1985-2016m.*

Atvejo analizės publikacijos data	Išlaidų kategorijos	Sritys
1985-1995	Įvertinimo išlaidos	Tiekėjų kokybės auditai
		Regulatorikos patvirtinimai
	Vidiniai nuostoliai	Tiekėjų nekokybė
		Nuokrypiai
1996-2005	Preveninės išlaidos	Vidiniai auditai
		Naujo produkto dizainas ir vystymas
		Tiekėjų užtikrinimas
	Įvertinimo išlaidos	Tiekimo išlaidos
		Kokybės auditai
	Vidiniai nuostoliai	Defektų/nesėkmių analizė
	Išoriniai nuostoliai	Žemos kokybės nuostoliai
		Skundų nagrinėjimas
		Nuolaidų ir garantinių išmokų reikalavimas
2006-2016	Preveninės išlaidos	Kokybės planavimas ir vystymas
		Tiekėjų užtikrinimas
		Naujo produkto dizainas ir vystymas
	Įvertinimo išlaidos	Kontrolė ir testavimas
		Kokybės auditas
		Tiekimo išlaidos
	Vidiniai nuostoliai	Taisymai ir pertestavimas
		Produkcijos praradimas
		Defektų/nesėkmių analizė
	Išoriniai nuostoliai	Skundų nagrinėjimas
		Žemos kokybės nuostoliai

Šaltinis: Chatzipetrou & Moschidis, 2018

Rezultatai, pateikti lentelėje, rodo, kad kuo anksčiau buvo atliktas tyrimas, tuo paprastesnė kokybės sąnaudų analizė ir mažesnis išlaidų sričių skaičius.

Nepaisant to, kad autorių atlikta literatūros analizė koncentruojasi į keturias tradicines kokybės išlaidų kategorijas, pagal anksčiau skyriuje aprašytus modelius matoma, kad tai nėra vienintelės kategorijos kokybės sąnaudų vertinimui. Kaip buvo minėta, kokybės išlaidų valdymas, kategorijos, rodikliai gali kisti priklausomai nuo įmonės dydžio ar vykdomos veiklos pobūdžio. Tam pritaria ir S. Jaju *et al.* (2009) darbe „*Towards managing quality cost: A Case study*“ . Verslui nestovint vietoje ir su laiku tampant vis kompleksiškesniam, natūralu, kad kartu vystosi ir kokybės išlaidų skaičiavimas.

Vystantis kokybės išlaidų skaičiavimui, literatūroje yra pristatytas terminas „paslėptos/nematomos“ sąnaudos. Juo apibrėžiamos tokios išlaidos, kurios nepakankamai įtrauktos į įmonės apskaitą arba faktiškai nėra randamos (Yang, 2008). Kiti autoriai apibrėžia tokias išlaidas kaip kokybės problemų sprendimo išlaidas, kurios viršija matomas veiklas (patikrą, testavimą) ir netgi teigia, kad paslėptos kokybės išlaidos būna didesnės nei tradicinės (Cheah *et al.*, 2011; Chiadamrong, 2003). Vis dėlto, yra ir daugiau nuomonių, kadangi šio tipo sąnaudas yra gan sunku tiksliai apibūdinti (Yang, 2008). Jeigu būtų vadovaujamas pirmuoju apibrėžimu, kad tokios išlaidos nėra įtrauktos į įmonės apskaitą, galima būtų pasvarstyti, ar tai nekoreliuoja su galimybių/nematerialiosiomis išlaidomis. C. Yang (2008) savo darbe „*Improving the definition and quantification of quality costs*“ sutapatina galimybių ir paslėptas išlaidas viename iš dviejų paslėptų išlaidų dalių- numatomose paslėptose išlaidose. Numatomas išlaidas yra sunku apskaičiuoti ir paversti pinigine verte. Įmonės gali tai padaryti vertinant prarastą rinkos dalį ar prarastus pardavimus. Grindžiant tokiu požiūriu, neabejotina, kad galimybių išlaidas galima priskirti prie paslėptų išlaidų.

Prie kompleksinio kokybės išlaidų vertinimo taip pat galima pridėti ir literatūroje randamą terminą, įvardintą kaip „papildomos išlaidos“. Tai tokios išlaidos, kurias įmanoma apskaičiuoti, bet jos kyla ne iš tiesioginės priežasties. Pavyzdžiui, sugedus vienam įrengimui gaminant produktą, ne tik, kad laiku nebus pagamintas tuo metu gamintas, bet ir po jo sekantis, produktas. Bus sugaištas darbuotojo laikas įrenginio tvarkymui, kai tuo metu jis galbūt galėjo užsiimti verte pridedančia veikla. Tokioms išlaidoms priskiriama produktyvumo sumažėjimas, viršvalandžiai, papildomas inventorių ir panašiai (Yang, 2008). Kadangi tokios išlaidos apima ne tik vieną konkretų produktą, o paveikia ir kitas, kartais lygiagrečias, veiklas, gali būti diskutuotina, ar tai negali būti labai panašu į nematerialiąsias išlaidas.

Apjungti PAF, proceso išlaidų ir galimybių praradimo išlaidų modelius sugalvojo M. Czajkowski (2017), norėdamas sukurti hibridinį modelį kokybės išlaidoms matuoti. Tyrimo eigoje autorius pridėjo ir paslėptas išlaidas. Vertinant įmonės veiklą, procesus pagal visus išvardintus modelius neabejotina, kad turėtų būti išgautas maksimalus rezultatas ir išlaidos įvertintos tiksliai. Autorius tai patvirtina, kadangi atlikus matavimus pagal skirtingus modelius buvo gautos visiškai skirtingos vertės. Sansalvador ir Brotons (2013) mokslininkų tikslas taip pat buvo kuo tiksliau išmatuoti kokybės išlaidas. Tam autoriai atliko atvejo analizės tyrimą vienoje Ispanijos įmonių ir sukūrė unikalų įrankį kokybės išlaidų skaičiavimui remiantis kokybės vadybos įmonėje brandos lygiu pagal Crosby.

Renkantis kokybės išlaidų matavimo metodus, įmonėms būtų naudinga apsvarstyti, kokio rezultato jos tikisi ir nuo ko pradėti. Nuo vieno tikslaus metodo pradėti gali būti paprasčiau, tačiau tai nebus tiek tikslu, kiek būtų adaptavus hibridinį modelį savo vykdomai veiklai. Galima daryti išvadą, kad kokybės išlaidų pagrindiniai modeliai yra aprašyti šiame skyriuje, ir juos apjungiant, pasinaudojant viena ar kita dalimi ar idėja, bandoma kuo tiksliau nustatyti kokybės išlaidas pagal įmonės veiklą ar dydį. Vis dėlto, pagal kokybės išlaidų sričių kitimą laike matoma, kad jos priskiriamos toms pačios, pavadinkime, tradicinėms kategorijoms- prevencijos, įvertinimo, vidinių ir išorinių nuostolių. Tai atspindi patį pamatinį kokybės išlaidų skirstymo modelį - PAF. Galbūt šis modelis ir nėra pats tiksliausias matuojant kokybės išlaidas, tačiau jame aiškios kategorijos ir didžioji dauguma veiklų, susijusių su kokybės valdymu arba netinkamu suvaldymu, gali būti priskiriamos vienai iš keturių kategorijų.

2. GAMYBOS EFEKTYVUMO SAMPRATA IR RODIKLIAI

Kiekvienos, tiek privačios tiek ne, organizacijos tikslas yra skatinti jos veiksmingumą. Vienas iš veiksmingumo vertinimo matų yra efektyvumas (Bartuševičienė ir Šakalytė, 2013). Pagal ISO 9000:2015, efektyvumas apibrėžiamas kaip „pasiekto rezultato ir panaudotų išteklių santykis“. Kitaip sakant, efektyvumas parodo kaip gerai įmonė turimus išteklius (žmogiškuosius išteklius, medžiagas, piniginius resursus ir kitus) paverčia produktu, kuris atneša pajamas. Iš pirmo žvilgsnio gali pasirodyti, kad efektyvumo vertinimas turėtų būti labai nesudėtingas- paimama produkto vertė, padalinama iš sunaudotų išteklių ir padauginama iš 100- gaunamas procentinis efektyvumo rodiklis.

Efektyvumo matavimai dažnai yra susiję (tiesiogiai ir netiesiogiai) su laiku ir sąnaudomis (Wilson et al., 2018). Versle efektyvumas ekonomikoje aiškinamas kaip santykis tarp išvesties ir sąnaudų gaminio gamybos procese. Tokią verslo efektyvumo sampratą pateikia P. A. Christensen ir J. L. Hansen (1996), teigdami, kad gamybos efektyvumas turėtų būti traktuojamas kaip santykis tarp išieities (produkcijos) ir sąnaudų (1) (cituojuama iš Baršauskas et al., 2008):

$$\text{Efektyvumas} = \frac{\text{Bet kokia sukurtos vertės išraiška}}{\text{Bet kokios patirtos sąnaudos}} = \frac{\text{Produkcija}}{\text{Kaštai}} \quad (1)$$

Toks efektyvumo apibrėžimas gali būti pritaikomas bet koku vertės kūrimo atžvilgiu. Tai leidžia teigti, kad pateiktas apibrėžimas yra universalus (Baršauskas et al., 2008). Principas „mini-max“- pasiekti didžiausią produkciją tam tikromis sąnaudomis arba gaminti produkciją minimaliomis sąnaudomis, siekiant maksimaliai padidinti ekonominį efektyvumą kaip pajamų ir sąnaudų skirtumą (Bojnec & Latruffe, 2008). Pabrėžtina, kad efektyvumas nėra sėkmės rinkoje, o išteklių panaudojimo procese meistriškumo matas. Tiksliau, efektyvumas visų pirma yra susijęs su sąnaudų sumažinimu ir išteklių paskirstymu pagal alternatyvius jų panaudojimo būdus (Kumar & Gulati, 2010). Kitaip tariant, efektyvumas apibrėžiamas kaip gebėjimas ką nors padaryti arba pagaminti nešvaistant medžiagų, laiko ar energijos (Wilson et al., 2018).

Kadangi efektyvumo apibrėžimas, kaip vertės ir sąnaudų santykis pateikiamas kaip universalus, galima apžvelgti kaip mokslininkai vertina efektyvumą skirtingose aplinkose su įvairiomis prielaidomis. Dažniausiu klausimu tampa kaip pasitelkus vieną ar kitą įrankį, efektyvumą

padidinti. Iš pateikiamos lygties matyti, kad efektyvumas galėtų būti gerinamas mažinant sąnaudas arba didinant produkciją (vertę). Tai tampa vienu iš pagrindinių verslo užmojų.

Š. Bojnec ir L. Latruffe (2008) savo tyrime „*Measures of farm business efficiency*“ matuoja Slovėnijos ūkių veiksmingumą per efektyvumo prizmę. Jei tiksliau, autoriai pasirenka ekonominį efektyvumą ir išskaido į tris sudedamąsias dalis- techninį, masto ir paskirstymo efektyvumus. Techninis efektyvumas – tai ūkių veiksmingumas, atsižvelgiant į pagamintą kiekį, palyginant su panaudotų žaliavų kiekiais ir turimomis technologijomis (Kalirajan & Shand, 1992). Konkrečios įmonės techninis efektyvumas matuojamas kaip faktinės ir potencialios (didžiausios galimos) produkcijos santykis (Kalirajan & Shand, 1992). Techninį efektyvumą galima išmatuoti pagal dvi struktūras: orientuotą į išvestį arba įvestį. Į produkciją orientuotoje sistemoje techninis efektyvumas suteikia informacijos apie galimą produkcijos padidėjimą, kurį įmonė galėtų įgyvendinti nenaudodama daugiau sąnaudų, o į sąnaudas orientuotoje sistemoje jis suteikia informaciją apie galimą sąnaudų sumažinimą, kurį ūkio verslas galėtų pritaikyti be produkcijos lygio sumažėjimo. Skirtingai nuo techninio efektyvumo, paskirstymo efektyvumas lemia atitinkamas sąnaudų kainas (Bojnec & Latruffe, 2008). Konkrečiai įmonei būdingą paskirstymo efektyvumą galima išmatuoti lyginant maksimalų pelną su faktiniu kiekvienos įmonės pelnu, atsižvelgiant į jos faktinį technologijos taikymą ir sąnaudų bei produkcijos rinkos kainas (Kalirajan & Shand, 1992). Trečias autorių pasirinktas efektyvumo matavimas pagal mastą yra dalis techninio efektyvumo. Šis matavimas leidžia daryti išvadas, ar optimalaus ar neoptimalaus dydžio yra veikianti įmonė. Autoriai pasirinkę šiuos komponentus, įvertino tirtų ūkių efektyvumą.

Pasak S. Mouzas (2006), verslo efektyvumas apima finansinę discipliną ir veiklos pelno maržos atspindį. Veiklos marža – tai įmonės pelningumo marža, parodanti kiek įmonė uždirbo veiklos pelno lyginant su jos pajamomis. Veiklos pelno marža ignoruoja įmonės kapitalo struktūrą ir pelno mokestį, todėl galima teigti, kad veiklos pelno marža yra tinkamesnė verslo efektyvumo palyginimui (<https://www.finansistas.net/veiklos-marza.html>). Autorius nurodo, kad efektyvumas yra susijęs su veiklos maržos gerinimu ir išlaidų mažinimu. Taip pat, pateikia požiūrį, kad efektyvumas nėra organizacijos sėkmės rinkoje matas, o greičiau veiklos meistriškumo ir produktyvumo matas.

Šiame darbe orientuojamasi į efektyvumą gamyboje, kadangi verslo efektyvumas yra gana abstrakti sąvoka. Gamybos efektyvumas numato sąlygas, kuriomis prekės gali būti pagamintos už mažiausią įmanomą vieneto kainą. Norint tai pasiekti, reikia tinkamai išnaudoti išteklius ir sumažinti atliekų kiekį, o tai savo ruožtu reiškia didesnes pajamas. Akivaizdu, kad tai toks pats efektyvumo apibrėžimas kaip ir minėta anksčiau, todėl formulė (1) tikrai yra universali.

Literatūroje gamybos efektyvumas siejamas su keletu aspektų. Vienas iš pastaruoju metu daugiausiai dėmesio susilaukiančių yra energijos efektyvumas. Gamybos procesuose naudojami fiziniai mechanizmai suformuoti gaminiais keičiant pirminių medžiagų savybes ir formas. Tokioms operacijoms reikalinga energija laikoma proceso įvestimi, kuri iš dalies paverčiama naudingu darbu, įeina į produktų formą bei sudėtį, o likusi dalis paverčiama atliekomis arba virsta prarandama šiluma. Mechaninis apdirbimas sunaudoja tik dalį sunaudotos energijos faktiniam pridėtinės vertės kūrimo procesui, o didžioji energijos dalis sunaudojama stabilioms proceso sąlygoms ir periferinėms funkcijoms sukurti. Istoriskai gamybos pramonė yra viena didžiausių energijos vartotojų ir pirmauja pagal anglies dvideginio išmetimą pasaulyje, todėl energijos vartojimo efektyvumas tampa labai aktualus. Gamybos sektoriuje sunaudojama apie 33 % pirminės energijos ir 38 % išmetamo CO₂ kiekio visame pasaulyje. Be to, didėjanti energijos kaina ir dabartinė tvarumo tendencija padarė naują spaudimą gamybos įmonėms energijos kiekio mažinimui ir aplinkos tausojimui (Apostolos et al., 2013; Menghi et al., 2019; Renna & Materi, 2021).

Atlikę literatūros analizę autoriai F. Apostolos et al. (2013) pateikia išvadą, kad gamybos planavimas atlieka svarbų vaidmenį energijos vartojimo efektyvumui. Norint pereiti prie efektyvaus energijos vartojimo planavimo, energijos vartojimo efektyvumą reikia įtraukti į gamybos projektavimą. Sumažinus „tuščiosios eigos“ (kai mechanizmas nekuria jokios vertės ir neturi darbo) laiką efektyviai planuojant procesus ir derinant geresnį produktų partijų ir užsakymų organizavimą, bus galima geriau numatyti darbo eigą. Užsakymų paskirstymas kartu su ankstyvu arba periodišku „mašinos išjungimu“ gali žymiai sumažinti „tuščiosios eigos“ laiką, o tai yra pati neefektyviausia įrangos būseną. Gamybos planuotojai turi turėti galimybę planuoti savo gamybą ne tik atsižvelgdami į sąnaudas, bet ir į energijos vartojimo efektyvumą.

Energijos efektyvumas tiesiogiai susijęs su mechanizmų panaudojimu. Problema, kaip pasiekti tikslinį produkcijos lygį per tam tikrą laikotarpį, yra labai svarbi gamybos vadovams. Dėl lėtų ciklų ar mašinų gedimų, dėl kurių gamyba sustabdoma, gali atsirasti pavėluotų pristatymų klientams ir net trūkti parduodamos produkcijos. Siekdami tęsti gamybą, apsisaugant nuo nenumatytų gedimų, gamintojai dažnai montuoja atsargines mašinas arba dirba viršvalandžius, siekdami užtikrinti, kad būtų pasiektas planuotas produkcijos kiekis. Akivaizdu, kad atsargumo priemonių ėmimasis siekiant išlaikyti gamybos efektyvumą kainuos.

Įrengimų efektyvumui įvertinti yra sukurta atskira sistema, apie kurios naudojimą minima tyrimuose (Chikwendu et al., 2020; Hung et al., 2022; Puvanasvaran et al., 2013). OEE (*angl. Overall equipment efficiency/effectiveness*) yra vienas iš efektyvių būdų analizuoti vienos ar kelių mašinų

veikimą gamybinėje organizacijoje. Jį apibūdinti galima kaip gamybos operacijų našumo ir produktyvumo matą, kuris išreiškiamas procentais (Chikwendu et al., 2020). OEE yra matavimo metodas, kurį dažniausiai naudoja įmonės, siekiančios Lean praktikos gamybos. Tai matas, kuris nurodo kaip gerai išnaudojama gamybinė įranga, atsižvelgiant į visą jų galimą potencialą.

OEE skaičiuojamas pagal formulę, kurioje paprastai apibrėžiamas padauginus apskaičiuotą prieinamumo lygį, našumo rodiklį ir kokybės rodiklį (Puvanasvaran et al., 2013):

$$OEE = Prieinamumas \times Našumas \times Kokybė \quad (2)$$

Norint sėkmingai panaudoti formulę, reikalingi tikslūs ir patikimi duomenys atspindintys tikrąjį įrangos panaudojimą.

Prie energijos ir įrengimų efektyvumo dera ir medžiagų panaudojimo efektyvumas. S. Shahbazi (2018) apibūdina medžiagų efektyvumą kaip proceso atlikimą nešvaistant medžiagų. Vis dėlto medžiagų efektyvumui naudojamas ir bendresnis apibrėžimas- produkcijos ir panaudotų žaliavų santykis, kuris taip pat patvirtina efektyvumo universalaus santykio vertinimą. Be to, medžiagų efektyvumas glaudžiai siejasi su energijos efektyvumu siekiant gamybos tvarumo (Shahbazi & Kurdve, 2014).

Joks procesas nėra galimas be žmogiškųjų išteklių. Pasak Michael K. Fung (2008), žmogiškieji ištekliai yra svarbiausia dalis teikiant bankines paslaugas, nes tai didžiausios sąnaudos, turinčios tiesioginę įtaką paslaugų kokybei. Žmogiškųjų išteklių efektyvumas yra matas, kaip efektyviai tam tikras darbuotojas atlieka užduotį, palyginus su analogiška užduotimi ar nustatytu standartu ir dažnai vadinamas produktyvumu. Autorių P. Blaga ir B. Jozsef (2014) moksliniame straipsnyje teigiama, kad žmogiškųjų resursų produktyvumą kelia keletas aspektų: darbuotojų mokymai, automatizacija ir naujų technologijų diegimas, darbo vietų atnaujinimas. Pagal tokius radinius galima teigti, kad žmogiškieji ištekliai susiję su prevencijos kokybės gerinimo veiklomis per darbuotojų mokymų aspektą. Taip pat, jie persidengia su procesų optimizavimu diegiant naujesnes technologijas tiems patiems darbams atlikti. Apie resursų optimizavimą kalbama tyrime, atliktame J. Yi ir J. Ifft (2019), kurie ištyrė Niujorko pieno ūkio finansinių rezultatų priklausomybę nuo darbo jėgos efektyvumo, į kurį taip pat įeina ir žmogiškųjų resursų optimizavimas. Autorių atlikta analizė rodo reikšmingą teigiamą ryšį tarp pieno ūkio finansinės sėkmės ir darbo jėgos panaudojimo efektyvumo (darbo našumo).

Apibendrinant visus keturis elementus- energijos, žmogiškųjų išteklių, žaliavų ir įrangos- jie yra glaudžiai susiję, kadangi praktikoje gamybiniai procesai negalėtų vykti be jų. Apžvelgus visus apibrėžimus galima daryti išvadą, kad efektyvumo matavimo formulė visiems taikoma ta pati- tai yra

išvesties ir įvesties santykis. Vertinant šį santykį, visų efektyvumo elementų idėja remiasi tuo pačiu tikslu- mažinti sąnaudas. Vis dėlto reikia atkreipti dėmesį į tai, kad priklausomai nuo to, kurio aspekto efektyvumas norimas įvertinti, reikia atsižvelgti kokie duomenys gali būti lyginami. Pavyzdžiui, Wilson et al. (2018) pabrėžia, kad efektyvumo matavimo tikslumas ir galimybė palyginti su kitais rezultatais labai priklauso nuo konteksto ir individo požiūrio. Su tuo galima sutikti, kadangi energijos ištekliai nėra palyginami pavyzdžiui su žmogiškųjų išteklių. Be abejo, norint įvertinti gamybos efektyvumą, juos reikia apjungti į bendrą matavimą, tačiau vertinant atskirai galima tiksliau rasti problemą ar vertinti tam tikras priklausomybes. Šiame darbe vertinama gamybos efektyvumo priklausomybė nuo kokybės išlaidų (kokybės gerinimo veiklų) paremta logika, kad atliekant tam tikras kokybės gerinimo veiklas turėtų būti teigiamas grįžtamasis efektas iš gamybos efektyvumo ir jo elementų pusės.

3. KOKYBĖS GERINIMO VEIKLŲ ĮTAKOS GAMYBOS EFEKTYVUMUI EMPIRINIO TYRIMO METODIKA

3.1. Autorinio tyrimo bendrinė informacija

Autorinio tyrimo aktualumas ir pagrindimas: išnagrinėjus literatūrą apie kokybės išlaidas ir atliktus tyrimus matyti, kad vieningo sprendimo kaip organizacija turėtų vertinti kokybės išlaidas efektyvumo požiūriu nėra. Laikui bėgant kokybės išlaidų sričių vis daugėjo, o organizacijos į jų skirstymą žiūri labai individualiai ir pagal savo poreikius. Vis dėlto neatmetamas pagrindą padėjęs PAF modelis- keturios išlaidų kategorijos (įvertinimo, prevencijos, vidinių ir išorinių nuostolių) vis tiek išlieka populiarios ir gana aiškiai nurodančios išlaidų pobūdžius.

Kaip jau minėta literatūros apžvalgoje, esminė kokybės išlaidų valdymo paskirtis yra surasti tokį kokybės lygį, kuris užtikrintų mažiausias sąnaudas kokybei. Mažiausių sąnaudų siekia ir požiūris iš efektyvumo pusės- norint turėti didžiausią išėigą, reikia mažinti išlaidas. Toks ryšys yra logiškas, tačiau kyla klausimas, ar žymią įtaką kokybės išlaidos daro gamybos efektyvumui.

Pasirinkta vertinti prevencijos ir įvertinimo kokybės išlaidas atsižvelgiant į tai, kad vidinių ir išorinių nuostolių išlaidos dalinai persidengia su gamybos efektyvumo vertinimu, pavyzdžiui prastas medžiagų išnaudojimas įeina į abu skaičiavimus, kaip ir viršvalandžiai, produktų perdarymai ir panašiai.

Kaip bebūtų, išlaidos vertinamos pinigine išraiška, jas įmonės dažniausiai skaičiuoja skirtingai. Vis dėlto, bet kokios veiklos ir pasiekiami rezultatai gali būti verčiami pinigine reikšme. Tokia logika vadovaujantis, kokybės išlaidoms vertinti buvo pasirinktos prevencijos ir įvertinimo kokybės veiklos, kurios reikalingos kokybės užtikrinimui. Galime teigti, kad vertinsime veiklų sistematiškumą ir pagal tai bus galima spręsti, ar jos vykdomos dažnai, ar rečiau, o galbūt nesinaudojama iš vis. Bendram gamybos efektyvumui ir atskiriems jo elementams siūloma matuoti rezultata, ar pagerėjo vienas ar kitas efektyvumo aspektas.

Tyrimo tikslas: nustatyti, kokią įtaką prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro gamybos efektyvumui.

Tyrimo uždaviniai:

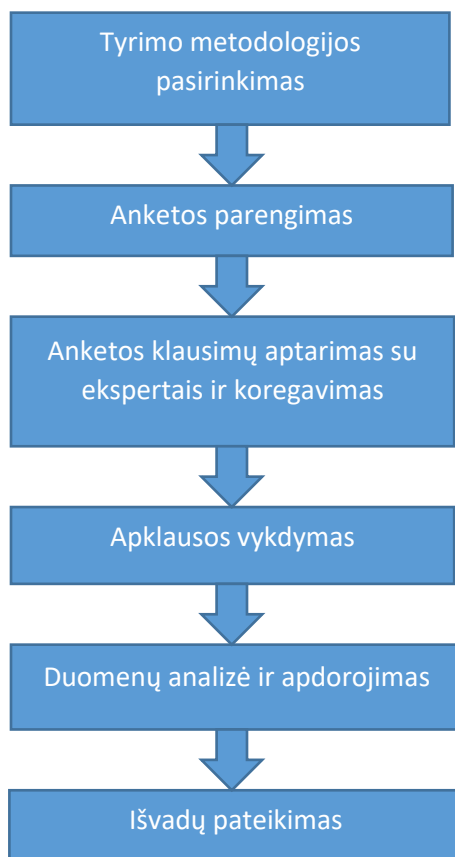
1. Parengti metodologiją ir nustatyti, kaip gali būti matuojamos kokybės gerinimo veiklos ir gamybos efektyvumas bei sukurti konstruktus kokybės prevencijos ir įvertinimo veikloms ir gamybos efektyvumo atskiroms dalims vertinti;
2. Nustatyti, kokią įtaką prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro bendram gamybos efektyvumui bei atskiriems gamybos efektyvumo elementams;
3. Nustatyti, kokią įtaką atlieka atskiros kokybės gerinimo veiklų kategorijos- prevencijos ir įvertinimo- bendram gamybos efektyvumui ir atskiriems gamybos efektyvumo elementams;

Empirinio tyrimo metodologija: pasirinktas analitinis kiekybinis tyrimas. Analitinis tyrimas yra grindžiamas objektyviu pasaulio suvokimu. Šis suvokimas teigia, kad viskas yra susiję priežastiniais ryšiais ir viskas yra kažkieno pasekmė arba/ir priežastis (Tamaševičius, 2015). Šis požiūris yra priimtinas empirinio tyrimo uždaviniams pasiekti. Šiame tyrime nebus ieškoma ryšio tarp kokybės išlaidų kategorijų, tik tarp kokybės veiklų ir efektyvumo ir kokia sąsaja egzistuoja. Pagrindinis duomenų rinkimo tikslas – išreikšti skaitmenimis reiškinių, situacijos, problemos ar įvykio pokyčius. Norint atlikti kiekybinį tyrimą, pirmiausia reikia turėti skaičiais išreikštus duomenis, atsiradusius įvertinus dominančias situacijas ar veiksnius (Tamaševičius, 2015).

Tyrimo instrumentas: tyrimui atlikti pasirinkta anoniminė neverbalinė apklausa (anketavimas). Anketos sudėtinės dalys ir jų rengimo eiga pateikta vėliau. Apklausa pasirinkta dėl duomenų analizavimo patogumo (Tamaševičius, 2015).

Empirinio tyrimo eigos seka pateikiama 3 paveiksle. Pagal numatytą veiksmų seką reikalinga atlikti anketos parengimą, aptarti ją su ekspertais bei atsižvelgus į gautus pasiūlymus ją pakoreguoti. Įvykdžius apklausą rezultatai bus statistiškai analizuojami ir atlikus empirinį tyrimą pateikiamos išvados bei tolimesni pasiūlymai.

3 paveikslas. Empirinio tyrimo eiga

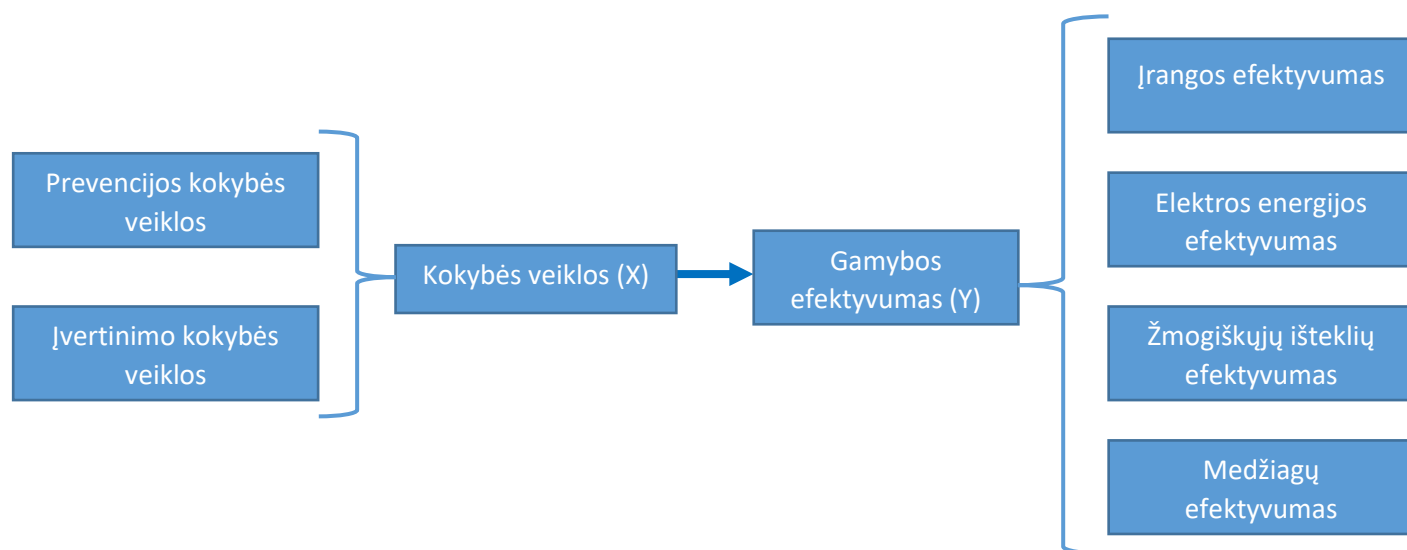


Šaltinis: sudaryta autorės

Galimus priežastinius ryšius galima matyti 4 paveiksle. Autoriniame empiriniame tyrime pagal juos bus keliamos šios **Tyrimo hipotezės**:

- H₁**- prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką bendram gamybos efektyvumui
- H₂**- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką bendram gamybos efektyvumui
- H₃**- prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui
- H₄**- prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką žmogiškųjų išteklių efektyvumui
- H₅**- prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui
- H₆**- prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką įrangos efektyvumui
- H₇**- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui
- H₈**- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką žmogiškųjų išteklių efektyvumui
- H₉**- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui
- H₁₀**- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką įrangos efektyvumui

4 paveikslas. Konceptualus empirinio tyrimo modelis



Šaltinis: sudaryta autorės

Atsižvelgiant į 4 paveiksle nurodytą konceptualų empirinio tyrimo modelį, bus siekiama išsiaiškinti, ar kokybės veiklos ir atskiros jos dalys daro įtaką gamybos efektyvumui ir jo skirstymams. Prielaida daroma pagal loginę sąsają, kad abiejų kintamųjų tikslas užtikrinti mažiausias sąnaudas, kadangi kokybės veiklų tikslas užtikrinti aukščiausią įmanomą kokybę su mažiausiai išlaidų, o efektyvumo- pasiekti didžiausią išėigą.

Tyrimo imtis: tyrimui atlikti pasirenkama netikimybinė imtis. Tikslinis grupių formavimas naudojamas kai norima gauti atsakymus iš respondentų, kurie galėtų atsakyti į klausimus specifiniams tyrimo tikslams pasiekti (Kardelis, 1997). Bus siekiama kontaktuoti su Lietuvoje veikiančių gamybinių įmonių gamybos vadovaujančiais asmenimis (imtis). Tyrimas paremtas gamybos vadovaujančių asmenų universaliomis žiniomis ir praktine patirtimi tiek apie kokybės veiklas tiek apie efektyvumą savo įmonėse. Jie yra tie žmonės, kurie išmano kokios veiklos kokybei užtikrinti yra atliekamos jų gamybos procesuose bei kiek patiriama elektros energijos, medžiagų, įrangos, žmogiškųjų išteklių sąnaudų.

Remiantis panašaus pobūdžio jau atliktais tyrimais, matome, kad optimalus respondentų skaičius galėtų būti 100 asmenų. N. Kerfai, B. B. Ghadhab ir D. Malouche (2016) atliko tyrimą apie Tunise esančių įmonių našumą ir kokybės išlaidas, apklausiant 40 asmenų. Didžiosios Britanijos mokslininkai A. Serrano and T.Koulouri bei kolega iš Jordanijos D. Al-Eisawi (2020) atliko tyrimą apie organizacijų gebėjimą priimti ir apdoroti naują informaciją iš išorės ir kokią įtaką tai gali turėti

organizaciniam efektyvumui, taip pat dalinai pasitelkę į pagalbą apklausą ir pasiekę 150 respondentų. Mokslininkai iš Lenkijos P. Rogala ir S. Wawak (2020) apklausinėjo 73 respondentus, norint sužinoti apie ISO 9000 standartų grupės kokybę iš kokybės valdymo ekspertų. Skaiciai nėra pastovūs, ir reiktų turėti omenyje, kad Lietuva yra mažesnė valstybė už Didžiąją Britaniją ar Lenkiją, todėl siekis gauti 100 respondentų atsakymų yra gana objektyvus.

3.2. Kokybės veiklų ir gamybos efektyvumo konstrukto sudarymas

Empiriniam tyrimui atlikti buvo sudaryti du bendriniai konstruktai – kokybės veiklų ir gamybos efektyvumo- išskaidant į smulkesnes dalis pagal atitinkamus paskirstymus.

Kokybės veiklų konstrukto, vertinančio prevencijos ir įvertinimo veiklas literatūroje rasti nepavyko, todėl pasitelkus atliktuose tyrimuose ir literatūroje rastus skirstymus ir veiklų apibūdinimus buvo parengtas pirminis variantas, pateiktas 3 lentelėje.

Vadovautasi pagrindiniais prevencijos ir įvertinimo apibrėžimais:

Prevencijos veiklos: Šios veiklos yra susijusios su visuotinės kokybės vadybos sistemos kūrimu, įgyvendinimu ir priežiūra. Prevencinės išlaidos yra planuojamos ir patiriamos iki faktinės veiklos ir vykdančią veiklą.

Įvertinimo veiklos: šios veiklos yra susijusios su tiekėjo ir kliento įsigytų medžiagų, procesų, tarpinių produktų, produktų ir paslaugų vertinimu, siekiant užtikrinti atitiktį nurodytiems reikalavimams (Feigenbaum, 1983).

3 lentelė. Pirminiai kokybės veiklų konstrukto klausimai

Klausimai	Pagrindimas
Prevencijos veiklos 1. Jūs galite valdyti gamybos procesą 2. Jūsų gaminamų produktų savybės tikslingai nustatomos/numatomos ir pritaikomos rinkai 3. Jūsų gamybos planas visada tikslus ir aktualus/aktualizuotas 4. Tiekėjai, iš kurių perkate medžiagas/paslaugas, kruopščiai atrinkti ir įvertinti 5. Vykdoma iš anksto suplanuoti įrangos kvalifikavimo ir/arba priežiūros veiksmus 6. Vykdomas darbuotojų apmokymas pradedant dirbti 7. Vykdomi periodiniai darbuotojų mokymai	• Carson (1986); • Chatzipetrou & Moschidis (2018); • Ghunaim & Jaaron (2021); • Kerfai, Ghadhab & Malouche (2016); • Sturm, Kaiser & Hartmann (2019); • Tsai (1998); • Velkoska & Tomov (2022); • Walsh & Antony (2009).

3 lentelės tęsinys.

8. Jūs ir jūsų komanda nuolatos identifikujete problemas ir ieškote joms sprendimų 9. Vykdoma kokybės duomenų apie jūsų gaminamus produktus stebėjimą ir vertinimą 10. Darbo vietose yra numatytos vietos įrangai ir įrankiams bei laikomasi tvarkos 11. Inspekcijai/testavimui naudojama įranga/įrankiai prižiūrimi ir periodiškai atliekama patikra/kalibravimas 12. Praktikuojamas rizikų vertinimas atlikus pakeitimus procese/produkte	
Ivertinimo veiklos	
1. Prieš gamybą vykdoma žaliavų patikra ir/arba testavimas (jūsų komandos viduje arba atskiros atsakingos grupės) 2. Vykdoma tarpinių produktų patikra dar nebaigus viso gamybos proceso 3. Vykdoma pagaminto produkto atitikties patikra (jūsų grupėje arba atskiros atsakingos grupės) 4. Jei naudojate kontraktorių paslaugomis, atidžiai įvertinate jų darbą 5. Jūsų procesams vykdomi auditai (vidiniai ir išoriniai) 6. Atliktų patikrų ir/arba testavimų rezultatai peržiūrimi ir įvertinami 7. Vykdoma periodinė procedūrų peržiūra	

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis nurodytais autoriais lentelėje

Pirminis klausimyno dalies apie kokybės veiklas variantas buvo aptartas su kokybės vadybos ekspertu, turinčiu didesnę nei 25 metų patirtį diegiant ir vertinant kokybės vadybos sistemas. Po diskusijos buvo nuspręsta teiginius pateikti abstrakčiau, kai kuriuos sutraukti į bendresnius apibūdinimus. Po gilesnės literatūros analizės, buvo išskirti teiginiai apie kokybės veiklas, nurodyti 4 lentelėje.

4 lentelė. Patikslinti kokybės veiklas aptariantys teiginiai

Prevenција	Įvertinimas
a) Kokybės planavimas (gamybos proceso ir projekto specifikacijų procedūroms atitiktis nustatymas; testavimų procedūrų ir jų įrangos projektavimas)	a) Pirtų medžiagų testavimas ir patikrinimas
b) Procesų valdymo ir kokybės kontrolės inžinerija	b) Laboratoriniai atitikties tyrimai
c) Įrangos, skirtos kokybės informacijai rinkti, projektavimas ir kūrimas (Priežiūra ir kalibravimas įrangos, skirtos kokybei užtikrinti - testavimams ir patikrai įrangos)	c) Galutinių gaminių tikrinimas ir/arba testavimas
d) Kokybės mokymas ir darbo jėgos ugdymas	d) Tarpinių produktų kokybės patikra gamybos metu
e) Produkto dizaino patikrinimas ir patvirtinimas	e) Produktų kokybės auditas
f) Tiekėjų kokybės užtikrinimas, tiekėjų vertinimas	f) Išoriniai kokybės patvirtinimai (kontraktorių paslaugos)
	g) kokybės testavimo ir tikrinimo įrangos priežiūra ir kalibravimas
	h) Produkto technologijos paruošimas gamybai
	i) Duomenų apdorojimo, tikrinimo ir testavimo ataskaitos

Šaltinis: sudaryta autorės

Kokybės veiklų dalis buvo sudaryta iš dviejų konstruktyvų- prevencijos ir įvertinimo, kurie turėjo atitinkamai po 6 ir 9 teiginius, apibūdinančius pagrindines įtrauktinas veiklas. Teiginiai buvo sugalvoti atsižvelgiant į pagrindines pasikartojančias veiklas literatūroje, priskiriamas abejoms aptariamoms kokybės veiklų dalims.

Gamybos efektyvumui matuoti taip pat nepavyko rasti instrumento literatūroje ir buvusiuose tyrimuose, tinkamo pritaikyti anketavimo metodui, todėl taip pat remiantis literatūros analize buvo sukurtas autorinis klausimynas. Analogiškai kaip ir kokybės veiklų konstruktiui, buvo sukurtas pirminis variantas, pateikiamas 5 lentelėje. Visi gamybos efektyvumo elementai turėjo skirtingą kiekį jiems taikytinų teiginių.

5 lentelė. Pirminis gamybos efektyvumo konstruktas

Gamybos efektyvumas	
Energijos efektyvumas	
1. Jūsų procesuose darbo vietos ir jų įrengimas tikslingai išplanuojamas (apšvietimas, technika, pan.) 2. Įrenginiai paliekami įjungti pamainų/darbo dienos pabaigoje 3. Išjungiate įrenginius jų nenaudojimo metu (įskaitant ventiliaciją/oro srautus) 4. Planuojate procesus taip, kad įrenginiai būtų maksimaliai išnaudojami jų veikimo metu ARBA įrenginiai nebūtų įjungti ir nenaudojami 5. Prioritetą teikiate energijai taupiems įrengimams 6. Jei leidžia procesas, sugebate vieno proceso energijos išėigą panaudoti kaip kito proceso šaltinį	• Ball (2015); • Carson (1986); • Lunt, Ball & Levers (2014); • Mawson & Hughes (2019); • Micieta & Binasova (2013).
Medžiagų efektyvumas	
1. Jūs apskaičiuojate optimaliausius medžiagų tūrius, reikalingus vykdyti vienai gamybai 2. Jei įmanoma, įsigytą medžiagą/žaliavą naudojate dar kartą 3. Į Jūsų produktų įeinančių žaliavų galiojimas suderintas ir vienas komponentas „nesugadina“ viso batch'o 4. Jeigu įmanoma, atliekate papildomus veiksmus medžiagų panaudojimui užtikrinti 5. Retai nurašote gamyboje naudojamas žaliavas pvz. Dėl galiojimo laiko ARBA visada spėjate sunaudoti medžiagas iki jų galiojimo pabaigos 6. Retai turite nebepanaudojamą žaliavų likutį 7. Perkamų medžiagų poreikis savalaikiškai atnaujinimas ir optimizuojamas	• Allwood et al. (2013). • Orr et al. (2019).
Darbo jėgos efektyvumas	
1. Jūsų grupėje yra dažna darbuotojų kaita 2. Procesų planavimas užtikrina maksimalų darbuotojų užimtumą 3. Turite aiškų planą naujokų integracijai 4. Darbuotojų alga yra atitinkanti lūkesčius	• Langemeier (2022); • Nemcova (2021); • Yi & Ifft (2019); • Rose, Dayton and Raife (2011).

5 lentelės tęsinys.

5. Darbo vietos atitinka darbo specifiką ir yra užtikrinti visi reikalingi įrankiai	
6. Ieškote būdų procesų automatizavimui	
7. Ieškote būdų procesų optimizavimui	
Užtikriname saugią aplinką darbuotojams (tiek socialinę, tiek fizinę)	
Įrangos efektyvumas	
1. Jūsų darbuotojai tinkamai apmokyti elgtis su įrengimais darbo vietose	• Ahmad, Hossen & Ali (2018); • Rautio & Järvenpää (2020); • Sheu (2006).
2. Esate aiškiai apsisąsę naudojimosi įrengimais instrukcijas	
3. Jūsų naudojama įranga periodiškai tikrinama	
4. Retai turite atlikti produktų perdarymą dėl naudojamos įrangos gedimo/trikdžio	
5. Planuojate procesus taip, kad galėtumėte maksimaliai išnaudoti įrangos pajėgumus	
6. Kritiškai įvertinate įrangos parametrų tinkamumą jūsų procesams, prieš atliekant naujos įrangos pirkimą	
7. Turite galimybes taisyti įrangą, įvykus gedimui	

Šaltinis: sudaryta autorės

Po pirminio konstrukto sudarymo jis, taip pat kaip ir kokybės veiklų, buvo aptartas su kokybės vadybos ekspertu. Buvo priimti sprendimai dėl tyrimo apribojimo- susitelkiama tik į elektros energijos efektyvumą, kadangi bendrai energija yra labai platus apibrėžimas, kuris gali klaidinti respondentus bei jiems gali trūkti kompetencijos atsakyti. Taip pat energijos rūšys nėra tolygiai vienodos- turime atsižvelgti, kad negalėtume lyginti gautų atsakymų tarpusavyje.

Kitas apribojimas buvo priimtas dėl darbo jėgos apibūdinimo- realiau vertinti žmogiškuosius išteklius ir žmonių perspektyvą, kadangi darbo jėga galėtų būti suprantama tik kaip fizinės darbuotojo savybės.

Pagrindinis sprendimas po gamybos efektyvumo siūlytų klausimų aptarimo buvo tai, kad negalime jo vertinti per veiklas. Visi paminėti teiginiai yra susiję su veiksmu, o šio tyrimo atveju reikalingas rezultatas. Pagal tyrimo modelį gamybos efektyvumas yra priklausomas kintamasis, todėl reikalinga pergaltoti, kaip bus formuluojami klausimai.

Dar kartą peržvelgus literatūrą, buvo suformuluoti klausimų variantai, nurodyti 6 lentelėje.

6 lentelė. Patikslinti gamybos efektyvumą aptariantys teiginiai

Elektros energijos efektyvumas	Vadybinis žmoniškųjų išteklių efektyvumas	Įrangos efektyvumas	Medžiagų efektyvumas
1. Ar pritaikius energijos efektyvumo didinimo priemones sumažinote elektros sąnaudas (kWh)?	1. Ar sumažėjo darbuotojo skirtas darbo laikas vienam produkcijos vienetui?	1. Ar teoriškai įvertintas įrangos pajėgumas sutampa su praktišku?	1. Ar padidėjo produkcijos galiojimo terminas?
2. Ar atlikus proceso optimizavimo veiksmus sumažinote energijos sąnaudas?	2. Ar darbuotojų apmokymas padėjo sumažinti nekokybiškų produktų kiekį?	2. Ar aiškios naudojimosi instrukcijos įrenginiais pagreitino produkto pagaminimo laiką?	2. Ar sumažėjo žaliavų atliekos po gamybos?
	3. Ar teorinis pagamintų produktų kiekis per dieną/savaitę/t.t. atitinka realiai pagamintų produktų skaičių?	3. Ar periodinė įrangos priežiūra sumažino nekokybiškų produktų skaičių?	3. Ar padidėjo žaliavų nuostoliai?
			4. Ar sumažėjo žaliavų kiekis produkcijos vienetui?

Šaltinis: sudaryta autorės

Po aptarimo turint pasiūlymus teiginiams ir klausimams tiek kokybės veiklos konstruktiui, tiek gamybos efektyvumui, buvo reikalinga įsitikinti, ar jie suprantami. Taip pat, galbūt yra klausimų, kurie praktikoje labiau atspindėtų kokybės veiklas ir efektyvumus, todėl buvo nuspręsta paimti pusiau struktūrizuotą interviu iš gamybos vadovų. Interviu vykdyti su kiekvienu asmeniu atskirai.

Buvo kreiptasi į 5 vidurinėsios grandies vadovus, kuriems buvo užduota keletas pagrindinių klausimų:

- Kaip manote, ar kokybės veiklos (prevencijos ir įvertinimo) gali turėti įtakos efektyvumui?
- Ar tarp gaunamų užduočių yra įtraukta gerinti gamybos efektyvumą? Jei taip, ar gaunate užduotį gerinti tam tikrą efektyvumą, pavyzdžiui elektros energijos?
- Ar jūs skaičiuojate kokybės išlaidas? Jei taip, kaip vertinate jų įtaką efektyvumui?

Apibendrintai buvo gautas visų respondentų pritarimas, kad kokybės valdymas ir prevencijos bei įvertinimo veiklos yra teigiamai veikiančios gamybos efektyvumą. Kokybės išlaidų kalbinti vadovai atskirai neskaičiuoja ir neskirsto, viskas matuojama per žmogiškuosius resursus ir verčiama į laiko sąnaudas. Kai kurie minėjo, kad gamybos efektyvumą gerinti yra nuolatinė pareiga ir neskelbtina pastovi užduotis, kiti įvardijo, kad įžvelgus tam tikrą problemą gamyboje ir ją išsprendus, efektyvumas savaime padidėja. Kalbant apie atskiras efektyvumo dalis, respondentai vieningai sakė, kad atskiriems gamybos efektyvumo aspektams užduočių gerinti negauna ir patys to nepriskyrinėja atskiroms dalims.

Vėliau buvo pateikti galimi kokybės veiklų bei gamybos efektyvumo konstruktai, pateikti aukščiau, 4 ir 6 lentelėse. Buvo užduodami šie klausimai:

- Kokios jūsų nuomone yra prevencinės kokybės veiklos? Ar praktikoje naudojātės aprašytomis, ar turite papildomų? Galbūt kitaip vadinate?
- Kokios jūsų nuomone yra įvertinimo kokybės veiklos? Ar praktikoje naudojātės aprašytomis, ar turite papildomų? Galbūt kitaip vadinate?
- Kaip manote, kokiais klausimais tikslingai galima įvertinti kiekvieną iš efektyvumų?

Po interviu atsakymai buvo susisteminti. Rezultatai ir komentarai apie kokybės veiklų teiginius pateikiami 7 lentelėje.

7 lentelė. Interviu atsakymai ir pastabos apie kokybės veiklų klausimyną

Prevencijos veiklos	Atsakymai ir pastabos prevencijos veikloms:	Įvertinimo veiklos	Atsakymai ir pastabos įvertinimo veikloms:
a) Kokybės planavimas (gamybos proceso ir projekto specifikacijų procedūroms atitikties nustatymas; testavimų procedūrų ir jų įrangos projektavimas); b) Procesų valdymo ir kokybės kontrolės inžinerija; c) Įrangos, skirtos kokybės informacijai rinkti, projektavimas ir kūrimas (Priežiūra ir kalibravimas įrangos, skirtos kokybei užtikrinti - testavimams ir patikrai įrangos); d) Kokybės mokymas ir darbo jėgos ugdymas; e) Produkto dizaino patikrinimas ir patvirtinimas; f) Tiekėjų kokybės užtikrinimas, tiekėjų vertinimas.	a) Jei be skliaustuose esančių paaiškinimų, būtų neaiškus terminas. Paprasčiau įvardyti buvo siūloma procesų sustygiavimas, sudėliojimas, produktų kūrimas, specifikacijų įsivedimas; b) Inžinerija- neaiškus terminas. Siūloma keisti arba patį terminą į pavyzdžiui sistematika, arba vadinti procesų validavimu; c) Buvo siūloma vadinti įrangos dizaino nustatymu ir patvirtinimu, kvalifikavimu. Kitiems respondentams įvardinimas tiko, tik buvo pastebėta, kad apie įrangą turėtų būti kalbama ne tik testavimo, bet ir gamybos; d) Kokybės mokymas- per angliskas terminas. Buvo tokie pasiūlymai kaip kokybės valdymo sistemos mokymai, darbuotojų mokymas, darbuotojų ugdymas, profesiniai mokymai; e) Aiškus punktas, tik siūloma kelti į priekį, nes dėl jo neatitikimo kenčia visi vėlesniuose procesuose; g) Aiškus punktas, tačiau taip pat buvo siūloma kelti į priekį. Siūloma buvo pridėti produkto stabilumo studijos, kurios užtikrina funkcionalumą.	a) Pirkėtų medžiagų testavimas ir patikrinimas; b) Laboratoriniai atitikties tyrimai; c) Galutinių gaminių tikrinimas ir/arba testavimas ; d) Tarpinių produktų kokybės patikra gamybos metu; e) Produktų kokybės auditas f) Išoriniai kokybės patvirtinimai (kontraktorių paslaugos); g) kokybės testavimo ir tikrinimo įrangos priežiūra ir kalibravimas; h) Produkto technologijos paruošimas gamybai i) Duomenų apdorojimo, tikrinimo ir testavimo ataskaitos.	a) ir b) dauguma apjungtų, nes susisieja; c) Viskas aišku, tinka. Siūloma apjungti su d), kadangi susisieja. Arba apkeisti vietomis, pirma tarpiniai produktai; e) Pastaba, kad patys produktai nėra audituojami. Audituojamas pats procesas, dokumentacija, inventorių, kokybės kontrolė. Taip pat pastaba, kad vykdomi ir vidiniai ir išoriniai auditai; f) Komentarai, kad būna ir produktas tikrinamas išorinių kontraktorių, ir žaliavos; g) Tinkamas; h) Siūloma vadinti validavimu, skliaustuose patikslinti, kad tai visos veiklos iki produkto išleidimo į gamybą; i) Aiškus punktas.

Šaltinis: sudaryta autorės

Apie gamybos efektyvumą diskusija buvo šiek tiek įvairesnė, atsakymai ir pasiūlymai pateikiami 8 lentelėje.

8 lentelė. Interviu atsakymai ir pastabos apie gamybos efektyvumo klausimyną

Efektyvumo rūšis	Siūlomi klausimai klausimyne	Atsakymai ir pasiūlymai
Elektros energijos efektyvumas	1. Ar pritaikius energijos efektyvumo didinimo priemones sumažinote elektros sąnaudas (kWh)? 2. Ar atlikus proceso optimizavimo veiksmus sumažinote energijos sąnaudas?	Abu punktai pasirodė panašūs. Į pirmą galėtų atsakyti mažiau respondentų. 2 klausimas pasirodė aiškesnis ir lengviau atsakomas iš praktikos. Siūlyti klausimai: Ar gamybos patalpose sumažinote oro srautus nedarbo metu? Ar darbuotojų įpročių keitimas turėjo įtakos energijos suvartojimui?
Vadybinis žmogiškųjų išteklių efektyvumas	1. Ar sumažėjo darbuotojo skirtas darbo laikas vienam produkcijos vienetui? 2. Ar darbuotojų apmokymas padėjo sumažinti nekokybiškų produktų kiekį? 3. Ar teorinis pagamintų produktų kiekis per dieną/savaitę/t.t. atitinka realiai pagamintų produktų skaičių?	1. Siūlyta pakeisti į „Ar per tą patį laiką pagaminama daugiau produkcijos?“ Visi klausimai respondentams tiko ir buvo aiškūs. Siūlyti variantai, kas galėtų nusakyti žmogiškųjų išteklių efektyvumą: Ar optimizuojant procesus pagaminate daugiau produkcijos? Ar darbuotojai tinkamai įsisavina mokymus? Ar skiriate pakankamai laiko, dėmesio darbuotojui? Kokiu dažniu planuojami gamybos kiekiai? Ar naudojate gamybos planavimo sistemomis? Ar darbuotojų atlyginimas įtakoja efektyvumą? Ar motyvavimo priemonių skyrimas didina efektyvumą? Taip pat pastebėta, kad efektyvumą mažina rutina, optimizuojant procesus žmogiškųjų išteklių atsisakoma, taip pat kad vadovo efektyvumas daro įtaką darbuotojams ir rodo pavyzdį.
Įrangos efektyvumas	1. Ar teoriškai įvertintas įrangos pajėgumas sutampa su praktišku? 2. Ar aiškios naudojimosi instrukcijos įrenginiais pagreitino produkto pagaminimo laiką? 3. Ar periodinė įrangos priežiūra sumažino nekokybiškų produktų skaičių?	Visi klausimai pasirodė aiškūs ir tinkami. Siūlomi papildomi aspektai: Ar nesant įrangai, būtų pasiektas toks pats rezultatas, kaip ir jai esant? Ar įrangos rodmenys nusako produkto kokybę? Ar įrangos energijos kaštai atperka pageidaujamą rezultatą/parametrų nustatymo naudą? Ar įrangos prastova fiksuojama? Ar gedimui atsiradus yra pakeitimai? Kas kiek laiko atnaujinama įranga? Ar turimas įrangos kiekis optimalus gaminamai produkcijai? Ar įranga tvarkoma su lokaliais specialistais ar nusamdytais iš išorės? Ar turite planą remontui/patikrinimui? Ar turite einamų keičiamų dalių atsargas? Ar jos lengvai prieinamos? Taip pat pastebėta, kad reiktų atsižvelgti į įrangos kokybę- ir patikimumą- dažni gedimai, jei pakeitimai irgi nekokybiški.
Medžiagų efektyvumas	1. Ar padidėjo produkcijos galiojimo terminas? 2. Ar sumažėjo žaliavų atliekos po gamybos? 3. Ar padidėjo žaliavų nuostoliai? 4. Ar sumažėjo žaliavų kiekis produkcijos vienetui?	Visi klausimai aiškūs ir tinkami. Siūlomi klausimai: Ar medžiaga atlieka numatytą/norimą/įvertintą funkciją? Ar medžiaga turi įtakos produkto funkcionalumui? Ar nesant tai medžiagai produkte, pasikeistų jo funkcija? Ar planuojamas suvartojimo poreikis? Ar vertinamos žaliavos pasenimo rizikos? Klausimas dėl laikymo Ar sumažėjo neatitiktinių žaliavų kiekis? Ar su tiekėjais yra sutarta neatitiktines žaliavas pakeisti į geras? Ar taikomas kan ban? Ar užsakinėjama pagal poreikį? Ar ieškomos alternatyvios žaliavos (pigesnės)? Ar padidėjo produkto stabilumas?

Šaltinis: sudaryta autorės

Remiantis ekspertų pastabomis dėl abiejų konstruktyvų, nuspręsta rekomenduotinus terminus pataisyti. Taip pat buvo kritiškai įvertinti ir siūlyti papildomi klausimai, ypač dėl gamybos efektyvumo. Kadangi dauguma teiginių buvo nukreipti į veiksmą, o anksčiau buvo aptarta, kad su veiksmu susijusių teiginių bus atsisakyta, teko dalį respondentų siūlomų klausimų atmesti.

Nepaisant to, po ekspertų komentarų, buvo paruoštas galutinis klausimyno variantas 1 priede. Klausimyną sudaro du bendri konstruktai- kokybės veiklos, išskirstytos į prevencijos ir įvertinimo veiklas ir gamybos efektyvumo konstruktas, kuris buvo apjungtas į vieną. Toks sprendimas buvo priimtas dėl siekio neužvesti respondentų ant kelio ir siekiant mažiau įtakotų atsakymų. Taip pat ruošiant galutinius klausimus turėta omenyje, kad klausimai turi būti teisingai suprantami galutiniam gavėjui- ar skirtingų gamybinių pobūdžių įmonių vadovai klausimą supras vienodai, ar klausimas yra unikalus ir nesidubliuoja, ar respondentas bus pakankamai kompetentingas atsakyti ir panašiai (Kardelis, 1997).

Kadangi kokybės konstrukto norima pamatuoti veiklų vykdymo gamybos srityje sistematiškumas, buvo pasirinkta 5 balų Likerto skalė pagal Shingo instituto siūlomą variaciją, kuri matuoja veiksmo nuoseklumą ir dažnumą. Tai reiškia, kad bus galima įvertinti, ar pinigine verte veiklai atlikti sąlyginai didelė, ar sąlyginai nedidelė. Balai nuo 1 iki 5 atitinkamai reiškia, kad veikla vykdoma retai- nereguliariai- dažnai- nuosekliai- pastoviai (The Shingo Institute, 2020).

Gamybos efektyvumo konstruktui taip pat buvo apibrėžtas ir terminas. Pasiremta logika, kad praėjusius metus darbuotojai atsimena geriausiai, todėl pildant klausimyną prašoma atsakinėti omenyje turint praėjusius 2022 metus. Vertinimui taip pat pasirinkta 5 balų Likerto skalė, matuojanti rezultatų pasisėkimą- nuo visiškai nesutinku iki visiškai sutinku. Gautais atsakymais siekiama įvertinti, ar tam tikri efektyvumai per metus bus pagerėję, ar atvirkščiai.

Anketai užbaigti pridedami ir demografinių duomenų klausimai, kurie būtų įdomūs pamatyti- tai laikas, kiek respondentas dirba gamybos srityje bei užimamos pareigos. Tai leis į tyrimą pažvelgti ir iš patirties pusės, įvertinti, ar respondentų darbo trukmė ar užimamos pareigos koreliuoja su atsakymais į pagrindinius klausimus.

Apklausa atlikti bus naudojama internetinė platforma www.manoapklausa.lt. Apklausos metodas per žiniatinklį pasirinktas, kadangi respondentai bus lengviau pasiekiami, apklausa siekiama pasiekti kuo įvairesnes gamybos įmones. Respondentai galės atsakinėti jiems patogiu metu bei nebus įpareigoti pateikti rezultatus iš karto, jei reikėtų apklausą nutraukti.

4. EMPIRINIO TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ

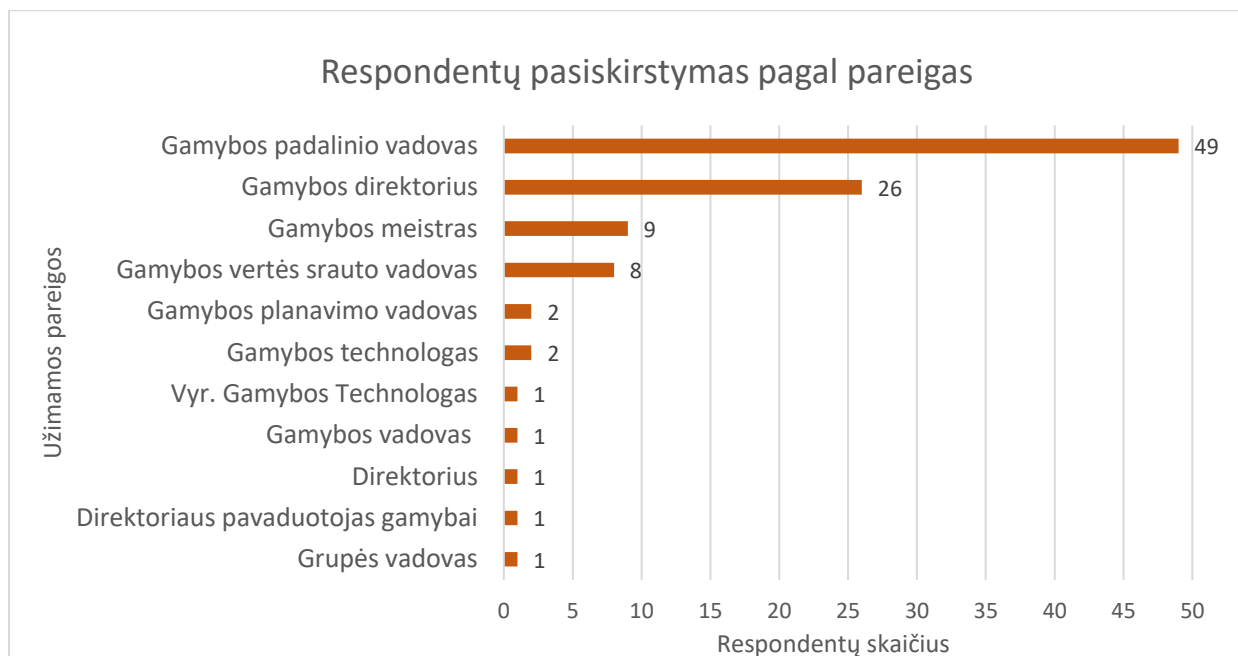
4.1. Aprašomoji imties statistika

Užpildytas anketas iš viso pateikė 102 respondentai. Dėl duomenų netinkamumo tolimesnėje analizėje, pašalinti 41-ojo respondento atsakymai. Daugiau sugadintų ar netinkamų analizei anketų nebuvo, visos atsakytos pilnai, todėl buvo analizuotas 101 atsakymas. Analizei naudota IBM SPSS Statistics programa, JASP programa bei Microsoft Excel.

Tyrimui atlikti buvo kreiptasi tiesiogiai į Lietuvoje esančių gamybos įmonių gamybos vadovus ar susijusius asmenis- pavaduotojus gamybai, gamybos planavimo specialistus, meistrus ir pan. Respondentų paieška atlikta per socialinius tinklus LinkedIn arba Facebook pagal užimamas pareigas. Taip pat elektroniniu paštu buvo kreiptasi į atsitiktinai pasirinktas įmones. Respondentai nebuvo skirstomi pagal gamybos tipą, rinktasi bet kokios gamyba užsiimančios įmonės.

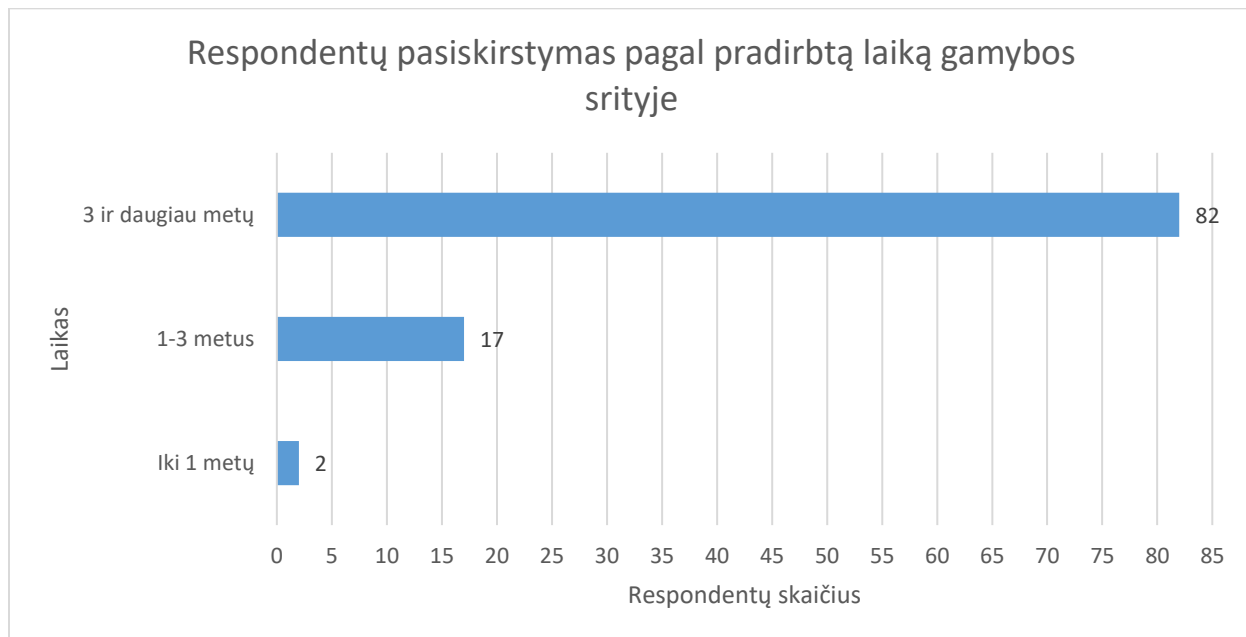
Pagal grafiką, pateiktą 5 paveiksle, matome, kad daugiausia atsakiusiųjų buvo gamybos padalinių vadovai/ės (49%), gamybos direktoriai/ės (26%) ar gamybos meistrai/ės (9%) su gamybos vertės srauto vadovais/ėmis (8%).

5 paveikslas. Respondentų pasiskirstymas pagal užimamas pareigas



Šaltinis: sudaryta autorės

6 paveikslas. Respondentų pasiskirstymas pagal pradirbtą laiką gamybos srityje.



Šaltinis: sudaryta autorės

Dauguma respondentų (82%) gamybos srityje dirba ilgiau nei 3 metus (6 paveikslas). Tik du atsakiusieji (2%) dirba iki 1 metų, likusieji nuo 1 iki 3 metų (17%). Kadangi didžiosios daugumos respondentų patirtis gamyboje stipriai nevarijuoja, tai nėra tas kintamasis, į kurį reiktų atsižvelgti analizuojant tolimesnius rezultatus. Atvirkščiai, pagal aprašomąją statistiką matome, kad atsakymai paremti patirtimi, kadangi didžioji dalis respondentų yra gamybai vadovaujantys asmenys, kurie gamybos srityje dirba daugiau nei 3 metus.

4.2. Patikimumo analizė

Nepriklausomi kintamieji šiame tyrime yra du – prevencijos kokybės gerinimo veiklos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos. Abu kintamieji turėjo konstruktus su jiems priskirtais teiginiais, todėl abiem conceptams pagal gautus duomenis apskaičiuoti vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai (9 lentelė). Vertinimu turi atsispindėti atliekamų veiklų nuoseklumas, todėl iš gautų duomenų galima daryti išvadas apie vykdomų veiklų pastovumą.

9 lentelė. Kokybės gerinimo veiklų teiginių vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai

Kintamųjų pogrupis	Teiginio kodas	Konstruktų teiginiai	Vidurkis	Standartinis nuokrypis
Prevencijos kokybės veiklos	PREV1	1. Užtikrinate tiekėjų kokybę, atliekant jų vertinimą	3.475	1.390
	PREV2	2. Vykdote produkto dizaino patikrinimą, įskaitant patvirtinimą prieš gamybą	3.832	1.350
	PREV3	3. Vykdote kokybės planavimą (gamybos proceso ir projekto specifikacijų procedūroms atitikties nustatymas; testavimų procedūrų ir įrangos projektavimas)	3.980	1.191
	PREV4	4. Sisteminate procesų valdymą, įskaitant kokybės kontrolę	4.020	1.122
	PREV5	5. Vykdote technologinės įrangos, skirtos gamybai, kūrimą/nustatymą, įskaitant patvirtinimą	3.604	1.393
	PREV6	6. Vykdote technologinės įrangos, skirtos kokybės informacijai rinkti, kūrimą/nustatymą, įskaitant patvirtinimą	3.238	1.429
	PREV7	7. Praktikuojate rizikų vertinimą atlikus pakeitimus procese/produkte	3.436	1.260
	PREV8	8. Sistemingai ugdote darbuotojus, įskaitant kokybės vadybos sistemos bei profesinius mokymus	3.782	1.163
	PREV9	9. Periodiškai tikrinate produkto stabilumą/funkcionalumą	4.069	1.151
	PREV_avg	Prevencijos kokybės gerinimo veiklų atsakymų vidurkis	3.715	0.906
Įvertinimo kokybės veiklos	IVERT 1	1. Vykdote perkamų medžiagų testavimą ir patikrinimą	3.515	1.404
	IVERT 2	2. Vykdote laboratorinius atitikties tyrimus	3.426	1.627
	IVERT 3	3. Vykdote tarpinių produktų kokybės patikrą gamybos metu	4.277	1.150
	IVERT 4	4. Vykdote galutinių gaminių tikrinimą ir/arba testavimą	4.505	0.955
	IVERT 5	5. Jūsų gamybos procesui vykdomi kokybės auditai	3.881	1.219
	IVERT 6	6. Naudojate išoriniais kokybės patvirtinimais (kontraktorių paslaugomis)	2.891	1.509
	IVERT 7	7. Vykdote kokybės testavimo ir tikrinimo įrangos priežiūrą ir palaikymą	4.000	1.208
	IVERT 8	8. Vykdote gamybos įrangos priežiūrą ir palaikymą	4.347	0.964
	IVERT 9	9. Vykdote produkto technologijos paruošimą gamybai (validavimą)	3.723	1.234
	IVERT 10	10. Apdorojate duomenis, pildote tikrinimo ir testavimo ataskaitas, protokolus	4.059	1.248
	IVERT_avg	Įvertinimo kokybės gerinimo veiklų atsakymų vidurkis	3.862	0.831

Šaltinis: sudaryta autorės

Prevencijos veiklų vidurkių analizėje matoma, kad nuosekliausiai atliekami periodiniai produkto stabilumo/funkcionalumo patikrinimai bei procesų sisteminimo veiklos. Kiti vidurkiai (rizikų vertinimas, produkto dizaino tikrinimas, tiekėjų vertinimas ir t.t.) siekia beveik 4 balus, kad rodo, kad vertinimas ir veiklų atlikimas pagal duotą skalę anketoje būtų reguliarus. Įvertinimo veiklų vidurkiai rodo, kad bendrai visos veiklos vykdomos nuosekliau nei prevencijos bei pasižymi šiek tiek mažesniu standartiniu nuokrypiu, kuris parodo, kad rezultatai mažiau išsibarstę. Aukščiausius įvertinimus turi tarpinių ir galutinių gaminių patikrinimai ir testavimai, taip pat tiek gamybos tiek testavimo įrangos priežiūros veiklos.

Gamybos efektyvumo vertinimui – priklausomam kintamajam- šiame tyrime buvo naudotas autorinis konstruktas, susidedantis iš keturių dalių- elektros energijos, žmogiškųjų išteklių, įrangos ir medžiagų efektyvumą. Likerto skale buvo matuojama, kiek respondentai sutinka su pateiktu teiginiu ir tai turi parodyti, ar buvo matyti tam tikras pagerėjimas skirtingose srityse. Visų dalių atsakymų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. *Gamybos efektyvumo teiginių vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai*

Kintamųjų pogrupis	Teiginio kodas	Konstruktų teiginiai	Vidurkis	Standartinis nuokrypis
Elektros energijos efektyvumas		Santykinės elektros sąnaudos sumažėjo (pvz.: kWh/produkto vnt.)	2.980	1.414
	ENERG			
	ZMOG1	Sumažėjo darbuotojo skirtas darbo laikas vienam produkcijos vienetui (pvz.: Pagamintas produkcijos kiekis/darbo val.)	3.188	1.222
	ZMOG2	Sumažėjo nekokybiškų produktų kiekis dėl žmogiškųjų veiksnių (pvz.: nekokybiškų prod. Vnt./ visą produkcijos kiekį)	3.644	1.101
	ZMOG3	Suplanuotas pagaminti produktų kiekis per dieną/savaitę/t.t. atitinka realiai pagamintų produktų kiekį (Gamybos planai visada įvykdomi)	3.733	1.009
	ZMOG4	Per tą patį laiką darbuotojai pagamina daugiau produkcijos (pvz.: produkto vnt./laiko vnt.)	3.436	0.953
Žmogiškųjų išteklių efektyvumas	ZMOG_avg	Žmogiškųjų išteklių efektyvumo atsakymų vidurkis	3.500	0.759

10 lentelės tęsinys.

Kintamųjų pogrupis	Teiginio kodas	Konstruktų teiginiai	Vidurkis	Standartinis nuokrypis
Įrangos efektyvumas	IRANG1	Įrangos teorinis pajėgumas sutapo su praktiniu (pvz.: produkto vnt./laiko vnt.)	3.287	1.061
	IRANG2	Įrangos darbo efektyvumas padidėjo (pvz.: produkto vnt./laiko vnt.)	3.297	0.985
	IRANG3	Sumažėjo nekokybiškų produktų skaičius (pvz.: nekokybiškų prod. Vnt./ visas produkcijos kiekis)	3.713	0.887
	IRANG4	Sumažėjo įrangos prastovos laikas	3.347	1.053
	IRANG_avg	Įrangos efektyvumo atsakymų vidurkis	3.411	0.673
Medžiagų efektyvumas	MEDZ1	Padidėjo produkcijos galiojimo terminas	2.554	1.136
	MEDZ2	Sumažėjo žaliavų atliekos po gamybos	3.198	1.105
	MEDZ4	Sumažėjo žaliavų kiekis produkcijos vienetui (pvz.: žaliava/produkto vnt.)	2.634	1.164
	MEDZ5	Sumažėjo neatitiktinių žaliavų kiekis	3.089	1.050
	MEDZ_avg	Medžiagų efektyvumo atsakymų vidurkis	2.869	0.784

Šaltinis: sudaryta autorės

Stipriausiai pagerėjimo atžvilgiu buvo sutikta su teiginiais, priskirtais įrangos ir žmogiškųjų išteklių efektyvumams (vidurkiai atitinkamai 3,411 ir 3,500). Elektros energijos ir medžiagų efektyvumo vidurkiai (atitinkamai 2,980 ir 2,869) rodo, kad pagerėjimas buvo silpnesnis.

Cronbach's alpha koeficientai buvo apskaičiuoti visiems, išskyrus elektros energijos efektyvumo, tyrimo konstruktais. Rezultatai pateikiami 11 lentelėje.

11 lentelė. Konstruktyvūs Cronbach's alpha reikšmės

Konstruktas	Cronbach's alfa reikšmė (α)
Prevencijos kokybės veiklos	0,877
Įvertinimo kokybės veiklos	0,852
Žmogiškųjų išteklių efektyvumas	0,663
Įrangos efektyvumas	0,599
Medžiagų efektyvumas	0,660

Šaltinis: sudaryta autorės

Konstruktams, skirtiems vertinti vykdomas kokybės veiklas *Cronbach's alpha* koeficientai atitiko patikimumo kriterijų $>0,6$. Prevencijos kokybės veiklų vertinimui gautas koeficientas 0,877, įvertinimo kokybės veiklų klausimyno koeficientas 0,852. Elektros energijos efektyvumo konstruktui *Cronbach's alpha* koeficiento paskaičiuoti neįmanoma, kadangi vertinime yra užduodamas tik vienas klausimas. Žmogiškųjų išteklių efektyvumui gautas koeficientas buvo lygus 0,663, įrangos efektyvumui 0,599. Medžiagų efektyvumas buvo matuojamas iš penkių teiginių, tačiau paskaičiavus pirminį *Cronbach's alpha* koeficientą buvo gauta reikšmė 0,504, todėl buvo pašalintas teiginys „Padidėjo žaliavų nuostoliai gamybos metu“ ir analizės metu bei skaičiuojant vidurkius ir standartinius nuokrypius jis nebuvo vertinamas. Pašalinus minėtąjį teiginį, *Cronbach's alpha* koeficientas pasiekė reikiamą lygį ir gauta reikšmė 0,660.

4.3. Regresinė analizė- Kokybės gerinimo veiklų įtaka gamybos efektyvumui

Kokybės gerinimo veiklų įtaka gamybos efektyvumui. H_1 : *prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką bendram gamybos efektyvumui*; H_2 : *įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką bendram gamybos efektyvumui*.

Pagrindinio tyrimo hipotezės patikrinimo rezultatai pateikti 12 lentelėje.

12 lentelė. *Kokybės gerinimo veiklų ir gamybos efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*

Modelio analizė				
R	R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson
0,343	0,118	0,100	0,635	1,998
Kintamieji: nepriklausomi kintamieji- prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos; priklausomas kintamasis- gamybos efektyvumas				

Šaltinis: sudaryta autorės

Determinacijos koeficientas R² gautas 0,118 ir nurodo, kad modelis silpnas ir neatitinka reikiamos ribos $>0,2$. Vis dėlto ANOVA reikšmė gauta 0,002, kuri rodo, kad ryšys tarp kintamųjų egzistuoja ir yra reikšmingas (Čekanavičius ir Murauskas, 2014). Durbin-Watson reikšmė patenka į reikiamas 1,5-2,5 ribas ir autokoreliacijos tarp atsakymų nėra.

13 lentelė. Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- gamybos efektyvumas

Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	T	p	VIF
	PREV	0,210	0,092	0,284	2,288	0,024	1,716
	IVERT	0,066	0,100	0,082	0,656	0,513	1,716

Šaltinis: sudaryta autorės

Iš apskaičiuotų koeficientų matoma, kad didesnę įtaką daro prevencijos kokybės gerinimo veiklų kintamasis (13 lentelė). Taip pat jis atitinka p reikalavimą ir gauta reikšmė yra 0,024, t.y. $<0,05$. Tolimesnei analizei buvo nuspręsta patikrinti reikšmės be įvertinimo kokybės gerinimo veiklų rodiklio, kadangi šio rodiklio $p=0.513$. Gautos reikšmės pavaizduotos 14 lentelėje.

14 lentelė. Prevencijos kokybės gerinimo veiklų ir gamybos efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai

Modelis							
R		R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson		
0,337		0,114	0,105	0,633	2,031		
Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	t	p	VIF
	Konstanta	2,265	0,267		8,484	<0,001	
	PREV	0,249	0,070	0,337	3,563	<0,001	1,000

Šaltinis: sudaryta autorės

Apskaičiavus statistinius duomenis be įvertinimo veiklų kintamojo, tyrimo modelis šiek tiek pagerėjo, tačiau labai nežymiai. Durbin-Watson reikšmė tinkama, gauta 2,031 ir nesiekia viršutinės 2,5 ribos. ANOVA reikšmė $<0,001$ rodo aiškią įtaką priklausomam kintamajam.

Hipotezė **H₂ atmetama** ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos (perkamų medžiagų patikra, tarpinių ir galutinių produktų patikra, laboratoriniai tyrimai, kokybės auditai, gamybos ir testavimo įrangos palaikymas, kontraktorių paslaugos, validavimas ir protokolų pildymas) neturi įtakos gamybos efektyvumui. Hipotezė **H₁ patvirtinama** ir prevencijos kokybės gerinimo veiklos (tiekėjų kokybės užtikrinimas, produkto dizaino tvirtinimas, kokybės planavimas, procesų valdymo sisteminimas, kokybės informacijos rinkimo ir gamybos įrangos nustatymas ir patvirtinimas bei rizikų vertinimas procesų/produktų pokyčiams) daro įtaką gamybos efektyvumui.

Taikytina regresijos lygtis:

$$\text{Gamybos efektyvumas} = 2.265 + 0,249 \cdot \text{PREV}$$

Kokybės gerinimo veiklų įtaka energijos efektyvumui. *H₃- prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui; H₇- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui*

Skaičiuojant statistinius rezultatus norint įvertinti kokybės gerinimo veiklų (prevencijos ir įvertinimo) įtaką elektros energijos efektyvumui, determinacijos koeficientas gautas 0,038 (15 lentelė). Iš to galima daryti išvadą, kad nepriklausomieji kintamieji nepaaiškinama priklausomo kintamojo, šiuo atveju elektros energijos efektyvumo reikšmių, kadangi R^2 reikalavimas $\geq 0,20$. (Čekanavičius ir Murauskas, 2014).

15 lentelė. *Kokybės gerinimo veiklų ir elektros energijos efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*

Modelio analizė				
R	R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson
0,194	0,038	0,018	1,401	1,889
Kintamieji: nepriklausomi kintamieji- prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos; priklausomas kintamasis- elektros energijos efektyvumas				

Šaltinis: sudaryta autorės

Atlikus ANOVA analizę gautas rezultatas 0,150. Reikšmė netenkina reikalavimo $<0,05$, todėl toks modelis netinkamas ir regresoriai neturi reikšmės. Koeficientų reikšmės taip pat neatitinka

keliamų reikalavimų $p < 0,05$. 16 lentelėje pateikiami prevencijos veiklų (PREV) ir įvertinimo veiklų (IVERT) koeficientų rezultatai.

16 lentelė. Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- elektros energijos efektyvumas

Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	t	p	VIF
	PREV	0.379	0.203	0.243	1.871	0.064	1,715
	IVERT	-0.170	0.221	-0.100	-0.767	0.445	1,715

Šaltinis: sudaryta autorės

Tiek prevencijos, tiek įvertinimo veiklų sigma reikšmės gautos $> 0,05$. Pašalinus iš regresijos analizės statistinio skaičiavimo po vieną nepriklausomąjį kintamąjį, rezultatai nepagerėjo iki tenkinančių ribų. Hipotezės **H₃** : prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui **ir H₇** : įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui **atmestos**. Nei įvertinimo kokybės gerinimo veiklos nei prevencijos kokybės gerinimo veiklos neturi įtakos elektros energijos efektyvumui gamyboje.

Kokybės gerinimo veiklų įtaka žmogiškųjų išteklių efektyvumui. *H₄- prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką žmogiškųjų išteklių efektyvumui; H₈- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką žmogiškųjų išteklių efektyvumui.*

Vertinant kokybės gerinimo veiklų (prevencijos ir įvertinimo) įtaką žmogiškųjų išteklių efektyvumui ir apskaičius statistinius rodiklius matoma, kad determinacijos koeficientas 0,123. Tai reiškia, kad modelis yra silpnokas, kadangi netenkina reikalavimo $R^2 \geq 0,2$ (17 lentelė).

17 lentelė. Kokybės gerinimo veiklų ir žmogiškųjų išteklių efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai

Modelio analizė				
R	R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson
0,351	0,123	0,105	0,718	1,831
Kintamieji: nepriklausomi kintamieji- prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos; priklausomas kintamasis- žmogiškųjų išteklių efektyvumas				

Šaltinis: sudaryta autorės

Atlikus statistinę analizę, ANOVA reikšmė gauta 0,002 ir ji tenkina reikalavimą $p < 0,05$. ANOVA reikšmė patvirtina, kad regresoriai turi įtakos kintamajam ir žmogiškųjų išteklių efektyvumas priklauso nuo kokybės gerinimo veiklų.

18 lentelė. Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklauso kintamasis- žmogiškųjų išteklių efektyvumas

Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	t	p	VIF
	PREV	0,112	0,104	0,134	1,082	0,282	1,715
	IVERT	0,227	0,113	0,249	2,006	0,048	1,715

Šaltinis: sudaryta autorės

Įvertinus koeficientų reikšmes 18 lentelėje matoma, kad prevencijos kokybės gerinimo veiklų rodiklis p nemažai didesnis už įvertinimo veiklų, o įvertinimo veiklų atitinka reikalavimą ir gautas 0,048. Tolimesnei analizei pašalinamas prevencijos kokybės gerinimo veiklų kintamasis ir modelis patikrinamas iš naujo. Gauti rezultatai pateikti 19 lentelėje.

19 lentelė. Įvertinimo kokybės gerinimo veiklų ir žmogiškųjų išteklių efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai

Modelis				
R	R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson
0,335	0,112	0,103	0,719	1,761

19 lentelės tęsinys.

Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	t	p	VIF
	Konstanta	2,317	0,342		6,784	<0,001	
	IVERT	0,306	0,086	0,335	3,540	0,001	1,000

Šaltinis: sudaryta autorės

Pagal perskaičiuotus rezultatus su įvertinimo kokybės gerinimo veiklų nepriklausomu kintamuoju, ANOVA reikšmė gauta <0,001, todėl modelio regresorius susijęs su kintamuoju. Vis dėlto, determinacijos koeficientas R^2 šiek tiek sumažėjo ir pats modelis yra silpnokas, kadangi nepriklausomas kintamasis aiškina tik apie 10 procentų priklausomojo kintamojo rezultatų. Durbin-Watson reikšmė patenka į reikalavimą 1,5-2,5, todėl galima teigti, kad nėra autokoreliacijos tarp respondentų atsakymų.

Hipotezė H_4 **atmetama** ir prevencijos kokybės gerinimo veiklos (tiekėjų kokybės užtikrinimas, produkto dizaino tvirtinimas, kokybės planavimas, procesų valdymo sisteminimas, kokybės informacijos rinkimo ir gamybos įrangos nustatymas ir patvirtinimas bei rizikų vertinimas procesų/produktų pokyčiams) neturi įtakos žmoniškųjų išteklių efektyvumui gamyboje. H_8 hipotezė **patvirtinta** ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos (perkamų medžiagų patikra, tarpinių ir galutinių produktų patikra, laboratoriniai tyrimai, kokybės auditai, gamybos ir testavimo įrangos palaikymas, kontraktorių paslaugos, validavimas ir protokolų pildymas) daro teigiamą įtaką žmoniškųjų išteklių efektyvumui gamyboje.

Taikytina regresijos lygtis:

$$\text{Žmoniškųjų išteklių efektyvumas} = 2,317 + 0,306 \cdot \text{IVERT}$$

Kokybės gerinimo veiklų įtaka medžiagų efektyvumui. H_5 - prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui; H_9 - įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui.

Atlikus statistinius skaičiavimus norint nustatyti kokybės gerinimo veiklų įtaką medžiagų efektyvumui gauti rezultatai pateikiami 20 ir 21 lentelėse.

20 lentelė. Kokybės gerinimo veiklų ir medžiagų efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai

Modelio analizė				
R	R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson
0,309	0,095	0,077	0,753	2,200
Kintamieji: nepriklausomi kintamieji- prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos; priklausomas kintamasis- medžiagų efektyvumas				

Šaltinis: sudaryta autorės

Modelio determinacijos koeficientas nedidelis- 0,095, todėl modelis silpnas. Paskaičiavus ANOVA reikšmę, gautas rezultatas tenkina reikalavimus ir buvo gauta 0,007, t.y. $p = < 0,05$, reiškia, kad regresoriai daro įtaką medžiagų efektyvumui. Durbin-Watson reikšmė 2,200 neviršija viršutinės 2,5 ribos ir tarp respondentų atsakymų nėra autokoreliacijos.

21 lentelė. Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- žmogiškųjų išteklių efektyvumas

Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	T	p	VIF
	PREV	0,257	0,109	0,297	2,361	0,020	1,716
	IVERT	0,017	0,119	0,018	0,140	0,889	1,716

Šaltinis: sudaryta autorės

Pagal koeficientų reikšmes (21 lentelė) matoma, kad prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro didesnę įtaką už įvertinimo, kurių p reikšmė lygi 0,889 ir neatitinka reikalavimo. Tolimesnei analizei pašalinamas įvertinimo veiklų kintamasis ir statistiniai skaičiavimai atliekami be jo. Rezultatai pateikiami 22 lentelėje.

22 lentelė. *Prevencijos kokybės gerinimo veiklų ir medžiagų efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai*

Modelis							
R		R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida		Durbin-Watson	
0,308		0,095	0,086	0,749		2,203	
Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	t	p	VIF
	Konstanta	1,878	0,316		5,940	<0,001	
	PREV	0,267	0,083	0,308	3,227	0,002	1,000

Šaltinis: sudaryta autorės

Pagal perskaičiuotą modelį tik su vienu nepriklausomu kintamuoju- prevencijos kokybės gerinimo veiklomis- determinacijos koeficientas šiek tiek sumažėjo, todėl modelis šiek tiek silpnesnis nei su abejais (prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklų) kintamaisiais. Apskaičiuota ANOVA reikšmė sumažėjo iki 0,002, kas parodo dar aiškesnę ir reikšmingesnę regresoriaus ir priklausomo kintamojo priklausomybę. Prevencijos veiklų p koeficientas taip pat sumažėjo, nuo 0,020 iki 0,002 ir tai rodo žymią įtaką kintamajam. Durbin-Watson koeficientas neviršija 2,5 ribos, todėl autokoreliacija tarp atsakymų nėra stebima.

Hipotezė H₉ **atmetama** ir daroma išvada, kad įvertinimo kokybės gerinimo veiklos (perkamų medžiagų patikra, tarpinių ir galutinių produktų patikra, laboratoriniai tyrimai, kokybės auditai, gamybos ir testavimo įrangos palaikymas, kontraktorių paslaugos, validavimas ir protokolų pildymas) neturi įtakos medžiagų efektyvumui. H₅ hipotezė **patvirtinama** ir prevencijos kokybės gerinimo veiklos (tiekėjų kokybės užtikrinimas, produkto dizaino tvirtinimas, kokybės planavimas, procesų valdymo sisteminimas, kokybės informacijos rinkimo ir gamybos įrangos nustatymas ir patvirtinimas bei rizikų vertinimas procesų/produktų pokyčiams) daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui.

Taikytina regresijos lygtis:

$$\text{Medžiagų efektyvumas} = 1,878 + 0,267 \cdot \text{PREV}$$

Kokybės gerinimo veiklų įtaka įrangos efektyvumui. H_6 - *prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką įrangos efektyvumui*; H_{10} - *įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką įrangos efektyvumui*.

23 lentelėje pateikiami modelio rezultatai, gauti skaičiuojant statistinius įverčius aiškinantis įrangos efektyvumo priklausomybę nuo prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklų.

23 lentelė. *Kokybės gerinimo veiklų ir įrangos efektyvumo tiesinės regresijos modelio rezultatai*

Modelio analizė				
R	R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson
0,326	0,107	0,088	0,643	2,017
Kintamieji: nepriklausomi kintamieji- prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos; priklausomas kintamasis- įrangos efektyvumas				

Šaltinis: sudaryta autorės

Determinacijos koeficientas nurodo, kad modelis silpnas- gauta reikšmė 0,107. Paskaičiavus ANOVA reikšmę, p gauta 0,004 ir atitinka ribą $<0,05$, todėl galima daryti išvadą, kad regresoriai daro įtaką įrangos efektyvumui. Durbin- Watson reikšmė autokoreliacijos nerodo (23 lentelė).

24 lentelė. *Regresinės tiesės koeficientų reikšmės, kai priklausomas kintamasis- įrangos efektyvumas*

Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	T	p	VIF
	PREV	0,092	0,093	0,124	0,988	0,326	1,716
	IVERT	0,188	0,101	0,233	1,860	0,066	1,716

Šaltinis: sudaryta autorės

Apskaičius regresijos koeficientus matoma, kad p reikšmė prevencijos kokybės gerinimo veikloms yra per didelė ir siekia 0,326, kuomet įvertinimo veiklų mažesnė ir netoli ribos – 0,066 (24

lentelė). Dėl šios priežasties toliau analizė pakartojama be prevencijos kokybės gerinimo veiklų kintamojo. Rezultatai pateikiami 25 lentelėje.

25 lentelė. Įvertinimo kokybės gerinimo veiklų ir įrangos efektyvumo tiesinės regresijos modelio ir koeficientų rezultatai

Modelis							
R		R ²	Koreguotas R ²	Standartinė paklaida	Durbin-Watson		
0,313		0,098	0,089	0,643	1,939		
Koeficientai							
Modelis		Nestandardizuotas B	Std. Paklaida	Beta	t	p	VIF
	Konstanta	2,433	0,305		7,966	<0,001	
	IVERT	0,253	0,077	0,313	3,273	0,001	1,000

Šaltinis: sudaryta autorės

Pagal atliktą analizę tik su įvertinimo kokybės gerinimo veiklų kintamuoju, neženkliai pagerėjo determinacijos koeficientas iki 0,098 ir ANOVA reikšmė iki 0,001 (25 lentelė). Tai rodo, kad pats modelis silpnas, tačiau ryšys tarp kintamųjų yra ir atitinka ANOVA reikalavimus.

Pagal gautus rezultatus hipotezė **H₆ atmetama** ir įrangos efektyvumui prevencijos kokybės gerinimo veiklos (tiekėjų kokybės užtikrinimas, produkto dizaino tvirtinimas, kokybės planavimas, procesų valdymo sisteminimas, kokybės informacijos rinkimo ir gamybos įrangos nustatymas ir patvirtinimas bei rizikų vertinimas procesų/produktų pokyčiams) įtakos neturi. **H₁₀ hipotezė patvirtinama** ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos (perkamų medžiagų patikra, tarpinių ir galutinių produktų patikra, laboratoriniai tyrimai, kokybės auditai, gamybos ir testavimo įrangos palaikymas, kontraktorių paslaugos, validavimas ir protokolų pildymas) daro teigiamą įtaką įrangos efektyvumui.

Taikytina regresijos lygtis:

$$\text{Įrangos efektyvumas} = 2,433 + 0,253 \cdot \text{IVERT}$$

Apibendrinti tyrimo rezultatai

Ne visos tyrimo metu iškeltos hipotezės buvo patvirtintos. Hipotezių patvirtinimo ir atmetimo rezultatai pateikiami 26 lentelėje

26 lentelė. Apibendrinti hipotezių rezultatai

Hipotezės Nr.	Hipotezė	Patvirtinta/atmesta
H₁	Prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką bendram gamybos efektyvumui	Patvirtinta
H₂	Įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką bendram gamybos efektyvumui	Atmesta
H₃	Prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui	Atmesta
H₄	Prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką žmogiškųjų išteklių efektyvumui	Atmesta
H₅	Prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui	Patvirtinta
H₆	Prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką įrangos efektyvumui	Atmesta
H₇	Įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką elektros energijos efektyvumui	Atmesta
H₈	Įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką žmogiškųjų išteklių efektyvumui	Patvirtinta
H₉	Įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui	Atmesta
H₁₀	Įvertinimo kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką įrangos efektyvumui	Patvirtinta

Šaltinis: sudaryta autorės

Iš visų iškeltų 10 hipotezių tyrimo pradžioje, patvirtintos 4 hipotezės. Empirinio tyrimo metu nustatyta, kad elektros energijos efektyvumui kokybės gerinimo veiklos, tiek prevencijos tiek įvertinimo, įtakos nedaro ir abi hipotezės buvo atmestos. Nors gamybos planavimas atlieka svarbią

rolę energijos sąnaudų taupyme ir paskirstyme (Apostolos et al., 2013) gali būti keletas priežasčių, kodėl tyrime hipotezės teko atmesti. Procesų valdymo sisteminimas priskiriamas prie prevencijos veiklų, tačiau tai nėra tiesiogiai tas pats, kaip gamybos planavimas ir galėtume teigti, kad valdymo sisteminimas yra viena iš gamybos planavimo dalių. Be to, klausimas apie procesų valdymo sisteminimą buvo tik vienas iš devynių prevencijos kokybės gerinimo veiklų konstrukto, ir galėjo neatsverti visų likusiųjų, net jeigu ir būtų atsakyta teigiamai. Taip pat, respondentams galėjo trūkti žinių apie elektros energijos sutaupymus, kadangi tikslinė grupė buvo gamybos vadovai ir meistrai, kurie ne visada tiesiogiai susiduria su tokiais skaičiavimais. Dažnu atveju už energijos sąnaudas yra atsakingos kitos grupės, ar pavieniai asmenys dirbantys su įmonės infrastruktūra.

Tyrimo rezultatai parodė, kad žmogiškųjų išteklių efektyvumui teigiamą įtaką daro įvertinimo kokybės gerinimo veiklos ($B=0,306$). Prie įvertinimo veiklų priskiriamos ir konstrukte išskirtos šios veiklos: perkamų medžiagų patikrinimas ir testavimas, laboratoriniai atitikties matavimai, tarpinių ir galutinių produktų kokybės patikra, kokybės auditai gamybiniais procesams, kontraktorių paslaugos, kokybės testavimo ir gamybos įrangos priežiūra, produkto technologijos paruošimas gamybai, duomenų apdorojimas, ataskaitų ir protokolų pildymas. Nustatyta, kad šios veiklos taip pat teigiamą įtaką daro ir įrangos efektyvumui ($B=0,253$). Galima daryti išvadą, kad veiklos stebėjimas, produktų vertinimas ir įrangos priežiūra teigiamai atsiliepia darbuotojų sunaudojamam laikui produkcijai gaminti bei efektyviam įrangos išnaudojimui gamybos procesuose. Nei žmogiškųjų išteklių nei įrangos efektyvumui įtakos nedaro prevencijos kokybės gerinimo veiklos.

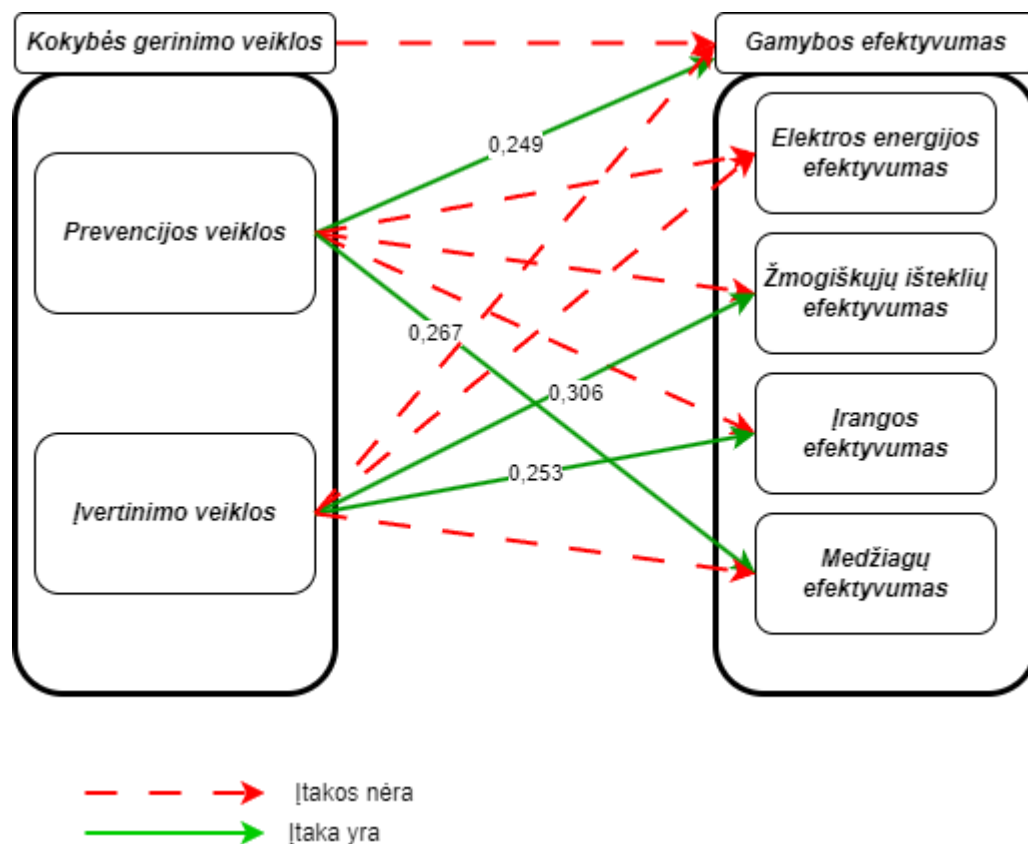
Atlikus duomenų analizę nustatyta, kad prevencijos kokybės gerinimo veiklos daro teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui ($B=0,267$). Prie prevencijos kokybės gerinimo veiklų priskiriama ir tyrime aptariama tiekėjų kokybės užtikrinimas, produkto dizaino patikrinimas ir patvirtinimas prieš gamybą, kokybės planavimas (gamybos proceso ir projekto specifikacijų procedūroms atitikties nustatymas; testavimų procedūrų ir įrangos projektavimas), procesų valdymo sisteminimas, technologinės įrangos, skirtos gamybai ir kokybės informacijai rinkti, kūrimas/nustatymas ir patvirtinimas, rizikų vertinimas, atlikus pakeitimus procese/produkte, sistemingas darbuotojų ugdymas apie kokybės vadybos sistemą bei profesinis ugdymas bei periodinis produkto stabilumo/funkcionalumo patikrinimas. Įvertinimo kokybės gerinimo veiklos įtakos medžiagų efektyvumui neturi.

Prevencijos kokybės gerinimo veiklos turėjo teigiamą įtaką bendram gamybos efektyvumui ($B=0,249$), atvirkščiai nei įvertinimo kokybės gerinimo veiklos, kurios įtakos gamybos efektyvumui neturi. Tokie rezultatai gauti nepaisant to, kad dviejuose iš 4 gamybos efektyvumo sudedamųjų dalių

– įrangos ir žmogiškųjų išteklių- įvertinimo kokybės gerinimo veiklos turėjo įtaką, o prevencijos veiklos ne. Apie tokią įtaką literatūros šaltiniuose informacijos nerasta.

Pagal gautus tyrimo rezultatus detalizuotas priklausomybių modelis tarp kokybės gerinimo veiklų ir gamybos efektyvumo bei jo dalių.

7 paveikslas. *Kokybės gerinimo veiklų įtakos gamybos efektyvumui detalizuotas modelis*



Šaltinis: sudaryta autorės

Tyrimo metu paaiškėjo, kad ne visos kokybės gerinimo veiklos vienodai prisideda prie gamybos efektyvumo gerinimo. Nei viena iš veiklų pogrupio nedaro įtakos visiems keturiems efektyvumams. Galima daryti prielaidą, kad kadangi kokybės gerinimo veiklos pogrupiuose skiriasi, jos negali bendrai gerinti gamybos efektyvumo dalių rezultatų ir tikti visiems aspektams. Pagal schemą (7 paveikslas) matoma, kad elektros energijos efektyvumas neįtakojamas nei vienos kokybės gerinimo veiklos grupės, o likusieji kintamieji turi po vieną nepriklausomąjį kintamąjį kaip jam reikšmingą ir teigiamai veikiantį.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Išvados

1. Atlikta literatūros analizė atskleidė, kad nėra vieningo būdo, kaip turėtų būti skaičiuojamos ir vertinamos kokybės išlaidos, todėl laikui bėgant buvo kuriama arba pritaikoma vis daugiau modelių kokybės išlaidoms vertinti. Tai suteikia galimybę kiekvienai įmonei prisitaikyti jai patogiausią būdą valdyti kokybės sąnaudas ir taip siekti geriausio kokybės lygio su mažiausiomis išlaidomis.

2. Iš atliktos literatūros analizės galima daryti išvadą apie kokybės išlaidų ir gamybos efektyvumo ryšį. Abiejų konceptų tikslas yra sumažinti išlaidas iki optimalaus lygio, todėl kokybės išlaidų įtaka gamybos efektyvumui egzistuoja. Vis dėlto, ryšys tarp kokybės išlaidų ir gamybos efektyvumo nėra apibrėžtas. Norint nustatyti, kurie kokybės išlaidų elementai daro įtaką gamybos efektyvumui, turi būti pasirinktos prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklos, kadangi vidiniai ir išoriniai nuostoliai tiesiogiai persidengia su gamybos efektyvumo vertinimu.

3. Remiantis gautais autorinio tyrimo rezultatais galima daryti išvadą, kad suvokiamam bendram gamybos efektyvumui teigiamą įtaką daro tik prevencijos kokybės gerinimo veiklos. Įvertinimo kokybės gerinimo veiklų įtakos suvokiamam gamybos efektyvumui nebuvo nustatyta.

4. Atlikus tyrimą pastebėta, kad skirtingų kokybės gerinimo veiklų įtaka suvokiamam gamybos efektyvumui bei skirtingiems jo elementams labai varijuoja. Tos pačios kokybės gerinimo veiklų grupės neturi vienodos įtakos visiems suvokiamiems gamybos efektyvumo elementams: elektros energijos efektyvumui kokybės gerinimo veiklos įtakos neturėjo, prevencijos kokybės gerinimo veiklos darė teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui, įvertinimo kokybės gerinimo veiklos darė teigiamą žmogiškųjų išteklių efektyvumui, įrangos efektyvumui teigiamą įtaką darė įvertinimo kokybės gerinimo veiklos.

5. Iš gautų tyrimo duomenų ir dalies hipotezių pavirtinimo galima daryti išvadą, kad verta vykdyti kokybės gerinimo veiklas iš gamybos efektyvumo požiūrio kampo, turint omenyje, kad skirtingos veiklos padeda skirtingiems efektyvumo elementams. Verta paminėti, kad būtų keblu atsirinkti, kuri tiksliai veikia iš prevencijos ir įvertinimo kokybės gerinimo veiklų turi įtaką vienam ar kitam gamybos efektyvumo aspektui.

Pasiūlymai

Tolimesniuose moksliniuose tyrimuose rekomenduojama naudoti atvejo longitudinalinį tyrimą, renkant tikslesnius duomenis apie kokybės gerinimo veiklas ir su jomis susijusias išlaidas ir stebint gamybos efektyvumo pokyčius. Taip būtų galima tiksliau įvertinti, kurios veiklos yra naudingesnės gamybos efektyvumo požiūriu.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Ahmad, N., Hossen, J. & Ali, S.M., (2018). Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *Int J Adv Manuf Technol* 94, 239–256. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0783-2>
2. Al-Eisawi, D., Serrano, A. and Koulouri, T. (2021). The effect of organisational absorptive capacity on business intelligence systems efficiency and organisational efficiency. *Industrial Management & Data Systems*, 121(2), 519-544. <https://doi.org/10.1108/IMDS-02-2020-0120>
3. Allwood J.M., Ashby M.F., Gutowski T.G., Worrell E. (2013). Material efficiency: providing material services with less material production. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. doi:10.1098/rsta.2012.0496.
4. American Society for Quality (2023). Cost of quality (COQ). Žiūrėta 2023-04-28. Prieiga internetu: <https://asq.org/quality-resources/cost-of-quality>.
5. Apostolos, F., Alexios, P., Georgios, P., Panagiotis, S., & George, C. (2013). Energy efficiency of manufacturing processes: A critical review. *Procedia CIRP*, 7, 628–633. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.044>.
6. *Assessment Guidelines: Scoring process* (2020). Utah: The Shingo Institute (2020).
7. Baršauskas, P., Šarapovas, T., & Cvilikas, A. (2008). The evaluation of e-commerce impact on business efficiency. *Baltic Journal of Management*, 3(1), 71–91. <https://doi.org/10.1108/17465260810844275>.
8. Blaga, P. And Jozsef, B. (2014). Increasing human resource efficiency in the production process. *Procedia Technology*, 12, 469-475. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.516>.
9. Bojnec, Š., & Latruffe, L. (2008). Measures of farm business efficiency. *Industrial Management and Data Systems*, 108(2), 258–270. <https://doi.org/10.1108/02635570810847617>.
10. Carson, J.K. (1986), Quality Costing — A Practical Approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 3 (1), 54-63. <https://doi.org/10.1108/eb002860>
11. Chatzipetrou, E., & Moschidis, O. (2018). A multidimensional longitudinal meta-analysis of quality costing research. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(2), 405–429. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2016-0117>.

12. Cheah, S. J., Amirul, A. S., & Md. Taib, F. (2011). Tracking hidden quality costs in a manufacturing company: An action research. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 28(4), 405–425. <https://doi.org/10.1108/02656711111121816>.
13. Chiadamrong, N. (2003). The development of an economic quality cost model. *Total Quality Management and Business Excellence*, 14(9), 999–1014. <https://doi.org/10.1080/1478336032000090914>.
14. Chikwendu, O. C., Chima, A. S., & Edith, M. C. (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. *Heliyon*, 6(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03796>.
15. Chopra, A., & Singh, B. J. (2015). Unleashing a decisive approach to manage quality costs through behavioural investigation. *Business Process Management Journal*, 21(6), 1206–1223. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2014-0064>.
16. Cooper, R., and Kaplan, R.S. (1988). Measure Costs Right: Make the Right Decisions. *Harvard Business Review*, 66, no. 5, 96–103. Retrieved April 9, 2022 from <https://hbr.org/1988/09/measure-costs-right-make-the-right-decisions>.
17. Czajkowski, M. (2017). Managing SME with an innovative hybrid cost of quality model. *Measuring Business Excellence*, 21(4), 351–376. <https://doi.org/10.1108/MBE-06-2016-0031>.
18. Čermakova, M., and Briš, P. (2017). Managing the costs of quality in a Czech manufacturing company. *Scientific Papers of the University of Pardubice, Series D: Faculty of Economics and Administration*, 24, 6-18. <http://hdl.handle.net/10195/69589>.
19. Čekanavičius, V., ir Murauskas, G. (2014). *Taikomoji regresinė analizė socialiniuose tyrimuose*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
20. Feigenbaum A.V. (1983). *Total quality control* (3d ed.) New York: McGraw-Hill.
21. Fung, M.K. (2008). To what extent are labor-saving technologies improving efficiency in the use of human resources? *Evidence from the Banking Industry. Production and operations management*, 17 (1), 75-92. doi10.3401/poms.1070.0003
22. Ghunaim, N.M., & Jaaron, A.A. (2021). The influence of cost of quality on the performance of food manufacturing companies: an empirical study. *The Tqm Journal*. DOI:10.1108/TQM-01-2021-0026.
23. Glogovac, M., & Filipovic, J. (2018). Quality costs in practice and an analysis of the factors affecting quality cost management. *Total Quality Management and Business Excellence*, 29(13–14), 1521–1544. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1273105>.

24. Goulden, C. and Rawlins, L. (1995). A hybrid model for process quality costing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12 (8), 32-47. <https://doi.org/10.1108/02656719510097499>.
25. Hung, Y.-H., Li, L. Y. O., & Cheng, T. C. E. (2022). Uncovering hidden capacity in overall equipment effectiveness management. *International Journal of Production Economics*, 248, 108494. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108494>.
26. Jaju, S., Mohanty, R.P., & Lakhe, R.R. (2009). Towards managing quality cost: A case study. *Total Quality Management and Business Excellence*, 20(10), 1075-1094. <https://doi.org/10.1080/14783360903247122>.
27. Kalirajan, K.P. and Shand, R.T. (1992), Causality between Technical and Allocative Efficiencies: An Empirical Testing. *Journal of Economic Studies*, 19(2). <https://doi.org/10.1108/01443589210018400>.
28. Kardelis, K. (1997). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai: Vadovėlis*. Kaunas: KTU.
29. Krishnan, S. K. (2006). Increasing the visibility of hidden failure costs. *Measuring Business Excellence*, 10(4), 77–101. <https://doi.org/10.1108/13683040610719290>.
30. *Kokybės vadybos sistemos. Pagrindai ir aiškinamasis žodynas: LST EN ISO 9000:2005* (2007). Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas.
31. Kumar, S., & Gulati, R. (2010). Measuring efficiency, effectiveness and performance of Indian public sector banks. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 59(1), 51–74. <https://doi.org/10.1108/17410401011006112>.
32. Langemeier, M. (2022). Benchmarking Labor Efficiency And Productivity. *Žiūrėta 2022-12-05*. Prieiga internetu: <https://ag.purdue.edu/commercialag/home/resource/2022/02/benchmarking-labor-efficiency-and-productivity/>.
33. Lari, A., & Asllani, A. (2013). Quality cost management support system: An effective tool for organisational performance improvement. *Total Quality Management and Business Excellence*, 24(3–4), 432–451. <https://doi.org/10.1080/14783363.2012.733258>.
34. Lunt, P., Ball, P. and Levers, A. (2014). Barriers to industrial energy efficiency. *International Journal of Energy Sector Management*, 8(3), 380-394. <https://doi.org/10.1108/IJESM-05-2013-0008>
35. Mawson, V.J. and Hughes, B.R. (2019). The development of modelling tools to improve energy efficiency in manufacturing processes and systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 51, 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.04.008>.

36. Menghi, R., Papetti, A., Germani, M., & Marconi, M. (2019). Energy efficiency of manufacturing systems: A review of energy assessment methods and tools. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118276>.
37. Micieta, B& Binasova, V (2013). Defining Requirements for Energy Efficiency in Manufacturing. *DAAAM International Scientific Book*, 54, 887-894, Published by DAAAM International, ISBN 978-3-901509-94-0, ISSN 1726-9687, Vienna, Austria DOI: 10.2507/daaam.scibook.2013.54
38. Nemcova, M. (2021). 12 Productivity Metrics Examples for Working Effectively. Žiūrēta 2022-12-05. Prieiga internetu: <https://www.aihr.com/blog/productivity-metrics/#General>.
39. Orr, J., Drewniok, M.P., Walker, I., Ibell, T., Copping, A., Emmitt, S., (2019). Minimising energy in construction: Practitioners' views on material efficiency. *Resources, Conservation and recycling*, 140, 125-136. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.015>.
40. Pheng L. S. and Yeo, H.K.C. (1998). A construction quality costs quantifying system for the building industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 15(3), 329-349. <https://doi.org/10.1108/02656719810198926>.
41. Popescu, S., & Dragomir, M. (2018). Critical analysis on quality costs models. *Quality - Access to Success*, 13(131), 71-76. Retrieved April 22, 2022 from <https://www.researchgate.net/publication/287045173>.
42. Porter, L. J. & Rayner, P. (1992). Quality costing for total quality management. *International Journal of Production Economics*, 27(1), 69-81. Retrieved April 23, 2022 from <https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v27y1992i1p69-81.html>.
43. Puvanasvaran, A. P., Mei, C. Z., & Alagendran, V. A. (2013). Overall equipment efficiency improvement using time study in an aerospace industry. *Procedia Engineering*, 68, 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.179>.
44. Rautio, T. & Järvenpää, A. (2020). Overall Equipment Efficiency Measurement System Based on Raspberry Pi. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 964, 78-83. Doi: 10.1088/1757-899X/964/1/012013.
45. Renna, P., & Materi, S. (2021). A literature review of energy efficiency and sustainability in manufacturing systems. *Applied Sciences*, 11(16), 7366. <https://doi.org/10.3390/app11167366>.
46. Rogala, P. and Wawak, S. (2021). Quality of the ISO 9000 series of standards-perceptions of quality management experts. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 13(4), 509-525. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-04-2020-0065>

47. Rose W.N, Dayton P.J, Raife T.J. (2011). An analysis of mobile whole blood collection labor efficiency. *Transfusion*. 51(2). doi: 10.1111/j.1537-2995.2011.03221.x.
48. Sandoval-Chavez, D. A., & Beruvides, M. G. (1998). Using opportunity costs to determine the cost of quality: A case study in a continuous-process industry. *The Engineering Economist*, 43(2), 107–124. <https://doi.org/10.1080/00137919808903192>.
49. Sansalvador, M. E., & Brotons, J. M. (2013). Quality cost analysis: A case study of a Spanish organisation. *Total Quality Management and Business Excellence*, 24(3–4), 378–396. <https://doi.org/10.1080/14783363.2012.734951>.
50. Schiffauerova, A., & Thomson, V. (2006). A review of research on cost of quality models and best practices. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 23(6), 647–669. <https://doi.org/10.1108/02656710610672470>.
51. Shahbazi, S., & Kurdve, M. (2014). Material efficiency in manufacturing. *Conference: 6th Swedish Production Symposium (SPS)*, Gothenburg, Sweden, Sep 16-18, 2014. Retrieved May 2, 2022 from <https://www.researchgate.net/publication/299410031>.
52. Sheu, D.D., (2006). Overall Input Efficiency and Total Equipment Efficiency. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 19(4), 496-501. Doi: 10.1109/TSM.2006.884718.
53. Sturm, S., Kaiser, G. and Hartmann, E. (2019). Long-run dynamics between cost of quality and quality performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 36 (8), 1438-1453. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2018-0118>.
54. Tamaševičius, V. (2015). *Tyrimų metodai: Mokomoji knyga*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
55. Tsai, W. (1998). Quality cost measurement under activity-based costing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 15(7), 719-752. <https://doi.org/10.1108/02656719810218202>.
56. Vaxevanidis, N. M., Petropoulos, G., Avakumovic, J., & Mourlas, A. (2009). Cost Of Quality Models And Their Implementation In Manufacturing Firms. *International Journal for Quality*, 3(1). Retrieved April 29, 2022 from <http://www.ijqr.net/journal/v3-n1/4.pdf>.
57. Velkoska, C. and Tomov, M. (2022). Understanding and application of quality costs in automotive manufacturing companies in North Macedonia: empirical study. *International Journal of Quality & Reliability Management*. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2022-0032>

58. Walsh, K. and Antony, J. (2009). An assessment of quality costs within electronic adverse incident reporting and recording systems: A case study. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 22(3), 203-220. <https://doi.org/10.1108/09526860910953494>
59. Wilson, M., Wnuk, K., Silvander, J., & Gorschek, T. (2018). A literature review on the effectiveness and efficiency of business modeling. *E-Informatica Software Engineering Journal* , 12(1), 265–302. <https://doi.org/10.5277/e-Inf180111>.
60. Yang, C. C. (2008). Improving the definition and quantification of quality costs. *Total Quality Management and Business Excellence*, 19(3), 175–191. <https://doi.org/10.1080/14783360701600563>.
61. Yi, J. and Ifft, J. (2019). Labor-use efficiency and New York dairy farm financial performance. *Agricultural Finance Review*, 79(5), 646-665. <https://doi.org/10.1108/AFR-02-2019-0016>.

KOKYBĖS IŠLAIDŲ ĮTAKA GAMYBOS EFEKTYVUMUI

Justina VIRŠILAITĖ

Magistro darbas

Kokybės vadybos studijų programa

Vilniaus universitetas, Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovas - prof. dr. Dalius Serafinas

Vilnius, 2023

SANTRAUKA

75 puslapiai, 26 lentelės, 7 paveikslai, 61 literatūros šaltinis.

Magistro darbo tikslas- remiantis atlikta literatūros analize apie kokybės išlaidas ir gamybos efektyvumą bei empiriniu kiekybiniu analitiniu tyrimu, nustatyti kokybės išlaidų įtaką gamybos efektyvumui.

Magistro darbo tikslui pasiekti iškelti uždaviniai:

1. Remiantis literatūros analize nustatyti kokybės išlaidų vertinimo būdus ir modelius ir parinkti tinkamą modelį tolimesniam tyrimui;
2. Remiantis literatūros analize detalizuoti gamybos efektyvumo sampratą, atskleidžiant gamybos efektyvumo sudėtinius elementus;
3. Remiantis išnagrinėta literatūra, paruošti tyrimo koncepcinį modelį bei metodologiją;
4. Atlikus kiekybinį tyrimą paaiškinti kokybės gerinimo veiklų vykdymo (kokybės išlaidų) įtaką gamybos efektyvumui bei atskiriems jo elementams.

Šiame darbe tikslui pasiekti naudojami metodai: atliekant *mokslinės literatūros analizę* buvo aiškintasi kokybės išlaidų struktūra, vertinimo metodai, veiklų skirstymai ir įvardijimai. Taip pat apžvelgta gamybos efektyvumo tema, iš kokių elementų jis susideda bei kaip vertinamas. Tai leido suprasti galimą ryšį tarp konceptų bei paruošti tyrimo modelį. Analitinis kiekybinis tyrimas buvo pasirinktas kaip *empirinio tyrimo metodas*. *Anketinė apklausa* buvo parinkta kaip instrumentas tyrimui įgyvendinti. Anketa buvo paruošta remiantis literatūros analize bei interviu su ekspertais. Respondentais pasirinkti gamybos atstovai, tokie kaip vadovai, padalinių vadovai, gamybos meistrai

ar planuotojai, kadangi tai žmonės, susiduriantys tiek su kokybiniais reikalavimais ir veiklomis, tiek turintys žinių apie gamybos aspektų pasikeitimus ir įvertinimus. Gauti atsakymai išanalizuoti su SPSS IBM Statistics, JASP ir Excel programomis.

Atlikus tyrimą nustatyta, kad ryšiai tarp kokybės gerinimo veiklų ir gamybos efektyvumo bei jo elementų labai varijuoja. Iš 10 tikrintų hipotezių, patvirtinti 4 teiginiai: prevencijos kokybės gerinimo veiklos darė teigiamą įtaką gamybos efektyvumui, prevencijos kokybės gerinimo veiklos darė teigiamą įtaką medžiagų efektyvumui, įvertinimo kokybės gerinimo veiklos darė teigiamą žmogiškųjų išteklių efektyvumui, įrangos efektyvumui teigiamą įtaką darė įvertinimo kokybės gerinimo veiklos.

Raktažodžiai: PAF modelis, kokybės išlaidos, kokybės gerinimo veiklos, prevencijos kokybės gerinimo veiklos, įvertinimo kokybės gerinimo veiklos, gamybos efektyvumas, elektros energijos efektyvumas, medžiagų efektyvumas, žmogiškųjų išteklių efektyvumas, įrangos efektyvumas.

THE IMPACT OF QUALITY COSTS ON MANUFACTURING EFFICIENCY

Justina VIRŠILAITĖ

Master Thesis

Quality management master degree study programme

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor: prof. dr. Dalius Serafinas

Vilnius, 2023

SUMMARY

75 pages, 26 tables, 7 figures, 61 references.

The aim of the master's thesis is to determine the impact of quality costs on manufacturing efficiency based on the literature analysis on quality costs and manufacturing efficiency and empirical quantitative analytical research.

Tasks set to achieve the goal of the master's thesis:

1. Based on the literature analysis, determine methods and models of quality cost evaluation and select a suitable model for further research;
2. Based on literature analysis, detail the concept of manufacturing efficiency, revealing the constituent elements of manufacturing efficiency;
3. Based on the examined literature, prepare a research conceptual model and methodology;
4. After completing a quantitative study, explain the impact of quality improvement activities (quality costs) on manufacturing efficiency and its individual elements.

The methods used to achieve the goal in this work: the structure of quality costs, evaluation methods, classifications and designations of activities were explained during the analysis of scientific literature. The topic of manufacturing efficiency is also reviewed, what elements it consists of and how it is evaluated. This made it possible to understand the possible relationship between the concepts and to prepare the research model. Analytical quantitative research was chosen as the method of empirical

research. A questionnaire survey was chosen as an instrument to implement the research. The questionnaire was prepared based on literature analysis and interviews with experts. Production representatives, such as manufacturing units managers, department heads, production foremen or planners, were selected as respondents, as they are people who deal with quality requirements and activities, as well as having knowledge about changes and evaluations of production aspects. The received answers were analyzed with SPSS IBM Statistics, JASP and Excel programs.

The study found that the relationships between quality improvement activities and manufacturing efficiency and its elements vary greatly. Out of 10 tested hypotheses, 4 statements were confirmed: prevention quality improvement activities had a positive influence on manufacturing efficiency, prevention quality improvement activities had a positive influence on material efficiency, appraisal quality improvement activities had a positive effect on human resource efficiency, equipment efficiency had a positive influence from appraisal quality improvement activities.

Keywords: PAF model, quality costs, quality improvement activities, prevention quality improvement activities, appraisal quality improvement activities, manufacturing efficiency, electricity efficiency, material efficiency, human resource efficiency, equipment efficiency.

PRIEDAS

Priedas Nr. 1 Tyrimo anketa

Gerbiamas respondente,

Esu Justina Viršilaitė, Vilniaus universiteto Kokybės vadybos magistro programos, paskutinio kurso studentė. Atlieku anoniminę apklausą, norėdama ištirti kokią įtaką operatyviam gamybos efektyvumui daro kokybės gerinimo veiklos (prevencijos ir įvertinimo). Šio mokslinio tyrimo tikslinė auditorija yra vidurinėsios bei aukštesnėsios grandies gamybos vadovai.

Jūsų pasidalinimas nuomone ir patirtimi yra labai svarbus, kadangi tai leis aiškiau suprasti, ar kokybės gerinimo veiklos (prevencijos ir įvertinimo) turi teigiamos įtakos gamybos efektyvumui bendrai bei atskiroms jo sritims- elektros energijos, medžiagų, įrangos, žmogiškųjų išteklių efektyvumams.

Apklausa visiškai anoniminė, tad atsakymai nebus siejami su konkrečiais asmenimis. Duomenys analizuojami apibendrinus.

Pildydami šią apklausą užtruksite neilgiau nei 6 minutes.

I. Žemiau nurodytos kokybės gerinimo veiklos, priskirtos prevencijos kategorijai. Nurodykite, kaip dažnai šiomis veiklomis užsiimama Jūsų padalinyje, pasirenkant nuo 1- Retai, iki 5- Pastoviai.

Prevencijos kokybės veiklos:	1- Retai	2- Nereguliariai	3- Dažnai	4- Nuosekliai	5- Pastoviai
1. Užtikriname tiekėjų kokybę, atliekant jų vertinimą					
2. Vykdoma produkto dizaino patikrinimą, įskaitant patvirtinimą prieš gamybą					
3. Vykdoma kokybės planavimą (gamybos proceso ir projekto specifikacijų procedūroms atitikties nustatymas; testavimų					

procedūrų ir įrangos projektavimas)					
4. Sisteminate procesų valdymą, įskaitant kokybės kontrolę					
5. Vykdote technologinės įrangos, skirtos gamybai, kūrimą/nustatymą, įskaitant patvirtinimą					
6. Vykdote technologinės įrangos, skirtos kokybės informacijai rinkti, kūrimą/nustatymą, įskaitant patvirtinimą					
7. Praktikuojate rizikų vertinimą atlikus pakeitimus procese/produkte					
8. Sistemingai ugdote darbuotojus, įskaitant kokybės vadybos sistemos bei profesinius mokymus					
9. Periodiškai tikriname produkto stabilumą/funkcionalumą					

II. Žemiau nurodytos kokybės gerinimo veiklos, priskirtos įvertinimo kategorijai. Nurodykite, kaip dažnai šiomis veiklomis užsiimama Jūsų padalinyje, pasirenkant nuo 1- Retai, iki 5- Pastoviai.

Įvertinimo kokybės veiklos:	1- Retai	2- Nereguliariai	3- Dažnai	4- Nuosekliai	5- Pastoviai
1. Vykdote pirktų medžiagų testavimą ir patikrinimą					

2. Vykdomė laboratorinius atitikties tyrimus					
3. Vykdomė tarpinių produktų kokybės patikrą gamybos metu					
4. Vykdomė galutinių gaminių tikrinimą ir/arba testavimą					
5. Jūsų gamybos procesui vykdomi kokybės audito					
6. Naudojate išoriniais kokybės patvirtinimais (kontraktorių paslaugomis)					
7. Vykdomė kokybės testavimo ir tikrinimo įrangos priežiūrą ir palaikymą					
8. Vykdomė gamybos įrangos priežiūrą ir palaikymą					
9. Vykdomė produkto technologijos paruošimą gamybai (validavimą)					
10. Apdorojate duomenis, pildote tikrinimo ir testavimo ataskaitas, protokolus					

III. Aptarkime Jūsų patirtį gamyboje per pastaruosius 2022 metus. Atsakykite į žemiau nurodytus teiginius nuo 1- Visiškai nesutinku, iki 5- visiškai sutinku.

Per pastaruosius 2022 metus,...:

	1- Visiškai nesutinku	2- Sutinku iš dalies	3- Nei sutinku nei nesutinku	4- Sutinku	5- Visiškai sutinku
Santykinės elektros sąnaudos sumažėjo (pvz.: kWh/produkto vnt.);					
Sumažėjo darbuotojo skirtas darbo laikas vienam produkcijos vienetui (pvz.: Pagamintas produkcijos kiekis/darbo val.);					

Sumažėjo nekokybiškų produktų kiekis dėl žmogiškųjų veiksnių (pvz.: nekokybiškų prod. Vnt./visą produkcijos kiekį);					
Suplanuotas pagaminti produktų kiekis per dieną/savaitę/t.t. atitinka realiai pagamintų produktų kiekį (Gamybos planai visada įvykdomi);					
Per tą patį laiką darbuotojai pagamina daugiau produkcijos (pvz.: produkto vnt./laiko vnt.);					
Įrangos teorinis pajėgumas sutapo su praktiniu (pvz.: produkto vnt./laiko vnt.);					
Įrangos darbo efektyvumas padidėjo (pvz.: produkto vnt./laiko vnt.);					
Sumažėjo nekokybiškų produktų skaičius (pvz.: nekokybiškų prod. Vnt./visas produkcijos kiekis);					
Sumažėjo įrangos prastovos laikas;					
Padidėjo produkcijos galiojimo terminas;					
Sumažėjo žaliavų atliekos po gamybos;					
Padidėjo žaliavų nuostoliai gamybos metu;					
Sumažėjo žaliavų kiekis produkcijos vienetui (pvz.: žaliava/produkto vnt.);					
Sumažėjo neatitiktinių žaliavų kiekis.					

IV. Bendrieji klausimai

Kiek laiko dirbate gamybos srityje?

- Iki 1 metų
- 1-3 metus
- 3 ir daugiau metų

Kokias pareigas užimate?

- Gamybos direktorius
- Gamybos padalinio vadovas
- Gamybos vertės srauto vadovas
- Gamybos meistras
- Kita: Įrašykite

Jei jus domintų analizės rezultatai bei išvados, nurodykite kontaktinį el. Paštą:

Dėkoju už Jūsų bendradarbiavimą ir skirtą laiką.