

Opinnäytetyö (AMK)

Prosessi- ja materiaalitekniikka

2022

Jenni Lindström

Tuotantoprosessin optimointi

– Hes-Pro (Finland) Oy



Opinnäytetyö (AMK) | tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Prosessi- ja materiaalitekniikka

2022 | 30 sivua

Jenni Lindström

Tuotantoprosessin optimointi

- Hes-Pro (Finland) Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli optimoida erästä Hes-Pro (Finland) Oy:n tuotantoprosessia kastikevalmistuksessa. Tavoitteena oli automatisoida prosessia ja näin vähentää työntekijöiden fyysistä kuormitusta sekä syntyvää muovijätteen määrää.

Opinnäytetyön aihe valikoitui aiemman kokemuksen pohjalta koskien kyseistä tuotantoprosessia. Tämän vuoksi siirtyminen suoraan optimointiin oli mahdollista lähtötilanteen kokonaisuuden ollessa jo tuttua. Tuotantoprosessi pilkottiin osiin ja optimoitiin pala kerrallaan yhdessä yrityksen ohjaajan kanssa, sekä tehtiin yhteistyötä sidosryhmien kanssa prosessin eri vaiheissa.

Optimoinnin tuloksena raaka-aine saatiin tulemaan IBC-konteissa (Intermediate Bulk Container) ämpäreiden sijasta, suoritettiin onnistuneet täyttö- ja tyhjennysajot, suunniteltiin PI-kaavio pumpulle sekä muovijätettä vähennettiin huomattavasti.

Onnistunut optimointi mahdollistaa ajan säästön tuotannossa, jolloin se tukee työntekijöiden monipuolisia työtehtäviä. Tätä optimointia on mahdollista hyödyntää tulevaisuudessa myös muissa tuotantoprosesseissa.

Asiasanat:

optimointi, tuotantoprosessi, muovijäte, raaka-aine, CIP

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Chemical and Materials Engineering

2022 | 30 pages

Jenni Lindström

Optimization of sauce manufacturing process

The purpose of this thesis was to optimize the production process of Hes-Pro (Finland) Oy in sauce manufacturing. The aim was to automate the process and by doing so reduce the physical load on workers as well as the amount of plastic waste being produced as a by-product.

The subject of the thesis was selected based on previous experience of the production process in question. Due to the baseline experience, jumping directly into optimization was possible. The production process was divided into steps which were optimized one by one together with the company's supervisor while collaborating with stakeholders at different stages of the process.

As a result of the optimization, the raw material was delivered in an intermediate bulk container instead of buckets, successful filling and draining runs were performed, a PI diagram for the pump was designed and plastic waste was greatly reduced.

Successful optimization saves time in the production, which supports the diverse work tasks of employees. It will be possible to utilize this optimization in the future in other production processes.

Keywords:

optimization, production process, plastics waste, raw material, CIP

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Burger-In Oy	8
2.1 Hesburgerin historia	8
2.2 Tuotantolaitos Hes-Pro (Finland) Oy	8
3 Tuotantoprosessin optimointi ja CIP	10
3.1 Lean Six Sigma	10
3.2 CIP (clean-in-place)	11
4 Tuotantoprosessi ja lisättävät komponentit	13
4.1 Prosessin lähtökohta	13
4.2 IBC-kontit	14
4.2.1 TPS Autofill -järjestelmä	14
4.2.2 TPS Unifold 1000 IBC	14
4.2.3 TPS Unifold 1000 Sump Base	15
4.3 Alfa Laval SRU4 lohkoroottoripumppu	16
5 Optimointi käytännössä	18
5.1 Täyttöttestaukset	18
5.2 Tyhjennysajot	19
5.3 CIP	21
5.4 Muovijätteen vähentäminen	22
6 Työn tulokset	24
6.1 Tuotantoprosessi	24
6.2 Muovijäte	24
Muovijätteen määrä oli vähentynyt huomattavasti optimoinnin jälkeen verrattuna lähtötilanteeseen, jopa 1800 kg (taulukko 2).	25
7 Kehitysideat ja pohdinnat	26
8 Loppupäätelmät	28

Lähteet	29
----------------	-----------

Kaavat

Kaava 1. Lähtötilanne; muovijätteen määrä.	13
Kaava 2. Muovijätteen määrä optimoinnin jälkeen.	23
Kaava 3. Muovijätteen määrä; lähtötilanteen ja optimoinnin jälkeinen erotus.	23

Kuvat

Kuva 1. Hes-Pro:n tuotantolaitos ja keskusvarasto (Ilmatuote n.d.)	9
Kuva 2. AllerSnap-tulokset ja testausputki (NetFood n.d.)	12
Kuva 3. IBC-kontti (TPS Rental Systems n.d.)	15
Kuva 4. Sump Base (TPS Rental Systems n.d.)	16
Kuva 5. SRU-lohkoroottoripumppu.	17
Kuva 6. Tyhjennystesti yhtenäisellä pitkällä letkulla, lohkoroottoripumppu ja hopperi.	19
Kuva 7. Testityhjennys yhdistetyllä pitkällä letkulla.	20
Kuva 8. Metallinen täyttösilta.	21
Kuva 9. Pumpun PI-kaavio ja CIP.	22

Kuviot

Kuvio 1. Prosessin parantamisen vaiheet Lean Six Sigmalla (Karjalainen & Karjalainen 2020, 127)	11
---	----

Taulukot

Taulukko 1. Täyttöttestaus IBC-kontti ja Sump Base-kontti.	18
Taulukko 2. Muovijätteen määrän vertailu vuodessa.	25

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli optimoida erästä tuotantoprosessia elintarviketuotannossa sen työntekijöille aiheutuvan fyysisen kuormituksen ja syntyvän muovijätteen vähentämiseksi. Tämä aihe valikoitui, koska kyseinen tuotantoprosessi oli tullut tutuksi työskennellessä toimeksiantajayrityksessä. Näin ollen sen lähtökohdat ja kehitystarpeet olivat valmiiksi selvillä. Miksi tämä on sitten tärkeää? Nykypäivänä todella monet prosessit teollisuudessa ovat automatisoituja. Tämä kyseinen tuotantoprosessi on todella manuaalinen, joka aiheuttaa työntekijöille ylimääräistä rasitusta ja se ei ole myöskään ajallisesti tehokasta. Myös muovista yritetään koko ajan päästä enemmän eroon nyky-yhteiskunnassa sen ollessa suuri ympäristörasite. Kyseisen prosessin optimoinnilla muovijätteen määrää saatiin vähennettyä huomattavasti.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli lähteä kehittämään tuotantoprosessia automaattisemmaksi ja vähentää muovijätettä. Lähtötilanteesta huomattiin, että optimoinnin kokonaisuus oli hyvin laaja, joten sen pilkkominen osiin oli helpompi tapa lähestyä aihetta. Optimoinnin alussa ilmeni, että prosessi vaatii paljon optimointia ollakseen onnistunut kokonaisuus. Prosessikokonaisuuden yhden osan optimointi ei riitä haluttuun lopputulokseen, joten tuotantoprosessia oli optimoitava laajemmin ja optimointia jatkettava tämän opinnäytetyön jälkeenkin. Kehitysideoissa on ajatuksia siitä, miten kyseistä tuotantoprosessin optimointia voidaan jatkaa.

Opinnäytetyö tehtiin Hes-Pro (Finland) Oy:lle, joka on Hesburger-ketjun tuotantolaitos ja keskusvarasto. Opinnäytetyön alussa selvitetään, millainen konserni Burger-in Oy on kokonaisuudessaan sekä sen historiasta ja itse tuotantolaitoksesta. Teoriaosuudessa käydään läpi optimoinnin teoriaa Lean Six Sigman avulla sekä selvitetään mitä clean-in-place tarkoittaa. Seuraavassa osuudessa käsitellään hieman lähtötilannetta sekä optimoituun tuotantoprosessiin lisättäviä komponentteja. Osuudessa käydään myös läpi erilaisia menetelmiä, joita opinnäytetyössä käytetään. Teoriaosuudesta siirryttäessä eteenpäin on seuraavana käytännönsuuden vuoro, joka pitää

sisällään käytännön työn eri vaiheet. Käytännönsuudesta siirrytään seuraavaksi tuloksiin, joista päädytään kehitysideoihin ja pohdintoihin. Viimeisenä osana opinnäytetyössä on loppupäätelmät, jossa asiat yhdistetään tiiviiksi kokonaisuudeksi.

2 Burger-In Oy

Burger-In Oy on suomalainen perheyritys, joka omistaa Hesburger -liikemerkin (Hesburger 2021b). Se on vuonna 2006 perustettu osakeyhtiö. Yhtiön liikevaihto vuonna 2020 oli 18,7 miljoonaa euroa ja tilikauden tulos 524,5 tuhatta euroa. Koko konsernin liikevaihto vuonna 2020 oli 147,8 miljoonaa euroa. (Vainu 2020.) Ketju työllisti vuonna 2020 Suomessa noin 5 400 henkilöä ja ulkomaat mukaan laskettuna noin 8 000 työntekijää (Hesburger 2021b). Konsernin tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa Kaarinassa sekä Liettuassa Kaunasissa

2.1 Hesburgerin historia

Hesburger on perustettu vuonna 1966, jolloin Heikki Salmela perusti yhdessä vaimonsa Kirstin kanssa Kievarin grillin Naantaliin. 70-luvulla yrittäjäpariskunta siirtyi Turkuun, jossa erityisesti Puutorin Grilli oli suuressa suosiossa. Pikaruokakulttuuri rantautui Suomeen 80-luvulla, jolloin katukuvaan saatiin oikeita pikaruokaravintoloita. Tällöin on myös ensimmäinen Hesburger-ravintola avannut ovensa Turun keskustaan. (Hesburger 2021a.) Siellä aloitettiin kansainvälisten mallien mukaiset toimintatavat tuotteiden pakkaamisessa, raaka-aineiden mittaamisessa ja työvaiheiden kelloituksessa. Samalla valittiin myös ravintoloille yhtenäinen ulkoasu ja sovitettiin se konseptiin. Tämän jälkeen alettiin suunnitella nimeä ja logoa. Hesburger -nimi on yhdistelmä Hessusta, Hesestä ja hamburgerista. Yrityksen tunnuksiksi tuli yksinkertainen ja näyttävä H-kirjain. (Heikkilä 2009, 77–78.)

2.2 Tuotantolaitos Hes-Pro (Finland) Oy

Hes-Pro:n tuotantolaitoksella Kaarinassa valmistetaan omat kastikkeet, sekä pestään ja leikataan jäävuorisalaattia. Hes-Pro on perustettu vuonna 1992 ja sen toimitusjohtajana toimii Marko Salmela. Sen toimialana on elintarvikkeiden, juomien ja tupakan yleistukkukauppa. Tuotantolaitoksen yhteydessä toimii myös

Hesburgerin keskusvarasto. Hes-Pro (Finland) Oy toimittaa Suomen kaikkiin Hesburger-ravintoloihin kaiken mahdollisen markkinointimateriaaleista ja työvaatteista majoneeseihin ja kastikkeisiin lukuun ottamatta sämpylöitä. (Hesburger 2022.)



Kuva 1. Hes-Pro:n tuotantolaitos ja keskusvarasto (Ilmatuote n.d.)

Hes-Pro:lla lajitellaan ja kierrätetään kertyvä jäte niin muovi, metalli, lasi ja pahvi kuin kierrätyslavatkin. Myös laitteet ja koneet kierrätetään. Ravintoloissa käytetty paistoöljy palautuu Hes-Pro:lle, josta se toimitetaan jatkojalostukseen. Kerätyn paistoöljyn määrä kuukaudessa on noin 30 000 litraa. Myös Hesburgerin rekat kulkevat öljystä tuotetulla uusiutuvalla polttoaineella. (Hesburger 2022.)

3 Tuotantoprosessin optimointi ja CIP

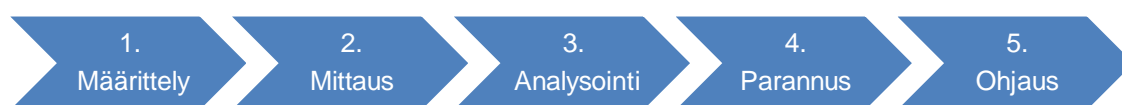
Tuotantoprosessin optimoinnilla pyritään kehittämään ja parantamaan prosesseja, jotta tuotteet valmistettaisiin mahdollisimman tehokkaasti ja tuotantokustannuksia vähentämällä ottaen huomioon kuluttajien tarpeet. Tuotantoprosessin optimointia lähdetään tarkastelemaan Lean Six Sigman avulla, koska se on käytössä Hes-Pro:lla. Elintarviketeollisuudessa hygienia on ensisijaisen tärkeää ja tämän vuoksi muutoksia suunnitellaan se edellä. Tuotantoprosessien hygieniaa pidetään yllä CIP-menetelmän avulla, joka on nimeltään tarkoitettu esimerkiksi elintarviketeollisuudelle. Puhdistusten jälkeen tehdään testaus AllerSnap-proteiinijäämätestin avulla puhtauden varmistamiseksi.

3.1 Lean Six Sigma

Lean Six Sigma tarkoittaa standardoitua laatuteknistä menetelmää, joka on tällä hetkellä nykyaikaisin. Sen avulla voidaan toteuttaa tehokkaasti jatkuvaa parantamista sekä uudistaa prosesseja. Sen tavoitteena on tuottaa asiakkaille lähes täydellisiä palveluita ja tuotteita. Lean Six Sigmalla parannetaan prosessin suorituskykyä systemaattisesti, jonka seurauksena hukun ja virheiden määrät pienenevät prosessissa ja sen ulostulossa. Näin ollen painopiste on suorituskyvyssä sekä sen parantamisessa. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 22, 48–50.)

Ensimmäisessä vaiheessa eli määrittelyssä tunnistetaan prosessissa ilmenevä ongelma, määritellään vaatimukset ja asetetaan tavoite. Mittausvaiheessa viimeistellään ongelma ja mitataan avainkohdat. Analysoinnissa luodaan syyseuraus-hypoteesi ja tunnistetaan keskeiset ydinsyyt sekä kelpuutetaan hypoteesi. Parannus lähtee aina liikkeelle ideasta, jonka jälkeen on testien ja kokeiden käyttöönotto sekä niiden avulla suoritettu priorisointi. Viimeisenä vaiheena parannuksessa on toteutus. Kausaliteettia eli syy-seuraussuhdetta ei ole mahdollista löytää ilman koetta. Suunnitteluvaiheessa (*Plan*) valitaan mitä

asioita muutetaan ja parannetaan sekä kuinka niiden vaikutusta voidaan mitata. Tässä vaiheessa suunnitellaan myös tieteellisesti soveltuva koe, kokeen suoritustapa ja tulosten mittaustapa. Seuraavaksi toteutetaan (*Do*) suunniteltu koe, jonka jälkeen tulokset analysoidaan ja priorisoidaan (*Study*). Viimeisenä vaiheena prosessin parantamisessa on ohjaus, joka luo standardimittaukset ylläpitämään suorituskykyä ja korjaa virheet. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 127,298.) Prosessin parantamisen vaiheet ilmenevät selkeästi vaiheittain prosessikaaviosta (kuvio 1).



Kuvio 1. Prosessin parantamisen vaiheet Lean Six Sigmalla (Karjalainen & Karjalainen 2020, 127)

3.2 CIP (clean-in-place)

Elintarviketeollisuudessa hygienia on ensisijaisen tärkeää, joten on oleellista, että tuotantoprosessi saadaan täysin puhtaaksi. Tässä tapauksessa CIP-puhdistus on paras mahdollinen vaihtoehto. Prosessin optimointia ei voida suorittaa, jos ei ole takuita siitä, että käytettävä tuotantoprosessi saadaan puhtaaksi optimoinnista syntyvien muutosten jälkeen.

CIP-puhdistus, jota kutsutaan myös clean-in-place-puhdistukseksi, on menetelmä putkien, laitteiden ja astioiden sisäpintojen puhdistamiseksi ilman purkamista. Tämän vuoksi CIP-menetelmää käytetään usein elintarvikkeiden, juomien ja lääkkeiden tuotantoprosesseissa, jotka ovat hygienian kannalta kriittisiä. Vedestä, kemikaaleista ja lämmöstä muodostuvia seoksia käytetään kyseisessä puhdistuksessa. Perusteellinen ja toistettava paikan päällä tapahtuva puhdistus tuotteen vaihdon yhteydessä tai tuotantokulun loppuessa on välttämätön tuotteen laadun ja kuluttajan turvallisuuden kannalta. (Burkert n.d; Sanimatic 2017.)



Kuva 2. AllerSnap-tulokset ja testausputki (NetFood n.d.)

CIP-puhdistuksen jälkeen tehdään puhtauden määrittäminen, koska hygienia on kriittinen osa elintarvikeprosessia. Puhtauden määrittäminen tehdään AllerSnap-näytteen avulla, joka on hyvin herkkä proteiinijäämätesti ja sitä käytetään aktiivisesti Hes-Pro:lla. Se reagoi kaikkiin proteiinipitoisiin epäpuhtauksiin ja se on erityisen hyvä käytettäessä allergeeneja, sillä se ei ole allergeenispesifinen. AllerSnapin testitulokset tulevat ollen lämpöblokkissa lämpötilassa 55 °C noin 15 minuuttia ollen luotettava (Netfood n.d.) Näyte otetaan pumpulipuikolla ja laitetaan AllerSnap-putkeen, johon päästetään putken yläosassa oleva neste putken pohjalle. Vihreä väri kertoo, että testattava pinta on puhdas ja harmaasta tumman violettiin kertoo, että testattavassa pinnassa on epäpuhtauksia ja pinta on pestävä uudelleen (kuva 2). Pinta on pestävä ja testattava niin monta kertaa, että tulos on puhdas. On hyvin tärkeää muutoksia tehtäessä tuotannossa, että tuotantoprosessin puhtaus varmistetaan, jotta asiakkaille menevät elintarvikkeet eivät olisi kontaminoituneita ja näin aiheuttaisi esimerkiksi ruokamyrkytystä. Tuotantoprosessin optimointia ei voida suorittaa, jos ei pystytä takaamaan, että hygienia on kunnossa.

4 Tuotantoprosessi ja lisättävät komponentit

Kastikevalmistuksessa oleva tuotantoprosessi valittiin sen pääraaka-aineen mukaan. Tähän prosessiin päädyttiin, koska työntekijöille aiheutuvaa fyysistä kuormitusta ja pakkausmateriaalista syntyvää muovijätettä haluttiin vähentää. Muovijätteet hajoavat luonnossa hyvin huonosti, joten ne aiheuttavat sinne joutuessaan vakavia ympäristöhaittoja. On siis ensisijaisen tärkeää, että muovijäte kierrätetään oikein. Lisäämällä tuotantoprosessiin komponentteja, kuten kontin ja pumpun, saadaan sitä optimoitua edellä mainittujen tavoitteiden mukaisesti.

4.1 Prosessin lähtökohta

Tuotantoprosesseilla oli Hes-Pro:lla automaatio-ohjelmat, joiden avulla tuotteet valmistettiin. Niissä oli myös vaiheita, joita työntekijöiden täytyy käsin itse tehdä. Tässä opinnäytetyössä käsiteltävässä tuotantoprosessissa manuaalista työtä oli hyvin paljon.

Tuotantoprosessin lähtökohdassa raaka-aine tuli muoviämpäreissä (16 kg / ämpäri), jotka piti käsin yksitellen manuaalisesti tyhjentää hopperiin (kuva 6) lastan avulla sen korkean viskositeetin vuoksi. Yhdeltä henkilöltä kesti noin 30 minuuttia tyhjentää ämpäreitä tarvittava määrä x . Syntyvän muovijätteen määrä tässä prosessissa oli alla olevan laskukaavan (kaava 1) mukaan noin 1913 kg vuodessa.

Kaavassa (1) lyhenne kg tarkoittaa yhden tyhjän muoviämpäriin massaa kilogrammoina, kpl raaka-aineen määrää ämpäreinä viikossa ja vko viikkojen määrää vuodessa. Laskukaavan lopputulos ilmaisee tyhjästä ämpäreistä syntyvää muovijätteen määrää vuodessa kilogrammoina.

$$1 \text{ kpl ämpäri (kg)} \cdot \text{raaka-aineen kulutus viikossa (kpl)} \cdot \text{vuosi (vko)} \\ = 0,541 \text{ kg} \cdot 68 \text{ kpl} \cdot 52 \text{ vko} = 1912,976 \text{ kg}$$

Kaava 1. Lähtötilanne; muovijätteen määrä.

4.2 IBC-kontit

Raaka-aine oli saatava tulemaan suuremmissa pakkauksissa, jotta sen liittäminen suunniteltuun tuotantoprosessin systeemiin olisi mahdollista optimointia suorittaessa. Toimeksiantajan ohjeistuksella vertailtiin erilaisia IBC-kontteja (Intermediate Bulk Container). Oikean IBC-kontin valinta oli tärkeää, jotta se oli sopivin mahdollinen käyttötarkoitukseen. TPS Rental Systems:in kontit olivat käyttötarkoituksiltaan ja tarvikkeiden puolesta sekä hinta-laatusuhteeltaan soveltuvimpia tähän projektiin. Konteissa oli mahdollista käyttää täytön apuna Autofill -järjestelmää ja pohjaventtiilinä toimi perhosventtiili. Täyttöventtiilinä käytössä oli S60 ja poistovenntiilissä SMS51-adapteri, jotta yhdistäminen olemassa oleviin letkuihin tai putkiin oli mahdollista. Edellä mainitut luvut ilmaisevat venttiilien halkaisijat millimetreinä.

4.2.1 TPS Autofill -järjestelmä

TPS Autofill -säkit on kehitetty nestemäisten tuotteiden kuljetukseen ja hygieeniseen varastointiin. Autofill on standardoidusti valmistettu polyeteenistä (PE). Tässä menetelmässä säkki täytetään sen ollessa ihan kontin seinämässä kiinni. On suositeltavaa, että pystysuoraa täyttöpidikettä käytettäisiin täytön aikana kokoon taittuvan vuorauksen takia. Autofill-säkki on kehitelty sitä varten, että yksi ihminen pystyisi käsittelemään kontin täyttöä ja tyhjennystä. Säkit täytetään automaattisesti, eikä se vaadi manuaalista käsittelyä tuotteen täyttämässä tai tyhjentämisessä. IBC-kontti sisältyy Autofill-järjestelmään. (TPS Rental Systems n.d.a.)

4.2.2 TPS Unifold 1000 IBC

TPS Rental Systems:ltä Unifold 1000 -niminen IBC-kontti (kuva 3), joka on suunniteltu nestemäisen tuotteen kuljetukseen ja varastointiin. Kyseinen kontti on kokoontaitettava, sisäpussillinen ja tilavuudeltaan 1000 L. Sisäpussissa on kolme kerrosta. Siinä on täyspitkä laskusivu eikä sen sisällä ole irtavia osia.

Kontin sisällön pystyy tyhjentämään sen pohjasta tai etuosasta. Sen kokoaminen on helppoa ja sisäpussin ansiosta sen puhtaanapito on myös helppoa. Elintarvike- ja kosmetiikkateollisuuden vaatimat hygieniastandardit täyttyvät tässä kokonaisuudessa. (TPS Rental Systems n.d.b.)



Kuva 3. IBC-kontti (TPS Rental Systems n.d.)

4.2.3 TPS Unifold 1000 Sump Base

TPS Unifold Sump Base 1000 IBC -kontti on 1000 litran kokoontaitettava kontti (kuva 4), jossa on viistopohja. Se on suunniteltu viskoosisten tuotteiden kuljetukseen ja varastointiin. Pohjan 165 asteen kaltevuuden ansiosta kontti on helpompi tyhjentää. Sisäpussin vuoksi kontin puhtaanapito on helppoa. Kontti ei

sisällä irtonaisia osia ja sen kokoaminen on helppoa. Elintarvike- ja kosmetiikkateollisuuden vaatimat hygieniastandardit täyttyvät tässä kokonaisuudessa. (TPS Rental Systems n.d.c.)



Kuva 4. Sump Base (TPS Rental Systems n.d.)

4.3 Alfa Laval SRU4 lohkoroottoripumppu

SRU-lohkoroottoripumppujen (kuva 5) käyttökohteena ovat elintarvike-, lääke-, meijeri-, panimo- ja kemianteollisuuden monipuoliset sovellukset. Nämä pumput kykenevät käsittelemään suuri- ja pieniviskoosia nesteitä. Pumppu on sovelias emulsioille, voiteille, geeleille ja ilmaa sisältäville seoksille pumppauksen hellävaraisuuden ja tuotteisiin kohdistuvien pienten leikkausvoimien ansiosta. Sitä pystytään käyttämään myös hellävaraista käsittelyä vaativille suspensoiduille soluille ja orgaanisia yhdisteitä sisältäville nesteille.



Kuva 5. SRU-lohkoroottoripumppu.

SRU-pumppu sopii CIP-puhdistukseen (clean-in-place), ja se on Yhdysvaltain 3-A Sanitary standardin mukainen. Tämän lisäksi pumput ovat EHEDG:n (European Hygienic Equipment Design Groupin) sertifioimia ja heidän määrätyksiensä mukaan kokonaan CIP-puhdistettavia. SRU-pumput ovat tehokkaita ja pienikokoisia ja niiden virtausteho voi olla jopa $106 \text{ m}^3/\text{h}$ ja paine 20 baaria. Niiden parannellun muotoilunsa ansiosta, käyttösovellukset ovat joustavampia ja niiden huoltaminen on edullista.

5 Optimointi käytännössä

Ensimmäisenä tehtävänä käytännön työn osuutta aloittaessa, oli vertailla erilaisia potentiaalisia IBC-kontteja. Muutamaan yritykseen oltiin yhteydessä kiinnostavista konteista, joista pyydettiin samalla myös hinta-arvioita. Hinta-laatu-suhteeltaan parhaat vaihtoehdot tulivat TPS Rental Systems:ltä. Olennaisina kriteereinä kontin valinnassa oli sen hinta, soveltuvuus elintarvikekäyttöön, kokoontaitettavuus, sisäpussi sekä tilavuudeltaan 1000 litraa. Kokoontaitettavilla konteilla olisi mahdollista säästää kuljetuskustannuksissa, koska konttia kuljettaessa tyhjänä sen saisi laitettua kasaan ja useamman kontin päällekkäin. Sisäpussia käytettäessä kontteja ei tarvitse pestä lainkaan vaan sisäpussi kierrätettäisiin.

5.1 Täyttöttestaukset

Täyttöttestaukset tehtiin kaksi kertaa ja niissä käytettiin kahta eri konttia. Taulukon (1) avulla nähdään täytössä käytettävät parametrit eri konteilla. Ensimmäisellä kerralla täyttöttestaus tehtiin IBC-kontin kanssa ja toisella kerralla kokeiltiin Sump Base-konttia vaihtoehtoisella pussilla ja menetelmällä ajatuksena onnistuneempi täyttöttestaus. Pussin valinta tehtiin sen mukaan, mistä kohtaa konttia haluttiin täyttää.

Taulukko 1. Täyttöttestaus IBC-kontti ja Sump Base-kontti.

	IBC-kontti	Sump Base
Täyttö	Autofill-menetelmä	Kontin keskellä täyttösillan avulla
Pussi	Autofill	Pillow
Määrä (kg)	500	792

Autofill-menetelmässä täyttönopeus pidettiin hitaana, mutta pussi ei tästä huolimatta levittänyt kunnolla kontin pohjalle. Ongelmaksi muodostui muoviseen

täyttöventtiiliin kohdistuva kova raskaus sen ollessa metallisessa täyttösillassa kiinni. Pussissa oleva jännite johtui siinä olevista taitteista.

Sump Base-kontin täyttöttestaus tehtiin onnistuneesti. Ainoana pieneä ongelmana oli, että pohjaläpiviennin koko oli 3”, vaikka sen piti olla 2”. Tämä ongelma korjattiin laittamalla metallinen supistuslevy kontin sisäpuolen alaosaan, jossa pohjaläpivienti saatiin haluttuun kokoon.

5.2 Tyhjennysajot

Tyhjennystestauksia varten vanha lohkoroottori pestiin ja otettiin AllerSnap -näytteet pumpun puhtauden varmistamiseksi. Tyhjennystestiä varten muokattiin letkuja pumppuun sopiviksi. Lyhyemmällä letkulla yhdistettiin 1000 L IBC-kontti ja pumppu. Pidempi letku liitettiin pumpun ulostuloon ja letkun toinen pää asetettiin hopperin suulle (kuva 6). Tällä systeemillä raaka-aine saatiin pidempään letkuun asti, mutta ei letkusta lainkaan ulos.



Kuva 6. Tyhjennystesti yhtenäisellä pitkällä letkulla, lohkoroottoripumppu ja hopperi.

Seuraavassa testauksessa pidempi letku vaihdettiin useampaan pienempään letkuun (kuva 7), jotka yhdistettiin toisiinsa sitä mukaan, kun raaka-ainetta saatiin letkusta ulos. Raaka-ainetta saatiin hopperiin vain 14 kg noin puolessa tunnissa. Raaka-aine tuli letkusta ulos sykäyksittäin, joten systeemiin oli luultavasti päässyt ilmaa. Ilmauksista huolimatta, raaka-ainetta ei saatu tulemaan tasaisesti. Testi keskeytettiin, koska raaka-aineen tulo oli niin hidasta.



Kuva 7. Testityhjennys yhdistetyllä pitkällä letkulla.

Testien aikana huomattiin, että kontin pohjaventtiilin vipu oli löysällä. Pohjaventtiilin mekanismi oli luultavasti rikkoutunut esimerkiksi iskun seurauksena. Tämän vuoksi systeemiin pääsi ilmaa, joten pumppu ei saanut täydellä tehollaan pumpattua raaka-ainetta hopperiin ja saanto jäi vähäiseksi.

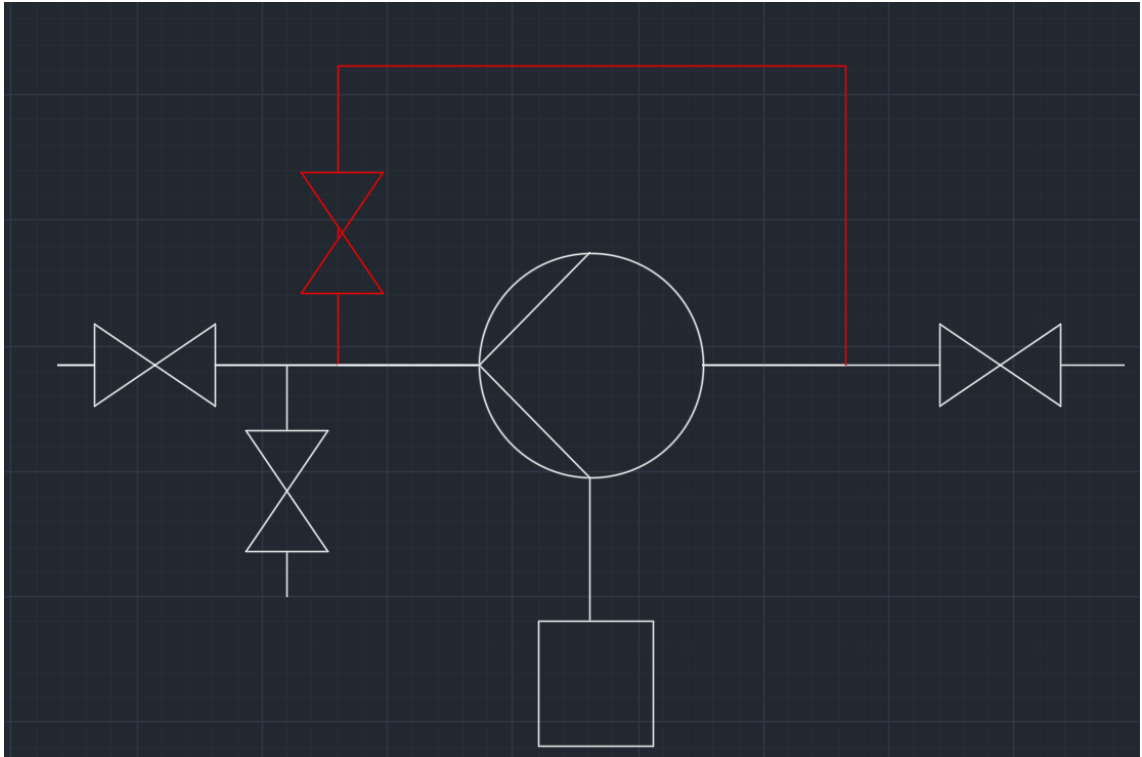


Kuva 8. Metallinen täyttösilta.

Sump Base-kontin tyhjennystestauksessa saatiin heti hyvä imu päälle ja raaka-ainetta ulos letkusta. Systeemillä saatiin raaka-aine nousemaan yli kahden metrin korkeuteen ja vaadittava x määrä saatiin hopperiin kahdessa minuutissa (kuva 7). Kontin tyhjennyksen jälkeen raaka-ainetta jäi noin 70 kg kontin pohjalle ja letkuihin, jota ei saatu enää pumpattua. Letkua irrottaessa kontista, huomasimme, että pumppu oli imenyt sisäpussia pohjaventtiilin sisään. Tätä yritettiin välttää ripustamalla pussi metalliseen täyttösiltaan (kuva 8) ja nostamalla pussia ohjaten raaka-ainetta pohjaventtiiliä kohti tyhjennyksen loppuvaiheessa.

5.3 CIP

Pumpun pesu toteutettiin CIP-menetelmän avulla, jolle suunniteltiin myös PI-kaavio (kuva 9). Punaisella oleva systeemi PI-kaaviossa on ainoastaan käytössä pesun aikana. Kovan virtausnopeuden vuoksi, pesuedellä on oltava niin sanottu sivureitti, johon se kulkeutuu varsinaisen reitin ollessa täynnä. Pumpusta alaspäin lähtee pumpun moottorin taajuusmuunnin, josta siirtonopeutta on mahdollista säätää (kuva 9). Systeemissä on oltava myös ilmausventtiili, jotta ilmaus on mahdollista ilman systeemin purkamista. Ilmausventtiili on pumpusta mentäessä vasemmalle alaspäin merkattu venttiili (kuva 9). Pumppu liitettiin pesulinjaan kiinni ja pesuohjelma suoritti puhdistuksen. Elintarviketuotannossa puhtaus on ensisijaisen tärkeää, joten pumpun kokonaisvaltaisen pesun on oltava luotettava. Pesun jälkeen otettiin AllerSnap-näytteet puhtauden varmistamiseksi.



Kuva 9. Pumpun PI-kaavio ja CIP.

5.4 Muovijätteen vähentäminen

Lähtötilanteen muovijätteen määrä laskettiin punnitsemalla tyhjä ämpäri kannen ja sulkijan kanssa. Lähtötilanteessa muovijätettä syntyi noin 1913 kg vuodessa (kaava 1). Kontin muovisen sisäpussin vuoksi, optimoidulla systeemillä muovijätettä syntyisi noin 113 kg vuodessa alla olevan laskun mukaisesti (kaava 2).

Kaavassa (2) ilmeni muovijätteen määrä tuotantoprosessin optimoinnin jälkeen. m (raaka-aine vuodessa, kg) tarkoitti käytettyä raaka-aineen määrää kilogrammoina vuodessa, V (pussi, L) pussin tilavuutta litroina ja m_2 (pussi, kg) pussin massaa kilogrammoina. Tulos oli syntyneen muovijätteen määrä vuodessa kilogrammoina.

$$\begin{aligned}
 & m(\text{raaka - aine vuodessa, kg}) \div V(\text{pussi, L}) \cdot m_2(\text{pussi, kg}) \\
 & = 56\,576 \text{ kg} \div 1000 \text{ L} \cdot 2 \text{ kg} = 113,152 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kaava 2. Muovijätteen määrä optimoinnin jälkeen.

Kaavassa (3) ilmenevässä laskussa m (lähtötilanne, kg) tarkoittaa syntynyttä muovijätteen massaa lähtötilanteessa kilogrammoina vuodessa ja m_2 (optimoinnin jälkeen, kg) optimoinnin jälkeen syntynyttä muovijätteen massaa kilogrammoina vuodessa.

$$\begin{aligned} m(\text{lähtötilanne, kg}) - m_2(\text{optimoinnin jälkeen, kg}) \\ = 1912,976 \text{ kg} - 113,152 \text{ kg} = 1799,824 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kaava 3. Muovijätteen määrä; lähtötilanteen ja optimoinnin jälkeinen erotus.

Muovijäte väheni lähtötilanteesta optimoituun systeemiin noin 1800 kg vuodessa (kaava 3).

6 Työn tulokset

Työn tuloksena saatiin optimoitua tuotantoprosessia niin, että automatisoinnin avulla työntekijöiden fyysistä kuormitusta saatiin vähennettyä. Optimoinnin yhteydessä pumpulle suunniteltiin PI-kaavio, sekä tuotantoprosessista syntyvän muovijätteen määrä väheni huomattavasti.

6.1 Tuotantoprosessi

Tuotantoprosessin optimoinnin tuloksena päädyttiin 1000 L kokoontaitettavaan viistopohjaiseen elintarvikekelpoiseen IBC-konttiin. Optimoituun systeemiin liitettiin pumppu ja letkut, sekä raaka-ainetta saatiin onnistuneesti kontista systeemin kautta vaa'an päällä olevaan hopperiin. Kontin täyttöttestauksessa raaka-ainetta onnistuttiin saamaan haluttu määrä (500 kg) kontissa olevaan sisäpussiin ja toisella täyttökerralla 792 kg. Viimeisessä tyhjennysajossa saatiin sisäpussi lähes tyhjäksi onnistuneen ajon ansiosta. Yhden onnistuneen satsin pumppaamiseen meni 2 minuuttia.

Pumppu onnistuttiin yhdistämään väliaikaisella ratkaisulla olemassa olevaan pesulinjaan ja käyttämään CIP-menetelmää pumpun ja letkujen puhdistamiseen. Pumpulle suunniteltiin lopullinen systeemi PI-kaavion muodossa, jossa ilmeni myös pesureitti CIP-pesulle.

6.2 Muovijäte

Syntyvän muovijätteen määrä laskettiin työn alussa sekä lopussa ja näiden tulosten avulla vertailtiin muovijätteen määrän vähenemistä (taulukko 2). Lähtötilanteesta vähennettiin lopputilanne, jolloin tulokseksi saatiin vähenevän muovijätteen määrä vuodessa kilogrammoina.

Taulukko 2. Muovijätteen määrän vertailu vuodessa.

Muovijäte alussa vuodessa (kg)	1912,976
Muovijäte lopussa vuodessa (kg)	113,152
Muovijätteen väheneminen vuodessa (kg)	1799,824

Muovijätteen määrä oli vähentynyt huomattavasti optimoinnin jälkeen verrattuna lähtötilanteeseen, jopa 1800 kg (taulukko 2).

7 Kehitysideat ja pohdinnat

Vaikka opinnäytetyössä päätavoitteet täyttyivätkin, on siinä käsiteltävässä tuotantoprosessissa vielä optimoitavaa. Pumpusta hopperiin menevälle letkulle tulisi kehittää pysyvämpi ratkaisu. Mahdollisesti pystyttäisiin hyödyntämään putkistoja, jotka ovat liitännäisenä hopperiin. Tällöin myös CIP-pesu onnistuisi valmiina paikallaan olevien putkistojen avulla. Myös yksinkertaisen putkiston suunnittelu hopperin lähelle olisi mahdollinen. Tällöin se olisi kiinteänä koko ajan paikallaan eikä sitä tarvitsisi siirtää tai purkaa. Tällöin myös CIP-menetelmällä saataisiin putkistot puhdistettua.

Putkiston suunnittelu olisi mahdollista tehdä niin, että hopperin lähelle tulisi korkea pystyputki, josta mahdollisesti menisi lyhyempi putki hopperin yläpuolelle tyhjennyksen ajaksi. Tämän jälkeen sen pystyisi liittämään hopperin yläpuolella olevaan putkistoon ja näin CIP-pesu onnistuisi. Hopperin yläpuolella olevassa putkessa tulisi olla venttiili, jotta putkesta ei valuisi raaka-ainetta ulos, silloin kun se ei ole käytössä. Putken pää tulisi myös sulkea hygieniasyistä aina kun se ei olisi käytössä. Lähelle lattiaa tulisi vaakatasossa oleva putki, joka liitettäisiin pystyputkeen. Toiseen päähän voisi laittaa lyhyen letkun, jonka toinen pää yhdistettäisiin pumppuun ja näin antaisi liikutettavalle pumpulle hieman asetteluvaraa paikalleen.

Tyhjennysvaiheessa täyttösillan käyttäminen ei estänyt pussia imeytymästä pohjaventtiilin sisälle, jonka mankeli mahdollisesti pystyisi estämään. Mankeli sijoitetaan kontin päälle kiinnittämällä se kontin reunoihin. Mankelin vipua pyöritetään sitä mukaan, kun raaka-aine pussissa vähenee. Tämä olisi luultavasti tyhjennyksen loppuvaiheessa suureksi hyödyksi. Pussin imeytymisen pohjaventtiiliin pystyisi myös mahdollisesti estämään pienentämällä pumpun tehoa tyhjennyksen loppuvaiheessa.

Myös pumpun tulisi olla liikutettavan telineen päällä, jotta sen siirtäminen tarvittaessa paikasta toiseen olisi helppoa ja vaivatonta. Näin pumpun saisi helposti myös varastoitua käytön jälkeen. Tuotteiden vaihdon yhteydessä pumppu saattaa odottaa tuotannossa seuraavaa käyttöä muutaman päivän

ajan. Pumppu pitäisi sijoittaa tuotantoon niin, että se ei ole tiellä tuotannon ollessa käynnissä. Lähellä hopperia seinän vieressä olisi mahdollisesti pumpulle paikka. Pumpussa olevat letkujen liitoskohdat tulisi olla suljettuna hygieniasyistä aina kun pumppu ei olisi käytössä.

Osa kehitysideoista toteutettiin tämän opinnäytetyön käytännön osuuden päätyttyä ja osa kehitysideoista on edelleen työn alla sekä harkinnassa.

8 Loppupäätelmät

Työn tulokset olivat onnistuneet, koska tavoitteet saavutettiin. Prosessin kokonaisuuteen paneuduttiin osa kerrallaan. Huomattiin, että prosessia voidaan optimoida useastakin kohtaa ja se onnistuu helpoiten pilkkomalla prosessia osiin. Tässä työssä paneuduttiin prosessin raaka-aineen pakkaustapaan ja sen saamiseen onnistuneesti ulos pakkauksestaan.

Kappaleessa 7 mainittujen kehitysideoiden pohjalta pystytään optimoimaan tuotantoprosessia kehittämään entisestään automatisoimalla sitä. Näin tuotantoprosessin työvaiheet helpottuvat ja nopeutuvat, sekä ovat kustannustehokkaampia. Tuotantoprosessia optimoimalla entisestään ja automatisoimalla sitä, kehitty samalla prosessin CIP-menetelmä. Rakentamalla tuotantoprosessiin putkistoja, voidaan ne liittää myös CIP-järjestelmään, jolloin systeemiä ei tarvitse purkaa tai siirtää pesujen ajaksi toisaalle. Tätä tuotantoprosessin optimointia voidaan käyttää myös muiden vastaavanlaisten raaka-aineiden kanssa.

Tuotantoprosesseja pystytään optimoimaan jatkuvasti ja se on myös välttämätöntä yrityksen kehittyessä ja tuotteiden kysynnän muuttuessa. On ensisijaisen tärkeää, että kuluttajien toiveisiin vastataan ja pystytään tarjoamaan heille luvattuja tuotteita.

Lähteet

Alfa Laval n.d. Todistettu suorituskyky ja luotettavuus – SRU

Lohkoroottoripumppu. Viitattu 2.4.2022.

<https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/products/fluid-handling/pumps/rotary-lobe-pumps/sru/alfa-laval-sru-lohkoroottoripumppu---tuote-esite.pdfn>

Burkert n.d. Asiakaspalvelu ja varaosat. Sanasto. Mitä Clean in Place (CIP)

tarkoittaa? Viitattu 28.3.2022. <https://www.burkert.fi/fi/Asiakaspalvelu-ja-varaosat/Tuki/Sanasto/Mitae-Clean-in-Place-CIP-tarkoittaa>

Heikkilä, M. 2009. Kansan kerrokset – Hesburger-Salmeloiden taival kaikilla mausteilla. Helsinki: Kirjapaja.

Hesburger 2021a. Hesburger yrityksenä. Liiketoiminta. Mistä kaikki alkoi?

Viitattu 19.11.2021. <https://www.hesburger.fi/hesburger-yrityksena/liiketoiminta/mista-kaikki-alkoi->

Hesburger 2021b. Hesburger yrityksenä. Liiketoiminta. Organisaatio ja

tunnusluvut. Viitattu 2.11.2021. <https://www.hesburger.fi/hesburger-yrityksena/liiketoiminta/organisaatio-ja-tunnusluvut>

Hesburger 2022. Vastuullisuus. Ympäristö. Ympäristöajattelua Hes-Prolla.

Viitattu 28.3.2022.

<https://www.hesburger.fi/vastuullisuus/ymparisto/ymparistoajattelua-hes-prolla>

Karjalainen, E. & Karjalainen, T. 2020. Lean Six Sigma 2.0 ja laatuteknologia.

Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy.

Netfood n.d. AllerSnap – edullinen, tehokas ja reagoi herkästi. Viitattu 1.4.2022.

<https://www.netfood.fi/product-detail/allersnap/>

Sanimatic 2017. What is CIP Cleaning? Viitattu 28.3.2022.

<https://sanimatic.com/cip-cleaning/>

TPS Rental Systems n.d.a. TPS Autofill -järjestelmä. Viitattu 26.1.2022.

<https://tpsrentalsystems.fi/category/tps-autofill-jarjestelma/12/>

TPS Rental Systems n.d.b. TPS Unifold 1000 IBC. Viitattu 26.1.2022.

https://www.tpsrentalsystems.com/uploads/pdfs/FI_Web_Unifold_1000.pdf

TPS Rental Systems n.d.c. TPS Unifold 1000 Sump Base. Viitattu 26.1.2022.
https://www.tpsrentalsystems.com/uploads/pdfs/FI_Web_1000_Sump.pdf

Vainu 2020. Burger-In Oy. Viitattu 2.11.2021. <https://vainu.io/company/burger-in-oy-taloustiedot-ja-liikevaihto/134824/yritystiedot>