

Niko Tervonen

KUIVASUURSÄKITYSKONEEN KAPASITEETIN KASVATUS

Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutus
Huhtikuu 2022



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Huhtikuu 2022	Tekijä/tekijät Niko Tervonen
Koulutus Insinööri, tuotantotalous		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi KUIVASUURSÄKITYSKONEEN KAPASITEETIN KASVATUS		
Työn ohjaaja Jari Kaarela & Sakari Pieskä	Sivumäärä 25 + 10	
Työelämäohjaaja Satu Peltoniemi, Global Process Improvement Manager		
<p>Opinnäytetyössä tarkoituksena oli kasvattaa tilaajayrityksen kuivasuursäkituskoneen kapasiteettia. Kapasiteetin kasvatus ei koske koneen kaikkia reseptejä. Resepteistä valittiin tärkeimmät, volyymeiltään suuret tuotteet joille kapasiteettia halutaan kasvattaa. Työssä kerrotaan perusteita Leanista ja hienojauhatusuotteesta.</p> <p>Projektin alussa kerättiin tietoa kuivasuursäkituskoneen nykyisten asetusten säkitysajoista. Samaan aikaan tehtiin suunnitelma, miten koneen asetuksia muokataan. Suunnitelman tekemisen ja tiedon keräämisen jälkeen koneella käynnistettiin testit, joiden aikana puolet vuorokaudesta tehtiin vanhoilla asetuksilla ja puolet vuorokaudesta uusilla asetuksilla. Tällä tavalla saatiin tietoa molemmista asetuksista ja varmistettiin tuotteen laadun olevan samaa molemmilla asetuksilla. Testien valmistumisen jälkeen tuloksia analysoitiin ja tehtiin yhteenveto koko prosessin tuloksista ja onnistumisesta.</p>		
Asiasanat Hienojauhettutuote, Kapasiteetti, Suursäkituskone, Syöttöruuvi, Tärytysaika.		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date April 2022	Author Niko Tervonen
Degree programme Engineer, industrial engineering		
Name of thesis INCREASING THE CAPACITY OF A DRY BIG BAGGING MACHINE		
Instructor Jari Kaarela & Sakari Pieskä		Pages 25 + 10
Supervisor Satu Peltoniemi, Global Process Improvement Manager		
<p>The purpose of the thesis was to increase the capacity of a dry big bagging machine of the subscriber company. Increasing the capacity did not include all recipes of the machine but only the main products which capacity wished to be increased were selected. The thesis also describes the basics of Lean and the fine-ground product.</p> <p>In the beginning of the project, information about the filling times of the current settings of the dry big bagging machine was collected. At the same time, a plan was made for how to modify the machine's settings. After the plan was made and data was collected, the test was started on the machine. The plan was to perform the first half of the day with the old settings and the other half with the new settings. In this way, it was confirmed that with both settings the quality of the product was the same. After completing the test, the results were analyzed, and a conclusion of the results was drawn.</p>		

Key words

Big bagging machine, Capacity, Feed screw, Fine-ground product, Vibration time.

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

BULKKITUOTE

Bulkkituote tarkoittaa irtonaisia lastimassoja, kuten öljy, vilja, mineraalit.

LEAN

Lean on johtamisfilosofia, jonka tarkoituksena on poistaa turhia hukkia ja kasvattaa arvoa tuottavaa työtä.

MODIFIOINTI

Modifiointi tarkoittaa jonkun asian muokkaamista tai muuttamista.

SUURSÄKITYSKONE

Kone, jolla säkitetään erilaisia pulvereita ja hienojauhettujatuotteita.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
1.1 Tilaaajayritys	1
1.2 Tehtaan nykytilanne	2
2 LEANIN PERUSTEET	3
2.1 Leanin historiaa	4
2.2 Lean-työkalut	5
3 HIENOJAUHATUSMATERIAALIN PAKKAUS JA KULJETUS	6
3.1 Materiaalin pakkaus	9
3.2 Materiaalin kuljetus	9
3.3 Kuivasuursäkityskone	10
3.3.1 Lavaaja	12
3.3.2 Täyttökone	12
3.3.3 Puristin/ suljenta	12
4 NYKYTILAN KUVAUS JA KAPASITEETIN KASVATUSSUUNNITELMA	14
4.1 Koneen lähtökohdat	14
4.1.1 Koneen ongelmakohdat	15
4.1.2 Koneen asetukset	15
4.2 Resepti 1	16
4.3 Resepti 2	17
4.4 Resepti 3	17
4.5 Resepti 4	18
4.6 Resepti 5	18
5 KOKEIDEN SUORITUS	19
5.1 Tulokset	19
5.2 Tulosten analysointi	20
6 YHTEENVETO	23
LÄHTEET	25
LIITTEET	
KUVAT	
KUVA 1. Mitä lean on	3
KUVA 2. Ulkoisen voiman vaikutus materiaaliin	6
KUVA 3. Rumpfin malli	7
KUVA 4. Jauhatusten ero	8
KUVA 5. Automaattinen suursäkityskone	11
KUVA 6. Puoliautomaattinen suursäkityskone	11
KUVA 7. Puristin	12

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käydään läpi kuivasuursäkituskoneen kapasiteetin kasvatusta. Alkuun kerrotaan lyhyesti Lean perusteita ja perusidea. Työssä kerrotaan myös, mitä on hienojauhettutuote ja miten sitä voidaan pakata ja kuljettaa. Työssä kerrotaan myös esimerkki kuivasuursäkituskoneita, joilla hienojauhettutuotetta voidaan säkittää. Tärkeimpinä lähteinä on hyödynnetty yhden säkituskoneenvalmistajan sivuja ja hienojauhatus tuotteiden kanssa työskentelevien yrityksiä sivuja.

Työssä tarkoituksena oli kasvattaa tilaajayrityksen kuivasuursäkituskoneen kapasiteettia. Työssä halutaan nostaa kapasiteettia kuivasuursäkituskoneen asetuksia muokkaamalla. Tulosten toivotaan olevan positiivisia ja antavan tietoa kuivasuursäkituskoneesta enemmän. Kapasiteetin kasvattamista varten laadittiin suunnitelma, miten säkituskoneen nykyisistä asetuksista kerätään lähtötietoja. Tiedon keräämisen ohessa suunniteltiin, miten säkituskoneen asetuksia voitaisiin muokata, jotta nykyiset säkitusajat koneella lyhenisivät. Suunnittelun ja tiedon keräämisen jälkeen säkituskoneella toteutettiin uusilla asetuksilla kahden kuukauden testijakso. Testijakson aikana valvottiin tarkasti tuloksia. Testien jälkeen tuloksia verrataan alkuperäisillä asetuksilla saatuun tietoon. Tuloksia analysoitiin ja työssä kerrotaan, miten saatua tietoa voidaan hyödyntää tulevaisuudessa. Lopussa on yhteenvetona tiivistetty koko prosessi, miten siinä onnistuttiin ja mitä hyötyjä ja haittoja nousi esille.

1.1 Tilaajayritys

Tilaajayritys on kemian- ja kaivosalan yritys, joka tuottaa erilaisia tuotteita kemikaaleista ja mineraaleista. Yrityksellä on pitkä menestyksekkäs historia. Yritys on perustettu 1844. Yrityksen perustivat Daniel Harrison, Smith Harrison ja Joseph Crosfield. Aluksi heidän yrityksensä kauppasi teetä ja kahvia, mutta pian perustamisen jälkeen yrityksestä tuli kansainvälinen kauppayhtiö, joka valmisti teetä, kahvia, puutavaraa, palmuöljyä ja kumia. Vuonna 1947 yritys alkoi tehdä yhteistyötä Iso-Britannialaisen Durham Chemicals -yrityksen kanssa ja he alkoivat valmistaa ja myydä kemikaaleja Kanadassa. 1967 Harrisonit ja Crosfield ottivat enimmäistömmistuosuuden Durham Chemicalsista. 1970-luvulla yritys alkoi ostamaan keskeisiä kromi- ja erikoisyrityksiä. Vuonna 1998 Yritys hankki itselleen Rheoxin, joka valmisti erikoislisäaineita. Tämä hankinta vahvisti yrityksen asemaa globaalina erikoiskemikaalien yrityksenä. Samalla yritys päätti poistua ydinaloiltaan, joita oli elintarvike, puutavara, maatalous ja

rakennustarvike. 2000-luvulla yritys alkoi hankkimaan itselleen muita yrityksiä kasvattaakseen asemansa maailmalla. Vuonn 2002 yritys hankki OxyChemin, joka tuotti kromia. Tällä hankinnalla yrityksestä tuli Yhdysvaltojen johtava kromin tuottaja. Vuonna 2004 he ostivat Sasol Servo B.V:n. Yritys päätti myydä osan toiminnoistaan pois ja vuonna 2005 he myivät erikoiskumiliiketoiminnan ja globaalin pigmenttiliiketoiminnan he myivät vuonna 2007. Yritys päätti vuonna 2008 laajentaa toimintaansa Aasiaan ja ostivat Deuchemin omistukseensa. Vuonna 2009 yritys halusi lisätä luonnollisten ja biotoiminnallisten ainesosien salkkuaan henkilökohtaisten hygienian markkinoilla ja he ostivat Fancorin. Vuonna 2012 yhtiö hankkii Watercyl Quimica Ltda ja laajentaa täten toimintaansa Latinalaiseen Amerikkaan. Vuonna 2013 yhtiö päättää ostaa Hi-Marin, joka oli johtava vaahdonestoaineiden toimittaja pinnoitteiden, rakennus- ja öljykenttien porausteollisuudelle. Henkilökohtaisen hygienian liiketoiminnan laajuus kasvoi merkittävästi vuonna 2017, kun yritys hankki SRLH Holding Inc:n. Tämä hankinta teki yrityksestä johtavan antiperspiranttien lisäaineiden ja muiden toiminnallisten ainesosien suhteen. 2018 Yritys teki historiansa isoimman yrityskaupan hankkimalla Mondo Minerals B.V:n. Tällä kaupalla yhtiö laajensi salkkuaan korkealaatuisilla ja tehokkailla lisäainemateriaaleilla, joita käytetään pinnoitteissa, muoveissa, biotieteissä ja paperissa. Samana vuonna yritys myi pinta-aktiivista liiketoimintaa. (Elementis Minerals)

Yritys on kansainvälinen yritys, jolla on toimipisteitä ja tehtaita ympäri maailmaa. Suomessa yrityksellä on kaksi tehdasta. Suomen tehtaat ovat perustettu 1967. Ennen nykyiseen omistukseen siirtymistä on Suomen tehtailla ollut muutama eri omistava yritys. Yritys on kehittänyt jatkuvasti toimintaansa. Tavoitteena yrityksellä on kehittää jatkuvasti erilaisia tuotteita eri kemikaaleista ja muista mineraaleista.

1.2 Tehtaan nykytilanne

Nykytilanne tehtaalla on hyvä. Tehtaalla pystytään tuottamaan suunniteltu tuotanto hyvin. Säkityslinjaston kapasiteettiin on tärkeä saada kasvua, johtuen jatkuvasta kasvusta tuotannossa. Tuotannon kasvu tehtaalla on ollut merkittävää ja tulevaisuudessa on odotettavissa kasvun jatkuvan. Tehtaan tuotantoketjun tilanne on kokonaisuudessaan hyvä ja se mahdollistaa jatkuvan kasvun tuotannossa. Koneiden kapasiteetteja kasvatetaan jatkuvasti, jotta saadaan tuotettua suunniteltu tuotanto kokonaan. Tuotannon kehitys varsinkin pakkauslinjoilla on suurta ja kaikki kehitystoimet kapasiteetin kasvattamiseksi ovat tärkeitä.

2 LEANIN PERUSTEET

Lean on johtamisfilosofia, jonka on kehitelty Japanissa toisen maailmansodan jälkeen. Leanin tarkoituksena on jatkuvasti parantaa yrityksen tai asiakkaan kokemaa arvoa. Leanin ideana on tehdä asioita oikein. Leanin tarkoituksena on poistaa prosessista kaikki turha ja yrittää kasvattaa arvoa tuottavia työvaiheita. Lean ei kuitenkaan ole pelkästään johtamisfilosofia, vaan myös ajattelutapa. Leania käytetään asioiden järjeistämiseen ja sen takia leania voidaan siis soveltaa melkein kaikkeen mitä teemme.

Vaikka lean olisi käsitteenä helppo ei se sitä käytännössä ole. Lean pakottaa ihmiset muuttamaan ja muuttamaan toimintamallejaan. Se pakottaa ihmiset pois omilta mukavuusalueiltaan, jotta muutosta voi tapahtua. Leanin yksi idea on virheistä oppiminen. Tekemistä virheistä ei siis leanin kohdalla kannata lannistua vaan niistä pitäisi iloita. Leania käytettäessä virheitä pitää syntyä, mutta niistä pitää oppia, jottei samoja virheitä toisteta. On hyvä myös muistaa, että leanin avulla ei voi koskaan olla valmis. Vaikka olisi omasta mielestä tehnyt kaikki virheet ja prosessissa ei olisi mitään parannettavaa, ei se pidä paikkaansa. Lean on jatkuvan kehittämisen malli ja se ei tunne käsitettä valmis. Leanin avulla ei voi siis koskaan olla valmis vaan jatkuvasti leanin avulla voi kehittää prosessia. Lean on jatkuvaa parantamista ja siinä on helppo käyttää samaa kaavaa (KUVA 1).



KUVA 1. Mitä lean on (mukaiillen Lean Global Network, 2022).

Leanin tavoitteena on tuottaa ja viedä tuote tai palvelu asiakkaalle sovitussa aikataulussa sovittuun paikkaan ja oikean laatusena. Tällä pyritään parantamaan asiakastyytyvääisyyttä ja poistamaan prosessissa olevia hukkia. Tavoitteena on poistaa hukkia ja piiloprosesseja, jotta prosessin läpimenoaika ja odotusaika lyhentyisi, prosessista tulisi jouhevampi ja kustannukset alenisivat. (Lean global network 2021)

2.1 Leanin historiaa

Leanin juuret juontavat Japaniin. Toisen maailmansodan jälkeen Toyota Motor Corporationin johtomääräsi heidän päätuotantoinsinöörinsä Taiichi Ohnon nostamaan yrityksen tuottavuutta. Ongelmana Toyotalla oli kuitenkin pääoma ja koneiden ikä. Ohnon piti siis keksiä tapoja, millä pystyttäisiin tekemään enemmän vähemmällä. Lean on alkujaan ollut valmistuskonsepti. Monet työkalut ja tekniikat ovat alkujaan kehitelty erilaisissa palveluorganisaatioissa. Kanban on yksi tunnetuimmista, se on supermarketien tavaraohjauksesta tehty mukaelma. Idea supermarketista tuli Taiichi Ohnolle, kun hän vieraili amerikkalaisessa supermarketissa. Ohno vieraili paljon massatuotantolaitoksissa Yhdysvalloissa. Vierailut painottuivat supermarketteihin, joista hän sai eniten ideoita, mutta hän tutustui myös amerikkalaisiin autotehtaisiin. Ohno huomasi supermarketissa esimerkin imuohjauksesta. Supermarketeista asiakas sai, mitä halusi ja milloin halusi. (Tätä on lean 2022)

Kaikki Toyota Production Systemsin ideat eivät olleet japanilaisten keksimiä. Osa ideoista oli paljon vanhempia, jotka jotkut muut olivat kehittäneet. Ohno ja muut Toyotalla työskennelleet yhdistelivät siis konseptteja, jotka muut olivat kehitelleet.

Toyota Production System loi pohjan leanille. Idean he saivat Fordin tuotannosta. 1900-luvun kehitysmittausteknologiassa ja kovametallin työstämisessä mahdollistivat virtauksen Fordin tehtailla. 1930-luvulla saksalainen lentokoneteollisuus rupesi hyödyntämään tätä omilla tuotantolinjoillaan. Tämän avulla lentokoneteollisuus sai lentokoneidenaihiot liikkumaan yhtäaikaisesti tuotantolinjoilla. Tämä idea siirtyi Japaniin Mitsubishin avulla, joka teki yhteistyötä saksalaisten yritysten kanssa. Mitsubishiltä tieto siirtyi Toyotalle. Näiden tietojen avulla Ohno rupesi sotien jälkeen yhdistelemään kaikkia oppimiaan konseptteja, kehitellen samalla omia konsepttejaan. Lopulta amerikkalaisten laatuopettajien W. E. Demingin ja J. M. Juran avulla he loivat laadusta ominaisuuden. Laadun avulla vallattiin maailma. Tällä tavalla japanilaiset loivat laatujohtamisen uudeksi toimintamalliksi ja vielä tähän päivään asti se on osoittautunut lyömättömäksi malliksi. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2022)

2.2 Lean-työkalut

Leaniin on kehitelty paljon erilaisia kehitystyökaluja. Työkalujen tarkoitus on tuoda esille prosessissa tai toiminnassa olevia kehityskohteita ja hukkia. Ratkaisu ongelmaan työkalut eivät siis ole vaan ratkaisun tekevät ihmiset. Monesti kuvitellaan työkalujen tuovan suoran ratkaisun ongelmiin, mutta niin ei ole. Työkaluja käytetään apuna kehityksessä, jotta ongelmat saadaan helpommin esille. Työkaluja on siis osattava käyttää oikein, jotta paras hyöty niistä saadaan esille. Vaikka työkalut eivät itsessään tarjoa suoraa ratkaisua ongelmiin kannattaa niitä silti hyödyntää. Lean-työkalujen käytön ohessa on siis muistettava kehittää omaa lean-filosofian tietämystä.

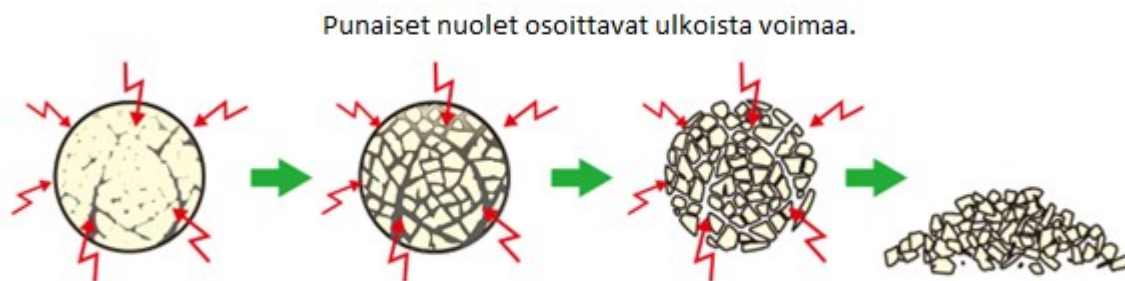
Työkaluja ovat erilaisia tekniikoita, käsitteitä ja työmalleja. Leanissa on paljon erilaisia työkaluja esimerkiksi:

- Gembakävely
- A3-kehityssuunitelmaa
- FIFO
- LIFO
- Imuohjaus
- Just in time (JIT)
- Kaizen
- Kanban
- PDCA (plan, do, check, act)
- Jatkuva virtaus
- VSM (value street map)

Työkaluja kannattaa käyttää useampia. Silloin voidaan saada samasta asiasta paljon erilaista tietoa ja ongelmia esille. Työkalut tarjoavat myös standardoituja ja hyväksi havaittuja toimintamalleja. Nämä mahdollistavat toiminnan optimoimisen ja kehittämisen luotettavasti. Kehittäminen näkyy prosesseissa yleensä kasvavana tehokkuutena, tuottavuutena tai läpimenoajoissa. (Arter 2021)

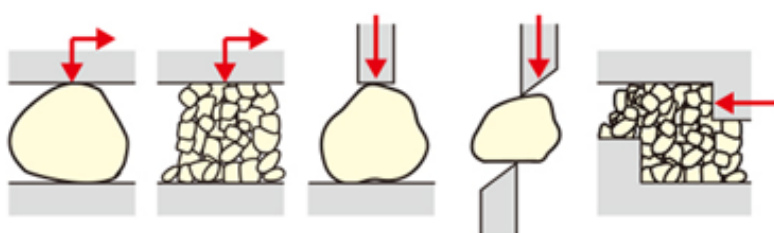
3 HIENOJAUHATUSMATERIAALIN PAKKAUS JA KULJETUS

Hienojauhatusuote on materiaalia, jonka tekemiseen on omanlaisensa prosessi. Jauhatus on jo pitkään hyödynnetty erilaisiin materiaaleihin esimerkiksi jyviin, keramiikkaan, lasiin, lääkkeisiin, maaleihin ja malmiin. Prosessissa käytetään ulkoisia voimia, joiden avulla kiviaines hajotetaan pienemmäksi alkuperäisestä koostaan. Ulkoisen voiman käyttö aiheuttaa hiukkasen elastisen muodonmuutoksen ja halkeamia alkaa esiintymään pisteissä, joissa materiaalin jännitysraja ylittyy. Kuvassa 2 on esimerkki siitä, miten ulkoinen voima vaikuttaa materiaaliin.

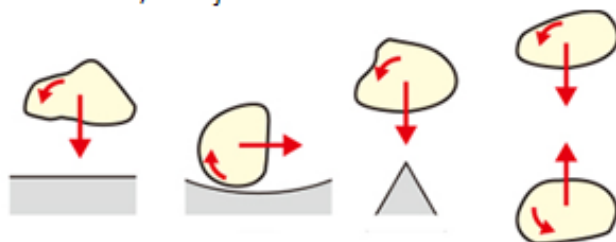


KUVA 2. Ulkoisen voiman vaikutus materiaaliin (mukaillen Thinky 2019)

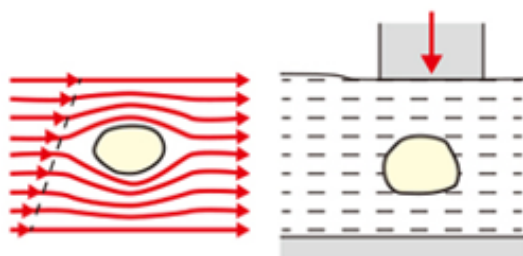
Materiaaliin kohdistettu ulkoinen voima voidaan jakaa karkeasti neljään eri kategoriaan: puristus, isku, leikkaus ja kitka. Varsinainen jauhatusmekanismi on monimutkainen. Prosessissa voidaan käyttää yhden tietyn tyylin sijasta useita voimia, jotka hajottavat materiaalia samanaikaisesti. Tämän lisäksi prosessiin vaikuttavat monimutkaisella tavalla fysikaaliset ominaisuudet: jauhettu materiaali, jauhamisen ympäristö jne. tämän takia on vaikea kuvata jauhamisprosessia yksityiskohtaisesti. Alla olevassa kuvassa on esitetty Rumpfin esittämä malli erilaisten voimien vaikutuksesta materiaaliin (KUVA 3). (Thinky 2019)



Puristus, isku ja leikkaus ulkoisella voimalla.



Iskun ja kitkan vaikutus kappaleeseen.



Leikkaukset ja iskut kappaleeseen väliaineen kautta.

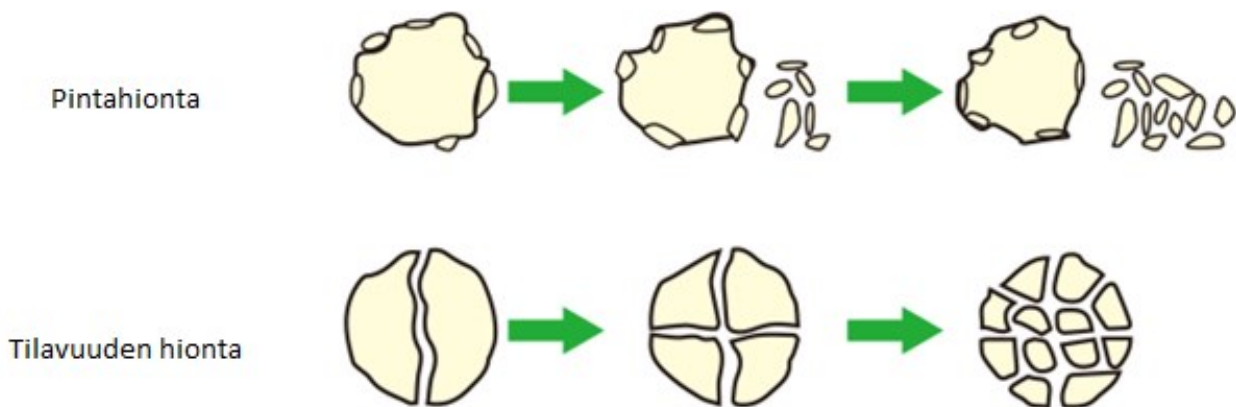
KUVA 3. Rumpfin malli (mukaillen Thinky, 2019)

Ensimmäinen tapa on käyttää puristusta, jossa kaksi pintaa lähestyy toisiaan hitaasti, ja samalla paineistavat kappaletta tasaisesti samalla hiljalleen murskaten koko kappaleen. Tätä tapaa käytetään eniten karkeaan murskaamiseen. Toinen tapa on käyttää iskuja ulkoisena voimana. Tällöin nopea iskulaite esimerkiksi vasara tai pallo vaikuttaa kappaleeseen tai ne törmäilevät toisiinsa suurella nopeudella aiheuttaen täten murskaantumisen. Tätä prosessia käytetään yleensä keskikokoiseen tai pieneen murskaamiseen. Kolmas tapa on murskata leikkaamalla. Tässä tavassa on käytössä kiila, joka toimii leikkurina. Tällä tavalla saadaan helpoiten murskattua hauraita materiaaleja. Neljäs tapa on hyödyntää kitkaa murskaamisessa. Tässä tapauksessa esine laitetaan kiinni kahden tai useamman tason väliin, jotka liikkuvat edes takaisin toisiinsa nähden. Tasojen liike aiheuttaa kitkaa kappaleen ja tasojen väliin. Kappaleesta lohkeaa kitkan vaikutuksesta pieniä paloja, jotka kaavitaan kappaleen pinnasta pois. Käyttämällä puristusvoimaa ja leikkausta apuna, hiukkasista saadaan vähitellen erittäin hienoa jauhetta. Tätä tapaa hyödynnetään, kun halutaan erittäin hienoa jauhetta.

Jauhatus prosessissa on kahdenlaista hiukkasten hajottamistapaa:

- Pintahionta
- Tilavuuden hionta.

Pintahionnassa pienet palat alkavat vähitellen erottua hiukkaspinnasta, muodostaen vähitellen suuren määrän hienoja hiukkasia. Pintahiontaa käytetään eniten kitkahionnassa. Tilavuuden hionnassa murskaus ei tapahdu hiukkaspinnalla vaan koko kappaleessa. Kappale hajotetaan useisiin osiin ja prosessi jatkuu niin kauan, kunnes kappale muuttuu vähitellen pieniksi hiukkasiksi. Alla olevasta kuvasta näkee jauhatusten toiminnan eron (KUVA 4). (Thinky 2019)



KUVA 4. Jauhatusten ero (mukaiillen Thinky 2019)

Jauhamisen tarkoitus on karkeasti jaettu alla oleviin kohtiin 1–3, mutta kohdat 4–8 ovat lisätty jälkeenpäin. Jauhatusta ei käytetä vain hiukkaskoon pienentämisen vaan lisäksi myös uusien materiaalien kehittämistoimenpiteenä. Odotettavissa on erilaisia vaikutuksia ja tuloksia.

1. Esikäsitteily aktiivisen ainesosan erottamiseksi.
2. Tarkoituksen mukaisen hiukkaskoon jauheen valmistus ja hiukkaskoon tasaaminen.
3. Pinta-alan kasvattaminen reaktiivisuuden lisäämiseksi (reaktionopeuden ja massansiirtonopeuden lisääminen).
4. Hiukkasten pinnan modifiointi.
5. Hiukkaskomposiittien muodostuminen
6. Mekaaninen seostus.

7. Halutun hiukkasmuodon valmistaminen.
8. Esikäsitteily materiaalin synteisiä varten. (Thinky 2019)

3.1 Materiaalin pakkaus

Pakkaukseen on monenlaisia eri ratkaisuja. Hienojauhettua tuotetta voidaan pakata paperisäkkeihin, suursäkkeihin, paperilaatikoihin, pulloihin ja moneen muuhun. Pakkaustapoja on erilaisia, kuten on tuotteitakin. Pakkaus valitaan aina tuotteen ominaisuuksien ja määrän mukaan. Esimerkiksi paperisäkkeihin ei mahdu kuin muutamia kymmeniä kiloja tuotetta. Vastaavasti suursäkkeihin mahtuu satoja kiloja tuotetta. Materiaaleina paketoinnissa yleensä ovat muovi, paperi tai alumiinista tehty pakkaus.

Tuotteiden pakkaamiseen on monia erilaisia koneita. Koneita on automaattisista aina manuaalisiin koneisiin. Eri materiaaleille sopivat erilaiset koneet ja pakkausmateriaalit. Koneilla voidaan täyttää pakkauksia eri tavoilla. Tuotetta voidaan pakata myös siloihin, joista se pakataan suoraan säiliörekkaan.

3.2 Materiaalin kuljetus

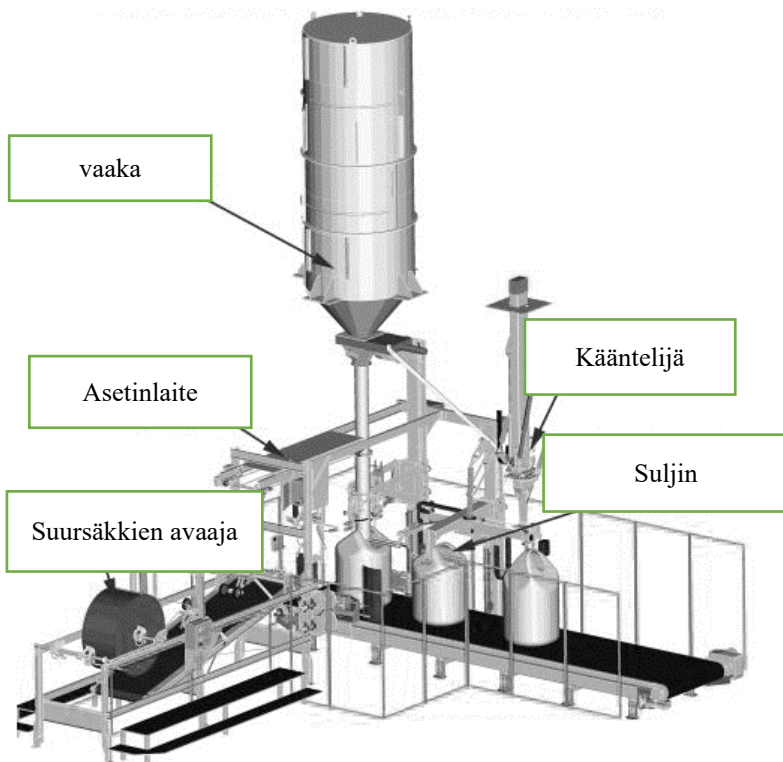
Kuljetukseen voidaan käyttää useampaa tapaa. Tuotetta voidaan siirtää rekoilla, junilla, rahtilaivoilla ja lentokoneilla. Yleisimmät tavat siirtää tuotetta ovat rekat, junat ja rahtilaivat. Tuotetta on helppo kuljettaa, vaikka se on jauhetta. Pakkauksia on helppo kuljettaa, koska niitä saa lastattua päällekkäin, mikä mahdollistaa täysien kuormien lastaamisen. Valmiiden pakkausten lisäksi bulkkituotetta kuljetetaan paljon säiliörekoilla.

Ongelmana ovat isoimmat pakkaukset, joita ei välttämättä pystytä pakkaamaan päällekkäin korkeuden ja kaatumisriskin takia. Tuote pakataan rekkaan tiiviisti, etteivät isoimmat pakkaukset pääse kaatumaan kuljetuksen aikana. Hienojauhettua tuotetta kuljetettaessa on silti vältettävä äkkinäisiä liikkeitä. Äkkinäiset liikkeet voivat kaataa isoimmat pakkaukset.

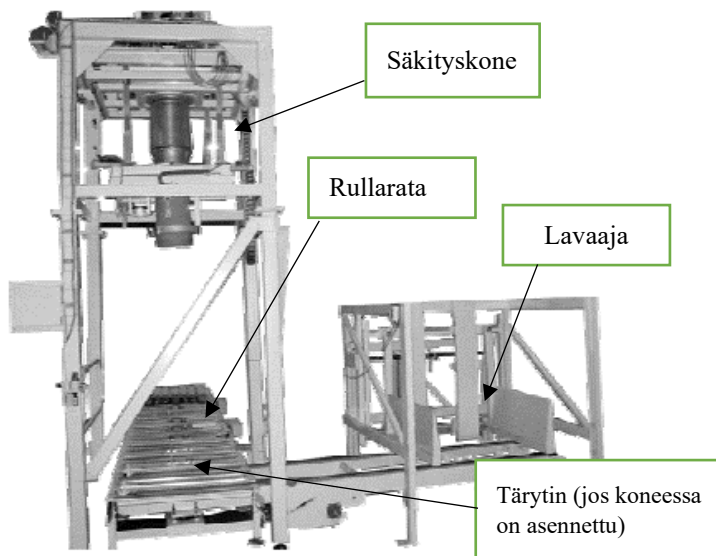
3.3 Kuivasuursäkityskone

Hienojauhatustuotteen säkityksessä koneina voidaan käyttää esimerkiksi Erkojet semi-automatic big bag filling line ja Erkojet-BSE. Nämä linjasto on tehty erilaisten pulverien ja granuloitujen tuotteiden säkitykseen. Kuivasuursäkityslinjaston osat, jotka koskevat tuotteeseen on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Linjasto käyttää sähköä ja paineilmaa. Paineilman paine koneella on 5–7 baaria. Paineilman kulutus on 0,1 nettokuutiometriä/minuutti. Sähkön tarve koneella on minimissään 5 kW. Koneen kapasiteetti on 5–30 suursäkkiä/tunnissa. Koneeseen on saatavilla suursäkkien vaakoja, jotka toimivat 300–2000 kg:n välillä. Pienemmän vaakan punnitusalue on 300–1450 kg ja suuremman 500–2000 kg. Koneen tuottama melu on noin 79 dB.

Linjastossa on monta osaa. Linjasto alkaa lavaajasta, jonka tehtävänä on tyhjien kuormalavojen lähetys eteenpäin. Lavaaja lähettää lavoja täyttökoneelle, joka on linjastolla seuraavana. Täyttökoneella säkitetään tuote säkkeihin. Täyttökoneen jälkeen linjastolla on puristin tai suljin. Linjaston loppuun on mahdollista saada erityyppisiä linjastoja. Kuvasta 5 nähdään kuivasuursäkityskoneen rakenne. Kuvassa on lavaajana koukut, jotka hakevat tyhjän säkin täyttökoneelle. Kuvassa 6 on samalla periaatteella toimiva säkityskone, mutta kuvan koneessa tyhjien säkkien tilalla on lavoja, jotka kone tuo automaattisesti säkityskoneen alle. Säkityskone toimii kuvan 6 koneessa puoliautomaattisesti, eli koneelle pitää käsin laittaa tyhjä säkki.



KUVA 5. Automaattinen suursäkituskone (mukaillen Erkomat 2022)



KUVA 6. Puoliautomaattinen suursäkituskone (mukaillen Erkomat 2022)

3.3.1 Lavaaja

Linjaston alussa olevan lavaajan tehtävänä on joko lähettää tyhjiä kuormalavoja tai tyhjiä säkkejä rullasta täyttökoneelle. Kuormalavoja lähettävälle lavaajalle asetetaan lavanippu, josta lavaaja lähettää yhden kuormalavan kerrallaan täyttökoneelle. Toisessa mallissa koukut tulevat ottamaan tyhjän säkin nostolenkeistä säkin rullasta ja vievät säkin täyttökoneelle. Koukut asettavat säkin säkityskoneen koukuihin ja lähtevät hakemaan uutta tyhjää säkkiä. Kuvassa 5 näkyy kone, jossa on tyhjien säkkien lavaaja ja kuvassa 6 tyhjien lavojen lavaaja.

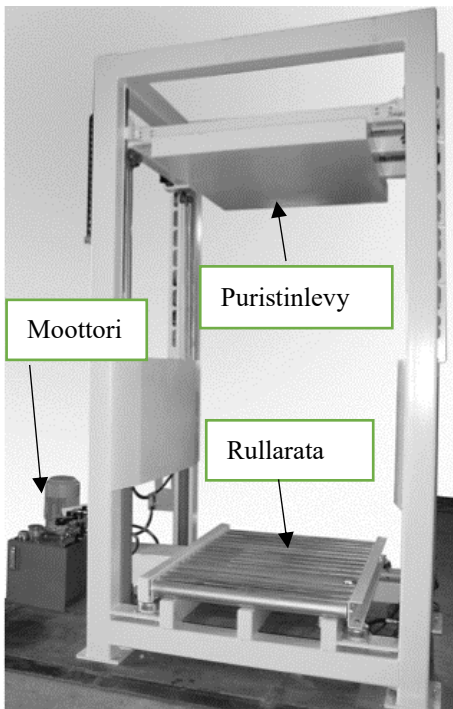
3.3.2 Täyttökone

Täyttökoneen tehtävänä on täyttää säkkeihin oikea määrä tuotetta sille määritettyjen asetusten mukaisesti. Täyttöpää täyttää ja punnitsee säkit. Siinä on elektroninen vaaka, jonka avulla punnitus tapahtuu. Vaaka saadaan stanssattua tarvittaessa. Koneeseen saadaan asetettua nopea ja hidas täyttö. Eri täyttönopeudet on tehty, jotta saadaan säkitettyä tarkemmin oikea määrä tuotetta. Esimerkiksi 800 kg:n täytössä ensimmäiset 750 kg voidaan täyttää nopealla täytöllä ja viimeiset 50 kg hitaalla täytöllä. Tällä tavalla tuotetta saadaan varmemmin täytettyä säkkiin 800 kg. Täyttökone käyttää täyttöön paineilmaa. Täyttökoneen rakenteen ja sijainnin linjastolla näkee kuvista 5 ja 6.

3.3.3 Puristin/ suljenta

Linjaston loppuun on mahdollista saada puristin tai suljenta. Suljenta tapahtuu automaattisesti kuumalla sinetöinnillä. Suljin sinetöi säkin suuaukon sisäpuolelta kiinni. Sinetöintisuljin näkyy kuvassa 4.

Linjastolle on myös mahdollista saada hydraulinen puristin, jonka avulla tuote saadaan paketoitua tiiviimmin. Puristimessa on neljä hydraulista sylinteriä, joiden avulla puristus toimii. Puristukseen kuuluu puristinlevy, joka laskeutuu tuotteen päälle ja puristaa tuotetta tiiviimpään pakettiin. Puristusteho voidaan itse säätää, mutta maksimipuristustehoksi on valittava joko 6 tai 9 tonnia. Puristuksen käyttö on hyödyllinen esimerkiksi, jos tuotteen seassa on paljon ilmaa tai jos paketissa on muuten ilmaa, joka halutaan saada paketista pois. Puristusta käytetään myös, jotta tuotteiden pinta saadaan tasaiseksi ja se mahdollistaa tuotteiden varastoinnin päällekkäin. Puristin on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Puristin (mukaiillen Erkomat 2022)

4 NYKYTILAN KUVAUS JA KAPASITEETIN KASVATUSSUUNNITELMA

Tarkoituksena on nostaa suursäkituskoneen kapasiteettia säkin täyttöaikaa lyhentämällä. Täyttöaikaan vaikutetaan muokkaamalla koneessa olevia reseptejä. Jokaiselle tuotteelle on määritelty oma resepti. Jokaiselle tuotteelle reseptille tehdään koeajot, joissa testataan uusia asetuksia. Koneen muutettavia asetuksia ovat syöttöruuvien nopeus ja tärytysaikojen säätäminen. Tarkoituksena on löytää optimaaliset nopeudet ja tärytysajat, joilla tarvittava määrä tuotetta saadaan mahtumaan pakkaukseen. Jokaiselle reseptille on olemassa omat tuotteensa (LIITE 1).

Testeissä voidaan kokeilla myös, onko ajallista hyötyä saatavilla, jos säkityssiiloon annetaan tulla tuotetta enemmän ennen säkityksen aloittamista. Tällä tavalla tuote voisi painua siilossa tiiviimmäksi ja vähentää tuotteessa olevan ilman määrää jo siilossa. Mikäli ilmaa saataisiin pois jo siilossa, vaikuttaisi se tärytysaikoihin. Tärytysaikoja voitaisiin tässä tapauksessa lyhentää tai jättää mahdollisesti yksittäisiä tärytyksiä pois. Tällä toimenpiteellä ajassa saatava säästö voi myös mahdollisesti olla nolla, sillä säkitys joutuu odottamaan alussa kauemmin. Säkitystä ei siis päästä aloittamaan ennen, kun siilossa on tietty määrä tuotetta.

Lähtökohtainen tarkoitus oli saada aikaan kapasiteetin kasvua tärytysajoilla ja syöttöruuvilla. Tärytysaikoja voidaan ryhtyä lyhentämään jokaiselle reseptille tuotteen sallimissa rajoissa. Tuote on saatava mahtumaan säkkiin, mutta isompi määrä ilmaa säkitysvaiheessa ei haittaa, sillä ilmaa voidaan saada puristuksen avulla pois. Tarkoituksena oli siis lyhentää täyttöaikaa. Säkki voi olla puristimella samalla, kuin uusi säkki täyttyy. Tällä tavalla voidaan kokeilla ilman poiston siirtoa puristimelle, jolloin säkityskone vapautuu seuraavan säkin täyttämiseen.

Suunnitelma oli melkein sama jokaiselle reseptille. Ainoastaan tärytysaikojen vähentäminen on ajallisesti eri luokkaa.

4.1 Koneen lähtökohdat

Kuivasuursäkituskoneen lähtökohdat ovat kohtuullisella tasolla. Resepteillä olevissa keskimääräisissä säkitysaajoissa on parannettavaa. Keskimääräinen säkitysaika volyymituotteilla vaihtelee 15–30 minuutin välillä. Säkitysaikaan vaikuttavat säkin koko, säkitettävän tuotteen raekoko ja tuotteen juoksevuus.

Tämän takia säkitysajassa on vaihtelua. Tietyillä resepteillä ajasta on saatavissa pois useampia minuutteja, kun toisilla puhutaan alle minuutin hyödystä. Säkitysajan nopeutuminen vaikuttaa kuitenkin vuodessa positiivisesti noin 5–7 % tuotteesta riippuen. Prosentti perustuu arvioihin. Mikäli kyseisiä tuotteita tehtäisiin, joka päivä vuodessa ja säkitysaikaa saataisiin laskettua minuutti säkkiä kohden voitaisiin päästä arvioituihin prosentteihin. Suursäkityskoneen kapasiteetti on toivottua matalampi. Nopeuttaminen mahdollistaa suursäkitystuotannon kasvattamisen ja vähentää tarvetta vanhemman säkityskoneen ja ulkopuolisen työvoiman käyttöön.

4.1.1 Koneen ongelmakohdat

Kuivasuursäkityskoneen ohjelmointi on toteutettu huonosti. Koneessa on käytännössä neljä erillistä toimijaa, jotka eivät keskustele keskenään. Koneen uudelleen ohjelmoinnilla voitaisiin saada kone toimivammaksi ja sitä kautta tuotantoa paremmaksi. Tällä hetkellä koneen neljä osaa ovat säkityslaite, rullarata, kourat ja puristin. Koneen ongelmana on, että jos rullarataan tulee vika ei rataa ole ohjelmoitu ilmoittamaan asiasta kourille, vaan kourat kaatavat säkin rullaradalle. Sama voi tapahtua myös toisin päin ja säkin kaatuminen aiheuttaa yleensä noin 30–120 minuutin tuotannon keskeytyksen. Myös säkityslaitteen ja rullaradan välillä on puutteellista ohjelmointia. Rullarata saattaa tuoda tyhjän lavan odottamaan säkkiä, vaikka kone ei ole ilmoittanut säkin olevan valmis. Myös puristimen ohjelmoinnissa on puutteita. Puristinlevy ei nouse reseptiä vaihdettaessa yläasentoon, jolloin se ei voisi osua säkkeihin. Mikäli työntekijä ei muista manuaalisesti ajaa puristinta yläasentoon ja uusi tuote on isommissa säkeissä, tulee ensimmäinen säkki kaatumaan linjastolle, koska säkin yläreuna osuu puristimeen ja kourat sekä rullarata yrittävät viedä säkkiä väkisin puristimen alle.

4.1.2 Koneen asetukset

Kuivasuursäkityskoneen asetuksia on paljon. Koneella voidaan säätää päätteen kautta esimerkiksi syöttöruuvien nopeutta, säkityskorkeutta, tärytysaikoja, täyttömääriä sekä puristuskorkeutta ja -aikoja. Kone on myös ohjelmoitu toimimaan automaattisesti ja suureen osaan asetuksista ei pääse käsiksi muuten kuin ohjelmoinnin kautta. Ohjelmoinnilla on säädetty vakioasetukset, joista osaa voidaan säätää koneen päätteen kautta. Ohjelmoinnin avulla koneelle voidaan luoda reseptejä ja niiden avulla voidaan tallentaa erilaisille tuotteille omat asetukset.

Koneen asetuksista eniten säädetään tärytysaikoja sekä syöttöruuvien nopeutta. Näiden avulla saadaan hallittua säkin täyttöä. Täytössä asetuksia säädetään, jotta tuote mahtuu säkkiin. Tuotteen seassa on paljon ilmaa varsinkin, jos tuote ei kerkeä olemaan siilossa painumassa tai siiloon ajetaan tuotetta koko ajan lisää. Tärytyksellä ja sen kestoilla saadaan ilmaa poistumaan säkistä, jolloin tuote pakkaantuu säkkiin tiiviimmin. Ilmaa saadaan myös pois säätämällä koneen puristusaikoja ja korkeuksia. Puristus tapahtuu säkityksen jälkeen omassa pisteessään (KUVA 7). Puristamalla säkkiä päältä saadaan tuote vielä tiiviimmin säkkiin. Ilmaa poistuu puristuksen avulla vielä lisää. Tämän takia puristuskorkeuksia on yleensä 3, koska ilman lähtiessä säkistä painuu se alemmaksi, jolloin puristin ei purista säkkiä. Tästä syystä korkeuksia on 3, jotta puristusta tapahtuu koko puristusajan. Puristimesta puuttuu automaattinen puristusvoiman tunnistus, joka puristaisi säkkiä jatkuvasti tietyllä voimalla tiettyyn korkeuteen asti.

4.2 Resepti 1

Reseptille lähdetään lyhentämään tärytysaikoja 3,7 % nykyisistä ajoista. Liitteestä 2 nähdään uudet tärytysajat ja syöttöruuvinnopeudet. Tärytysaikoja tutkittiin ja niiden pohjalta tultiin tulokseen, että ensimmäisiä täryjä voitaisiin lyhentää enemmän. Puolivälissä täyttöä täryä ei oikeastaan lyhennetä, vaan täry pysyy melkein vakiona. Puolivälin täryyn ei olla puututtu, koska ilmaa tulee jatkuvasti säkkiin tuotteen mukana. Puolivälin täryllä pyritään saamaan ilmaa mahdollisimman paljon pois tuotteen seasta, jotta loppu tuote mahtuu säkkiin paremmin. Puolivälistä loppuun oleviin täryihin on tehty pieniä muutoksia. Tärytysten lyhennys painottuu siis alkuun, jolloin säkkiin tavara mahtuu hyvin, vaikka ilmaa tuotteen mukana tulee. Tärytysaikojen lyhentäminen tarkoittaa, että säkissä on enemmän ilmaa, mutta tarkoituksena on pyrkiä saamaan tuote nopeammin säkkiin ja siirtää ilmanpoisto säkistä puristimelle, jolloin uuden säkin saa laitettua täyttymään.

Asetuksiin tehtiin myös muutoksia syöttöruuvinnopeuteen. Syöttöruuvinnopeus pyritään säätämään optimaalisella tasolla. Syöttöruuvien nopeus asetetaan sovittuun nopeuteen (LIITE 2). Syöttöruuvinnopeutta säätämällä pyritään saamaan tuote mahtumaan säkkiin ilman, että tärytysaikoja jouduttaisiin testien aikana muuttamaan. Ajatuksena on, että mikäli tuote ei tunnu mahtuvan säkkiin säädetään ensin syöttöruuvinnopeutta hitaammaksi ja mikäli tästä ei ole apua säädetään sen jälkeen tärytysaikoja pidemmiksi. Vastaavasti, jos tuote mahtuu säkkiin hyvin, säädetään ensin syöttöruuvinnopeutta isommaksi.

4.3 Resepti 2

Reseptiin 2 tehdyt muutokset eroavat reseptille 1 tehdyistä muutoksista (LIITE 2). Tälle reseptille kaikkia aikoja on lyhennetty, vaikka puolivälin tärytysaika on jätetty muita pidemmäksi. Puolivälin tärytys on jätetty pidemmäksi samasta syystä kuin reseptillä 1. Reseptille päätettiin lyhentää tärytysaikoja 28 % verrattuna nykyisiin täryihin. Tärytysaikoja lyhennettiin alusta enemmän. Tämän jälkeen tulee pidempi puolivälissä oleva tärytys. Loppupäässä olevat tärytykset ovat jätetty alun tärytyksiä pidemmäksi, jotta tuote saadaan varmasti mahtumaan säkkiin.

Syöttöruuviin tehdyt muutokset ovat samanlaiset kuin reseptillä 1. Syöttöruuvi on asetettu alkuun tiettyyn nopeuteen jotta nähdään, miten sitä voidaan muokata suhteessa tärytysaikoihin. Myös tämän reseptin tuotteesta isoin ilman poisto on siirretty täryttimeltä puristimelle.

4.4 Resepti 3

Reseptille 3 tehty suunnitelma on laskea nykyisiä tärytysaikoja 27,8 % nykyisiin verrattuna (LIITE 2). Tässä tuote on eri kuin kahdessa aiemmassa reseptissä ja tärytysaikojen muutokset ja syöttöruuvinnopeus jouduttiin miettimään eri tavalla. Suunnitelma on kuitenkin edellä kerrottujen reseptien tapainen. Reseptin kaikkia täryjä on lyhennetty, mutta puolivälissä oleva täry on jätetty muita pidemmäksi. Tämän tuotteen kanssa ilmaa tulee säkkiin vähemmän ja sen takia tärytykset alussa ja lopussa ovat saman pituisia. Ilman vähäisempi määrä johtuu tuotteiden raekoollisista eroista. Tällä reseptillä säkitettävässä tuotteessa on raekoko isompi kuin aiemmissa. Tämän takia se pakkaantuu tiiviimmin ja ilmaa ei pääse tuotteeseen niin paljoa. Ilmaa tuotteen mukana tulee kuitenkin sen verran, että puoliväliin on jätettävä pidempi tärytysaika.

Syöttöruuvinnopeuksia suunnitelmaa tehdessä mietittiin paljon, mutta päädyttiin samaan nopeuteen, kuin aiemmissa resepteissä. Tähän tulokseen tultiin sen takia, että voidaan ensin säädellä syöttöruuvia nopeammalle tai hitaammalle säätämättä tärytysaikoja. Lopussa oleva puristus on siis tässäkin reseptissä suurin ilman poistaja pakkauksesta.

4.5 Resepti 4

Reseptille 4 tehdyillä muutoksilla saatiin ajallisesti tärytysaikoja lyhennettyä 19 %. Suunnitelmassa lyhennettiin ensimmäistä tärytysaikaa huomattavasti. Toista tärytystä, joka on myös puolivälin tärytys vastaavasti, kasvatettiin nykyisestä. Tällä muutoksella pyrittiin laskemaan lopussa olevia tärytyksiä huomattavasti. Alussa saatava ajallinen hyöty kahden ensimmäisen tärytyksen aikoja muuttamalla on nolla. Tämän reseptin kohdalla ajallinen hyöty lähdettiin hakemaan lopussa olevilla tärytyksillä. Viidesosan prosentuaalinen aikasäästö tulee pelkästään lopussa olevilla tärytyksillä (LIITE 2). Syöttöruuvin ja puristuksen merkitys ja säädöt ovat siis samat kuin kaikissa aiemmissa resepteissä.

4.6 Resepti 5

Reseptin 5 suunnitelma oli yhtä haasteellinen kuin reseptin 1 suunnitelma. Molemmissa resepteissä tuotetta tulee säkkiin paljon ja tärytyksiä on monia. Tämän takia tärytyksien pituuksia jouduttiin miettimään tarkasti ja jokaisen tärytyksen pituus oli laskettava, jotta niissä ei paljoa tule ajallista eroa. Tällä reseptillä tärytyksiä alusta yli puolen välin lyhennettiin ajallisesti 25 % (LIITE 2). Tällä reseptillä pidemmät tärytykset jätettiin loppuun, jolloin syöttöruuvi syöttää tuotetta hitaammin ja tärytystä on enemmän. Tärytysaikoja mietittiin sen kautta, että säkkiin kannattaa antaa tulla melkein kaikki tuote alkuun ja sitten ruveta poistamaan ilmaa säkistä. Koko ohjelman lopullinen säästö ajassa verrattuna nykyiseen on 12,5 %. Tästä prosentista huomaa saman kuin ensimmäisessä reseptissä, että se on paljon pienempi kuin muut saman tuotteen reseptit. Reseptillä ei siis saada samanlaista aika säästöä kuin muilla saman tuotteen resepteillä.

Isoin ilman poisto on tässäkin reseptissä puristimella, mutta tärytysaikoja muokatessa oli huomioitava, että ilmaa on saatava enemmän pois tärytysvaiheessa. Muuten säkistä voisi tulla tuotetta ulos, kun koneessa olevat kourat tarttuvat siihen ja siirtävät säkin puristimelle. Syöttöruuvin muutokset ovat samat kaikissa resepteissä, jotta niiden avulla voidaan nähdä, ovatko tärytykset sopivia. Mikäli tuote ei mahdu säkkiin, muutetaan sitä pienemmälle, ja jos siitä ei ole apua on tärytysajoissa, on jossakin viikaa.

5 KOKEIDEN SUORITUS

Aluksi tehty suunnitelma käytiin läpi työnjohdon ja kehityspuolen henkilöstön kanssa. Kerroin suunnitelman ja perustelin, miten ja miksi kyseisiin asetuksiin oli päädytty. Tilaajan henkilöstön käytyä asetukset ja suunnitelmat ja ohjeistukset läpi ja hyväksytyä kaikki aloitettiin työntekijöiden perehdyttäminen testeihin. Työntekijöiden mielipiteet kuunneltiin vielä perehdytysvaiheessa, jotta saatiin vielä käyttäjiltä huomiot, mitä hyvää ja mitä huonoa testeissä voisi olla. Työntekijöiden avulla saatiin huomioita testien resepteistä ja niistä jouduttiin jättämään 2 testien ulkopuolelle. Resepti 2 jäi pois, koska työntekijät kertoivat asetusten muutoksien olevan mahdottomia kyseiselle tuotteelle. Resepti 3 jäi testien ulkopuolelle, koska siitä ei saatu kerättyä dataa ennen testejä. Testeihin otettiin lopulta 3 reseptiä (LIITE 6).

Testejä suoritetaan tehtaalla kahden kuukauden ajan. Testien aikana oli tarkoitus, että työntekijä säikittää aina testejä koskevan laadun ollessa koneella puoli vuoroa nykyisillä asetuksilla ja puoli vuoroa uusilla asetuksilla. Tällöin saadaan dataa uusilla ja vanhoilla asetuksilla ja nähdään, kummat asetukset ovat kannattavampia. Tällä tavalla saadaan myös mahdollisimman moni työntekijä käyttämään molempia asetuksia ja dataa saadaan laajasti kaikilta työntekijöiltä. Samalla pystytään myös näkemään, onko työntekijäkohtaisia eroa koneen käytössä ja saadaan vakiinnutettua käytännöt ja asetukset koneelle. Testien ohjeistus käytiin läpi työntekijöiden kanssa ja ohjeet kirjattiin myös työntekijöille (LIITE 3), jotta sekaannuksilta vältyttäisiin. Testien tuloksia valvottiin jatkuvasti ja tarpeen mukaan tehtiin muutoksia kesken testien. Tuloksia valvottiin Excelin avulla. Työntekijöille tehtiin Excel-taulukko, johon työntekijät syöttivät testien tietoja (LIITE 5).

5.1 Tulokset

Testien tulokset olivat yllättävät. Testeihin jouduttiin tekemään pientä ohjeistuksen muutosta puolivälissä, jotta saatiin ylös tietoa, jota ei alussa ymmärretty pyytää (LIITE 4). Testeissä saatiin säkitysaikaa lyhennettyä mitä niillä lähdettiin hakemaan (LIITE 8). Tuloksista huomattiin, että pelkästään tärytysaikoja muuttamalla ja syöttöruuvia säätämällä voitiin säästää aikaa. Aikaa säästettiin myös, kun alussa odotettiin siiloon tietty määrä tuotetta ennen säkityksen aloittamista. Kaikissa kolmessa reseptissä, jotka kokeisiin otettiin mukaan, saatiin toivottuja tuloksia. Pelkällä odottamisella alussa säkitysaika

lyheni useamman minuutin säkkiä kohden. Tämän lisäksi uusilla tärytysajoilla ja syöttöruuvien nopeuksilla saatiin aikaa vielä lyhyemmäksi.

Reseptillä 1 yhden säkin täyttöaika lyheni yhteensä noin 27 %. Prosentti on saatu laskemalla testeistä tulleista ajoista, joten ne ovat enemmän paikkaansa pitäviä kuin aiemmin esitetyt laskut. Laskussa huomioitiin vanhoilla asetuksilla kerätyn datan keskiarvo säkitysaika verrattuna uusilla asetuksilla testeissä tehtyjen säkkien keskiarvo säkitysaika (LIITE 9). Prosentuaaliset arvot kertovat säkitysjajan lyhentymisen yhtä säkkiä kohden.

Reseptillä 4 saatiin säästöä noin 18 %. Prosentti on laskettu samoja tietoja hyödyntämällä kuin reseptissä 1. Reseptillä 5 saatu säästö oli noin 21 %. Kaikkien reseptien aika säästöjä vertailtiin aiemmassa kappaleessa laskemalla pelkästään asetusten aikoja. Sieltä saadut prosentit olivat huomattavasti pienemmät reseptillä 1 ja 5 kuin testien lopulliset tulokset. Reseptillä 4 vastaavasti tulokset olivat alussa laskettuja prosentteja pienempiä.

5.2 Tulosten analysointi

Testien tuloksista nousi yllättäen esille, kuinka paljon säkitysaikaa saatiin laskettua uusilla asetuksilla. Testien alussa mahdollisesta aika säästöstä ei ollut tietoa ja siksi tulokset yllättivät positiivisesti. Alussa testeihin suhtauduttiin varovaisesti, koska uusista asetuksista ei ollut tietoa. Tuloksia alussa katsottiin tarkasti, ettei tuloksissa ala ilmetä säkitysaikojen kasvua. Tällaisessa tapauksessa testit olisi keskeytetty, jotta tuotanto ei kärsisi.

Testien tuloksia verrattiin ennen testejä kerättyyn dataan (LIITE 7). Vanhoilla asetuksilla saatu data oli arvokasta tietoa, jota voitiin hyödyntää hyvin vertailussa testeistä saatuihin tuloksiin (LIITE 8). Testien tuloksista voidaan huomata, etteivät säkityskoneen asetukset eivätkä työtavat ennen olleet optimaalisia. Testeissä saatiin tuloksiksi kaikille testeissä olleille resepteille noin 20 % ajallinen hyöty. Säästetty aika on merkittävä ja tällä tavalla saadaan kapasiteettia kasvatettua, kun kasvatetaan linjastolla olevan puristimen käyttöä. Testeistä huomattiin, ettei täryttimen tarvitse tehdä suurinta osaa ilmanpoistosta, vaan ilmanpoistoa voidaan hyvin jakaa täryttimelle ja puristimelle. Ilmanpoisto on hyvä aloittaa jo säkityssiilosta. Ilmaa saa poistettua siilossa odottamalla sinne tuotetta tietty määrä. Tällöin tuote painuu siilon pohjalle samalla poistaen ilmaa tuotteesta. Tämän jälkeen täryttimen ei tarvitse poistaa ilmaa niin paljon. Täryttimen käyttöä saadaan myös vähennettyä puristimella. Näin ollen

kaikki kolme asiaa huomioiden tuotteessa olevan ilmanpoisto saadaan jaettua tasaisesti. Tasainen jakaminen on yksi edellytys säkitysajan lyhentymiselle.

Testien tuloksista tehdyt laskelmat kertovat paljonko keskiarvo säkitysaika on, jos laskuissa huomioidaan säkityssiilon täyttyminen ja tietty eräko. Näistä tuloksista saadaan hyvää tietoa, paljonko hyötyä saadaan, jos ennen säkityksen aloittamista odotetaan säkityssiiloon tietty määrä tuotetta. Nämä asiat huomioiden saadaan reseptille 1 prosentuaalisesti laskettua säkitysaikaa noin 10 %. Reseptille 4 ajallista säästöä saadaan noin 14 % ja reseptille 5 noin 19 %. Ajallinen säästö on merkittävä, vaikka säkityssiiloon tuotetta odotetaan ennen säkityksen aloittamista. Pienissä erissä ei tuotetta kannata kuitenkaan odottaa, koska säkitysaika on tällöin pidempi.

Säkityksessä kannattaa huomioida mikä on eräko. Eräkoon perusteella pitää tehdä päätökset odotetaan säkityssiiloon tuotetta vai ei. Reseptien 1 ja 5 olevien tuotteiden eräkoon ollessa alle 13 on järkevämpi tehdä ilman, että odotetaan tuotetta siiloon. Reseptin 4 eräkoon ollessa alle 20 on järkevämpi olla odottamatta tuotetta siiloon. Resepteillä 1, 4 ja 5 eräkojen olevan yli äskeisten arvojen on järkevämpää säkittää testien tavalla eli odottaa siiloon tuotetta tietty määrä ja tehdä uusilla asetuksilla. Mikäli eräko on alle 13 tai 20, on kannattavampaa tehdä vanhoilla asetuksilla ilman, että siiloon odotetaan tuotetta. Resepteillä 1 ja 5 kannattaa siis pyrkiä tekemään aina yli 13 kappaleen erä, ettei säkityskoneen asetuksia tarvitse ennen säkityksen aloittamista aina työntekijöiden vaihdella. Reseptin 4 tuotteelle kannatta suunnitella yli 20 kappaleen erä, jotta vältetään turhalta asetusten vaihtelulta.

Testien ulkopuolelle jääneet reseptit ovat tulevaisuudessa kehitettävissä. Reseptin 3 kohdalla uskon ajallisen säästön olevan mahdollista ja säästö voi olla jopa suurempi kuin muilla resepteillä. Reseptillä 3 suunnitelma on jo valmiina ja nykyisillä asetuksilla pitäisi kerätä ensin dataa, jotta saataisiin arvoja, joihin uusien asetusten aikoja voitaisiin verrata. Reseptistä 2 vastaavasti taitaa olla mahdotonta asetuksia muokkaamalla saada säästettyä säkitysajassa. Asetuksia pitäisi reseptillä kasvattaa, koska tuote ei nykyisillä asetuksilla mahdu säkkiin, vaikka alussa odotettaisiin tuotetta siiloon. Reseptin 2 kapasiteetin kasvattamiseksi tarvittaisiin isompi säkki, johon tuote pakataan. Tällä tavalla reseptin asetuksia voitaisiin säätää, koska tuote mahtuisi paremmin säkkiin. Säkkikoko kasvattamalla voitaisiin siis päästää tuotteen mukana enemmän ilmaa säkkiin, joka puristuksen avulla otettaisiin sieltä pois. Tässä tapauksessa säkki jäisi kuitenkin nykyistä korkeammaksi ja sen kuljettamisesta ja varastoinnista saattaisi tulla mahdotonta.

Testien onnistuminen mahdollistaa myös kokeilemaan säkityskoneen muiden reseptien tärytysaikojen muuttamisen samalla kaavalla. Muista resepteistä saatava ajallinen säästö voisi kasvattaa säkityskoneen kapasiteettia, mikäli tulokset olisivat samanlaisia. Muille resepteille pitäisi toteuttaa samanlaiset testit, jotta saadaan dataa nykyisten asetusten säkitysaajoista. Datan keräämisen jälkeen pitäisi tehdä testit uusilla asetuksilla, jolloin saadaan dataa mitä voi verrata keskenään. Muilla resepteillä on prosentuaalisesti samanlainen mahdollisuus laskea säkitysaikoja. Mikäli kaikkien reseptien säkitysaikaa saataisiin laskettua noin 20 %, kasvattaisi se koko säkityskoneen kapasiteettia huomattavasti.

6 YHTEENVETO

Työ on ollut erittäin mielenkiintoista ja haastavaa. Työssä sain tutkia erilaisia tapoja kasvattaa kuivasuursäkituskoneen kapasiteettia ja testien mukaan siinä onnistuttiin. Prosessi käynnistyi tilaajayrityksen halusta kasvattaa kuivasuursäkituskoneensa kapasiteettia. Yrityksestä tarjottiin mahdollisuutta tehdä kyseinen työ opinnäytetyönä. Aluksi mietittiin yhdessä yrityksen henkilöstön kanssa, miten kapasiteettia olisi järkevää lähteä kasvattamaan ja huomattiin koneen omien asetusten muokkaamisen olevan siihen hyvä tapa.

Työn alussa piti kerätä tietoa nykyisten asetusten säkitysajoista. Säkityksen tietoja alettiin keräämään Excel-taulukon (LIITE 7). Työntekijöille käytiin läpi, mitä heidän pitää tehdä ja miksi kyseisiä toimia tehdään. Ohjeistuksen jälkeen alkoi selvitystyö, miten asetuksia kannattaa muokata ja mitä tuotteen seassa olevalle ilmalle voidaan tehdä. Asiaan perehtymisen ja eri henkilöiden kanssa keskustelujen jälkeen löytyi tapa, jolla asetuksia voitaisiin saada muutettua. Asetuksia ryhdyttiin muokkaamaan sillä ajatuksella, että ilmanpoisto siirtyisi täryttimeltä puristimelle. Tämä toimi vapauttaisi säkituskoneen nopeammin uuden säkin täyttöä varten ja puristin saisi rauhassa puristaa valmiista säkistä ilmaa pois.

Asetuksia tutkittiin, jotta saataisiin tietoa, miten tärytyksiä voitaisiin lyhentää. Huomattiin, että alkupäässä olevia tärytyksiä voitaisiin lyhentää huomattavasti. Puoliväliin oli tällöin vähän kasvatettava tärytysaikaa, jotta tuote mahtuu säkkiin. Puolivälin jälkeen olevia tärytyksiä lyhennettiin vähän tai pidettiin suunnilleen samana. Tällä tavalla saataisiin ajallista säästöä jo pelkistä tärytyksistä. Tärytysten lisäksi säädettiin koneen syöttöruuvia. Syöttöruuvien nopeuksista nopeaa täyttöä kasvatettiin 5 % ja hidasta vähennettiin saman verran. Tällöin säkki täyttyisi alkuun nopeammin ja tällä tavalla saataisiin myös ajallista säästöä. Lopuksi oleva säkin puristus jätettiin työntekijöiden tehtäväksi. Työntekijöiden piti ensimmäisten säkkien aikana etsiä oikeat puristuskorkeudet ja määrittää eri korkeuksille ajat, kauanko säkki on tietyssä korossa puristuksessa. Ohjeistukseksi annettiin säkin minimipuristusajaksi 5 minuuttia. Lopuksi tehtiin Excel-taulukko, jossa oli jokaiselle reseptille uudet tärytysajat ja syöttöruuvien nopeudet (LIITE 2).

Tehdyt uudet asetukset esiteltiin ensin työnjohdolle, joka hyväksyi uudet asetukset. Testit aloitettiin hyväksynnän jälkeen. Ensin testien ohjeistus ja uudet asetukset esiteltiin työntekijöille. Samalla kuunneltiin vielä työntekijöiden huomiota ja muutettiin ohjeistusta kommenttien perusteella. Testit aloitettiin

valvotusti ja tämän jälkeen testejä suoritettiin välillä paikan päällä käyden ja puhelimitse. Työntekijät saivat täyden tuen testien suorittamiseen ja testit onnistuivat, toivotusti. Testien aikana käytiin muutamia palavereja yrityksen henkilöstön kanssa. Tällä tavalla varmistuttiin, että henkilöstö oli tyytyväinen tuloksiin ja epäkohtiin pystyttiin tarttumaan heti. Testien lopuksi työntekijöille esiteltiin tuloksia ja kiitettiin testeihin sitoutumisesta (LIITE 10). Testeissä ei tullut eteen isompia haasteita. Testien ainoaksi ongelmaksi nousi, ettei kaikkia haluttuja reseptejä päästy testeissä kokeilemaan. Testeistä saaduilla tiedoilla yritys pystyy kehittämään säkityskoneen muita reseptejä. Säkitysaikojen lyhentymisen voi uskoa olevan mahdollista käyttäen samaa kaavaa kuin testeissä olleissa resepteissä.

Tuloksista saatiin tärkeää tietoa yritykselle ja tulokset olivat mieluisia. Tuloksista huomattiin, että säkitysaikaa saatiin laskettua ja kapasiteettia nostettua. Suunnitelma toimi hyvin ja testit onnistuivat ilman isompia ongelmia. Koko prosessi oli erittäin mielenkiintoinen ja molemmat osapuolet saivat siitä paljon arvokasta tietoa. Prosessi onnistui odotusten mukaisesti ja tarvittava tieto ja apu oli aina saatavilla koko kehitystyön ajan. Yhteenvetona voi siis todeta prosessin ollut onnistunut ja yrityksen on tästä hyvä jatkaa kehitystyötä.

LÄHTEET

Arter. Lean-työkalut eivät ratkaise mitään. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.arter.fi/lean-tyokalut-eivat-ratkaise-mitaan/>. Viitattu 23.3.2022.

Elementis. Our history. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://elementis.com/our-history>. Viitattu 19.1.2022.

(a) Erkomat. Erkojet-abf. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://erkomat.fi/erkopacking-fi/suursakitys/?lang=fi>. Viitattu 30.11.2021.

(b) Erkomat. Erkopress-6000 / 9000. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://erkomat.fi/wp-content/uploads/2014/02/Erkopress-60009000.pdf>. Viitattu 6.12.2021.

(c) Erkomat. Esitteet. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://erkomat.fi/erkopacking-fi/esitteet/?lang=fi>. Viitattu 6.12.2021.

Leanglobal. What is lean. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://leanglobal.org/what-is-lean/>. Viitattu 23.3.2022.

Niemann. Fine grinding with kreis-basket-mill. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.niemann.de/en/company/know-how/fine-grinding/>. Viitattu 1.3.2022.

Sciencedirect. Pulverization. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/pulverization>. Viitattu 28.2.2022.

Sixsigma. Leanin historiaa. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://sixsigma.fi/leanin-historia/#:~:text=Leanin%20historiaa%20Lean-valmistuksen%20alkujuuret%20ovat%20Japanissa%2C%20miss%C3%A4%20toisen,oli%20p%C3%A4%20oman%20l%C3%A4hes%20t%C3%A4ydellinen%20puuttumisen%20ja%20konekannan%20vanhanaikaisuus>. Viitattu 23.3.2022.

Tataonlean. Lean-ajattelun perusteet. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://tataonlean.fi/lean-ajattelun-perusteet/>. Viitattu 23.3.2022.

Thinkymixer. Pulverization 1: Definition and purpose. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.thinkymixer.com/en-us/library/glossary/pulverization-1-definition-and-purpose/>. Viitattu 1.3.2022.

Liite salainen.

Liite salainen.

Liite salainen.

Liite salainen.

Liite salainen.

Liite salainen.

Liite salainen.

Liite salainen.

Liite salainen

Liite salainen.