

## KOSMETIKOS SEKTORIAUS GAMYBOS OPTIMIZAVIMO TENDENCIJOS: LIETUVOS ATVEJO ANALIZĖ

Monika ANDRIJAUSKAITĖ\*, Ieva MEIDUTĖ-KAVALIAUSKIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas,  
Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, Lietuva  
El. paštas monika.andrijauskaite@stud.vilniustech.lt*

Gauta 2022 m. sausio 23 d.; priimta 2022 m. gegužės 31 d.

**Santrauka.** Gamybos procesų optimizavimas vis dar išlieka svarbus veiksnys norint išlikti konkurencingiems taip greitai besikeičiančioje kosmetikos rinkoje. Siekiant pagreitinti fizinį darbą, įmonės pritaikė jau klasikinius laikomus „Lean“ metodus skirtus efektyviau valdyti gamyboje vykstančius procesus ir padidinti jų našumą. Tačiau sparčiai pasaulyje plintant Pramonės 4.0 tendencijoms, atsiranda vis naujesni gamybos optimizavimo būdai ir priemonės. Robotizavimas, automatizavimas ir kt. priemonės užtikrina spartesnį darbų atlikimą. Straipsnio tikslas – išanalizuoti ir pristatyti pagrindines gamybos optimizavimo tendencijas. Remiantis atlikta mokslinės literatūros analize, aprašoma kosmetikos gamybos specifika ir išskiriami pagrindiniai gamybos procesų optimizavimo metodai ir tendencijos. Taikant daugiakriterinį vertinimo metodą, atlikta kosmetikos įmonės gamybos optimizavimo tendencijų Lietuvoje analizė.

**Reikšminiai žodžiai:** gamyba, optimizavimas, kosmetika, Lean metodika, Pramonė 4.0, daugiakriterinis metodas.

### Įvadas

*Tyrimo aktualumas.* 2020 metais Europa pasiekė 76,7 mlrd. eurų kosmetikos pardavimus mažmeninėje rinkoje ir pagal šį rodiklį yra didžiausia kosmetikos gaminių rinka pasaulyje. 500 milijonų Europos vartotojų kasdien naudoja kosmetikos ir asmens priežiūros produktus skirtus apsaugoti sveikatą ir pagerinti savijautą (Cosmetics Europe – The Personal Care Association, n.d.). Esant dideliui poreikiui kosmetikos gaminių, įmonės privalo užtikrinti, kad produkcija būtų pagaminta reikiamu laiku ir reikiamais kiekiais. Gamybos procesų optimizavimas yra pagrindinis įmonės našumą lemiantis veiksnys (Kazlauskas ir Merkevicius, 2019). Nuolatinis gamybos procesų tobulinimas, išlaidų mažinimo priemonės, kokybės užtikrinimas – būtinos priemonės norint gauti didžiausią pelną ir išlikti konkurencingiems. Ypač tai yra svarbu kosmetikos gamybos įmonėse, kur vyrauja aukštas konkurencingumo lygis. Vien 2015 m. duomenimis 23 000 įmonių Europoje užsiima didmenine kosmetikos gamyba (Cosmetics Europe – The Personal Care Association, 2019).

Tačiau kosmetikos gamybos įmonėse dominuoja fizinių jėgų reikalaujantys darbai: medžiagų surinkimas, kosmetikos gaminio gamyba, produktų pakavimas, ženklavimas. Dėl šių gamybos operacijų didėja produktų gamybos laikas ir sąnaudos, o tai lėtina produkto patekimą į rinką. Norint paspartinti gamybos procesus, įmonės pradėjo taikyti gamybos optimizavimo modelius, kurie skirti didinti įmonės pajamas, pagerinti produktų kokybę ir pagreitinti gamybos našumą. Sparčiai vystantis technologijoms ir ekonomikai, pasaulyje įsitvirtino ketvirtoji pramonės revoliucija, dar vadinama Pramonė 4.0. Šis naujas ekonomikas raidos etapas skatina diegti naujas technologijas ir metodus didinančius konkurencingumą ir naujumą. Pasinaudojus optimizavimo modeliais ir inovatyviomis priemonėmis greičiau pagaminami kosmetikos gaminiai, o siekiant būti sėkminga įmone privaloma nuolat taikyti naujausias žinias skirtas palengvinti gamybos darbus.

*Tyrimo objektas* – gamybos procesų optimizavimo tendencijos.

*Tyrimo tikslas* – išanalizuoti ir pristatyti pagrindines gamybos optimizavimo tendencijas. Tikslui pasiekti yra iškelti šie uždaviniai:

1. Aprašyti kosmetikos gamybos specifiką.

2. Apibendrinti gamybos optimizavimo tendencijas.

3. Taikant daugiakriterinį metodą įvertinti kosmetikos įmonės gamybos optimizavimo tendencijas.

*Tyrimo metodai.* Mokslinės literatūros analizė – tai empirinis tyrimo metodas, kuriame analizuojami moksliniai tekstai. Ši analizė skirta apibūdinti tyrimo objektus ir identifikuoti jų specifškumą. Daugiakriterinis SAW vertinimo metodas – kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumų sandaugų matavimo metodas.

## 1. Kosmetikos gamybos samprata

### 1.1. Kosmetikos gamybos specifika

Kaip teigia Halla et al. (2018) *kosmetikos gaminys* – tai medžiaga ar preparatas, skirtas išorinėms kūno dalims (plaukams, nagams, epidermiui, lūpoms ir išoriniams lyties organams) valyti, kvėpinti, apsaugoti ir/ar palaikyti gerą būklę, pakeisti išvaizdą ir/ar koreguoti kvapą arba dantis, burnos ertmės gleivinei valyti, kvėpinti, apsaugoti. Dažniausiai kosmetikos gaminys naudojamas tiesiogiai ant žmogaus kūno išorinio paviršiaus siekiant atlikti šias keturias funkcijas:

- pakeisti išvaizdą;
- apsaugoti;
- pakeisti kūno kvapą;
- palaikyti tinkamą priežiūrą (Halla et al., 2018).

Kosmetika yra asmens priežiūros produktų, kuriuos dažniausiai naudoja vartotojai, pogrupis kaip kasdienės higienos ir grožio veiklos dalis (Turnbull, 2018). Mokslinėje literatūroje įvairiais būdais klasifikuojama kosmetika. Kosmetika gali būti klasifikuojama pagal paskirtį, naudojimo sritis, funkcijas, paruošimo formą, vartotojo amžių ar lytį (Halla et al., 2018). Dažniausiai kosmetika klasifikuojama pagal vartojimo paskirtį. Toks klasifikavimo būdas leidžia kosmetikos gamybos įmonei pasirinkti, kokias kosmetikos kategorijas jie nori gaminti atsižvelgiant į rinkos poreikį.

Nors kosmetikos gaminiai skirti apsaugoti, pakeisti ar suteikti gerą odos būklę, tačiau netinkamai ar netaisyklinai paruošti produktai gali sukelti vartotojui įvairius odos ar burnos gleivinės pažeidimus. Bet įmonei norint pradėti gaminti kosmetikos produktus būtini dokumentai, kurie leistų pradėti vykdyti gamybos veiklą. Pirmiausia, kosmetikos gamybos įmonės privalo gauti leidimą – higienos pasą. Šį dokumentą išduoda Nacionalinis visuomenės sveikatos centras. Patikrinamas higienos normų atitikimas patalpose, tinkamas išplanavimas, apžiūrimi kosmetikos gamybos įmonėse naudojamų įrenginių dokumentai, priežiūra ir naudojimas. Turint higienos pasą reiškia, kad ūkinės komercinės veiklos sąlygos tenkina visuomenės sveikatos saugos teisės aktų reikalavimus.

Nuo 2013 m. liepos mėnesio visose Europos Sąjungos šalyse įsigaliojo Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 1223/2009 (toliau – Reglamentas), kuris visiems kosmetikos gamintojams suvienodino reikalavimus kosmetikos gaminių gamybai. Be higienos paso kosmetikos gamybos įmonėse gaminami kosmetikos gaminiai turi būti gaminami laikantis geros gamybos praktikos (GMP) principais. Lietuvos standarte LST EN ISO 22716:2008 „Kosmetikos gaminiai. Geros gamybos praktika. Geros gamybos praktikos vadovas“ (ISO 22716:2007) išdėstytos rekomendacijos patalpoms, gaminių gamybai, jų kokybei, pakavimui, laikymui ir kontrolei. Geros gamybos praktikos standartas ISO 22716:2007 apima kosmetikos gaminių tiekimo grandinės aspektus – nuo žaliavų pristatymo iki galutinio produkto išsiuntimo vartotojui. Pateikia svarbiausius gaminių gamybos, kontrolės, laikymo ir transportavimo aspektus (de Boer, 2014).

### 1.2. Gamybos procesų optimizavimo modeliai

Vienas iš svarbiausių gamybos valdymo įrankių yra gamybos procesų optimizavimas (Kazlauskas ir Merkevičius, 2019). Todėl gamybinės įmonės tikslas – sumažinti gamybos sąnaudas, padidinti produktyvumą ir pagerinti pagamintų produktų kokybę, o tai galima padaryti tik dirbant optimaliomis sąlygomis (Afteni & Frumušanu, 2017). Autoriai įvairiai aprašo procesų optimizavimo terminą (1 lentelė). Bendrai procesų optimizavimas – tai procesas, kurio metu parenkamas geriausias metodas maksimaliai sumažinti gamybos proceso laiką norint pasiekti geriausio efektyvumo. Gamybos procesų optimizavimas paprastai yra sudėtinga užduotis, kuriai reikalingi šie aspektai: gamybos procesų bei matematinių žinių ir optimizavimo metodų išmanymas, gamyboje esančių prietaisų galimybių specifkacija (Rao, 2011).

Dirbant kosmetikos gamybos įmonėje didžioji dalis darbų yra atliekami naudojant fizinę jėgą. Norint pasiekti geresnių rezultatų galima optimizuoti gamybą. Tai galima padaryti įvairiais būdais: pradedant nuo gamyboje esančių prietaisų tobulinimo, visapusišku gamybos perplanavimu (Joppen et al., 2019) ar panaudoti gamybos optimizavimui skirtus metodus, kurie padės pasiekti norimo tikslo.

1 lentelė. Procesų optimizavimo apibrėžimai (sudaryta autorių)

Autoriai	Apibrėžimas
Kazlauskas ir Merkevičius (2019)	Procesų optimizavimas yra mokslo sritis, kurios tikslas parinkus gamybos operacijas ir jų technologinius parametrus, pasiekti maksimalius rezultatus ir didžiausią gamybos efektyvumą su mažiausiomis sąnaudomis.
Afteni ir Frumušanu (2017)	Optimizavimas yra kaip veikla, pasirenkanti iš galimų problemos sprendimų geriausią, kuris įvertinamas pagal iš anksto nustatytą kriterijų, pvz.: gamybos kainą.
Sabadka et al. (2017)	Procesų optimizavimas – tai procesas, kurio metu reikia, kiek įmanoma sutrumpinti gamybos proceso laiką, kad padidėtų gamybos našumas.

*Lean metodika* – tai valdymo ir gamybos sistema sukurta remtasi „Toyota“ gamybos sistemos vertėmis. Lean sistema reikalinga nustatyti atsakomybės sritis specifiniams valdymo, darbo proceso elementams, metodams (Statkus, 2018). Lean sistema remiasi pagrindiniais tikslais, kuriais siekiama pagerinti kokybę, pašalinti nereikalingus nuostolius, sumažinti laiką ir bendras išlaidas (Mady et al., 2020). Lean sistemos diegimas atliekamas įmonėse optimizuojant darbus ir identifikuojant nuostolius. Nuostoliais gali būti trukdžiai, atsirandantys tiekimo grandinėje (neefektyvus transportavimas, per didelė gamyba, laiko švaistymas, nereikalingas judėjimas, pertekliniai procesai) ir įvairūs praradimai gamyboje (broko taisymai, koregavimai) (Mady et al., 2020; Statkus, 2018). Nustačius nuostolius, sukuriama nauji sprendimai, kurie padidina efektyvumą, sumažina išlaidas ir pagerina veiklą (Kazlauskas ir Merkevičius, 2019). Lean sistemą diegiančios įmonės turi suprasti savo klientų poreikius, atitikti jų lūkesčius ir tenkinti visus kliento reikalavimus (Bauer et al., 2018; Mady et al., 2020). Pagal Bauer et al. (2018) pagarba darbuotojams yra esminis Lean sistemos principas, kuris skatina komandinę darbą, ugdo darbuotojo potencialą ir savarankiškumą. Lean metodika remiasi toliau aprašytais modeliais.

Vienas iš Lean modelių taikomų gamybos procesų optimizavimui yra penkių principų (angl. 5S) metodas. Metodo pavadinimas kilęs iš pirmųjų japoniškų žodžių raidžių: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, *Shitsuke*. 5S metodas aprašo 5 universalius gamybos susitvarkymo principus:

- Rūšiavimas (jp. *Seiri*) – nereikalingų daiktų pašalinimas iš darbo vietos. Sumažėjus daiktų vyksta geresnis darbo vietos panaudojimas.
- Racionalus išdėstymas (jp. *Seiton*) – optimalus daiktų išdėstymas darbo vietoje, siekiant greitai ir lengvai juos pasiekti.
- Tvarkymasis (jp. *Seiso*) – sistemingas darbo vietos, gamyboje esančių prietaisų valymas ir priežiūra pagal nustatytus reikalavimus.
- Standartizavimas (jp. *Seiketsu*) – aiškių ir suprantamų gamybinės aplinkos tvarkymo taisyklių sukūrimas.
- Savikontrolė (jp. *Shitsuke*) – nuolatinis 5S metodo vykdymas ir informacijos perdavimas kitiems darbuotojams (Rewers et al., 2016; Michalska & Szewieczek, 2007; Veres (Harea) et al., 2018).

Nuolatinis 5S diegimas įmonėse sukuria privalumų: geresnė produktų ir paslaugų kokybė, švari ir produktyvi darbo aplinka, geresnė priežiūra ir saugumas, sąnaudų mažinimas, procesų efektyvumo didinimas, drausmė ir geresnis įsitraukimas į darbo vietą, geresnis atsakomybės jausmas ir komandinis darbas, geresnis įrangos patikimumas, mažiau švaistomas darbo laikas, o tai sukuria produktyvią ir kokybišką aplinką organizacijoje (Veres (Harea) et al., 2018).

SMED (angl. „*Single Minute Exchange of Die*“) – viena iš daugelio Lean gamybos priemonių, skirtų sumažinti atsargų kiekį, pagerinti gamybos procesų lankstumą ir efektyvumą (Díaz-Reza et al., 2017; Singh et al., 2018). SMED tikslas sumažinti išlaidas ir gamybinės įrangos prastovas, kurias sukelia sustojimo procesas (Mayr et al., 2018). Šio metodo esmė suskirstyti visas operacijas, kai naudojama gamybinė įranga, į vidines ir išorines veiklas. Vidinės veiklos – tai veiklos, kurias būtina atlikti, kai įranga yra išjungta. Išorinės veiklos – tokie veiksmai, kurie gali būti padaryti veikiant procesams. Norint kiek įmanoma sutrumpinti sustojimo laiką būtina, kai kurias vidinės veiklos operacijas paversti išorinėmis, kad jas būtų galima atlikti mašinai veikiant (Konieczna et al., 2018; Singh et al., 2018). Tokiu būdu sutrumpinamas gamybos įrenginių pakeitimo laikas ir jo daugiau skiriama gamybos procesui (Sabadka et al., 2017). SMED terminas reiškia, kad pakeitimas turi būti atliktas per mažiau nei dešimt minučių. Jeigu to įgyvendinti neišeina, laiko sumažinimas yra patobulėjimas, o išmoktos žinios bus pritaikomos ateityje (Singh et al., 2018).

SMED metodo privalumai:

- padidėjęs gamybos lankstumas leidžia gaminti mažesnius kiekius, dėl to nėra sandėliuojama per daug žaliavų;
- greičiau reaguojama į besikeičiančius klientų užsakymus;
- trumpėja procesų pakeitimo laikas;
- didėja gamybos procesų ir įrangos našumas (Díaz-Reza et al., 2017; Konieczna et al., 2018; Mayr et al., 2018; Singh et al., 2018).

Kitas plačiai naudojamas būdas gamybos procesams optimizuoti yra tiksliai laiku (angl. *Just in time, JIT*) metodas. Šios strategijos esmė – naudojant reikiamą kiekį žaliavų gaminti tik reikiamu laiku ir tik tiek, kiek yra užsakyta (Bhushan et al., 2017; Pinto et al., 2018; Taghipour et al., 2020). Šio metodo pagalba galima tiksliai suplanuoti gamybos procesą, o tai leidžia įmonei efektyviai organizuoti darbą (Taghipour et al., 2020). Nors ir pakankamai lengva metodika, JIT teorija padeda:

- palengvinti gamybos lankstumą, kuris suteikia konkurencinį pranašumą, nes įmonė lengviau prisitaiko prie aplinkos pokyčių ir kliento norų (Taghipour et al., 2020);
- pašalinti pridėtinės vertės neturinčias veiklas ir priemones (Pinto et al., 2018);
- pagerinti kokybę (Pinto et al., 2018);
- sumažinti atsargų laikymo išlaidas (Kiran, 2019; Srinivasaiah et al., 2021);
- pagreitinti gamybos procesus (Bhushan et al., 2017);
- pagerinti santykius su tiekėjais (Taghipour et al., 2020).

Norint įmonėje įgyvendinti šią sistemą, reikalingi būtini veiksniai: kokybė, komandinis darbas, švietimas ir bendravimas (Bhushan et al., 2017). JIT sistema bus veiksminga tik tada, jei dalyvaus kiekvienas organizacijos darbuotojas (Srinivasaiah et al., 2021), nes tai apima ne tik gamybos, bet pirkimo ir pardavimo skyrius (Pinto et al., 2018).

Ne tik JIT, bet ir Kaizen metodas yra orientuotas į komandinį darbą. Kaizen – tai japonų sukurtas valdymo metodas, kurio tikslas nuolat tobulinti darbo zonas, procesus ir produktus, pagerinti darbuotojų moralę ir saugumą. Kaizen yra japonų hibridinis žodis: „kai“ reiškia pokyčius, o „zen“ – gerą, todėl šis terminas gali būti išverstas kaip „keistis į gerąją pusę“ (Hasan & Hossain, 2018; Helmold, 2020). Pagal Kaizen principus, tobulėjimas gamybos procese neįmanomas be visų komandos narių. Atsitikus nukrypimams, gedimams darbuotojai kartu su vadovu turi pasiūlyti sprendimo būdą ir pašalinti sutrikimus pasinaudojant turimomis žiniomis (Helmold, 2020). Todėl šis metodas skatina komandinį darbą, o priimti sprendimai atliekami be sudėtingų metodų ar brangios įrangos, kurie reikalautų naujų investicijų (Mekonnen, 2019). Viena iš Kaizen priemonių yra PDCA ciklas. Keturių žingsnių valdymo metodas dar žinomas kaip Demingo ratas/ciklas ir Shewhart ciklas, kuris skirtas nuolatiniam procesų kontroliavimui ir tobulinimui įgyvendinimui. PDCA žingsniai:

- Planas: išanalizuojama esama situacija, apibrėžiamas tikslas ir numatomi rezultatai.
- Daryti: planas įgyvendinamas mažais žingsniais.
- Patikra: tiriami rezultatai.
- Veiksmas: organizacija imasi veiksmų, kad pagerintų procesą (Helmold, 2020).

Kaizen pagrindinį dėmesį skiria kokybei, technologijoms, procedūroms, organizacinėms vertybėms, pelningumui ir apsaugai (Srinivasaiah et al., 2021).

Lean metodika – tai būdai, leidžiantys pagreitinti gamybos procesus neinvestuojant daug papildomų pajamų. Tinkamai įgyvendinus šiuos metodus įmonėje sumažinamos išlaidos, sutrumpinamas gamybos proceso laikas bei padidinamas gamybos lankstumas. Tačiau norint įmonei tobulėti, reikia domėtis ir pritaikyti naujas žinias, modelius ir procesus.

### 1.3. Gamybos procesų optimizavimo technologijos

Proceso naujovės – tai gamybos metodo įgyvendinimas arba reikšmingi specifinių metodų, įrangos ir (arba) programinės įrangos pakeitimai, siekiant sumažinti gamybos išlaidas, pagerinti naujų ar patobulintų produktų kokybę, gamybą ir pardavimą, padidinti efektyvumą arba gamybinės veiklos lankstumą (Maier, 2018).

Procesų tobulinimas neatsiejamas be ketvirtosios pramonės revoliucijos arba kitaip Pramonės 4.0 naujovių. Pramonė 4.0 pagrįsta pažangios gamybos koncepcija, kurios tikslas – optimizuoti gamybą ir pardavimus, išnaudojant pažangias informacijas ir gamybos technologijas įtraukiant į gamybos ciklą naujus modelius, metodikas, išmaniuosius įrenginius ir duomenų analizę. Tokiu būdu tradicinė gamyba paverčiama išmaniaja sistema (Zhong et al., 2017). Tai leidžia padidinti kokybę, produktyvumą ir lankstumą, pradėti gaminti produktus dideliu mastu ir tvariau sunaudojant didelius kiekius išteklių. Ši sistema susideda iš dviejų technologijų, kurių paskirtis pridėtinės vertės kūrimas gamybos procesams ir galutiniams produktams bei papildomas efektyvumo didinimas operacinei veiklai (Frank et al., 2019). Išmanioji sistema technologijomis skatina tobulinti automatizavimą, įtraukdami į darbuotojų darbą robotus. Šie dirbs kartu su darbuotojais, vykdydami bendras užduotis (Frank et al., 2019; Stock & Seliger, 2016). Taigi, žmonės ir mašinos Pramonės 4.0 koncepcijoje laikomi integruotu socialiniu-techniniu mechanizmu (Thoben et al., 2017). Tokiu būdu siekiama sumažinti žemos pridėtinės vertės darbuotojų užduotis, naudojant bendradarbiaujančius robotus ir išnaudojant darbuotojų galimybes atlikti sudėtingesnes užduotis, kuriose robotai yra riboti dėl užduočių lankstumo

(Frank et al., 2019). Taigi Pramonės 4.0 koncepcija siekia įtraukti į gamybos procesus inovatyvias sistemas, kurios palengvintų darbuotojų darbą ir leistų atlikti užduotis žymiai greičiau.

Gamybos procesų inovacijos neatsiejamos be elektroninių gamybos priemonių. Pasinaudojus šiomis gamybos procesų optimizavimui skirtomis priemonėmis, įmonė sumažina išlaidas ar laiką prekei gaminti.

Elektroninės gamybos priemonės sudaro:

- elektroninės gamybos procesų priemonės: kompiuteriais valdomos mašinos (angl. *Computer numerically controlled machines*, CNC), lanksčios gamybos sistemos (angl. *Flexible manufacturing systems*, FMS), automatišnių procesų kontrolė (angl. *Process Control*) ar konvejeriai (angl. *Conveyors*)
- elektroninės gamybos procesų kūrimo priemonės: grupinė technologija (angl. *Group technology*, GT) ir prekės gyvenimo ciklas (angl. *Product life-cycle management*, PLM).
- elektroninės gamybos sistemos procesų priemonės yra ISO 10303 standartas (angl. *Standard for exchange of product model data*, STEP) ir kompiuterizuotas procesų planavimas (angl. *Computer aided process planning*, CAPP).
- informacinės priemonės įmonių išteklių programinė įranga (angl. *Enterprise resource Software*, ERP) ir tiekimo grandinės programinė įranga (angl. *Supply chain Software*, SCM), barkodai (angl. *Bar codes*) (Kazlauskas ir Merkevičius, 2019).

Inovatyvūs ir nauji būdai tobulinti gamybą yra neatsiejami nuo Pramonės 4.0 koncepcijos. Automatizuotas darbas, galimybė atlikti užduotis pasitelkiant kompiuterizuotus procesus – tai šiuolaikinės gamybos įmonės optimizavimo būdai, leidžiantys efektyviai atlikti užsakymus naudojant mažiau darbuotojų fizinės jėgos. Kosmetikos gamybos įmonėse vis dar vyrauja fizinis darbas, todėl šios priemonės turi būti diegiamos norint išlikti konkurencingiems.

Remiantis mokslinės literatūros analize ir optimizavimo modeliais išrenkami pagrindiniai kriterijai lemiantys gamybos procesų optimizavimą. Šie kriterijai bus toliau naudojami daugiakriteriniame vertinimo metode, kuris parodys kosmetikos įmonės Lietuvoje gamybos optimizavimo tendencijas.

## 2. Daugiakriterinis SAW vertinimo metodas

Pasinaudojant optimizavimo modelių ir gamyboje taikomų inovatyvių būdų apžvalga atrenkami kriterijai. Tuomet taikant daugiakriterinį SAW metodą pagal šiuos kriterijus analizuojama Lietuvos kosmetikos įmonės X (įmonė norėjo išlikti konfidenciali) gamybos optimizavimo tendencijos. SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) – paprastas adityvus svorių metodas, kurio koncepcija normalizuojant sprendimo matricos narius rasti rodiklių/kriterijų reikšmių ir reikšmingumų sandaugų sumą (Simanavičienė, 2013). SAW yra pats seniausias, tipinis, vienas iš labiausiai žinomų ir dažniausiai praktikoje taikomų metodų (Podvezko, 2011). Taikant daugiakriterinį metodą susisteminama pateikta informacija – sudaroma alternatyvų prioritetinga eilutė, parodanti, vienos alternatyvos pranašumą už kitą, remiantis atrinktais kriterijais. Norint taikyti SAW metodą reikia normalizuoti sprendimų matricą iki skalės panašios į visus esamus alternatyvius įvertinimus, t. y. būtinas minimizuotų ir maksimizuotų rodiklių nustatymas (Anggraeni et al., 2018; Podvezko, 2011). Minimizuotus kriterijus galima konvertuoti į maksimizuotus pagal formulę:

$$\bar{r}_{ij} = \frac{\min_j r_{ij}}{r_{ij}}, \quad (1)$$

kur  $r_{ij}$  yra  $i$ -jo kriterijaus reikšmė  $j$ -ajai alternatyvai,  $\min_j r_{ij}$  yra mažiausia  $i$ -ojo kriterijaus reikšmė visoms lyginamoms alternatyvoms,  $\bar{r}_{ij}$  žymi konvertuotas reikšmes. Taigi mažiausia kriterijaus reikšmė  $r_{ij} = \min_j r_{ij}$ , įgyja didžiausią reikšmę, lygią vienetui. Taip pat padaroma ir su maksimizuotais kriterijais. Siekiant transformuoti maksimizuotus kriterijus į minimizuotus naudojama formulė:

$$\bar{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max_j r_{ij}}, \quad (2)$$

kur  $\max_j r_{ij}$  yra didžiausia  $i$ -ojo kriterijaus reikšmė visoms alternatyvoms.

Kitas SAW metodo reikalavimas, kad visos kriterijų reikšmės  $r_{ij}$  būtų teigiamos. Neigiamos reikšmės transformuojamos į teigiamas naudojant formulę:

$$\bar{r}_{ij} = r_{ij} + \left| \min_j r_{ij} \right| + 1. \quad (3)$$

Norint paskaičiuoti visų kriterijų pasvertų normalizuotų reikšmių sumą  $S_j$  apskaičiuojama  $j$ -ajam objektui:

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i \tilde{r}_{ij}, \quad (4)$$

kur  $w_i$  yra  $i$ -ojo kriterijaus svoris  $\left(\sum_{i=1}^m w_i = 1\right)$ ;  $\tilde{r}_{ij}$  yra normalizuota  $i$ -ojo kriterijaus reikšmė  $j$ -ajam objektui;  $i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ ;  $m$  – yra naudojamų kriterijų skaičius, o  $n$  – lyginamųjų objektų (alternatyvų) skaičius. Didžiausia kriterijaus  $S_j$  reikšmė atitinka geriausią alternatyvą. Palyginamos alternatyvos turi būti išdėstytos kriterijaus  $S_j$  apskaičiuotų verčių mažėjimo tvarka (Podvezko, 2011).

...

Taikant daugiakriterinį SAW metodą yra būtinas pasirinktų kriterijų reikšmių (svorių) nustatymas. Remiantis mokslinė literatūra visiems kriterijams paskiriami vienodi svoriai (Podvezko, 2011). Šio SAW metodo skaičiavimo algoritmas nėra sudėtingas ir gali būti apskaičiuojamas naudojantis paprastomis kompiuterinėmis programomis (Podvezko ir Podvezko, 2013).

### 3. Tyrimo rezultatai

Norint sureitinguoti ir išanalizuoti, kuriais metais kosmetikos įmonė geriausiai optimizavo procesus, buvo atliktas tyrimas naudojant daugiakriterinį SAW metodą. Tyrimui atlikti buvo naudojami 2017–2020 metų įmonės X (įmonė norėjo išlikti konfidenciali) duomenys gaminant dantų pastas. Iš susistemintų duomenų apskaičiuojami pasirinktų kriterijų rezultatai. Remiantis mokslinė literatūra pasirinkti keturi kriterijai: pagaminti dantų pastos kiekiai per mėnesį, gamybos proceso laikas (valandų per mėnesį), darbuotojų skaičius, defektų kiekis per mėnesį. Įmonę pasirinkta vertinti pagal šiuos kriterijus, nes jie padeda sureitinguoti įmonę pagal tai, kuriais metais geriausiai pavyko optimizuoti gamybos darbus atsižvelgiant į apgamintus kiekius ar darbuotojų skaičių. Svarbu paminėti, kad visi tyrimui pasirinktų kriterijų svoriai yra lygūs (po 0,25). Tyrimui atlikti naudojami 2 lentelėje pateikti duomenys:

2 lentelė. Kosmetikos įmonės gamybos optimizavimą nustatantys dydžiai (sudaryta autorių)

	Kriterijai	2017 m.	2018 m.	2019 m.	2020 m.
Pagaminti dantų pastos kiekiai per mėn.	max	454	962	1022	5002
Gamybos proceso laikas (val. mėn.)	min	94	76	74	32
Darbuotojų skaičius	min	3	4	4	5
Defektų kiekis per mėn.	min	15	10	10	42

Pritaikius SAW metodo 1 ir 2 formules yra normalizuojami 2 lentelės duomenys ir sudaroma normalizuota matrica (3 lentelė).

3 lentelė. Normalizuota duomenų matrica (sudaryta autorių)

	Kriterijų svoriai	2017 m.	2018 m.	2019 m.	2020 m.
Pagaminti dantų pastos kiekiai per mėn.	0.25	0.09	0.19	0.20	1.00
Gamybos proceso laikas (val. mėn.)	0.25	0.34	0.42	0.43	1.00
Darbuotojų skaičius	0.25	1.00	0.75	0.75	0.60
Defektų kiekis per mėn.	0.25	0.67	1.00	1.00	0.24

Pagal gautas kriterijų sumas, alternatyvoms yra suteikiama prioritentinė eilė, kuri yra pateikta 4 lentelėje.

4 lentelė. Alternatyvų prioritentinė eilė bei surangavimas (sudaryta autorių)

	2017 m.	2018 m.	2019 m.	2020 m.
SAW ( $S_j$ )	0.524	0.591	0.597	0.710
Rangas	4	3	2	1

Iš SAW metodo suranguotų duomenų geriausiai gamybos procesus kosmetikos įmonė optimizavo 2020 metais. Nuo 2017 m. iki 2020 m. gamybos optimizavimas efektyvėjo, nes kiekvienais metais dantų pastų buvo pagaminama vis daugiau, tačiau 2020 m. matomas didžiausias gamybos procesų tobulėjimas (pagal  $S_j$  rodiklį). Nors įmonėje nebuvo žymaus darbuotojų padidėjimo, tačiau pagaminami kiekiai 2020 m. buvo apie 5 kartus didesni ir laikas, per kurį pagaminamas produktas, sutrumpėjo lyginant su 2017 m. duomenimis. Iš įmonės atstovų gauta informacija, kad nuo 2017 m. įmonėje pradėta naudoti „Lean“ sistemos principais, o 2020 m. įmonė įsigijo automatizuotas pilstymo ir tūtų užlenkimo sistemas. Pasinaudojus šia automatizuota įranga greičiau ir produktyviau pagaminami kosmetikos gaminiai, o atsiradę „Lean“ principai padidino gamybos našumą.

## Išvados

Atlikus mokslinės literatūros analizę galima daryti išvadą, kad kosmetikos gaminiai yra neatsiejama kiekvieno žmogaus rutinos dalis. Norint palaikyti tinkamą higieną, pakeisti išvaizdą ar apsisaugoti, naudojamos įvairios kosmetikos priemonės. Dėl kosmetikos gaminių įvairumo ir gausos išlikti konkurencingiems yra didelis iššūkis. Tačiau siekiant išlikti konkurencingoje kosmetikos rinkoje, būtina efektyviai valdyti gamybos procesus ir juos optimizuoti. Gamybos proceso optimizavimas pagreitina gamybos procesus, mažina sąnaudas ir gamybos proceso trukmę, leidžia efektyviau atlikti darbus. Tokių pokyčių įmonėje galima pasiekti taikant „Lean“ metodiką bei panaudojant naujas Pramonės 4.0 priemones ir metodus. Pritaikius šiuos inovatyvius būdus: automatizavimą bei skaitmenizavimą, įmonei atnešama daugiausia pajamų.

Remiantis daugiakriteriniu SAW vertinimo metodu atlikta Lietuvos kosmetikos įmonės gamybos optimizavimo tendencijų analizė. SAW metodas leido išskirti, kuriais metais įmonėje buvo efektyviausiai optimizuojami procesai. Įvedus 2017 m. „Lean“ principus kiekvienais metais didėjo pagamintų dantų pastų ir sumažėjo defektų kiekiai. 2020 m. kosmetikos įmonė produktyviausiai atliko ir optimizavo darbus. Tai lėmė ne tik „Lean“ sistema, bet ir atsiradusi viena iš Pramonės 4.0 priemonių – automatizuota gamybos įranga. Šios priemonės kartu apie 5 kartus padidino kosmetikos produktų pagaminamą kiekį, sutrumpino proceso laiką. Norint, kad tyrimas būtų tikslesnis, reiktų naudoti daugiau kriterijų ir paskirstyti atitinkamai jiems svorius. Siekiant gauti tikslesnius rezultatus, papildomai naudoti kitus daugiakriterinius metodus: TOPSIS, COPRAS ir palyginti jų rezultatus su jau gautais.

## Literatūra

- Afteni, C., & Frumušanu, G. (2017). A review on optimization of manufacturing process performance. *International Journal of Modeling and Optimization*, 7(3), 139–144. <https://doi.org/10.7763/IJMO.2017.V7.573>
- Anggraeni, E. Y., Huda, M., Maselena, A., Safar, J., Jasmi, K. A., Kilani Mohamed, A., Hehsan, A., Basiron, B., Suhaila Ihwani, S., Hassan, W., Embong, W., Mohamad, A. M., Shakib, S., Noor, M., Fauzi, A. N., Wijaya, D. A., & Masrur, M. (2018). Poverty level grouping using SAW method. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2), 218–224. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.27.11948>
- Bauer, H., Brandl, F., Lock, C., & Reinhart, G. (2018). Integration of Industrie 4.0 in Lean manufacturing learning factories. *Procedia Manufacturing*, 23, 147–152. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.008>
- Bhushan, D., Aserkar, D., & Nanda Kumar, K. (2017). Effectiveness of Just In Time manufacturing practices. *International Journal of Business Management and Economic Research (IJBMER)*, 8(6), 1109–1114. <https://www.ijbmer.com/docs/volumes/vol8issue6/ijbmer2017080602.pdf>
- Cosmetics Europe – The Personal Care Association. (n.d.). *Cosmetic products*. Retrieved February 20, 2022, from <https://cosmeticseurope.eu/cosmetic-products/>
- Cosmetics Europe – The Personal Care Association. (2019). *Socio-economic contribution of the european cosmetics industry*. [https://www.cosmeticseurope.eu/files/4715/6023/8405/Socio-Economic\\_Contribution\\_of\\_the\\_European\\_Cosmetics\\_Industry\\_Report\\_2019.pdf](https://www.cosmeticseurope.eu/files/4715/6023/8405/Socio-Economic_Contribution_of_the_European_Cosmetics_Industry_Report_2019.pdf)
- de Boer, E. (2014). *Understanding and implementing the requirements of the ISO 22716 Good Manufacturing Practices (GMP) Certification Standard for cosmetic products*. International Business Development Manager, Cosmetics Industry, SGS.
- Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., Mendoza-Fong, J. R., Martínez-Loya, V., Macías, E. J., & Blanco-Fernández, J. (2017). Interrelations among SMED Stages: A causal model. *Complexity*, 2017, 5912940. <https://doi.org/10.1155/2017/5912940>
- Eur-Lex. (2009). *Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 1223/2009 dėl kosmetikos gaminių*. <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1223/oj>
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210(January), 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Halla, N., Fernandes, I. P., Heleno, S. A., Costa, P., Boucherit-Otmani, Z., Boucherit, K., Rodrigues, A. E., Ferreira, I. C. F. R., & Barreiro, M. F. (2018). Cosmetics preservation: A review on present strategies. *Molecules*, 23(7), 1–41. <https://doi.org/10.3390/molecules23071571>

- Hasan, Z., & Hossain, M. S. (2018). Improvement of effectiveness by applying PDCA cycle or Kaizen: An experimental study on engineering students. *Journal of Scientific Research*, 10(2), 159–173. <https://doi.org/10.3329/jsr.v10i2.35638>
- Helmold, M. (2020). Kaizen: Continuous improvements in small steps. In *Lean Management and Kaizen. Management for professionals* (pp. 25–30). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-46981-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46981-8_3)
- Joppen, R., Von Enzberg, S., Kuhn, A., & Dumitrescu, R. (2019). A practical framework for the optimization of production management processes. *Procedia Manufacturing*, 33, 406–413. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.050>
- Kazlauskas, A. ir Merkevičius, J. (2019, vasario 13 d.). Veiksniai įtakojantys gamybos procesų optimizavimą. Iš *22-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos* (pp. 1–8). Vilnius, Lietuva.
- Kiran, D. R. (2019). Just in time and kanban. In *Production planning and control. A comprehensive approach* (pp. 369–379). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818364-9.00026-3>
- Konieczna, M., Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2018). The application of single minute exchange of die in the production process improvement. *Logistics & Transport*, 39(3), 31–37. <https://doi.org/10.26411/83-1734-2015-3-39-7-18>
- Lietuvos Standartizacijos Departamentas. (2018). *LST EN ISO 22716:2018 „Kosmetikos gaminiai. Geros gamybos praktika. Geros gamybos praktikos vadovas“ (ISO 22716:2007)*. LST.
- Mady, S. A., Arqawi, S. M., Al Shobaki, M. J., & Abu-Naser, S. S. (2020). Lean manufacturing dimensions and its relationship in promoting the improvement of production processes in industrial companies. *International Journal on Emerging Technologies*, 11(3), 881–896.
- Maier, D. (2018). Product and process innovation: A new perspective on the organizational development. *International Journal of Advanced Engineering and Management Research*, 3(6), 132–138.
- Mayr, A., Weigelt, M., Kühl, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0 – A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 72, 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>
- Mekonnen, T. (2019). Adoption of kaizen principle strategies and associated competitive advantages. *Journal of Technology Acquisition Strategies and Associated Competitive Advantages*, 1–20.
- Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). The 5S methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24(2), 211–214.
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). Introduction to Lean and Just-in-Time manufacturing (pp. 1–4). In *Just in Time factory. Management for professionals*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1_1)
- Podvezko, V. (2011). The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Engineering Economics*, 22(2), 134–146. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.22.2.310>
- Podvezko, V. ir Podviezko, A. (2013). Naujos absoliutaus daugiakriterio vertinimo galimybės. *Lietuvos matematikos rinkinys*, 54(B serija), 54–59. <https://doi.org/10.15388/LMR.B.2013.11>
- Rao, V. (2011). *Series in advanced manufacturing. Advanced modeling and optimization of manufacturing process*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-015-1>
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean manufacturing – a literature review. In *Technological Forum* (pp. 135–139). Czech Technical University in Prague. <https://www.researchgate.net/publication/308171328>
- Sabadka, D., Molnar, V., & Fedorko, G. (2017). The use of Lean manufacturing techniques – SMED analysis to optimization of the production process. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(3), 187–195. <https://doi.org/10.12913/22998624/76067>
- Simanavičienė, R. (2013). Statistinių metodų taikymas daugiatisių sprendimų patikimumui įvertinti. *Information & Media*, 65, 121–126. <https://doi.org/10.15388/Im.2013.0.2048>
- Singh, J., Singh, H., & Singh, I. (2018). SMED for quick change over in manufacturing industry – a case study. *Benchmarking: An International Journal*, 25(7), 1–38. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2017-0122>
- Srinivasaiah, R., Balaji, K. C., & Gopal, P. (2021). Continuous improvement in Just In Time manufacturing (JIT), A systematic literature review. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 6(2), 77–94. <https://doi.org/10.33564/IJEAST.2021.v06i02.015>
- Statkus, J. (2018). „Lean“ gamybos vadybos koncepcija ir vertės kūrimo sistema. *Jaunųjų Mokslininkų Darbai*, 48(1), 15–22. <https://doi.org/10.21277/jmd.v48i1.206>
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536–541. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
- Taghipour, A., Hoang, P., & Cao, X. (2020). Just in Time/Lean purchasing approach: An investigation for research and applications. *Journal of Advanced Management Science*, 8(2), 43–48. <https://doi.org/10.18178/joams.8.2.43-48>
- Thoben, K. D., Wiesner, S. A., & Wuest, T. (2017). “Industrie 4.0” and smart manufacturing – a review of research issues and application examples. *International Journal of Automation Technology*, 11(1), 4–16. <https://doi.org/10.20965/ijat.2017.p0004>
- Turnbull, S. E. (2018). *Chapter 10 – Cosmetics* (pp. 217–229). In *An overview of FDA regulated products*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811155-0.00010-7>
- Veres (Harea), C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: A review. *Engineering*, 3(5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>



## PRODUCTION OPTIMIZATION TENDENTIONS IN THE COSMETICS SECTOR: THE CASE OF LITHUANIAN

Monika ANDRIJAUSKAITĖ, Ieva MEIDUTĖ-KAVALIAUSKIENĖ

**Abstract.** Production processes optimization still remains important factor to maintain in such a rapidly changing cosmetics market. In order to speed up physical work, company already considered applied classics „Lean“ methods, intended for more efficiently control production ongoing processes and increase them performance. Fast increasing Industrial 4.0 tendencies around the world, appears newer production optimize ways and measures. Robotization, automatization and etc. ensures faster work performance. The purpose of this study is to analyse and introduce main production optimization methods and trends. Based on the scientific literature analysis, the specifics of cosmetic production are described and singled out the main production processes optimization methods and trends. Applying multi-criteria evaluation method, the analysis of the production optimization tendencies of a cosmetics company in Lithuania was carried out.

**Keywords:** production, optimization, cosmetics, “Lean” methodology, Industry 4.0, multi-criteria method.