



Kaisa Heino

Leipomon tuotantolinjan materiaa- lihävikkien mittaaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

1.2.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Kaisa Heino
Otsikko: Leipomon tuotantolinjan materiaalihävikkien mittaust
Sivumäärä: 41 sivua
Aika: 1.2.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine: Bio- ja elintarviketekniikka
Ohjaajat: Lehtori Markus Räsänen
Tuotannonsuunnittelupäällikkö Eeva Minerva

Tämä opinnäytetyö tehtiin Vaasan Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää leipomon tuotantolinjan toiminnasta aiheutuvia materiaalihävikkejä. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitä ja mistä eri materiaalihävikkilajeja syntyi, kuinka paljon niitä syntyi ja mitkä olivat niiden aiheuttajat. Sen lisäksi tavoitteena oli tarkastella tuotteiden ylipainon vaikutusta hävikin määrään. Kokeellinen osuus ja materiaalihävikkimittaukset tehtiin Vaasan Oy:n leipomossa Vantaalla. Tuotantolinjalla valmistetaan kolmea eri leipätuotetta ja jokaiselle tuotteelle tehtiin materiaalihävikkimittaukset kolmesta eri tuotantoajosta. Tässä työssä tuotteista käytetään nimiä tuote 1, tuote 2 ja tuote 3.

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla leipomon tuotantolinjaan ja leivontaprosessiin. Tutustumiskierroksen pohjalta valittiin materiaalihävikkimittausten tarkastelupisteet, joita olivat taikinan esivalmiste, taikinajäte, jauhojäte, hävikkileipä ja pakkausmateriaalit. Jokaiselle tarkastelupisteelle asetettiin keräysastia, johon tarkasteltavat materiaalihävikit kerättiin, ja tuotantoajon lopussa kerätyt materiaalit punnittiin.

Taikinan esivalmisteen mittaukset epäonnistuivat, eikä siitä saatu kerättyä luotettavaa dataa. Taikinajätteestä kerättiin taikinan leikkausreunat ja syntyvän hävikin määrä vaihteli tuotteilla 0,21–1,80 % kokonaistaikinan määrästä. Jauhojätteen määrää tarkasteltiin kolmesta tarkastelupisteestä, ja jokaisella tuotteella eniten jauhojätettä kerääntyi jauhojäteimuriin, noin 67,8–86,4 % koko jauhojätteen määrästä. Vertaattaessa kolmen tuotteen keskiarvollista hävikkileivän määrää (7,5 %) aiempaan tutkimustulokseen (6,5–8 %) voidaan todeta, että saadut tulokset ovat linjassa aiempien tutkimustulosten kanssa. Tuotteiden ylipainon määrässä oli selkeää hajontaa päivä- ja tuotekohtaisesti, sillä ylipainon osuus vaihteli eri tuotteilla 1,3–3,8 %.

Syntyneen materiaalihävikin määrään vaikuttivat laitteiden toimivuus, tuotantomäärät ja tuotanto-operaattoreiden erilaiset työskentelytavat. Tärkeintä olisi saada yhtenäistettyä tuotanto-operaattoreiden toimintatapoja, jotta kaikki toimisivat samojen sääntöjen mukaisesti, sekä säännöllisellä huoltamisella varmistaa tuotantolaitteiden toimintavarmuus. Sen lisäksi materiaalien uudelleenkäytöllä saataisiin hävikin määrää vähennettyä.

Avainsanat: leipomoteollisuus, materiaalihävikki, leipä, leipähävikki

Abstract

Author: Kaisa Heino
Title: Measurement of material waste on a bakery production line
Number of Pages: 41 pages
Date: 1 February 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major: Biotechnology and Food
Instructors: Markus Räsänen, Senior Lecturer
Eeva Minerva, Production Planning Manager

This thesis was made for Vaasan Oy. The purpose of the thesis was to investigate the material losses caused by the bakery production line. The aim of the work was to find out what and where different types of material waste came from, how much waste was generated and what caused it. In addition, the aim was to examine the impact of product overweight on the amount of wastage. The experimental part and material loss measurements were performed in a bakery of Vaasan Oy in Vantaa. Three different bread products are produced on the production line and for each product, material loss measurements were made for three different production runs. In this thesis, the products are referred to as Product 1, Product 2 and Product 3.

The thesis was started by exploring at the bakery production line and the baking process. Since the visit, the points of interest for the material waste measurements were selected: pre-dough, dough waste, flour waste, waste bread and packaging materials. At each analysis point, a collection container was placed to collect the material waste to be analysed, and after the production run, they were weighed.

Measurements of the pre-dough failed, and no reliable data could be collected. From the dough waste, the cut edges of the dough were collected, and the amount of waste generated varied between 0.2–1.80% of the total dough amount for each product. The amount of flour waste was examined from three points of analysis and for each product, most flour waste accumulated in the flour waste collector, about 67.8–86.4% of the total flour waste. Comparing the average amount of wasted bread for the three products (7.5%) to a previous study (6.5–8%), the results obtained here are in line with the previous findings. There was a clear variation in the amount of overweight by day and by product, with the proportion of overweight varying between 1.3–3.8%.

The amount of material waste generated was influenced by the functionality of the equipment, production volumes and the different working habits of the workers. The key would be to achieve uniformity of working methods so that everyone works according to the same rules, and to ensure the reliability of production equipment through regular maintenance. In addition, the reuse of materials would reduce waste.

Keywords: bakery industry, material waste, bread, bread waste

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Leipomoala	2
2.1	Teollinen leivonta	3
2.2	Leipä	4
2.3	Leivän valmistusprosessi	4
2.3.1	Taikinan teko	5
2.3.2	Ylöslyönti	6
2.3.3	Nostatus	6
2.3.4	Paisto	7
2.3.5	Jäähdytys	8
2.3.6	Pakkaus	8
3	Vastuullisuus elintarviketeollisuudessa	9
3.1	Kiertotalous ja ruokahävikki	9
3.2	Leipomoteollisuudesta syntyvä jäte	11
3.2.1	Leivän vanheneminen	11
3.2.2	Leipäjätteen hyödyntäminen	12
3.3	Materiaalitehokkuus	13
3.4	Elintarvikealan materiaalitehokkuuden sitoumus	13
4	Materiaalit ja menetelmät	14
4.1	Tuotantolinjan tarkastelu	14
4.2	Hävikin laskentamalli	15
4.3	Hävikki leipomossa	16
4.4	Tarkastelupisteet	18
4.5	Materiaalihävikkimittaukset	19
5	Tulokset ja tulosten tarkastelu	20
5.1	Taikinan esivalmiste	20
5.2	Taikina	21
5.3	Jauho	22
5.4	Leipä	24
5.4.1	Tuote 1	24

5.4.2	Tuote 2	26
5.4.3	Tuote 3	28
5.5	Pakkausmateriaalit	32
5.5.1	Sulkijanauhat	32
5.5.2	Tyhjät leipäpusit	34
5.6	Ylipainon osuus	36
6	Johtopäätökset	38
	Lähteet	40

1 Johdanto

Vastuullisuus on viime vuosien aikana noussut ruokajärjestelmässä keskiöön. Kuluttajat ovat yhä enemmän kiinnostuneita mm. raaka-aineiden alkuperästä, ruoan turvallisuudesta ja tuotannon ympäristövaikutuksista. [1, s. 38.] Vastuullinen toiminta elintarvikeyrityksissä on lisääntynyt huomattavasti viime vuosien aikana ja elintarviketeollisuus ottaa ruoan ja ruokaketjun aiheuttamat ympäristövaikutukset vakavasti [2]. Elintarviketeollisuuden yhtenä haasteena on syntyvä ruokahävikki. Vuosittain Suomen elintarviketeollisuudessa syntyy ruokahävikkiä 84 miljoonaa kiloa, joka vastaa 22–23 % koko Suomen ruokahävikkimäärästä. Hävikkiä pyritään vähentämään mm. tehostamalla tuotantoprosesseja, hyödyntämällä uusia pakkausratkaisuja sekä hyödyntämällä sivuvirtoja. [3.]

Leipomoala on merkittävä toimija Suomessa ja sitä voidaan pitää elintarviketeollisuuden suurimpana toimijana yritysten ja toimipaikkojen määrällä mitattuna. Vuonna 2021 leipomoalan liikevaihto Suomessa oli noin 1,1 miljardia euroa, joka kattaa elintarviketeollisuuden liikevaihdosta noin 10 %. Leipomoalaa voidaan pitää melko vakaana toimialana ruoan tasaisen kysynnän vuoksi, ja esimerkiksi leipä kuuluu lähes jokaisen suomalaisen ruokavalioon, sillä yli 80 % suomalaisista syö leipää päivittäin. [1, s. 12.] Leipä ja leivonta kuuluvat myös vahvasti eurooppalaisten ruokakulttuuriin ja kansainvälisesti tarkasteltuna leivän leivonta on noin 400 miljardin euron liiketoiminta-ala. [4, s. 260]

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää Vaasan Oy:n leipomon tuotantolinjan toiminnasta aiheutuvat materiaalihävikit. Opinnäytetyössä keskityttiin toimitusketjusta syntyvään materiaalihävikkiin eli raaka-ainemateriaaleihin, pakkausmateriaaleihin ja lopputuotteeseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada selville, mitä ja mistä eri materiaalihävikkilajeja syntyy, kuinka paljon niitä syntyy ja mitkä ovat niiden aiheuttajat. Käytännön osuus tehtiin Vaasan Oy:n leipomossa Vantaalla.

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Vaasan Oy. Vaasan Oy on vuonna 1849 perustettu suomalainen leipomoalan yritys, joka nykypäivänä kuuluu osaksi

kansainvälistä Lantmännen Unibakea. Suomessa Vaasan Oy:llä on neljä leipomoa, jotka sijaitsevat Vantaalla, Kiimingissä, Kuusankoskella ja Sastamalassa. Sen lisäksi yritykseltä löytyy toimintaa myös Baltian maista. Työntekijöitä Vaasan Oy:llä on yhteensä noin 1 400 henkilöä, joista noin 500 työskentelee Suomessa. Vaasan Oy:llä on monipuolinen valikoima erilaisia leipomotuotteita ja monta tunnettua tuotemerkkiä, kuten Vaasan Ruispalat ja Vaasan Kauratyynynt. [5.]

Työn teoriaosuudessa käsitellään leipomoalaa ja leivän valmistusprosessia. Leipä on yksi yleisimmin roskeen heitettävistä elintarvikkeista, joten teoriaosuudessa käsitellään leivän vanhenemista ja sitä, miten syntyvää leipäjätettä voitaisiin käyttää uudelleen. Vastuullisuus on elintarvikealalla tällä hetkellä keskiössä, joten teoriaosuudessa käsitellään lisäksi materiaalitehokkuutta, kiertotalouteen siirtymistä ja ruokahävikin vähentämistä, jotka ovat keinoja, joiden avulla yritykset pyrkivät muuttamaan liiketoimintaansa vastuullisempaan suuntaan.

2 Leipomoala

Suomalainen leipomoala on hyvin monimuotoinen ja tarjoaa kuluttajille laajan tuotevalikoiman. Leipomoalan tuotevalikoimaan kuuluvat mm. tuoreet leivät ja sämpylät, leivonnaiset, näkkileivät, keksituotteet ja pastatuotteet. [1, s. 9.] Suomessa tilastokeskus jakaa leipomoalan yksiköt toimialaluokkiin. Toimialaluokka määräytyy yksikön pääasiallisen taloudellisen toiminnan mukaan. [6.] Toimialaluokitus TOL 2008 mukaan leipomoala jaetaan kolmeen alatoimialaan:

- TOL 1071, johon kuuluvat leivän, tuoreiden leivonnaisten ja kakkujen valmistus
- TOL 1072, johon kuuluvat näkkileivän ja keksien valmistus eli säilyvien leivonnaisten ja kakkujen valmistus
- TOL 1073, johon kuuluvat makaronin, nuudeliin, kuskusin ja vastavien jauhotuotteiden valmistus. [7.]

Tässä työssä keskitytään leivän valmistukseen ja leipätuotteisiin, sillä materiaalihävikkimittaukset tehtiin tuotantolinjalle, jossa valmistetaan leipätuotteita.

Suomessa leipomoala on perheyrittäjävaltainen ja leipomoalaa voidaan pitää elintarviketeollisuuden suurimpana toimialana yritysten ja toimipaikkojen määrällä mitattuna. Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2020 Suomessa toimi yhteensä 620 leipomoalanyritystä ja ala työllisti yli 7 000 henkilöä. Tuoreet leipomovalmisteet ovat pääosassa leipomoalalla, sillä vuonna 2020 tuoreita leipomovalmisteita valmistettiin 595 yrityksessä. [1, s. 22.] Leipomoalalta löytyy muutamia valtakunnallisesti ja kansainvälisesti toimivia teollisia leipomoita. Teollisten leipomoiden lisäksi Suomesta löytyy useita alueellisia leipomoita ja paikallisesti toimivia pienleipomoita ja konditorioita. [4, s. 261.]

Leipomoalaa voidaan pitää melko vakaana toimialana ruoan tasaisen kysynnän vuoksi. Leipomotuotteilla on vahva asema eurooppalaisessa ruokakulttuurissa, ja kansainvälisesti leivän leivonta onkin yli 400 miljardin euron liiketoimiala. [4, s. 260.] Leipomotuotteilla on myös vahva asema suomalaisessa ruokakulttuurissa, ja lähes 80 % suomalaisista syö leipomotuotteita päivittäin. Toisaalta taas leipomoalalla on kireä kilpailutilanne, sillä leipomoalanyrityksiä on Suomessa paljon ja menestystä haetaan aktiivisesti uusien tuotteiden ja palveluiden lanseeraamisella. Leipomoalalle perustetaan uusia yrityksiä entistä aktiivisemmin, ja Tilastokeskuksen mukaan vuosina 2018–2021 uusia aloittavia leipomoyrityksiä on ollut enemmän kuin lopettaneita. [1, s. 24, 36.]

2.1 Teollinen leivonta

Teollisella leipomisella tarkoitetaan automatisoitua, prosessiohjattua leipomotoimintaa. Suomessa on muutama suuri teollinen leipomoyritys, jotka pääasiassa hallitsevat Suomen leipomoalan markkinoita. Teollisten leipomoiden kilpailukyky perustuu pitkälle automatisoidun tuotannon tuomaan tehokkuuteen, asiakastuntemukseen sekä kansainvälistymiseen. Vaasan Oy on yksi johtavia leipomoteollisuuden yrityksiä Suomessa. [1, s. 81–82.]

2.2 Leipä

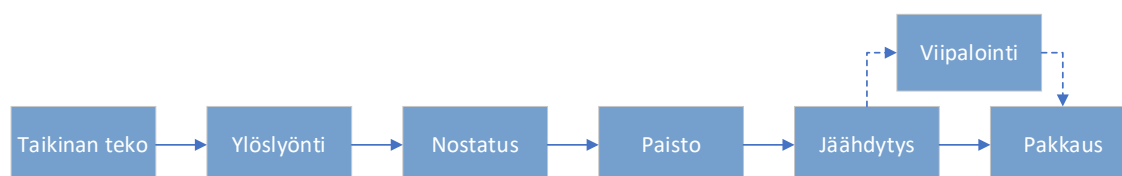
Leipä on peruselintarvike, joka kuuluu lähes jokaisen suomalaisen ruokavali-oon. Leipätiedotuksen tilastojen mukaan suomalainen syö leipää noin 33,5 kiloa vuodessa, mikä vastaa noin kolmea leipäviipaletta päivässä. [1, s. 42.] Leivän perusraaka-aineisiin kuuluvat jauho, vesi, hiiva ja suola. Näiden lisäksi leipä-taikinaan voidaan käyttää monia muita ainesosia, kuten sokeria, rasvaa, entsyy-nejä ja lisäaineita parantamaan mm. leivän rakennetta ja säilyvyyttä. [4, s. 47.]

2.3 Leivän valmistusprosessi

Teollisessa leipomossa leivän valmistusprosessi on pitkälti automatisoitu. Lei-vän valmistusprosessi voidaan jakaa kuuteen päävaiheeseen:

- taikinan teko
- ylöslyönti
- nostatus
- paisto
- jäähdytys
- pakkaaminen. [8, s. 127.]

Leivän valmistusprosessin päävaiheet on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Leivän valmistusprosessin päävaiheet

Automatisoidulla tuotantolinjalla leivän valmistus tapahtuu käytännössä käsin koskematta ja prosessi on pitkälti tietokoneiden ohjaamaa. Tuotantolinjalla saa-daan tuotettua suuret määrät leipätuotteita tunnissa, jolloin työntekijöiltä vaadi-taan ammattimaista koneiden ja laitteiden hallintaa, sillä leivontaprosessia ei

voida keskeyttää pitkäksi aikaa. [9.] Lyhyetkin keskeytykset tuotantoprosessissa vaikuttavat leipätuotteiden laatuominaisuuksiin.

2.3.1 Taikinan teko

Valmistusprosessi alkaa taikinan teosta. Taikinan tekoon kuuluu raaka-aineiden punnitus, niiden sekoittaminen, vaivaaminen ja taikinalepo. [10, s. 53–54.] Taikinan teossa käytettävät raaka-aineet voidaan jaotella nestemäisiin, jauhemaisiin, kiinteisiin ja puolikiinteisiin raaka-aineisiin, jotka teollisessa prosessissa annostellaan automaattisen raaka-aineannostelijan avulla [4, s. 92]. Automaattinen raaka-aineannostelija lisää raaka-aineiden punnitustarkkuutta ja varmistaa, että taikinat ovat tasalaatuisia. Sen lisäksi se helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä, sillä taikinantekijän ei tarvitse punnita raaka-aineita yksi kerrallaan, vaan kaikki raaka-aineet saadaan annosteltua nappia painamalla. [11.] Automaattisella annostelijalla saadaan myös helpotusta jauhemaisten raaka-aineiden punnitsemiseen, joka on raskas ja pölyävä työvaihe. Automaattisissa annostelijoissa haasteena on kuitenkin kiinteiden aineiden annostelu, mutta se on onnistuttu kiertämään käyttämällä esimerkiksi kiinteän hiivan sijaan nestemäistä hiivaa, ja taikinasvoina hyödynnetään pumpattavia margariineja tai juoksevaa öljyä. [4, s. 93–94.]

Kun raaka-aineet on annosteltu, niistä sekoitetaan tasainen taikina. Taikinoita voidaan sekoittaa eräkohtaisesti tai jatkuvatoimisesti. Eräkohtaisella valmistuksella tarkoitetaan, että jokainen taikina valmistetaan yksi kerrallaan, kun taas jatkuvatoimisella tuotantolinjalla raaka-aineita syötetään jatkuvalla syötöllä sekoitustyökalulla varustettuun putkeen, jolloin valmista taikinaa syntyy koko ajan putken toisesta päästä. Jatkuvatoimista prosessia hyödynnetään yleensä vain suurissa tuotantolaitoksissa, joille on tyypillistä suuret tuotantomäärät ja vähäiset tuotevaihdot. Eräkohtainen valmistus on yleisempää leipomoissa ja siinä hyödynnetään taikinakonetta, joka on varustettu irtopadoilla. Irtopadat tuovat leivontaan joustavuutta ja nopeuttavat työskentelyä, sillä samanaikaisesti voidaan sekoittaa taikinakoneella yhdessä padassa taikinaa ja punnita toiseen pataan seuraavan erän raaka-aineita. [4, s. 95–96.]

Kun taikina on valmis, sen annetaan levähtää hetki taikinapadassa ennen kuin se siirretään ylöslyöntiin. Taikinalepo on tärkeä vaihe taikinoilla, joissa on vehnää, sillä mekaanisessa käsittelyssä, kuten sekoittamisessa, vehnätaikinaan muodostuu sitko. [10, s. 54.] Sitkolla tarkoitetaan vehnän gluteeniproteiinien muodostamaa verkostoa, joka syntyy, kun gluteiiniproteiinit imevät vettä ja muodostavat sekoituksen aikana kaasua pidättävän verkoston [12]. Sitkon jännitteet heikkenevät taikinalevon aikana, jolloin taikinän käsiteltävyys paranee ja taikinasta saadaan valmistettua halutun muotoisia leipiä. Ruis, ohra ja kaura eivät kykene muodostamaan samanlaista sitkoa kuin vehnä, joten mitä enemmän taikinassa on vehnää, sitä suurempi merkitys taikinalevolla on. [4, s. 101.]

2.3.2 Ylöslyönti

Ylöslyönnillä tarkoitetaan taikinän paloitteluun ja muotoiluun liittyviä työvaiheita, joiden aikana säädetään taikinapalojen muoto ja koko [10, s. 55]. Teollisessa leivontaprosessissa ylöslyönti tapahtuu automaattisella linjastolla, jossa tuotteet siirtyvät vaihe vaiheelta eteenpäin kohti nostatusrataa. Valmis taikina kaadetaan kippauslaitteen avulla suppiloon, josta taikina lähtee kohti ylöslyöntiä. Ensiksi taikina kaulitaan halutun paksuiseksi taikinamatoksi, minkä jälkeen siitä leikataan halutun kokoisia ja muotoisia paloja. [8, s. 125.] Tämän jälkeen tuotteet voidaan koristella esimerkiksi ripottelemalla tuotteen pinnalle jauhoja [4, s. 157].

2.3.3 Nostatus

Ylöslyönnin jälkeen tuotteet siirtyvät nostatuskaappiin, jossa leipätuotteet viettävät ison osan koko prosessista. Nostatuksen kanssa tulee olla tarkkana, sillä liian vähän nostatettu leipä on tiivis ja voi revetä paistossa. Liikaa nostatettu tuote taas menee kasaan, jolloin leivästä tulee kova ja tiivis. [10, s. 55.] Teollisen mittakaavan tuotannossa tuotteet siirtyvät nostatuslaudoille, joissa tuotteet kulkevat kuljettimilla koko nostatuskaapin läpi. Nostatuskaapissa olosuhteiden tulee olla optimaaliset, jotta hiivan toiminta käynnistyy. Hiiva pilkkoo taikinassa olevia sokereita ja alkaa muodostaa siitä alkoholia ja hiilidioksidia, jolloin taikina kohoaa ja siihen saadaan huokoinen rakenne. Nostatuskaapeissa käytetään

yleensä 32–36 °C:n lämpötilaa ja suhteellinen kosteus (RH) säädetään 75–95 %:iin. [4, s.153–155.]

2.3.4 Paisto

Kun taikinaa on nostatettu tarpeeksi, tuotteet siirtyvät paistettavaksi. Paistaminen on taikinan rakenteistamis- ja stabilointiprosessi. Leivän paistamisessa keskeisimmät tapahtumat ovat uuninnousu, proteiinien denaturoituminen, tärkkelyksen liisteröityminen ja kuoren muodostuminen. Uuninnousulla tarkoitetaan vaihetta, jossa taikinan tilavuus kasvaa nopeasti ensimmäisten minuuttien aikana, jolloin hiivan tuottama hiilidioksidi vapautuu. Hiivan toiminta jatkuu siihen asti, että lämpötila saavuttaa 50 °C, minkä jälkeen hiiva kuolee ja sen toiminta lakkaa. Uunin korkea lämpö denaturoi taikinassa olevia proteiineja, jolloin sitkoproteiinit jäykistyvät eikä taikina ole enää niin venyvä. Lämpö myös aiheuttaa tärkkelyksen kiderakenteen sulamisen, ja tärkkelysjyvät imevät sisäänsä vettä ja liisteröityvät. [4, s. 165–166.] Paiston alussa uuniin lisätään vesihöyryä, jotta taikinan pinta pysyy paiston alussa riittävän kosteana ja joustavana, jolloin leipä saavuttaa täyden tilavuutensa. Riittävä höyrytys saa aikaan leivän rapean kuoren, sillä kosteus tiivistyy taikinan pinnalle, jolloin kuoren lisääntynyt vesipitoisuus mahdollistaa tärkkelyksen liisteröitymisen ja saa aikaan paksun ja rapean kuoren. [10, s. 55.]

Paistoaika ja paistolämpötila määritellään jokaiselle tuotteelle tarkkaan, jotta valmiit tuotteet ovat varmasti kypsiä ja ominaisuuksiltaan oikeanlaisia. Leivän paistoaika vaihtelee, mutta on tyypillisesti noin 15–45 minuuttia paistolämpötilan ollessa yleensä 200–240 °C. Paistoaikaan ja -lämpötilaan vaikuttavat leivän koko ja raaka-aineet, mutta myös paistotapa ja uunityyppi. [4, s. 165.] Jos tuotetta paistetaan liian vähän tai liian matalassa lämpötilassa, tuote voi jäädä sisältä raa'aksi, kun taas liian pitkä paistoaika tai liian kuuma lämpötila voi polttaa tuotteen. Tuotteen paistoaika vaikuttaa myös tuotteen painoon, sillä paiston aikana taikinapalasta haihtuu 8–20 % vettä. Tätä veden haihtumista kutsutaan paistohäviöksi. Paistohäviö saadaan laskettua vähentämällä raa'an tuotteen painosta paistetun tuotteen paino. [10, s. 56.]

2.3.5 Jäähdytys

Paiston jälkeen valmiit leivät jäähdytetään, jotta ne voidaan halkaista ja pakata [8, s. 127]. Leivät jäähdytetään noin 35–40 °C:seen, jotta leivän säilyvyys paranee ja tuoreustuntu säilyy. Leipien jäähdyttäminen on tärkeää varsinkin, jos tuotteet halkaistaan, sillä kuuma leipä tarttuu helposti halkaisuteriin kiinni ja leivän pehmeä sisus irtoaa kuoresta. Sen lisäksi, jos leipä pakataan liian lämpimänä, vesihöyry tiivistyy pakkauksen sisäpinnalle ja vaarana on esimerkiksi leivän ennenaikainen homehtuminen. [4, s. 188.]

Automatisoidussa tuotantolinjassa tuotteet siirtyvät suoraan paistosta kuljetinraataa pitkin jäähdytyskaappiin. Jäähdytysaika vaihtelee eri tuotteiden välillä, ja jäähdytysaikaan vaikuttavat tuotteen koko ja raaka-aineet, mahdollinen halkaisu ja pakkaustapa. Tyypillinen jäähtymisaika esimerkiksi vehnä- ja sekaleiville on noin 30–60 minuuttia. [4, s. 188.]

2.3.6 Pakkaus

Automatisoidussa tuotantolinjassa jäähdytyksestä tulevat leivät siirtyvät pakkauslinjalle kuljettimia pitkin. Jos tuotteet halkaistaan, se tapahtuu heti jäähdytyksen jälkeen. Halkaisun jälkeen leivät siirtyvät niputtajalle, jossa leivät kasaataan halutun kokoisiin pinoihin. Pinot siirtyvät kuljettimia pitkin kohti lopullista pakkausta. Yleensä leivät pakataan joko paperisiin tai muovisiin pusseihin ja pussit voidaan sulkea esimerkiksi sulkijanauhalla. Pakkauskoneita löytyy useita erilaisia, ja sopiva pakkauskone valitaan pakattavien tuotteiden ja käytettävän pakkauksen mukaan. [4, s. 205–207.]

Pakkausvaiheessa suoritetaan myös laadunvalvontaa esimerkiksi metallinilmäsimen, röntgenlaitteen ja vaa'an avulla, jotka havaitsevat mahdollisia laatuvirheitä. Laatuvirheitä ovat esimerkiksi pakkaukseen päätyneet vierasesine tai väärän painoinen leipäpussi, jotka laadunvalvontalaitteet havaitsevat ja hylkäävät. Valmiit ja laatuvaatimukset täyttävät leipäpussit siirtyvät laatikointiin, jossa leivät

pakataan automaattisesti laatikoihin, joissa ne kuljetetaan asiakkaalle. [4, s. 207, 211.]

3 Vastuullisuus elintarviketeollisuudessa

Elintarviketeollisuus on Suomen neljänneksi suurin teollisuuden ala. Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2020 Suomessa on toiminut 1 774 elintarvikeyritystä ja alalla työskenteli silloin noin 34 000 ihmistä. Elintarviketeollisuuden päätehtävänä on valmistaa ruokaa kuluttajille. [1, s. 11.] Ruoka on ihmisille välttämätöntä, ja sitä tarvitaan joka päivä. Ruoan tuotannon aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat kuitenkin merkittävät, sillä ruoan osuus on lähes kolmanneksen kulutuksen ympäristökuormasta [13, s. 7].

Vastuullinen toiminta on viime vuosien aikana noussut ruokajärjestelmässä keskiöön, sillä kuluttajat ovat yhä enemmän kiinnostuneita mm. raaka-aineiden alkuperästä, ruoan turvallisuudesta ja tuotannon ympäristövaikutuksista [2]. Tämän myötä vastuullinen toiminta elintarvikeyrityksissä on lisääntynyt ja elintarviketeollisuus ottaa ruoan ja ruokaketjun aiheuttamat ympäristövaikutukset vakavasti. Elintarvikealalla pyritäänkin jatkuvasti kehittämään ympäristöystävällisempiä tuotteita ja tuotantoprosesseja, jotta yritykset pystyvät vastaamaan kestävä kehityksen haasteisiin. [1, s. 73.]

Seuraavaksi keskitytään pääasiassa leipomoteollisuudessa syntyvään hävikkiin, leivän vanhenemisen ilmiöihin, leipäjätteen hyödyntämismahdollisuuksiin ja tuotannon materiaalitehokkuuteen, jotka ovat opinnäytetyön kannalta oleellisia aiheita. Sen lisäksi käsitellään myös lyhyesti kiertotaloutta ja ruokahävikkiä yleisesti.

3.1 Kiertotalous ja ruokahävikki

Kiertotaloudella tarkoitetaan tuotantomallia, jossa käytössä olevat materiaalit ja valmistetut tuotteet hyödynnetään mahdollisimman pitkälle [14]. Elintarviketeollisuudessa kiertotaloudella tarkoitetaan mm. ruokahävikin hallintaa ja tuotannon

aikana syntyvien sivuvirtojen hyödyntämistä [10, s. 318]. Ruokahävikiksi kutsutaan elintarvikkeita, jotka ovat alun perin tarkoitettu syötäväksi, mutta niitä ei ole hyödynnetty ravintona, vaan ne ovat päätyneet jätteeksi [13, s. 9]. Ruokahävikki on ongelmallista, sillä ruoantuotanto kuluttaa luonnonvaroja, työaikaa ja energiaa, ja kun ruoka jää syömättä, hukataan tärkeitä resursseja [15]. YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestön mukaan jopa kolmasosa maailmalla tuotetusta ruoasta päätyy jätteeksi ja EU:ssa ruokaa päätyy jätteeksi noin 59 miljoonaa tonnia vuosittain. Tämä vastaa 131 kg ruokajätettä henkilöä kohti vuodessa. [16.]

Maailman väestö kasvaa jatkuvasti, jolloin myös tuotetun ruoan ja ruokahävikin määrä kasvaa. Sen vuoksi kiertotalous on noussut nykypäivänä pinnalle, jotta kaikki materiaalit hyödynnettäisiin mahdollisimman tehokkaasti. [17.] Ruokahävikin vähentäminen edistää ympäristön kestävyyttä, vähentää tuotantokustannuksia ja lisää elintarvikejärjestelmän tehokkuutta. Ruokahävikkiä vähentämällä halutaan myös edistää muita kestävän kehityksen tavoitteita kuten vähentää nählähätää. [18.]

Elintarviketeollisuus tuottaa merkittävän osan koko Suomen ruokahävikistä, sillä määrällisesti se tuottaa noin 84 miljoonaa kiloa ruokahävikkiä vuosittain. Tämä vastaa 22–23 % koko Suomen ruokahävikistä. Kotitaloudet aiheuttavat vielä suuremman osan elintarvikeketjun ruokahävikistä, sillä yli 30 % ruokahävikistä syntyy kotitalouksissa. Loppuosuus syntyy alkutuotannossa (11–16 %), kaupan sektorilla (15–16 %) ja ravitsemuspalveluissa (16–17 %). [3.]

Hävikkiä syntyy väistämättä elintarviketuotannossa, mutta elintarvikeyritykset pyrkivät jatkuvasti vähentämään tuotantoketjun aikana syntyvää hävikkiä. Tuotannon aikaista hävikkiä voidaan vähentää mm. tehostamalla tuotantoprosessia, hyödyntämällä syntyviä sivuvirtoja ja kouluttamalla henkilökuntaa. [3.] Suomi on sitoutunut YK:n ja EU:n asettamaan tavoitteeseen puolittaa ruokahävikki vuoteen 2030 mennessä [16].

3.2 Leipomoteollisuudesta syntyvä jäte

Tuotantoprosesseissa syntyy väistämättä erilaisia sivuvirtoja ja materiaalihävikkiä, eikä niiden syntymiseltä voida täysin välttyä. Sen vuoksi on tärkeää, että yritykset keskittyvät siihen, miten syntyviä sivuvirtoja voitaisiin hyödyntää. [19.] Esimerkiksi leipomoteollisuudessa, leivän tuotantoprosessissa syntyvää materiaalihävikkiä ovat mm. hukkaan menevä taikina ja jauho, hävikkileipä ja pakkausmateriaalit. Suurimpia syitä, miksi leipää joutuu tuotannon aikana jätteeksi, ovat tuotannon aikaiset tekniset ongelmat ja laiteviat. Teollisessa leivän valmistusprosessissa leipää tuotetaan suuria määriä tunnissa ja pienetkin keskeytykset prosessissa voivat aiheuttaa sen, että leipää päätyy hävikkiin. Leipä voi olla esimerkiksi väärän muotoista tai painoista, tuotantolaitteen vaurioittamaa tai huolimattomasti paistettua. [4, s. 266–267.] Sen lisäksi leipähävikkiä syntyy, kun tuote putoaa esimerkiksi lattialle, minkä jälkeen sitä ei voida enää toimittaa asiakkaalle. Leipähävikkiä syntyy myös valmistettujen tuotantomäärien ollessa suurempia kuin niiden kysyntä.

3.2.1 Leivän vanheneminen

Leipä on yksi yleisimmistä hävikkiin päätyvistä elintarvikkeista, sillä leipä on nopeasti vanheneva elintarvike. Tuoreen leivän nautittavuus alkaa heikentyä jo melkein heti paiston jälkeen. Jo muutamassa päivässä leivän fysikaaliset ominaisuudet heikkenevät, leivän sisus muuttuu kovaksi ja murenevaksi, kuori menettää rapeutensa ja leivän maku heikkenee. Leipä voi myös pilaantua mikrobiologisesti joko homehtumalla tai häältymällä. Homehtuminen johtuu homeartunnasta, joka tapahtuu leivän paiston jälkeen. Kuumassa uunissa mahdolliset homeitiöt tuhoutuvat, mutta paiston jälkeen homeitiöitä voi päätyä leivän pinnalle esimerkiksi ilmasta, jolloin leivän pinnalle alkaa muodostua homekasvustoa. [4, s. 222.] Häältymisen eli rihmataudin aiheuttaa *Bacillus subtilis* -bakteeri, jonka itiöt kestävät lämpöä eivätkä välttämättä tuhoudu leipää paistaessa [12]. Jauhojen tai muiden ainesosien mukana tulevat *Bacillus*-bakteerit erittävät entsyymejä, jotka hajottavat esimerkiksi leivän tärkkelystä ja tekevät leivän sisuksen tahmeaksi [4, s. 224].

Leivän vanhenemista voidaan hidastaa esimerkiksi prosessi- tai reseptivalinnoilla, kuten lisäämällä taikinoihin leivän sisusta pehmentäviä tai säilyvyyttä lisääviä lisäaineita. Sen lisäksi pakkauksella voidaan suojata leipää ja hidastaa sen laadun heikkenemistä. Myös leivän säilytyslämpötila vaikuttaa leivän säilymisaikaan. [4, s. 47, 213.] Leipä tulisi säilyttää huoneenlämmössä, sillä jääkaappilämpötilassa leipä kuivuu ja kovettuu nopeammin kuin huoneenlämmössä säilytetty leipä, sillä jääkaapissa leivän tärkkelys kiteytyy ja kosteus haihtuu nopeammin kuin huoneenlämmössä [20]. Myös pakastaessa leivän tärkkelys kiteytyy, mutta pakastaminen kuitenkin pysäyttää leivän vanhenemisen, jolloin leivän ominaisuudet pysyvät lähes muuttumattomina. Pakastettu leipä on hyvä paahtaa, sillä silloin kiteytynyt tärkkelys sulaa uudelleen ja leipä maistuu tuoreelta. Pakastimessa leipä säilyy noin 2–3 kuukautta. [12.]

3.2.2 Leipäjätteen hyödyntäminen

Leipä on yksi suurin hävikkiin päätyvistä elintarvikkeista sen huonon säilyvyyden vuoksi. Sen vuoksi olisi tärkeää, että syntyvä hävikkileipä voitaisiin jatkossa hyödyntää tehokkaammin sen sijaan, että se päätty jätteeksi. Nykyaikaiset teknologiat ovat hyvin pitkälle kehittyneitä, joten erilaisten hyödyntämismenetelmien ja -teknologioiden avulla hävikkileipää voitaisiin hyödyntää uusiutuvana luonnonvarana. [17.]

Leipäjäte on hyvin tärkkelyspitoista, minkä ansiosta se sopii hyvin biomassaksi ja on helppo hajottaa. Leipäjäte on hyvää raaka-ainetta esimerkiksi mikro-organismille, sillä mikro-organismien kuten bakteerien ja hiivojen tuottamien entsyymien avulla biomassasta saadaan pilkottua yksinkertaisempia sokereita entsyymaattisen hydrolyysin avulla. Nämä saadut yksinkertaiset sokerit voidaan fermentoida uusien tuotteiden valmistamiseksi. Hydrolyysistä saatuja sokereita voidaan hyödyntää esimerkiksi biojalostamoissa, bioetanolin, polttoaineiden ja kemikaalien valmistuksessa. [17.] Vaasan Oy:n leipomoissa syntyvästä leipomojätteestä valmistetaan biojalostamossa biopolttoainetta, proteiinipitoista eläinrehua ja hiilidioksidia elintarviketeollisuuteen [5].

Pienpanimot ovat alkaneet käyttää ylijäämäleipää oluen valmistukseen, jossa osa maltaasta korvataan leipäjätteellä. Tutkijat ovat myös alkaneet testaamaan erilaisia menetelmiä, jossa leipäjätettä voitaisiin hyödyntää esimerkiksi tekstiilien ja synteettisten raaka-aineiden tuotannossa. [17.]

3.3 Materiaalitehokkuus

Jos kaikista tuotantoprosesseissa käytettävistä materiaaleista ei saada valmistettua lopputuotetta, syntyy materiaalihävikkiä, jolloin hukataan turhaan raaka-aineita ja materiaaleja sekä muita resursseja. Sen vuoksi on tärkeää, että materiaalien kiertoa tehostetaan ja pyritään resurssitehokkaaseen toimintaan, jotta vähennetään ympäristökuormaa. [10, s. 318.]

Tuotantoprosesseissa materiaalitehokkuudella tarkoitetaan luonnonvarojen säästeliästä käyttöä, syntyvien sivuvirtojen hallintaa, jätteen määrän vähentämistä ja materiaalien kierrätystä. Kun samalla määrällä raaka-aineita saadaan tuotettua enemmän valmiita tuotteita, materiaalitehokkuudessa on onnistuttu. Silloin tuotantoprosessissa käytetään mahdollisimman vähän ylimää räisiä materiaaleja, kuten pakkausmateriaaleja, raaka-aineita ja energiaa, ja saadaan vähennettyä tuotannon aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Materiaalitehokkuuden parantaminen vähentää tuotantoprosessissa muodostuvan jätteen määrää ja tuo yritykselle taloudellisia säästöjä. [21.]

3.4 Elintarvikealan materiaalitehokkuuden sitoumus

Suomalainen elintarviketeollisuus on jo pitkään työskennellyt kestävä n kehityksen ja vastuullisuuden parissa, joista yksi konkreettinen esimerkki on elintarvikealan materiaalitehokkuuden sitoumus. Elintarvikealan materiaalitehokkuuden sitoumuksella tarkoitetaan vapaaehtoisuuteen perustuvaa, määräaikaista sitoumusta materiaalitehokkuuden parantamiseksi elintarvikealan yrityksissä. Sitoumus on elinkeinoelämän ja valtionhallinnon välinen toimintamalli, jonka avulla pyritään saavuttamaan yhteiskunnallisia tavoitteita, kuten saada Suomesta hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä.

Elintarvikealaan tässä sitoumuksessa kuuluvat toimialajärjestöt Elintarviketeollisuusliitto ry, Matkailu- ja Ravintolapalvelut MaRa ry ja Päivittäistavarakauppa ry. [22.]

Sitoumukseen liittymällä yritys sitoutuu tekemään konkreettisia materiaalitehokkuustoimia ja raportoimaan saaduista tuloksistaan vuosittain. Materiaalitehokkuuden sitoumukseen yritykset voivat liittyä 1.1.2022–31.12.2026. Sitoumuksen päätavoitteena on yritysten materiaalitehokkuuden parantaminen ja tietoisuuden lisääminen materiaalitehokkuuden mahdollisuuksia kohtaan. Yritysten tekemillä materiaalitehokkuustoimenpiteillä voidaan edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä nostaa materiaalien kiertotalousastetta. [22.] Tällä hetkellä Vaasan Oy ei ole osallisena kyseisessä materiaalitehokkuuden sitoumuksessa, mutta toimii aktiivisesti eri tavoin vastuullisuuden ja kestävään ruoantuotannon parissa.

4 Materiaalit ja menetelmät

Opinnäytetyön käytännön osuus tehtiin Vaasan Oy:n leipomossa Vantaalla. Käytännön osuudessa tavoitteena oli selvittää leipomon tuotantolinjan toiminnasta syntyviä materiaalihävikkejä. Tuotantolinjalla valmistetaan kolmea leipätuotetta, ja tuotantolinja pyörii kahdessa vuorossa kuutena päivänä viikossa. Tässä työssä tuotteista käytetään nimiä tuote 1, tuote 2 ja tuote 3. Työ rajattiin alkavaksi taikinanteosta ja päättyvän pakkaukseen.

Ennen varsinaisia materiaalihävikkimittauksia tutustuttiin Vaasan Oy:n tuotantolinjaan, jotta saatiin selkeämpi käsitys prosessin kulusta ja syntyvistä materiaalihävikeistä. Sen lisäksi tutustuttiin Vaasan Oy:llä käytössä oleviin toiminnanohjausjärjestelmiin, joiden avulla yritys seuraa esimerkiksi materiaalien kulutusta ja toiminnan tehokkuutta, sekä tutustuttiin yrityksen hävikin laskentamalliin.

4.1 Tuotantolinjan tarkastelu

Käytännön osuus aloitettiin tutustumalla Vantaan leipomossa olevaan tuotantolinjaan. Tarkastelukierroksen aikana kierrettiin tuotantolinja läpi, jolloin saatiin

selkeämpi käsitys prosessin kulusta. Kierroksen aikana kerättiin ylös, millaista materiaalihävikkiä tuotantolinjalta syntyy sekä selvitettiin mahdolliset kohteet, joista materiaalihävikkiä syntyisi eniten. Sen lisäksi keskusteltiin linjalla työskentelevien tuotanto-operaattoreiden kanssa materiaalihävikin syntymiseen vaikuttavista tekijöistä. Suurimpana haasteena pohdittiin olevan tuotannon aikaiset ongelmat ja laiteviat, mutta myös tuotanto-operaattoreiden työskentelytavoilla saattaisi olla vaikutusta hävikin syntymiseen.

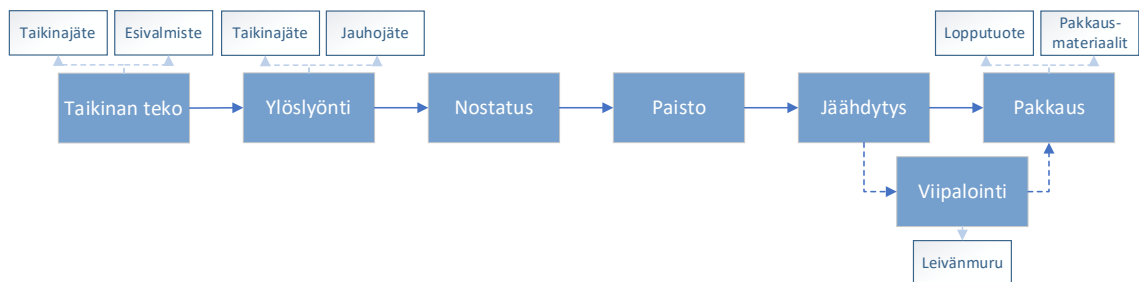
4.2 Hävikin laskentamalli

Vaasan Oy:llä prosessin aikaista hävikkiä, biojätteen määrää ja materiaalien kulutusta seurataan mm. ERP- ja OEE-järjestelmien avulla. ERP (Enterprise Resource Planning) on toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla yritykset hallitsevat keskeisiä liiketoimintaprosessejaan, kuten materiaalien kulutusta [23]. OEE (Overall Equipment Effectiveness) on mittari, jonka avulla voidaan tarkastella tuotantolinjojen kokonaistehokkuutta [24].

Yrityksellä on käytössä hävikin laskentamalli, jonka avulla se seuraa mm. prosessin aikaista hävikkiä sekä leivän ylipainoa. Prosessin aikaisella hävikillä tarkoitetaan prosessin aikana vioittuneita tuotteita ja pakkaamattomia tuotteita, joita ei voida laadullisten syiden vuoksi toimittaa asiakkaalle. Ylipainolla tarkoitetaan leivän tavoitepainon ylittävää osuutta. Hävikin laskentamalli toimii siten, että tuotannon alkupäästä valosilmien avulla lasketaan ylöslyönnistä lähteneet leipäpalat kappaleina ja pakkauksessa automaattivaaka punnitsee kaikki vaa'an läpi kulkevat valmiit leipäpussit. Tuotantoajon päätyttyä ylöslyönnistä lähtenyttä leipämäärää verrataan pakkaamon automaattivaa'an hyväksymään leipäpussimäärään, josta voidaan laskea, kuinka suuri osuus valmistetuista leivistä on päätynyt hävikkiin. Vaa'an keräämän datan avulla voidaan selvittää tuotantoajon leipäpussien keskipaino, josta nähdään, ovatko pussit olleet ylipainoisia.

4.3 Hävikki leipomossa

Jokaisella tuotantokerralla syntyy väistämättä hävikkiä, eikä siltä voida kokonaan välttyä. Leipomossa tuotannon aikana syntyy mm. biojätettä, prosessin aikaista hävikkiä sekä hävikkileipää. Esimerkiksi leivänmuru on prosessinaikaista hävikkiä, eikä siltä voida välttyä niin pitkään, kun tuotteet valmistetaan asiakkaalle halkaistuna. Alla olevassa kuvassa 2 on esitetty leivän valmistusprosessin vaiheet ja millaista materiaalihävikkiä eri prosessivaiheiden aikana syntyy.



Kuva 2. Leivän valmistusprosessin vaiheet ja sen eri vaiheiden aikana syntyvät materiaalihävikit

Leivän valmistusprosessin ensimmäinen vaihe on taikinan teko, jonka aikana syntyy taikinajätettä. Taikinajätettä syntyy esimerkiksi, jos taikinaa jää kiinni alkupään tuotantokoneisiin tai kaikkia taikinan leikkausreunoja ei saada hyödynnettyä taikinanteossa. Pääasiassa taikinan leikkausreunat kerätään talteen ja käytetään osana seuraavaa taikinaa joko saman päivän aikana tai viimeistään seuraavana päivänä. Taikinoissa voidaan käyttää taikinan esivalmistetta, jonka valmistusmäärän laskee tuotannonsuunnittelija sen mukaan, kuinka monta taikinaa päivän aikana tullaan valmistamaan. Esivalmisteella tarkoitetaan taikinan alkua, jonka annetaan tekeytyä jonkin aikaa ennen varsinaisen taikinan valmistusta. Välillä taikinan esivalmistetta jää hieman yli tuotannosta ja ylimääräinen esivalmiste päätty jätteeksi.

Taikinan teon jälkeen tulee ylöslyönti, jonka aikana voi syntyä jauho- ja taikinajätettä. Taikinajätettä syntyy, jos esimerkiksi taikinaa putoaa lattialle tai sitä tarttuu tuotantokoneisiin kiinni. Jauhoa käytetään ylöslyönnissä esimerkiksi

taikinän muotoiluun ja koristeluun, mutta sitä myös ripotellaan kuljetuslaudoille, jotta taikina ei tarttuisi kuljetuslautoihin kiinni nostatuksen aikana. Kuljetuslaudoille jäänyt ylimääräinen jauho imuroidaan jauhojäteimuriin.

Nostatuksen, paiston ja jäähdytyksen aikana ei suoranaisesti synny tässä työssä tarkasteltavia materiaalihävikkejä, mutta näiden vaiheiden epäonnistuminen taas lisää leipähävikin määrää pakkauspäässä. Esimerkiksi, jos paistolämpötila ei ole ollut riittävä ja leipä jää raa'aksi, sitä ei voida enää toimittaa asiakkaalle, vaan leivät ajetaan suoraan jäteastiaan. Pakkauksen aikana syntyviä materiaalihävikkejä ovat hukkaan menevä leipä ja pakkausmateriaalit. Sen lisäksi ennen pakkauskonetta osa tuotteista halkaistaan, jolloin syntyy leivänmuruja. Tässä työssä leivänmuruja ei ole tarkasteltu erikseen, vaan leivänmuru on sisällytetty pakkauksessa syntyvään lopputuotehävikkiin mukaan.

Leipomossa hävikkiä syntyy myös, jos tuotteet ovat ylipainoisia. Jokaiselle leipäpakkaukselle määritellään tavoitepaino, jolla tarkoitetaan pakkauksessa ilmoitettua painoa, ja tavoitepainon ylittävä osuus on ylipainoa. Leipätuotteiden paino säädetään heti tuotannon alussa ylöslyönnin aikana. On tärkeää, että tuotantolinjan asetukset on säädetty oikein, jotta saadaan valmistettua oikean kokoista ja muotoista leipää. Säädoistä vastaa ylöslyöjä, jolla tarkoitetaan henkilöä, joka työskentelee tuotannon alkupuolella ylöslyöntivaiheessa. Ylöslyöjä tarkkailee taikinapalojen painoa tietyn väliajoin punnitsemalla niitä ja tarvittaessa säätää linjan asetuksia, jos paino ei ole kohdillaan.

Hävikkiä syntyy myös ylileivonnasta, mitä ei kuitenkaan ole tässä työssä tarkemmin tarkasteltu. Ylileivontaa syntyy, kun tuotannossa valmistettu lopputuotteen määrä on suurempi kuin myyty määrä. Leipä on nopeasti pilaantuva elintarvike, minkä vuoksi sitä ei voida säilyttää montaa päivää varastossa. Ylileivontaa voidaan hallita huolellisen tuotannonsuunnittelun avulla.

4.4 Tarkastelupisteet

Tuotannosta valittiin tarkastelupisteet sen mukaan, mistä materiaalihävikkiä syntyi silmämääräisesti eniten. Taikinajätteestä tarkasteluun valikoitui taikinan teossa kerättävä taikinan leikkausreuna. Tuotantoajossa taikina kaulitaan taikinamatoksi ja kaulitun taikinamaton reunat leikataan pois. Taikinan leikkausreunat eli kantit siirtyvät kuljettimia pitkin takaisin taikinan tekoon, jossa ne pääasiassa hyödynnetään uusien taikinoiden valmistuksessa, sillä jokaiseen taikinaan käytetään tietty osuus kanteja. Tuotantoajon lopussa kanttia kerätään sovittu määrä taikina-astioihin, jotka viedään kylmiöön odottamaan seuraavan tuotantopäivän ajoa. Kun tarvittu määrä on saatu kerättyä, loppuosa kanteista päätyy biojätteeksi.

Ylöslyönnissä jauhoa kerääntyy useaan eri astiaan, joten olisi ollut haastavaa kerätä ja punnita jokaiseen astiaan päätyvä jauhون määrä. Sen vuoksi ylöslyönnistä valittiin kolme tarkastelupistettä, joista tarkasteltiin hukkaan menevää jauhون määrää. Ylöslyönnistä valitut tarkastelupisteet on esitetty alla olevassa kuvassa 3.



Kuva 3. Jauhojen kolme tarkastelupistettä. Vasemmalla ensimmäinen tarkastelupiste, johon kerääntyy kaulinnan jälkeinen alajauho. Keskellä toinen tarkastelupiste, johon kerääntyy ripottelujauho. Viimeinen tarkastelupiste oikealla on jauhojäteimuri.

Lopputuotteesta aiheutuvaa hävikkimäärää tarkasteltiin neljällä tarkastelupisteellä. Lopputuotteella tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä valmista leipää. Ensimmäinen tarkastelupiste oli heti jäähdytyksen jälkeen, jossa tarkasteltiin ohi ajettavaa määrää. Jokaisen tuotantoajon kärjestä ajetaan tietty määrä valmista leipää suoraan jäteastiaan, jotta voidaan varmistua leipätuotteiden tasalaatuisuudesta. Toinen tarkastelupiste oli spiraalikuljettimet, joita pitkin paistetut leipätuotteet siirtyvät jäähdytyksestä pakkauslinjalle. Kolmantena tarkastelupisteenä oli ennen pakkauskonetta syntyvä lopputuotehävikki ja neljäntenä taas pakkauskoneen jälkeen syntyvä lopputuotehävikki.

Materiaalihävikkimittauksissa tarkasteltiin myös syntyvää pakkausmateriaalihävikkiä. Tässä työssä tarkasteltavia pakkausmateriaaleja olivat tyhjät leipäpussit ja sulkijanauhat. Pakkauspussit ovat muovisia pusseja, joihin valmistuneet leivät pakataan. Valmiit leipäpussit suljetaan sulkijanauhoilla.

4.5 Materiaalihävikkimittaukset

Tuotantolinjalla valmistetaan kolmea leipätuotetta, joista käytetään tässä nimiä tuote 1, tuote 2 ja tuote 3. Materiaalihävikkimittaukset tehtiin kolmen viikon aikana yhteensä kuutena eri päivänä. Jokaista tuotetta tarkasteltiin kolmen tuotantoajon verran, jotta voitiin selvittää, onko tuotantopäivien välillä eroja hävikin syntymisessä. Tuotantolinjalla valmistetaan leipää kahdessa vuorossa, joten tuotteet 1 ja 2 tarkasteltiin aina samoina päivinä ja tuote 3 eri päivinä. Materiaalihävikkimittauksissa tarkasteltiin biojätteeseen päätyvää taikina- ja jauhojätettä, syntyvää lopputuotehävikkiä ja hukkaan heitettäviä pakkausmateriaaleja. Sen lisäksi tuotteiden 2 ja 3 leivonnassa käytetään taikinan esivalmistetta, joka otettiin mukaan näiden tuotteiden materiaalihävikkimittauksiin.

Jokainen mittauskerta aloitettiin siivoamalla tuotantolinja ja varmistamalla, ettei edellisestä ajosta ollut jäänyt mitään materiaalia, joka voisi vaikuttaa mittaustuloksiin. Tarkastelupisteille asetettiin keräysastiat, joihin tarkasteltavat materiaalit kerättiin. Jokainen keräysastia punnittiin, jotta astian paino voitiin vähentää lopputuloksesta.

Taikinan esivalmiste kerättiin erilliseen astiaan, jolloin ylimääräinen, jätteenksi päätyvä osuus voitiin punnita. Tuotannon alkupäästä tyhjennettiin yksi biojättestia ja siihen kerättiin biojätteenksi päätyvät taikinan leikkausreunat. Jauhot kerääntyivät automaattisesti tuotantoajon aikana jauhoastioihin. Ripottelujauhoastia ja jauhojäteimuri tyhjennettiin tunnin välein, sillä astiat olivat melko pienet ja täyttyivät melko nopeasti. Jokaisella tyhjennyskerralla kerätty jauhomäärä punnittiin, jotta voitiin laskea tunnin aikana keskimäärin syntyvän jauhojätteen määrä. Alajauhoastiaan kertynyt jauhomäärä punnittiin vasta tuotantoajon jälkeen. Hävikkileivän keräysastiat tyhjennettiin ja jokaiselle tarkastelupisteelle asetettiin yksi keräysastia. Sulkijanauhoille oli oma keräysastia, ja tyhjät leipäpussit kerättiin tyhjään jättesäkkiin.

Tuotanto-operaattorit ohjeistettiin lajittelemaan kaikki mittauksissa tarkasteltavat materiaalihävikit niille osoitettuihin keräysastioihin. Esimerkiksi alipainoiset leipäpussit pakkauspäässä purettiin ja eroteltiin lopputuotteet, tyhjät leipäpussit ja sulkijanauhat erikseen. Opinnäytetyön tekijä osallistui materiaalihävikkimittauksiin ja tarkkaili koko tuotantoajon ajan materiaalihävikin syntymistä ja varmisti materiaalien sujuvan lajittelun. Tuotantoajon päätyttyä opinnäytetyön tekijä punnitsi kaikki kerätyt materiaalihävikit.

5 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Työssä tarkasteltiin kolmen leipätuotteen (tuote 1, tuote 2 ja tuote 3) tuotantoprosessista syntyvää materiaalihävikkiä. Tarkasteltavat materiaalihävikit olivat taikinan esivalmiste, taikina, jauho, leipä ja pakkausmateriaalit. Sen lisäksi tarkasteltiin ylipainon vaikutusta hävikin määrään.

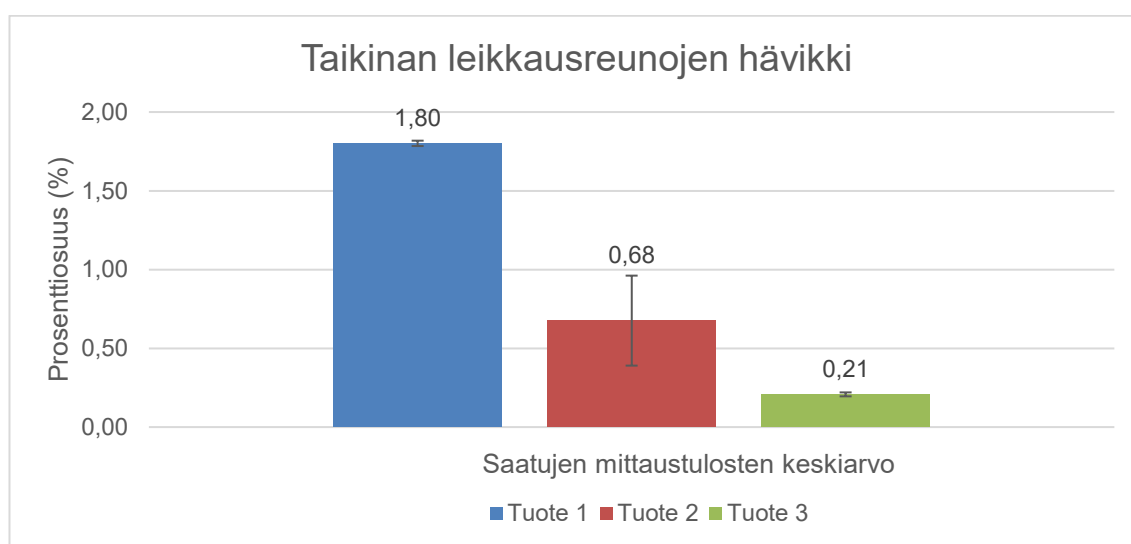
5.1 Taikinan esivalmiste

Taikinan esivalmisteesta ei saatu luotettavia mittaustuloksia, sillä esivalmisteen määrän mittaaminen osoittautui odotettua haastavammaksi. Mittaustulos saatiin vain yhdestä tuotteesta ja yhdeltä mittauspäivältä. Sen lisäksi mittauspäivältä saatu tulos poikkesi huomattavasti normaalista päivästä. Yleensä taikinan

esivalmistetta tehdään pieni määrä ylimääräistä, mutta mittauspäivänä laskuvirheen takia taikinan esivalmistetta oli tehty suurempi määrä, kuin tuotannossa olisi todellisuudessa tarvittu. Sen vuoksi taikinan esivalmisteen mittaustulos jätettiin pois raportista, sillä vertailukelpoisia tuloksia ei saatu kerättyä.

5.2 Taikina

Tässä työssä tarkasteltiin, kuinka suuri osa taikinan leikkausreunoista eli kanttireunoista päättyi tuotantoprosessin aikana biojätteeksi. Alla olevassa kuvassa 4 on esitetty saatujen kolmen päivän mittaustulosten keskiarvot ja se, kuinka suuri prosenttiosuus koko valmistetusta taikinamäärästä päättyi biojätteeksi.



Kuva 4. Biojätteeksi päätyneiden taikinan leikkausreunojen prosenttiosuus koko tehdystä taikinamäärästä tuotteittain. Jokaisesta tuotteesta on esitetty mittaustulosten keskiarvot ja keskihajontana päiväkohtainen vaihtelu.

Kuvasta 4 nähdään, että eniten taikinan leikkausreunoja päättyi biojätteeksi tuotteella 1. Eroja tuotteiden välille aiheuttaa päivän aikana valmistettavan taikinan määrä. Tuotteiden 1 ja 2 valmistusmäärät ovat huomattavasti pienemmät kuin tuotteen 3, minkä vuoksi tuotteen 3 hävikkiin päätyvän taikinan osuus on prosentuaalisesti pienempi verrattuna tehtyyn taikinamäärään. Sen lisäksi tuotteille 2 ja 3 on annostelujärjestelmään määritelty resepti, jossa tietty osuus kanttireunaa lisätään jokaiseen taikinaan, minkä ansiosta lähes kaikki kantit saadaan

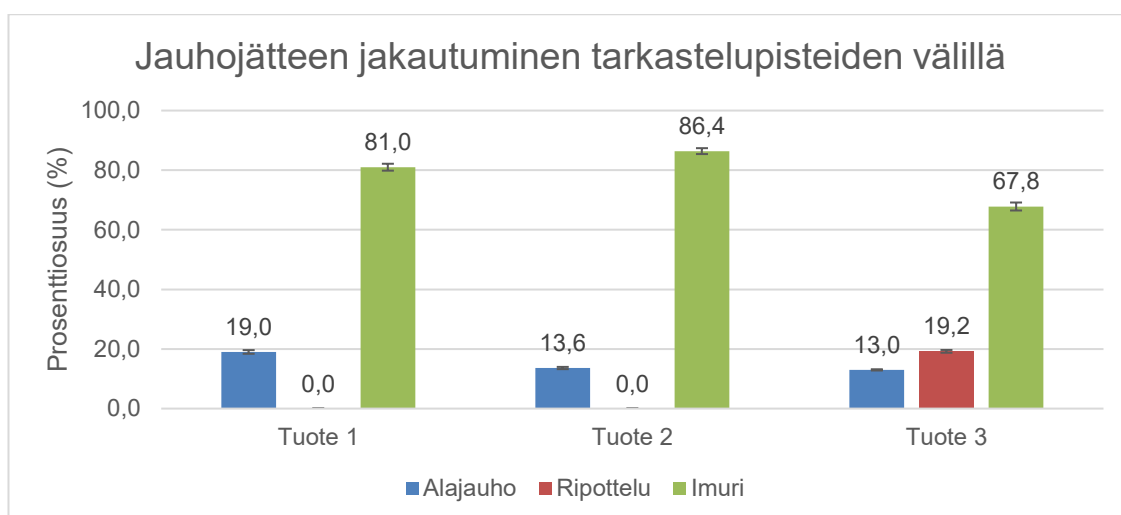
hyödynnettyä tuotantoajoissa. Tuotteen 1 taikinanteossa hyödynnetään myös syntyvää kanttireaunaa, mutta se on tuotantolinjan uusiin tuotteet, eikä sille ole vielä erikseen määritelty annostelujärjestelmään taikinaa, joka sisältäisi tietyn osuuden kanttireaunaa. Taikinajätteen määrää tuotteella 1 voitaisiin todennäköisesti hallita paremmin, jos tuotteelle määriteltäisiin annostelujärjestelmään myös taikinan leikkausreunoja sisältävä taikinaresepti.

Taikinan kanttireaunan aiheuttama biojätteen määrä ei ole prosentuaalisesti suuri osuus verrattuna koko tehtyyn taikinamäärään, mutta jos kaikki kanttireaunat saataisiin koko tuotantoajossa hyödynnettyä, voitaisiin vuosittaisella tasolla tehdä säästöjä ja pienentää edelleen taikinahävikin määrää. Tuotantoajon lopussa taikinalaatikoihin kerättiin tietty määrä taikinan leikkausreunoja, jotka hyödynnettiin seuraavan päivän tuotantoajossa. Ylimääräinen leikkausreuna heitettiin biojäteastiaan. Jos ylimääräinen leikkausreuna kerättäisiin talteen ja jaettaisiin taikinalaatikoiden välille tasan, niin yhden keräysastian taikinan kanttireaunan määrä nousisi vain hieman. Tämä ei todennäköisesti vaikuttaisi merkittävästi taikinan rakenteeseen, mutta taikinajätteen määrä kanttireaunojen osalta vähenisi.

5.3 Jauho

Tuotantolinjalla oli useita jauhoastioita, joihin tuotantoajon aikana kerääntyi jauhojätettä. Jokaisen jauhoastian jauhomäärän punnitseminen olisi ollut haasteellista ilman, että materiaalihävikkimittaukset olisivat häirinneet normaalia tuotantoajoa. Jokaisen astian punnitseminen erikseen olisi vienyt aikaa ja seuraavan tuotteen aloitus olisi saattanut viivästyä. Sen vuoksi syntyvän jauhojätteen määrää mitattiin kolmesta eri tarkastelupisteestä. Tarkastelupisteet olivat kaulauksesta syntyvä alajauho, ripottelujauho ja jauhojäteimuriin kerääntyvä jauhojäte. Ripottelujauhoa ei käytetty tuotteilla 1 ja 2, minkä vuoksi näillä tuotteilla oli vain kaksi tarkastelupistettä. Tarkastelupisteet valikoituivat sen mukaan, mihin jauhojätettä kerääntyi silmämääräisesti eniten.

Mittauspäivinä jauhojäteimurin ja ripottelujauhon astiat tyhjennettiin tunnin välein ja laskettiin, kuinka paljon jauhojätettä syntyi näillä tarkastelupisteillä tunnissa. Kaulauksen jälkeisen alajauhon jauhojemäärä punnittiin vasta koko tuotantoajan jälkeen, joten jakamalla saatu mittaustulos ajoajalla saatiin laskettua syntyvän jauhojätteen määrä tunnissa. Jokaisen kolmen päivän mittaustuloksista laskettiin keskiarvo syntyneen jauhojätteen määrästä eri tarkastelupisteillä ja tätä keskiarvoa verrattiin tarkastelupisteillä syntyvään kokonaisjauhojemäärään. Näin saatiin selville, millä tarkastelupisteellä jauhojätettä syntyi prosentuaalisesti eniten tunnissa. Kuvassa 5 on esitetty, miten jauhojäte jakautui eri tarkastelupisteiden välille.



Kuva 5. Jauhojätteen jakautuminen prosentuaalisesti tunnin aikana eri tarkastelupisteiden välillä. Keskihajontana on esitetty tuntikohtainen vaihtelu jauhojätteen määrässä eri tarkastelupisteillä.

Kuvasta 5 nähdään, että jokaisella tuotteella jauhojäteimuri keräsi suurimman osuuden jauhojätteestä. Jauhojäteimuri kerää nostatuslautojen jauhottamiseen käytetyn ylimääräisen jauhon. Tuotteilla 1 ja 2 oli vain kaksi tarkastelupistettä ja tuloksista nähdään, että molemmilla tuotteilla yli 80 % tunnin aikana syntyvästä jauhojätteestä kerääntyi jauhojäteimuriin ja loppu jauhomäärä kerääntyi alajauhoastiaan. Tuotteella 3 jauhoa kerääntyi toiseksi eniten ripotteluastiaan ja vähiten alajauhoastiaan.

Tuotteen 3 ripottelujauhon määrä on laskettu vain kahdelta ensimmäiseltä mittauskerralta, koska kolmannella mittauskerralla selvisi, että osa tuotanto-operaattoreista kierrättää ripottelujauhon. Tuotanto-operaattoreita haastatteleamalla selvisi, että osa kierrättää ripottelujauhon ja osa ei. Osa tuotanto-operaattoreista ei kierrätä ripottelujauhoa varmistaakseen, ettei laite tukkeutuisi, jos ripottelujauhon sekaan olisi päätynyt esimerkiksi taikinan paloja. Tuotanto-operaattoreiden toimintatavat vaikuttavat syntyvän jauhohävikin määrään ainakin tuotteella 3. Tässä ratkaisuna voisi toimia tekemisen yhtenäistäminen, jolloin tuotannossa sovittaisiin, että ripottelujauho kierrätettäisiin joka kerralla. Laitteen tukkeutumisista voitaisiin ehkäistä esimerkiksi siivilöimällä kierrätettävä jauho.

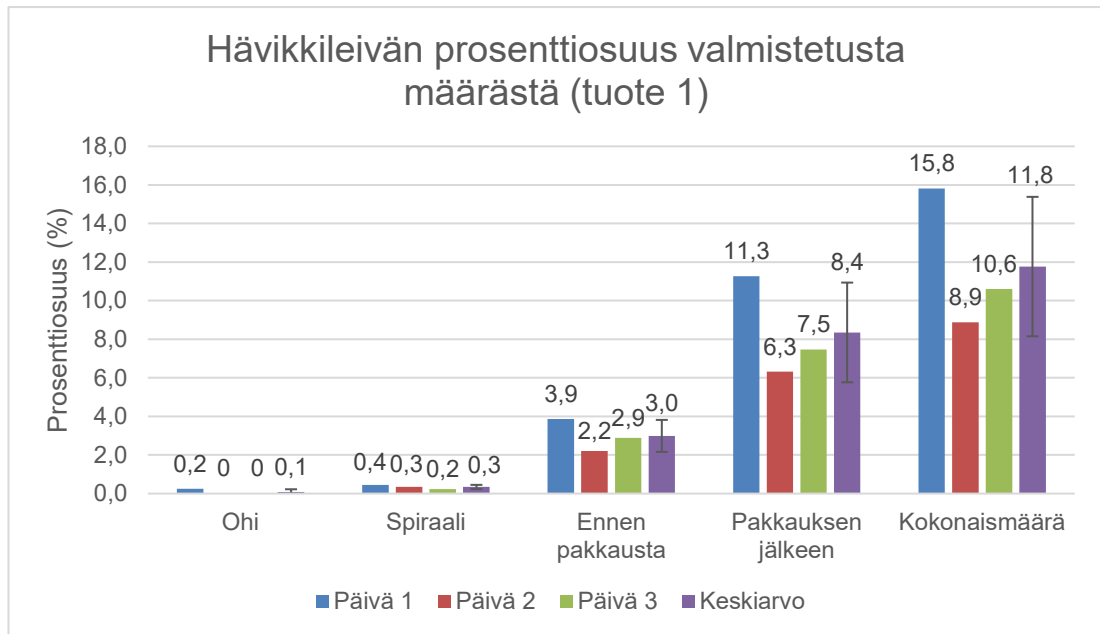
Jauhojätteen määrää olisi mahdollista vähentää esimerkiksi, jos jauhoja pystyttäisiin käyttämään tuotannossa uudelleen. Jauhojen uudelleen käyttäminen vähentäisi jauhojen kokonaiskulutusta ja samalla myös biojätteen määrää, jolloin yritys säästäisi myös kierrätyskustannuksissa.

5.4 Leipä

Jos valmista leipää joudutaan tuotannon aikana heittämään pois, sitä kutsutaan leipähävikiksi. Tässä työssä tarkasteltiin jäähdytyksen jälkeen syntyvän leipähävikin määrää. Leipähävikkiä tarkasteltiin neljästä eri tarkastelupisteestä, jotka olivat ohi ajettava määrä, spiraalikuljettimilta pudonneet leivät, ennen pakkauskonetta syntyvä leipähävikki ja pakkauskoneen jälkeen syntyvä leipähävikki. Tulokset esitetään tuote kerrallaan, jotta voidaan tarkastella eroja tuotantopäivien välillä. Kappaleen lopussa on lisäksi pohdittu keinoja vähentää tuotannossa syntyvän leipähävikin määrää.

5.4.1 Tuote 1

Tuote 1 oli tuotantolinjan uusi tuote, sillä tuotteen valmistaminen oli alkanut tuotantolinjalla vasta muutama kuukausi sitten. Alla olevassa kuvassa (kuva 6) on esitetty tuotteen 1 leipähävikin prosenttiosuus koko valmistetusta tuotantomäärästä tuotannon eri vaiheissa.



Kuva 6. Tuotteen 1 valmistuksessa syntyneen leipähävikin prosenttiosuus verrattuna koko valmistettuun tuotantomäärään. Mittaustulokset on esitetty mittauspäivä ja tarkastelupiste kerrallaan, ja jokaisesta tarkastelupisteestä on laskettu hävikkileivän kolmen päivän keskiarvo sekä keskihajonnat eri päivien mittauksista. Oikealla on esitetty yhteenlaskettu hävikin kokonaismäärä päiväkohtaisesti.

Kuvasta 6 nähdään, että tarkastelupisteiden välillä oli selkeitä eroja hävikin muodostumisessa. Tuotteella 1 on sovittu, että kärkeä ei ajeta suoraan jäteastiaan, vaan tuote ohjataan suoraan pakkauskoneelle, sillä tuotteet ovat tasalaa-tuisia jo alusta lähtien. Tämän vuoksi ensimmäiseltä tarkastelupisteeltä ei synny tuotteella 1 leipähävikkiä lainkaan. Poikkeuksena tässä kuitenkin oli ensimmäinen mittauskerta, jolloin pieni osuus tuotannon kärjestä ajettiin suoraan jäteastiaan, sillä leipä tuotteet eivät olleet alussa oikean muotoisia. Toiselta tarkastelupisteeltä eli spiraaleilta aiheutuva hävikki oli jokaisella mittauskerralla melko pientä, sillä vain pieni osuus leivistä putosi spiraaleilta lattialle. Lattialle pudonneet leivät heitettiin suoraan jäteastiaan. Kuvasta nähdään, että eniten leipähävikkiä syntyi pakkauskoneelta, ja vielä tarkemmin eriteltynä pakkauksen jälkeen eli neljänneltä mittauspisteeltä. Pakkauskoneen jälkeen syntyvä leipähävikki johtui esimerkiksi siitä, että valmistunut leipäpussi oli väärän painoinen tai huonosti pakattu, minkä vuoksi leipäpussi jouduttiin purkamaan ja laittamaan jätteeseen.

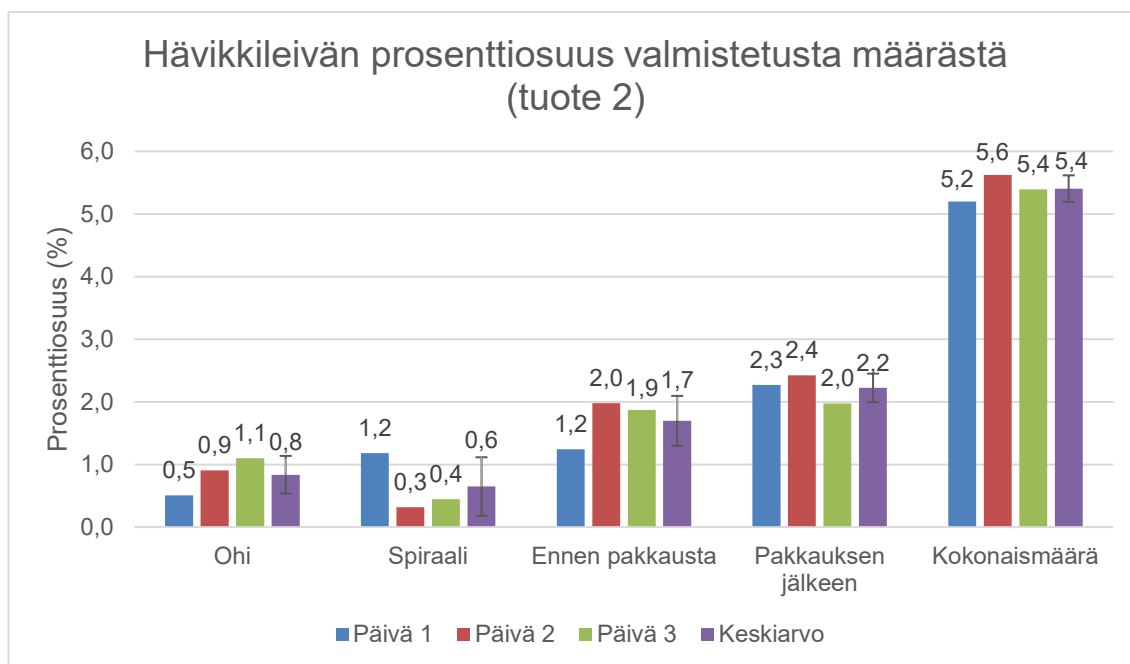
Kuvasta 6 nähdään, että tuotantopäivien välillä oli vaihtelua, sillä selkeästi eniten hävikkiä syntyi ensimmäisenä mittauspäivänä. Ensimmäisenä mittauspäivänä syntyneen leipähävikin osuus koko valmistetusta määrästä oli 15,8 %. Ensimmäisenä mittauspäivänä pakkauskoneen niputtajan kanssa oli haasteita, minkä vuoksi syntyi paljon vajaita ja avonaisia leipäpusseja ja valmistuneet leipäpussit jouduttiin purkamaan ja laittamaan jätteeseen. Niputtajalla leivät asetuvat halutun kokoisiin leipäpinoihin ennen pakkaamista. Sen lisäksi pakkauskoneen säätämiseen kului aikaa, mikä aiheutti pääasiassa ennen pakkauskonetta syntyvän leipähävikin. Lyhyetkin pysähdykset pakkauskoneella vaikuttivat leipähävikin määrään, sillä jokaisen pysähdyksen aikana koko muu tuotantolinja pyöri kuitenkin koko ajan ja suurin osa pysähdyksen aikana pakkauskoneelle tulleista leivistä putosi lattialle.

Toisena mittauspäivänä tuotantolaitteiden kanssa ei ollut juurikaan teknisiä ongelmia ja leipähävikkiä syntyiikin kyseisenä päivänä kaikista pienin määrä, 8,9 % koko valmistetusta määrästä. Kolmannella mittauskerralla oli pieniä haasteita pakkauskoneen kanssa, sillä pussin sulkijanauhat eivät asettuneet oikealle kohdalle leipäpussissa tai sulkijanauhat puuttuivat kokonaan, minkä vuoksi leipähävikin osuus kolmantena mittauspäivänä oli 10,6 %.

Tuote 1 oli tuotantolinjan uusiin, joten leipähävikin vaihtelusta eri päivinä voitiin päätellä, että todennäköisesti osa tuotanto-operaattoreista oli päässyt harjoittelemaan tuotteen pakkaamista enemmän kuin toiset. Eron huomasi esimerkiksi pakkauskoneen säätämisessä, sillä enemmän tuotetta pakanneille tuotanto-operaattoreille oikeiden säätöjen löytäminen oli helpompaa kuin vähemmän pakanneille. Sen lisäksi hävikin määrään vaikuttivat pakkauslaitteiden toimivuus, sillä ongelmat pakkauskoneen kanssa lisäsivät hävikkileivän määrää.

5.4.2 Tuote 2

Alla olevassa kuvassa 7 on esitetty tuotteen 2 leipähävikin prosenttiosuus koko valmistetusta tuotantomäärästä tuotannon eri vaiheissa.



Kuva 7. Tuotteen 2 valmistuksesta syntyneen hävikkileivän prosenttiosuus verrattuna koko valmistettuun tuotantomäärään. Mittaustulokset on esitetty mittauspäivä ja tarkastelupiste kerrallaan ja jokaisesta tarkastelupisteestä on laskettu hävikkileivän kolmen päivän keskiarvo sekä keskihajonnat eri päivien mittauksista. Oikealla on esitetty yhteenlaskettu hävikin kokonaismäärä päiväkohtaisesti.

Kuvasta 7 nähdään, että jokaiselta tarkastelupisteeltä syntyi jonkin verran hävikkileipää, mutta mittauspäivien välillä ei ole huomattavia eroja syntyneen hävikin määrässä. Ensimmäisenä mittauspäivänä leipähävikin osuus kaikilla tarkastelupisteillä oli 5,2 %, toisena mittauspäivänä 5,6 % ja kolmantena mittauspäivänä 5,4 %. Eniten hävikkileipää syntyi kahdelta jälkimmäiseltä mittauspisteeltä eli ennen pakkauskonetta ja pakkauskoneen jälkeen, yhteensä 3,9 %.

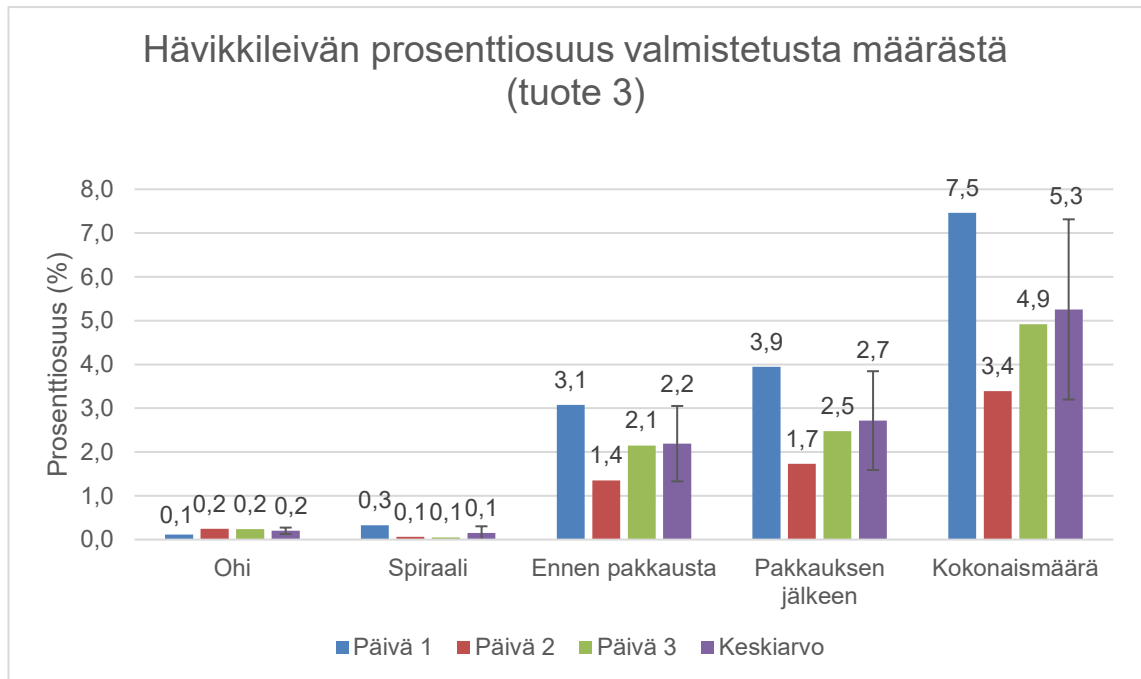
Ensimmäisenä mittauspäivänä tuotantomäärä oli kaikista suurin, mikä voisi selittää ohi ajetun leipämäärän prosentuaalisesti pienintä osuutta. Jokaisen tuotantoajan alussa ajettiin lähes sama aika leipätuotteita ohitukseen, joten ohi ajettu määrä ensimmäisellä mittauskerralla oli prosentuaalisesti pienempi verrattuna kokonaismäärään. Toisena ja kolmantena mittauspäivänä suunnitellut tuotantomäärät olivat keskenään samansuuruisia, minkä vuoksi myös ohi ajetut leipämäärät olivat hyvin lähellä toisiaan.

Ensimmäisenä mittauspäivänä spiraaleilta aiheutunut hävikki oli suurinta verrattuna muihin mittauspäiviin. Tämä johtui siitä, että leivät jäivät muutamia kertoja jumiin spiraaleihin ja tukkivat kuljettimet. Muina mittauspäivinä spiraaleilta aiheutunut leipähävikki oli melko vähäistä ja satunnaisesti vain muutamia leipiä putosi spiraaleilta lattialle.

Pakkauskone aiheutti haasteita jokaisena mittauspäivänä, minkä vuoksi leipähävikki oli suurinta kahdella viimeisellä tarkastelupisteellä. Pakkauskoneen ratojen säätämisen kanssa oli hieman hankaluuksia jokaisen tuotantoajon alussa. Tätä voisi selittää se, että tuotteet 1 ja 2 ajettiin joka kerta peräkkäin ja näiden tuotteiden muoto on hyvin erilainen keskenään, jolloin ratojen säätämisen kanssa tuli olla tarkka. Kun pakkauskoneen ratojen säädöt saatiin kuntoon, leipien pakkaaminen sujui hyvin. Pakkauskoneen jälkeinen hävikki johtui pääasiassa vajaista leipäpusseista tai pusseista, joista puuttui sulkijanauha tai se oli väärässä kohtaa.

5.4.3 Tuote 3

Alla olevassa kuvassa 8 on esitetty tuotteen 3 hävikkileivän prosenttiosuus koko valmistetusta tuotantomäärästä tuotannon eri vaiheissa.



Kuva 8. Tuotteen 3 valmistuksesta syntyneen hävikkileivän prosenttiosuus verrattuna koko valmistettuun tuotantomäärään. Mittaustulokset on esitetty mittauspäivä ja tarkastelupiste kerrallaan ja jokaisesta tarkastelupisteestä on laskettu hävikkileivän kolmen päivän keskiarvo sekä keskihajonnat eri päivien mittauksista. Oikealla on esitetty yhteenlaskettu hävikin kokonaismäärä päiväkohtaisesti.

Kuvasta 8 nähdään, että kahdelta ensimmäiseltä tarkastelupisteeltä syntynyt hävikkimäärä oli hyvin pientä verrattuna kahteen seuraavaan mittauspisteeseen. Ensimmäisenä mittauspäivänä leipähävikin osuus kaikilla tarkastelupisteillä oli 7,5 %, toisena mittauspäivänä 3,4 % ja kolmantena mittauspäivänä 4,9 %. Tuotteen ohi ajettava leipähävikin määrä oli prosentuaalisesti hyvin pieni verrattuna siihen, kuinka paljon tuotetta päivän aikana valmistettiin. Spiraaleilla prosentuaalinen leipähävikin määrä koko valmistetusta määrästä oli myös hyvin pientä. Ensimmäisenä mittauspäivänä spiraaleilla oli syntynyt hieman enemmän leipähävikkiä kuin muina mittauspäivinä, sillä ensimmäisenä mittauspäivänä muutama leipä tuli spiraalikuljetinta alas poikittain ja jäi jumiin spiraalien alareunaan, mikä esti muidenkin leipien pääsyn kuljettimille ja leipää putosi lattialle.

Ennen pakkauskonetta ja pakkaus koneen jälkeen syntyivät suurimmat määrät leipähävikkiä, sillä kolmen päivän keskiarvo hävikkileivän määrässä

pakkauskoneella oli yhteensä 4,9 %. Kuvasta 8 nähdään myös, että näillä mittauspisteillä päivittäinen vaihtelu oli melko suurta. Ensimmäisenä mittauspäivänä pakkauskoneen kanssa oli suuria haasteita, sillä pakkauskoneen litistäjä oli epäkunnossa ja leivät jäivät litistäjien alle jumiin useita kertoja. Litistäjän tehtävänä on nimensä mukaisesti tarkoituksena litistää tuote ennen pakkauskoneelle menoa. Lähes kaikki pakkauksen jälkeen syntyvä leipähävikki aiheutui ensimmäisellä mittauskerralla litistäjien ongelmista, sillä leipäpussit olivat alipainoisia, pusseista puuttui leipiä tai pussit olivat avonaisia. Sen lisäksi ensimmäisenä mittauspäivänä tuotantolinjan laatikointi oli jumissa, ja tuotanto-operaattorit joutuivat syöttämään leipälaatikoita käsin linjalle, jolloin pakkauskoneiden tarkastelu oli välillä haasteellista. Leipähävikin määrä oli ensimmäisenä mittauspäivänä suurta, mutta todennäköisesti määrä olisi voinut olla vieläkin suurempi, jos materiaalihävikkimittauksia ei olisi tehty. Nyt tuotantolinjalla oli poikkeuksellisesti ylimääräistä apua, joka pystyi syöttämään laatikoita, jolloin tuotanto-operaattoreilla oli enemmän aikaa keskittyä pakkauskoneen toimintaan.

Toisena ja kolmantena mittauspäivänä tuotantolaitteet toimivat hyvin, eikä pakkauskoneella ollut sen suurempia ongelmia. Tämä näkyi heti hävikin määrissä, jotka olivat huomattavasti pienemmät kuin ensimmäisellä mittauskerralla. Ainoastaan kolmantena mittauspäivänä yöslöynnissä oli heti tuotannon alussa muutamia pysähdyksiä, jotka luultavasti vaikuttivat hieman lopputuotehävikin määrään, sillä alkuun leivän paino vaihteli jonkin verran ylipainoisesta alipainoiseen. Yöslöynnissä tapahtuvat pysähdykset pysäyttävät kokonaan tuotannon alkupuolen linjan, joten pienetkin viivästykset tuotannon alkupäässä ovat kriittisiä taikinan rakenteelle. Jos esimerkiksi taikina pääsee nousemaan liikaa ennen paistoa, leivät saattavat paiston aikana lässähtää, mikä vaikuttaa leivän painoon.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) raportin mukaan leipomotuotteiden valmistuksesta aiheutuva keskimääräinen hävikkiprosentti Suomessa olisi noin 6,5–8 % [25]. Materiaalihävikkimittauksissa selvitettiin pakkausproses- sissa syntyvän leipähävikin määrää kolmena tuotantopäivänä eli kuinka suuri oli

kokonaisleipähävikin määrä verrattuna valmistettuun leipämäärään nähden. Näistä mittauspäivistä laskettiin keskiarvo kokonaisleipähävikille.

Tuotteen 1 kohdalla laskettu keskiarvotulos oli 11,8 %, mikä on jonkin verran suurempi kuin MTT:n tutkimuksessa saatu tulos. Tuotteiden 2 ja 3 kohdalla mitatun leipähävikin määrä oli huomattavasti pienempi verrattuna tuotteeseen 1. Tuotteen 2 kohdalla laskettu keskiarvotulos oli 5,4 % ja tuotteen 3 keskiarvotulos oli 5,3 %, jolloin saadut tulokset olivat alle MTT:n raportin keskimääräisen hävikkiprosentin. Mutta toisaalta laskettaessa keskiarvo näiden kolmen tuotteen hävikkileivän määrästä (7,5 %) se osuu MTT:n keskimääräiseen hävikkiin, eli tulokset ovat linjassa aiempien tutkimusten kanssa.

Tuotantolaitteiden toimivuus vaikutti suuresti hävikin määrään. Kun tuotantolaitteet toimivat hyvin eikä tuotantoon tullut ylimääräisiä keskeytyksiä, hävikin määrä oli hyvin maltillinen. Heti kun tuotantolaitteiden kanssa tuli ongelmia, niin leipähävikin määrä alkoi myös kasvaa. Pienetkin keskeytykset tuotannon aikana lisäsivät syntyvän leipähävikin määrää. Sen vuoksi tuotantolaitteiden huoltaminen säännöllisesti on tärkeää, jotta voidaan varmistaa tuotantolaitteiden toimivuus ja välttää esim. tarpeettomat laitepysähdykset.

Tuotanto-operaattoreiden erilaiset työskentelytavat vaikuttivat myös leipähävikin määrään. Esimerkiksi pakkauskoneen ratojen säätämisessä oli erilaisia toimintatapoja. Osa tuotanto-operaattoreista haki paistosta muutaman valmiin leivän ja sääti niiden avulla radat kuntoon, kun taas osa sääti radat silmämääräisesti. Materiaalihävikkimittausten aikana keskustelu tuotanto-operaattoreiden kanssa nosti esiin tarpeen saada pakkauskoneelle mitta-asteikko, jonka avulla ratojen säätäminen olisi helpompaa. Tarkkojen mitta-arvojen antaminen leivälle olisi haastavaa, sillä leipä on tuote, joka ei ole täysin samanlaista joka kerta. Säätoasteikon avulla olisi kuitenkin helpompaa hahmottaa pakkauskoneen ratojen säätämistä ja mitta-arvot voisivat olla suuntaa antavia.

Tuotteilla 2 ja 3 tuotannon alun kärki ajettiin suoraan jäteastiaan. Tällä haluttiin varmistaa, että kaikki tuotteet olivat tasalaatuisia eikä esimerkiksi tuotannon kärjen leipä ollut palanutta. Materiaalihävikkimittausten aikana tarkasteltiin heti

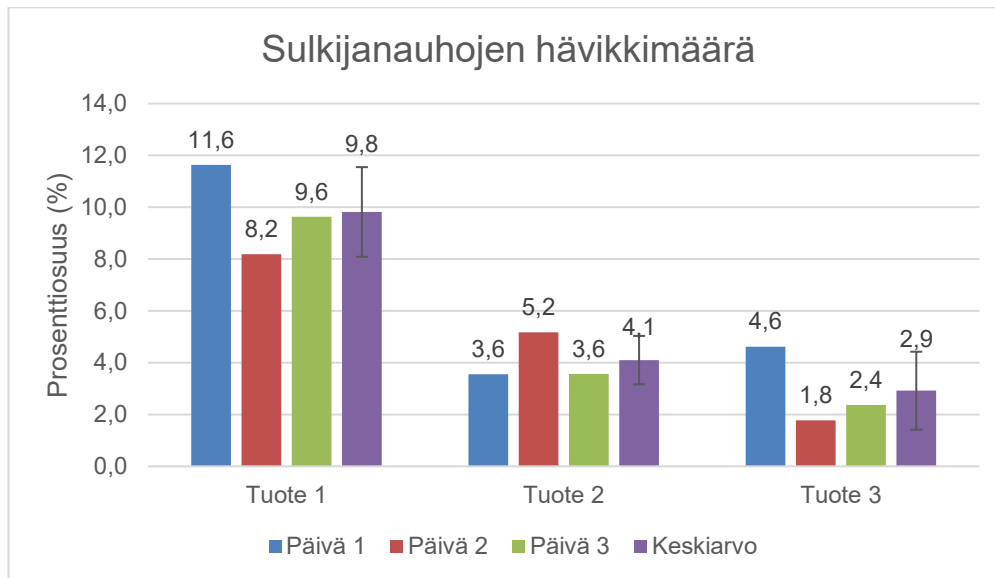
paistosta tullutta tuotannon kärkeä ja silmämääräisesti näytti, että tuotteet voitaisiin ajaa suoraan pakkauskoneelle eikä kärkeä välttämättä tarvitsisi ajaa ohi jäteastiaan. Toisaalta mittausten aikana saatiin selville, että ohi ajettava määrä ei loppujen lopuksi päivittäin ollut kovin suuri verrattuna koko ajettavaan määrään, mutta vuosittaisella tasolla tulos voisi olla jo merkittävä. Jos esimerkiksi kuvitellaan, että ohi ajettava määrä päivittäin olisi 10 kg ja vuodessa olisi 300 tuotantopäivää. Tällöin ohi ajettava määrä aiheuttaisi 3 000 kg leipähävikkiä vuosittain ja jos kuvitellaan, että kyseisen tuotteen täysinäinen leipäpussi painaisi 300 g, hävikkiin päätyisi 10 000 leipäpussia vuosittain. Muilla tuotantolinjoilla tuotantoajon kärjen ajaminen jätteeksi on välttämätöntä, sillä tuotannon kärki palaa helposti. Tällä tuotantolinjalla olisi kuitenkin vielä uudelleen hyvä tarkastella, onko tuotannon kärki todella tarpeellista ajaa hävikkiin, vai voitaisiinko se ajaa alusta asti suoraan pakkauskoneelle, kuten tuotteen 1 kanssa jo tehdään.

5.5 Pakkausmateriaalit

Materiaalihävikkimittauksissa tarkasteltiin leivän pakkaukseen tarkoitettuja pakkausmateriaaleja eli tyhjiä pakkauspusseja ja sulkijanauhuja, joilla täydet leipäpussit suljetaan.

5.5.1 Sulkijanauhat

Sulkijanauhat kerättiin pieneen keräysastiaan ja kerätty määrä punnittiin kokonaisuudessaan tuotantoajon loputtua. Jotta saatiin selvitettyä hävikkiin päätyvä kappalemäärä, punnittiin erikseen 10 sulkijanauhaa, joista saatiin laskettua yhden sulkijanauhan paino. Koko punnittu sulkijanauhamäärä jaettiin yhden sulkijanauhan painolla, jotta voitiin verrata syntyneitä hävikin kappalemäärää koko kulutettuun kappalemäärään. Koko kulutettu kappalemäärä saatiin laskemalla valmistunut leipäpussimäärä ja syntyneen hävikin määrä yhteen. Kuvassa 9 on esitetty, kuinka suuri osa kulutetuista sulkijanauhuista päätyi hävikkiin. Tulokset on esitetty päivä- ja tuotekohtaisesti, ja kuvaan on merkitty myös kolmen päivän keskiarvo ja päivien välinen keskihajonta.



Kuva 9. Sulkijanauhojen kappalemäärän hävikkiosuus koko kulutetusta kappalemäärästä mittauspäivä ja tuotekohtaisesti. Kuvaan on merkitty myös kolmen päivän keskiarvo ja päivien välinen keskihajonta.

Kuvasta 9 nähdään, että sulkijanauhoja päätyi eniten hävikkiin tuotteella 1 ja vähintään tuotteella 3. Sulkijanauhahävikkiä syntyi esimerkiksi, kun pakkauskooneelta putosi sulkijanauhoja lattialle tai leipäpusseja jouduttiin purkamaan väärän painon vuoksi.

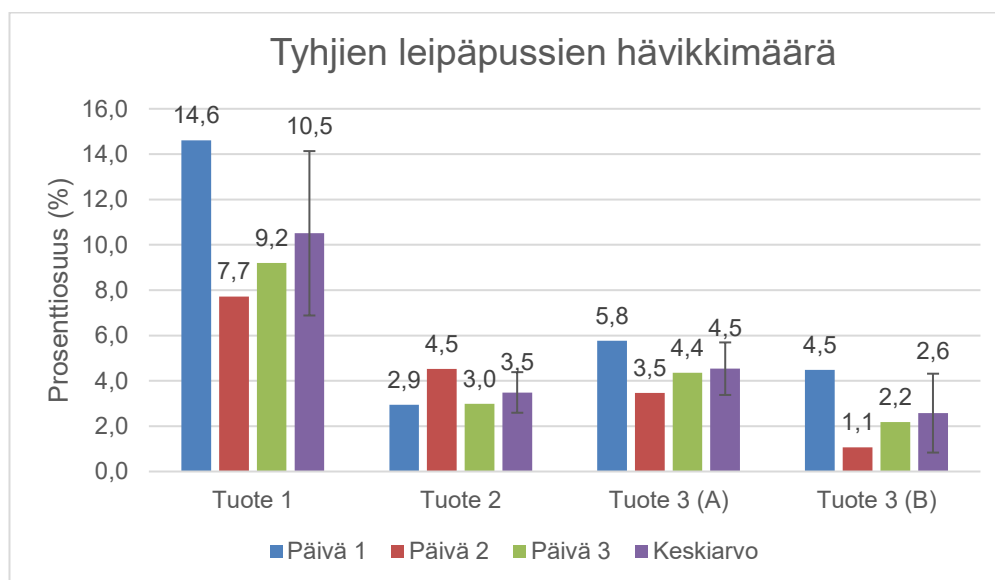
Tuotteilla 1 ja 2 sulkijanauhojen hävikkimäärissä oli jonkin verran päiväkohtaista vaihtelua. Tuotteella 2 sulkijanauhojen päiväkohtainen vaihtelu ei ollut kovin suurta. Tätä selittää tuotteen 2 tuotantoajojen tasaisuus, sillä ajettavat tuotantomäärät olivat hyvin samanlaisia päivittäin ja jokaisella tuotantokerralla pakkauspuolen haasteet olivat hyvin samankaltaisia. Jokaisen tuotantoajon alussa pakkauskooneen säätöjen kanssa oli hieman haasteita, jolloin sulkijanauhoja putosi lattialle ja leipäpusseja jouduttiin purkamaan väärän painon vuoksi, mikä aiheutti syntyneen sulkijanauhahävikin.

Tuotteella 1 syntynyt sulkijahävikkimäärä oli kaikista suurinta. Niin kuin aiemmin jo todettiin, tuotteen 1 pakkaamisessa oli eniten haasteita, sillä osa

valmistuneista leipäpusseista oli väärän painoisia tai huonosti pakattuja ja jouduttiin purkamaan, jolloin syntyi sekä leipä- että pakkausmateriaalihävikkiä. Tuotteella 1 myös päiväkohtainen vaihtelu oli suurinta, mihin vaikutti osittain esimerkiksi tuotanto-operaattoreiden erilaiset tavat ratojen säätämisessä. Sulkijanauhon hävikkimäärissä näkyi myös tuotteella 3 päiväkohtaista vaihtelua. Tuotteen 3 kohdalla eniten sulkijanauhahävikkiä syntyi ensimmäisenä tarkastelupäivänä, jolloin pakkaus kone pakkasi paljon avonaisia ja vajaita pusseja, minkä takia myös sulkijanauhon putosi paljon lattialle.

5.5.2 Tyhjät leipäpusit

Tyhjät leipäpusit kerättiin tyhjään jätessäkiin, joka punnittiin tuotantoajan lopussa. Jotta saatiin laskettua hävikkiin päätyneen kappalemäärä, punnittiin erikseen 10 tyhjää leipäpusia, joista saatiin laskettua yhden leipäpussin paino. Koko valmistettu tuotantomäärä ja hävikkiin päätyneet pusit laskettiin yhteen, jotta voitiin tarkastella, kuinka suuri osuus koko käytetystä pussimäärästä päätyi hävikkiin. Tulokset on esitetty kuvassa 10. Tuotteella 3 leipäpusikokoja oli kahta erilaista, minkä vuoksi tuote 3 on jaoteltu seuraavassa kaaviossa nimillä tuote 3A ja tuote 3B.



Kuva 10. Tyhjien pussien hävikkiosuus koko kulutetusta pussimäärästä mittauspäivä ja tuotekohtaisesti. Kuvaan on merkitty myös kolmen päivän keskiarvo ja päivien välinen keskihajonta.

Kuvasta 10 nähdään tulosten samankaltaisuus sulkijanauhojen kanssa, sillä kun syntyy sulkijanauhahävikkiä, samalla syntyy myös aina hävikkiä pusseista. Eniten pusseista syntyi hävikkiä tuotteella 1, ja myös päiväkohtainen vaihtelu oli kyseisellä tuotteella kaikista suurinta. Pakkauskoneen haasteet ja tuotanto-opeeraattoreiden erilaiset toimintatavat vaikuttivat varmasti syntyneen hävikin määrään.

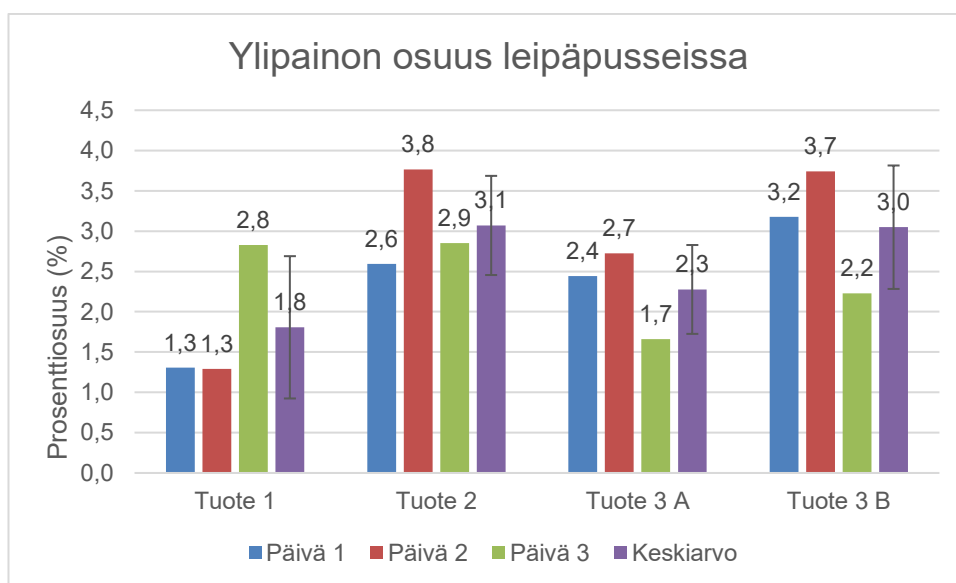
Tuotteella 2 syntynyt päiväkohtainen vaihtelu ei ollut kovin suurta, mikä todettiin jo sulkijanauhojen kohdalla. Tätä selittää tuotteen 2 tuotantoajojen tasaisuus, sillä ajettavat tuotantomäärät olivat hyvin samansuuruisia päivittäin ja jokaisella tuotantokerralla pakkauspuolen haasteet olivat hyvin samanlaisia.

Tuotteen 3 kohdalla voidaan todeta, että eniten hävikkiä syntyi ensimmäisenä mittauspäivänä riippumatta siitä, kumpaa leipäpussikokoa tuotannossa ajettiin. Voidaan myös todeta, että vähemmän pussihävikkiä syntyi tuotteella 3B kuin tuotteella 3A. Varmuutta erojen syystä ei saatu täysin selvitettyä, mutta yksi mahdollinen vaihtoehto olisi se, että tuotteen 3A pakkauksen aikana olisi ollut enemmän haasteita pakkauskoneen kanssa.

Pakkauskoneen toimivuus vaikutti syntyvän pakkausmateriaalien hävikin määrään, joten paras keino pakkausmateriaalihävikin vähentämiseksi olisi varmistaa tuotantolaitteiden toimivuus. Sen lisäksi olisi tärkeää, että kaikki käytössä olevat materiaalit hyödynnettäisiin loppuun asti eikä esimerkiksi sulkijanauharullia vaihdettaisi ennen kuin edellinen olisi käytetty mahdollisimman loppuun. Hävikkiin päätyvät pakkausmateriaalit on myös hyvä kierrättää, jotta noudatetaan hyviä kiertotalouden periaatteita ja saadaan jätehuoltokustannuksia pienennettyä. Vaasan Oy:llä on käytössä jätteiden kierrätysjärjestelmä ja syntyvä jäte kerätään niille tarkoitettuihin jäteastioihin ja jätteet kierrätetään asianmukaisesti.

5.6 Ylipainon osuus

Ylipainolla tarkoitetaan leipäpussin tavoitepainon yli menevää osuutta. Jokaiselle tuotteelle on määritelty täyden leipäpussin tavoitepaino, jolla tarkoitetaan pakkauksessa ilmoitettua painoa. Vaasan Oy:llä tarkistetaan jokaisen valmistuneen leipäpussin paino, sillä jokainen leipäpussi kulkee automaattivaa'an läpi. Tässä opinnäytetyössä laskettiin vaa'an hyväksymien, valmiiden leipäpussien painoista keskiarvo. Pussien keskiarvopainoa verrattiin tavoitepainoon ja saatiin laskettua, kuinka monta prosenttia leipäpussien keskipaino oli yli tavoitepainon. Kuvassa 11 on esitetty, kuinka monta prosenttia ylipainoa on keskimääräisesti ollut jokaisessa vaa'an hyväksymässä valmiissa leipäpussissa.



Kuva 11. Vaa'an hyväksymien täysien leipäpussien ylipainon prosenttiosuus verrattuna leipäpussin tavoitepainoon. Kuvassa on myös esitetty kolmen päivän keskiarvo sekä keskihajonnat.

Kuvasta 11 nähdään, että jokaisena mittauspäivänä leipäpussien keskiarvopaino oli jonkin verran yli tavoitepainon. Vähiten ylipainoa oli syntynyt tuotteella 1 ja eniten tuotteella 2. Kuvasta 11 nähdään myös, että jokaisella tuotteella oli jonkin verran päiväkohtaisia eroja ylipainon määrässä. Tuotteella 1 ylipainon osuus oli kahtena ensimmäisenä päivänä kohtuullinen, mutta kolmantena mittauspäivänä ylipainon määrä oli yli kaksi kertaa suurempaa, kuin kahtena

ensimmäisenä mittauspäivänä. Tuotteella 2 taas ensimmäisen ja kolmannen mittauspäivän ylipainon osuudet olivat lähellä toisiaan, mutta toisena mittauspäivänä se oli huomattavasti suurempi, kuin kahtena muuna mittauspäivänä. Tuotteella 3 nähdään, että ylipainon osuus molemmilla tuotteilla A ja B oli hyvin saman suuntainen. Toisena mittauspäivänä ylipainon määrä oli suurinta ja pienintä kolmantena mittauspäivänä.

Ylipainon määrään vaikuttivat ennen kaikkea ylöslyöjien eli tuotannon alkupäässä toimivien tuotanto-operaattoreiden toiminta. Ylöslyöjä tarkkailee taikinapalojen painoa tietyn väliajoin punnitsemalla niitä ja tarvittaessa säätämällä linjan asetuksia, jos paino ei ole kohdillaan. Painon säätäminen on välillä hieman haastavaa, sillä muutokset eivät näy tuotantolinjalla heti. Asetusten säätäminen tapahtuu ylöslyönnin alkupäässä, mutta taikinapalat punnitaan vasta ylöslyönnin loppupäässä, jolloin taikinapalat on ehditty jo paloittaa ja muotoilla halutunlaisiksi tuotteiksi. Kuluu siis useita minutteja, ennen kuin ylöslyöjä näkee, miten asetusten säätäminen on vaikuttanut tuotteiden painoon. Varsinkin lyhyissä tuotantoajoissa painon säätäminen on haastavaa, sillä taikinapalojen painoa ei ehditä säätämään montaa kertaa. Mitä nopeammin ylöslyöjä saa taikinapalojen painon kuntoon, sitä vähemmän syntyy ylipainoista tuotetta.

Tuotteiden ylipaino aiheuttaa suurempia raaka-ainekustannuksia yritykselle, kun tehdystä taikinamäärästä ei saada valmistettua mahdollisimman suurta määrää valmiita leipäpusseja. Mutta toisaalta on parempi, että leipäpusseja ovat olleet hieman ylipainoisia kuin alipainoisia, sillä Ruokaviraston laatiman ohjeen mukaan valmistettujen tuotteiden sisällön määrä saa tietyissä rajoissa vaihdella, mutta keskimääräisesti sisällön tulee olla joko yhtä suurta tai jopa hieman suurempaa kuin pakkauksessa ilmoitettu tavoitepaino [26]. Sen vuoksi on parempi, että tuotannossa valmistetaan hieman ylipainoisia tuotteita, kuin alipainoisia tuotteita. Ylipainoiset tuotteet voidaan lähettää asiakkaalle, mutta alipainoiset leipäpusseja joudutaan purkamaan ja leivät päätyvät hävikkiin.

6 Johtopäätökset

Lopputuloksena voidaan todeta, että suurin osa toteutetuista materiaalihävikkimittauksista onnistui hyvin ja saatiin kerättyä arvokasta dataa sekä yritykselle, mutta myös yleisesti. Tällaisia tutkimuksia ei ole paljoa saatavilla, sillä yleensä tällaiset tulokset eivät ole julkisia ja sen vuoksi saatua dataa ei voitu täysin verrata aiempien tutkimustulosten kanssa.

Insinööriyön tavoite saavutettiin, sillä saatiin selvitettyä, mitä ja mistä eri materiaalihävikkilajeja syntyy, kuinka paljon niitä syntyy ja mitkä ovat niiden aiheuttajat. Taikinan teossa syntyvää hävikkiä olivat esivalmiste- ja taikinajäte, ylöslyönissä taikina- ja jauhojäte ja pakkauksessa leipä- ja pakkausmateriaalijäte. Selvisi, että hävikin määrään vaikuttavat tuotantolaitteiden toimivuus, tuotanto-opeeraattoreiden erilaiset toimintatavat ja tuotantomäärät. Laiteviat ja ongelmat näkyivät heti hävikin määrässä, minkä vuoksi laitteiden säännöllinen huoltaminen on tärkeää, jotta voidaan varmistaa tuotantolaitteiden toimivuus. Tuloksista selvisi myös, että mitä isommat tuotantomäärät olivat, sitä pienempi oli syntyvä leipähävikin määrä. Eniten hävikkiä syntyi heti tuotannon alussa tuotevaihtojen yhteydessä. Materiaalihävikkimittausten aikana selvisi myös, että tuotanto-opeeraattoreilla oli hieman erilaisia toimintatapoja, joten tekemisen yhtenäistäminen ja ohjeistaminen olisi tärkeää, jotta kaikki toimisivat samalla tavalla.

Osa mittauksista epäonnistui, sillä ei saatu kerättyä riittävästi dataa, jotta tulokset olisivat olleet luotettavia. Leivontaprosessissa on monta vaihetta ja välillä mittausten valvominen osoittautui haastavaksi, sillä opinnäytetyöntekijä ei voinut olla tuotannon alku- ja loppupuolella samaan aikaan. Tuotanto-opeaattorit oli ohjeistettu lajittelemaan tarkastelun kohteena olevat materiaalihävikit erikseen, mutta välillä lajittelu ja materiaalihävikkimittaukset pääsivät heiltä unohtumaan ja keräysastiat oli rutiininomaisesti ehditty tyhjentämään ennen aikojaan.

Lopputuloksena voidaan todeta, että leivontaprosessissa syntyy jokaisella tuotantokerralla väistämättä hävikkiä eikä siltä voida kokonaan välttyä. Materiaalihävikkimittausten aikana saatiin selvitettyä, missä hävikkiä syntyy eniten, ja

löydettiin muutamia potentiaalisia kohteita, joissa hävikin määrää voitaisiin mahdollisesti vähentää. Jatkossa olisi hyvä selvittää, onko tuotannon kärki tuotteilla 2 ja 3 tarpeellista ajaa suoraan hävikkiin vai voisiko tuotannon alun ohjata suoraan pakkauskoneelle. Sen lisäksi olisi hyvä tarkastella, olisiko tuotantolinjalta syntyvä jauhojäte mahdollista kierrättää uudelleen käytettäväksi.

Lähteet

- 1 Hyrylä, Leena. 2021. Leipomoala – paikallisuudesta kansainvälisyyteen. Työ- ja elinkeinoministeriö. Toimialaraportti. 8.12.2021. Helsinki.
- 2 Vastuullisuus elintarvikealalla. Elintarviketeollisuusliitto. Verkkoaineisto. <<https://www.etl.fi/tietoa-ruoka-alasta/vastuullisuus-elintarvikealalla/>>. Luettu 8.11.2023.
- 3 Suomen kansallinen ruokahävikkitiekartta. Luonnonvarakeskus. Verkkoaineisto. <<https://ruokahavikkitiekartta.fi/>>. Luettu 6.11.2023.
- 4 Hurri-Martikainen, Maija. Ignatius, Ari. Jussila, Aimo. Salovaara, Hannu. 2017. Leivonnin teknologia. Helsinki: Bookwell.
- 5 Vaasan Oy. Verkkoaineisto. <<https://www.vaasan.fi/>>. Luettu 21.9.2023.
- 6 Toimiala. Verkkoaineisto. TEPA-termipankki. <<https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/toimiala>>. Luettu 25.12.2023.
- 7 Toimialaluokitus 2008. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <<https://www2.stat.fi/fi/luokitukset/toimiala/>>. Luettu 21.11.2023.
- 8 Hyvönen, Paula; Määttä, Sinikka; Saarela, Anna-Maria & Von Wright, Atte. 2010. Elintarvikeprosessit. Kuopio: Suomen Graafiset Palvelut Oy.
- 9 Uljas, Päivi & Uljas, Risto. 2019. Leiväntekijät. Helsingin Leipomotyöntekijäin ammattiosasto ry. Helsinki: Keuruun Laatupaino Oy.
- 10 Aho, Johanna; Koponen, Mari; Mattila, Hanna; Pajunen, Nani; Pasto, Matti-Pekka & Stalder, Sari. 2019. Monipuolinen elintarvikeala. Turenki: Hansaprint Oy.
- 11 Leipomot. Verkkoaineisto. Dosetec Exact. <<https://www.dosetec.fi/leipomot/>>. Luettu 22.12.2023.
- 12 Tietoa leivästä. Verkkoaineisto. Leipätiedotus. <<https://www.leipatiedotus.fi/tietoa-leivasta.html>>. Luettu 25.9.2023.
- 13 Jalkanen, Lotta; Katajajuuri, Juha-Matti; Koivupuro, Heta-Kaisa; Reinikainen, Anu & Silvennoinen, Kirsi. 2010. Elintarvikeketjussa syntyvä ruokahävikki. MTT: Jokioinen.
- 14 Mitä kiertotalous on ja miksi sillä on merkitystä. 2023. Verkkoaineisto. Euroopan parlamentti. <<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta>>. Luettu 9.11.2023.

- 15 Vastuullinen kuluttaminen: Kuluttajavalinnat. Kuluttajaliitto. Verkkoaineisto. <<https://www.kuluttajaliitto.fi/materiaalit/vastuullinen-kuluttaminen-ruokavalinnat/>>. Luettu 30.10.2023.
- 16 Ruokahävikki ja ruokajätteen vähentäminen. Verkkoaineisto. Euroopan unionin neuvosto. <<https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/food-losses-waste/>>. Päivitetty 2.10.2023. Luettu 25.12.2023.
- 17 Dymchenko, Alan; Geršl, Milan & Gregor, Tomáš. 2023. Trends in bread waste utilization. Teoksessa Trends in Food Science & Technology 132 (2023) s. 93–102.
- 18 English, Alicia; Fabi, Carola; Federighi, Giovanni; McMenomy, Theresa; Mulligan, Fergus; Pay, Ellen; Skøt, Jakob & Vaz, Sara. 2019. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. FAO. 2019. Rome.
- 19 Berg, Jenny. 2016. ETL:n jäte- ja sivuvirtaselvitys 2016. Elintarviketeollisuusliitto.
- 20 Pellas, Lotta. 2023. Näistä syistä juureen tehty leipä säilyy pidempään kuin hiivaleipä. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/ruoka/art-2000009959250.html>>. Luettu 25.12.2023.
- 21 Kansallisen materiaalitehokkuusohjelman päivitystyöryhmä. Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella. 2018. Työ- ja elinkeinoministeriö. Helsinki.
- 22 Elintarvikealan materiaalitehokkuuden sitoumus. Verkkoaineisto. Motiva. <<https://sitoumus2050.fi/documents/20143/650632/Elintarvikealan+MAT-SIT+2022-2026.pdf/c4897c74-d676-e5a7-1756-5415c134e868>>. Luettu 23.11.2023.
- 23 Mikä on ERP. Verkkoaineisto. SAP. <<https://www.sap.com/finland/products/erp/what-is-erp.html>>. Luettu 28.11.2023.
- 24 KNL/OEE. Verkkoaineisto. Novotek. <<https://www.novotek.fi/etusivu/ratkaisut-ja-tuotteet/knl-oe/>>. Luettu 28.11.2023.
- 25 Koivupuro, Heta-Kaisa; Jalkanen, Lotta; Katajajuuri, Juha-Matti; Reinikainen, Anu & Silvennoinen, Kirsi. 2012. Ruokahävikki suomalaisessa ruokaketjussa.
- 26 Elintarviketieto-opas elintarvikevalvojille ja elintarvikealan toimijoille. 2019. Ruokaviraston ohje 17068/2.