

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS
VADYBOS KATEDRA**

RENATA AMBRAZIENĖ
Kokybės vadybos magistro programa

MAGISTRO DARBAS

**LEAN METODŲ ĮTAKA TVARIAI GAMYBAI
LIETUVOS GAMYBINĖSE ORGANIZACIJOSE**

**THE IMPACT OF LEAN METHODS ON SUSTAINABLE
MANUFACTURING IN LITHUANIAN MANUFACTURING
ORGANIZATIONS**

Leidžiama ginti:_____

Katedros vedėja prof. D. Diskienė

Magistrantas:_____

Darbo vadovas:_____

Asist.dr. D. Ruželė

Darbo įteikimo data:
Registracijos Nr.:

VILNIUS, 2021

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Lentelė Nr. 1 Devyni tvarios gamybos principai.....	9
Lentelė Nr. 2 Švaistymų tipai ir jų poveikis aplinkai.....	25
Lentelė Nr. 3 5S metodo poveikis aplinkai,	28
Lentelė Nr. 4 Celės (cellular) metodo poveikis aplinkai.....	29
Lentelė Nr. 5 TPM metodo poveikis aplinkai,	30
Lentelė Nr. 6 Kanban/JIT metodo poveikis aplinkai.....	31
Lentelė Nr. 7 Demografiniai respondentų duomenys	37
Lentelė Nr. 8 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis taršai)	39
Lentelė Nr. 9 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis atliekų susidarymui)	40
Lentelė Nr. 10 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis išteklių naudojimui)	41
Lentelė Nr. 11 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis perdirbamų žaliavų naudojimui)	42
Lentelė Nr. 12 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (bendras poveikis)	45
Lentelė Nr. 13 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (darbuotojų darbo sąlygos).....	46
Lentelė Nr. 14 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (nuolatinis darbuotojų tobulinimas) ..	47
Lentelė Nr. 15 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (bendruomenės įsitraukimas)	48
Lentelė Nr. 16 Lean metodų poveikis ekonominiam elementui (kainos pokytis).....	50
Lentelė Nr. 17 Lean metodų poveikis ekonominiam elementui (pelno pokytis)	51
pav. 1 Tvarios gamybos elementai,.....	8
pav. 2 Tvarios gamybos elementų tikslai.....	14
pav. 3 Tvarios gamybos aplinkos elemento matavimo rodikliai	15
pav. 4 Tvarios gamybos socialinio elemento matavimo rodikliai	15
pav. 5 Tvarios gamybos ekonominio elemento matavimo rodikliai	16
pav. 6 Tipinės naudos gaunamos iš Lean.....	19
pav. 7 Septyni Lean švaistymo tipai	20
pav. 8 5S metodas,.....	22
pav. 9 Lean sistemos suvokimo būdai,.....	23
pav. 10 Lean metodų įtaka tvarios gamybos elementams teorinis modelis	32
pav. 11 Empirinio tyrimo Lean metodų poveikis tvariai gamybai detalizuotas tyrimo modelis.....	35
pav. 12 Empirinio tyrimo Lean metodų poveikis tvariai gamybai tyrimo seka	36
pav. 13 Lean metodų poveikis aplinkos elementui.....	44
pav. 14 Lean metodų poveikis socialiniam elementui	49
pav. 15 Lean metodų poveikis ekonominiam elementui.....	52
pav. 16 Lean metodų poveikio tvariai gamybai modelis.	55

TURINYS

IVADAS.....	4
1. LITERATŪROS APŽVALGA APIE TVARIĄ GAMYBĄ	7
1.1. Tvarios gamybos samprata.....	7
1.2. Tvarios gamybos principai	9
1.3. Tvarios gamybos elementai	11
1.3.1. Tvarios gamybos aplinkos elementas	11
1.3.2. Tvarios gamybos socialinis ir ekonominis elementai	12
1.3.4. Tvarios gamybos elementų matavimo rodikliai	13
2. LITERATŪROS APŽVALGA APIE LEAN SISTEMĄ.....	17
2.1. Lean sistemos samprata	17
2.2. Lean gamybos samprata ir principai	18
3. LITERATŪROS ANALIZĖ APIE LEAN METODŲ NAUDOJIMĄ SIEKiant TVARIOS GAMYBOS.....	24
3.1. Lean metodų įtakos tvariai gamybai teorinis modelis	31
4. LEAN METODŲ POVEIKIO TVARIAI GAMYBAI EMPIRINIS TYRIMAS	34
4.1 Tyrimo metodika.....	34
4.2. Duomenų analizė	38
4.3. Empirinio tyrimo apibendrinimas	52
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS.....	56
LITERATŪROS SĄRAŠAS	58
SANTRAUKA	62
SUMMARY	63
PRIEDAS NR. 1. Klausimynas	65

IVADAS

Temos aktualumas. Gamybės pramonė yra viena didžiausių gamtinių išteklių vartotojų. Vartotojų, dėl kurių atsiranda tvaraus gamybės proceso poreikis. Pastaraisiais dešimtmečiais aplinkos gerinimo technologijų pažanga ir visapusiškų aplinkosaugos vadybos sistemų diegimas išryškino nematerialią aplinkosaugos vadybos praktikos naudą ir jos potencialą skatinti organizacinį konkurencingumą. Kaupiant įrodymus apie galimą aplinkos apsaugos naudą, atsirado aplinkosaugos vadybos praktika ir sistemos (Ngai et al., 2013). Tvarumo didinimo pastangos turi būti naudingos visais susijusiais elementais: aplinkos, ekonomikos ir visuomeniniais lygmenimis (Jayal et al., 2010).

Gamybai, kaip pagrindiniam civilizuoto gyvenimo būdo ramsčiui, didelę įtaką darys tvarumo problemos ir ji atliks svarbų vaidmenį nustatant tvarų ateities kelią. Augant pasauliniam gyvenimo lygiui, gamybės iššūkis yra patenkinti nuolat augančią produktų paklausą, naudojant mažiau medžiagų, mažiau energijos ir sukuriant mažiau atliekų. Tačiau šiandien beveik visi gamybės modeliai yra pagrįsti sena paradigma. Lean sistema- senus gamybės modelius atnaujinanti sistema. Lean sistema pradėta diegti nuo Antrojo pasaulinio karo pabaigos, jos pradininkais laikoma Toyota Motors organizacija. Pagrindiniai Lean principai- nuolatinis tobulėjimas, vertės kūrimas bei nereikalingų veiklų (nuostolių) šalinimas. Produkto kokybės tobulinimas per gamybės procesų bei sistemos tobulinimą, inicijuoja efektyvesnį išteklių naudojimą, mažesnę aplinkos taršą ir veda prie tvarios gamybės tikslų atitikimo (Kumar & Kumar, 2016).

Efektyvūs, ekonomiškai bei naudingi gamybiniai metodai, tausojantys energetinius išteklius, mažinantys švaistymą, nekenkiantys aplinkai bei draugiški darbuotojams ir atnešantys ekonominę vertę, yra neatsiejama tvaraus verslo dalimi. Sparčiai augantis pasaulio gyventojų skaičius kartu su gerėjančiu gyvenimo lygiu lemia didesnę ir spartesnę išteklių naudojimą ne tik pramoniniame, bet ir individualiame vartojime. Didėjančios vartotojų poreikiai ir siekis juos patenkinti netvariais būdais neigiamai veikia mus supančią aplinką, todėl naudinga ir aktualu išsiaiškinti kokiais Lean metodais Lietuvos gamybinėse organizacijose siekiama tvarios gamybės įgyvendinimo. Atlikus Lean metodų poveikio tvariai gamybai tyrimą, sumodeliavus metodų įtakos tvariai gamybai modelį, remiantis tyrimo duomenimis Lietuvos gamybinės organizacijos, Lietuvos pramonės atstovai turės informacijos apie Lean metodus, kurie daro teigiamą poveikį tvariai

gamybai bei galės panaudoti juos savo veikloje, taip sukurdamos tvaresnės gamybos praktiką visoje Lietuvoje.

Darbo mokslinė problema:

mokslinėje literatūroje gausu informacijos apie tvarią gamybą, jos elementus ir apie Lean sistemą, metodus, tačiau tik nedaugelis užsienio mokslininkų (Aguado et al., 2013; Ben et al., 2016; Chiarini, 2014; Somanaathan, 2011) tyrė Lean metodų poveikį tvariai gamybai. Lietuvos mokslinėje literatūroje, lyginant su pasauline, nepavyko rasti informacijos apie Lean metodų įtakos tvariai gamybai tyrimus atliktus Lietuvos gamybinėse organizacijose.

Magistro darbo tikslas:

išnagrinėjus mokslinę literatūrą bei atlikus empirinį tyrimą, nustatyti Lean metodų poveikį tvariai gamybai.

Magistro darbo objektas:

Lean metodų įtaka tvariai gamybai.

Magistro darbo uždaviniai:

1. Apžvelgus tvarios gamybos mokslinę literatūrą pateikti tvarios gamybos elementų sublementus bei tvarios gamybos vertinimo rodiklius.
2. Pasirėmus moksline literatūra, pateikti Lean gamybos sampratą, principus ir metodus.
3. Remiantis moksline literatūra identifikuoti Lean metodų įtaką tvariai gamybai.
4. Remiantis empiriniu tyrimu identifikuoti Lean metodų įtaką (bei kokią įtaką) tvariai gamybai Lietuvos gamybinėse organizacijose.

Magistro darbo metodai:

1. Lean sistemos poveikio tvariai gamybai *mokslinės literatūros analizė*.
2. *Sistematizuotas analizavimo būdas* buvo naudotas ruošiant autorinio tyrimo metodologiją ir klausimyną.

3. Kokybinio *pusiau struktūruoto interviu metodo* būdu buvo gauti duomenys reikalingi poveikio tarp tiriamų elementų nustatymui.
4. Empirinio tyrimo *duomenų analizė buvo daryta atsižvelgiant į kontekstą*, siekiant suprasti tiriamus reiškinius ir nustatant jų tarpusavio ryšius.
5. Pateikiamos *aprašomojo pobūdžio išvados*, remiantis literatūros analize bei kokybinio tyrimo duomenimis.

Magistro darbo struktūra:

magistro darbą sudaro 66 puslapiai, 52 literatūros šaltiniai. Darbas apima įvadą, keturis skyrius, išvadas bei literatūros sąrašą. Pirmajame darbo skyriuje pateikiama tvarios gamybos santrauka, kuri susideda iš sistemiškai atrinktos mokslinės literatūros apie tvarios gamybos sampratą, principus, sudedamųjų elementų bei matavimo rodiklių informacijos. Antrajame skyriuje pateikiama sistemiškai surinkta informacija apie Lean sistemą. Trečiajame skyriuje pateikiami Lean metodų įtakos tvariai gamybai mokslinės literatūros analizės metu išanalizuoti duomenys. Ketvirtame skyriuje aprašomas empirinis Lean metodų įtakos tvariai gamybai Lietuvos gamybinėse organizacijose tyrimas. Po ketvirto skyriaus seka išvados bei literatūros sąrašas. Darbe pateikiamos 17 lentelės, 16 paveikslai, 1 priedas.

Raktiniai žodžiai: tvari gamyba, lean metodai, lean metodų poveikis tvariai gamybai.

1. LITERATŪROS APŽVALGA APIE TVARIĄ GAMYBĄ

1.1. Tvarios gamybos samprata

Industrinė visuomenė plečiasi, vartojimas didėja, tuo pačiu didėja gamtos išteklių poreikis, aplinkos tarša. Pasaulis vis dažniau susiduria su netvariu vartojimu. Netvarus vartojimas ir gamyba kartu su didėjančia žmonių populiacija ir socialine bei ekonomine plėtra yra vienas iš pagrindinių šiltnamio efektą sukeliančių dujų varomųjų jėgų. Norėdamos sumažinti klimato kaitą bei aplinkos taršą, daugelis valstybių ėmėsi tam tikrų priemonių, nes XX a. septintojo dešimtmečio pabaigoje aplinkos užterštumas jau siekė tokį lygį, jog toliau šiai problemai neskirti jokio realaus dėmesio nebuvo įmanoma (*Socialinio- vertybinio...*, 2014).

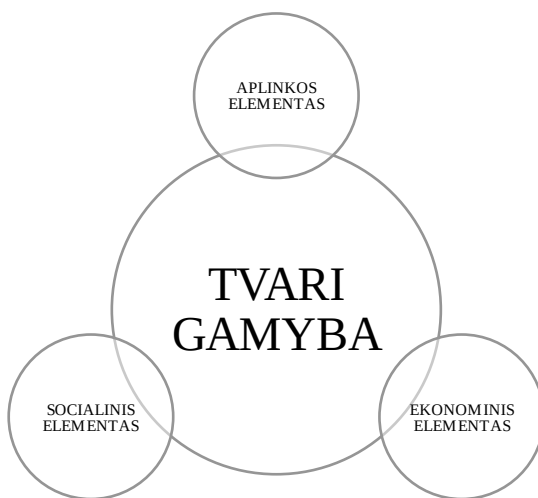
Jungtinių Tautų priimta Darnaus vystymosi darbotvarkė 2030, įtvirtina valstybių susitarimus siekti darnesnio pasaulio- atsižvelgiant į didėjančių žmonių skaičių, senkančius gamtos išteklius, didėjančią aplinkos taršą, kitas aplinkosaugines, ekonomines bei socialines problemas. Ši darbotvarkė- tai žmonėms, planetai ir klestėjimui skirtas veiksmų planas. Įgyvendinant Darbotvarkę siekiama sustiprinti visuotinę taiką didesnės laisvės sąlygomis. Darnaus vystymosi darbotvarkę 2030 sudaro 17 darnaus vystymosi tikslų, juos konkretizuojantys 169 uždaviniai, ir 232 rodikliai, kurie skirti pažangai matuoti. Būtent dvyliktasis darbotvarkės tikslas siekia užtikrinti darnų vartojimą bei darnius gamybos modelius (“JT...,” 2018).

Pagal Lietuvos Respublikos Vyriausybę, Lietuvos gamybos sektorius, palyginti su ES vidurkiu, yra stambus – 2012 m. jis sudarė apie 21 proc. BVP. Palyginti su visoje ES mažėjančios gamybos tendencija, Lietuvoje gamybos dalis BVP struktūroje nuo 2000 iki 2012 m. padidėjo dviem procentiniais punktais. Tuo laikotarpiu tai buvo trečias pagal dydį padidėjimas tarp valstybių narių (<https://eimin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/verslo-aplinka/pramone>). Pramonė Lietuvoje yra viena iš perspektyvių sektorių, kurie gali paspartinti valstybės vystymąsi. Tačiau, jei nėra teigiamų darnaus vystymosi iniciatyvų pramonės sektoriuje, gamybos veikla gali sukelti milžinišką atliekų kiekį, nekontroliuojamą natūralių išteklių naudojimą, o taip pat per didelį energijos suvartojimą. Norint užtikrinti dvyliktąjį Darbotvarkę 2030 tikslą, būtina keisti visuomenėje įsigalėjusius gamybos ir vartojimo būdus. Šalis turėtų skatinti suderintus vartojimo ir darnius gamybos modelius. Inovatyvūs sprendimai ir išmani energetika yra Lietuvos modernios ir darnios

ekonomikos pagrindas. Skatindama įmones efektyviau naudoti žaliavas ir optimizuoti gamybos procesus, mažinti susidarančių atliekų kiekį ir oro taršą („JT...,” 2018).

Tvari gamyba yra produkto sukūrimas, kurio procesai daro minimalų neigiamą poveikį aplinkai, tausoja energiją ir gamtos išteklius, yra saugūs darbuotojams ir bendruomenėms bei yra ekonomiškai naudingi gamintojui (Feng & Joung, 2011). Tvari gamyba tai- intelektualiai naudojami gamtiniai ištekliai, atitinkantys ekonominius, aplinkos ir socialinius aspektus ir tokiu būdu tausojantys aplinką ir pagerinantys gyvenimo kokybę (Abdul-Rashid et al., 2017). Tvari gamyba- prekių ir paslaugų kūrimas naudojant procesus ir sistemas, kurios neteršia, saugo energiją ir gamtos išteklius, yra ekonomiškai perspektyvi, saugi darbuotojams, bendruomenėms ir vartotojams (Krajnc & Glavic, 2003).

Išnagrinėjus mokslininkų (Abdul-Rashid et al., 2017; Feng & Joung, 2011; Krajnc & Glavic, 2003) pateikiamus tvarios gamybos apibrėžimus galima teigti, kad tvari gamyba, gamybos veikloje, paliečia visus tvarumo elementus- aplinkos, ekonominį bei socialinį. Paveiksle Nr. 1 yra pateikti tvarios gamybos elementai. Visi trys darnaus vystymosi komponentai – ekonominis, socialinis ir aplinkosauginis – turi vienodą svarį, ir vieno iš komponentų ignoravimas gali sukelti pavojų darniam vystymuisi bendrai.



pav. 1 Tvarios gamybos elementai,

(sudaryta autorės remiantis Elkington, 2013)

Siekiant geresnio įmonių tvarios gamybos supratimo mokslininkai suformulavo devynis principus, kuriais grindžiama tvarios gamybos veikla (Veleva & Ellenbecker, 2001a).

1.2. Tvarios gamybos principai

Šeši esminiai tvarios gamybos aspektai (Veleva & Ellenbecker, 2001b) yra :

- Energijos ir žaliavų panaudojimą (išteklis);
- Natūralią aplinką;
- Socialinę lygybę bei bendruomenės įsitraukimą;
- Ekonominę naudą;
- Darbuotojus;
- Produktus.

Tvarumo principai yra siejami su įmonių priartinimu prie tvarios gamybos būklės. Principai nagrinėja tokius aspektus kaip išteklių naudojimą, energijos praktiką, produktus ir atliekų tvarkymą (Shrivastava & Berger, 2010). Devyni tvarios gamybos principai pateikiami lentelėje Nr. 1.

Lentelė Nr. 1 Devyni tvarios gamybos principai

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis V.Veleva, M.Ellenbecker, 2001)

1. Produktai ir pakuotės yra suprojektuoti taip, kad būtų saugūs aplinkai per visą jų gyvavimo ciklą; paslaugos yra sukurtos taip, kad būtų saugios ir patikimos.
2. Atliekos ir ekologiškai nesuderinami šalutiniai produktai nuolat mažinami, šalinami arba perdirbami.
3. Ištekliai ir žaliavos yra naudojami atsakingai, mažiausiu suvartojimo kiekiu pasiekiami numatyti tikslai.
4. Nuolat mažinamos ir šalinamos: cheminės medžiagos bei keliantys pavojų: fiziniai veiksniai, technologijos ir darbo praktika.
5. Sukurtos darbo vietos yra saugios darbuotojams, jose siekiama sumažinti arba pašalinti fizinius, cheminius, biologinius pavojus.

6. Vadovybė yra įsipareigojusi vykdyti atsakingą, atvirą, nuolatinį ir tęstinį vertinimą bei mokymąsi, daugiausia dėmesio skiriant ilgalaikiams įmonės ekonominiams rezultatams.
7. Darbas organizuojamas siekiant išsaugoti ir padidinti darbuotojų efektyvumą ir kūrybiškumą.
8. Visų darbuotojų saugumas ir gerovė yra prioritetas, taip pat nuolatinis jų talentų ir gebėjimų plėtojimas.
9. Bendruomenės yra gerbiamos, yra stiprinamas tarpusavio ryšys.

Priėmus tvarios gamybos principus, padidės nauda visai ekosistemai ir gamtos ištekliais (Jovane et al., 2008). Principai atspindi pagrindinius tvarios gamybos aspektus. Pirmasis principas taikomas tokiai gaminių praktikai kaip gaminio projektavimas, gaminio efektyvumas, ilgaamžiškumas ir perdirbimo paprastumas. Poveikis gamtinei aplinkai sprendžiamas antruoju principu, kuriame daugiausia dėmesio skiriama atliekų mažinimui ar šalinimui, trečiasis principas apima energijos mažinimą, neatsinaujinančius išteklius, vandens ir medžiagų vartojimą bei aplinkai, darbuotojams ir vartotojams saugų medžiagų naudojimą. Ketvirtajame principu daugiausia dėmesio skiriama pavojingiesiems į orą ir vandenį išmetamiems teršalams ir pavojingoms medžiagoms, technologijoms ar darbo praktikai. Penktasis, septintasis ir aštuntasis principai apima įvairius aspektus, darančius poveikį darbuotojams. Penktuoju principu kovojama su darbuotojų patiriamos rizikos mažinimu, o septintasis principas – praktika, kuria siekiama didinti darbuotojų veiksmingumą, skatinti darbuotojų dalyvavimą, kūrybiškumą ir atlygio sistemas. Aštuntasis principas susijęs su praktika, kuria siekiama suteikti galimybes darbuotojų pažangai, pasitenkinimui darbu, mokymuisi, lyčių lygybei. Kalbant apie ekonominės veiklos rezultatus, šeštasis principas apima praktiką, kuria siekiama sumažinti aplinkos sveikatos ir saugos reikalavimų laikymosi išlaidas, gerinti valdančiųjų stilių, skatinti suinteresuotųjų subjektų dalyvavimą priimant sprendimus ir didinti klientų pasitenkinimą; visos bendrovės pelningumas laikui bėgant. Kalbant apie bendruomenės plėtrą, devintasis principas susijęs su vietos gyventojų užimtumo galimybėmis, bendruomenių ir įmonių partnerystės plėtojimu (Alayón et al., 2017).

Tvarumo principų įgyvendinimas organizacijose, judančiose tvarumo link, keičia organizacijų viziją, misiją, gamtos ir žmogiškųjų išteklių naudojimą, gamybos ir energetikos praktiką, produktus ir atliekų tvarkymą. Principų įgyvendinimas atsižvelgia į holistinę veiklos požiūrį, proporcingai sutelkiant dėmesį į socialinių, ekologinių ir ekonominių elementų gerovę ir šių elementų sąveiką (Shrivastava & Berger, 2010).

1.3. Tvarios gamybos elementai

Plačiausiai pripažintas požiūris į tvarumą yra Elkingtono tvarios gamybos trigubo dugno linijų koncepcija (TBL). Taikant šią koncepciją tvarios gamybos įgyvendinimas vyksta tuo pačiu metu apsvarstant tris kertinius elementus- aplinkos, ekonominį bei socialinį. Tvari gamyba galėtų būti šių trijų ramsčių sankirtoje. Bet kurių dviejų ramsčių sankirtoje turėtų būti sprendžiami su šiais ramsčiais susiję klausimai. Šios koncepcijos įgyvendinimą gamyboje sąlygoja išoriniai bei vidiniai motyvavimo aspektai. Išoriniais laikomi- suinteresuotų šalių iniciatyvos (įstatymai, tiekėjai, klientai, bendruomenė, akcininkai, konkurentai), vidiniais laikomi- strateginiai įmonės tikslai. Nustatyti kiekybinę šios koncepcijos taikymo vertę organizacijai yra sudėtinga, tačiau galima įvertinti kiekvieno iš ramsčio suteikiamą naudą tvarumui (Ocampo & Estanislao-Clark, 2014).

1.3.1.Tvarios gamybos aplinkos elementas

Tvari gamybos praktika buvo apibrėžta daugiausia atsižvelgiant į aplinkosaugos perspektyvą, siekiant sumažinti gamybos operacijų poveikį aplinkai ir optimizuoti įmonės gamybos efektyvumą. Įprasta aplinkosaugos tvarumo praktika didelėse įmonėse yra atsinaujinančių išteklių naudojimas, energijos ir medžiagų naudojimo optimizavimas, atliekų mažinimas, ekologinis gaminio dizainas, perdirbimas, gaminio gyvavimo ciklas ir gyvavimo ciklo pabaiga (Hurreeam et al., 2014). Gamybos įmonių aplinkosauginis veiksmingumas vertinamas taikant aplinkosaugos rodiklius. Vertinimo metodologijos pasirinkimas priklauso nuo įmonės gamybinių procesų. Dažniausiai analizuojami tokie rodikliai kaip žaliavų, vandens ir energijos suvartojimas (Ben et al., 2016). Aplinkosauginis veiksmingumas labai priklauso nuo efektyvaus energijos ir švarių išteklių naudojimo. Šiuo atžvilgiu labai svarbu užtikrinti, kad gamybos metu būtų naudojami atsinaujinantys ištekliai, kurie sąlygotų mažesnę CO₂ kiekio išmetimą. Be to, labai svarbu, kad gamintojai užkirstų kelią išteklių švaistymui (Yusuf et al., 2013). Labai svarbu sumažinti išmetamą CO₂ kiekį, nes jis daro žalingą poveikį aplinkai, kuris pasireiškia visuotiniu atšilimu, oro sąlygų pokyčiais, rūgščiais lietumis bei susidariusia oro tarša. Tai paveikia žmonių sveikatą ir sutrikdo natūralią ekosistemos pusiausvyrą (Abdul-Rashid et al., 2017). Sumažinus

energijos suvartojimą sumažės gamybos sąnaudos (Yusuf et al., 2013). Aplinkosauginis veiksmingumas, kuris atspindi energijos vartojimo efektyvumą, turi teigiamą poveikį finansiniams rezultatams (Yang et al., 2011).

Pagal mokslininkų (Abdul-Rashid et al., 2017; Ben et al., 2016; Hurreeram et al., 2014; Veleva & Ellenbecker, 2001a; Yang et al., 2011; Yusuf et al., 2013) pateiktus tvarios gamybos aplinkos elemento apibrėžimus, galima teigti, kad aplinkos elementas tvarioje gamyboje siekia sumažinti neatsinaujinančių išteklių (energija, vanduo) naudojimą, skatina diegti atsinaujinančių šaltinių alternatyvas, mažinti atliekų susidarymą, optimizuoti žaliavų naudojimą bei kurti ekologišką gaminį, kurio gyvavimo ciklas būtų kartotinas.

1.3.2. Tvarios gamybos socialinis ir ekonominis elementai

Socialinis tvarumas- efektyvi priemonė siekiant aplinkosauginio ir ekonominio tvarumo. Socialiniame elemente reikia gerinti ir išlaikyti žmonių gyvenimo kokybę nekenkiant aplinkai ir nešvaistant išteklių. Elementas apima piliečių politinių ir ekonominių teisių užtikrinimą, bendruomenės įsitraukimą į bendrus procesus, veiklą siekiant geresnių organizacijos tikslų, darbuotojų mokymus, mokymąsi kiekvieną dieną, tinkamas ir socialiai sąmoningas įmonių valdymo struktūras, darbo teises, bendruomenės kultūrą, tvarią žmogaus raidą (Yusuf et al., 2013). Siekiant socialinio tvarumo būtina nustatyti galimą riziką, susijusią su darbuotojų sveikata ir sauga, bei taikyti jai prevencinius veiksmus ir nuolatinę kontrolę (Ben et al., 2016). Cheminės medžiagos, fiziniai veiksniai ir sąlygos, kurios yra pavojingos žmonių sveikatai ir aplinkai, turėtų būti nuolat šalinamos (Veleva & Ellenbecker, 2001b).

Ekonominis elementas tvarioje gamyboje užtikrina, kad pramonės ekonomikos augimas išlaikytų sveiką subalansuotą ekosistemą, atsižvelgiant į su augimu, susijusias sąnaudas. Norint tai pasiekti, turi būti siekiama efektyvesnio išteklių naudojimo, kuris sumažintų išlaidas. Sutaupytos išlaidos bus pastebėtos sumažinus medžiagų ir energijos suvartojimą (Ben et al., 2016). Pagal Abdul-Rashid et.al. (2017) ekonominiai rezultatai vertinami remiantis ekonominiu augimu, kartu apsaugant aplinką ir gerinant gyvenimo kokybę. Šiame elemente kalbama apie efektyvų išteklių panaudojimą, siekiant teigiamo ilgalaikio ekonominio poveikio, kuris atsiranda mažinant išteklių naudojimą (Yusuf et al., 2013). Tvarios gamybos įgyvendinimas organizacijoms daro ekonominį

poveikį- mažinant išteklių ir žaliavų naudojimą, auga ekonominiai rezultatai ilgalaikėje perspektyvoje (Abdul-Rashid et al., 2017; Ben et al., 2016; Yusuf et al., 2013)

1.3.4. Tvarios gamybos elementų matavimo rodikliai

Remiantis V. Veleva ir M. Ellenbecker (2001) išanalizuotais tvarios gamybos principais galima teigti, kad jie apibūdina tokius tvarios gamybos aspektus, kurie priklauso tvarios gamybos aplinkos, socialiniam bei ekonominiam elementams:

- išteklių naudojimo aspektą (neatsinaujinančių išteklių bei žaliavų naudojimo mažinimą bei atsinaujinančių šaltinių naudojimo didinimą);
- taršos aspektą (CO₂, atliekų, pavojingų medžiagų mažinimas);
- ekonominį aspektą (ilgalaikės ekonominės naudos didinimas);
- suinteresuotų šalių aspektą (partnerystė su bendruomene, įsitraukimas, bendradarbiavimas);
- darbuotojų aspektą (darbuotojų saugos ir sveikatos užtikrinimas, sumažinti darbuotojų kaitą, nuolatinis darbuotojų ugdymas);
- produkto aspektą (lengvai perdirbamas gaminys, iš perdirbamos žaliavos).

Pasirėmus Abdul-Rashid et al. (2017) tvarios gamybos samprata bei V. Veleva ir M. Ellenbecker (2001) pateiktais principais, galima teigti, kad tvarios gamybos praktika organizacijose bus įgyvendinta sėkmingai tada, kai organizacija sieks ekonominio, aplinkos bei socialinio elementų gerovės, ty. įgaus ilgalaikę ekonominę naudą ir konkurencinį pranašumą, sumažinus bei optimizavus neatsinaujinančių išteklių naudojimą gamybiniuose procesuose ir užtikrinant ir gerinant visų suinteresuotų šalių interesus. Tvarios gamybos elementų tikslai pateikti paveiksle Nr. 2.

Tvari gamyba



pav. 2 Tvarios gamybos elementų tikslai

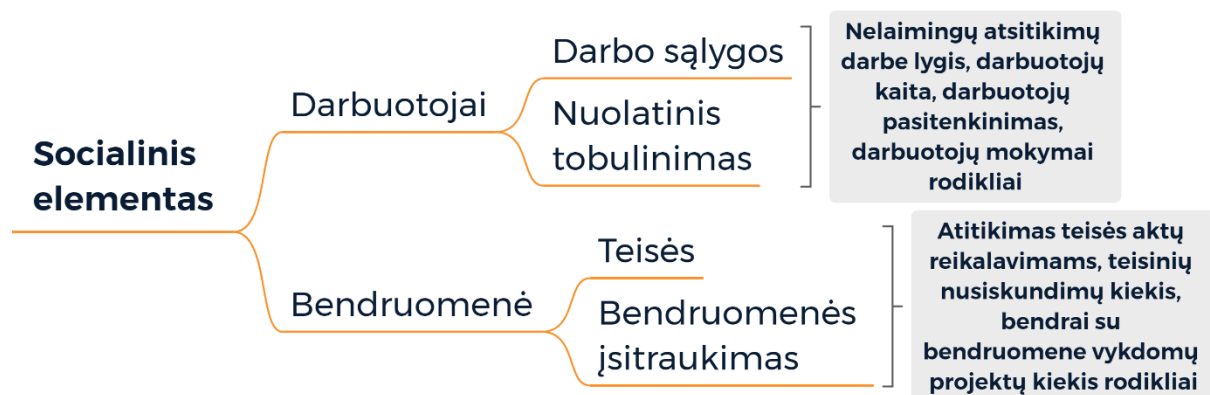
(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Abdul-Rashid et al., 2017; Ben et al., 2016; Hurreeram et al., 2014; Veleva & Ellenbecker, 2001b; Yang et al., 2011; Yusuf et al., 2013).

Remiantis V. Veleva ir M. Ellenbecker (2001) bei Feng ir Joung (2011) ir Huang ir Badurdeen (2017) tvarios gamybos elementai gali būti išmatuojami. Paveiksluose Nr. 3, 4, 5 pateikiami kiekvieno elemento matavimo rodikliai.



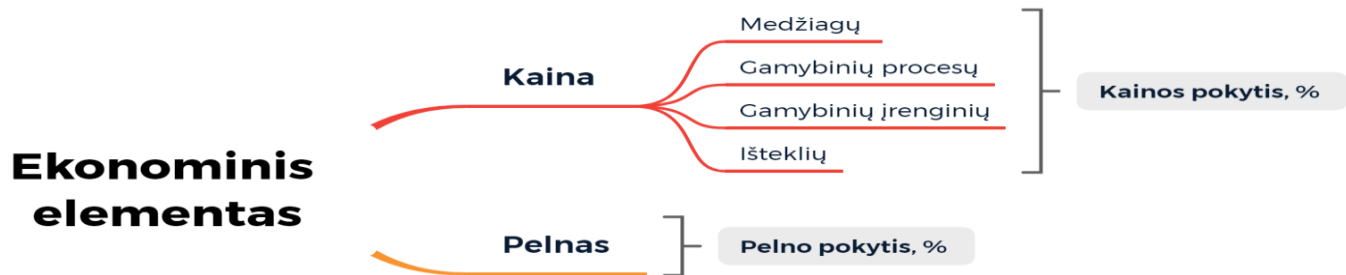
pav. 3 Tvarios gamybos aplinkos elemento matavimo rodikliai

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Feng & Joung, 2011; Huang & Badurdeen, 2017; Veleva & Ellenbecker, 2001a))



pav. 4 Tvarios gamybos socialinio elemento matavimo rodikliai

(sudaryta autorės remiantis (Feng & Joung, 2011; Huang & Badurdeen, 2017; Veleva & Ellenbecker, 2001a))



pav. 5 Tvarios gamybos ekonominio elemento matavimo rodikliai

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Feng & Joung, 2011; Huang & Badurdeen, 2017; Veleva & Ellenbecker, 2001a)

Paveiksluose Nr. 3, 4 ir 5 pateikti rodikliai skirti tvarios gamybos elementams matuoti. Rodikliai yra parengti pagal V.Veleva ir M.Ellenbecker (2001) pateiktus tvarios gamybos principų įgyvendinimo vertinimo rodiklius. Remiantis šiais indikatoriais, galima įvertinti organizacijos gamybos tvarumą. Aplinkos elemente (pav. Nr.3) yra vertinami taršos rodikliai, atliekų tvarkymo rodikliai, išteklių naudojimo rodikliai bei produkto rodiklis. Socialiniame elemente (pav. Nr. 4) yra vertinamas darbuotojų aspektas per darbuotojų kaitos bei mokymų rodiklius. Šiame elemente taip pat reikia įvertinti bendruomenės aspektą, kuris yra vertinamas pagal bendruomenės teisinius nusiskundimus bei bendrai vykdomų projektų kiekį. Ekonominiam elemente (pav. Nr. 5), kurio tikslas yra ilgalaikės ekonominės naudos gavimas (įskaitant konkurencinį pranašumą) yra vertinamas gaminio kainos pokyčio rodiklis, įgyvendinus gamybinių procesų optimizavimą, išteklių naudojimo mažinimo tikslus, bei pelno rodiklis.

2. LITERATŪROS APŽVALGA APIE LEAN SISTEMĄ

2.1. Lean sistemos samprata

Nepaisant daugybės Lean sistemos teikiamų privalumų šiandienos pramoniniam pasauliui, daugelis gamintojų dar turi suvokti visą šios filosofijos naudą. Daugelis Lietuvos pramonės šakų, vis dar dirba pagal pasenusius masinės gamybos principus. Tačiau yra tokių, kurie greičiau perprato Lean sąvoką ir dabar ją laiko pagrindine ilgalaikio gamybos išlikimo strategijos dalimi.

Lean samprata. Viena iš dažniausiai diegiamų gamybos efektyvumo didinimo sistemų yra Lean sistema. Mokslinėje literatūroje Lean traktuojama kaip valdymo filosofija, valdymo ir gamybos sistema. Tikslinga vartoti sąvoką „Lean sistema“, nes ji apibūdina veiklos organizavimo pagal „Lean“ principus sistemiškumą – tai, jog reikalinga sukurti specifinius valdymo, darbo strategijos, proceso elementus, metodus, nustatyti atsakomybės sritis. Lean organizacijoje veikia kaip sistema paveikianti kitas organizacijos veiklos sistemas (Statkus, 2018). Mokslininkų požiūriu Lean sistema leidžia sumažinti švaistymus ir parodo alternatyvų modelį didelių investicijų reikalaujančiai masinei gamybai (Hines et al., 2004), Lean sistema grindžiama pagrindiniu tikslu, kuris apibrėžiamas, kaip praradimų ir nuostolių sumažinimas didinant bendrą vartotojo gaunamą vertę. Vadinasi, šios sistemos požiūriu, gamybos organizacijoje svarbios tik tos veiklos, už kurias vartotojas ketina sumokėti (Statkus, 2018), Lean sistema, tai radikali alternatyva tradiciniams masinės gamybos metodams ir principams. Ji apima produktyvumo, kokybės, greičio ir sąnaudų optimizavimą (Radnor & Osborne, 2015). Teoriškai tikimasi, kad Lean praktika pagerins veiklos rezultatus supaprastindama procesus ir didindama proceso nuoseklumą, arba, kad veiklos procesų netobulumų ir neveiksmingumo panaikinimas, "Lean" praktikos naudojimas visoje srityje padidins įmonės veiklos rezultatus (Alsmadi et al., 2012). Lean tai vieninga sistema kurioje visi darbuotojai ir komandos nariai įtraukti į įmonės tobulinimą (LeMahieu et al., 2017).

Išanalizavus mokslininkų pateikiamas Lean sistemos sąvokas, galima išskirti tris svarbiausius Lean aspektus:

- Švaistymų eliminavimas;
- Vertės kūrimas klientui;
- Nuolatinis tobulinimas.

Nors Lean sistema yra susijusi su gamybinėmis organizacijomis, šiandien plačiai manoma, kad ji yra vienodai svarbi paslaugų organizacijoms, nes abiejų tipų organizacijos naudoja sistemą arba proceso potencialą, kad sumažintų sąnaudas ir pagerintų kokybę, nes ištekliai atitinka klientų poreikius (Alsmadi et al., 2012). Lean metodai iš gamyklų persikėlė į visas sritis, tokias kaip draudimas, sveikatos priežiūra, vyriausybės agentūros, IT operacijos, mažmeninės prekybos pirkimo grupės ir leidybos įmonės. Tačiau tikrasis uždavinys yra suprasti unikalias paslaugų teikimo operacijų ypatybes, siekiant nustatyti, kokią Lean praktiką naudoti ir kaip jas veiksmingai taikyti (Corbett, 2007).

2.2. Lean gamybos samprata ir principai

Lean gamybos sistema turi atitinkamai trumpą istoriją, apie 60 metų. Lean gamyba tai principų, įrankių ir metodų rinkinys, kurį įgyvendinimui pasirenka tos pramonės organizacijos, kurios siekia padidinti gamybos efektyvumą ir bendrą kliento naudą, tuo pačiu metu pašalinant atliekas (Mwacharo, 2013). Lean gamybos Sistema paprastai yra naudojama gamybos ir tiekimo grandinės valdyme, tačiau ši filosofija, gali būti taikoma ir visai pramonės organizacijai (Mwacharo, 2013).

Lean naudos. Gamybos operacijose, Lean mąstymas yra gerai žinomas ir nauda yra gerai suprantama (pav. Nr.6). Lean gamybos sistema leidžia įmonėms veikti su mažesnėmis atsargomis, todėl įmonės gali taupyti darbinį kapitalą; sutrumpintu gamybos laiku, o tai reiškia greitesnį atsakymo į klientų užklausas/užsakymus laiką; mažesniu atliekų kiekiu, t. y. kai procesas be neatitikčių ir be aprašytų perdarymų; ir geresne kokybe (dažnai vadinama "teisingai iš pirmo karto"). Šios naudos Lean gamybą paverčia labai realia ir apčiuopiama sąvoka (Melton, 2004). Tinkamai organizavus gamybos procesą galima sumažinti gaminio savikainą, brokuotos produkcijos kiekį, sutrumpinti gamybos laiką ir pan. Tai leidžia įmonei padidinti konkurencingumą kitų įmonių atžvilgiu (Strazdas, 2015).



pav. 6 Tipinės naudos gaunamos iš Lean

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Melton, 2004))

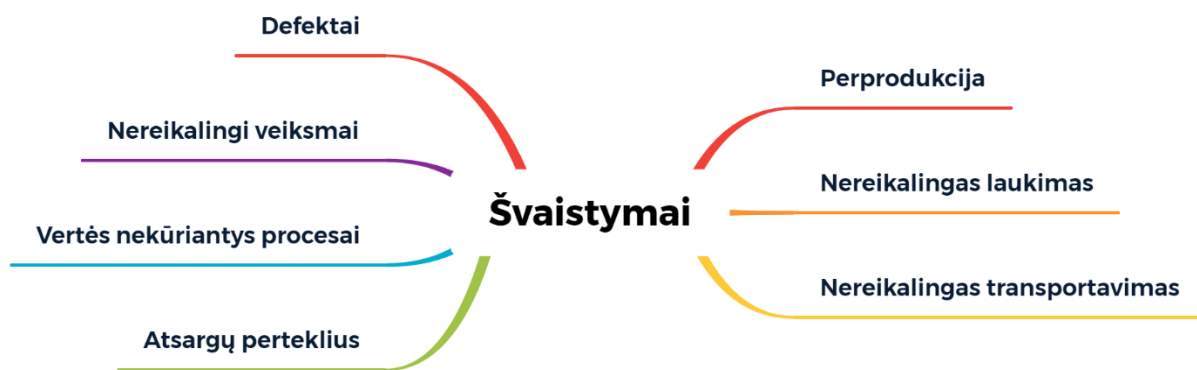
Lean gamybos pagrindas yra "Lean mąstymas". Lean mąstymas yra dinamiškas, žiniomis pagrįstas ir orientuotas į klientų procesus, pagal kuriuos visi žmonės apibrėžtoje įmonėje nuolat šalina atliekas, kad būtų sukurta vertė (Murman, 2002). Lean mąstymas prasideda nuo kliento ir vertės srauto sampratos (Melton, 2004).

Lean principai. Lean tikslai (Womack & Jones, 1997):

- Vertės identifikavimas (ang. define value);
- Vertės (kūriančios vertę klientui) srauto schemų planavimas (ang. map the value stream);
- Srauto sukūrimas (ang. create flow);
- Ištraukimo sistemos nustatymas (ang. establish Pull);
- Tobulumo siekimas (ang. pursue perfection).

Vertės identifikavimas. Tradicinis vertės apibrėžimas yra galutinis produktas, kurį klientas pirs. (Kumar & Kumar, 2016). Žvelgiant iš vartotojo, kuris vartoja produktą ar paslaugą, pozicijų, vertė apibrėžiama kaip bet koks veiksmas ar procesas, už kurį vartotojas sutiktų tiesiogiai arba netiesiogiai sumokėti. Lean sistemos tikslas- tiksliai apibrėžti vartotojų reikalavimus ir pastoviai eliminuoti praradimus- nuostolius iš proceso tol, kol produktas ar paslauga taps tobuli žvelgiant iš vartotojo pozicijų. (Statkus, 2018). Gamintojo uždavinys – sukurti produktų portfelį, pagrįstą kliento poreikius atitinkančias vertės pasiūlymais (Melton, 2005). Betkokia, nekurianti vertės klientui, veikla yra laikoma švaistymu (Melton, 2005). Lean terminijoje nuostoliai suvokiami kaip bet kokia veikla, kuri suvartoja laiką ir išteklius, bet nepadidina produkto ar paslaugos, kurią perka

vartotojas, vertės. Pavyzdžiui, tai yra įvairūs praradimai gamyboje (kai dėl broko reikia gaminti iš naujo, koreguoti, vykdyti papildomus procesus), trukdžiai, atsirandantys tiekimo grandinėje (pradelsimai, vėlavimai, laukimas, neefektyvus transportavimas, žaliavų judėjimas, per didelis atsargų kiekis, dėl ko sudėtingiau jas valdyti (Statkus, 2018). „Muda“ yra japonų kalbos žodis, reiškiantis „švaistymas“ ir yra pagrindinė „Toyota“ gamybos sistemos (TPS), Lean gamybos sistemos pirmtakės, sąvoka. Yra septyni pagrindiniai švaistymo tipai. Švaistymo tipai yra pateikti paveiksle Nr.7.



pav. 7 Septyni Lean švaistymo tipai

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Melton, 2005))

Perprodukcija- tai yra perteklinis gaminių kiekis, pagamintas neturint kliento užsakymo.

Nereikalingas laukimas- įrenginių, darbuotojų, procesų prastovos.

Nereikalingas transportavimas- nelogiškas, ilgesnis prekių, dokumentų perteikimas užsakovui.

Atsargų perteklius- žaliavų, nebaigtos/ užsistovėjusios produkcijos, detalių perteklius.

Vertės nekuriantys procesai- proceso žingsniai nekuriantys vertės galutiniam produktui.

Nereikalingi veiksmai- papildomi, prailginantys procesą fiziniai darbuotojų veiksmai.

Defektai- neatitinkantys reikalavimų, nekokybiški gaminiai, jų dalys, sugadintos medžiagos, pakartotinai atliekamas darbas- pergaminimas, taisymas, neatitikties sprendimo trukmė.

Švaistymai gali būti lengvai identifikuojami visuose procesuose, kuo ankstesni pokyčiai gali sutaupyti daug lėšų. Kadangi procesai nuolat tobulėja, švaistymų mažinimas tampa pavienis, nes

įmonė stengiasi pasiekti procesą be atliekų. Nuolatinis tobulėjimas yra Lean mąstymo pagrindas (Melton, 2005).

Vertės srauto modeliavimas. Vertė nustatoma per vertės srauto modeliavimą (VSM). Srautą sudaro kiekvienas žingsnis, atliekamas nuo žaliavos įsigijimo iki galutinio produkto. Kiekvienas žingsnis, vaidmuo, funkcija yra suprojektuoti taip, kad patenkintų klientų lūkesčius minimaliais ištekliais (Kumar & Kumar, 2016). Tiekimo grandinė apima visą veiklą, susijusią su tiekimo ir įsigijimo konversija ir visos logistikos valdymo veikla, planavimu ir valdymu. Tai taip pat apima koordinavimą ir bendradarbiavimą su partneriais, kurie gali būti tiekėjai, paslaugų teikėjai ir klientai (Tortorella et al., 2017). Kiekvienas procesas atskirai gali turėti įtakos gamybos efektyvumui, todėl turi būti analizuojamas visas vertės kūrimo procesas nuo užsakymo pateikimo iki galutinio produkto išsiuntimo vartotojui. Visas gamybos procesas turi būti analizuojamas ir nubraižomas vertės kūrimo proceso žemėlapis. Remiantis analize nustatomi vertę vartotojui kuriantys ir nekuriantys procesai (Strazdas, 2015). Žingsniai, kurie neabejotinai *sukuria vertę gamybos procese* yra: žingsniai, kurie iš tikrųjų keičia neapdoroto produkto tinkamumą, formą ar funkciją, medžiagą, ir priartina jį prie gatavo produkto. Veiksmai procese, kurie *nekuria vertės, bet yra būtini* dėl esamos sistemos: gamybos procese tai gali būti apžiūra, laukimas, ir kai kurie transportavimo žingsniai. Veiksmai procese, kurie *nesukuria jokios vertės* ir kuriuos galima nedelsiant pašalinti.

Šiame etape procesai tampa aiškūs ir paprasti, tam panaudojami sekantys metodai: *Vertės srauto modeliavimas* (VSM), kurios metu kiekvienai prekei ar paslaugai yra sukuriamas srautas, kuriame yra pašalinti švaistymai- japoniškai *Muda*, bei atliekami radikalūs proceso gerinimo, tobulinimo pokyčiai *Kaikaku* metodo pagalba bei *Just in Time* (JIT)- galutinių prekių gamyba vyksta tik esant kliento poreikiui (Melton, 2004).

Srauto sukūrimas. Srautas tai efektyvus procesas nuo žaliavos iki galutinio produkto. Tai visų procesų žingsniai užtikrinantys nenutrūkstamą, be bet kokios kliūties, srautą (Kumar & Kumar, 2016). Srauto sukūrimas yra laiko procesas, kuris be jokių pertrūkių traukia medžiagą per gamybos sistemą. Šis principas sukuria nemažai privalumų: sumažėjęs bendras produkto ciklo laikas, mažesnis atsargų kiekis, padidėjęs našumas ir efektyvesnis įrangos naudojimas (Becker, 2016).

Šiame principu sutelkiamas dėmesys į greitą produktų srautą, neapsunkintą sienų ir fizinio atstumo. Tam tikslui naudojamas 5S metodas (pav. Nr. 8), skirtas tvarkai darbo vietoje palaikyti.



pav. 8 5S metodas,

(Šaltinis: sukurta autorės remiantis (Randhawa & Ahuja, 2017))

Ištraukimo (ang. Pull) sistemos nustatymas. Tradiciškai gamybos įmonės kūrė atsargas ir klientas pirkto atsargas. „Traukimo“ koncepcija teigia, kad nieko nereikėtų kurti iki kliento užsakymo. Galutinis klientas turi būti vertės srauto variklis (Kumar & Kumar, 2016). „Traukimo“ sistemoje gamyba įvyksta tik tada kai to reikalauja kliento užsakymo vykdymas (Melton, 2005). Kitaip tariant, traukimo sistema leidžia „Just in in-time“ pristatyti gaminius ir gaminti tuo metu, kai produktai yra sukurti, kai užsakovui reikia ir tiek, kiek jam reikia.

Tobulumo siekimas. „Kaizen“- nuolatinis, tęstinis procesų tobulinimas mažais žingsniais, darbuotojų pagalba (Aulakh & Gill, 2008). Švaistymai yra nustatomi per visus keturis principus iš eilės, taip jų išvengiama, tačiau Tobulumo principu siekiama nuolatinio tobulinimosi. Šis principas „Lean“ mąstymą ir nuolatinį proceso tobulinimą daro organizacijos kultūros dalimi. Kiekvienas darbuotojas turėtų stengtis tobulėti, pristatydamas produktus pagal kliento poreikius. Bendrovė turėtų būti besimokanti organizacija ir visada rasti būdų, kaip kiekvieną dieną šiek tiek tobulėti.



pav. 9 Lean sistemos suvokimo būdai,

(Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Arlbjörn & Freytag, 2013).

Paveiksle Nr. 9 yra pateiktas apibendrinantis Lean sistemos suvokimas. Galima teigti, kad diegiant Lean sistemą organizacijoje įvyks nemažai pokyčių ne tik nusistovėjusioje valdymo filosofijoje, bet Lean metodai pakeis ir nusistovėjusią fizinę aplinką, įpročius. Tačiau, didinant vertę klientui, tikėtina, kad padidės ir kompanijos konkurencingumas.

3. LITERATŪROS ANALIZĖ APIE LEAN METODŲ NAUDOJIMĄ SIEKiant TVARIOS GAMYBOS

Tvari organizacija yra tokia organizacija, kuri prisideda prie tvaraus vystymosi, tuo pačiu metu teikdama ekonominę, socialinę ir aplinkosauginę naudą, arba tai, kas vadinama "trigubos veiklos koncepcija" (ang. Triple Bottom Line) (Elkington, 2013). Paradigos idėja yra ta, kad korporacijos turėtų būti vertinamos ne tik pagal tradicinę finansinę atskaitomybę, bet ir pagal jos socialinį ir aplinkosauginį veiksmingumą (Macdonald, 2016). Ekologiško produkto arba proceso inovacijos, kurias sukelia aplinkos apsaugos taisyklės arba rinkos paklausa, arba įmonės vidaus iniciatyvos padarė didelį teigiamą poveikį įmonės ekonominiam, socialiniam ir aplinkosauginiam veiksmingumui (Zailani et al., 2015). Perėjimas prie ekologiškesnių operacijų ir produktų privertė įmones ieškoti alternatyvų, įgalinančių efektyvumo didinimo ir veiklos ekologiškumo balanso. Taigi, aplinkosauginė paradigma tapo filosofija ir veiklos požiūriu, siekiant sumažinti neigiamą organizacijos produktų ir paslaugų ekologinį poveikį, taip pat pagerinti jų veiklos aplinkosauginį efektyvumą ir kartu pasiekti savo finansinius tikslus. Paradigma operuojama žaliosiomis iniciatyvomis, palaikomomis metodais ir įrankiais (Digalwar et al., 2013). Atliekant literatūros analizę, pastebima, kad dauguma mokslininkų siūlo ištirti naujas strategijas ir metodus, skirtus pagerinti aplinkosauginį veiksmingumą. Pasak jų, tokios strategijos kaip ISO 14001 sertifikavimas, gyvavimo ciklo vertinimas (LCA), atliekų tvarkymas, pakartotinis naudojimas ir reprodukcija turėtų būti integruotos ir remtis kitomis gamybos valdymo sistemomis (Cheah et al., 2013; Chiarini, 2014; Fujii et al., 2013; Guziana & Dobers, 2013; 2012; Zeng et al., 2010).

Lean metodai tvarumo link. Lean gamybos sistema daro poveikį aplinkos apsaugai, pvz., išmetamųjų teršalų kiekio mažinimui, vandeniui ir dirvožemiui, taip pat vandens ir energijos vartojimo efektyvumui. Kiekvieną kartą, kai taikomas Lean įrankis ar principas, yra daromas poveikis aplinkai (lentelė Nr.2) (Chiarini, 2014; Somanaathan, 2011).

Lentelė Nr. 2 Švaistymų tipai ir jų poveikis aplinkai,

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Chiarini, 2014; Samanaathan, 2011)

Švaistymo tipas	Poveikis aplinkai
Defektai	Žaliavos panaudotos gaminant brokuotą gaminį; Defektuotos dalys reikalauja perdirbimo arba šalinimo; Perdarymo arba taisymo procesai reikalauja daugiau vietos ir sunaudoja daugiau energijos;
Nereikalingas laukimas	Potencialus medžiagos sugadinimas arba komponento sugadinimas, sukeliantis papildomas atliekas; Išeikvota papildoma energija prastovoms; Mažinamos įrenginių prastovos, susijusios su įrenginių poreikio sumažėjimu.
Perprodukcija	Daugiau žaliavos išnaudota gaminant nereikalingą produkciją; Perteklius gali sugesti, tapti atliekomis;
Nereikalingas judėjimas ir transportavimas	Išnaudojama didesnė energiją transportui; Padidėjusi emisija dėl nereikalingo transportavimo; Išnaudojama didesnė erdvė WIP darbo eigoje (work in process) judėjimui, sąlygojanti išaugusį energijos sunaudojimą; Sunaudojama daugiau pakuotės apsaugančios produktus transportavimo metu;
Įranga	Išnaudojama daugiau pakuotės WIP metu; Atliekų padidėjimas nuo sugedusios įrangos laikymo; Panaudojama daugiau išteklių pervežant įrenginį; Sunaudojama daugiau energijos sandėliavimo vietoje;
Nereikalingi procesai	Daugiau detalių bei žaliavos panaudota vienam produkcijos vienetui; Nereikalingas procesas padidina atliekų kiekį, energijos sunaudojimą bei emisiją;
Nepanaudotas kūrybingumas	Sumažina galimybę gauti pasiūlymus kaip mažinti užteršimą bei atliekų kaupimąsi.

Lean gamybinės sistemos diegimas organizacijoje galėtų tiesiogiai gerinti visuomenės gerovę gerinant įmonės aplinkosauginį veiksmingumą (Hart, 2015). Lean sistema siūlo kelis metodus padėsiančius įmonei sumažinti švaistymus (Chiarini, 2014). Pagal šią logiką, "gera namų

ūkio" praktika yra susijusi su Lean gamybos sistema, kuri generuoja papildomą naudą mažinant švaistymus, atliekų kiekį. "Nulinės atliekos" yra Lean gamybos mantra (King & Lenox, 2001). Mokslininkai pateikia lean metodus, padedančius gamybinėms įmonėms siekti tvarių tikslų mažinančių poveikį aplinkai (Chiarini, 2014; Somanaathan, 2011):

- Vertės Srauto Žemėlapis (VSM)- identifikuojantis švaistymus veiklos sraute;
- 5S metodas- nustatant tvarką ir laikantis jos;
- Gamybinės celės metodas- grupuojantis įrenginius ir darbo vietas;
- Visuotinė įrenginių priežiūra (TPM)- mažinantis įrangos klaidas;
- Kaizen- nuolatinis tobulinimas;
- Kanban/JIN- vientisas proceso vertės srautas, be nuostolių su efektyviai valdomomis atsargomis.

Vertės Srauto Modeliavimas. VSM yra tipiškas Lean įrankis, kurio pagalba vadovai gali nubraižyti visus organizacijos procesus, nuo žaliavos pateikimo iki gatavo produkto. Susiedami gamybos procesus, vadovai gali identifikuoti atliekas ir jas kiekybiškai įvertinti (Rother M., 2003). Metodas gali vizualizuoti ir įvertinti gamybos proceso rezultatus tvarumo požiūriu. Wills (2009) siūlo šį Lean metodą naudoti aplinkos poveikio nustatymui, panaudojant tas pačias ikonas braižyti Aplinkos Vertės Žemėlapi. Vadovai naudojantys šitokį metodą galėtų nustatyti septynis aplinkosaugos švaistymus (Wills, 2009):

- energijos,
- vandens,
- medžiagų,
- šiukšlių,
- transporto,
- emisijos,
- biologinės įvairovės.

5S metodas. 5S- atliekų mažinimo ir produktyvumo optimizavimo sistema, išlaikant tvarkingą darbo vietą ir naudojant vizualines užuominas, kad būtų pasiekti nuoseklesni veiklos rezultatai. Šio metodo įgyvendinimas iš esmės "išvalo" ir organizuoja darbo vietą, paprastai tai

yra pirmasis Lean metodas, kurį organizacijos įgyvendina. Šis metodas pateikia produktyvios darbo aplinkos organizavimo, valymo, kūrimo ir palaikymo metodiką. Šis Lean metodas skatina darbuotojus gerinti savo darbo sąlygas ir padeda jiems išmokti mažinti atliekas, neplanuotas prastovas ir atsargų panaudojimą gamybos procese (<https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-5s>). 5S metodas paprastai yra sudarytas iš penkių tikslų žingsnių. Šie žingsniai yra: surūšiuok, sutvarkyk, užtikrink tvarką, palaikyk savikontrolę (Chiarini, 2014). 5S metodas gali sumažinti grindų erdvę gamybos veiklai. Dėl to gali sumažėti infrastruktūros energijos naudojimas ir netgi erdvės naudojimas (Randhawa & Ahuja, 2017). 5S metodo poveikis pateikiamas lentelėje Nr. 3.

Lentelė Nr. 3 5S metodo poveikis aplinkai,

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Chiarini, 2014; <https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-5s>)

Poveikis aplinkai	5S metodas
Geresnis įvairių rūšių pramoninių šiukšlių (plastiko, metalo, kartono, alyvuotų skudurų ir tirpiklio) identifikavimas ir atskyrimas	Klaidų sumažinimas atskirai renkant šiukšles pagal Europos atliekų katalogo kodavimą
Energijos, apšvietimui, sumažinimas	Langų priežiūra padeda nuolat turėti švarius langus, kurie garantuotų natūralios šviesos patekimą į erdvę.
Energijos, apšvietimui bei šildymui, mažinimas	Darbo, saugojimo, gamybos užimamo ploto sumažėjimas įgyvendinus 5S žingsnius
Alyvų nutekėjimo pastebimumas	Švarinimasis leidžia greičiau pastebėti alyvų, kitų tepalų nutekėjimą
Atsitikimų, dėl kurių gali išsilieti tepalai ar pavojingos medžiagos sumažėjimas	Aiškiai pažymėtas judėjimo kelias, garantuojantis kliūčių panaikinimą ir avarijų išvengimą
Energijos, sunaudojamos defektų pagaminimui, mažinimas	Nuolatinis švarinimasis užkirs kelią purvo ir kt. patekimui ant gaminio paviršiaus, tai leis sumažinti brokuotų gaminių gamybą, kuri reikalauja papildomos energijos
Cheminių medžiagų, žaliavų naudojimo mažinimas	Tinkamas įrangos išdėstymas bei medžiagų reikalingų tos įrangos procesams atlikti išdėstymas leidžia koordinuoti turimas, besibaigiančias, trūkstamas medžiagas bei žaliavas, ty. užsakyti žaliavą ar medžiagą tik jai pasibaigus
Pagerintas darbuotojų aplinkosauginis supratimas	5S vizualios informacinės atliekų tvarkymo instrukcijos, reagavimo į avarijas procedūros darbo vietose užtikrina darbuotojų atsakingą požiūrį į daromą poveikį aplinkai
Dažų, cheminių ploviklių naudojimo padidėjimas	Įrangos, judėjimo kelio ženklavimui naudojami dažai bei švaros užtikrinimui naudojami cheminiai plovikliai

Gamybinės celės metodas. Dirbant pagal šį metodą, gamybinės stotelės (celės) bei įrenginiai yra išdėstyti eilės tvarka, užtikrinant sklandų žaliavos, komponentų srautą gamybiniame produkto procese, su minimaliu transportavimu, laukimu bei atliekomis. Produktas pereina iš vieno langelio į kitą, kiekviena stotis baigia dalį gamybos proceso. Dažnai celės yra išdėstytos U

formos išdėstymu, tai leidžia darbuotojui judėti mažiau ir turėti galimybę lengviau sekti visą procesą. Vienas iš didžiausių tokios gamybos privalumų yra didelis lankstumas. Dauguma įrenginių yra automatiniai, todėl paprastus pakeitimus galima padaryti labai greitai. Tai leidžia keisti produkto įvairovę, iš dalies keisti dizainą, o kraštutiniais atvejais, netgi visiškai pakeisti bendrą dizainą. Šie pokyčiai gali būti atlikti labai greitai ir tiksliai. Energijos suvartojimo mažėjimas, elektrinių vėžimėlių, kurie įprastai kursuoja tarp įrenginių, judėjimo sumažėjimas įtakojantis retesnę akumuliatorių keitimą. Šio metodo poveikis aplinkai pateikiamas lentelėje Nr.4.

Lentelė Nr. 4 Celės (cellular) metodo poveikis aplinkai,

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Chiarini, 2014, <https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-cellular-manufacturing>)

Poveikis aplinkai	Celės metodas
Energijos mažėjimas	Sumažėjęs judėjimas, žaliavos tiekimo kelio sutrumpėjimas sąlygojantis elektros vartojimo sumažėjimą
Padidėjęs neteisingai tvarkomų atliekų kiekis	Darbuotojui prižiūrint nebe vieną įrenginį, o visą įrenginių celę, padidėja tikimybė neteisingo rūšiavimo ir atliekų tvarkymo

Visuotinė įrenginių priežiūra (TPM). Šis metodas siekia sumažinti įrenginių prastovas dėl gedimų. TPM valdomas dviem svarbiais lygmenimis. Pirmasis ir pagrindinis lygmuo vadinamas savarankiška priežiūra. Operatoriai kiekvieną dieną turi valyti įrenginį ir atlikti pagrindinę techninę priežiūrą, pavyzdžiui, papildyti alyvos lygį, išvalyti filtrus, patikrinti slėgį, temperatūrą ir pan. Antrasis- inžinerinis lygmuo, kai prižiūrėtojai renka duomenis, susijusius su gedimų dažniais, kad galėtų nustatyti prevencinę techninės priežiūros programą (Chiarini, 2014). Šio metodo tikslas – visiškai pašalinti visus nuostolius, įskaitant gedimus, neteisingų įrangos nustatymų ir reguliavimų sukeltus nuostolius, tuščiosios eigos ir nedidelius sustabdymus, sumažintą greitį, defektus ir perdarymą, išsiliejimus ir proceso sutrikimų sąlygas, pelningumo nuostolius. Galutiniai TPM tikslai yra nulinis įrangos gedimas ir nuliniai produkto defektai, dėl kurių pagerėja gamybos turto ir gamybinių pajėgumų panaudojimas. TPM poveikis aplinkai pateikiamas lentelėje Nr. 5. (<https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-tpm>)

Lentelė Nr. 5 TPM metodo poveikis aplinkai,

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Chiarini, 2014, <https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-tpm>))

Poveikis aplinkai	TPM metodas
Sumažėjęs aliejinių nuotekų pateikimas ant grindų (grunto)	Kasdienė prevencinė įrangos priežiūra
Sumažėjęs teršalų išmetimas į orą, filtravimo įrangos prevencinės priežiūros pagalba	Kasdienė prevencinė įrangos priežiūra
Retesnis įrenginių keitimas	Tinkama įrangos priežiūra prailgina įrenginių gyvavimą
Mažesnis gamybinių atrašų, atliekų kiekis	Sumažėjęs defektų kiekis dėl tinkamos įrangos priežiūros
Energijos, defektų, broko perdarymui, mažėjimas	Sumažėjęs reikalingų perdaryti gaminių kiekis dėl tinkamos įrangos priežiūros

Kaizen. Aplinkosauginių tikslų įgyvendinimo sėkmė tiesiogiai priklauso nuo organizacijos darbuotojų. Vadovybės išitraukimas yra svarbus, tačiau nepakankamas. Komunikavimas tarp vadovybės ir darbuotojų yra būtina sąlyga sėkmingam informacijos srautui užtikrinti. Kai aplinkosauginiai tikslai yra darbuotojų suprantami, vyriausia vadovybė privalo imtis mokymosi programos įgyvendinimo. Mokymas privalo būti nuolatinis, aiškiai perteikdamas atsakomybę už atliekamą darbą, kuris tiesiogiai įtakoja kokybiško gaminio kūrimo procesą (Mahesh Gupta, 1996). Taigi, geriausias požiūris į efektyvumą ir tvarumą yra inovacijos. Kiekvieną kartą kai diegiamos inovacijos tvarumo link Lean sistemoje, jos kuria aplinkosauginę, ekonominę bei socialinę vertę organizacijai (Aguado et al., 2013).

Kanban/JIN. Taikant tradicinius masinės gamybos metodus gaminami dideli identiški produktų kiekiai, o po to saugomi iki kliento užsakymų. “Pačiu laiku” (ang. Just in Time/ JIT) metode detalių ar prekių judėjimas vyksta tik esant poreikiui. Gamyboje galutinė prekė gaminama tik esant pirkėjo užsakymui, ty. gamybos procesas vyksta iš tiekėjo į vartotoją. Kiekvienama žingsnyje “ištraukiama” (ang. Pull) tik tiek, kiek nurodo *Kanban*. Tik tie produktai, kurie yra 100proc be defektų traukiami toliau per gamybos liniją, tokiu būdu defektai yra pastebimi anksčiausioje fazėje ir yra iškart pataisomi. Tokiu būdu defektai pasitaiko nedideliais kiekiais. Nuolatinis *Kanban* mažinimas, jo tubulinimas, mažina bendrą atsargų lygį

(<https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-jitkanban>). Kanban/JIN metodų poveikis aplinkai pateikiamas lentelėje Nr. 6.

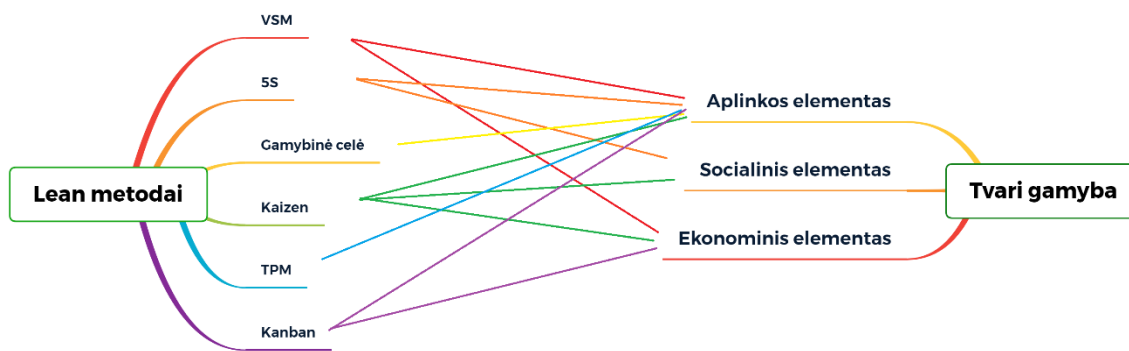
Lentelė Nr. 6 Kanban/JIT metodo poveikis aplinkai,

(Šaltinis: sudaryta autorės remiantis <https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-jitkanban>)

Poveikis aplinkai	Kanban/JIN metodas
Atliekų mažinimas	Gaminamo kiekio kontrolė leidžia sumažinti perprodukciją, kurios met ugali susidaryti papildomos atliekos
Žaliavos panaudojimo mažinimas	Gaminamo kiekio kontrolė leidžia efektyviai naudoti žaliavą gamybinėms partijoms tik užsakytiems gaminiams
Energijos, emisijos, išmetamųjų į orą teršalų mažinimas	Perprodukcijos nebuvimas sąlygoja mažesnę išteklių panaudojimą
Energijos, apšvietimui bei šildymui, mažinimas	Gamybos užimamo ploto sumažėjimas įgyvendinus JIN metodą
Energijos sumažinimas	Optimizuotas inventoriaus kiekis neleidžia perteklinių įrenginių saugojimo ir naudojimo

3.1. Lean metodų įtakos tvariai gamybai teorinis modelis

Atlikus teorinę Lean metodų poveikio tvariai gamybai analizę bei išanalizavus teorijoje pateiktus autorių (Aguado et al., 2013; Ben et al., 2016; Chiarini, 2014; Somanaathan, 2011) tyrimus, remiantis jais pateikiamas apibendrinantis Lean metodų įtakos tvarios gamybos elementams teorinis modelis pav. Nr. 10.



pav. 10 Lean metodų įtaka tvarios gamybos elementams teorinis modelis

(Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis (Aguado et al., 2013; Ben et al., 2016; Chiarini, 2014; Somanaathan, 2011))

Paveiksle Nr. 10 pateikiama literatūroje išanalizuotų Lean metodų poveikį kiekvienam iš tvarios gamybos elementų. Remiantis aukščiau minėtais autoriais *VSM* metodo taikymas padeda pasiekti geresnių aplinkos elemento tikslų, ty. pastebėti bei eliminuoti švaistymus braižant veiklos žemėlapi, bei tuo pačiu sutaupant pasiekti geresnių ekonominių rodiklių. *5S* metodo dėka mažinamos atliekos, prastovos bei atsargų kiekis taip gerinant aplinką, o gerinant darbuotojų darbo vietos sąlygas siekiama pasiekti socialinio elemento tikslus. Taikant *gamybinės celės* metodą, sumažėje energijos naudojimas. Energijos mažėjimo rodiklis yra aplinkos elemento vertinimo kriterijus, todėl galima teigti, kad gamybinėje organizacijoje pritaikius gamybinės celės metodą – gerinamas aplinkos elementas. *Kaizen* metodas skatinantis nuolatinį tobulinimąsi veikia aplinkos elementą per aplinkosauginių tikslų suvokimą, socialinį elementą per sėkmingą komunikavimą tarp vadovų ir pavaldinių, ekonominį per aiškiai suvokiamus tikslus, kurių siekia kompanija. *TPM* metodas daro poveikį aplinkai per oro, grunto užteršimo rizikos mažinimą, įrenginių sugedimo mažėjimas, prevencinių patikrų dėka. Kanban metodo praktikoje naudojimas mažina bendrą atsargų lygį taip teigiamai veikdamas aplinkos bei ekonominius elementus.

Remiantis Chiarini (2014), literatūros analizės rezultatai rodo, kad Lean įgyvendinimas duoda naudos aplinkos valdymui. Lean metodai yra efektyvūs siekiant aplinkos gerinimo. Vieni Lean metodai teikia daugiau naudos aplinkos gerinimui, kiti mažiau. Literatūros analizė (Aguado et al., 2013; Ben et al., 2016; Chiarini, 2014; Somanaathan, 2011) parodė, kad mokslininkai nagrinėja Lean metodų įtaką tvarios gamybos tiklams užsienio kompanijose. Šis aspektas įtakoja mano

pasirinkimą analizuoti Lietuvos gamybinėse organizacijose naudojamus Lean metodus, tirti ir nustatyti Lean metodų poveikį tvariai gamybai. Pasirėmus Chiarini (2014) galima teigti, kad yra ryšys tarp Lean metodų ir tvarios gamybos praktikos. Tas ryšys tai Lean gamybos dėmesys švaistymų šalinimui, vertės srauto optimizavimas, nuolatinis, inovacijomis pagrįstas, organizacijos tobulėjimas. Gamybinės bendrovės, dirbančios pagal Lean sistemą gali lengvai tapti “žalesnėmis” bendrovėmis. Lean mąstymas padeda įmonėms tapti žaliomis, net kai jos neturi tiesioginio ketinimo sumažinti poveikio aplinkai.

4. LEAN METODŲ POVEIKIO TVARIAI GAMYBAI EMPIRINIS TYRIMAS

4.1 Tyrimo metodika

Tyrimo klausimas:

Kokį poveikį daro Lean metodai tvariai gamybai?

Tyrimo tikslas:

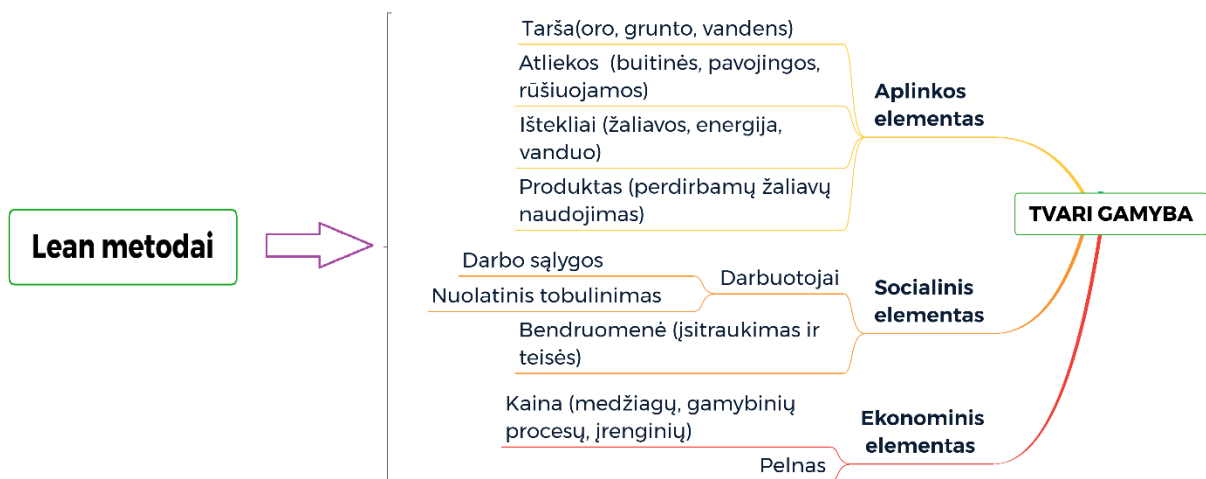
Nustatyti Lean metodų poveikį tvariai gamybai Lietuvos gamybinėse organizacijose.

Tyrimo tikslui pasiekti iškelti uždaviniai:

1. Parengti interviu klausimyną.
2. Atrinkti, tyrimui tinkančias, gamybines organizacijas.
3. Atlikti žvalgomąjį pusiau struktūruotą interviu su ekspertais.
4. Paruošti galutinį klausimyną atsižvelgiant į žvalgomojo interviu metu gautus pastebėjimus.
5. Atlikti interviu su atrinktais kandidatais.
6. Išanalizuoti gautus duomenis.

Tyrimo imtis ir populiacija: Tyrimo tikslui pasiekti buvo pasirinkta tikslinė respondentų atranka, kurioje buvo kontaktuojama vien su gamybinėmis organizacijomis, kurios viešai skelbia dirbančios pagal Lean sistemą. Organizacijose buvo ieškomi Lean ekspertai, kurie geriausiai galėtų atsakyti į tyrimo klausimus. Šio tyrimo atveju yra laikomasi tokio imties dydžio nustatymo principo- duomenys renkami tol, kol nauji duomenys nebeteikia naujos informacijos, kuri yra naudinga, arba kol subjektyviai įvertinama, kad surinktų duomenų apimtis yra pakankama ir tenkina tyrėją. Tyrimo populiaciją sudarė Lietuvos gamybinės organizacijos dirbančios pagal Lean sistemą.

Detalizuotas tyrimo modelis. Tyrimo apie Lean metodų poveikį tvariai gamybai detalizuotas tyrimo modelis pateikiamas paveiksle Nr.11.



pav. 11 Empirinio tyrimo Lean metodų poveikis tvariai gamybai detalizuotas tyrimo modelis

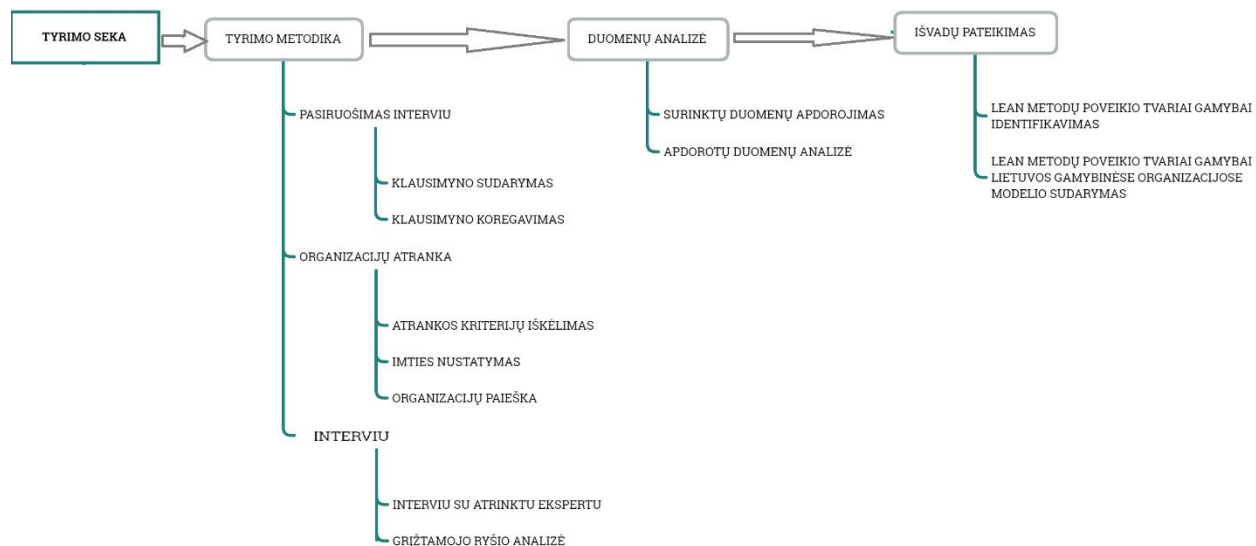
Šaltinis: (sudaryta autorės, remiantis (Feng & Joung, 2011; Huang & Badurdeen, 2017; Veleva & Ellenbecker, 2001b))

Tyrimo klausimas- kokią poveikį Lean metodai daro tvariai gamybai, todėl modelis susideda iš dviejų kintamųjų- iš vienos pusės Lean metodai, iš kitos- tvarios gamybos elementai. Tvari gamyba išsiskaido į tris pagrindinius elementus- aplinkos, socialinį bei ekonominį. Kiekvienas iš elementų išsiskaido į smulkesnes elementų sudedamąsias dalis- subelementus. Juos apjungia vertinimo rodikliai. Tyrimo tikslas yra nustatyti Lean metodų naudojamų Lietuvos gamybos organizacijose poveikį tvariai gamybai.

Tyrimo eiga:

1. Tyrimo metodika;
2. Duomenų analizė;
3. Išvadų pateikimas.

Tyrimas susideda iš trijų etapų, jo seka yra pavaizduota paveiksle Nr. 12.



pav. 12 Empirinio tyrimo Lean metodų poveikis tvariai gamybai tyrimo seka

Šaltinis: (sudaryta autorės)

Pirmasis etapas susideda iš *pasiruošimo interviu, organizacijų atrankos bei interviu*. Pasiruošimo interviu metu buvo siekiama sudaryti tinkamus klausimus struktūruotam interviu, klausimynas buvo derinamas su darbo vadovu.

Respondentų atranka- tikslinė, ty. interviu dalyvaujančios organizacijos turėjo atitikti dvi pagrindines iškeltas charakteristikas: veikti pagal Lean sistemą bei būti gamintojomis. Atrinktos organizacijose buvo ieškomi Lean ekspertai, kokybės vadovai arba vadovai įgyvendinantys Lean strategiją. Su respondentais buvo kontaktuojama tiesiogiai elektroniniu paštu arba per linked.in platformą. Buvo išsiųsta dvidešimt interviu pakvietimų. Gauti septyni sutikimai dalyvauti tyrime. Visi sutikę, paprašė iš anksto susipažinti su tyrimo eiga ir klausimais. Respondentams buvo išsiųsti interviu pristatymo laišakai, kurių tikslas supažindinti respondentus su pokalbio temomis, duomenimis, kurie gali būtų reikalingi. Vienas iš respondentų, įvertinęs interviu pristatymą, dalyvauti interviu atsisakė, grįždamas, kad kompanijos duomenys yra slapti ir jais dalintis su asmenimis iš išorės negali. Galutinai buvo apklausti šeši Lean ekspertai. Jų atsakymuose dažniausiai sutinkami tie patys metodai, todėl laikomasi nuomonės, kad ši imtis tenkina tyrėją. Lenteletėje Nr. 7 pateikti demografiniai respondentų duomenys.

Lentelė Nr. 7 Demografiniai respondentų duomenys

Šaltinis: (sudaryta autorės remiantis empirinio tyrimo duomenimis)

Eksperto kodas	Kokio dydžio organizacija	Kada pradėta diegti Lean	Eksperto pareigos	Darbo stažas
E1	apie 200 darbuotojų	2015m.	Padalinio vadovas	>20m.
E2	200-500 darb.	2016m.	Lean konsultantas	<5m.
E3	apie 200 darbuotojų	2016m.	Lean vadovas	<5m.
E4	apie 200 darbuotojų	2018m.	Lean specialistas	>5m.
E5	200-500 darb.	2012m.	Lean vadovas	<5m.
E6	200-500 darb.	2012m.	Kokybės vadovas	>5m.

Visi apklaustieji ekspertai yra iš didesnių gamybinių organizacijų, kurių darbuotojų skaičius yra nuo 200 iki 500. Dvi organizacijos (E5,E6) pradėjo diegti sistemą beveik prieš dešimtmetį, E1 - prieš 6 metus, E2 bei E3 prieš 5metus, E4- prieš 3metus. Visi ekspertai užima su Lean sistema susijusias pareigas, jų darbo stažas svyruoja nuo 2m iki 20 metų.

Pusiausvyruoto tipo interviu yra pakankamai lankstus, jo seka nėra kontroliuojama tyrėjo bei leidžiantis pakoreguoti klausimus interviu metu, siekiant gauti papildomos naudingos informacijos. Pasiruošimas interviu prasidėjo klausimyno sudarymu, jo aptarimu su darbo vadovu bei korekcijomis atsižvelgiant į vadovo bei žvalgomąjo interviu metu iš respondento gautus pastebėjimus bei pastabas. Remiantis detalizuotu tyrimo modeliu interviu yra padalintas į tris dalis, pirma dalis- klausimai susiję su aplinkos elementu ir lean metodais, antrasis- su socialiniu elementu ir lean metodais bei trečiasis su ekonominiu elementu ir lean metodais. Kiekvienos dalies klausimais gilinamasi į lean metodus naudojamus organizacijoje ir darančius poveikį tamtikro elemento subelemento pasikeitimams. Tvarios gamybos elementų išsiskaidymas bei rodikliai remiasi mokslinės literatūros ir tyrimų analize. Klausimyno pabaigoje surenkami demografiniai ir socialiniai duomenys- organizacijos dydis, Lean sistemos įdiegimo metai, apklausiamojo pareigos ir stažas. Klausimyno pavyzdys yra pridedamas priede Nr. 1.

Interviu. Prieš atliekant galutinį interviu, nuspręta atlikti vieną žvalgomąjį interviu, kurio metu buvo siekta išsiaiškinti ar paruoštas klausimynas yra pakankamai aiškus bei naudingas. Respondentui klausimai pasirodė aiškūs, interviu eiga suprantama. Tačiau paminėjo, kad jam trūko vaizdinės medžiagos, kuri atspindėtų tvarios gamybos elementų išsišakojimą ir rodiklius. Todėl

atsižvelgiant į respondento pasiūlymą kaip galima patobulinti interviu, buvo nuspręsta interviu metu dalintis vaizdine medžiaga su tvarios gamybos elementų paveikslais. Šie paveiksiai- vizualus instrumentas, padedantis respondentui geriau suprasti tvarios gamybos elementus, jų vertinimą ir konkrečiau suvokti kokiais rodikliais išmatuojami elementų pokyčiai. Interviu vyko balandžio mėnesį, telefoninių pokalbių būdu, atsakymai protokoluojami.

Antrasis etapas- duomenų analizė. Antrajame etape buvo analizuojami interviu metu surinkti duomenys. Analizės tikslas- nustatyti Lean metodų poveikį tvariai gamybai per jos sudedamuosius elementus.

4.2. Duomenų analizė

Antrasis autorinio tyrimo etapas: *duomenų analizė*, ty. surinktų duomenų apdorojimas. Respondentų atsakymai yra sugrupuoti į tris dalis remiantis trejais tvarios gamybos elementais- aplinkos, socialiniu bei ekonominiu. Kiekvienoje grupėje užduodami klausimai susiję su organizacijoje naudojamais lean metodais, kurie daro poveikį to elemento (pvz. aplinkos) subelemento(pvz. taršai ir tt.) pokyčiams. Duomenų analizė- nestatistinė interpretacija. Respondentų duomenų analizės metu buvo orientuojamasi į tiriamų reiškinių supratimą, į ryšių tarp tiriamų elementų nustatymą bei lyginimą su mokslinės literatūros analizės metu gauta sistetine medžiaga.

Ekspertų atsakymai į klausimus susijusius su Aplinkos elementu ir jo subelementais yra pateikiami Lentelėse Nr. 8,9,10, 11.

Lentelė Nr. 8 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis taršai)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

	Ekspertų atsakymai
Kategorija: Aplinkos elementas-> Subkategorija: Poveikis taršai	
	E1
5S, TPM, SMED	<i>“pagrindinis metodas būtų 5S, kai yra sutvarkyta darbo vieta yra aiškiai nurodomos rūšiavimui skirtos vietos, tai padeda sumažinti bendrai taršą, yra nustatomos ir vandens panaudojimo normos- skatiname mažiau naudoti vandens darbo vietos valymui, beto tai padeda sumažinti ir dulketumą patalpoje...”</i> <i>“Standartizuotos darbo vietos irgi įtakoja šį elementą, supraskit atliekų rūšiavimas, atliekų kiekio mažinimas, vandens sunaudojimo mažinimas – įrengimų valymo standartai, nuotekų mažinimas, visa tai.”</i> <i>“Dar galima paminėti TPM- jis tikrai įtakoja pavojingų atliekų kiekio susidarymą, ty sumažina, nuotekų mažinimas, kaip anksčiau minėjau, aplinkos dulketumo mažinimas, beveik visada eliminuoja tepalų patekimo į nuotekas ir gruntą riziką, na ir SMED metodas labiausiai per atliekų susidarymo mažinimą”</i> <i>“...bendrai visi šie metodai, siekia sumažinti betkokį neigiamą poveikį ir orui, ir gruntui ir vandens užteršimui”</i>
	E2
Kaizen, VSM	<i>„Kaizen- darbuotojų pasiūlymai generuoja taršos mažinimo idėjas – pvz.: kaip sunaudoti mažiau medžiagų, kurios daro poveikį taršai, kaip gerinti kokybę ir laiku pastebėti netinkamai šalinamas atliekas, mažinti laukimo laiką ir kitus švaistymus, kurie prisideda prie didesnės CO2 emisijos“.</i> <i>“Vertės srauto diagrama leidžia identifikuoti vietas procesuose, kur sunaudojama daugiau išteklių, kur naudojami chemikalai, susidaro daugiau atliekų ir t.t. Identifikavus tokias vietas lengviau valdyti procesą ir arba šalinti švaistymus, kurie prisideda prie taršos arba mažinti jų neigiamą poveikį aplinkai“.</i>
	E3
5S	<i>„5S- kai sutvarkyta darbo vieta, kai žinoma valymo schema, sunaudojama mažiau vandens. Taip pat išvengiama tepalų patekimo ant grindų rizikos“.</i>
	E4
Kaizen, 5S, Gemba	<i>„Kaizen- kai mažinamas bendras energijos suvartojimas“.</i> <i>“5S metodas užtikrina tinkamą atliekų rūšiavimą”.</i> <i>„Gemba- kasdienis gamybinių patalpų bei sandėlio auditas.“</i>
	E5
5S, Kaizen	<i>„5S pagalba numatomas visų tipų atliekų rūšiavimas ir tai aiškiai parodo darbuotojams rūšiavimo vietas, kas kam yra skirta“</i> <i>„Kaizen kai generuojamos idėjos saugos gerinimui, taršos mažinimui, kai patys darbuotojai generuoja pokyčius link tvaresnės veiklos.“</i>
	E6
5S	<i>„Reguliariai tvarkantis savo darbo vietą, kurioje praleidžiamas laikas, automatiškai tai tampa įpročiu ir jeigu yra sukurtos taisyklės, kurių dėka papildomai saugoma gamta- pvz tepalų naudojimo vietos, nurodytas čiaupo užsukimas, vandens saugojimas- šis metodas naudojamas mūsų organizacijoje padeda tvariau organizuoti kasdienes darbus.“</i>

Lentelė Nr. 9 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis atliekų susidarymui)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Kategorija: Aplinkos elementas-> Subkategorija: Poveikis atliekų susidarymui	
	E1
5S, SMED, TPM	“ na čia reikėtų kartotis, nes metodas 5S, teisingai surūšiuoja atliekas, jos tinkamos perdirbimui, sumažina neteisingai surūšiuotų atliekų kiekį” “...bendrai paėmus įmonės tiksluose yra kuo daugiau sunaudoti perdirbimui tinkamą žaliavą” “SMED metodas kai greitai perderinama įranga, sumažina atliekų susidarymą perderinimo metu, o TPM pagalba mažinama pavojingų atliekų susidarymą”
	E2
Kaizen, 5S	“Kaizen- darbuotojų pasiūlymų dėka pavyksta sumažinti buitinių ir rūšiuojamų atliekų kiekį. Yra buvęs pavyzdys, kur buvo pasiūlyta atsisakyti vienkartinį kavos puodelių ir juos pakeisti nuosavais daugkartiniais puodeliais.” „5s sistemos dėka lengviau identifikuoti kaip teisingai rūšiuoti ir utilizuoti atliekas (pvz.: konteinerių žymėjimas tam tikromis spalvomis, “labels”“
	E3
5S	„5S metodas, kai valdoma pagal vizualų standartą. Užtikrina atliekų nesikaupimą ir reguliary išmetimą/išvežimą.“
	E4
TPM, Kaizen	„Optimizuotas techninės priežiūros dažnumas (TPM) – sugeneruojama mažiau atliekų liekančių po priežiūros.” „Įvairūs patobulinimai organizacijoje dėka Kaizen nuo popieriaus sunaudojimo mažinimo iki atliekų perdirbimo.”
	E5
5S	„Darbo vietoms vizualizuoti naudojami žymėjimai lipnia juosta. Lieka popierinės juostos.”
	E6
TPM	“Įrangos patikrinimai, reguliarūs, nuolatiniai padeda pasiruošti gedimams, bei numatyti atliekų kiekį- kai tik per mažai prižiūrimos staklės- didesnė galimybė brokui- o tai reiškia daugiau atliekų”.

Lentelė Nr. 10 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis išteklių naudojimui)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Kategorija: Aplinkos elementas-> Subkategorija: Poveikis išteklių naudojimui	
	E1
SMED, TPM	„Perdirbamos žaliavos atskyrimas ir grąžinimas kaip perdirbimas į gamybos procesą keičiant produkto formatus SMED metodo pagalba“ „TPM- Elektros naudojimo mažinimas, per suspausto oro kompresorius bei taip mažinant elektros sąnaudas ir pratekėjimų sistemose mažinimas“
	E2
Standartizuotas darbas, Kaizen	„Skyriuose, kur įdiegtas standartizuotas darbas lengviau užtikrinti, kad darbuotojai prisilaiko vienodo ir geriausio metodo atlikti darbą, tokių būdu sumažinant tikimybę, kad atsirastų papildomi išteklių švaistymai dėl pernelyg didelės variacijos darbų atlikime.“ „Darbuotojų pasiūlymai (Kaizen) leidžia nuolat gerinti procesus taip, kad būtų naudojama mažiau išteklių ten kur nereikia.“
	E3
Kanban, SMED, Kaizen	„Kanban- palaiko optimalų, nepertraukiamai gamybai užtikrinti būtiną gamybinių žaliavų kiekį. Užtikrina, kad nėra sandėliuojama (užšaldoma) perteklinė žaliava, kuri turi rizikos būti nepanaudota.“ „SMED- Mažina perdarinėjimą sunaudojamos gamybinės žaliavos sunaudojimą.“ „Įgyvendinami darbuotojų pasiūlymai Kaizen pagalba, kaip pavyzdžiui elektros energijos taupymui, pvz., judesio daviklių instaliavimas; automatinis įrangos išjungimas po numatyto laiko.“
	E4
Kaizen, Standartizuotas darbas	„Nuolatinis suvartojamos energijos optimizavimas Kaizen pagalba. Tai vyksta natūraliai, kadangi pagrindinis Lean tikslas yra optimizuoti kaštus, o energija yra vienas iš pagrindinių kaštų gamybinėje įmonėje.“ „Instrukcijos nusakančios, ką reikia daryti norint pasiekti optimaliausią energijos suvartojimą (įrenginių išjungimo instrukcijos ir t.t.)“
	E5
5S	„Visos susidarančios atliekos rūšiuojamos pagal vidinę galiojančią tvarką.“
	E6
Standartizuotas darbas	„Standartizuotas gamybinių partijų planavimas pagal instrukcijas, numatant kiek kokios medžiagos reikės, siekiama gaminti be sustojimų, didesnėmis partijomis, tam kad išvengtume staklių paleidimo kaštų. Žaliavos pirkimams taip pat standartizuoti planavimo žingsniai, kad žaliava atvažiuotų tuo laiku, kaip numatyti, be ilgų sustojimų sandėlyje“

Lentelė Nr. 11 Lean metodų poveikis aplinkos elementui (poveikis perdirbamų žaliavų naudojimui)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Kategorija: Aplinkos elementas-> subkategorija: Perdirbamos žaliavos	
	E1
	<i>“Lean metodai tam įtakos nedaro.</i> <i>Perdirbamų žaliavų naudojimui/pakartotiniam naudojimui įtaką daro visai kiti procesai:</i> - <i>Galutinio produkto vystymas, nes susiję su produkto funkcinėmis ir fizikinėmis savybėmis</i> - <i>Produkto savikaina – gali būti mažinama arba didinama</i> - <i>Šalių Teisinis reguliavimas, maisto saugos reikalavimai</i> - <i>Galimybės rinkoje gauti perdirbamą žaliavą”</i>
	E2
Kaizen	<i>“Darbuotojų pasiūlymai leidžia nuolat gerinti procesus, atrandant naujų/efektyvesnių būdų panaudoti perdirbamos žaliavas/perdirbti esamas.”</i>
	E3
Kaizen	<i>“Šviečiame darbuotojus apie perdirbimą, vykdomė mokymus, kad darbuotojai rūšiuotų ir skatintų perdirbimą”.</i>
	E4
Kaizen	<i>“Skatinamas daugkartinės taros naudojimas siekiant sumažinti gamybos kaštus ilgame laikotarpyje”</i>
	E5
Standartizuotas darbas	<i>“Pagal standartizuotas instrukcijas yra nusatoma kur turi būti laikomos gaminio gamybos atliekos, tada juos surenkamos ir perdirbamos”</i>
	E6
Standartizuotas darbas	<i>“Gamindami mes beveik neturime atliekų, mes turime žaliavos atraižas, tas atraižas sumalame ir parduodame žaliavos gamintojui, kuris jas valo, paleidžia į paažkartotinį gyvenimą, kitas dalykas- klientai, dabar svarbu kad gaminyje būtų kuo ekologiškesnis, todėl standartizuotame pardavime atkreipiama dėmesį į gaminius su kuo daugiau perdirbtos žaliavos.”</i>

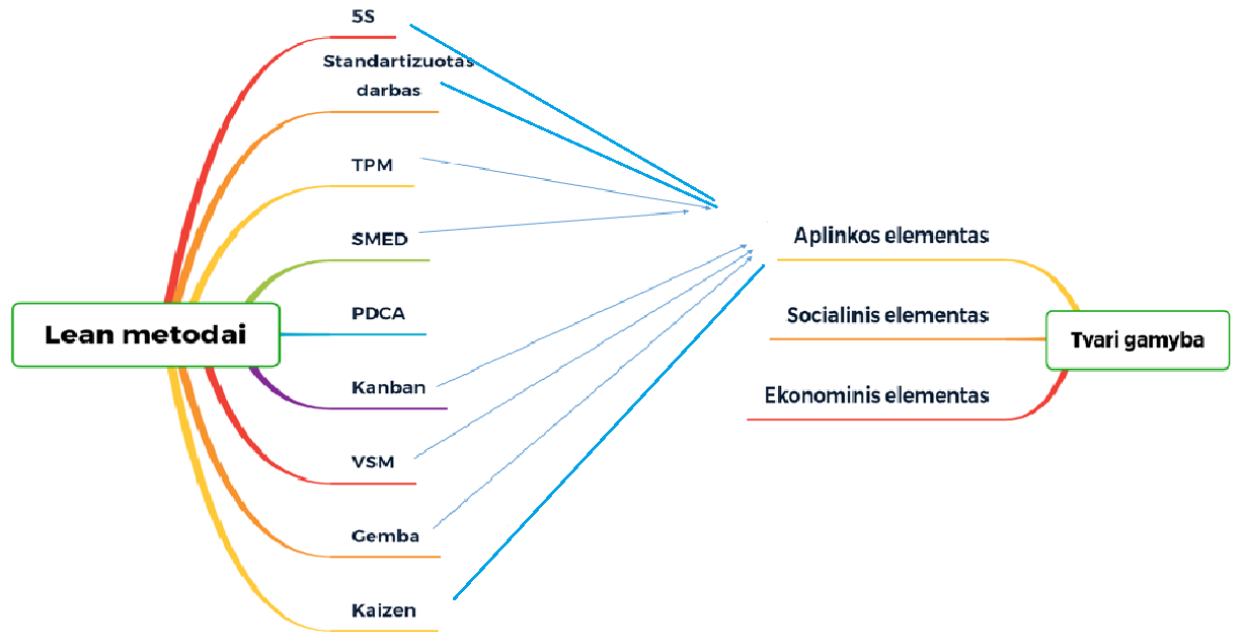
Aplinkos elementas- oro, grunto ir vandens tarša. Remiantis respondentų atsakymais oro, grunto bei vandens taršai daro poveikį šie metodai: 5S, TPM, SMED, Kaizen, VSM bei Gemba. Jų dėka yra skatinamas atliekų rūšiavimas, atliekų mažinimas ir vandens tausojimas, nuotekų mažinimas, aplinkos dulkėtumo mažinimas ir tai siejasi su oro, grunto ir vandens taršos mažinimu. TPM dėka susidaro mažiau pavojingų atliekų ir sumažėja tepalų patekimo į nuotekas ir gruntą rizika. SMED leidžia sumažinti susikaupusių atliekų kiekį, taip gerindamas oro būklę. Kaizen pagalba darbuotojai skatinami generuoti pasiūlymus susijusius su taršos mažinimu, kaip sumažinti energijos naudojimą. Penki respondentai iš šešių 5S metodą nurodė, kaip darantį teigiamą poveikį aplinkos taršos mažinimui.

Aplinkos elementas- atliekų susidarymas. Pasak ekspertų atliekų susidarymo mažinimą įtakoja- 5S, SMED, TPM, Kaizen metodai. Dauguma respondentų- keturi iš šešių, pažymėjo kad 5S metodas padeda sumažinti atliekų susidarymą. Remiantis atsakymais, teisingo atliekų rūšiavimo,

kad į buitines atliekas nepatektų perdirbamos ir pavojingos medžiagos gerinimas vyksta 5S metodo pagalba. SMED dėka yra skatinamas perdirbamų atliekų mažinimas keičiant produkto formatus, TPM pagalba mažinamas pavojingų medžiagų susidarymas. Šie metodai teigiamai įtakoja mažesnę atliekų susidarymą. Įvairūs patobulinimai, kuriuos skatina nuolatinis pasiūlymų generavimas- Kaizen, nuo popieriaus sunaudojimo mažinimo iki atliekų perdirbimo.

Aplinkos elementas- išteklių (tokių kaip žaliava/ energija/ vanduo) naudojimas. Remiantis respondentais išteklių naudojimo mažinimui turi įtakos- SMED, TPM, Standartizuotas darbas, Kaizen, Kanban. SMED metodo dėka pagal perdirbamos žaliavos atskiriamos ir grąžinamos pakartotinam perdirbimui į gamybos procesą, taip mažinant žaliavos naudojimą ir didinant jos kartotinį naudojimą. TPM metodas skatina elektros energijos sąnaudų mažinimą bei vandens pratekėjimų sistemose mažinimą, taip teigiamai veikdamas energijos naudojimą (mažinimą). Standartizuotas darbas leidžia instruktuoti darbuotojus vienodai, visiems skiriant pakankamai aiškias užduotis ir atlikimo variantus, taip išvengiant per didelių atlikimo variacijų. Kaizen- įgyvendinami darbuotojų pasiūlymai išteklių naudimui, taip taupant energiją. Kanban dėka užtikrinamas nenutrūkstamas reikalingo žaliavos kiekio tiekimas.

Aplinkos elementas- perdirbamos žaliavos naudojimas. Perdirbamos žaliavos naudojimą, remiantis respondentais, skatina- Kaizen ir Standartizuotas darbas. Remiantis respondentų atsakymais, patys Lean metodai įtakos perdirbamos žaliavos naudojimui neturi, tačiau įtaką pastebime Lean sistemos kitose procesuose, tokiuose kaip- galutinio produkto vystymas, nes susiję su produkto funkcinėmis ir fizikinėmis savybėmis, šalių teisinis reguliavimas bei maisto saugos reikalavimai bei galimybė rinkoje gauti perdirbamą žaliavą. Kiti respondentai vardina- Kaizen naudą siekiant darbuotojų įtraukimą į perdirbamos žaliavos naudojimą bei Standartizuoto darbo metodą, kurio dėka yra suplanuojamas gamybinis procesas, kuriame naudojama perdirbama žaliava.



pav. 13 Lean metodų poveikis aplinkos elementui

(Sudaryta: autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Paveiksle Nr. 13 vaizduojama Lean metodų įtaka aplinkos elementui. Išanalizavus respondentų atsakymus į klausimus susijusius su Lean metodų poveikiu tvarios gamybos aplinkos elemento subelementams, tokiems kaip: tarša, atliekos, ištekliai, perdirbamos žaliavos, galima daryti išvadą, kad 5S, Standartizuotas darbas, TPM, SMED, Kaizen, VSM, Gemba metodai daro teigiamą įtaką aplinkos elementui, ty. minėtų metodų pagalba tirtose Lietuvos gamybinėse organizacijose prisidedama prie aplinkos saugojimo per oro, grunto, vandens užterštumo mažinimo, per atliekų susidarymo mažinimą, išteklių (žaliavos, energijos, vandens) tausoją bei skatinimą gaminių gamybai naudoti perdirbamas žaliavas. Stipriausią įtaką aplinkos elementui daro Kaizen, 5S metodas ir Standartizuotas darbas. Kaizen (*darbuotojų švietimas, jų įtraukimas į bendrus aplinkos gerinimo projektus bei idėjų generavimas*) poveikis pastebimas kiekviename iš subelementų, ty. Kaizen daro poveikį aplinkos elementui per taršos mažinimą, atliekų susidarymo mažinimą, išteklių naudojimo mažinimą bei skatinimą naudoti perdirbamą žaliavą gaminių gamybai. 5S (*darbo vietos susitvarkymas*) metodas aplinkos elementui daro įtaką per poveikį taršai, atliekų susidarymą, išteklių naudojimą. Standartizuotas darbas (*darbo atlikimo aprašymai, instrukcijos*) veikia atliekų susidarymą, išteklių naudojimą, perdirbamos žaliavos naudojimą.

Po aplinkos elemento analizės, seka socialinis elementas. Apačioje pateikiami respondent atsakymai susiję su Lean metodų poveikiu socialinio elemento subelementams (darbo sąlygos, nuolatinis darbuotojų tobulinimas, bendruomenės įsitraukimas). Respondentų atsakymai yra pateikiami lentelėse Nr. 12, 13, 14, 15.

Lentelė Nr. 12 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (bendras poveikis)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

	Ekspertų atsakymai
Kategorija: Socialinis elementas-> Subkategorija: Bendras poveikis	
Eksperto minėti Lean metodai	E1
Kaizen, 5S, Standartizuotas darbas	<i>“Darbuotojų įsitraukimo didinimas į įmonės veiklos gerinimą per Kaizen, 5S- darbo vietų standartai, užtikrinantys darbuotojų saugą ir sveikatą ir standartizuotas darbas, kuris apibrėžta darbuotojo atsakomybę, tada darbuotojas žino, kokio rezultato tikimasi, saugiai ir ergonomiškai atliekamas darbas”.</i>
	E2
Kaizen	<i>„Galimybė kiekvienam darbuotojui kelti problemas ir idėjas didina darbuotojų įsitraukimą ir pasitenkinimą darbu. Patys darbuotojai identifikuoja šią galimybę kaip teigiamą dalyką darbe, Yra sukurta “Lean Supporter” role – darbuotojas komandoje turintis šią role atsakingas koordinuoti Kaizenų įgyvendinimo, prioritetizavimo, sekimo, dalinimosi procesą. Tokia rolė matoma kaip neformalus “paaukštinimas”.</i>
	E3
Kaizen, 5S	<i>„Įgalina siūlyti ir įgyvendinti pokyčius darbo aplinkoje, darant ją saugesnę, tvarkingesnę, kurioje malonu dirbti. Skatina komandiškumą ir bendradarbiavimą įgyvendinant pokyčius kartu.“ “Metodika leidžia palaikyti švarią ir tvarkingą darbo vietą – tiesiogiai įtakoja pasitenkinimą darbu, ugdo komandiškumą, pagarbą ir atsakomybę vieni kitų atžvilgiu.“</i>
	E4
Kaizen, 5S, VSM	<i>“Visų darbuotojų įtraukimas į procesą Kaizen pagalba. Galimybė savo idėjomis prisidėti prie įmonės rezultato. Darbuotojų motyvacijos kėlimas.” “Dažniausiai pastebimas Lean metodas, kuris ilgame laikotarpyje didina darbuotojų produktyvumą ir sukuria tvarkingą bei gerai suorganizuotą darbo aplinką tai 5S.” “VSM- pagerina komunikaciją tarp darbuotojų ir užtikrina, kad visi dirba ties tais pačiais tikslais.”</i>
	E5
Kaizen	<i>“Esamų nusistovėjusių darbo tvarkų, procesų, saugumo priemonių nuolatinis tobulinimas, teikiant Kaizen pasiūlymus”.</i>
	E6
Kaizen	<i>“Nuolatinis tobulinimas per darbuotojų įsitraukimą, bei pasiūlymų teikimą, motyvacijos kėlimas”.</i>

Lentelė Nr. 13 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (darbuotojų darbo sąlygos)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Kategorija: Socialinis elementas-> Subkategorija: Darbuotojų darbo sąlygos	
	E1
5S, Kaizen	<i>“ 5S metodas, kuriame yra nustatyti darbo vietų standartai, kurie didina saugą darbo vietoje bei ergonomiką”</i> <i>“Beabejo Kaizen, gerinamos darbo vietos bei sąlygos”</i>
	E2
Kaizen, Gemba, PDCA	<i>„Kaizen- kiekvienas darbuotojas gali kelti problemas ir idėjas susijusias su darbo sąlygomis (pvz.: saugumas, gerbuvys, aplinka) ir jas įgyvendinti. “</i> <i>“Vadovai būdami “Gemba” daugiau laiko praleidžia su darbuotojais, gali geriau suprasti kasdienes problemas ir greičiau į jas reaguoti.“</i> <i>“PDCA principo taikymas darbe leidžia nuolat tobulinti darbo metodus ir procesus. “</i>
	E3
Kaizen, 5S, Kanban, TPM, PDCA	<i>„Kaizen- gerina darbo aplinką ir procesus. “</i> <i>„5S- palaiko tvarkingą, švarią ir saugią darbo vietą. “</i> <i>“Kanban užtikrina pastovų gamybai reikalingų žaliavų ir priemonių tiekimą, išvengiant gamybos sustojimų, pvz. kai gamybos plano vykdymas laiku – darbuotojo motyvacijos dalis. “</i> <i>„Užtikrina pastovią ir ilgalaikę technikos gedimų prevenciją, mažina nelaimingų atsitikimų tikimybę darbo vietoje, taip užtikrinant saugesnę aplinką darbuotojams.”</i> <i>“PDCA- sprendžia problemas, dėl kurių kyla nepatogumai atliekant darbą arba užtikrinant produkto kokybę, pavyzdžiui kai kokybiškai pagaminta produkcija- darbuotojo motyvacijos dalis. “</i>
	E4
Kaizen, Standartizuotas darbas	<i>“Pirmiausia tai Kaizen, kai tiesiogiai sprendžiamos problemos susijusios su darbo sąlygomis. ”</i> <i>“ Kai sukuriamos darbo instrukcijos, kurios nurodo geriausių darbo atlikimo metodą atsižvelgiant į saugos bei ergonomikos reikalavimus. Instukcijos yra periodiškai peržiūrimos, jos užtikrina ir darbuotojų darbo sąlygas.”</i> <i>“Standartizuotas darbas manau teigiamai prisideda prie poveikio darbuotojų darbo sąlygoms.”</i>
	E5
Standartizuotas darbas	<i>“Nuolat tobulinamas kaip, ką ir kokius veiksmus atlikti gaminant produktus, pagrina darbo sąlygas, nes tada darbuotojas žino atsakomybes, nepasimeta, instrukcijos padeda atlikti užduotis.”</i>
	E6
5S, Standartizuotas darbas	<i>“Tvarkinga darbo vieta, tvarkingai pažymėtos vietos, įranga, žaliavos, produktai- tai padeda darbuotojui nepasimesti, suvokti savo darbą”.</i> <i>“Instrukcijų pagalba išvengiame nemažai nesusipratimų, kurie galėtų paveikti darbuotojus, kai jie turi po ranka staklių derinimo instrukciją, nurodytus žingsnius, seką, eigą, trukmę- kaip elementorius, nebelieka laiko prisigalvoti nereikalingų darbų. Esame standartizavę nemažai pareigybių, netgi mažiausias užduotis, kurios galėtų sukelti norą sugalvoti papildomų darbų- manau tai prisideda prie teigiamo darbo sąlygų suvokimo, tada ir pykčių mažiau”.</i>

Lentelė Nr. 14 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (nuolatinis darbuotojų tobulinimas)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Kategorija: Socialinė aplinka->subkategorija: nuolatinis darbuotojų tobulinimas	
	E1
Kaizen, Standartizuotas darbas	<i>“Pirmiausia Kaizen, kurio pagalba darbuotojai mokomi imtis iniciatyvos ir spręsti iškilusias problemas patys, bei standartizuotas darbas, kurio dalimi yra ugdymo sistema, kurios tikslas darbuotojų kompetencijų didinimas.”</i>
	E2
Kaizen	<i>“Darbuotojai skatinami nuolat identifikuoti problemas ir tobulinimo galimybes darbe bei patys turi autonomiją tam tikrus savo pasiūlymus įgyvendinti. Komandinis darbas ir struktūruotų problemų sprendimo metodų (pvz.: A3) taikymas skatina mokytis vieniems iš kitų ir nuolat tobulėti. Darbuotojų įtraukimas ir į giluminių problemos priežasčių analizę, mokymas savarankiškai ieškoti giluminių priežasčių taip pat prisideda prie jų gilesnio darbo suvokimo ir nuolatinio mokymosi.”</i>
	E3
Kaizen	<i>“Darbuotojui suteikia galimybę realizuoti savo idėjas, tobulinant savo darbo aplinką, kurioje darbuotojas kartu tobulėja ir pats.”</i> <i>„Žinių įgijimas per mokymus apie įmonėje taikomas Lean metodikas jau savaime yra darbuotojo tobulinimasis. Įsitraukimas į vykdomus skirtingų metodikų Lean projektus suteikia ir praktinių žinių. Darbuotojai dalyvaujantys pastovaus tobulinimo / Lean veiklose turi privalumą siekiant karjeros galimybių ar kategorijos ar atlygio kėlimo atvejais.”</i>
	E4
Kaizen	<i>“Darbuotojų mokymai Kaizen dirbtuvių metu, kurie vyksta nuosekliai.”</i>
	E5
Kaizen	<i>“Nuolatiniai mokymai, dalyvavimas Kaizen programoje, kvalifikacijos kėlimas bei kita- mūsų variklis į nuolatinį darbuotojų mokymąsi.”</i>
	E6
Kaizen	<i>“Turime parengę mokymosi planus, mokymų planus, tačiau kiekvienas iš darbuotojų turi galimybę pats išsirinkti norimus kursus ir tobulintis, tai yra skatinama vadovybės, kurį tokį pavyzdį rodo ir pati, rinkdamasi nuolatinį tobulinimąsi- seminarus, kursus...”</i>

Lentelė Nr. 15 Lean metodų poveikis socialiniam elementui (bendruomenės įsitraukimas)

(Sudaryta autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

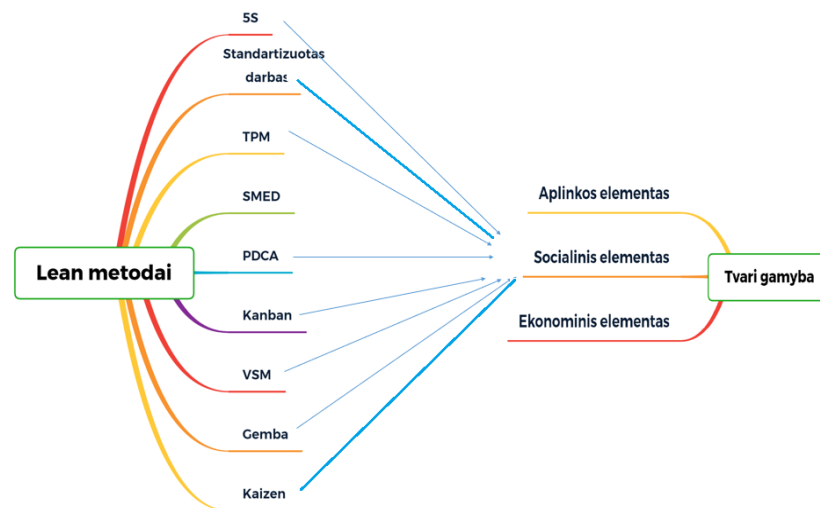
Kategorija: Socialinė aplinka->subkategorija: bendruomenės įsitraukimas	
	E1
	<i>“Lean vadybos Sistema didina organizacijos skaidrią komunikaciją su bendruomene, darbo standartai atitinkantys teisinius reikalavimus, mažina konfliktų riziką. Bendruomenės įsitraukimui į organizaciją įtaką daro įmonės socialinės atsakomybės ir reputacijos didinimo strategija.”</i>
	E2
Kaizen	<i>„Leidžia dalintis idėjomis su bendruomene taip, bandant įtraukti ją į bendrus projektus.”</i>
	E3
Kaizen	<i>“Metodo pagalba įtraukiami darbuotojai bendram tikslui pasiekti, kartais naudojama darbo vietos rotacija, kurios pagalba bandoma įsitraukti į kito specialist pareigybes, kad supratimas apie veiklas būtų aiškesnis.”</i>
	E4
Kaizen, 5S, VSM	<i>“Kaizen dirbtuvės skatina koncentruotą problemų sprendimą – darbuotojai dirba kartu, kad išspręstų konkrečių problemą.”</i> <i>“5S yra visų darbuotojų atsakomybė ir visi yra įtraukti į 5S procesą.”</i> <i>„Darbas ties bendru tikslu, bei rezultatų skaidrumas. Skatinamas bendradarbiavimas tarp departamentų sprendžiant problemas bei KPI nuokrypius.”</i>
	E5
Kaizen	<i>“Formuoja LEAN kultūrą, įtraukiamas kiekvienas įmonės darbuotojas.”</i>
	E6
Kaizen	<i>“Vidinės kultūros pagalba stengiamasi organizuoti šeimynines šventes, kad darbuotojų šeimos nariai jaustųsi įtraukti, taip skatindami ir gero vardo sklaidą, įmonės reputacijos gerinimą.”</i>

Socialinį elementą, remiantis respondentų atsakymais, šį elementą teigiamai veikia- Kaizen, 5S, Gemba, PDCA, Standartizuotas darbas, Kanban, VSM. Socialinio elemento sublementus- darbuotojų darbo sąlygas, nuolatinį darbuotojų tobulinimą, bendruomenės įsitraukimą labiausiai veikia Kaizen metodas. Kaizen pagalba kiekvienas darbuotojas gali kelti problemas ir pasiūlymus susijusius su darbo vietos sąlygomis, metodo pagalba didinamas darbuotojų įsitraukimas į įmonės veiklos gerinimą, darbuotojai skatinami nuolat tobulėti per susipažinimą su naujais Lean metodais, mokymais, seminarais.

Socialinis elementas- darbuotojų darbo sąlygos. Darbuotojų darbo sąlygos yra gerinamos dėka 5S ir Kaizen metodų. Šie metodai skatina darbo vietų normų nustatymą, didina saugą bei ergonomiką bei skatina bendrą darbo sąlygų gerinimą. Taip pat svarbu paminėti, kad socialiniam elementui bendrai svarbus yra 5S metodas, kurio pagalba susitvarkius darbo vietą darbas vyksta sklandžiau, PDCA- kurio pagalba atsiranda galimybė nuolat tobulinti darbo metodus ir principus, Kanban- užtikrinant sklandų tiekimą, darbuotojų darbo sąlygos pagerėja- padidėja tikimybė gauti premiją, kuri pririšta prie gamybos plano vykdymo, TPM- kurio pagalba galima užtikrinti kokybišką įrenginio veiklą bei pačio produkto kokybę, kuris prisideda prie darbo sąlygų gerinimo, Standartizuotas darbas, kuris apibrėžia darbuotojo atsakomybę, iškeltus tikslus pareigybei bei saugą ir ergonomiškumą darbuotojo darbo vietai teigiamai veikia socialinį elementą bendrai.

Socialinis elementas- nuolatinis darbuotojų tobulinimas. Lean metodas Kaizen įtakoja socialinį elementą per darbuotojų ugdymą spręsti problemas, o ugdymo sistema kaip dalis standartizuoto darbo- didina darbuotojų kompetencijas

Socialinis elementas- bendruomenės įsitraukimas. Pasak respondentų, Lean sistema didina organizacijos skaidrią komunikaciją su bendruomene, darbo standartai atitinka teisinius reikalavimus, o tai mažina konfliktų riziką. Kaizen pagalba darbuotojai įtraukiami bendrai veiklai. Kaizen metodą paminėjo visi respondentai, kiekviename subelemente, todėl daroma išvada kad Kaizen turi stipriausią poveikį socialiniam elementui.



pav. 14 Lean metodų poveikis socialiniam elementui

(Sudaryta: autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Paveiksle Nr.14 atvaizduota Lean metodų, naudojamų tiriamose organizacijose, įtaka socialiniam elementui iš esmės. Socialiniam elementui, remiantis respondentais, teigiamą įtaką daro 5S, Standartizuotas darbas, TPM, Kaizen, VSM, Gemba, Kanban, PDCA.

Tvari gamyba susideda iš trijų elementų. Respondentų atsakymai susiję su Lean metodais, kurie yra naudojami jų gamybinėse organizacijose siekiant paveikti ekonominį elementą per jo sublementus (kainą bei pelną) yra pateikiami lentelėse Nr. 16 ir 17.

Lentelė Nr. 16 Lean metodų poveikis ekonominiam elementui (kainos pokytis)

(Sudaryta: autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

	Ekspertų atsakymai
Kategorija: Ekonominis elementas-> Subkategorija: Kainos pokytis	
Eksperto minėti Lean metodai	E1
	<i>“Visi Lean metodai (5S, Kaizen, TPM, SMED, Standartizuotas darbas) taikomi veiklos efektyvumui didinti ir savikainai mažinti”</i>
	E2
Standartizuotas darbas	<i>„Pagreitėja atliekamų darbų greitis ir išauga efektyvumas, kas atitinkamai mažina kainą, kadangi tam pačiam darbui atlikti sunaudojama mažiau žmogiškųjų išteklių bei greičiau apmokant darbuotojus, jie greičiau įsivažiuoja į darbą, atitinkamai mažėja nuostoliai dėl kurių galėtų kilti kaina.“</i>
	E3
Kaizen	<i>“Kaizen skatina problemų sprendimą, nuolatinis procesų tobulinimas ir optimizavimas padeda sutaupyti, taip mažinant gaminio kainą.”</i>
	E4
VSM, TPM	<i>“VSM- medžiagų bei informacijos srauto optimizavimas mažinant gamybos bei logistikos kaštus.”</i> <i>“Optimizuotas gamybos procesas siekiant pagerinti produktyvumą. Didesnis produktyvumas leidžia pagaminti daugiau gaminių per tą patį laiką.”</i> <i>“TPM užtikrina optimalų įrenginių prieinamumą pašalinus technines prastovas. Prastovos = nuostoliai, įtakojantys gaminio kainą.”</i>
	E5
TPM, Standartizuotas darbas	<i>“Visa LEAN sistema pritaikyta medžiagų, gamybinių procesų, įrenginių bei išteklių panaudojimo optimizavimui. Esame dukterinė įmonė, teikiame produkto gamybos paslaugą, todėl mūsų tikslas – pasiekti ir viršyti numatytą planą, ką LEAN ir padeda pasiekti.”</i>
	E6
Kanban	<i>“Gamybos proceso organizavimas taip, kad būtų kuo mažiau užlaikymų, kad veiksmas nuolat vyktų, tuo pačiu su tinkamu žaliavos padavimu- laiku, tiek kiek reikia, be kaupimo sandėlyje...”</i>

Lentelė Nr. 17 Lean metodų poveikis ekonominiam elementui (pelno pokytis)

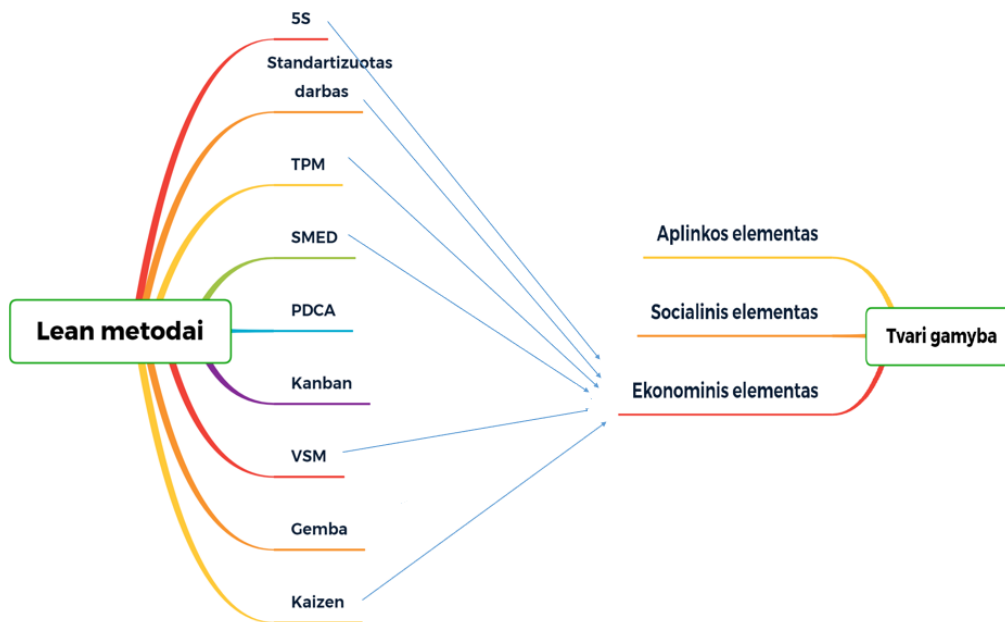
(Sudaryta: autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Kategorija: Ekonominis elementas-> Subkategorija: Pelno pokytis	
	E1
	„Atskiras Lean metodas tiesiogiai pelnui įtakos nedaro. Tai veikia komplekse – įmonę ir jos verslo procesus reikia vertinti kaip bendrą sistemą.“ „... Lean metodai taikomi spręsti konkrečioms problemoms įmonės vertės grandinėje.“
	E2
VSM	„Leido identifikuoti švaistymus, kuriuos pašalinus sumažėjo kaštai, taip pat leido identifikuoti automatizavimo galimybes procesuose, kas irgi leido mažinti kaštus, didinant pelną.“
	E3
	„Lean sistema priverė peržvelgti visus procesus, judėjimą, bandymas surasti švaistymus ir juos pašalinti, nuolatinis tobulinimas ne tik darbuotojų bet ir procesų, visa sistema prisideda prie ekonominės naudos.“
	E4
	„Dauguma Lean metodų, kuriuos naudojame. Kompanija turi nustatytą tikslą kasmet sutaupyti tam tikrą pinigų sumą, kuri priklauso nuo bendro pardavimų dydžio. Šis tikslas pasiekiamas kiekvienais metais Lean sistemos pagalba.“
	E5
TPM, 5S, Kaizen, SMED, Kanban	„Pelną padidino, nes galime priimti daugiau užsakymų nei galėjome prieš LEAN diegimą.“
	E6
	„Ekonominės naudos siekimas niekada nebuvo mūsų prioritetas, mes orientuojames į socialinius aspektus, norime išlaikyti darbus žmonėms, stengiamės neteršti aplinkos, tačiau visus šiuos aspektus sudėjus kismet matome nedidelį pelno prieaugį- ekonominė nauda jaučiama kai visuma veikia darniai, todėl visi Lean sistemos metodai įtakoja pelno rodiklius.“

Remiantis respondentų atsakymais, ekonominį elementą Lean sistema veikia komplekse, atskiri metodai, pagal pašnekovus įtakos nedaro, tačiau ekonominio elemento kainos subelementą teigiamai įtakoja šie metodai: 5S, TPM, SMED, Kaizen, Gamybinė celė, Standartizuotas darbas.

Ekonominis elementas- kainos pokytis. Lean sistemos metodai taikomi veiklos efektyvumui didinti ir savikainai mažinti, todėl remiantis respondentų atsakymais, visa Lean sistema pritaikyta medžiagų, gamybinių procesų, įrenginių bei išteklių panaudojimo optimizavimui, visi Lean metodai (5S, TPM, SMED, Kaizen, Standartizuotas darbas) daro teigiamą įtaką kainos mažinimui.

Ekonominis elementas- pelno pokytis. Atskiri Lean metodai tiesiogiai pelnui įtakos nedaro. Įmonės pelną, remiantis pašnekovais, veikia visi metodai. Lean metodai taikomi konkrečioms problemoms įmonės vertės grandinėje spręsti.



pav. 15 Lean metodų poveikis ekonominiam elementui

(Sudaryta: autorės, remiantis interviu metu gautais duomenimis)

Paveiksle Nr. 15 pateiktas metodų poveikis tvarios gamybos ekonominiam elementui. Remiantis respondentų atsakymais, visi metodai turi įtakos ekonominiam elementui. Taikant metodų visumą, organizacijos turi galimybę pasiekti geresnių ekonominių rodiklių- sumažinti gaminio kainą, padidinti pelną bei tuo pačiu konkurencinį pranašumą. Dauguma respondentų nevardino atskirų metodų, tačiau minėjo pagrindinius, kurie daro įtaką gaminio kainos sumažėjimui ir pelno padidėjimui.

4.3. Empirinio tyrimo apibendrinimas

Gautų duomenų interpretacija buvo atlikta atsižvelgiant į kontekstą. Išanalizavus interviu metu gautus duomenis pirmiausia buvo identifikuoti metodai, kurie naudojami tiriamose Lietuvos gamybinėse organizacijose, paskui nustatytas tų metodų poveikis tvarios gamybos elementams.

Metodai buvo identifikuoti remiantis ekspertų pateiktais duomenimis. Duomenų analizės metu nustatyta, kad visi respondentai kartojo tuos pačius metodus, tie patys metodai pasikartodavo pas visus, todėl galima daryti prielaidą, kad minėti metodai yra dažniausiai naudojami Lietuvos gamybinėse organizacijose.

Lean metodai:

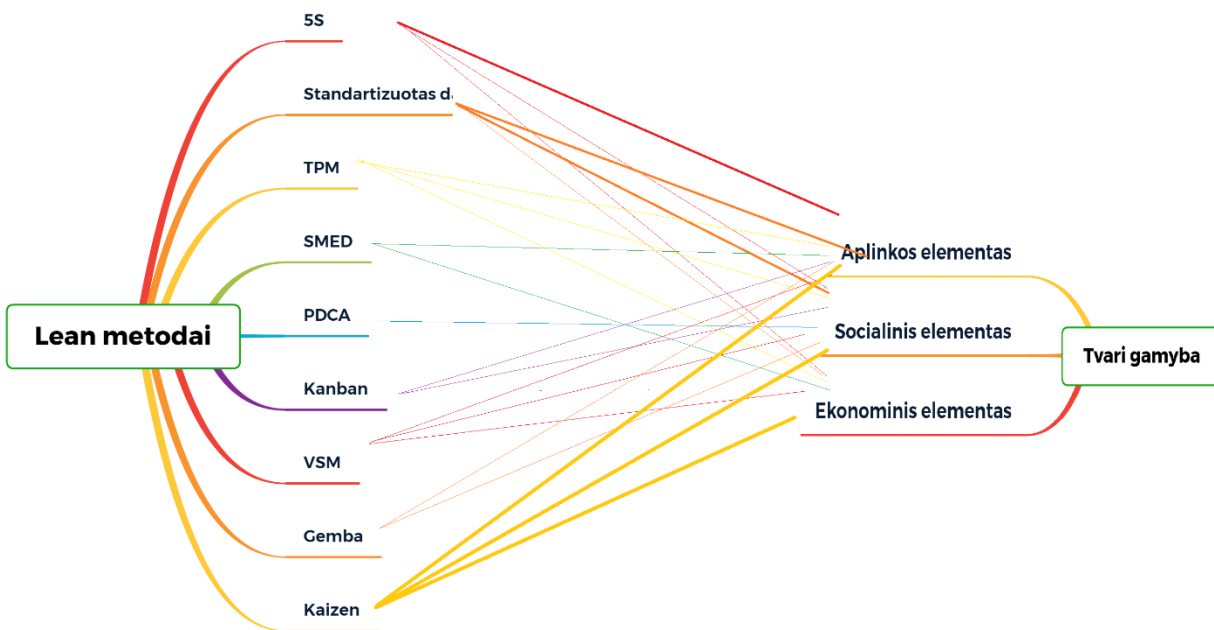
- 5S;
- Standartizuotas darbas,
- TPM,
- SMED,
- PDCA,
- Kanban,
- VSM,
- Gemba,
- Kaizen.

Išvardinti metodai, remiantis išanalizuotais tyrimo duomenimis, daro teigiamą įtaką bendrai tvariai gamybai. Tvari gamyba susideda iš trijų elementų- aplinkos, socialinio bei ekonominio elemento. Šie elementai dar smulkiau išsiskaido į sublementus: a) aplinkos: į taršos/ atliekų susidarymo/ išteklių naudojimo/ perdirbtos žaliavos naudojimo; b) socialinis: į darbuotojų darbo sąlygos/ nuolatinis darbuotojų tobulinimas/ benruomenės įsitraukimas; c) ekonominis: į kainos pokytis/ pelno pokytis. Išskaidymas yra pateikiamas remiantis literatūros analizės metu išanalizuotais moksliniais straipsniais ir tyrimais.

Remiantis empirinio tyrimo duomenimis, galima teigti, kad 5S metodas per darbo vietos sutvarkymą, kurioje rūšiuojamos atliekos, tausojami ištekliai daro teigiamą įtaką aplinkos elementui, per aiškiai vizualizuojamas darbo vietas teigiamai įtakoja socialinį elementą, per darbo vietos efektyvumą mažina savikainą, didina pelną ir veikia ekonominį elementą. Standartizuotas darbas teigiamai įtakoja aplinkos elementą per nurodytas efektyviausias išteklių panaudojimo instrukcijas, socialinį elementą teigiamai veikia per darbo atlikimo metodus atsižvelgiančius į saugos ir ergonomikos reikalavimus, o ekonominį elementą šis metodas veikia per pagreitėjusį darbo atlikimą, kuris sumažina gaminio savikainą. TPM metodas per įrenginių priežiūrą taipogi teigiamai veikia visus tris elementus: aplinkos, socialinį bei ekonominį. Periodiškai prižiūrint įrenginius išvengiama taršių atliekų, jų pateikimo į gruntą. Užtikrina pastovią ir ilgalaikę technikos

gedimų prevenciją, kuri mažina nelaimingų atsitikimų tikimybę darbo vietoje, taip užtikrinant saugesnę aplinką darbuotojams. Prižiūrimi įrenginiai dažniau pagamina kokybiškus gaminius, kurie įtakoja darbuotojų priedų dydį, sumažėja staiga sugedimo rizika, kuri gali sukelti nemažai kaštų taip veikdama ekonominį elementą. SMED metodos veikia aplinkos bei ekonominį elementus. Greitasis perėjimas nuo vieno prie kito gamybos etapo/ gaminio sumažina perderinimams sunaudojamos žaliavos kiekį, tausoja ne tik žaliava bet ir energija, darbo užmokestis. PDCA metodos veikia socialinį elementą per galimybę nuolat tobulinti darbo metodus bei procesus sprendžiant problemas. Kanban metodos įtakoja aplinkos elementą per atsargų sumažinimą, optimalaus bei nepertraukiamo žaliavos tiekimą, socialinį elementą veikia per gamybos plano nenutrūkstamą įgyvendinimą. VSM metodos daro poveikį aplinkos elementui per švaistymų (žaliavos, išteklių) identifikavimą, kuris pagerina procesų valdymą bei mažina neigiamą poveikį aplinkai. Šis metodas tiesiogiai daro įtaką ekonominiam elementui per gaminio kainą bei pelną- identifikavus švaistymus, optimizuojami kaštai, taip prisidedami prie ekonominės naudos didinimo. Gemba metodos daro teigiamą poveikį aplinkos ir socialiniam elementams. Aplinkos elementą veikia per kasdienį gamybinių patalpų bei sandėlio auditą, socialinį elementą per vadovo įsitraukimą praleisti daugiau laiko stebint ir įsitraukiant į darbuotojų pareigybes. Kaizen metodos- šis metodas buvo dažniausiai minimas respondentų, jis veikia visus tris elementus. Aplinkos elementą jis veikia per nuolatinį darbuotojų tobulinimą bei pasiūlymų patobulinimams teikimą, kartu įtraukiant darbuotojus į bendrus socialius projektus, gerinančius darbo sąlygas, keliančius kvalifikaciją bei taip suteikiant organizacijai pridėtinę ekonominę vertę.

Vienu iš tyrimo uždavinių buvo remiantis atliktu autoriniu tyrimu identifikuoti Lean metodus darančius poveikį tvariai gamybai bei pateikti praktinį modelį, kuris atspindės Lean metodų, naudojamų apklausiamose įmonėse, įtaką tvariai gamybai. Lean metodų poveikis tvariai gamybai yra pateikiamas įtakos modelyje pav. Nr.16.



pav. 16 Lean metodų poveikio tvariai gamybai modelis.

Šaltinis: (sudaryta autorės remiantis surinktais duomenimis)

Lean metodų poveikio tvariai gamybai modelyje (pav. Nr. 16) atvaizduoti devyni Lean metodai, kurie teigiamai įtakoja tvarios gamybos elementus. Nepaisant to, kad visi devyni metodai daro teigiamą įtaką tvariai gamybai, vis dėlto stipriausią įtaką visiems elementams, remiantis tyrimo duomenimis, turi Kaizen. 5S metodas stipriausiai įtakoja aplinkos elementą, Standartizuotas darbas socialinį bei aplinkos. Ekonominį elementą įtakoja Lean sistemos visuma, kuri remiasi identifikuotų metodų įgyvendinimu.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Remiantis atlikta mokslinės literatūros analize, tvarios gamybos įgyvendinimas vyksta tuo pačiu metu apsvarstant tris kertinius elementus- aplinkos, ekonominį bei socialinį. Galima teigti, kad aplinkos elementas tvarioje gamyboje siekia sumažinti neatsinaujinančių išteklių (energija, vanduo) naudojimą, skatina diegti atsinaujinančių šaltinių alternatyvas, mažinti atliekų susidarymą, optimizuoti žaliavų naudojimą bei kurti ekologišką gaminį iš perdirbamų žaliavų. Socialiniame elemente reikia gerinti ir išlaikyti darbuotojų darbo kokybę nekenkiant aplinkai ir nešvaistant išteklių. Siekiant socialinio tvarumo būtina nustatyti galimą riziką, susijusią su darbuotojų sveikata ir sauga, bei taikyti jai prevencinius veiksmus ir nuolatinę kontrolę. Ekonominiam elemente kalbama apie efektyvų išteklių panaudojimą, siekiant teigiamo ilgalaikio ekonominio poveikio, kuris atsiranda mažinant išteklių naudojimą.
2. Remiantis literatūros analize galima teigti, kad nepaisant daugybės Lean sistemos teikiamų privalumų šiandienos pramoniniam pasauliui, daugelis gamintojų dar turi suvokti visą šios filosofijos naudą. Daugelis Lietuvos pramonės šakų, vis dar dirba pagal pasenusius masinės gamybos principus. Lean gamybos sistema leidžia įmonėms veikti su mažesnėmis atsargomis, todėl įmonės gali taupyti darbinį kapitalą; sutrumpinti gamybos laiką, o tai reiškia greitesnį atsakymo į klientų užklausas/užsakymus laiką; mažesnį atliekų kiekį bei geresnę gaminių kokybę.
3. Remiantis atlikta mokslinių straipsnių analize, kurioje išanalizuoti Lean metodų įtaką tvarios gamybos subelementams, galima teigti, kad Lean gamybos sistema daro poveikį aplinkos apsaugai, pvz., išmetamųjų teršalų kiekio mažinimui, vandeniui ir dirvožemiui, taip pat vandens ir energijos vartojimo efektyvumui. Mokslininkai tiria Lean metodus: VSM, 5S, Gamybinė celė, TPM, Kanban ir daro išvadą, kad jie padeda gamybinėms įmonėms siekti tvaresnių tikslų mažinančių poveikį aplinkai.
4. Remiantis empirinio tyrimo rezultatais, galima daryti išvadą, kad identifikuoti devyni Lean metodai, naudojami tirtose Lietuvos gamybinėse organizacijose. Duomenų analizės metu nustatyta, kad visi respondentai kartoją tuos pačius metodus, todėl galima daryti išvadą,

kad minėti metodai yra dažniausiai naudojami Lietuvos gamybinėse organizacijose. Tai yra: 5S, Standartizuotas darbas, TPM, SMED, PDCA, Kanban, VSM, Gemba, Kaizen.

5. Remiantis tyrimo metu Ekspertų pateiktų duomenų analize, daroma išvada, kad identifikuoti Lean metodai daro teigiamą įtaką tvariai gamybai iš esmės per sublementų rodiklius. Stipriausią įtaką aplinkos elementui daro Kaizen, 5S metodas ir Standartizuotas darbas. Socialiniam elementui stipriausią įtaką daro Kaizen ir Standartizuotas darbas. Ekonominį elementą veikia visi devyni metodai tolygiai, kai naudojami visumoje.
6. Remiantis atlikta literatūros analize bei empirinio tyrimo duomenų analizės rezultatais, galima daryti išvadą, kad Lean metodų visuma daro teigiamą poveikį tvariai gamybai. Gamybinės bendrovės, dirbančios pagal Lean sistemą tapo “žalesnėmis” bendrovėmis.

Pasiūlymai:

1. Siekiant tvarios gamybos, pirmiausia rekomenduojama įmonėms susipažinti su tvarumo sąvoka, išanalizuoti sudedamuosius elementus bei rodiklius, taip sudarant galimybę geriau perprasti tvarumą gamyboje.
2. Remiantis magistro darbo išvadomis, įmonėms rekomenduojama diegti aplinką tausojančius, socialinę atsakomybę skatinančius bei ekonominę naudą turinčius gamybinius metodus.
3. Remiantis magistro darbo išvadomis, Lietuvos gamybinėms organizacijoms rekomenduojama naudoti identifikuotus Lean metodus, kadangi tyrimo rezultatai parodė, kad jie daro teigiamą įtaką aplinkos, socialiniam bei ekonominiam elementams, taip sukuriant tvaresnę gamybos praktiką Lietuvoje.

Darbo aprobavimas ir sklaida:

1. Magistro darbo tyrimo rezultatai- Lean metodų poveikio tvariai gamybai modelis elektroniniu laišku išplatintas tyrime dalyvavusiems ekspertams.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Abdul-Rashid, S. H., Sakundarini, N., Raja Ghazilla, R. A., & Thurasamy, R. (2017). The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability performance: Empirical evidence from Malaysia. *International Journal of Operations and Production Management*, 37(2), 182–204. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-04-2015-0223>
- Aguado, S., Alvarez, R., & Domingo, R. (2013). Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation. *Journal of Cleaner Production*, 47, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.048>
- Alayón, C., Säfsen, K., & Johansson, G. (2017). Conceptual sustainable production principles in practice: Do they reflect what companies do? *Journal of Cleaner Production*, 141(September), 693–701. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.079>
- Alsmadi, M., Almani, A., & Jerisat, R. (2012). A comparative analysis of Lean practices and performance in the UK manufacturing and service sector firms. *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(3–4), 381–396. <https://doi.org/10.1080/14783363.2012.669993>
- Arlbjørn, J. S., & Freytag, P. V. (2013). Evidence of lean: A review of international peer-reviewed journal articles. *European Business Review*, 25(2), 174–205. <https://doi.org/10.1108/09555341311302675>
- Aulakh, S. S., & Gill, J. S. (2008). Lean manufacturing-A practitioner's perspective. *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IEEM 2008, July*, 1184–1188. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2008.4738057>
- Becker, R. M. (2016). The Toyota Production System and Lean Manufacturing. “Faster, Better, Cheaper” in the History of Manufacturing, 325–353. <https://doi.org/10.1201/9781315367941-17>
- Ben, S. V. R., Asokan, R. P., & Ruben, R. Ben. (2016). Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing : a case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 18(1), 279–295. <https://doi.org/10.1007/s10098-015-1016-8>
- Cheah, L., Duque, N., Olivetti, E., Matsumura, S., Forterre, D., Roth, R., & Kirchain, R. (2013). Manufacturing-focused emissions reductions in footwear production. *Journal of Cleaner Production*, 44, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.037>
- Chiarini, A. (2014). Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools : an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 85, 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.080>
- Corbett, S. (2007). Beyond manufacturing: The evolution of lean production. *McKinsey Quarterly*, 3, 94–96.
- Digalwar, A. K., Tagalpallewar, A. R., & Sunnapwar, V. K. (2013). *Green manufacturing*

- performance measures : an empirical investigation from Indian manufacturing industries*. 17(4), 59–75. <https://doi.org/10.1108/MBE-09-2012-0046>
- Elkington, J. (2013). Enter the triple bottom line. *The Triple Bottom Line: Does It All Add Up*, 1(1986), 1–16. <https://doi.org/10.4324/9781849773348>
- Feng, S. C., & Joung, C. B. (2011). An Overview of a Proposed Measurement Infrastructure for Sustainable Manufacturing. *International Journal of Sustainable Manufacturing*.
- Fujii, H., Iwata, K., Kaneko, S., & Managi, S. (2013). *Corporate Environmental and Economic Performance of Japanese Manufacturing Firms: Empirical Study for Sustainable Development*. 201(October 2012), 187–201. <https://doi.org/10.1002/bse.1747>
- Guziana, B., & Dobers, P. (2013). *How Sustainability Leaders Communicate Corporate Activities of Sustainable Development*. 204(September 2012), 193–204. <https://doi.org/10.1002/csr.1292>
- Hart. (2015). *Beyond Greening : Strategies for a Sustainable World Beyond Greening*.
- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Huang, A., & Badurdeen, F. (2017). Sustainable Manufacturing Performance Evaluation: Integrating Product and Process Metrics for Systems Level Assessment. *Procedia Manufacturing*, 8(October 2016), 563–570. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.072>
- Hurreeram, D. K., Toolsy, B., & Callychurn, D. S. (2014). An assessment of sustainable manufacturing practices in Mauritius. *Sustainable Design and Manufacturing 2014 Part 1*, 1(1), 230–242. <https://doi.org/10.13140/2.1.1536.2569>
- Illge, L., & Preuss, L. (2012). *Strategies for Sustainable Cotton: Comparing Niche with Mainstream Markets*. 113, 102–113. <https://doi.org/10.1002/csr.291>
- Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon, O. W., & Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2010.03.006>
- Jovane, F., Yoshikawa, H., Alting, L., Boër, C. R., Westkamper, E., Williams, D., Tseng, M., Seliger, G., & Paci, A. M. (2008). The incoming global technological and industrial revolution towards competitive sustainable manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 57(2), 641–659. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2008.09.010>
- JT... (2018). *Jt Darnaus Vystymosi Darbotvarkės Iki 2030 m. Įgyvendinimo Lietuvoje Ataskaita 2018*.
- King, A. A., & Lenox, M. J. (2001). *LEAN AND GREEN ? AN EMPIRICAL EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LEAN PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE **. 10(3), 244–256.
- Krajnc, D., & Glavic, P. (2003). Indicators of sustainable production. *Clean Technologies and*

- Environmental Policy*, 5(3–4), 279–288. <https://doi.org/10.1007/s10098-003-0221-z>
- Kumar, R., & Kumar, V. (2016). Evaluation and benchmarking of lean manufacturing system environment: A graph theoretic approach. *Uncertain Supply Chain Management*, 4(2), 147–160. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2015.10.003>
- LeMahieu, P. G., Nordstrum, L. E., & Greco, P. (2017). Lean for education. *Quality Assurance in Education*, 25(1), 74–90. <https://doi.org/10.1108/QAE-12-2016-0081>
- Macdonald, C. (2016). *Getting to the Bottom of " Triple Bottom Line " GETTING TO THE BOTTOM OF " TRIPLE* Norman and Chris MacDonald. April 2004. <https://doi.org/10.2307/3857909>
- Mahesh Gupta, K. S. (1996). *Environmental operations management : An opportunity for improvement*.
- Melton, T. (2004). To lean or not to lean? (that is the question!). *Chemical Engineer*, 759, 34–37.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mwacharo, F. (2013). *Challenges of Lean Management: Investigating the challenges and developing a recommendation for implementing Lean management techniques*. 1–44. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58871/Mwacharo_Fiona.pdf
- Ngai, E. W. T., Chau, D. C. K., Poon, J. K. L., & To, C. K. M. (2013). Energy and utility management maturity model for sustainable manufacturing process. *International Journal of Production Economics*, 146(2), 453–464. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.12.018>
- Ocampo, L. A., & Estanislao-Clark, E. (2014). Developing a framework for sustainable manufacturing strategies selection. *DLSU Business and Economics Review*, 23(2), 115–131.
- Radnor, Z. J., & Osborne, S. P. (2015). Operationalising lean in services: Rediscovering service blueprinting. *Public Service Operations Management: A Research Handbook*, May, 294–309.
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Rother M., S. J. (2003). *Learning to See*. The Lean Enterprise Institute.
- Shrivastava, P., & Berger, S. (2010). Sustainability principles: A review and directions. *Organisation Management Journal*, 7(4), 246–261. <https://doi.org/10.1057/omj.2010.35>
- Socialinio- vertybinio..., Vilnius University ____ (2014).
- Somanaathan, S. V. K. R. A. M. (2011). *Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives*. 469–479. <https://doi.org/10.1007/s10098-010-0329-x>
- Statkus, J. (2018). „Lean“ Gamybos Vadybos Konceptija Ir Vertės Kūrimo Sistema. *Jaunųjų Mokslininkų Darbai*, 48(1), 15–22. <https://doi.org/10.21277/jmd.v48i1.206>

- Strazdas, R. (2015). *Bronius Jančiauskas Irena Zabelavičienė planavimas , organizavimas ,* (Issue January 2012).
- Tortorella, G. L., Miorando, R., & Marodin, G. (2017). Lean supply chain management: Empirical research on practices, contexts and performance. *International Journal of Production Economics*, 193(September), 98–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.07.006>
- Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001a). Indicators of sustainable production: Framework and methodology. *Journal of Cleaner Production*, 9(6), 519–549. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00010-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00010-5)
- Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001b). Indicators of sustainable production: Framework and methodology. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 9, Issue 6). [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00010-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00010-5)
- Wills, B. (2009). *Green Intentions- Creating a Green Value Stream to Complete and Win*. Productivity Press, New York, NY.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Yang, M. G., Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 251–261. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017>
- Yusuf, Y. Y., Gunasekaran, A., Musa, A., El-Berishy, N. M., Abubakar, T., & Ambursa, H. M. (2013). The UK oil and gas supply chains: An empirical analysis of adoption of sustainable measures and performance outcomes. *International Journal of Production Economics*, 146(2), 501–514. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.09.021>
- Zailani, S., Govindan, K., & Iranmanesh, M. (2015). Green innovation adoption in automotive supply chain : the Malaysian. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1115–1122. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.039>
- Zeng, S. X., Meng, X. H., Yin, H. T., Tam, C. M., & Sun, L. (2010). Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*, 18(10–11), 975–983. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.02.019>

LEAN METODŲ ĮTAKA TVARIAI GAMYBAI LIETUVOS GAMYBINĖSE ORGANIZACIJOSE

Renata AMBRAZIENĖ

Magistro darbas

Kokybės vadybos programa

Vilniaus Universitetas, Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas, Vadybos katedra

Darbo vadovas: **Asist.dr. D. Ruželė**

Vilnius, 2021

SANTRAUKA

66 puslapiai, 52 literatūros šaltiniai, 16 paveikslų, 17 lentelių ir 1 priedas.

Magistro darbo tikslas: išnagrinėjus mokslinę literatūrą bei atlikus empirinį tyrimą, nustatyti Lean metodų poveikį tvariai gamybai.

Tikslui pasiekti buvo naudoti šie metodai: mokslinės literatūros analizė, sistematizuotas analizavimo būdas ruošiant autorinio tyrimo metodologiją ir klausimyną, pusiau struktūruoto interviu metodo būdu buvo gauti duomenys reikalingi poveikio tarp tiriamų elementų nustatymui, empirinio tyrimo duomenų analizė buvo daryta atsižvelgiant į kontekstą, siekiant suprasti tiriamus reiškinius ir nustatant jų tarpusavio ryšius, pateikiamos aprašomojo pobūdžio išvados, remiantis literatūros analize bei kokybinio tyrimo duomenimis.

Pagrindiniai tyrimo rezultatai: identifikuoti devyni Lean metodai, naudojami tirtose Lietuvos gamybinėse organizacijose. Tai yra: 5S, Standartizuotas darbas, TPM, SMED, PDCA, Kanban, VSM, Gemba, Kaizen. Identifikuoti Lean metodai daro teigiamą įtaką tvariai gamybai iš esmės per sublementų rodiklius. Stipriausią įtaką aplinkos elementui daro Kaizen, 5S metodas ir Standartizuotas darbas. Socialiniam elementui stipriausią įtaką daro Kaizen ir Standartizuotas darbas. Ekonominį elementą veikia visi devyni metodai tolygiai, kai naudojami visumoje. Lean metodų visuma daro teigiamą poveikį tvariai gamybai. Gamybinės bendrovės, dirbančios pagal Lean sistemą tapo “žalesnėmis” bendrovėmis.

Raktiniai žodžiai: tvari gamyba, lean metodai, lean metodų poveikis tvariai gamybai.

THE IMPACT OF LEAN METHODS ON SUSTAINABLE MANUFACTURING IN LITHUANIAN MANUFACTURING ORGANIZATIONS

Renata AMBRAZIENE

Paper for the Master's degree

Quality Management Masters's Program

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration,

Management Department

Supervisor: **Asist.dr. D. Ruželė**

Vilnius, 2021

SUMMARY

66 pages, 52 references, 16 pictures, 17 charts and 1 supplement.

The aim of the Master's thesis is to determine the impact of Lean methods on sustainable production after reviewing the scientific literature and conducting empirical research.

Research methods used: analysis of scientific literature, systematized method of analysis in preparation of author's research methodology and questionnaire, semistructured interview method was used to obtain data needed to determine the impact between research elements, empirical research data analysis was done in context to understand the research phenomena and qualitative research data.

The main results of the research: nine Lean methods used in the researched Lithuanian production organizations were identified. These methods are: 5S, Standardized Work, TPM, SMED, PDCA, Kanban, VSM, Gemba and Kaizen. The identified Lean methods have positive impact on sustainable production through sub-indicators. From nine identified methods, Kaizen, 5S and Standardized Work have the strongest influence on the environmental element. Kaizen and Standardized Work influence strongest on the social element. The economic element is affected by all nine methods equally when used as a system. In total, Lean methods have a positive impact

on sustainable manufacturing. Manufacturing companies operating under Lean system have become „greener“ companies.

Keywords: sustainable production, lean methods, impact of lean methods on sustainable production.

PRIEDAS NR. 1. Klausimynas

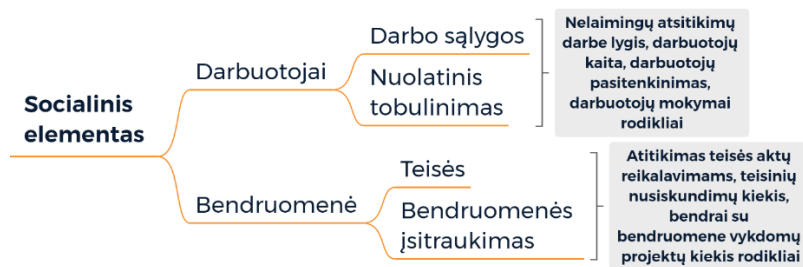
Esu VU Kokybės Vadybos magistrantė- Renata Ambrazienė. Rašau magistrinį darbą apie Lean metodų įtaką tvariai gamybai. Darbe gilinuosi į tvarios gamybos elementus- aplinkos, socialinį bei ekonominį ir kokią poveikį tiems elementams daro konkretūs Lean metodai. Interviu metu norėčiau, kad pasidalintumėte savo patirtimi ir atsakytumėte į klausimus, taip pat papasakotumėte plačiau apie organizacijoje naudojamus Lean metodus. Klausimynas yra suskirstytas į tris tvarios gamybos elementus. Kiekvienas iš elementų išsišakoja į smulkesnes sudedamąsias to elemento dalis. Taipogi yra pateikiami rodikliai, kurių dėka galime įvertinti elementų pokyčius. Jūsų atsakymai bus naudojami šio magistrinio darbo tyrimo tikslui pasiekti.

I. APLINKOS ELEMENTAS ir Lean metodai



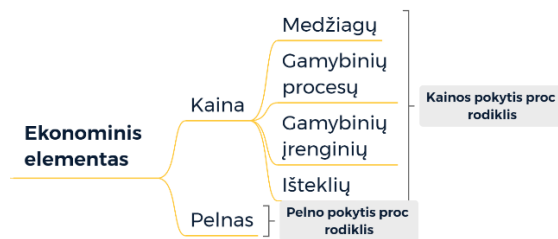
1. Kokie Lean metodai, naudojami Jūsų organizacijoje, kokią poveikį daro taršos (oro,grunto,vandens) mažinimui?
2. Kokie Lean metodai, naudojami Jūsų organizacijoje, įtakoja atliekų (buitinių, pavojingų, rūšiuojamų) kiekio susidarymą? Kaip ir kokią įtaką daro?
3. Kokie Lean metodai naudojami Jūsų organizacijoje, daro poveikį siekiant paveikti išteklių (tokių kaip žaliava/ energija/ vanduo) naudojimą?
4. Kokie Lean metodai daro įtaką (ir kokią) galutinio produkto gamybai naudojant (skatinant naudoti) perdirbamas žaliavas, Jūsų organizacijoje?

II. SOCIALINIS ELEMENTAS ir Lean metodai



5. Kokie Lean metodai (kodėl ir kaip) daro poveikį socialiniam elementui Jūsų organizacijoje?
6. Kokie Lean metodai naudojami Jūsų organizacijoje, daro poveikį (kodėl ir kokį) *darbuotojų darbo sąlygoms*?
7. Kokie Lean metodai ir kokį poveikį daro *nuolatiniam darbuotojų tobulinimuisi*, Jūsų organizacijoje?
8. Kokie Lean metodai ir kaip paveikė *bendruomenės įsitraukimą* į organizacijos vystomą veiklą, bendrus projektus?

III. EKONOMINIS ELEMENTAS ir Lean metodai



9. Kaip pasikeitė *kaina* (medžiagų, gamybinių procesų, įrenginių bei išteklių panaudojimo) įdiegus tam tikrus Lean metodus Jūsų organizacijoje? (kuriuos tiksliau ir kaip pasikeitė?)
10. Kokią įtaką *pelnei* padarė konkretūs Lean metodai Jūsų organizacijoje?

DEMOGRAFINIAI IR SOCIALINIAI KLAUSIMAI

11. Kokio dydžio organizacija?.....
12. Kada pradėtas diegti Lean (metai)?.....
13. Jūsų pareigos-.....
14. Darbo stažas-

*Nuoširdžiai dėkoju už Jūsų laiką, už informaciją, kurią pateikėte.
Atlikus tyrimą- pasidalinsiu išvadomis.
Renata Ambrazienė*