



Eräkökojen vertailu tehokkuuden ja elin- tarviketuotannon näkökulmasta

Noora Leinonen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2024

Liiketalouden tutkinto-ohjelma

Leinonen, Noora

Eräkokojen vertailu tehokkuuden ja elintarviketuotannon näkökulmasta.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2024, 40 sivua.

Liiketalouden tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida elintarvikealalla toimivan yrityksen optimaalista eräkokoja resurssi- ja virtaustehokkuuden kannalta tuotannon ja täyttöosaston näkökulmasta. Optimaalista eräkokoja ja sen määrittämistä on tutkittu aiemmin laajasti, mutta tarkastelun kohteina ovat usein toimialat, joiden valmistuksen raaka-aineet, materiaalit tai lopullinen tuote eivät ole pilaantuvia. Työn tavoitteena oli vastata olettamukseen siitä, onko suurien eräkokojen valmistaminen aina kannattavampaa, kuin pienten eräkokojen valmistaminen.

Työn tutkimusotteena käytettiin laadullista tutkimusotetta. Tutkimuksen pääasiallisina aineistoina toimivat toimeksiantajalta saadut raportit tuotantolinjaston käytöstä, kuten vaihtoaikamatriisi ja tuotevaihto-ohjeet. Jo olemassa olevia raportteja käytettiin hyödyksi tuottaessa lisää tietoa tuotantoeristä. Kvalitatiivista aineistoa kerättiin haastattelemalla toimeksiantajalla työskenteleviä henkilöitä, jotka kuuluvat tutkimuksen kohderyhmään työtehtäviensä puolesta.

Tutkimuksessa perehdyttiin Lean-ajatteluun, sen perusteisiin ja periaatteisiin, sillä se on osa toimeksiantaja yrityksen toimintamallia. Lean-filosofia kiteyttää tehokkuuden, jatkuvan parantamisen ja hukan vähentämisen, jotka ovat merkittäviä syitä eräkokojen optimointiin.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, ettei suurien eräkokojen valmistaminen ole kaikista tehokkuuden näkökulmista kannattavin ja tehokkain ratkaisu. Isommat eräkoot kuitenkin ovat resurssitehokkaampia ja asetus- kustannusten kannalta kannattavin ratkaisu. Optimaalinen eräkokoa on kuitenkin monikompleksinen ongelma, jonka ratkaiseminen ei ole yksinkertaista. Jatkokehityksessä voitaisiin tutkia, miten kasvanut läpimenoaika vaikuttaa kokonaiskustannuksiin, ja missä vaiheessa pienen erän tuottaminen olisikin kannattavampaa.

Avainsanat (asiasanat)

Tuotannosuunnittelu, elintarviketeollisuus, Lean-ajattelu, tehokkuus, optimointi, kannattavuus, eräkokoa

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Leinonen, Noora

Comparison of batch sizes efficiency from the perspective of food production

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2024, 40 pages.

Bachelor's Degree Programme in Business Management. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The purpose of the thesis was to evaluate the optimal batch size for a food industry company from the point of view of resource efficiency and flow efficiency and production and filling department. The optimal batch size and its definitions have been studied extensively in the past, but for the most parts the focus has been on industries where the raw materials or the final products are not perishable. The aim of this work was to answer the question whether it is always more profitable to produce large batch sizes than small ones.

The research was conducted through a qualitative approach. The primary source of data for the study were reports from the client company on the use of the production line, a lead time matrix and product substitution instructions. Existing reports were used to generate further information on the production line. Qualitative data was collected through interviews with people working in the company who are part of the target group of the study because of their position in the company.

The study also introduces Lean thinking, its foundations and principles, as it is a part of the operating model of the client company. The Lean philosophy encapsulates efficiency, continuous improvement, and waste reduction, which are major reasons to optimize batch sizes.

The results of the study showed that producing large batch sizes is not always the most viable and efficient solution from all points of view. Larger batch sizes however are more resource efficient and the most cost-effective solution in terms of set-up costs. However, the optimal batch size is a complex problem that is not simple to solve. Further development could investigate how increased lead times affect overall costs, and at what stage it would be more cost-effective to produce smaller batches.

Keywords/tags (subjects)

Production planning, food industry, Lean-thinking, efficiency, optimization, profitability, batch size

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1 Johdanto	2
2 Tutkimuksen tausta ja rajaus	4
3 Tuotanto	6
3.1 Tuotannonohjaus ja -suunnittelu	6
3.2 Erätuotanto	8
3.3 Taloudellinen eräkkö.....	9
3.4 Lean ja tehokkuus.....	11
4 Kehitystutkimuksen toteutus	16
4.1 Tutkimusmenetelmä	16
4.2 Aineiston keruu ja analysointi	17
5 Toteutus	21
6 Tulokset.....	23
7 Johtopäätökset.....	30
8 Pohdinta.....	32
8.1 Tavoitteiden saavuttaminen	32
8.2 Luotettavuus ja eettisyys	33
8.3 Jatkokehitys.....	35
Lähteet	37

Kuviot

Kuvio 1. Kingman´ s formula	16
Kuvio 2 Eräkköä rajoittavat tekijät.....	25
Kuvio 3. Teho suuret erät.....	26
Kuvio 4. Teho pienet erät.....	26
Kuvio 5. HardSeltzer pienet erät	28
Kuvio 6. HardSeltzer isot erät	28
Kuvio 7. HardSeltzer litrat tunnissa.....	29

1 Johdanto

Terve talous on yrityksen elinehto ja pysyäkseen elinkelpoisena, yrityksen tulisi saavuttaa taloudellisia tavoitteita. Yrityksen tulee toimia kannattavasti ja tuottavasti ja olla maksukykyinen ja vakavarainen. (Viitala & Jylhä 2013.) Jatkuva kehitystyö auttaa yrityksiä parantamaan kannattavuutta, saamaan aikaan kasvua, tehostamaan toimintaa ja kehittämään prosesseja (Ojasalo, Moilanen & Ritakoski 2015). Työ- ja elinkeinoministeriön toimialaraportin selvityksen mukaan elintarvikealan toimintaympäristö muuttuu aiempaa nopeammin. Tähän on vaikuttanut jo koronapandemian aikana alkaneet ja nyt Ukrainan sodan myötä jatkuneet haasteet raaka-aineiden ja tuotantotarvikkeiden saatavuudessa. Myös taloustilanteen heikkenemisen nähdään vaikuttavan kuluttajien ostokäyttäytymiseen säästämisen lisääntymisenä. Toimialanheikkoutena nähdään kohoavat tuotantokustannukset. (Hyrylä, 2022.)

Tuotannon tavoitteena on tuottavuus, jolla kuvataan toiminnan tehokkuutta. Tuottavuutta mitataan suoritteiden ja laitetun panoksen suhteella. Tuotannon seurauksena saadaan jalostettua uusia tuotteita, mutta sen yhteydessä syntyy myös jätettä ja hukkaa. Tuotantotekijöiden optimaalinen käyttö on ihannetilanne, jossa saavutetaan paras mahdollinen tehokkuus samalla, kun hukkaa syntyy mahdollisimman vähän. (Pellinen 2019, 24–27.) Pellisen (2019, 33) mukaan Berliner ja Brimson (1988) ovat esitelleet teollisuusyrityksen tuotannon kehittämisen tärkeimmiksi tavoitteiksi muun muassa koneseisahduksiin kuluvan ajan minimoimisen, raaka-aineiden ja tuotteiden liiallisen varastoinnin välttämisen sekä minimoida kustannukset koko tuotteen elinkaaren aikana. Tehokkuuden ja kannattavuuden kehittämisen yhtenä keinona on tuotannon eräkokojen optimoiminen. Isot eräkoot paisuttavat varastoa ja sitovat yrityksen pääomaa, mutta usein toistuvat pienet valmistuserät aiheuttavat yleiskäyttökoneissa paljon asetusten vaihtamista, joka vähentää tuotantoaika.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen panimoyhtiö Olvi Oyj, jonka osakkeet on noterattu Helsingin pörssiin. Toimeksiantaja ilmaisi tarpeensa mekanismille, jolla voisi arvioida optimaalista eräkokoa. Eräkokojen optimoinnin avulla voidaan kasvattaa tuotannon tehokkuutta, kun odotus- ja vaihtoaikoja minimoidaan tuotannosuunnittelun avulla ja näin ollen aiempi tuottamaton kapasiteetti vapautuisi tuottavaan käyttöön. Kustannusinflaation seurauksena tuotteiden tuotantokustannukset ovat kasvaneet ja se on näkynyt Olvin toiminnassa jo koronapandemian aikana mutta on voimistunut yhä Ukrainan sodan myötä (Vuosikertomus 2022). Vielä vuoden 2023 aikana

pakkausmateriaalien hinnat ovat jatkaneet nousua sekä tiettyjen raaka-aineiden hinnat ovat pysyneet yhä korkealla. Yleisen inflaation seurauksena kuluttajien ostokäyttäytyminen on muuttunut. Konserni vastaa muuttuvaan kuluttajakysyntään kehittämällä tuotevalikoimaa sitä vastaavaksi. (Vuosikertomus 2023.)

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kannattavuuden ja tuottavuuden käsitteitä opinnäytetyön toimeksiantajan liiketoiminnan näkökulmasta keskittyen tuotannon toimintoihin. Tavoitteena on tuoda esille optimaaliseen tuotannon eräkokoan vaikuttavia tekijöitä yleisesti sekä juuri toimeksiantajan yrityksessä. Laskentamekanismin sijaan opinnäytetyössä perehdytään tehokkuuden eri näkökulmiin, jota kautta voidaan arvioida volyymiltaan erilaisten eräkokojen kannattavuutta tuotanto-osaston näkökulmasta.

Optimaalista eräkokoja ja sen määrittelyä on tutkittu laajasti kansainvälisesti ja tutkimusten tuloksina on esitelty kymmeniä erilaisia laskentakaavoja. Kiviranta (2020) on pro gradu- tutkielmassaan tutkinut kustannusparametrejä ja optimaalista valmistuserää rakennusalaalla toimivan yrityksen näkökulmasta. Kiviranta on tutkielmassaan havainnut, ettei perinteisen EOQ-kaavan tuottamia tuloksia voida tulkita niin mustavalkoisesti, sillä vaikka kustannukset ovat alhaiset, tuotevaihtoihin kuuluu aikaa ja tuotantoprosessi itsessään kärsii. Laapio (2023) on opinnäytetyössään tutkinut tuotantolinjan optimointia juomateollisuudessa. Tässä tutkimuksessa on havaittu tuotevaihtomäärien ja varastotason olevan kääntäen verrannolliset. Laapio (2023) on huomannut tutkimuksessaan, ettei tuotantolinjan optimointiin löydy yksiselitteistä vastausta, sillä optimointia voidaan tarkastella niin monesta näkökulmasta. Asih, Leuveano ja Dharmawan (2023) ovat tutkineet optimaalisen eräkoon määrittelyä elintarviketeollisuudessa. Eräkoon optimoinnin tekee haasteelliseksi elintarviketeollisuudessa muuttuva asiakaskysyntä, tuotteiden pilaantuminen ja rajoitteellinen hyllyikä, kapasiteetti ja vikojen määrä. Näistä syistä eräkoon ratkaiseminen on monimutkainen ongelma, joka sisältää paljon toisiinsa sidoksissa olevia muuttujia ja rajoituksia. Eräkokojen optimointi on kuitenkin elintarviketuotteiden kannalta tärkeää varaston kasvun ja hukkan vähentämisen kannalta. Eräkoon laskentakaavojen ratkaiseminen analyyttisillä tai heuristisilla menetelmillä edellyttää kompleksisia matemaattisia kaavoja, joita ei voida ratkaista yksiselitteisesti. (Asih, Leuveano & Dharmawan 2023.)

2 Tutkimuksen tausta ja rajaus

Tutkimusaihe sai alkunsa kysymällä toimeksiantajayritykseltä, olisiko heillä tarvetta tutkimustyölle, joka koskisi tehokkuuden ja kannattavuuden aihepiirejä. Toimeksiantaja ilmaisi tarpeensa mekaniismille, jolla voisi arvioida optimaalista eräkokoja tuotannon näkökulmasta. Lähtötilanteessa kohdeyrityksen tuotannon eräkokojen optimoinnista on kulunut pidemmän aikaa ja eräkokoja on tarkasteltu valmistuksen eräkokojen näkökulmasta sekä hyödyntämällä tietoja samankaltaisten tuotteiden eräkoista. Tuotannosuunnittelussa pyritään varmistamaan, että samankaltaisia tuotteita valmistetaan tuotantolinjastolla peräkkäin, jolloin tuotevaihtoja ja täyttölinjan pesuja saadaan optimoitua. Tuotevaihdot aiheuttavat aina hävikkiä, vievät aikaa tuotannolta, työllistävät ja vaativat henkilöstöresursseja. Tuotevaihtojen kustannusten takia ennako-oletuksena on, että suurien eräkokojen tuottaminen on kannattavinta. Eräkokojen optimoinnin avulla tuottavan kapasiteetin määrää voitaisiin lisätä. Lisäkapasiteetti mahdollistaa esimerkiksi viikkotasolla useamman tuotantoerän valmistuksen. Yrityksen tavoitteisiin kuuluu panimoiden käyttöasteiden optimoiminen ja tavoitteen saavuttamista varten on tärkeää tutkia nykyistä tilannetta ja selvittää, löytyisikö kehitysmahdollisuuksia eräkokojen näkökulmasta.

Tutkimusaiheen valitsemisen jälkeen tulee pohtia, mitä asiasta halutaan tutkia ja tietää. Pyrkimyksenä on tuottaa pienemmän osa-alueen syvempää tutkimusta, eikä pintapuolista tarkastelua isosta ilmiöstä. (Günther & Hasanen n.d.) Tutkimuskysymykset tiivistävät sen, millaisiin kysymyksiin tutkimuksessa pyritään vastaamaan ja mitä asioita selvitetään (Tieteellinen tutkimus ja tutkimusstrategiat n.d).

Tutkimus on rajattu koskemaan Olvi Oyj:n Iisalmen tehtaan täyttöosaston tuotantolinjaa L8. Tutkimus on rajattu koskemaan vain Iisalmen tehtaan yhtä tuotantolinjaa, jotta työn laajuus on järkevä ja vertailtavat tuotteet pysyvät samanlaisina. Tuotantolinjoja on jaettu tehtaalla muun muassa sen mukaan, pullotetaanko linjastolla tölkkejä, muovipulloja vai lasipulloja. L8 tölkkilinja on tehtaan tuottavin sekä käyttöasteeltaan suurin täyttölinja, jonka takia juuri tämä linja valikoitui tutkimuksen kohteeksi. Tutkimuksessa keskitytään täyttöosastolla tapahtuvaan täyttöprosessiin ja optimaalista eräkokoja arvioidaan täyttöosaston näkökulmasta, jolloin raaka-aineiden hankinnan, varastoinnin tai logistiikan käytännön toteutuksiin ei perehdytä tarkemmin. Muut osastot, kuten varasto, jätettiin rajauksen ulkopuolelle, jotta opinnäytetyön laajuus pysyy kohtuullisena ja jotta tutkimusongelma ei kasva liian suureksi kokonaisuudeksi. Työssä huomioidaan kuitenkin muiden

osastojen ja toimintojen vaikutus tuotannon eräkoon määrittelyyn koska niiden vaikutus ei ole poissuljettavissa arvioidessa eräkokoa realistisesti. Valitun tuotantolinjan tuotevalikoimasta valittiin muutama tuoteryhmä, jotka ovat erityisen mielenkiinnon kohteena. Erikoistarkastelussa olevat tuotteet ovat sellaisia, joiden tuotantomäärien odotetaan nousevan tai ne ovat ominaisuuksiltaan sellaisia, jotka vaativat tuotantoprosessissa täyttöosastolla erityisiä toimenpiteitä ennen tai jälkeen kyseisen tuotteen valmistuksen. Rajaus on sovittu yhdessä toimeksiantajan kanssa, varmistuen samalla opinnäytetyön laajuuden pysymisen annetuissa rajoissa. Näiden rajoitusten tavoitteena on kohdistaa tutkimus pyydettyyn aihepiiriin ja ilmiöön. Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa toimeksiantajalle selvitys, minkälaisista näkökulmista optimaalista eräkokoja voitaisiin tutkia ja mitkä ovat näiden näkökulmien hyödyt ja mahdolliset haitat tai esteet. Tavoitteena on antaa tutkimukseen pohjautuvaa tietoa siitä, miten kannattavia pienet ja suuret eräkoot ovat tuotanto-osaston näkökulmasta.

Kehitystutkimuksen tutkimuskysymyksiä ovat:

-Onko täyttöosaston näkökulmasta taloudellisesti kannattavampaa tuottaa pienempiä eräusemmin vai suuria erä harvemmin?

-Minkälaisia asetuskustannuksia tietyntyyppisille tuotteille kohdistuu täyttöosastolla?

-Mitkä tekijät rajoittavat tuotannon eräkokoja?

Tutkimuksen tavoitteena on tutkimuskysymysten avulla saada näkemys volyymiltaan erikokoisten eräkokojen kannattavuudesta tuotanto-osaston näkökulmasta. Tavoitteena on tuoda ilmi erilaisia näkökulmia, jolla tehokkuutta ja tuottavuutta voidaan tarkastella. Tutkimuksen tavoitteena on myös saada syvempää ymmärrystä riippuvuussuhteista eri tuotantotekijöiden välillä. Asetuskustannukset ovat keskeinen ilmiö erätuotannossa ja tavoitteena on tutkia, mistä asetuskustannukset koostuvat eri tuotantosarjoissa, ja miten ne poikkeavat suurissa ja pienissä valmistuserissä.

Toimeksiantaja

Toimeksiantajayritys Olvi on saanut alkunsa vuonna 1878 panimomestari Åbergin ja hänen vaimonsa perustaessa panimon Iisalmeen, Pohjois-Savoon. Kansainvälinen Olvi-konserni koostuu sen emoyhtiöstä, Olvi Oyj:stä, ja sen tytäryhtiöistä. Konsernin visiona on halutuin monipaikallinen juomatalo, joka toimii osana paikallisia yhteisöjä (Vuosikertomus 2023). Olvin tuotevalikoimaan kuuluvat oluet, siiderit, lonkerot, virvoitus- ja energiajuomat, mehut, cocktailit, hard seltzerit, vedet sekä urheiluravinteet usealta eri tuotemerkiltä.

Vuoden 2023 aikana konserni julkaisi uudistuneen konsernistrategian, jota toteutetaan kussakin konsernin yhtiössä. Strategian keskeisissä rooleissa on vastuullisuus, liiketoiminnan kehittäminen muun muassa datan hyödyntäminen päätöksenteossa. Tavoitteena on pystyä vastaamaan entistä paremmin asiakkaiden tarpeisiin ja optimoida panimoiden käyttöastetta. Tavoitteiden saavuttamisen edellytyksenä konserni pyrkii vahvistamaan markkina-asemaansa, kehittämään toiminnan tehokkuutta jatkuvasti ja saavuttamaan kilpailuetua vastuullisista toimintatavoista investoimalla kestäviin energia- ja vesiratkaisuihin. (Vuosikertomus 2023.)

3 Tuotanto

3.1 Tuotannonohjaus ja -suunnittelu

Tuotannonohjaus on prosessi, jossa suunnitellaan, organisoidaan, ohjataan ja kontrolloidaan tuotantofunktion eri toimintoja. Tuotannonohjaus ohjaa päätöksentekoa tuotantoprosesseissa, jotta tuotetta on tarvittava määrä asetetussa ajassa, sen kustannukset ovat mahdollisimman vähäiset ja lopputuotteet vastaavat laadultaan asetettuja odotuksia ja vaatimuksia. Tuotannonohjauksen pää tavoitteena on valmistaa tuotteet oikean laatuina ja määräisinä, oikeaan aikaan ja oikeilla valmistuskustannuksilla. (Kumar & Suresh 2009, 7.) Tuotannonohjauksella on merkittävä rooli saattaa organisaatiota lähemmäs sen strategisia tavoitteita ohjaamalla resursseja ja prosesseja (Greasley 2008, 7).

Optimaalisen eräkoon kannalta tuotannonohjauksen tavoitteista tärkeimpiä ovat tuotteiden määrä ja niiden kustannukset. Tuotantoyrityksen tulee valmistaa tuotteita oikea määrä, sillä ylituotanto sitoo yrityksen pääomaa varastoon ja alituotanto aiheuttaa tuotepulaa. Tuotteen tuotantokustannukset ovat tunnustettu jo ennen sen valmistusta, jolloin tuotantoprosessissa tulee tehdä

kaikki mahdolliset toimenpiteet, joilla voidaan tukea todellisten kustannusten pysymistä samoina, kuin ennalta määriteltyjen kustannusten. (Kumar & Suresh 2009, 7.)

Tuotantoteorioissa toimintaa tarkastellaan reaaliprosessin näkökulmasta, jossa huomio kohdistetaan tuotantotekijöihin, jotka voidaan jakaa alkeis-, potentiaali- ja järjestelytekijöihin. Alkeistuotantotekijöillä tarkoitetaan tuotteen kannalta välttämättömiä materiaaleja ja toimintoja ja sen tehokkuutta voidaan mitata esimerkiksi materiaalin tuottavuudella jakamalla suoritteiden määrä kulutetun materiaalin määrään. Potentiaalitekijöillä tarkoitetaan tekijöitä, jotka mahdollistavat tuotteen valmistamisen, kuten tuotantokoneet. Tuotantokoneiden tuottavuutta voidaan mitata jakamalla suoritteiden määrä kyseisen koneen käyttöajalla, joka tuotantoon on kulunut. Järjestelytuotantotekijät liittyvät itse tuotantoon vain välillisesti, ja niitä ovat esimerkiksi tuotannosuunnittelu. Tuotantotekijät voivat olla toisiinsa nähden suhteessa. Rajoitteellisissa tuotantotekijäsuhteissa tekijät ovat kiinteässä suhteessa toisiinsa sekä tuotannon määrään. Korvattavissa suhteissa tekijöiden välillä ei ole kiinteää riippuvuutta tuotettavaan määrään ja rajallisissa suhteissa tekijät ovat tuotantotekijöiden suhde valmistusmäärään on riippuvainen muuttujista. (Pellinen 2019, 24.)

Tuotannosuunnittelu on prosessi, jossa tuotantoa suunnitellaan etukäteen. Tuotannosuunnittelun vaiheita ovat suunnittelu, ohjaus, aikataulutus sekä informointi. Suunnitteluvaiheessa päätetään mitä tuotetta aiotaan valmistaa, miten se valmistetaan, milloin sitä valmistetaan ja kuka sitä on tekemässä. Ohjausvaiheessa määritellään tuotteen reitti, jotta raakamateriaaleista pystytään tuottamaan lopputuote mahdollisimman taloudellisesti. Aikataulutuksessa kiinnitetään tuotteen valmistuksen aika ja päivämäärä. Informointi vaiheessa annetaan lopullinen lupa valmistuksen aloittamiseen. (Kumar & Suresh 2009, 23–24.)

Economical lot sizing problem (ELSP) eli taloudellisen eräkoon ongelma on kokonaisuus, jossa yhdistyvät eräkoon ja tuotantosuunnittelun päätökset. Tarkoituksena on löytää kannattavin tuotantojärjestys ja -aika, samalla minimoiden tuotevaihtojen aiheuttamat tuotannon pysähdykset, varastointikustannukset ja asetuskustannukset niin, että tilaukset saadaan täytettyä ja määrä vastaa kysyntää. (Kayvanfar & Zandieh 2012.) Tuotannonohjauksen ja -suunnittelun optimointi panimoalan yrityksessä voi olla haastavaa. Optimoinnin haasteita ovat muun muassa useat eri tuotantovaiheet, jaetut resurssit ja oluiden käymisprosessin pitkäkestoisuus. (Georgiadis, Elekidis & Georgiadis 2020.)

3.2 Erätuotanto

Lehtosen (2004) mukaan erätuotannossa samaa tuotetta tehdään toistuvasti, mutta ei koko ajan. Erätuotanto mahdollistaa laajan tuotevalikoiman, mutta tuotantolinja rakentuu yleiskäyttöisistä koneista ja laitteista, jotka vaativat tuotevaihtojen yhteydessä asetusten muutoksia. Näiden vaihtojen keston eli asetusajojen vähentäminen on yksi keskeinen kehityskohde tuotannossa. (Lehtonen 2004, 62.) Asetusaikoihin kuuluva aika heikentää tuotannon kapasiteettia. Asetusmääriä voidaan vähentää yhdistämällä tuotantoeriä, mutta riskinä on tuotteiden toimitusaikojen pidentyminen. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2016.) Yhtenäistuotannolla tarkoitetaan massatuotantoa, joka jatkuu pitkään samanlaisena ja tuotteet valmistetaan suunnitellun valmistusjärjestyksen mukaan. Elintarvike- ja virvoitusjuomateollisuus on esimerkki suursarjatuotannosta, jossa tuotteita valmistetaan jatkuvassa tuotantoprosessissa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009.)

Vaikka yleiskäyttöiset koneet aiheuttavat asetuskustannuksia, niistä on myös hyötyä, kun koneiden ja laitteiden monikäyttöisyys pienentää tarvittavien laitteiden ja koneiden investointien määrää ja samalla mahdollistaa useiden erilaisten tuotteiden valmistuksen. Erätuotannon haittoiksi voidaan luokitella materiaalin hallinnan hankaluus johtuen epäsäännöllisistä ja pidemmistä materiaalien virtauksista, tuotannosuunnittelun ja -kontrollin monimutkaisuus sekä korkeat asetuskustannukset. (Kumar & Suresh 2009, 5.)

Eräkokojen määrittäminen voidaan karkeasti jaettuna suunnitella kahdella tavalla: suuria eriä harvemmin tai pieniä eriä useammin. Suuremman erän tuottamisen hyötyjä ovat muun muassa pienemmät laatu- ja testauskustannukset sekä tuotannon keskeytymisen aiheuttava vaikutus on vähäisempi suuremman varaston takia. (Berlec, Kusar, Zerovnik & Starbek 2013.) Koska suurempien eräkokojen tuottaminen lisää varastoa raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden osalta, sidotun pääoman määrä kasvaa. Suuret eräkoot vaikuttavat hidastavasti laadunvarmistuksen toimenpiteiden nopeuteen sekä tuotteiden toimitusaikoihin. (Gung & Steudel 1999.) Pienemmät eräkoot sitovat vähemmän pääomaa ja aiheuttavat pienemmät varastointikustannukset. Pienten erien useasti tuottaminen kuitenkin aiheuttaa korkeampia tuotantokustannuksia ja pienen varaston takia on herkempi tuotannon keskeytyksille. (Berlec ym. 2013.)

Tuotantokustannukset

Valmistuksen kustannukset voidaan jakaa välillisiin ja välittömiin kustannuksiin. Välittömät kustannukset ovat helposti kohdennettavissa tietylle tuotteelle tai palvelulle. Välilliset kustannukset eivät ole niin helposti kohdennettavissa tietylle laskentakohteelle ja kustannusten kohdistaminen on hankalaa, jos samoilla tuotantokoneilla valmistetaan useaa erilaista tuotetta. Eri tuoteryhmien valmistaminen todennäköisesti vaatii koneiden ja laitteiden käyttöä eri tavalla, jolloin on tärkeää huomioida koneiden ja laitteiden käytöstä syntyvät kustannukset tuotekohtaisessa tai tuoteryhmäkohtaisessa kustannuslaskennassa. Eräkokoa määrittäessä tulisi huomioida myös mahdollinen lisäkustannus. Lisäkustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, joita syntyy, kun valmistusmäärää muutetaan suuremmaksi. (Järvenpää, Länsiluoto, Partanen & Pellinen 2017, 60–62.)

Kustannukset voidaan jakaa myös kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteät kustannukset pysyvät muuttumattomina tuotantomäärän laskiessa tai noustessa, kun taas muuttuvat kustannukset kehittyvät suhteessa tuotantomäärään. Kiinteitä kustannuksia ovat esimerkiksi vuokra ja muuttuvia kustannuksia raaka-aineet. (Järvenpää, Länsiluoto, ym. 2017, 55.) Suuremmissa eräkoissa tuotteen yksikkökustannukset ovat matalammat kuin pienissä eräkoissa, koska kiinteät kustannukset jakautuvat useammalle yksikölle.

Tuotantotekijöiden tehokas käyttäminen ja käytön kustannukset liittyvät toiminnan taloudellisuuteen, sillä mitä alhaisimmin kustannuksin tuote kyetään valmistamaan, sitä tehokkaampaa toiminta on (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 46). Tuotantoon liittyy tehokkuusvaatimus: tuotteet on valmistettava kilpailukykyiseen hintaan, kustannustehokkaasti ja ennalta määritellyn laatusina (Mts. 108).

Kustannuksia voidaan mitata pagatorisella eli maksuperusteisella tai kalkulatorisella eli voimavarojen käyttöön perustuvalla tavalla. Pagatorinen kustannus määritellään välittömällä raaka-aineen kustannuksella. Kalkulatorisessa laskennassa arvioidaan käytettyjen voimavarojen eli resurssien raha-arvoa. Kalkulatorisen laskennan avulla huomio voidaan kiinnittää paremmin niihin tekijöihin, joilla voitaisiin parantaa kustannustehokkuutta. (Pellinen 2019, 16–17.)

3.3 Taloudellinen erä koko

Jossakin suuren ja pienen eräkoon välillä on optimaalinen erä koko, jossa kustannukset yksikköä kohden ovat alhaisimmat (Berlec ym. 2013). Taloudellinen tilauserä (economic order quantity,

EOQ) on matemaattinen malli, jolla selvitetään optimaalista tilauserän kokoa. Mallia käytetään myös selvittäessä optimaalista eräkokoja tuotantoteollisuudessa. Taloudellinen tilauserä/eräkokoa voidaan määrittää kaavalla 1.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2TF}{CC}} \quad (1)$$

missä

T= kokonaismyynti yksikköinä

F= tilauskerran kiinteät kustannukset

CC= yksikön varastointikustannukset. (Sagner 2010, 122–123.)

Kivirannan (2020) mukaan Karjalainen, Blomqvist ja Suolanen (2001) näkevät EOQ-mallin hyvänä puolena sen yksinkertaisuuden: lopputulos ei ole herkkä lähtöarvojen muutoksille. Kaava antaa eräkoolle oikeanlaisen suuruusluokan, vaikka kaikki kustannukset eivät olisi täysin tiedossa. Kuitenkin Rajun (2022) mukaan Ford W. Harrisin kehittämä malli sisältää rajoituksia, jotka perustuvat epärealistisiin odotuksiin. EOQ- malli ei välttämättä sovellu tilanteisiin, joissa varastoidaan pilaantuvia tuotteita, kuten elintarvikkeita, jolloin liian suuri varasto kysyntään nähden voi aiheuttaa hävikkiä. Matemaattinen malli ei myöskään huomioi sitä, että kaikki tuotetut tuotteet eivät välttämättä vastaa asetettuja tuotekohtaisia laatutavoitteita. (Raju 2022.) Pietiläisen (2023) mukaan myös Slack, Brandon-Jones ja Burges (2022) kritisoivat EOQ-mallia sen ristiriitaisuudesta Lean -filosofian kanssa. Jotkut kritiikit kohdistuvat siihen, että EOQ-mallilla pyritään vastaamaan ongelmaan, eikä muuttamaan toimintaa parempaan suuntaan. Toiminnan muuttaminen voi näkyä esimerkiksi valmistavissa yrityksissä asetusaikojen lyhentämisenä. Asetusaikojen lyhentämisen seurauksena menetetään vähemmän tuotantokapasiteettia ja asetuskustannukset pienenevät. Kokonaistilaukuskustannusten pienentyessä EOQ-malli suosii pienempien eräkokojen valmistusta. (Pietiläinen 2023, 23.) Kaava ei ota huomioon varaston kasvun negatiivisia vaikutuksia laatuun tai läpäisy aikaan, ja kaavan mukaan saadut arvot olisivat tehokkuuden kannalta 2–4 kertaa liian suuret (Haverila ym. 2009, 456).

Ylituotanto

Ylituotantoa ilmaantuu, kun tuotteita valmistetaan etukäteen ennen tilausta tai myyntiä. Tuotteiden valmistaminen etukäteen voi johtaa siihen, ettei kysyntä vastaakaan tuotettuun määrään, jolloin tuotteet jäävät varastoon odottamaan seuraavaa tilausta. (Skhmt 2017). Ylituotantoa voidaan tasoittaa varastoja kasvattamalla tai ajamalla tuotanto alas (Pellinen 2019, 34).

Ylituotannosta seuraa varaston kasvu tarpeettoman suureksi. Rauhalan (2011, 189) mukaan tavaroitten säilyttäminen varastossa ei ole yrityksille ilmaista, sillä kustannuksia syntyy varaston toiminnallisten kustannusten lisäksi vaihto-omaisuuden korosta ja hävikistä. Logistiikanmaailma (n.d.) listaa verkkosivuillaan varastonpitokustannuksiin kuuluviksi raaka-aineen tai tuotteen hinnan, varastonpitokustannukset, täydennyseräkustannukset sekä puutekustannukset. Varastonpitokustannuksiin lasketaan pääomakustannukset, varastotilan kustannukset sekä riskikustannukset, jotka ovat yhteensä keskimäärin 10–40 % vuosittaisesta varaston arvosta. Täydennyseräkustannukset liittyvät tilaus-, asetus- ja lajinvaihtokustannuksiin, joita syntyy, kun tuotantokoneilla tuotetaan useita erilaisia lopputuotteita. Puutekustannukset syntyvät tuotepulasta, jonka seurauksena syntyy kustannuksia jälkitoimituksista tai mahdollisesti asiakkaiden tai tilausten menettämisestä. (Varastointikustannukset n.d.) Bradleyn (2015) mukaan varastojen kasvaessa laatu heikkenee, sillä mitä kauemmin tuotteet ovat varastossa, sitä korkeammaksi kasvaa riski siitä, että ne vahingoittuvat jollain tapaa esimerkiksi vääränlaisen käsittelyn tai sijoittelun seurauksena. Vaikka kirjanpidollisesta näkökulmasta varaston nähdään taseella lisäävän yhtiön omaisuutta, ei liian suuresta varastosta kysyntään nähden ole yhtiölle hyötyjä.

3.4 Lean ja tehokkuus

Lean-johtamisen tavoitteena on mahdollisimman tehokas tuotantoprosessi. Pyrkimyksenä on poistaa kaikki sellainen työ, joka on turhaa asiakkaan saaman arvon kannalta. Tavoitteena on minimoida kaikenlainen hukka ja tuhlaus ja saavuttaa samalla kuitenkin suuri asiakastyytyväisyys ja hyvä laatu mahdollisimman pienin kustannuksin ja läpimenoajoin. (Viitala & Jylhä 2019.)

Modigin ja Åhlströmin (2012, 117–125) mukaan Lean on toimintastrategia, joka priorisoi virtaustehokkuuden kustannustehokkuuden edelle. Monilla Lean projekteilla pyritään vaikuttamaan asiakkaaseen ja parantamaan asiakaskokemusta, mutta yhtä hyvin Lean projekti voi olla keskittynyt yrityksen sisäisen kannattavuuden parantamiseen (Bradley 2015, 2). Myös Plenert (2007, 145) kuvailee Leanin merkityksen näkyvän asiakastyytyväisyyden parantamisen lisäksi tilanteissa, joissa

halutaan vähentää hukkaa, kasvattaa kapasiteettia, lyhentää läpimenoaikoja, pienentää varastoja tai poistaa pullonkauloja. Näslundin (2008) mukaan Womack ja Jones (1994) kuvaavat Leania systemaattiseksi hukan poistoksi jokaisesta arvoketjun osa-alueesta, kun taas Achanga (2006) sekä Bicheno (2004) viittaavat Leanilla kustannusten vähentämisen mekaniikkaan. Lean voidaan ajatella työkalujen kokonaisuutena, jolla prosessia voidaan kehittää, ja täten sitä voidaan kuvata prosessien kehittämismenetelmäksi (Bradley 2015, 5). Kliemin (2016) mukaan Lean on asiakaskeinen lähestymistapa, joka keskittyy laadun tuottamiseen vastaamalla asiakkaan tarpeisiin.

Lean on aikoinaan tunnettu nimillä Toyota production system (TPS) tai Just-in-time (JIT), mutta nykypäivänä Leanista puhuttaessa ei tarkoiteta kumpaakaan näistä (Plenert 2007, 145). Kuitenkin Näslundin (2008) mukaan aiemmin suositut menetelmät JIT tai total quality management (TQM), jakavat saman näkökulman muutokseen niin tavoitteiden, lähestymisen, työkalujen ja historian kautta kuin Lean.

Kaikki tuotteen arvoketjun toiminnot voidaan jakaa kolmeen kategoriaan niiden arvon tuoton perusteella: arvoa tuottavat, arvoa tuottamattomat mutta välttämättömät ja arvoa tuottamattomat. Asiakkaan näkökulmasta arvoa tuottamattomat toimenpiteet ovat hukkaa, ja ne tulisi poistaa tai muuttaa ne arvoa tuottaviksi toiminnoiksi. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi ylituotanto, odotukset, ylisuuret varastot tai turhat liikkeet ja virheet. (Viitala & Jylhä 2019.)

Kapasiteetti

Kapasiteetti kuvaa tuotantokykyä ilmoittamalla tuotantoyksiköiden maksimaalisen suorituskyvyn joko aika- tai tuoteyksiköissä. Teoreettista maksimikapasiteettia on todellisuudessa lähes mahdollista saavuttaa, sillä kapasiteettia vähentävät erilaiset tuotantokoneiden häiriöt, viallisten tuotteiden valmistus, huoltotyöt tai materiaalipuutteet. Todellista käytössä olevaa kapasiteettia kutsutaan nettokapasiteetiksi, joka on usein vain 50–90 % teoreettisesta maksimikapasiteetista. (Haverila ym. 2009, 399–400.) Kapasiteetti voidaan jakaa tuottavaan ja tuottamattomaan kapasiteettiin. Kapasiteetti on tuottavaa, kun lopputuotteet ovat virheettömiä tai tuotteet ja tuotanto on kehittymässä paremmaksi. Tuottamatonta kapasiteettia syntyy esimerkiksi korjatessa virheitä tai tuotantokoneen seisahduksista. (Pellinen 2019, 147.)

Läpäisy aika

Valmistuksen läpäisyajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotteen valmistamisen aloituksesta siihen, että tuote on valmis. Läpäisy aika ei kuvaa tuotannon tehokkuutta, sillä tavallisesti merkittävä osa läpäisyajasta on odotusaikaa. Lyhentämällä läpäisyajoja voidaan helpottaa kapasiteetin suunnittelua sekä vähentää keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 401.)

Tuotannon erä koko vaikuttaa merkittävästi läpäisy aikaan, sillä mitä suurempia eräkoot ovat, sitä pidemmiksi läpäisyajat muuttuvat. Läpäisyajat kasvavat, koska eri tuotannon työvaiheiden välillä oleva odotusaika kasvaa. (Haverila ym 2009, 406.) Tämä yhteys on esitetty myöhemmin kuvioissa 1. Läpäisyajojen lyhentämisen on huomattu vaikuttavan tuotteiden ja toiminnan laatuun, sillä pienerätuotannossa virheet ja häiriöt tulevat nopeammin esille ja ne voivat pysäyttää koko tuotantolinjan. Läpäisyajojen lyhentämisessä koko toiminnan laadun kehittäminen on edellytys. (Haverila ym 2009, 407.)

Vaikka läpäisy aika kasvaa eräkoon kasvaessa, on tutkittu, että oppimiskäyrän mukaan tuotteen valmistuksen vaatima aika laskee kumulatiivisen valmistusmäärän kasvaessa. Ilmiötä selittää henkilöstön harjaantuminen tuotantotehtävien toistuessa ja työmenetelmien kehittyessä paremmiksi ja tehokkaammiksi. Ilmiö korostuu etenkin monimutkaisissa tuotteissa, joissa automaation osuus on vähäisempää. (Haverila ym. 2009, 370.)

Asetusaika

Yleiskäyttökoneet, joilla tuotetaan useampia tuotteita vaativat ajoittain asetusten muutoksia, joihin käytettyä aikaa kutsutaan asetusajaksi. Asetusaikojen ajan kone on tuottamaton: tuotantokone on investointi, ja sen ollessa poiskäytöstä, sijoitetun pääoman tuotto heikkenee. Koneiden joutenolon lisäksi pitkät asetusajat kuluttavat työtunteja. Mitä pidempi ja tehottomampi asetus on, sitä enemmän työtunteja sen suorittaminen vaatii. Pitkät asetusajat vaativat myös suurempaa varastoa. Asetusaikojen pituus vaikuttaa kasvattavasti varaston määrän tarpeeseen, sillä esimerkiksi tuotettaessa kahta eri tuotetta, A ja B, A tuotetta tulee olla varastossa sellainen määrä, että tuotetta riittää ajaksi, joka menee tuotevaihdossa A:sta B:lle, B:n tuotannon ajaksi ja taas tuotevaihdon ajaksi B:stä A:han. Lisäksi Littlen laista, joka esitellään seuraavassa osiossa tarkemmin, voidaan päätellä, että asetusajojen takia kasvanut varasto johtaa myös läpimenoajojen pidentymiseen. Näin ollen myös pitkien asetusajojen takia tuotetaan suurempia eräkojoja, joka vaikuttaa

myös varaston kasvuun. (Bradley 2015, 141–145.) Taloudellisesta näkökulmasta eräkokojen pienentäminen vaatii myös asetusajojen lyhentämistä, sillä jos asetusajat ovat pitkät ja tuotantoerät pieniä, kapasiteetti kuluu asetusten tekemiseen (Haverila ym 2009, 406).

Asetusaikojen minimoimista ja eräkokojen pienentämistä pidetään usein ratkaisuna keskeneräisen tuotannon varaston (eng. work-in-process, WIP) vähentämiseen sekä läpimenoaikojen lyhentämiseen. Nämä toimenpiteet eivät kuitenkaan aina johda parempaan lopputulokseen, sillä lisääntynyt työmäärä lisäasetusten vuoksi voi johtaa järjestelmän kapasiteetin ylikuormittumiseen tai epävaikauteen, joka johtaa läpimenoaikojen pidentymiseen sekä suurempaan WIP-varastoon. (Gung & Steudel 1999.)

Prosessit toimivat tiettyjen lakien mukaisesti, riippumatta minkälaisesta virtausyksiköstä on kyse tai riippumatta prosessin kuvauksesta. Seuraavat kolme lakia ovat matemaattisesti todennettuja ja auttavat ymmärtämään, miksi yritysten on hankala saavuttaa korkeatehoinen virtaus prosesseissa. (Modig & Åhlström 2012, 31.)

Littlen laki

Little's law (Littlen laki) osoittaa, että läpimenoaika syntyy kertomalla prosessin virtausyksiköt yksikön kiertoajalla (Modig & Åhlström 2012, 34). Työpisteen vaadittava kiertoaika voidaan laskea jakamalla tuotantoaika tuotettavien yksiköiden määrällä (Kumar & Suresh 2009, 88). Virtausyksikkö on asia tai asiakas, joka etenee yrityksen prosessien läpi. Kiertoajalla tarkoitetaan aikaa, joka virtausyksiköllä menee kokonaisuudessaan prosessin ennalta määritellystä alusta loppuun. (Lean ajattelu edistää tuottavuutta, 2020.)

Little's law mukaan läpimenoaikaan vaikuttaa virtausyksiköiden määrä ja niiden kiertoaika. Pidempi kiertoaika tarkoittaa myös pidempää läpimenoaikaa, kuten myös suurempi virtausyksiköiden määrä. Resurssitehokkuudella tarkoitetaan resurssien maksimaalista hyödyntämistä eli mahdollisimman suurta käyttöastetta niin henkilöstön kuin tuotantokoneiden osalta (Lean-sanasto). Saavuttaakseen korkean resurssitehokkuuden yrityksen resurssien tulee jatkuvasti olla käytössä, jolloin virtausyksiköitä tulisi puskuroida niin, etteivät resurssit joudu odottamaan niitä. Keskittyessä resurssitehokkuuteen puskuroimalla virtausyksiköitä läpimenoaika pitenee. (Modig & Åhlström 2012, 36.)

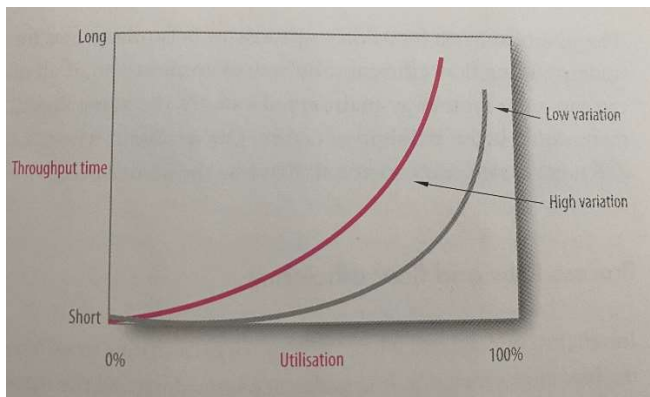
Pullonkaulat

Liuksiala (2021) viittaa pullonkaulalla mihin tahansa esteeseen tai rajoitteeseen, joka hankaloittaa asetetun tavoitteen saavuttamista. Pullonkauloiksi kutsutaan niitä prosessin vaiheita, jotka rajoittavat tai hidastavat virtaustehokkuutta. Pullonkaula -lain mukaan prosessin läpimenoaikaan vaikuttaa ensisijaisesti se prosessin vaihe, jossa on pisin kiertoaika tai vaihe, jossa virtaus on hitainta. Pullonkauloja voidaan pyrkiä ehkäisemään lisäämällä resursseja tai lisäämällä nopeutta jollain muulla keinolla. (Modig & Åhlström 2012, 38.)

Poikkeama prosessissa

Prosessit kohtaavat aina poikkeamia ja muutoksia, jotka hankaloittavat yrityksen mahdollisuuksia yhdistää korkea virtaus- sekä resurssitehokkuus. Vaihtelua voi aiheuttaa esimerkiksi tuotantokoneen hajoaminen tai tietyn tuotteen myynnin rajoittuminen vain yhteen vuodeen aikaan tai sesonkiin sekä ominaisuuksiltaan erilaiset tuotteet. (Modig & Åhlström 2012, 41.)

Poikkeamien vaikutus läpimenoaikaan voidaan selittää poikkeaman, resurssitehokkuuden ja läpimenoajan välisellä sidoksella. John Kingman mallinsi yhteyden 1960-luvulla, jonka nimeksi tulikin "Kingman's formula" (Modig & Åhlström 2012, 42.) Malli on esitetty visuaalisesti kuviossa 1.



Kuvio 1. Kingman's formula

Visuaalisessa mallinnuksessa X-akseli kuvastaa resurssientehokkuutta eli hyödyntämistä. Y-akseli kuvaa läpimenoaikaa. Kuvioista nähdään, että läpimenoaika kasvaa sitä suuremmaksi, mitä lähemmäksi X-akselilla, eli vaaka-akselilla, liikutaan kohti 100-prosenttia eli parempaa resurssitehokkuutta. Kuviossa on myös havaittavissa poikkeamien määrän vaikutus. Jos poikkeamia ilmenee määrällisesti enemmän, läpimenoaika kasvaa nopeammin resurssitehokkuuden kasvaessa. (Modig & Åhlström 2012, 42–43.) Kaavaa voi tulkita myös niin, että mitä pidempi läpimenoaika tuotteella on, sitä enemmän siinä ilmenee vaihteluita.

4 Kehitystutkimuksen toteutus

4.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön tutkimus toteutetaan kvalitatiivisella tutkimusotteella, koska tavoitteena on saada syvällistä ymmärrystä ilmiöstä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Kvalitatiivisella tutkimuksella pyritään vastaamaan siihen, mistä ilmiössä on kyse ja tavoitteena on tarjota syvällisempi näkemys ilmiöstä (Kananen 2017, 32–36). Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen ominaispiirteitä ovat muun muassa kvalitatiivisen aineiston suosiminen, kuten haastattelut tai keskustelut. Tutkimuksessa voidaan myös hyödyntää numeerista aineistoa, mutta tätäkin tulkitaan laadullisesti. Keskeistä kvalitatiiviselle tutkimukselle on aineistovetoisuus eli induktiivisuus. Induktiivisuudella tarkoitetaan sitä, että tutkimuksen tulokset nousevat kerätyistä empiirisistä aineistosta, jonka jälkeen niitä verrataan aikaisempiin teorioihin. (Juhila 2021.) Kvantitatiivisessa tutkimuksessa usein taustateoriat ovat tunnettuja ja todistettuja ja tutkimuksen tarkoituksena on testata näitä teorioita käytännössä ja tuottaa yleistettävää ja ennustettavaa tietoa (Kananen 2017, 41–45). Kvantitatiivisessa

eli määrällisessä tutkimuksessa kerätään ja analysoidaan numeerista dataa, pyrkimyksenä löytää toistuvia kaavoja, keskiarvoja tai tehdä yleistys (Bhandari 2023). Kvantitatiivisessa tutkimuksessa lähes mitä tahansa dokumentteja voidaan hyödyntää aineistona, kunhan ne voidaan muokata numeeriseen muotoon (Keckman-Koivuniemi 2021.)

Tutkimukselliseen kehitystyöhön liittyy usein ongelmien ratkaisua ja uusien ideoiden luonnostelua, kehittämistä ja käyttöönottoa. Kehitystyössä ei vain selitetä ja kuvailla asioita, vaan tietojen pohjalta etsitään uusia parempia tapoja toimia. Vaikka tutkimuksellisessa kehitystyössä päätavoitteena on usein käytännön kehittämistyön saavuttamisessa, yhtä tärkeää on myös tavoitella uuden tiedon tuottamista. Työelämästä kerätty ja opittu hiljainen tieto voi antaa hyvän lähtökohdan tuleville kehityshankkeille. (Ojasalo ym. 2015.)

Tutkimuksellisuus on kehittämistyössä tärkeää, sillä sen avulla kehittämistyöhön vaikuttavat tekijät huomioidaan keskimääräistä paremmin ja sen tulokset ovat paremmin perusteltavissa. Tutkimuksellisuuteen liittyy olennaisesti kriittisyys, joka ilmenee myös oman kehitystyön tuloksien kriittisenä arviointia. Kehitystyössä teoria ja käytäntö ovat vuoropuhelussa, sillä omat tulokset ja perustelut rakentuvat olemassa olevan tiedon päälle. (Ojasalo ym. 2015).

4.2 Aineiston keruu ja analysointi

Kvalitatiivinen aineisto

Tutkimuksessa kerätään kvalitatiivista tietoa haastattelemalla toimeksiantaja yrityksessä työskenteleviä henkilöitä. Tutkimushaastattelun tavoitteena on tuottaa tietoa ja aineistoa tutkimusongelmaan vastaamiseksi, ja haluttaessa ymmärtää kokemuksia ja käsityksiä on haastattelu luonteva tapa saada tietoa. Haastattelut toteutetaan puolistrukturoituina haastatteluina. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset laaditaan etukäteen, mutta haastateltavalla on suurempi vapaus vastata kysymyksiin haluamallaan tavalla, toisin kuin strukturoidussa haastattelussa, jossa kysymykset esitetään aina samassa muodossa ja vastausvaihtoehdot ovat rajatut. (Hyvärinen, Suoninen & Vuori 2021.) Tutkimuksessa käytetään puolistrukturoitua haastattelukeinoa, jotta voidaan varmistaa haastateltavien tulkitsevan kysymykset tarkoituksenmukaisina ja tällöin varmistetaan oikeanlaisen tiedon saaminen. Vääränlaisen tiedon saamisen riski pienenee, kun kysymyksiä

voidaan tarkentaa ja esittää tarvittaessa myös lisäkysymyksiä. Riittävää tiedonsaantia varmistetaan myös kysymällä toimeksiantajalta mahdollisia haastateltavia henkilöitä, jotka työssään keskittyvät tutkimusongelman aiheeseen ja ilmiöön.

Haastatteluihin valmistaudutaan muutamien valmiiden kysymysten pohjalta, jolla pyritään varmistamaan oikeanlaisen tiedon saaminen. Hyvärisen, Suonisen ja Vuoren (2021) mukaan yleisin virhe haastattelujen suunnittelussa on liian pitkä kysymyslista, sillä se lisää riskiä, että haastattelussa ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota haastateltavan maailmaan. Puolistrukturoitu haastattelu sopii tähän tutkimukseen, koska kaikki haastateltavat työskentelevät erilaisten työtehtävien parissa ja tarkasti annettujen vastausvaihtoehtojen asettaminen voisi estää tarpeellisen hiljaisen tiedon saamista. Haastateltavat kuuluvat tutkimuksen kohderyhmiin ja heidät valitaan työtehtäviensä tai virkansa puolesta. Haastateltavien ollessa yhtiön työntekijöitä eikä ulkopuolisia toimijoita, heillä on oma-kohtainen ymmärrys ja kokemus yhtiön toiminnasta, toimialasta ja tutkittavasta ilmiöstä. Haastateltavien ammattitaito ja oma-kohtainen kokemus lisäävät tutkimuksen luotettavuutta.

Haastatteluihin osallistuu kolme henkilöä. Haastateltavat osallistuvat haastatteluun erikseen Teams-palvelussa vuoden 2023 joulukuun ja vuoden 2024 tammikuun aikana. Haastateltavat saavat luettavakseen tietosuojaselosteen hyvissä ajoin ennen haastatteluun osallistumista. Videopuheluhaastattelut nauhoitetaan haastateltavien suostumuksella. Nauhoittamisen avulla voidaan varmistaa aineistoon palaaminen myöhempinä ajankohtina, kun aineistoa analysoidaan ja tulkitaan.

Kvalitatiivista aineistoa voidaan lähestyä useasta eri näkökulmasta ja sitä voidaan analysoida eri tavoin. Realistisessa tarkastelutavassa ollaan kiinnostuneita aineiston sisällöstä ja siitä, mitä se kertoo tutkittavasta aiheesta. Sosiaalisessa tarkastelutavassa analysoidaan sitä, miten asioista puhutaan ja miten henkilöiden tulkinnat aiheista vaikuttavat heidän toimintaansa. Perinteisiä aineiston analyysimenetelmiä kvalitatiivisissa tutkimuksissa on koodaaminen, tyypittely tai teemoittelu. (Günther, Hasanen, Juhila, 2021.) Tässä tutkimuksessa käytetään realistista tarkastelutapaa, koska tavoitteena on saada aineiston kautta aiheesta tietoa. Aineistoa analysoidaan litteroinnin ja koodaamisen keinoin.

Nauhoitetut haastattelut litteroidaan sanatarkasti Word -tiedostoon. Litteroinnilla tarkoitetaan äänitettyjen haastattelujen puhtaaksikirjoittamista tekstimuotoon, jolloin aineisto on helpommin analysoitavissa kuin ääninauhalta (Günther, Hasanen & Juhila 2021). Litteroitu aineisto koodataan aineistolähtöisesti ja yhteneväisen ominaisuuden mukaan vastaukset jaetaan omiin teemoihinsa. Koodaamisella tarkoitetaan aineiston pilkkomista ja osien yhdistelemistä jonkin yhteneväisen ominaisuuden mukaan. Pyrkimyksenä on yksinkertaistaa aineistoa ja saada siitä helpommin käsiteltävää. (Juhila 2021.) Litterointi ja koodaaminen sopivat tämän tutkimusaineiston analyysin keinoiksi, koska ääninauhojen uudelleen kuunteleminen useaan kertaan ei olisi tehokasta ajankäytön kannalta. Vastausten koodaaminen teemoittain auttaa luomaan kokonaisuuden kaikkien haastattelujen aineistoista ja helpottaa suurien linjojen luontia. Aineistosta pyritään paikantamaan tutkimuskysymyksiä kannalta merkittävimmät teemat. Koodauksen teemoja tässä tutkimuksessa ovat muun muassa optimoinnin tarve, pienien eräkokojen hyöty, suurien eräkokojen hyöty ja eräkokojen haasteet. Tiedon tiivistäminen kasvattaa aineiston informaatioarvoa, koska aineiston oleellisia havaintoja voidaan käyttää päätöksentekoon ja se antaa sellaisenaan tiivistelmän haastatteluiden avulla luoduista päätelmistä (Ojasalo ym. 2014, 139).

Kvantitatiivinen aineisto

Tutkimuksen alussa tulee päättää, käytetäänkö tutkimuksessa valmiita aineistoja vai kerätäänkö tutkimusta varten uutta aineistoa. Etenkin valmiita aineistoja käyttäessä, tulee tiedon luotettavuutta tarkastella kriittisesti ja arvioida, onko tieto kerätty eettisellä tavalla. (Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät, n.d.) Tutkimuksessa hyödynnetään toimeksiantajalta valmiiksi löytyviä raportteja tarkastelun kohteena olevan tuotantolinjan tehokkuudesta, tuotteista ja tuotevaihtoista. Järjestelmistä otetut raportit ovat ajanjaksolta 09/2022–09/2023. Valmiin aineiston lähde on arvioitu luotettavaksi, koska se on saatu suoraan toimeksiantajan toiminnanohjausjärjestelmästä. Datassa voi kuitenkin olla tietovirheitä, jos järjestelmä ei ole jostain syystä toiminut normaalisti tai dataan on tullut virheitä siirtäessä tietoja toiminnanohjausjärjestelmästä Excel-tiedostoksi. Tiedon virheiden varalta dataan suhtaudutaan kriittisesti ja lukuja tulkitaan varovaisuudella ja harkinnalla. Toimeksiantajalta saatavat raportit tuotantokoneista ovat tutkimuksen toteuttamisen kannalta oleellisia, jotta tutkimus voidaan toteuttaa koskemaan juuri tätä yhtiötä ja tarkasteltavaa tuotantolinjaa. Riittävän tiedonsaannin takaamiseksi toimeksiantajan edustajan kanssa pidetään Teams-palavereita säännöllisin väliajoin, jolloin tarvittavia tai puuttuvia raportteja voidaan pyytää tai

käydä läpi. Raporttien läpikäyminen yhdessä toimeksiantajan edustajan kanssa vähentää väärinymmärryksiä ja mahdollisia virheitä datan tulkinnassa ja laskennassa. Omaa määrällistä aineistoa ei lähdetty keräämään tässä tutkimuksessa, koska tutkimusongelman kannalta oleelliset raportit olivat jo saatavilla ja oman datan kerääminen olisi vaatinut fyysisen läsnäolon tuotantolinjalla.

Toimeksiantajalta saatavat raportit ovat Excel-muotoisia ja niitä käsitellään Excelissä. Datassa keskitytään ennalta sovittujen tuotteiden tai tuoteryhmien tarkasteluun, jotka ovat tutkimuksen rajauksessa. Kaiken datan läpikäyminen ei olisi auttanut tutkimuskysymyksiin vastaamisessa ja sitä varten olisi kannattanut ottaa käyttöön jokin muu datan käsittelyohjelma, jossa automaation osuus olisi suurempaa ajankäytön näkökulmasta.

Valmiita raportteja jalostetaan lisäämällä Excel-taulukoihin uusia sarakkeita, jotta saadaan analysointia ja laskentaa varten tarvittavat tiedot. Luotettavuuden takaamiseksi raporteista tehdään kopiot, joita muokataan ja alkuperäiset versiot pidetään koskemattomina. Muokattuja raportteja voidaan tällöin verrata alkuperäiseen muokkaamattomaan dataan ja täten varmistaa tietosisällön säilyminen oikeellisena. Dataa analysoidaan laadullisin keinoin, eikä kvalitatiiviselle tiedolle perinteisin analyysikeinoin laskemalla tunnuslukuja tai keskiarvoja, joiden kautta datasta voisi tehdä yleistyksiä.

Validiteetti ja reliabiliteetti

Tutkimuksen validiteetti ilmaisee sitä, miten hyvin tutkimus mittaa juuri sitä ilmiötä tai sen osaluuetta, mistä on tavoite saada tietoa ja mitä on tarkoitus mitata. Validiteettia voidaan parantaa strukturoimalla haastattelut tai kyselylomakkeet ja tarjotaan valmiit vastausvaihtoehdot. Valmiiden vastausvaihtoehtojen antaminen estää avoimet vastaukset ja tällöin tulkinnanvaraisuus vastausten analysoinnissa vähenee. Validiteettia voidaan parantaa myös keräämällä riittävän suuri otos. (Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät, n.d.) Tutkimuksessa käytetään puolistrukturoituja haastatteluja, vaikka valmiit vastausvaihtoehdot parantaisivat tutkimuksen validiteettia, koska tutkimuksessa halutaan mahdollisimman paljon tietoa aiheesta ja perusteltuja vastauksia, jotta saadaan syvällistä ymmärrystä ilmiöstä. Tutkimukselle pyritään saavuttamaan hyvä validiteetti pohtimalla haastattelukysymykset tarkasti, jotta vastaukset auttavat tutkimusongelman ratkaisemisessa.

Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta. Hyvä reliabiliteetti takaa sen, että toistettaessa tutkimus samoilla menetelmillä toisessa ympäristössä, tulokset olisivat saman suuntaisia. Reliabiliteettia voidaan parantaa minimoimalla sattuman vaikutus kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Toistettavuutta vahvistaa myös valmiiden ja hyvin testattujen mittareiden käyttäminen ja jopa useamman mittarin käyttäminen rinnakkain. (Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät, n.d.) Tutkimuksen reliabiliteetti pyritään saamaan hyväksi varmistamalla käytettävien laskentamenetelmien asiallisuus ja oikeellisuus useasta lähteestä ja testaamalla laskentaa useasti. Tutkimuksen tulosten samansuuntaisuuteen vaikuttaa vertailtavien erien tuotteet, tuotantoympäristö ja ympäristössä tapahtuvat äkilliset muutokset.

5 Toteutus

Aineiston käsittely

Haastattelut toteutettiin joulukuun 2023 ja tammikuun 2024 aikana. Haastatteluajan kohdat sovittiin etukäteen ja ennen haastatteluja haastateltaville toimitettiin tietosuojaselosteet. Haastattelut pidettiin Teams- videopuhelun välityksellä sovittuina ajankohtina. Haastatteluihin valmistauduttiin mieltimällä muutamia kysymyksiä valmiiksi. Haastattelut nauhoitettiin ja ne litteroitiin sanatar-kasti heti haastattelujen päättymisen jälkeen Word-tiedostoihin. Litterointeja alettiin analysoida, kun kaikki kolme haastattelua oli pidetty. Litteroiduista aineistoista kerättiin vastauksia teemoittain yhteen Excel-tiedostoon, johon kaikkien haastattelujen anti kerättiin yhteen. Analyysin teemoina olivat optimoinnin tarve, suurien eräkokojen hyödyt ja haitat, pienien eräkokojen hyödyt ja haitat ja eräkokoja rajoittavat tekijät.

Kvalitatiivisen aineiston käsittely aloitettiin käymällä läpi toimeksiantajan edustajan kanssa, mitä data pitää sisällään ja missä tiedoissa voi olla mahdollisia virheitä. Opinnäytetyön edetessä, toimeksiantajalta saatiin lisätietoja ja uusia raportteja tutkimusta varten. Työn luotettavuuden varmistamiseksi, kaikki sellaiset erät, joissa oli mahdollisesti tietovirheitä, jätettiin tarkastelusta pois.

Kaikkia toimeksiantajan toimittamia raportteja ei ollut tarpeellista muokata tai jatkojalostaa, vaan niitä käytettiin lisätiedon saamiseksi. Raportteja, joita muokattiin ja joihin tehtiin laskelmia, tallennettiin omiksi erillisiksi tiedostoiksi alkuperäisistä materiaaleista, jotta mahdollisen laskentavir-

heen sattuessa, alkuperäinen data ei vaurioidu tai muutu virheelliseksi. Eniten työssä hyödynnettiin tuotantolinjan raporttia, johon oli kirjattu tarkasteltavan ajanjakson jokainen tuotantoerä ja tuotevaihto. Alkuperäisestä raportista selvisi tuotantokone, tuotantoerän aloitus- ja lopetuspäivämäärä ja kellonaika, tuotekoodi, asetus aika, nopeus tölkkeinä tuntia kohti, pakkauskoko, pakkaus tyyppi, parasta ennen -päivämäärä, puolivalmisteiden tiedot, suunniteltu aloitusaika, tilattu määrä, tölkkien määrä myyntiyksikköä kohden, tuotenimi ja -ryhmä ja VT-numerot.

Alkuperäistä raporttia muokattiin muuttamalla Excel-tiedostot taulukkomuotoon, jolloin suodattaminen eri tuoteryhmien mukaan oli nopeampaa. Alkuperäisten tietojen lisäksi laskettiin, kuinka monta tölkkiä on tilattu kertomalla tilattujen myyntiyksikköiden määrä tölkkiä per myyntiyksikköiden määrällä. Eräkoista laskettiin myös tuotettujen litrojen määrä kertomalla pakkauskoko tölkkien yhteismäärällä. Laskentaa tehtiin myös erilliseen Excel-tiedostoon, jonne kerättiin tarkasteltavien tuotantoerien lähtötiedot yhteen. Alkuperäisistä valikoiduista tuoteryhmistä tarkasteluun valittiin kaksi tuoteryhmää, joista toisen tuotantomäärien odotetaan kasvavan ja toinen on ominaisuuksiltaan sellainen, joka vaatii tuotanto-osastolla keskimääräistä enemmän erilaisia prosesseja.

Tutkimuksen toteutus

Monissa optimaalista eräkokoja käsittelevissä tutkimuksissa ja artikkeleissa käytetään Wilsonin EOQ-laskentakaavaa. EOQ-kaavaa ei kuitenkaan käytetty tässä tutkimuksessa tutkimusongelmien ratkaisemiseen, koska vaikka kaavan avulla olisi voitu saada suuntaa antavia vastauksia, kaavan oletukset ja rajoitukset eivät sovi toimeksiantajayrityksen tuotteisiin. Kuten aiemmin todettiin, optimaalisen eräkoon määrittäminen tai laskeminen elintarvikealalla on monikompleksinen ongelma, joka ei ole helposti ratkaistavissa. Optimaalista eräkokoja lähdettiin tästä syystä tutkimaan tehokkuuden ja kustannusten näkökulmasta, merkittävimminä tekijöinä asetuskustannukset sekä resurssi- ja virtaustehokkuus. Kun tutkimusta lähdettiin toteuttamaan laadullisesta näkökulmasta, ei toimeksiantajan tarpeeseen optimaalisen eräkoon laskumekanismista pystytty vastaamaan.

Käsitellyistä raporteista etsittiin tutkimuksen rajaukseen sopivia tuotantoeriä, joita voisi vertailla keskenään. Tavoitteena oli varmistaa eräkojen luotettava vertailu keskenään valitsemalla erät, joiden tuotantoajat vaikuttivat kasvavan lineaarisesti tuotantomäärän lisääntyessä. Tulokset eivät

olisi luotettavia, jos vertailtuun valittaisiin kaksi erää, joista toisessa on ollut paljon häiriöitä, seisahduksia tai muuta ulkopuolista häiriötekijää ja toisessa tuotantoprosessi olisi sujunut lähes täysin pysähdyksettä.

L8 tuotantolinjan keskimääräinen hyötysuhde on 74,7 %, joka nähdään tehtaan toiminnanohjausjärjestelmästä. Tuotantolinjan täyttökoneen maksimikapasiteetti 100 % tarkoittaa 17 000 litraa tunnissa 0,33 litran kokoisella tölkillä. Keskimääräisen hyötysuhteen mukaan täyttökoneen läpi virtaa ($0,747 * 17000$) noin 12 700 litraa tunnissa. Tuotantolinjan kohdalla yhden litran hinnaksi on määritetty 0,50 euroa, jolloin tunnin hinnaksi saadaan keskimääräisen hyötysuhteen mukaan 6 350 euroa.

Toiminnanohjausjärjestelmästä kuitenkin löydettiin myös suodatus mahdollisuus, jonka avulla voidaan rajata pois pesuihin ja vaihtoihin mennyt aika. Järjestelmä huomioi tällöin vain tuotantoon käytetyn ajan, jonka avulla keskimääräisiksi litroiksi tuntia kohden saatiin 12 297,38 litraa eli pyöristettynä ja euroiksi muutettuna 6 149 euroa. Konetyötunnin hinnaksi on määritetty 70 euroa. Yhden tuotanto-operaattorin henkilöstökustannuksiksi yhtä tuntia kohden on määritetty 79 euroa. L8 täyttölinja työllistää neljä tuotanto-operaattoria, jolloin henkilöstökustannukset yhtä tuntia kohden ovat 316 euroa. Yksi tunti L8 linjastolla euromääräiseksi muutettuna on tällöin 6 535 euroa. CIP-pesujen, välipesujen tai tuotevaihtojen aiheuttamien tarkkojen kustannusten laskemista varten täytyisi olla dataa kemikaalien, veden ja sähkön kulutuksesta sekä niiden hinnoittelusta.

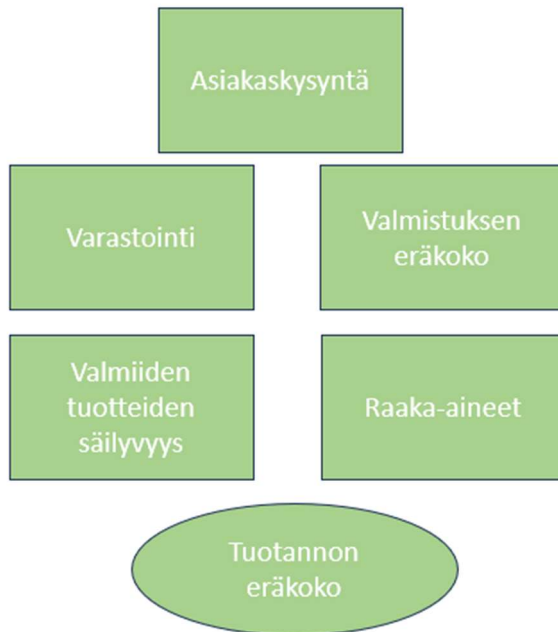
6 Tulokset

Tuotannon eräkokoa rajoittavat tekijät

Kvantitatiivisesta aineistosta selvisi, että tuotannon eräkokoihin vaikuttavat valmistuksen, eli panimon tai mehuttamon eräkoot. Panimon ja mehuttamon eräkojoja puolestaan määräävät osittain käytettävä laitteisto: haluttua pienempää litramääräistä erää ei voida tuottaa niin, että tuotteen arvot pysyisivät oikeanlaisina tai laitteiston sekoittajat eivät toimi litramääräisesti liian pienellä erällä. Joissakin tuotteissa raaka-aineet aiheuttavat rajoituksia, sillä avattu raaka-ainepakkaus ei säily avattuna, jolloin se on käytettävä kerralla kokonaan pois hukan välttämiseksi.

Tuotannon eräkokoja määriteltäessä tulee ottaa huomioon myös varaston kierto ja kasvu. Elintarviketuotteilla on omat säilyvyysaikansa, eikä pian vanhentuvia tuotteita saada myytyä asiakkaille eteenpäin, jolloin ne menevät hävikkiin. Joissakin tuotenimikkeissä valmistuksen minimierä on varaston kiertoon nähden suurempi, jolloin tuotetta tulee väistämättä liikaa kysyntään nähden. Tämä aiheuttaa sen, että hävikkiä syntyy joko niin, että puolivalmistetta ajetaan viemäriin tai valmiit tölkitetyt tuotteet joutuvat tölkkimurskaan. Tuotteesta saamattoman myyntituoton lisäksi hukkaan menee koko tuotantoketjun tuotteeseen pistämä työaika, pakkausmateriaalit sekä raaka-aineet.

Itse täyttöosastolla eräkokoon liittyvät rajoitukset ovat vähäiset ja eri kokoisten eräkokojen valmistus on mahdollista. Tarkastelun kohteena olevalla tuotantolinjalla L8:lla valmistetaan valtava määrä erilaisia tuotteita: oluita, siidereitä, lonkeroita ja energiajuomia. Laaja tuotevalikoima kuuluu konsernin visioon, mutta se aiheuttaa haasteita tuotannon näkökulmasta, sillä useat erilaiset tuotettavat tuotteet aiheuttavat enemmän tuotelinjan vaihtoja ja pesuja. Valtavan nimikemäärän myötä täytyy eräkokoja päätettäessä huomioida se, että kaikkia tarvittavia tuotteita ehditään valmistaa kysynnän mukaan, eikä vain yhtä tuotetta voida valmistaa esimerkiksi viikkoa putkeen. Eräkokoja ja tuotantosykliä määrittäessä tulee huomioida myös varaston ja asiakaskysynnän kohtaaminen. Jos tuotantosykli on harva, tulee isoja eräkokoja valmistaa, jotta tuotetta on varastossa riittävästi siihen asti, että tuotetta valmistetaan seuraavan kerran.



Kuvio 2. Eräkokoja rajoittavat tekijät

Kuviossa 2. on havainnollistettu tuotannon eräkokoja rajoittavat tekijät, joiden vaikutukset on huomioitava määriteltäessä valmistettavan erän kokoa. Jotkin rajoitukset kuitenkin rajoittavat myös toisiaan. Joidenkin raaka-ainepakettien aukaiseminen vaatii, että se käytetään kerralla kokonaan, jotta vältetään hukkan syntymiseltä. Jos asiakaskysyntä on kuitenkin vähäisempi, kuin tuotettu määrä, hävikkiä syntyy, jos tuotteet ehtivät pilaantumaan ennen kuin ne saadaan myytyä.

Asetuskustannukset ja tehokkuus eri eräkoissa

Jokaista tuotettavaa tuotetta rasittaa litra-, konetyötunti-, ja henkilöstökustannukset. Jotkin tuotevalikoiman tuotteista vaativat täyttöosastolla erikoispesuja tai valmisteluita, ennen kuin tuotetta voidaan valmistaa. Pesuilla pyritään varmistamaan ennen kaikkea täyttöosaston hygienian mutta myös tuotteiden laatu. Joidenkin tuotteiden haju tai maku on niin voimakas, että erityisen pesun tekeminen tuotannon jälkeen on välttämätöntä, jotta varmistetaan seuraavan tuotteen oikeanlainen maku, eivätkä aromit sekoitu. Näiden tuotteiden valmistukseen voidaan kohdentaa myös ylimääräisten pesujen kustannuksia. Tuotevaihtoja ja pesuja täytyisi joka tapauksessa tehdä, mutta näiden tiettyjen tuotteiden tai tuoteriikien seurauksena niitä täytyy tehdä useammin.

Yksi erityisen tarkastelun alla olleista tuoteryhmistä oli energiajuomat. Kahta eri tuotantotapahtumaa vertailtiin, joissa ensimmäisessä on tuotettu yhtä Teho -nimikettä suuri erä ja toisessa kahta Teho -lajia peräkkäin pienemmät erät, jossa on vaihtunut myös pakkauskoko. Huomioitavaa on, että ennen molempien erien tuotantoa niitä on edeltänyt tuote, joka vaatii seuraavaksi CIP-pesun, mutta myös ennen Teho -tuotteiden ajoa edeltävän tuotteen ollessa eri tuotesarjasta, lyhyt tai pitkä CIP-pesu on tehtävä.

Energiajuomat

	0 8-CIP lyhyt
240000	TEHO Suom ej 0.33 l tlk kenr
	0 8-CIP lyhyt

Kuvio 3. Teho suuret erät

Kuviossa 3. on kuva ajosuunnitelmasta, jonka mukaan energiajuomaa on tuotettu linjastolla. Toimeksiantajan vaihtoaikamatriisin mukaan, joka kertoo kunkin työvaiheen arvioidun kestoajan, nimikkeen ”8-CIP lyhyt” kesto on 105 minuuttia. 240 000 tölkin valmistaminen on tässä tuotantoerässä kestänyt 6h 45 minuuttia. Koska edeltävänä tuotettu tuote vaatii CIP-pesun seuraavaksi, ei huomioida tuotantoa edeltävää pesua tämän erän tehokkuuteen. Tämän erän tuotanto ja sitä seuraava CIP-pesu on vienyt aikaa yhteensä 8 tuntia ja 25 minuuttia, josta linja on pyörinyt 80,2 % ajasta.

Aikaisemmin lasketun tuntihinnan mukaan, tämän CIP-pesujen kustannuksiksi voidaan määritellä 10 848 euroa ($1,66 * 6535$). Tuotettu määrä on 79 200 litraa ($240000 * 0,33$), jolloin CIP-pesu aiheuttaa kustannuksia 0,13 euroa jokaista tuotettua litraa kohden.

	0 8-CIP lyhyt
96000	TEHO Suom ej 0.33 l tlk kenr
48000	TEHO Lite Boost 2.0 0.5 l tlk
	0 8-CIP lyhyt

Kuvio 4. Teho pienet erät

Toisessa vertailtavassa erässä lasketaan mukaan myös vain tuotantoa seuraava CIP-pesu. Kuviossa 4. on kuva ajosuunnitelmasta, jossa on tuotettu energiajuomaa pienempiä eräkokoja. Ensimmäisen Tehon tuotantoon on kulunut 2 tuntia 50 minuuttia ja jälkimmäisen 2 tuntia 17 minuuttia. Nimikkeiden välissä on kuitenkin tehty tuotteen lisäksi pakkauskoon vaihto. Tuotevaihto-ohjeen mukaisesti näiden kahden tuotteen välissä täyttökoneeseen tehdään kylmävesihuuhtelu ja vaihtoaikamatriisin mukaan vaihdon kesto on 81 minuuttia. Kokonaisaika, joka on kulunut tuotantoon, vaihtoon ja CIP-pesuun on 8 tuntia ja 13 minuuttia, josta tuotantoa on ollut 62,3 % ajasta.

Linjan tuntihinnan mukaan CIP-pesun ja pakkauskoon vaihdon hinnaksi tulee yhteensä 20 258,5 euroa ($3,1 * 6535$). Tuotettuja litroja on yhteensä 55 680, jolloin vaihtojen ja pesun hinnaksi litraa kohti saadaan 0,36 euroa.

Vertailtavuuden vuoksi tarkasteltiin kustannuksia myös niin, että pientä erää olisi tuotettu vain nimike ”Teho Suom. ej” ja sen jälkeinen CIP-pesu, jolloin tuotevaihdon kustannukset ja vaihtoaika jätetään huomiomatta. Tällöin kokonaisajaksi saadaan 4,5 tuntia, josta tuotantoa on ollut 63 % ja CIP-pesun kustannukseksi 10 848 euroa ($1,66 * 6535$). 96 000 tölkkiä on 31 680 litraa, jolloin CIP-pesun hinta litraa kohden on 0,34 euroa.

HardSeltzerit

Toinen tuoteryhmä, joka oli erityisen mielenkiinnon kohteena, olivat hard seltzer -juomat. Tarkasteluun valittiin myös kaksi tuotantotapahtumaa, joissa molemmissa on valmistettu samoja nimikkeitä. Ennen Hard Seltzer -juomien tuotannon aloittamista täyttökoneeseen täytyy tehdä joko lyhyt tai pitkä CIP-pesu, riippuen edeltävästä tuotteesta. Seltzer-tuotteiden jälkeen voidaan tuotantoa jatkaa joko pelkän kylmävesihuuhtelun tai lyhyen CIP-pesun jälkeen, riippuen seuraavasta tuotteesta. Toimeksiantajalta saadusta datasta lasketun 23 pidemmän seltzer-tuotteiden ajon jälkeen useinta niistä on edeltänyt lyhyt CIP-pesu ja seurannut muiden tuotteiden tuotanto. Luotettavan vertailun vuoksi laskettiin, että ennen molempia tuotantosarjoja niitä on edeltänyt lyhyt CIP-pesu ja tuotantoa on voitu jatkaa pelkän kylmävesihuuhtelun jälkeen muilla tuotteilla.

94800	HardSltz LemonLim 4.5% 0.33 ke
75840	HardSltz MangPine 4.5% 0.33 ke
72000	HardSltz StbRh 4.5% 0.33 6p ke
94800	HardSltz StrawRhu 4.5% 0.33 ke
187200	HardSltz JuicedRb 4.5% 0.33 ke

Kuvio 5. HardSeltzer pienet erät

Kuviossa 5. on esitetty tuotantoerä, joka koostuu pienemmistä eräkoista. Kuviossa esitetyn tuotantosarjan nimikkeiden yhteismääräinen tölkkimäärä on 524 640. Kaikkien nimikkeiden tuotantoajat yhteenlaskettuna saadaan 16 tuntia ja 16 minuuttia. Tuotevaihtoja on tehty neljä, joista yksi vaatii pelkän pakkauspään vaihdon. Pakkauspään vaihdon yhteydessä koko tuotantolinjaa ja täyttökoneetta ei tarvitse tyhjentää, koska tuote pysyy samana, mutta sen pakkausmuoto muuttuu. Vaihtomatriisin mukaan HardSeltzer- tuotteissa vaihtamiseen toiseen samaan tuoteperheeseen kuuluvaan tuotteeseen ilman pakkauspäänvaihtoa on varattu 74 minuuttia. Pelkästään pakkauspään vaihtamiseen on varattu aikaa 18 minuuttia. Tuotantoajat ja vaihtoajat yhteenlaskettuna kokonaisajaksi saadaan 23 tuntia ja 15 minuuttia, joista tuotantoaikaa on ollut 69,9 % ajasta. Vaihtoihin ja pesuihin kulunut aika on 7 tuntia, joiden kustannuksiksi voidaan arvioida 45 745 euroa (7 * 6535). Tuotettuja litroja on yhteensä noin 173 131, jolloin CIP-pesun ja vaihtojen hinta litraa kohden on 0,26 euroa.

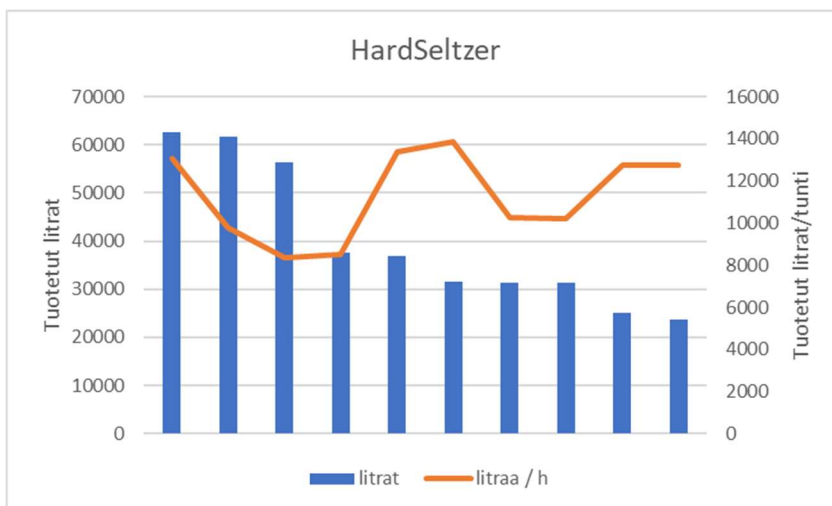
170640	HardSltz LemonLim 4.5% 0.33 ke
113760	HardSltz MangPine 4.5% 0.33 ke
189600	HardSltz StrawRhu 4.5% 0.33 ke
96000	HardSltz StbRh 4.5% 0.33 6p ke
111744	HardSltz JuicedRb 4.5% 0.33 ke

Kuvio 6. HardSeltzer isot erät

Toisessa vertailluista tuotantosarjoista tölkkien yhteismäärä oli 681 744. Tuotantosarja on esitetty kuviossa 6. Kaikkien nimikkeiden tuotantoajat yhteenlaskettuna on 20 tuntia ja 57 minuuttia. Tämäkin tuotantosarja on sisältänyt neljästä vaihtoa, joissa yhdessä on vaihdettu vain pakkauspää. Tuotantoaikojen ja vaihtoaikojen yhteenlaskettu aika on 27 tuntia ja 57 minuuttia, joista tuotantoa

on ollut 74,9 %. Vaihtoihin ja pesuihin on kulunut sama aika, kuin pienemmissä erissä, jolloin niiden kustannuksiksi voidaan määritellä 45 745 euroa. Tuotettuja litroja on yhteensä noin 224 976, jolloin vaihtojen ja pesun hinnaksi litraa kohti saadaan 0,20 euroa.

Tehojen ja HardSeltzereiden tuotantoerien tuloksissa nähdään, että suuremmissa erissä on parempi käyttöaste, eli kokonaisuudesta prosentuaalisesti suurempi määrä on ollut tuotantoa. Tehokkuutta voidaan kuitenkin tarkastella myös siitä näkökulmasta, kuinka monta litraa saadaan tuotettua tunnissa. Kuviossa 7. on esitetty molemmat aiemmin käsitellyt HardSeltzer tuotantoerät. Aiemmissa tapauksissa esitelty CIP-pesu tai tuotevaihto on kiinteä kustannus, jonka suuruuteen ei vaikuta se, tuotetaanko sitä ennen tai sen jälkeen 1000 vai 10 000 tölkkiä. Esitetystä tuloksista nähdään, että vaihtojen ja pesujen aiheuttamat kustannukset litraa kohti pienentyvät, kun litramääriä tuotetaan enemmän.



Kuvio 7. HardSeltzer litrat tunnissa.

Kuviosta 7. nähdään, että tuotettut litrat tuntia kohti on keskimäärin parempi keskikokoisissa erissä. Tehokkuus on laskettu jakamalla tuotettut litrat erän tuotantoajalla. Virtaustehokkuuden käyrässä ei ole havaittavissa selkeää trendiviivaa, jonka kautta virtaustehokkuus olisi ennustettavissa eräkoon litrojen muuttumisen myötä. Näistä eristä kuitenkin nähdään, että paras virtaustehokkuus on saavutettu keskikokoisessa erässä, ja pienissäkin erissä virtaustehokkuus on keskimäärin korkeammalla tasolla, kuin suurissa eräkoissa.

7 Johtopäätökset

Yksikkökohtaiset kustannukset syntyvät esimerkiksi raaka-aine-, materiaali-, ja henkilöstökustannuksista ja niihin vaikuttamiseen ei tutkimuksessa perehdytty. Yksikkökohtaiset kustannukset, joita pesut ja vaihdot aiheuttavat, olisivat pienennettävissä, jos asetusajoja saataisiin lyhennettyä. Asetusaikojen ja tällöin asetuskustannusten pienentäminen mahdollistaisi pienien erien kannattavuuden, kuten Haverila (2009, 406) kertoo. Vaihto- ja pesukustannuksien kohdistaminen tietylle tuotteelle voi olla kuitenkin käytännössä hankalampi toteuttaa, koska olivat tuotteet minkälaisia tahansa, jossain vaiheessa pesu on tehtävä. Kuitenkin näiden tulosten valossa, tuotannon näkökulmasta suurien eräkokojen tuottaminen on taloudellisesta näkökulmasta ja asetuskustannusten kannalta kannattavinta. Bradleyn (2015, 141–145) mukaan pitkien asetusajojen takia tuotetaan suuria eräkokoja, joka selittyy tällä kustannusten muodostumisella yksikköä kohden.

Suurempia eräkokoja tuottaessa käyttöaste on parempi. Käyttöaste on prosenttiluku, jolla kuvataan sitä, miten suuri osa tuotantokapasiteetista on ollut käytössä tarkasteltavalla ajanjaksolla. 100 % käyttöaste tarkoittaisi täyttä kapasiteetin käyttöä, jolloin tuotantokone olisi pyörinyt pysähtymättä koko tarkasteluajanjakson ajan. Kuten aiemmista tarkasteluista huomattiin, kuvion 3. tuotantoerässä käyttöaste on ollut reilut 80 % isossa erässä, kun kuvion 4. erässä käyttöaste on ollut vain noin 60 %. Vaihtoihin ja tuotepesuihin kuluva kapasiteetti on tuottamatonta kapasiteettia. Tuottamattoman kapasiteetin syntyminen on kuitenkin väistämätöntä tuotantolinjastolla, jolla tuotetaan useita erilaisia tuotteita. Konsernin ja täten myös yhtiön tavoitteisiin kuuluu optimoida panimoiden käyttöasteita, jolloin käyttöasteen perusteella tehokkuuden arviointi olisi luontevinta. Käyttöasteen näkökulmasta yrityksen tulisi pyrkiä tuottamaan mahdollisimman suuria eräkokoja ja välttää pienien yksittäisten erien tuottamista.

Virtaustehokkuuden näkökulmasta suurimmat eräkoot eivät olekaan ylivoimaisia. Kuten Littlen laki osoittaa, suurempi resurssitehokkuus eli suurempi käyttöaste pidentää läpimenoaika (Modig & Åhlström 2012, 34). Läpimenoajan pidentyessä poikkeamien määrä lisääntyy, joka voi aiheuttaa tuotannonpysähdyksiä linjastolla. Kuviosta 7. nähdään, että virtaustehokkuus on keskimääräisesti korkeammalla pienemmissä eräkoissa. Kuviosta on havaittavissa myös, että myös suurimmassa eräkoossa voidaan saavuttaa hyvä virtaustehokkuus, mutta sen ylläpitäminen ei ole itsestään selvyyttä. Suurissa eräkoissa syntyy jonoa ja jonotusaikaa, joka hidastaa virtaustehokkuutta. Virtauste-

hokkuuden parantamista vaikeuttaa se, että joidenkin tuotevalikoiman tuotteiden myynti- ja tuotantomääriin vaikuttaa vahvasti sesonki, joka luo poikkeuksen prosessiin. Kingmanin kaavasta huomattiin, että poikkeamat prosessissa kasvattavat läpimenoaikaa. (Modig & Åhlstöm 2012, 42). Toimeksiantaja yrityksen toimintaan kuitenkin kuuluvat sesonkituotteet eikä niiden poistaminen kokonaan olisi välttämättä hyvä ratkaisu liiketoiminnan kannalta. Poikkeamia ovat myös tuotantokoneiden häiriöt, eikä niitä voida aina estää. Koska jokainen tuotantoerä on erilainen ja myös suurissa tuotantoerissä voidaan saavuttaa hyvä virtaustehokkuus, ei sen käyttäminen eräkoon määrittelyssä ole välttämättä paras ratkaisu. Läpäisyajojen lyhentäminen voisi kuitenkin parantaa tuotteiden ja toiminnan laatua, kuten Haverila ja muut (2009, 407) kertovat.

Näiden kolmen mittarin tarkastelun seurauksena suuret eräkoot ovat kannattavampia kahdessa. Kustannuksia kuitenkin kertyy myös menetetyistä tuotantoajasta, joita syntyy myös koneseisähdysten ja häiriöiden aikana. Yhteenvetona kustannusten näkökulmasta isot eräkoot vievät voiton niin kauan, kun läpimenoaika ei mene niin pitkäksi, että kapasiteettia ja resursseja menee hukkaan jonojen ja mahdollisten häiriöiden takia, sillä hukattu kapasiteetti ja resurssi aiheuttaa lisäkustannuksia tuotettavalle erälle. Kingmanin kaavasta (Modig & Åhlström 2012, 42–43) tiedetään, että virtausyksiköiden määrä kasvattaa läpimenoaikaa ja pitkä läpimenoaika kasvattaa poikkeamien, eli häiriön ja pysähdysten määrää. Yrityksen tulisi tuotannon näkökulmasta pyrkiä valmistamaan suuria eräkokoja.

Tämän tutkimuksen tulosten valossa suurien eräkokojen tuottaminen harvemmin olisi tuotannon näkökulmasta kannattavampaa, kuin pienien erien tuottaminen useasti, koska resurssit ovat pieniin eräkokoihin verrattuna enemmän tuottavassa tilassa. Berlec, Kusar, Zerovnik ja Starbek (2013) kertovat, että suurien erien ansiosta tuotannon keskeytymisen vaikutus on vähäisempi suuremman varaston takia, jolloin läpimenoajan kasvaessa ilmaantuvat poikkeukset prosessissa, eivät aiheuta niin suurta uhkaa tuotepulalle tai asiakastilauksen myöhästymiselle.

Eräkoon optimointi ja täytöntöönpaneminen vain tuotanto-osaston näkökulmasta voisi tarkoittaa suurempia kustannuksia muilla osastoilla, sillä eräkokoja määrittelee muiden osastojen toiminnot ja toimintamahdollisuudet. Tuotantotekijöillä on limitatiivinen eli rajoitteellinen suhde, koska mehu- tai olutsäiliön koko vaikuttaa kiinteästi tuotettavaan määrään. Pellisen (2019, 224) mukaan

tuotantotekijöiden rajoitteellisessa suhteessa tekijät ovat kiinteässä suhteessa toisiinsa sekä tuotannon määrään. Eräkoko määriteltäessä tulee ottaa huomioon myös tuotantolinjan kapasiteetti sekä asiakaskysyntä, joista etenkin asiakaskysyntä voi muuttua jatkuvasti. Vaikka tuotantolinjan näkökulmasta olisi optimaalisinta tuottaa suuria eriä, mutta se ei vastaa kysyntään ja tuotteet menevät hävikkiin ja tehty työ hukkaan, ei lopputulos ole tehokas.

8 Pohdinta

8.1 Tavoitteiden saavuttaminen

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia optimaalisen eräkoon määrittämistä elintarvikealalla tuotannon näkökulmasta. Toimeksiantaja ilmaisi tarpeensa mekanismille, jolla optimaalista eräkoko voitaisiin arvioida. Ennakko-oletuksena oli, että perinteinen EOQ-menetelmä olisi hyvä lähtökohta myös tässä tutkimustyössä. Melko nopeasti kuitenkin osoittautui, että vaikka EOQ-laskennalla saataisiin arvioitua eräkokoja toimeksiantaja yritykselle, ei sen tulokset välttämättä olisi kovinkaan käyttökelpoisia. Kuten aiemmin todettu, perinteinen EOQ-menetelmä sisältää paljon oletuksia eikä se huomioi elintarvikealan rajoituksia liittyen tuotteiden vanhentumiseen tai pilaantumiseen. Tutkimusta varten tehdyn tiedonhaun perusteella ei löytynyt sellaista laskentakaavaa, joka soveltuisi täysin tämän opinnäytetyön rajauksiin. Tutkimuksessa ei onnistuttu luomaan toimeksiantajalle laskentamekanismia, jonka avulla määrittää optimaalista eräkoko luotettavasti tuotannon näkökulmasta. Jotta tutkimuksen tuloksena olisi saatu laskentamekanismi, olisi tässä tutkimuksessa pitänyt olla takana moniammatillinen tiimi.

Tutkimuksessa onnistuttiin tuomaan ilmi eri tehokkuuden ja kannattavuuden näkökulmia, ja tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia teorian kanssa. Tutkimuksessa onnistuttiin myös tarkastelemaan pienien ja suurien eräkokojen kustannuksia ja niiden eroavaisuuksia. Tutkimuksen tuloksista nähdään, että käyttöaste on parempi suurissa erissä, joissa virtausyksiköitä on puskuroitu resursseille, joka myötäilee Littlen lain (Modig & Åhlström 2012, 36) toteamaa, että resurssitehokkuus paranee, kun tuotantokoneen ei tarvitse odottaa tulevia yksiköitä, vaan jonoa on muodostunut. Kerääntyneet jonot kuitenkin lyhentävät yksiköiden läpäisyäikää, joka on tuloksissa nähtävissä virtaustehokkuuden ollessa keskimääräisesti parempi pienemmissä tuotantoerissä. Haverilan ja muiden (2009, 401) näkemys tukee myös tätä tulosta, sillä heidän mukaansa läpäisyajat kasvavat, kun eri tuotannon työvaiheiden välillä oleva aika kasvaa.

8.2 Luotettavuus ja eettisyys

Tiedonhaun kuvaus

Opinnäytetyön tiedonhaussa käytettiin kirjastojen ja verkkokirjastojen lisäksi verkkohakua ja Google Scholaria. Lähteiden luotettavuutta arvioitiin julkaisijan, kirjoittajan ja julkaisun vuosiluvun perusteella. Lähteiden valinnassa julkaisuvuoden haluttiin olevan 2000-luvulla, joka yhtä lähdeä lukuun ottamatta onnistui. Pääpaino oli kuitenkin 2010- ja 2020-luvulla julkaistuissa artikkeleissa ja muissa lähteissä, jotta tieto olisi mahdollisimman ajankohtaista. Lähteen julkaisijan luotettavuutta arvioitiin julkaisusivun ja kirjoittajan ammattitaidon perusteella. Lähteiksi ei valittu mielipidetekstejä tai sosiaalisen median Twitter-postauksia. Näiden tekijöiden lisäksi arvioitiin itse artikkeleissa tai teksteissä käytettyjä muita lähteitä ja niiden pätevyyttä ja huomiota kiinnitettiin siihen, että lähteitä on käytetty ja niihin viitattu asianmukaisesti. Hakusanoina käytettiin muun muassa ”optimal batch size”, ”optimal lot size”, ”economic batch size”, ”EOQ”, ”set-up time”, ”lead-time”, ”food industry” ja ”brewery”. Hakusanoja yhdisteltiin ja järjestelmän mukaan tehtiin rajauksia, joissa voitiin hakea lähteitä, joissa mainitaan useampi näistä hakusanoista. Tutkimuksessa on käytetty paljon kansainvälisiä lähteitä

Tiedonhaussa löytyi melko huonosti tutkimuksia tai lähteitä optimaalisesta eräkoossa juuri elintarvikealalla, jotka olisivat olleet saatavilla ilmaiseksi tai koulun järjestelmien kautta. Tästä syystä lähteitä täytyi hakea pienemmillä rajauksilla, mitä itse tutkimuksessa oli. Käytetyistä lähteistä pyrittiin viittaamaan vain niihin osiin, jotka ovat sovellettavissa tämän tutkimuksen rajoituksiin. Relevantteja tutkimuksia löytyy paljon englannin kielellä ja ne ovat julkaistu ulkomailla, jolloin suurinta osaa olisi päässyt lukemaan jonkin toisen maan yliopiston tunnuksilla. Lähteissä, joihin päästiin käsiin, suurimmassa osassa tutkimuksissa ja lähteissä esiteltiin perinteistä EOQ-laskentaa, vaikka sen tiedetään sisältävän paljon rajoituksia ja odotuksia.

Tulosten luotettavuus

Kvalitatiivisen aineiston pätevyyttä on arvioitu Excel-dokumentteja käsitellessä tarkastelemalla ohjelmiston antamia lukuja kriittisesti. Tietovirheet ovat mahdollisia siirrettäessä dataa järjestelmien välillä. Niissä tapauksissa, joissa taulukoissa on ollut epäselviä lukemia tai summia, jotka eivät vaikuta loogisilta, on ne jätetty tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimusta varten kerätty kvantitatiivinen

aineisto ei sisältänyt arkaluontoista tietoa haastateltavista henkilöistä tai muista yhtiön sidosryhmistä. Kerätyt aineistot tukivat toisiaan, eikä olleet ristiriitaisia, jolloin aineistoa voidaan pitää luotettavana. Aineisto kerättiin yhtiön henkilökunnalta, eikä ulkopuolisilta toimijoilta.

Tutkimuksessa käytetyt laskentakaavat tarkastettiin useammasta lähteestä ja näin varmistettiin niiden oikeellisuus. Laskelmissa käytetyt luvut tarkastettiin tutkimuksen aikana useamman kerran alkuperäisestä aineistosta ja laskelmien summat tarkistus laskettiin. Tuloksissa esiteltävät tuotantosarjat valikoituivat sattumalta niiden kaikkien erien joukosta, jotka sopivat kunkin tarkastelun kriteereihin ja rajauksiin. Pyrkimyksenä oli saada minimiin tutkijan vaikutus tuloksiin valikoimalla parhaimpia tai heikoimpia tuotantoerä. Kuten aiemmin on todettu, jokainen tuotantoerä on erilainen, eikä tutkimuksen tuloksia voida yleistää koskemaan jokaista tuotantoerää tai tuotantonimikettä.

Yhtä optimaalista eräkokoa on hankala määrittää täyttöosaston näkökulmasta, sillä jokainen tuotantoerä voi olla erilainen, vaikka tuotettava tuote ja tuotettava määrä pysyisi samana. Linjaston tehokkuuteen vaikuttaa negatiivisesti tuotantokoneiden häiriöt, jotka eivät ole aina estettävissä tai ennustettavissa. Häiriöiden syntyyn voi vaikuttaa muun muassa pakkausmateriaalien laatu, kuten sähköinen kalvo tai kuljetuksessa vääntynyt lavaukseen käytettävä välipahvi. Myös resurssipula, sähkökatkos tai palohälytys voivat vaikuttaa tuotantoerän läpimenoaikaan negatiivisesti. Sama jatkuvien muuttujien ongelma on kuitenkin varmasti kaikilla tuotantolaitoksilla, eikä siitä voisi varmaan koskaan täysin päästä eroon. Tästä syystä esitettyjä tuloksia ei voida tulkita sokeasti eikä yleistää koskemaan jokaista tuotantoerää tai tuotetta.

Tässä tutkimuksessa perehdyttiin elintarviketeollisuuteen, jonka toimintaan ja valmistuksen eräkoikiin vaikuttaa merkittävästi valmistukseen käytettävien raaka-aineiden ja itse valmiiden tuotteiden vanhentuminen tai pilaantuminen. Tutkimuksen tulokset ja johtopäätelmät voisi olla sovellettavissa muille elintarvikealan yrityksille.

Eettisyys tarkastelu

Tutkimuksessa noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä, noudattamalla tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeita hyvästä tieteellisestä käytännöstä. Hyvään tieteelliseen toimintaan kuuluu rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus, sekä aineiston keräämisessä ja tallentamisessa sekä tulosten esittämisessä ja niiden arvioinnissa. Tutkimuksessa noudatetaan avointa ja vastuullista viestintää tuloksien julkaisussa. (Hyvä tieteellinen käytäntö HTK, 2023.) Kerättyä aineistoa säilytettiin huolellisesti suunnitelman mukaisesti niin, ettei ulkopuolisilla tahoilla ollut mahdollisuutta päästä aineistoon käsiksi. Tuloksia arvioitiin kriittisesti ja tuotiin ilmi niiden huono yleistettävyys. Tutkimukseen osallistuneille haastateltaville toimitettiin tietosuojaseloste, joka tehtiin korkeakoulun ohjeiden mukaisesti. Tietosuojaselosteen perään lisättiin kirje osallistujille, jossa kerrottiin tutkimuksen syy ja tutkimuksen toteuttamisen menetelmät. Osallistujia informoitiin kirjeessä heidän oikeudestaan kieltäytyä haastattelusta tai keskeyttää osallistuminen. Osallistujia informoitiin oikeudesta saada nähdä tai kuulla itsestään kerätyt tiedot sekä vaatia niiden korjaamista tai poistamista. Nauhoitetut ja äänitetyt haastattelut tuhottiin heti, kun haastattelut oli litteroitu. Litteroidut aineistot tuhottiin, kun ne oli analysoitu ja vastaukset olivat teemoiteltu erilliseen tiedostoon. Lopullisesta aineistosta ei ole selvitettävissä haastateltujen henkilötietoja.

Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu myös muiden tutkijoiden työn ja saavutusten huomioiminen kunnioittavasti viittaamalla heidän tekemiin tutkimuksiin ja julkaisuihin asianmukaisella tavalla (Hyvä tieteellinen käytäntö HTK, 2023). Opinnäytetyössä on noudatettu korkeakoulun ohjeistusta lähteiden käytöstä. Kaikki käytetyt lähteet ovat merkitty lähdeluetteloon ja niistä on asianmukaiset tekstiviitteet. Tutkimuksesta on tehty toimeksiantajan kanssa opinnäytetyösopimus sekä salassapitosopimus. Opinnäytetyösopimuksessa sovittiin tutkimusta koskevista oikeuksista, vastuista ja velvollisuuksista. Erillistä tutkimuslupaa opinnäytetyötä varten ei tarvittu. Ennen tutkimuksen aloittamista on tehty aineistohallintasuunnitelma, jota on noudatettu opinnäytetyön aikana. Tutkimuksen aikana on kunnioitettu salassapitosopimusta, eikä toimeksiantajasta ole annettu opinnäytetyön suorittamisen aikana mitään tarpeettomia tietoja ulkopuolisille henkilöille.

8.3 Jatkokehitys

Jatkotutkimuksissa voitaisi tarkastella niitä tuotteita, joiden minimierä koko on tietävästi suurempi kuin se määrä tuotetta, mitä varasto ehtii kiertää säilyvyysajan sisällä. Vaikka konsernin strategiaan kuuluu laaja tuotevalikoima, tulisi pohtia taloudellisesta näkökulmasta näiden tuotteiden val-

mistuksen kannattavuutta ottaen huomioon fyysinen hävikki ja ne työtunnit, jotka menevät hukkaan hävikin syntymisen seurauksena ja verrata niitä tuotteen myynnistä syntyvään tulokseen. Pitkään varastossa säilytettävät tuotteet kasvattavat myös varastoinnin kustannuksia, ja heikentävät sidotun pääoman tuottoa, jos varaston kiertoaika on matala.

Tutkimusta voisi jatkojalostaa selvittämällä tuotekohtaisesti valmistuksen aiheuttamat rajaukset eräkokoon. Optimaalista eräkokoja suunniteltaessa voitaisi tällöin ottaa realistisesti huomioon ne tekijät, jotka kiinteästi vaikuttavat tuotettavaan eräkokoon. Tämän tarkastelun kautta voisi päästä kiinni niihin tuotteisiin, joiden tuotantokustannukset ovat liian suuret esimerkiksi tuotevaihtojen kautta, ja keskittyä lyhentämään näiden tuotteiden vaihtoaikoja. Tutkimusta voisi vielä tarkentaa ottamalla huomioon tarkat vesi-, energia- ja kemikaalikustannukset, joita tuotevaihtojen yhteydessä tehtävistä linjaston ja tuotantokoneiden pesusta syntyy. Entistäkin tarkempaa laskentaa varten voitaisi laskea, kuinka paljon raaka-aineita menee hukkaan tuotevaihdon yhteydessä.

Johtopäätöksissä mainittiin, että suuret eräkoot ovat kannattavampia taloudellisesta näkökulmasta niin kauan, kun kasvava läpimenoaika ja poikkeamat prosessissa eivät aiheuta kustannuksia liikaa. Tämän selvittämistä varten voitaisiin tutkia tarkkoja raportteja tuotantoeristä, joissa häiriöt, niiden syy ja kesto nähdään. Näihin pysähdyksiin kuluneen ajan muuttaminen rahamääräiseksi, paljastaisi, olisiko pienen erän tuottaminen kuitenkin aiheuttanut loppujen lopuksi vähemmän turhia kustannuksia, joista ei saada tuottoa.

Lähteet

Aineiston kerääminen ja tutkimusmenetelmät. N.d. Julkaisu Opinkirjo kehittämiskeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 11.5.2024. <https://opinkirjo.fi/tutkimuksen-perusteet/aineiston-kerääminen-ja-tutkimusmenetelmat/>

Asih, H., Leuveano, R. & Dharmawan, D. 2023. Optimizing lot sizing model for perishable bread products using genetic algorithm. Jurnal Sistem dan Manajemen Industri, 7, 2, 139–154. Viitattu 3.5.2024.

Berlec, T., Kusar, J., Zerovnik, J. & Starbek, M. 2013. Optimization of a product batch quantity. Journal of Mechanical Engineering 60, 1, 35-42. Viitattu 12.2.2024. https://www.sv-jme.eu/?ns_articles_pdf=/ns_articles/files/ojs/1009/public/1009-7415-1-PB.pdf&id=3077

Bhandari, P. 2023. What is quantitative research? Definition, uses & methods. Artikkelit Scribbr-verkkosivulla. Julkaistu 12.6.2020. Viitattu 3.4.2024. <https://www.scribbr.com/methodology/quantitative-research/>.

Bradley, J. 2015. Improving business performance with Lean. 2. p. New York: Business Express Press. Viitattu 10.10.2023. <https://janet.finna.fi>, EbookCentral.

Georgiadis, G., Elekidis, A. & Georgiadis, M. 2020. Optimal production planning and scheduling in breweries. Department of Chemical Engineering, Aristotle University of Thessaloniki. Viitattu 3.5.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960308520305605>

Gung, R. 1999. A workload balancing model for determining set-up time and batch size reductions in GT flow workcells. International Journal of production research, 37 (4) p.769-791. Viitattu 13.10.2023. <https://janet.finna.fi>, ExLibrisGroup

Günther, K. & Hasanen, K. 2021. Tutkimuksen suunnittelu. Teoksessa Jaana Vuori: Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen verkkoarkisto. Viitattu 5.2.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-prosessi/tutkimuksen-suunnittelu/>.

Günther, K., Hasanen, K. & Juhila, K. 2021. Johdanto: analyysi ja tulkinta. Teoksessa Jaana Vuori: Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen verkkoarkisto. Viitattu 8.5.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/analyysi-ja-tulkinta/>

Greasley, A. 2008. Operations management. Los Angeles: London: SAGE. Viitattu 27.11.2023. <https://janet.finna.fi>, / EbookCentral.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6.p. Infacs.

Hyrylä, L. 2022. Elintarvikeala- muutosjoustavaa verkostotaloutta. Työ- ja elinkeinoministeriön toimialaraportti. Viitattu 27.4.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164487/TEM_2022_6_R.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hyvärinen, M., Suoninen, E. & Vuori, J. 2021. Haastattelut. Teoksessa Jaana Vuori. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 13.4.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineistot/haastattelut/>.

Hyvä tieteellinen käytäntö. 2023. Julkaisu Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) verkkosivuilla. Julkaistu 9.10.2023. Viitattu 10.5.2024. <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanta-htk>

Juhila, K. 2021. Laadullisen tutkimuksen ominaispiirteet. Teoksessa Jaana Vuori. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen arkisto. Viitattu 3.4.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/>.

Juhila, K. 2021. Koodaaminen. Teoksessa Jaana Vuori: Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen arkisto. Viitattu 8.5.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-vleiset-analyysitavat/koodaaminen/>

Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2017. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. 2.–4. p. Helsinki: SanomaPro. Viitattu 11.10.2023. <https://janet.finna.fi>, EllibsLibrary

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Suomen Yliopistopaino Oy. Jyväskylä.

Kayvanfar, V. & Zandieh, M. 2012. The economic lot scheduling problem with deteriorating items and shortage: an imperialist competitive algorithm. International Journal of advanced manufacturing technology, 62, 5-8, 759-773. Viitattu 5.10.2023. <https://janet.finna> /ProQuest Central

Keckman-Koivuniemi, H. 2021. Aineistotyyppit. Viitattu 3.4.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/aineistotyyppit/aineistotyyppit/>.

Kiviranta, K. 2020. Tuotannon kustannusparametrit ja valmistuserän optimointi. Pro gradu -tutkielma. Vaasan yliopisto, tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikkö. Viitattu 8.1.2024. <https://core.ac.uk/download/pdf/287058619.pdf>

Kliem, R. 2016. Managing Lean projects. Boca Raton, FL: CRC Press. Viitattu 27.11.2023. <https://janet.finna.fi>, / EBSCOhost.

Kumar, S. & Suresh, N. 2009. Operations management. New Delhi: New Age International Ltd. Viitattu 11.10.2023. <https://janet.finna.fi>, EbookCentral.

Laapio, J. 2023. Tuotantolinjan optimointi juomateollisuudessa. Opinnäytetyö, AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, logistiikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 27.4.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/817524/Laapio_Juha.pdf?sequence=2

Lean ajattelu edistää tuottavuutta. 2020. Artikkelin MSC:n www-sivuilla. Viitattu 2.3.2024. <https://mcs.fi/lean-ajattelu-edistaa-tuottavuutta/>.

Lean-sanasto. Lean thinking Oy:n verkkosivuilla julkaistu sanasto. Viitattu 27.1.2024. <https://leant-hinking.fi/sanasto/>

Lehtonen, J. 2004. Tuotantotalous. Helsinki: WSOY.

Liuksiala, K. 2021. Pullonkaulat ja parantaminen. Artikkelin Six Sigma:n www-sivuilla. Julkaistu 17.11.2021. Viitattu 27.1.2024. <https://sixsigma.fi/pullonkaulat-ja-parantaminen/>

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Edita. Viitattu 23.9.2023. <https://janet.finna> Ellibslibrary.

Modig, N. & Åhlström, P. 2012. This is lean: resolving the efficiency paradox. Stockholm: Rheologica Publishing.

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. 6.–7. uud. p. Helsinki: Edita Prima.

Näslund, D. 2008. Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods? Business process management journal, 14, 3, 269-287. Viitattu 17.11.2023. <https://janet.finna.fi/>, ProQuest Central.

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaa. 3. uud. p. Sanoma Pro.

Pellinen, J. 2019. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. 3. uud. p. Alma Talent. Viitattu 24.4.2024. <https://janet.finna.fi/> / AlmaTalent.

Pietiläinen, J. 2023. Valmistustuotteiden varstoanalyysi ja varstonhallinnan kehittäminen teollisuusyrityksessä. Diplomityö. Lappeenranta – Lahden teknillinen yliopisto LUT, tuotantotalous. Viitattu 7.11.2023. https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/166316/Diplomity%C3%B6_Pie-til%C3%A4inen_Juuso.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Plenert, G. 2007. Reinventing Lean introducing lean management into the supply chain. Burlington, Mass: Butterworth-Heinemann. Viitattu 16.11.2023. <https://janet.finna.fi/>, Ebook Central

Raju, U. 2022. A review of Economic Order Quantity modelling, their extensions and applicability. Journal of Physics: Conference series, 2332. Viitattu 14.10.2023. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2332/1/012019/pdf>

Rauhala, M. 2011. Osta oikein, ansaitse enemmän. Helsinki Talentum Media.

Sagner, J. 2010. Essentials of working capital management. Chichester: Wiley. Viitattu 6.11.2023. https://janet.finna.fi, Ebook Central.

Skhnot, N. 2017. The 8 Wastes of Lean. Julkaisu The Lean Way -blogissa. Julkaistu 5.8.2017. <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>. Viitattu 4.4.2024.

Tieteellinen tutkimus ja tutkimusstrategiat. N.d. Verkkojulkaisu Opinkirjo kehittämiskeskuksen www-sivuilla. Viitattu 5.2.2024. <https://opinkirjo.fi/tutkimuksen-perusteet/tutkimusprosessi/>.

Varastointikustannukset. N.d. Artikkelit Logistiikanmaailma.fi verkkosivulla. Viitattu 4.11.2023. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastointikustannukset/>.

Viitala, R. & Jylhä, E. 2013. Liiketoimintaosaaminen: menestyvän yritystoiminnan perusta. Helsinki: Edita. 6. uud. p. Viitattu 27.4.2024. <https://janet.finna.fi>, EllibsLibrary.

Viitala, R. & Jylhä, E. 2019. Johtaminen: keskeiset käsitteet, teoriat ja trendit. Helsinki: Edita. Viitattu 10.10.2023. <https://janet.finna.fi>, EllibsLibrary.

Vuosikertomus 2022 Olvi Oyj. 2023. Julkaisu Olvin verkkosivuilla. Viitattu 25.11.2023. <https://www.olvigroup.fi/app/uploads/sites/2/2023/03/Olvi-Oyj-Vuosikertomus-2022.pdf>

Vuosikertomus 2023 Olvi Oyj. 2024. Julkaistu Olvin verkkosivuilla. Viitattu 19.3.2024. <https://www.olvigroup.fi/app/uploads/sites/2/2024/02/Olvi-Oyj-Vuosikertomus-2023-2.pdf>

