



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Ville-Markus Valtonen

Tuotteen kokonaishävikki

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

2.4.2020

Tekijä Otsikko	Ville-Markus Valtonen Tuotteen kokonaishävikki
Sivumäärä Aika	30 sivua + 2 liitettä 2.4.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	bio- ja elintarviketekniikka
Ohjaajat	tuotanto- ja tuotekehityspäällikkö Tea Tilander järjestelmä- ja kehityspäällikkö Aino Nenonen prosessi-insinööri Jani Lavonen lehtori Carola Fortelius-Sarén
<p>Työn tavoitteena oli selvittää suomalaisen elintarvikeyrityksen tuotteen X valmistuksesta syntyvän hävikin määrä. Mitattavia hävikkejä olivat raaka-aine- ja pakkausmateriaalihävikki. Haluttiin tietää jokaisen prosessin kohdalla prosessiin menevän tuotteen määrä ja se, kuinka paljon tuosta määrästä saatiin tuotetta ulos. Hävikkeille laskettiin määrän lisäksi rahallinen arvo.</p> <p>Työssä punnittiin syntyvien raaka-aine- ja pakkaushävikkien määriä eri prosesseissa. Spagettikaavioilla saatiin visuaalista tietoa raaka-aineiden reiteistä vastaanotosta varastoihin ja massantekohuoneeseen ja siitä, kuinka kukin raaka-aine liikkui tuotteen massaa valmistettaessa. Kaavion perusteella todettiin, ettei yrityksessä tehty pitkiä tai turhia matkoja raaka-aineiden kanssa. Työssä tutkittiin myös annostelukoneen annostelun hajontaa, mistä syntyy paljon yli- ja alipainohävikkiä. Kokeiltiin, oliko annostelijan syöttönopeuden muuttamisella vaikutusta annostelun hajontaan. Selvisi, että syöttönopeus vaikutti hajontaan, mutta vaikutus oli niin pieni, ettei yksinomaan syöttönopeuden muuttamisella ollut hyötyä hävikin pienentämisessä.</p> <p>Työn tavoite ei täysin onnistunut, koska jotkin mittaukset jäivät lyhyiksi ja suuntaa antaviksi. Varmempien tuloksien saamiseksi olisi pitänyt suurentaa otantaa ainakin massantekohuoneen ja annostelun lattiahävikin kohdalla. Pakkaamon hävikin mittaus ei onnistunut, vaan työssä käytettiin yrityksen järjestelmään kirjattuja tietoja. Annostelutarkkuuden ja -hajonnan tuloksia voi pitää onnistuneena ja siitä saatuja tuloksia voidaan mahdollisesti hyödyntää jatkossa.</p>	
Avainsanat	hävikki, valmisruoka, spagettikaavio, annostelun hajonta

Author Title	Ville-Markus Valtonen Total product waste
Number of Pages Date	30 pages + 2 appendices 2 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major	Biotechnology and Food Engineering
Instructors	Tea Tilander, Production and Product development Manager Aino Nenonen, System and Development Manager Jani Lavonen, Process Engineer Carola Fortelius-Sarén, Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to study the overall amount of waste generated in the preparation process of product X in a Finnish food company. The examined wastes were raw material and packaging waste. The aim was to determine how much product was put into each process and how much end product this yielded. In addition to the weight of the waste, a monetary value was calculated as well.</p> <p>The amount of raw material waste and packaging waste generated was weighed in different processes. Spaghetti diagrams provided visual information on how the raw materials moved from goods receipt to storage and continued to food mass preparation room. The diagram also demonstrated how each raw material was moving during the mass preparation. Judging by the spaghetti diagrams, there was no unnecessary or too long movement with the raw materials. In this study the dosing dispenser and its dosing deviation was also examined. Dosing deviation, being a major cause of excess weight waste and underweight waste, was an important part of the study. It was tested if changing the dosing speed of the dosing dispenser would have an effect on the dosing deviation. It was found that the dosing speed affected the deviation, but the effect was so slight that changing the speed alone did not prove to be of any help in reducing the waste.</p> <p>This study can be considered partly successful because even though the total product waste was determined some measurements were not very comprehensive and can be regarded as directional information. For more reliable results, the sample size should have been increased, at least in the mass preparation room and in the dosing area. Measuring waste in the packaging department was not successful but the data available in the company's system was used in the study instead. However, the results from the dosing deviation were successful and the results obtained may be utilized in the future.</p>	
Keywords	waste, ready meal, spaghetti diagram, dosing deviation

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Valmisruoka	1
2.1	Valmisruokien valmistus	2
2.2	Valmisruoat Suomessa	2
3	Hävikki	2
3.1	Ruokahävikki	3
3.2	Pakkausmateriaalihävikki	4
4	Lean	4
5	Spagettikaavio	5
6	Hävikin seuranta	5
6.1	Vastaanotto ja varastointi	7
6.2	Massanvalmistus	12
6.3	Annostelu	14
6.4	Annostelutarkkuus ja -hajonta	15
6.5	Paisto ja jäädytys	23
6.6	Pakkaamo	24
6.7	Lähetämö	26
7	Tulosten tarkastelu	27
8	Yhteenveto	30
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Spagettikaaviot työntekijän liikkumisesta kunkin raaka-aineen kohdalla massaa valmistettaessa	
	Liite 2. Annostelunopeuksien hajonnat	

1 Johdanto

Työn tarkoituksena oli selvittää suomalaisen elintarvikeyrityksen tuotteen X valmistuksesta syntyvän hävikin määrä. Haluttiin tietää, kuinka paljon tuotetta sekä pakkausmateriaalia laitettiin prosessiin sisään, ja kuinka paljon näistä määristä saatiin ulos. Selvitettiin mihin tuotetta katosi ja miksi, sekä laskettiin hävikistä syntyvä rahallinen arvo. Mittavia hävikkejä olivat raaka-ainehävikki ja pakkausmateriaalihävikki. Lisäksi raaka-ainneiden kulkua vastaanotosta massanvalmistukseen havainnollistettiin spagettikaaviolla.

2 Valmisruoka

Valmisruokien, kuten kauppojen valmisaterioiden ja pikaruokaloiden tuotteiden kulutus, liittyy nykyaikaiseen kiireiseen elämäntyyliin. Ruoanlaittoon käytetään vähemmän aikaa kuin ennen ja tämän seurauksena valmisruokien, kuten valmisaterioiden ja pikaruokien kulutus on lisääntynyt. [1, s. 270.] Kysynnän kasvuun on voinut myös vaikuttaa perheen kanssa yhteisen ruokailun väheneminen sekä yhden ja kahden henkilön talouksien määrän kasvu [2, s. 239].

Valmisruoalle löytyy erilaisia määritelmiä. Scholliersin (2015) tekemässä tutkimuksessa valmisruoka on määritelty ”minä tahansa ruokana, jota on valmistettu kodin ulkopuolella” [3, s. 4.] Brunnerin (2010) tutkimuksessa määritelmä valmisruoalle on ”ruoka, joka auttaa kuluttajaa minimoimaan ajankäytön ja vaivannäön ruokaa valmistaessa, syödessä ja siivottaessa” [4, s. 498]. Elintarviketeollisuudessa se määritellään joskus ruokana, joka on valmiiksi tehty, voidaan lämmittää uudelleen sen omassa rasiassa, ei tarvitse muita ainesosia ja tarvitsee vain pienen määrän valmistelua ennen syömistä [5]. Yhteistä valmisruoissa ja niiden määritelmissä on niiden vaivattomuus ja helppous verrattuna perinteiseen ruoanlaittoon [4, s. 498]. Valmisruoka edustaa nopeaa ja helppoa vaihtoehtoa kotiruoalle [1, s. 270].

Valmisruoat eivät tarvitse ylimääräisiä ainesosia, tai jos tarvitsevat, niin vain vähäisiä määriä. Niissä on yleensä paljon energiaa, rasvaa, suolaa ja sokeria, ja tyyppillisesti vihannesten määrä jää suositusten alapuolelle. [2, s. 239.]

2.1 Valmisruokien valmistus

Valmisruokien laatuvaatimukset ja puhtauden valvonta ovat korkeat. Raaka-aineiden tulee täyttää Suomen lainsäädännön ja valmisruokatehtaan laatuvaatimukset. [6.] Valmisaterioita käsitellään elintarvikkeen turvallisuuden tai hygienian varmistamiseksi tai rakenteen tai maun parantamiseksi. Käsittelyyn voi kuulua muiden elintarvikkeiden tai ainesosien, kuten säilöntäaineiden, lisääminen sekä lämmitys, jäähdytys tai painekeitäminen. [1, s. 270.]

2.2 Valmisruoat Suomessa

Valmisruokien kulutus on ollut jatkuvasti kasvussa Suomessa ja muissa länsimaissa [7]. 95 prosenttia suomalaisista syö valmisruokaa joka viikko, sekä lähes kaksi kolmesta valmistaa ruokansa mikroaaltouunissa vähintään kahdesti viikossa. Tarjolle tulee jatkuvasti enemmän erilaisia kansainvälisiä makuja, mutta kuluttajat pitävät myös perinteisistä suomalaisista ruoista, kuten esimerkiksi lanttulaatikosta. [8.]

Suomeen on tullut lisää uusia keskisuuria ja pieniä valmisruokayrityksiä, mikä on lisännyt valmisruokamarkkinoiden monimuotoisuutta ja tarjontaa. Ne erikoistuvat usein tiettyihin tuoteryhmiin, kuten salaatteihin, luomuruokiin tai voileipiin. [8.]

Erilaisia valmisruokia ilmestyy trendien mukaan. Monien perinteisten valmisruokien, kuten lihapiirakan, paninin ja kanapastan rinnalle on tullut kasvisvaihtoehtoja, kuten kasvispiirakka, vegaaninen härkäpapu-panini ja nyhtökaurapasta. [9.]

3 Hävikki

Hävikkiä voidaan pitää tehottomuuden ja hukattujen resurssien merkinä. Hävikkien synty kuluttaa luonnonvaroja, käyttää energiaa ja vettä, kohdistaa paineita maaperään, saastuttaa ympäristöä ja aiheuttaa ylimääräisiä taloudellisia kustannuksia. [10, s. 123.]

Hävikki on mikä tahansa tuote tai materiaali, josta ei ole hyötyä. Se voi olla myös materiaalia, jonka eroon pääsystä tai hävityksestä ollaan valmiita maksamaan. Lopulta hävikki on hävikkiä vain silloin, jos sen omistaja sen siksi määrittelee. [11, s. 88–89.]

3.1 Ruokahävikki

Ruokahävikkiin on kiinnitetty entistä enemmän huomiota viime vuosien aikana. EU:ssa ruoka määritellään sellaiseksi, mikä on tarkoitettu syötäväksi, tai joka voidaan olettaa syötäväksi. Jos ruoka ei päädy lopulta syötäväksi, ruokaan ja sen tuotantoon, kuljetukseen ja hävittämiseen on käytetty resursseja tehottomasti. Tällä on huonoja ympäristöllisiä, taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia elintarvikesektorin kestävyydelle. [12, s. 6458.]

Euroopan komission rahoittaman FUSIONS (Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies) projektin määritelmä ruokahävikille on ruoka tai syömäkelpottomat ruoan osat, jotka on poistettu elintarvikeketjusta hävitettäväksi tai hyödynnettäväksi esim. kompostointiin, polttoon tai bioenergian tuotantoon. Tämän määritelmän mukaan ruokahävikkiä on myös eläinten rehuiksi tarkoitettu ruoka. [13, s. 6.]

Elintarvikeketjun alkupään ruokahävikki on suurempi ongelma kehitysmaissa, kun taas teollisuusmaissa loppupään hävikki, kuten valmiin ruoan liiallinen määrä ja poisheittäminen, on ongelmallisempaa. Tämän takia teollisuusmaissa kuluttajan rooli on erityisen keskeinen ruokahävikin synnyn kannalta. [12, s. 6458.]

Kotiruoalla on valmisruokaa pienempi vaikutus ympäristöön. Pääsyyinä tälle on tuotannon välttäminen, kylmävarastoinnin vähentäminen ja pienempi hävikin määrä. Tuoreista ainesosista tehdyillä, mikroaaltouunissa lämmitettävillä pakasteilla on valmisruoista pienin ympäristövaikutus. Tämä johtuu siitä, etteivät kauppojen suljetut pakastealtaat kuluta yhtä paljon energiaa kuin avoimet kylmähyllyt. [14, s. 299.]

FAO:n (Food and Agriculture Organization) mukaan Euroopassa kulutusvaiheen ruokahävikki muodostaa noin 35 % kaikesta hävikistä, ja jakeluvaiheen hävikki on noin 10 %.

LEI:n Euroopan komissiolle tekemässä tutkimuksessa todettiin, että 31 % ruokahävikistä syntyy kotitalouksissa ja 14 % kauppojen ja catering ateriapalveluissa. [12, s. 6459.]

3.2 Pakkausmateriaalihävikki

Pakkaus suojaa tuotetta, auttaa ruokaa pysymään tuoreena ja syömäkelpoisena pakkaamatonta ruokaa selvästi kauemmin. Hyvällä pakkauksella on iso merkitys ruokahävikin pienentämisessä. Pakkaus säästää ympäristöä vähentämällä tuotehävikkiä eri vaiheissa tuotteen matkaa. Pakkauksen ekologisuus riippuu paljolti siitä, miten hyvin se onnistuu elintarvikkeen suojauksessa. [15.] Elintarvikeyritykset voivat hallita hävikin määrää kierrättämällä ja uudelleenkäyttämällä pakkausmateriaaleja [16].

4 Lean

Lean-filosofia on työskentelytyökalu, joka pohjautuu alun perin Toyotan tuotantojärjestelmään. Pääideana on asiakkaalle tuotetun arvon maksimointi ja kaiken tuottamattoman toiminnan, hukan, eliminointi kaikissa prosessin vaiheissa. Tavoitteena on esimerkiksi vähentää työntekijöiden tekemää tarpeetonta työtä, pienentää varastoja, käyttää vähemmän aikaa tuotteiden liialliseen käsittelyyn ja reagoida nopeammin asiakkaiden kysyntään. Tuotantoa virtaviivaistamalla pyritään järjestelmään, jossa tuotteita valmistetaan kulutuskysynnän mukaan. [17, s. 170.]

Leanin tuottamattomia toimintoja ovat laatuvirheet ja uudelleen tekeminen, ylituotanto, tarpeeton kuljettaminen, odottaminen, varastointi, tarpeeton liikkuminen, liiallinen käsittely ja työntekijöiden taitojen hyödyntämättömyys [17, s. 171].

Hukan eliminoimiseksi on useita erilaisia työkaluja, kuten esimerkiksi 5S-menetelmä, Poka Yoke -järjestelmä tai Just-In-Time -periaate. Ennen kuin niitä on järkevää käyttää, ne pitää tunnistaa ja laittaa esitettävään muotoon. Tätä varten voidaan hyödyntää spaghettikaaviota. [18, s. 139-141.]

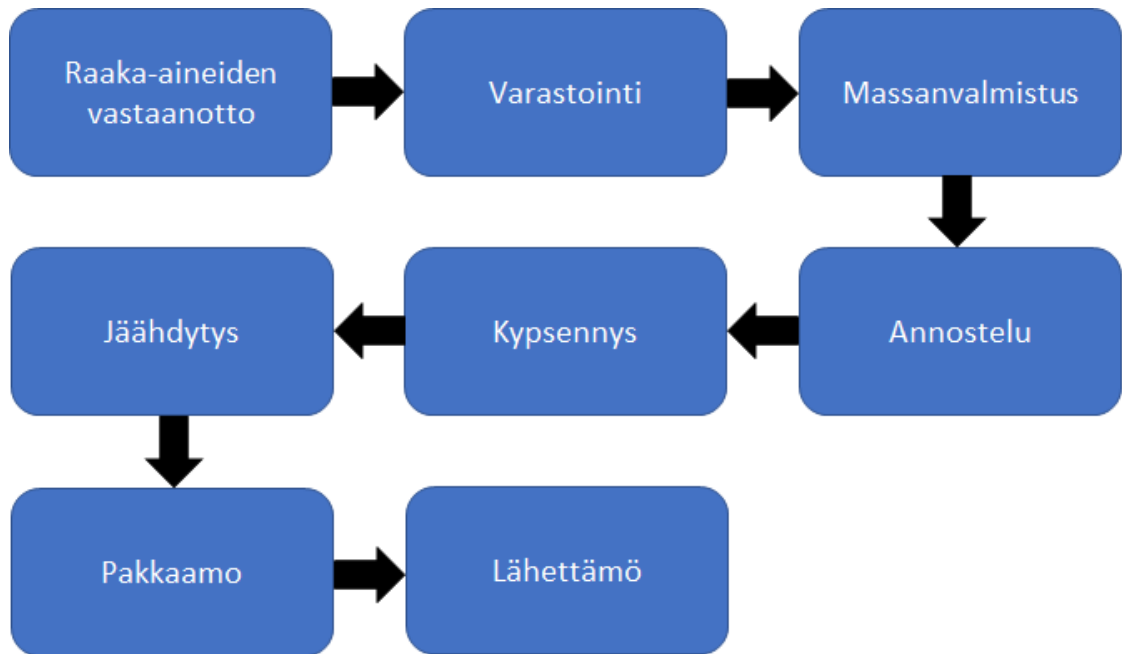
5 Spagettikaavio

Yrityksen tehokkuuteen vaikuttaa erilaisia tekijöitä. Jos keskitytään työntekijöihin, pitää löytää tapoja optimoida näiden toimintaa. Yhtenä haasteena on työntekijöiden liikkuminen tuotantoalueella. Tarpeettoman, arvoa tuottamattoman liikkumisen ja kuljettamisen visualisoinnissa ja analysoimisessa voidaan käyttää apuna spagettikaaviota. [18, s. 139.]

Spagettikaavio on tapa esittää seurattavien kohteiden, työntekijöiden tai materiaalin tms., liikkeitä viivojen avulla. Seurattava alue voi olla esim. huone tai osa tehdasta. Valmiissa spagettikaaviossa viivat mutkittelevat usein niin, että kaavio muistuttaa nimensä mukaisesti spagettia. Eri värien käyttö eri kohteille helpottaa kaavion tulkitsemistä. Valmiista kaaviosta voidaan nähdä matkojen pituuksia ja määriä, ristiin kulkevia reittejä sekä eri kohteiden liikkumiselle tyypillisiä ominaisuuksia. [18, s. 141.]

6 Hävikin seuranta

Insinöörityön tarkoituksena oli selvittää tuotteen valmistuksesta syntyvän hävikin määrä kussakin valmistusvaiheessa. Vaiheita on listattu alla olevaan prosessikaavion kahdeksan. (Kuva 1.)



Kuva 1. Tuotteen prosessikaavio.

Menetelminä hävikin selvittämiseksi käytettiin punnitsemista annosteluvaiheeseen asti, jonka jälkeen hyödynnettiin yrityksen aiempaa mittausdataa laskettaessa pakkaamon, paiston ja jäähdytyksen hävikkejä. Mitattuja raaka-ainehävikkejä olivat tuotteesta syntynyt biojäte, molliin jäänyt massa sekä pakkauksiin jääneet aineet. Mitattuun pakkausmateriaalihävikkiin lukeutuivat raaka-aineiden pakkaukset eli pahvilaatikot ja muovit.

Tuotteen reseptin raaka-aineiden määriä hyödynnettiin pakkausmateriaalihävikin laske-
misessa. Yksi erä eli kolme mollallista tuotetta, 397,37 kg (laskennallisesti 399 kg), syn-
tyy taulukon 1 mukaisista määristä raaka-aineita.

Taulukko 1. Tuotteen raaka-aineet ja niiden määrät sekä osuudet. Taulukon määrät ovat yhden erän verran, 397,37 kg.

Tuotteen raaka-aineet	Määrä (kg)	Osuus tuotteesta (%)
Raaka-aine 1	240,31	60
Raaka-aine 2	15,01	4
Raaka-aine 3	3,81	1
Raaka-aine 4	59,98	15
Raaka-aine 5	2	1
Raaka-aine 6	76,26	19

6.1 Vastaanotto ja varastointi

Pakkausmateriaali- ja raaka-ainehävikin tarkastelu alkaa vastaanotosta, jossa raaka-aineet otetaan vastaan. Suurin osa raaka-aineista tulee pahvilaatikoissa muovikelmun ympäröimillä puulavoilla. Osa raaka-ainesta tulee muovilaatikoissa sekä osa metallitankkeissa, jolloin pakkausmateriaalihävikkiä ei synny.

Vastaanoton sekä varastoinnin hävikki johtuu pääosin pakkausmateriaaleista syntyvästä hävikistä ja jonkin verran raaka-aine 2:n (jatkossa RA2) sulamisessa lähtevästä vedestä. RA2 tulee puulavoilla pahvilaatikoiden sisälle muovipusseihin pakattuna. Lava puretaan, pahvilaatikot avataan ja RA2 siirretään muovipusseissa muovilavalle. RA2:n pussit ovat jäisiä, joten ne jätetään sulamaan, jotta päästään eroon ylimääräisestä vedestä.

Veden määrä ja sen osuus RA2:n painosta testattiin punnitsemalla kolme RA2-pussia sattumanvaraisista kohdista lavaa. Pussit oli vastaanotettu aamulla ja punnitus tehtiin samana aamuna pussien ollessa vielä jäisiä. Tämän jälkeen pussit laitettiin +3 °C:een kylmähuoneeseen sulamaan ja kahden päivän päästä ne punnittiin uudelleen. Sulamisen jälkeen RA2-pussit olivat pehmeitä ja märkiä. Pusseissa oli pienen pieniä reikiä, joista vettä pääsi ulos. Silti osa vedestä ei lähtenyt pussista ja RA2 oli vetistä. Niitä käännettiin ja pussien pinnalla oleva vesi pyyhittiin pois. Keskimäärin paino laski tämän jälkeen 45 grammaa. Tuloksen luotettavuutta haittaa pusseihin jäänyt vesimäärä sekä pienenkö otanta. Tulosta voidaan pitää kuitenkin suuntaa antavana.

Yhdellä vastaanotetulla RA2:n lavalla oli 72 pussia RA2:a, jolloin sulavan veden määrä lavallisesta RA2:a aikaisemman keskiarvon, 45 g, mukaan on 3,24 kg. Sulavan veden

osuus on 0,45 % yhden RA2-pussin ja yhtä lailla RA2-lavan painosta. Veden määrä yhden päivän tuotannosta on 3,85 kg

Suurin osa vastaanoton ja varaston hävikistä syntyi pakkausmateriaaleista. Taulukkoon 2 on merkitty, kuinka paljon yhdestä lavallisesta kutakin raaka-ainetta syntyy mitäkin hävikkiä. Kuten taulukosta huomataan, varsinkin pahvia kertyi kilomääräisesti paljon, yhteensä noin 58 kg lavallisesta kutakin raaka-ainetta.

Taulukko 2. Raaka-aineiden pakkausmateriaalihävikit jaettuna pahveihin, raaka-aineen muoveihin ja lavan muoveihin.

Raaka-aine	Pahvit yhteensä (kg)	Muovipakkaukset yhteensä (kg)	Lavan muovikelmu (kg)	Pakkausmateriaalihävikki yhteensä (kg)
Raaka-aine 1	13,424	9,600	0,544	23,568
Raaka-aine 2	18,720	3,600	0,255	22,575
Raaka-aine 3	6,530	7,248	0,260	14,038
Raaka-aine 4	–	1,750	–	1,750
Raaka-aine 5	19,456	1,728	0,255	21,439
Raaka-aine 6	–	–	–	–
Yhteensä	58,130	23,926	1,314	83,370

Edellisen pakkausmateriaalihävikin määrän hahmottamisen helpottamiseksi, taulukossa 3 on ilmoitettu päivässä syntyvät määrät ja tarvittavien lavojen määrät. Päivässä pakkausmateriaalihävikkiä tulee yhteensä 385,5 kg.

Taulukko 3. Raaka-aineiden pakkausmateriaalihävikit päivätasolla.

Raaka-aine	Lavoja päivässä kpl	Pahvia päivässä (kg)	Muovipak- kauksia päivässä (kg)	Lavan muovi- kelmu päivässä (kg)	Pakkausmateriaalihävikki yhteensä päivässä (kg)
Raaka-aine 1	14,27	191,53	136,97	7,76	336,27
Raaka-aine 2	1,19	22,26	4,28	0,30	26,84
Raaka-aine 3	0,38	2,47	2,74	0,10	5,31
Raaka-aine 4	6,85	–	11,99	–	11,99
Raaka-aine 5	0,24	4,63	0,41	0,06	5,10
Raaka-aine 6	–	–	–	–	–
Yhteensä	22,92	220,89	156,39	8,22	385,50

Muuta vastaanotossa syntyvää hävikkiä voi ilmetä, jos raaka-aineita on päässyt pilaantumaan ennen vastaanottoa esimerkiksi huonon käsittelyn tai liian korkean lämpötilan takia. Raaka-ainehävikkiä voi syntyä myös työntekijöiden huolimattomuuden tai rikkinäisten pakkausten tai huonojen lavojen takia. Lavojen kaatuminen ja muut lavojen ongelmat tai raaka-aineiden pakkausten rikkoutumiset ovat kuitenkin erittäin harvinaista.

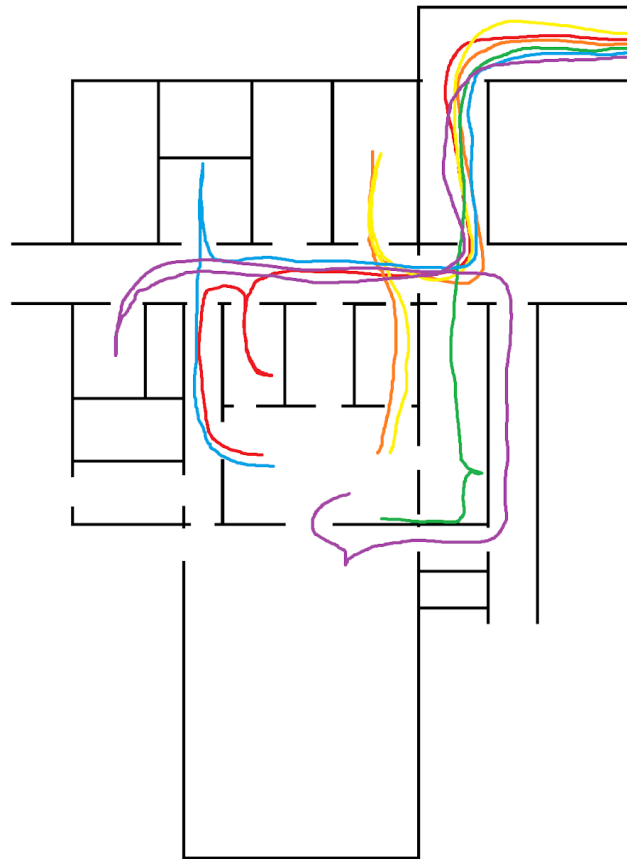
Varastoinnissa noudatetaan first-in, first-out -periaatetta (FIFO), jolla pyritään siihen, etteivät raaka-aineet jää varastoon vanhenemaan ja pilaantumaan, vaan ensimmäisenä vastaanotetut raaka-aineet lähtevät eteenpäin tuotantoon ensimmäisinä.

Haluttiin kartoittaa myös raaka-aineiden mahdollisesta tarpeettomasta kuljettamisesta syntyvää hävikkiä. Tarpeeton kuljettaminen ei synnytä arvoa asiakkaalle ja haluttiin havainnollistaa, kuinka raaka-aineet liikkuvat; löytyykö matkalla kohtia, joissa raaka-aineita kuljetetaan esimerkiksi turhan kauas tai edestakaisin. Toiseksi mallinnettiin työntekijän liikkuminen päivän aikana eri raaka-aineiden parissa. Raaka-aineiden kuljetusta havainnollistettiin spagettikaaviossa, jossa näkyvät tuotteen raaka-aineiden reitit vastaanottoalueelta varastoon ja sieltä massahuoneeseen. Spagettikaaviot työntekijän liikkumisesta kunkin raaka-aineen kanssa massaa valmistettaessa löytyvät liitteestä 1.

Spagettikaavio raaka-aineiden kulusta vastaanotosta varastoihin ja massantekohuoneeseen antoi visuaalista tietoa siitä, minkälaisia matkoja raaka-aineet kulkivat, kunnes ne pystyttiin hyödyntämään. (Kuva 2.)

Värikoodit

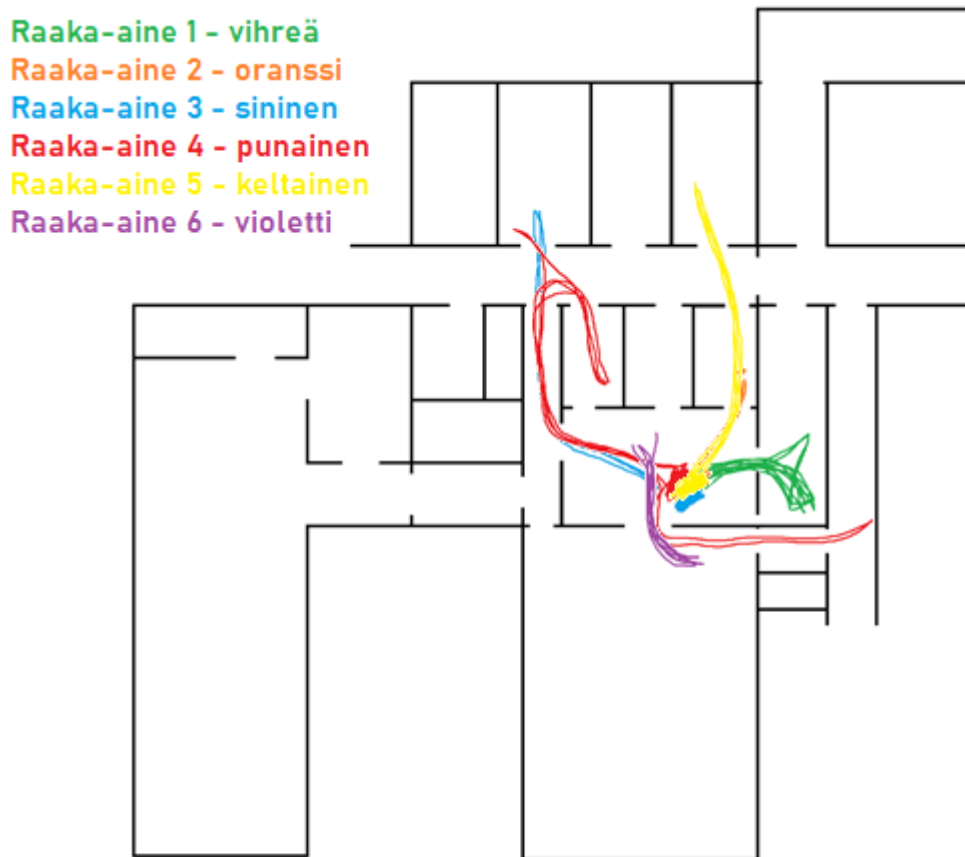
- Raaka-aine 1 - vihreä
- Raaka-aine 2 - oranssi
- Raaka-aine 3 - sininen
- Raaka-aine 4 - punainen
- Raaka-aine 5 - keltainen
- Raaka-aine 6 - violetti



Kuva 2. Spagettikaavio tuotteen raaka-aineiden kulusta vastaanotosta varastoihin ja niistä eteenpäin massantekohuoneeseen.

Spagettikaavion reitit olivat melko selkeitä, eikä siinä ollut RA6:n reitin lisäksi paljoa edestakaista kulkemista. Reittejä on vaikea alkaa lyhentämään nykyisestä.

Raaka-aineiden reittien lisäksi haluttiin selvittää myös työntekijöiden liikkuminen. Työntekijän liikkumisesta tehtiin spagettikaavio seuraamalla työntekijän massanvalmistusprosessia. (Kuva 3.)



Kuva 3. Työntekijän liike raaka-aineiden parissa päivän aikana.

Työntekijä käytti eniten aikaa RA1:n kanssa, sillä sitä käytetään tuotteessa selvästi eniten (60 %). Siitä tuli myös eniten pakkausmateriaalihävikkiä, joka tarkoittaa sitä, että työntekijä käytti selvästi enemmän aikaa lavojen siirtoon ja laatikoiden avaamiseen kuin muiden raaka-aineiden kanssa.

RA2 haettiin läheltä ja vaivattomasti. RA3 sen sijaan haettiin vähän kauempaa, mutta sitä ei mene paljoa tuotteeseen, joten sitä ei tarvinnut hakea usein. RA4:ää varten työntekijän piti hakea ensin pumppukärryt toisesta huoneesta, jotta lava saatiin kuljetettua työskentelypisteelle. Lisäkävelyä tuli, kun muovilaatikot piti viedä pesuun (kuvassa 3 punainen viiva alhaalla oikealla). Yksi pussi RA5:tä kestää pitkään, joten sitä ei tarvinnut hakea montaa kertaa.

Voi todeta, että kaikki raaka-aineet olivat suhteellisen lähellä. Niitä ei tarvinnut lähteä hakemaan toiselta puolelta taloa. Eniten aikaa kului RA1:n kanssa sen suuren käytön takia.

6.2 Massanvalmistus

Massanvalmistuksessa tuotteen raaka-aineet punnitaan molliin. Kun raaka-aineet on punnittu joko kahteen tai kolmeen mollaan, ne laitetaan sekoittajaan. Sekoituksen jälkeen massa jaetaan kolmeen mollaan, jotka jatkavat seuraavaksi annosteluun.

Laskennallisesti yhdessä massaerässä eli kolmessa mollassa pitäisi olla 399 kg massaa. Reseptin mukaan paino on kuitenkin 397,37 kg. Katsottiin, pitikö tämä paikkansa seuraamalla, paljonko raaka-aineita oikeasti laitettiin. Selvisi että raaka-aineita punnittiin muuten oikeat määrät, paitsi RA6:n lisääminen massaun perustui työntekijän tuntumaan, jolloin RA6:ta saattoi mennä liikaa tai liian vähän. Sekoituksen jälkeen punnittiin neljä erää mollia ja nähtiin, että massaerät painavat eri määriä, useimmiten hieman vähemmän kuin reseptin mukainen 397,37 kg tai laskennallinen 399 kg. Taulukossa 4 on esitetty neljän erän kolmen mollan painot.

Taulukko 4. Punnittujen massaerien paino oli keskiarvoltaan 396,9 kg eli puoli kiloa vähemmän kuin oletettu saanto.

Massaerä	1. molla (kg)	2. molla (kg)	3. molla (kg)	Yhteensä (kg)
1	143,2	135,2	119,2	397,6
2	137,4	136,4	118,4	392,2
3	148,6	121,6	125,8	396
4	130,6	150,2	121	401,8

Massaerien keveyksien syynä oli varsinkin RA6:n osuus massasta. Riippuen työntekijän tarkkuudesta ja huolellisuudesta, paino voi vaihdella useammankin kilon erältä. Lisäksi sekoittajasta voi pudota ja roiskua massaa jaettaessa se molliin. Määrällisesti massan roiskuminen ei kuitenkaan ollut huomattavaa. Mitatulta päivältä lattiahävikkiä tuli 460 g, mutta perustuen silmämääräiseen arvioon, hävikkiä oli vähemmän kuin useimpina päivinä, joten useamman päivän lattiahävikin keskiarvo olisi todennäköisesti jonkin verran korkeampi.

Lisäksi raaka-ainehävikkiä syntyi annostelusta tulevien mollien pesussa. Mollat pestiin annostelun loppumisen jälkeen päivän päätteeksi ja niihin jäänyt massa huuhtoutui pesuveden mukana. Selvitettiin, kuinka paljon massaa käytössä oleviin 19 mollaan jäi päivän päätteeksi punnitsemalla 3 molla sisältö ja ottamalla näiden keskiarvo. Molliin jäävien massojen keskiarvoksi tuli 348 g, joten 19 molla käytettäessä pesuissa häviää noin 6,6 kg massaa päivässä.

Päivän päätteeksi heitetään pois raaka-aineet, jotka ovat päässeet sulamaan liikaa. Tästä voi syntyä hävikkiä, mutta sitä ei mitattu, koska useimpina päivinä sitä ei tule. Jos hävikkiä jonkin verran tulee, se on yleensä RA2:ta tai RA5:tä.

Massanvalmistuksesta syntyvä pakkausmateriaalihävikki on sisällytetty jo luvussa 6.1 käsiteltyyn vastaanoton ja varastoinnin hävikkiin. Osa pakkauksista otettiin pois vasta juuri ennen raaka-aineen punnitsemista mollaan, joten vastaanoton ja varastoinnin sekä massanvalmistuksen pakkausmateriaalihävikit on laskettu yhteen kohtaan prosessia selkeyttämisen vuoksi.

Massanvalmistuksessa RA4:n laatikot menevät aina käytön jälkeen pesuun. Pesu maksaa 10 senttiä laatikolta. Taulukossa 5 on pestävien laatikoiden laskettu määrä sekä hinta päivä-, viikko- ja kuukausitasolla.

Taulukko 5. Pestävien laatikoiden määrät ja hinnat päivässä, viikossa ja kuukaudessa

Laatikoiden pesu	Määrä (kpl)	Hinta (€)
Päivässä	172	17,2
Viikossa	423	42,3
Kuukaudessa	1952	195,2

Laatikoita pestään päivässä noin 172 kappaletta, joka tekee 17,2 euroa. Kuukaudessa laatikoiden pesujen hinnaksi tulee noin 195 euroa.

6.3 Annostelu

Annostelussa massa annostellaan alumiinivuokiin. Tuotteen pakkauksessa ilmoitettu paino on 700 grammaa, jolloin annostelussa pitää huomioida kypsennys- ja jäähdtyshävikit annostelemalla enemmän kuin 700 grammaa, mutta samalla välttää annostelemasta liian paljon yli ilmoitetun painon. Alipainoisista tuotteista kaikki on hävikkiä, koska niitä ei voi lähettää kauppoihin. Ylipainoisista tuotteista yliannosteltu määrä on hävikin osuus.

Annostelussa hävikkiä syntyi yli- ja alipainoisten tuotteiden lisäksi vuokia kuljettavan laitteen toiminnasta. Kone irrotti rasioita toisinaan huonosti, jolloin rasiat kääntyivät väärin päin tullessaan hihnalle ja rutistuivat. Rasiat voivat myös jäädä irtoamatta rasiapinosta, jolloin kone pysähtyy, kunnes uusi rasia saadaan pinon vieressä olevalle valopisteelle. Tästä syntyy aikahävikkiä ja työntekijälle turhaa liikkumista edestakaisin.

Hävikkiä aiheutui myös koneen pudottaessa tai rutistaessa rasioita, joissa oli jo annosteltu massa. Tämä johtui kääntyneistä rasioista tai koneen loppupäässä olevista rasioista kannattelevista metallitangoista, jotka eivät pysyneet täysin oikeassa asennossa niiden kannatella rasioita uuniritilää varten. Rasia putosi suoraan koneen pohjalle tai maahan, tai jäi vinoon asennossa metallitankojen väliin, jolloin se puristui käyttökelvottomaksi.

Yhtenä ei-mitattuna hävikin syynä oli myös työntekijän osaaminen ja huolellisuus. Työntekijä voi vaikuttaa esimerkiksi koneen säätöihin ja kommunikoida koneen ongelmista. Huonosti toimiva kone teettää lisätyötä myös työntekijälle.

Tuotteen annostelusta syntyvä massan ja rasioiden määrä otettiin ylös neljänä eri päivänä neljätuntisina jaksoina. Taulukkoon 6 on merkitty myös neljän tunnin määrien pohjalta, kuinka paljon hävikkiä syntyisi 14 tunnin eli yhden työpäivän aikana. Painot vaihtelivat paljon ja otanta oli pieni. Tulokset ovat suuntaa antavia.

Taulukko 6. Tuotteesta syntyvä hävikin määrä neljän tunnin ja 14 tunnin (yhden päivän) aikana. *14 tunnin painot perustuvat neljän tunnin aikana saatuihin määriin ja kuvastavat yhden päivän aikana syntyvää määrää.

Aika	Paino (kg), mittaus- jakso 1	Paino (kg), mittaus- jakso 2	Paino (kg), mittaus- jakso 3	Paino (kg), mittaus- jakso 4	Keskiarvo (kg)
4 tun- tia	1,51	1,32	3,03	4,37	2,58
14 tun- tia*	5,28	4,63	10,61	15,3	8,95

Edellistä dataa voi verrata työntekijöiden merkitsemään lattiahävikin määrään, jota on taulukossa 7 mitattu seitsemän päivän ajan. Lattiahävikin määrät ovat melko samanlaisia aiemmin mitattujen neljän tunnin perusteella laskettujen määrien kanssa.

Taulukko 7. Työntekijöiden ilmoittama lattiahävikki seitsemältä päivältä.

Hävikki yht.	Päivä 1	Päivä 2	Päivä 3	Päivä 4	Päivä 5	Päivä 6	Päivä 7
Kiloa	4	10	17,6	7	4,3	4,8	12
Euroa	16	26	46	28	15	17	48

6.4 Annostelutarkkuus ja -hajonta

Annostelutarkkuuteen vaikuttaa useampi tekijä, joista ainakin tuotteen homogeenisuus ja partikkelikoko [19]. Käytössä oleva annostelukone annostelee tuotetta tilavuuden mukaan. Mitä enemmän isoja partikkeleja massaan tulee, sitä suurempi on annostelun keskihajonta. Myös heterogeenisemmällä massalla (esim. vähemmän kermaa) on suurempi keskihajonta annostelussa.

Annostelutarkkuus kärsii, jos annostelukoneessa oleva luukku ei ole kunnolla suljettu, sillä kone ottaa ilmaa ja tuotteista tulee alipainoisia. (Kuva 4.)



Kuva 4. Annostelukoneen luukku (pienempi vasemmalla) pitää olla kunnolla kiinni, jotta kone saa annosteltua oikean määrän massaa. Luukku oli jäänyt hetkeksi auki, jolloin massaa valui ulos.

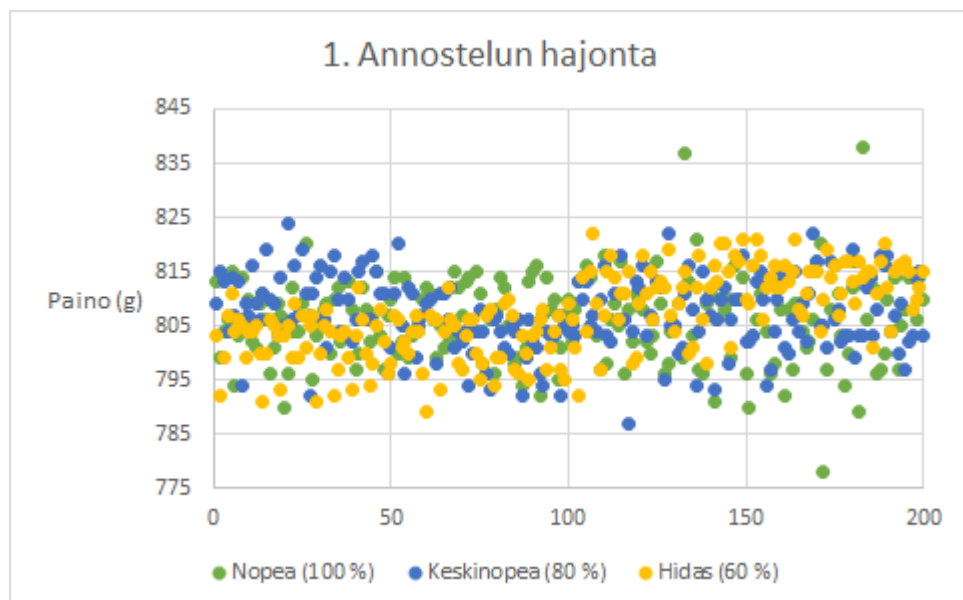
Annostelukoneessa voi säätää seuraavia parametreja:

- syöttönopeus
- annostelutilavuus
- syöttöväli
- vakuumi.

Tutkittiin, vaikuttaako syöttönopeuden muuttaminen annostelun hajontaan. Syöttönopeus vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti kone annostelee massan. Haluttiin tietää, saadaanko hajontaa pienennettyä, ja jos saadaan, onko se ajallisesti järkevää. Syöttönopeutta testattiin kolmella eri asetuksella: 100 %, 80 % ja 60 %, joista 100 % on nopein ja

tarkoittaa, että koneen syöttö toimii maksiminopeudella. Pienempi prosenttimäärä tarkoittaa, että kone annostelee massan hitaammin. Jokaisella nopeudella punnittiin 200 massan painot. Olettamuksena oli, että 60 %:n syöttönopeus pienentäisi hajontaa. Tämä toistettiin kolmena eri päivänä, jotta tulokset olisivat luotettavampia ja jotta niitä voisi vertailla keskenään.

Mittaukset tehtiin seuraamalla koneen vieressä sen toimintaa ja kirjaamalla ylös koneen näyttämiä painoja, kunnes saatiin 200 massan painot. Ensimmäisellä mittauskerralla (kuva 5) annostelukone vaikutti toimivan tavallisesti eli pysähtymättä ja tasaiseen tahtiin annostellen, vaikkakin koneen loppupäässä jokunen rasia rutistui. Rasioiden rutistuminen tapahtui vasta annostelun jälkeen, joten se ei vaikuttanut mittaustuloksiin.



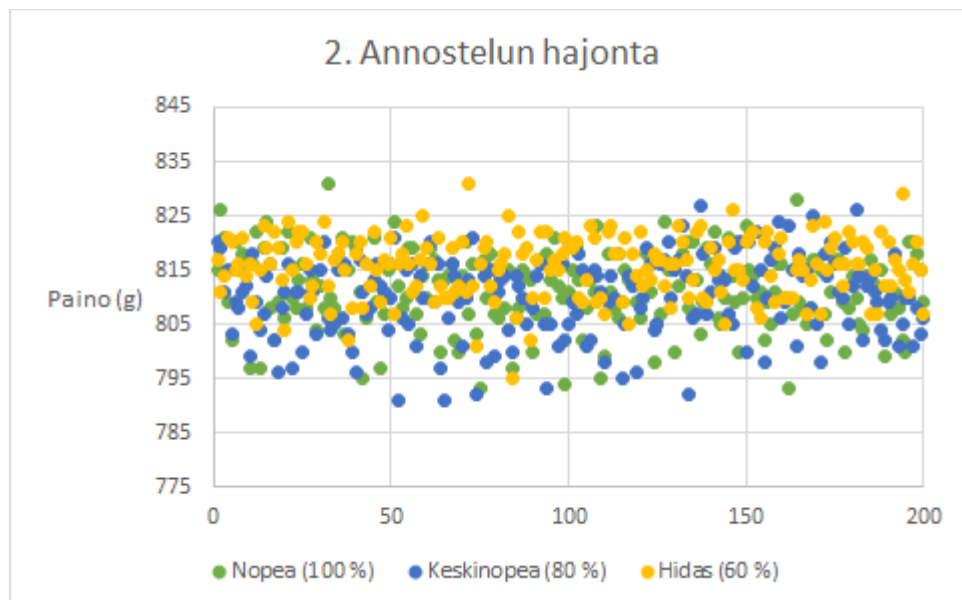
Kuva 5. Ensimmäisen mittauskerran 200 massan painot kolmella eri syöttönopeudella. X-akselilla on mitattujen massojen lukumäärä ja y-akselilla massan paino. Mitä suurempi vaihtelu y-akselilla, sitä suurempi hajonta.

Massojen painojen keskiarvo oli joka syöttönopeudella lähes sama. Ensimmäisellä kerralla keskihajonta oli yllättävästi pienin 80 %:n syöttönopeudella. Sen sijaan 100 %:n syöttönopeuden suurin hajonta vaikutti järkeenkäyvältä. Taulukossa 8 on jokaisen syöttönopeuden keskiarvo ja keskihajonta.

Taulukko 8. Ensimmäisen mittauskerran tulokset. Painojen keskiarvoissa tai keskihajonnoissa ei ollut isoja eroja. Pienin keskihajonta oli keskinopealla (80 %) syöttönopeudella.

Syöttönopeus	Nopea (100 %)	Keskinopea (80 %)	Hidas (60 %)
Keskiarvo (g)	806,1	807,0	806,9
Keskihajonta (g)	7,7	6,8	7,4

Toisella mittauskerralla annostelukone toimi normaaliin tapaan ilman ongelmia. (Kuva 6.)



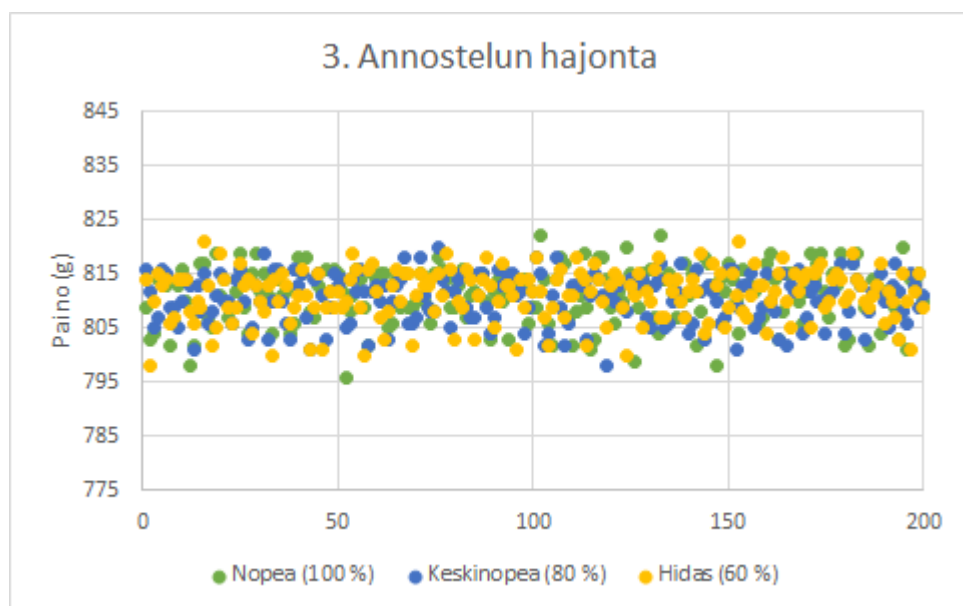
Kuva 6. Toisen mittauskerran 200 massan painot kolmella syöttönopeudella. X-akselilla on mitattujen massojen lukumäärä ja y-akselilla massan paino. Mitä suurempi vaihtelu y-akselilla, sitä suurempi hajonta.

Taulukossa 9 on esitetty toisen mittauskerran syöttönopeuksien keskiarvot ja keskihajonnat. Toisella kerralla 60 %:n syöttönopeus erottui joukosta pienimmällä keskihajonnalla. Myös paino oli suurempi kuin muilla nopeuksilla. Tällä kerralla 60 %:n tulos vastasi enemmän oletusta siitä, että hitaampi syöttönopeus pienentäisi annostelun hajontaa. Sen sijaan 80 %:n syöttönopeuden keskihajonta oli suurempi kuin 100 %: nopeuden.

Taulukko 9. Toisen mittauskerran tulokset. Keskihajonnassa nähtiin 1,5 gramman lasku hitaalla (60 %) syöttönopeudella.

Syöttönopeus	Nopea (100 %)	Keskinopea (80 %)	Hidas (60 %)
Keskiarvo (g)	811,2	810,1	815,5
Keskihajonta (g)	7,2	7,3	5,6

Kolmannella kerralla annostelukone toimi jälleen normaalisti. Hajonta oli jokaisella nopeudella pienempi kuin aiemmilla kerroilla. (Kuva 7.)



Kuva 7. Kolmannen mittauskerran 200 massan painot kolmella syöttönopeudella. X-akselilla on mitattujen massojen lukumäärä ja y-akselilla massan paino. Mitä suurempi vaihtelu y-akselilla, sitä suurempi hajonta.

Kolmannella kerralla kaikkien painojen keskiarvot olivat melko samanlaiset. 100 %:n nopeudessa keskihajonta oli muita nopeuksia suurempaa ja 80 %:n nopeudessa keskihajonta oli pienin. (Taulukko 10).

Taulukko 10. Kolmannen mittauskerran tulokset. Painojen keskiarvot ja keskihajonnat olivat melko samanlaiset. Nopeassa (100 %) syöttönopeudessa keskihajonta oli suurempi kuin hitaassa (60 %).

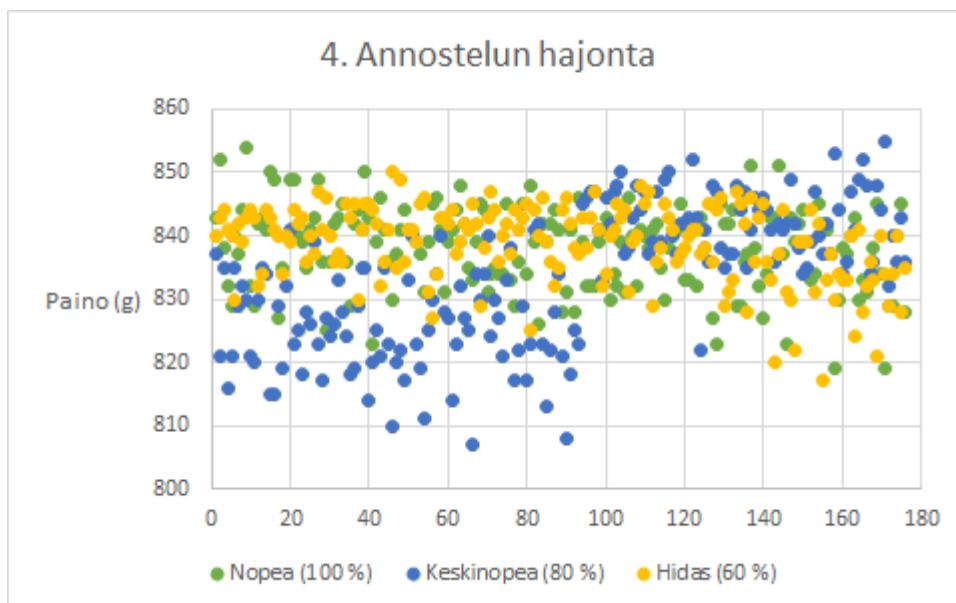
Syöttönopeus	Nopea (100 %)	Keskinopea (80 %)	Hidas (60 %)
Keskiarvo (g)	811,2	810,5	811,2
Keskihajonta (g)	5,2	4,4	4,6

Tämän otannan perusteella 60 %:n nopeus paransi keskihajontaa verrattaessa 100 %:n nopeuteen. Silti kahtena kertana kolmesta 80 %:n nopeuden keskihajonta oli pienin, mikä on ristiriidassa oletaman kanssa, että pienempi nopeus parantaisi keskihajontaa.

Tuloksiin voi vaikuttaa, että mittaukset tehtiin kolmena eri päivänä. Käytössä oli useampi eri molla, joten massat eivät voineet olla aina identtistä. Varsinkin eri päivinä massa todennäköisesti vaihteli enemmän, koska massantekijä saattoi olla eri henkilö. Myös massan lämpötilalla voi olla vaikutusta.

Testiä jatkettiin siten, että muuttujia saatiin vähennettyä. Uudessa testissä käytettiin samaa massaa jokaisen annostelunopeuden kanssa. Jokainen kolmesta mollasta ajettiin eri syöttönopeudella 100 %, 80 % ja 60 %. Neljännessä testissä joka nopeudella kirjattiin 176 painoa. Tällä testikerralla koneessa oli häiriöitä, jotka vaikuttivat annostelijaan. Neljännen annostelukerran testeistä nähdään, että kone annosteli massaa hiljalleen vähemmän, kunnes koneen suu tyhjennettiin massasta ja huuhdeltiin vedellä, jonka jälkeen annosteltavan massan paino nousi (sininen väri, keskinopea 80 %). Tämän jälkeen paino alkoi taas laskea hiljalleen (keltainen väri, hidasa 60 %). Liitteestä 2 löytyvät omat taulukot jokaisen mittauskerran jokaiselle syöttönopeudelle.

Neljännellä kerralla koneessa oli ongelma, joka näkyi varsinkin keskinopean syöttönopeuden suuressa keskihajonnassa. Ongelma johtui massan kertymisestä koneen sisälle.



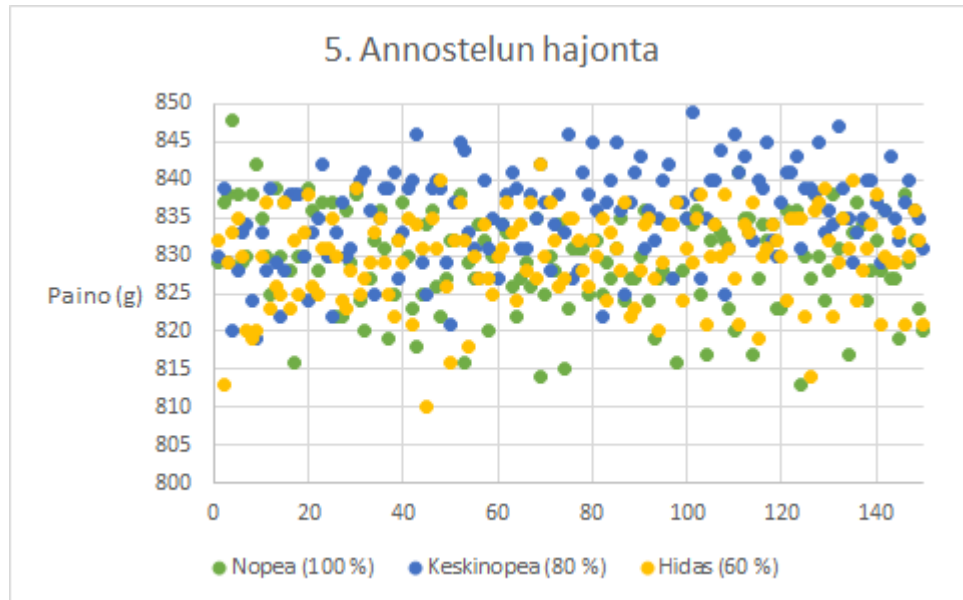
Kuva 8. Neljännen mittauskerran 176 massan painot kolmella syöttönopeudella. X-akselilla on mitattujen massojen lukumäärä ja y-akselilla massan paino. Mitä suurempi vaihtelu y-akselilla, sitä suurempi hajonta. Keskinopealla (80 %) syöttönopeudella huomataan, kuinka annostelukoneen puhdistaminen noin puolivälissä neljättä mittausta nosti painoa.

Neljännellä kerralla annostellun massan paino laski, kunnes kone puhdistettiin. Koneen ongelma näkyi selvästi keskinopean annostelun kohdalla koneen puhdistamisen jälkeen, jolloin massan paino kasvoi ja keskihajonta pieneni. Taulukosta 11 nähdään, että nopean annostelun keskihajonta on suurempi kuin hitaan. Taulukosta 11 nähdään myös, että keskinopean annostelun paino ja hajonta poikkeavat liikaa muista, eikä tulos ole luotettava.

Taulukko 11. Neljännen mittauskerran tulokset. Nopea ja hidas syöttönopeus olivat luotettavampia. Koneen ongelman takia keskinopean (80 %) syöttönopeuden tulos ei ole uskottava.

Syöttönopeus	Nopea (100 %)	Keskinopea (80 %)	Hidas (60 %)
Keskiarvo (g)	837.9	833.5	838.7
Keskihajonta (g)	6.8	10.7	6.0

Viidennellä kerralla saatiin luotettavin mittaus samasta massaerästä ilman annostelukooneen häiriöitä. Jokaisella annostelunopeudella mitattiin 150 painoa. Viidennen mittauskerran tulosten perusteella voidaan olettaa, että hitaampi annostelunopeus pienentää keskihajontaa vähän. Myös aikaisemmat tulokset tukevat olettamusta, että annostelunopeuden hidastaminen vähentäisi keskihajontaa.



Kuva 9. Viidennen mittauskerran 150 massan painot kolmella syöttönopeudella. X-akselilla on mitattujen massojen lukumäärä ja y-akselilla massan paino. Mitä suurempi vaihtelu y-akselilla, sitä suurempi hajonta. Viidennen kerran mittaus oli luotettavin, koska kaikki massat olivat samasta massaerästä ja annostelijassa ei esiintynyt ongelmia.

Kuten taulukosta 12 huomataan, keskihajontojen erot ovat pieniä, noin puoli grammaa nopean ja hitaan välillä. Annostelunopeuden säätämällä ei saatu kunnollista hyötyä. Jatkon kannalta olisi hyvä tutkia muiden parametrien vaikutusta annostelijan hajontaan.

Taulukko 12. Viidennen mittauskerran tulokset. Luotettavin mittaus samasta massaerästä ilman ongelmia. Keskihajonta pienenee mentäessä hitaampaa syöttönopeutta kohti.

Syöttönopeus	Nopea (100 %)	Keskinopea (80 %)	Hidas (60 %)
Keskiarvo (g)	829.4	835.2	829.7
Keskihajonta (g)	6.4	6.2	5.9

6.5 Paisto ja jäähdytys

Tässä työssä ei lähdetty tutkimaan paisto- ja jäähdytyshävikkejä, koska niistä löytyi luotettavaa dataa valmiina ja niiden oletettiin pysyneen samanlaisina. Tämän luvun tiedot ovat peräisin yritykselle tehdystä aikaisemmasta raportista.

Paisto- ja jäähdytyshävikin selvittämiseksi tuoterasiat punnittiin vaunussa ennen paistoa ja paiston jälkeen. Jäähdytyksessä syntyvän hävikin määrä selvitettiin punnitsemalla paistosta tulleet vaunut ennen jäähdytystä ja jäähdytyksen jälkeen. Raportissa oli huomioitu vaunujen, rutilöiden ja rasioiden painot. [19.]

Raportin taulukkoon oli merkitty jokaisen tuoterasian sijainti vaunussa, sillä sijainti vaikutti paistossa ja jäähdytyksessä syntyvän hävikin määrään.

- Alimman rivin rasioiden hävikin keskiarvo oli 89 g ja ylimmän rivin 48 g
- Suurin paistohävikki koko vaunusta oli 103 g ja pienin 38 g
- Keskiarvo oli 62,12 g ja keskihajonta 12,05 g.

Lisäksi rasian sijainti rutilällä vaikutti hävikin määrään. Uunissa paistettiin kaksi vaunua samaan aikaan vierekkäin, jolloin vaunun vapaa puoli sai enemmän lämpöä kuin sisempi, toisen vaunun vieressä oleva puoli. Enemmän lämpöä saaneella vapaalla puolella oli suurempi hävikki. [19.]

Alla olevassa taulukossa 13 on laskettuna seitsemän vaunullisen paisto- ja jäähdytyshävikit ja niiden keskiarvot.

Taulukko 13. Tuotteen paisto- ja jäädytyshävikit [19].

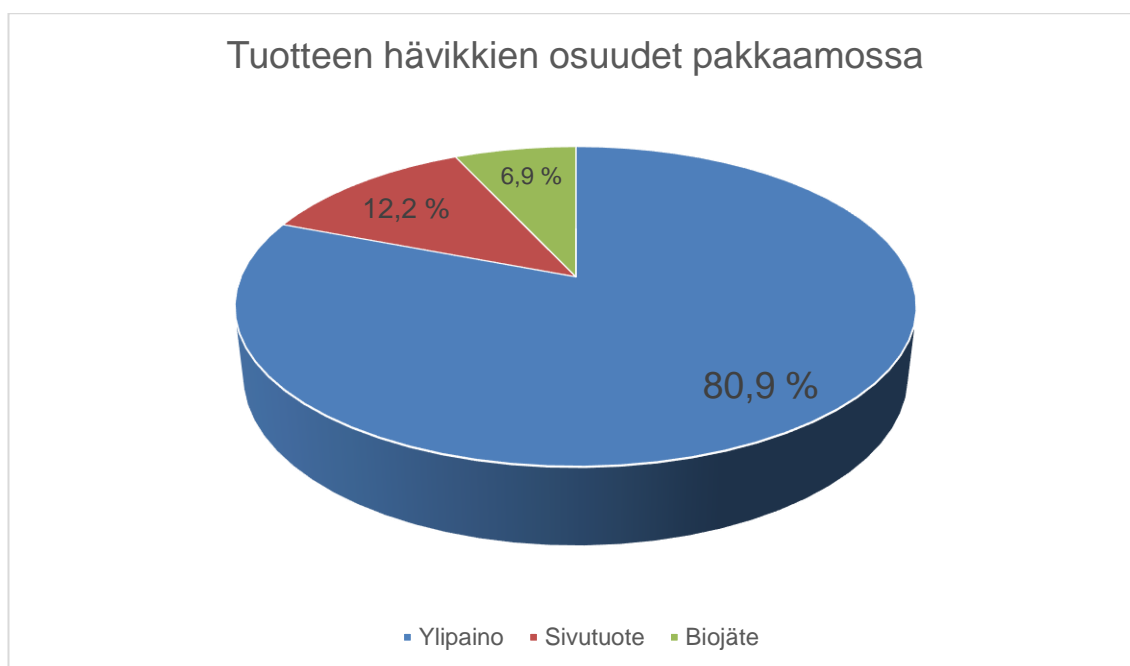
Tuote	Masan määrä (kg)	Paiston hävikki (kg)	Paiston hävikki (%)	Jäähdytyksen hävikki (kg)	Jäähdytyksen hävikki (%)	Paisto ja jäädytys yhteensä (kg)	Paisto ja jäädytys yhteensä (%)
Vaunu 1	144,92	7,7	5,31	4,3	3,13	12	8,28
Vaunu 2	147,82	7,7	5,21	4	2,85	11,7	7,92
Vaunu 3	146,02	7,7	5,27	4	2,89	11,7	8,01
Vaunu 4	152,62	9,8	6,42	5	3,5	14,8	9,7
Vaunu 5	151,52	8	5,28	4,7	3,27	12,7	8,38
Vaunu 6	153,22	9,4	6,13	4,4	3,06	13,8	9,01
Vaunu 7	152,72	8	5,24	5,4	3,73	13,4	8,77
Keskiarvo	149,83	8,3	5,55	4,5	3,20	12,9	8,58

Paistohävikki oli noin kaksinkertainen verrattuna jäädytyksen hävikkiin. Yhdessä vaunussa oli tuotetta keskimäärin 149,8 kg, josta haihtui keskimäärin 12,9 kg paiston ja jäädytyksen yhteydessä.

6.6 Pakkaamo

Jäähdytyksen jälkeen tuotteet tulevat pakkaamoon, jossa niihin laitetaan kannet ja etiketit. Linjasto poistaa alipainoiset ja läpivalaisimen hylkäämät tuotteet. Alipainoiset tuotteet viedään työntekijöiden myymälään ja pudonneet tai muuten huonot tuotteet menevät biojätteeseen.

Pakkaamon tuotehävikit oli kirjattu yrityksen seurantajärjestelmään. Tässä työssä käytettiin tuotteista saatuja tietoja 35 päivän ajalta. Pakkaamossa selvästi suurin osa tuotteen hävikistä (80,9 %) johtui ylipainosta. Ylipaino johtuu siitä, että massaa on annosteltu liian paljon annosteluvaiheessa. Seuraavaksi eniten hävikkiä (12,2 %) syntyi sivutuotteesta. Sivutuotteella tarkoitetaan tässä alipainoisia tuotteita ja ne syntyvät annosteluvaiheessa. Vähiten hävikkiä (6,9 %) syntyi biojätteestä. (Kuva 10.)



Kuva 10. Tuotteen hävikkien osuudet pakkaamossa. Pakkaamossa hävikki syntyi 80,9 % ylipainosta, 12,2 % sivutuotteesta ja 6,9 % biojätteestä. Ylipainon hävikki johtui annosteluvaiheen yliannostelusta.

Biojätettä syntyi esimerkiksi koneiden ongelmien takia. Kone ruttasi tuotteita kannenkiinnittämävaiheessa, jos rasia ei ollut kunnossa tai rasian reunoilla oli massaa. Biojätettä tuli enemmän, jos työntekijät eivät pitäneet kannenkiinnityskonetta silmällä, koska kone ei ymmärtänyt pysähtyä itse. Mitä kauemmin kone jatkoi toimintaa ongelman synnyttyä, sitä enemmän siivottavaa tuli ja sitä kauemmin kesti, kunnes kone saatiin taas käyntiin. Ongelman uusiutumisen mahdollisuus kasvoi, jos kansia kiinnittävät imukupit jäivät likaisiksi.

Pakkaamossa hävikkiä syntyi keskimäärin 4,7 %, 175 kg päivässä, maksaen n. 750 euroa. Ylipainosta aiheutui hävikkiä noin 140 kg, sivutuotteesta 21 kg ja biojätteestä 12 kg päivässä. [Taulukko 14.]

Taulukko 14. Tuotteen hävikit pakkaamossa yhden päivän aikana.

Hävikki	Kg/päivä	€/päivä	Osuus/päivä
Ylipaino	141,26	606,82	0,81
Sivutuote	21,37	91,81	0,12
Biojäte	12,04	51,71	0,07
Yhteensä	174,62	750,14	1,00

6.7 Lähettämö

Tuotteet tulevat pakkaamosta lähettämöön, joka on viimeinen paikka ennen kuin ne lähtevät kaappoihin.

Lähettämössä syntyvä hävikki oli niin pientä, ettei sitä lähdetty selvittämään. Hävikkiä ei välttämättä synny viikkoihin yhtään, joten sen tutkiminen olisi ollut myös ajallisesti tarpeetonta.

7 Tulosten tarkastelu

Raaka-ainehävikkiä syntyi kaikissa prosessissa paitsi lähettämössä. Eniten hävikkiä syntyi annostelussa, kypsennyksessä ja jäähdytyksessä sekä pakkaamossa. (Taulukot 15 ja 17.)

Pakkausmateriaalihävikkiä syntyi kaikissa prosesseissa paitsi kypsennyksessä, jäähdytyksessä ja lähettämössä. Eniten pakkausmateriaalihävikkiä syntyi vastaanotossa, varastoinnissa ja massanvalmistuksessa. (Taulukot 15 ja 17.)

Taulukko 15. Raaka-aine- ja pakkausmateriaalihävikit. Joka prosessissa syntyi raaka-ainehävikkiä paitsi lähettämössä. Pakkausmateriaalihävikkiä syntyi muualla paitsi kypsennyksessä, jäähdytyksessä sekä lähettämössä.

Prosessi	Raaka-ainehävikki	Pakkausmateriaalihävikki
Vastaanotto	Kyllä	Kyllä
Varastointi	Kyllä	Kyllä
Massanvalmistus	Kyllä	Kyllä
Annostelu	Kyllä	Kyllä
Kypsennys	Kyllä	Ei
Jäähdytys	Kyllä	Ei
Pakkaamo	Kyllä	Kyllä
Lähettämö	Ei	Ei

Vastaanotto, varastointi ja massanvalmistus ovat merkittynä taulukkoon 16 yhdeksi prosessiksi, koska pakkausmateriaaleja on hankala erotella toisistaan. Jokaisessa vaiheessa poistetaan joitain osia pakkauksesta, joten on selkeämpi yhdistää nämä vaiheet. Taulukkoon on merkitty, kuinka paljon mitäkin hävikkiä tulee yhden päivän aikana, kun tuotetta tehdään 57,07 erää eli 22 677,9 kg.

Taulukko 16. Vastaanoton, varaston ja massanvalmistuksen hävikit yhdessä päivässä.

Raaka-aine	Raaka-ai- nehävikin määrä päi- vässä (kg)	Raaka-ai- nehävikin osuus päi- vässä (%)	Pahvin määrä päivässä (kg)	Muovin määrä päivässä (kg)	Pakkausmateriaa- lin määrä päivässä yhteensä (kg)
Raaka-aine 1	53,08	0,39	191,53	144,73	336,26
Raaka-aine 2	3,85	0,45	22,26	4,58	26,84
Raaka-aine 3	–	–	2,47	2,84	5,31
Raaka-aine 4	–	–	–	11,99	11,99
Raaka-aine 5	–	–	4,63	0,47	5,1
Raaka-aine 6	–	–	–	–	–
Yhteensä	56,93		220,89	164,61	385,5

Lisäksi massanvalmistuksessa tuli päivässä 6,6 kg hävikkiä molliin jäävästä massasta ja lattiahävikkiä noin 0,5 kg.

Annostelun hävikistä suurin osa johtui yli- ja alipainosta, joka näkyi vasta myöhemmin pakkaamon hävikeissä. Muuta kuin yli- ja alipainohävikkiä syntyi annostelussa keskimäärin 9 kg päivässä. Tämän hävikin syynä olivat koneesta johtuvat ongelmat, jolloin tuotteita putosi maahan tai rutistui.

Paiston hävikki oli vaunullisesta tuotetta keskiarvoltaan 5,55 % ja jäähdytyksen hävikin keskiarvo 3,2 %. Yhteensä noin 150 kg massasta haihtui paiston ja jäähdytyksen aikana 8,58 % eli 12,9 kg.

Pakkaamossa hävikkiä syntyi keskimäärin 175 kg päivässä, joka tarkoittaa noin 750 euroa. Hävikki syntyi 80,9 % ylipainosta, 12,2 % sivutuotteesta ja 6,9 % biojätteestä. Hävikin vähentämiseksi annostelun keskihajontaa pitäisi pystyä pienentämään. Tämä vaikuttaisi paljon yli- ja alipainohävikkeihin. Varsinkin biojätettä pystyisi vähentää välttämällä ajamista koneilla silloin, kun ne eivät toimi kunnolla.

Taulukossa 17 on raaka-aine- ja pakkausmateriaalihävikki päivätasolla eri prosesseissa, jos raaka-aineita on 57,07 erää eli 22 677,9 kg. Taulukko havainnollistaa määriä, joita laitetaan prosessiin ja joita saadaan ulos sekä sitä, minne raaka-ainetta ja pakkausmateriaalia menee. Yhteensä koko valmistusprosessin aikana raaka-ainetta katoaa 13,1 %, joka on vähän alle 3000 kg, ja pakkausmateriaalihävikistä 100 %, joka on hieman alle 400 kg.

Taulukko 17. Kokonaishävikki päivätasolla. Raaka-ainehävikkiä tulee yhteensä päivässä noin 3000 kg ja pakkausmateriaalihävikkiä vähän alle 400 kg.

Prosessi	Raaka-aine (kg)	Raaka-aine (%)	Pakkausmateriaali (kg)	Pakkausmateriaali (%)	Raaka-aineen poistumisen syy	Pakkausmateriaalin poistumisen syy
Vastaanotto ja varastointi	22677,9	100	385,5	100	–	–
Massanvalmistus	22621,1	99,7	385,5	100	RA1 jää muoveihin 52,96 kg. RA2 veden määrä 3,85 kg. Molliin jäävä massa 6,6 kg. Lattiahävikki 0,46 kg	Pahvit ja muovit poistumassa varten 385,5 kg
Annostelu	22612,1	99,7	0	0	Massa ja rasiat 8,95 kg	–
Paisto	21368,5	94,2	0	0	Paistossa haihtuu 1243,67 kg (5,55 %)	–
Jäähdytys	20684,7	91,2	0	0	Jäähdytyksessä haihtuu 683,79 kg (3,20 %)	–
Pakkaamo	19712,5	86,9	0	0	Pakkaamossa lähtee 972,18 kg (4,7 %). 786,49 kg ylipainoa, 118,61 kg sivutuotetta ja 67,08 kg biojätettä	–
Lähtämö	–	–	–	–	–	–
Hävikki yhteensä	2965,4	13,1	385,5	100	–	–

8 Yhteenveto

Työssä haluttiin selvittää yrityksen tuotteen valmistuksesta syntyvän kokonaishävikin määrä. Kokonaishävikin määrä saatiin selville. Mainittakoon, että useampi mittaus jäi pienen otannan takia suuntaa antavaksi tiedoksi, joten tulevaisuudessa olisi hyödyllistä selvittää esimerkiksi massantekohuoneen lattiahävikin ja annostelun hävikin määrät pidemmiltä ajanjaksoilta.

Spagettikaavioilla saatiin visuaalista tietoa raaka-aineiden reiteistä vastaanotosta varastoihin ja massantekohuoneeseen ja sitä, kuinka kukin raaka-aine liikkui massaa valmistettaessa. Kaavion perusteella todettiin, ettei yrityksessä tehty pitkiä tai turhia matkoja raaka-aineiden kanssa.

Annostelutarkkuuden ja -hajonnan tuloksista päädyttiin siihen, että syöttönopeuden muuttamisella oli pieni vaikutus tarkkuuteen ja hajontaan. Vaikutus oli kuitenkin niin pieni, ettei yksin syöttönopeuden muuttamisella saada aikaan hyödynnettävää eroa. Annostelijan tutkintaa kannattaakin jatkaa, sillä annostelussa syntyvät yli- ja alipainohävikit muodostavat suuren osan hävikistä. Kokeilemalla koneen eri asetuksia ja muuttamalla parametreja voidaan mahdollisesti vaikuttaa koneen annostelutarkkuuteen, ja näin myös syntyvän yli- ja alipainohävikin määrään.

Pakkaamon hävikin selvitys ei onnistunut, joten järjestelmän ja itse kirjattujen hävikkitietojen vertailu olisi hyvä idea tulevaisuudessa. Pakkaamon, kuten muidenkin osastojen hävikkitietojen kerääminen pidemmältä eli varmemmalta ajalta hyödyttäisi yritystä varmasti myöhemmin.

Kaiken kaikkiaan työn tavoite ei täysin toteutunut, koska hävikin seuranta oli liian lyhyeltä aikaväliltä, eikä saatu tieto ollut tämän takia tarpeeksi luotettavaa. Annostelutarkkuuden ja -hajonnan tuloksia voi pitää onnistuneena ja siitä saatuja tuloksia voidaan mahdollisesti hyödyntää jatkossa.

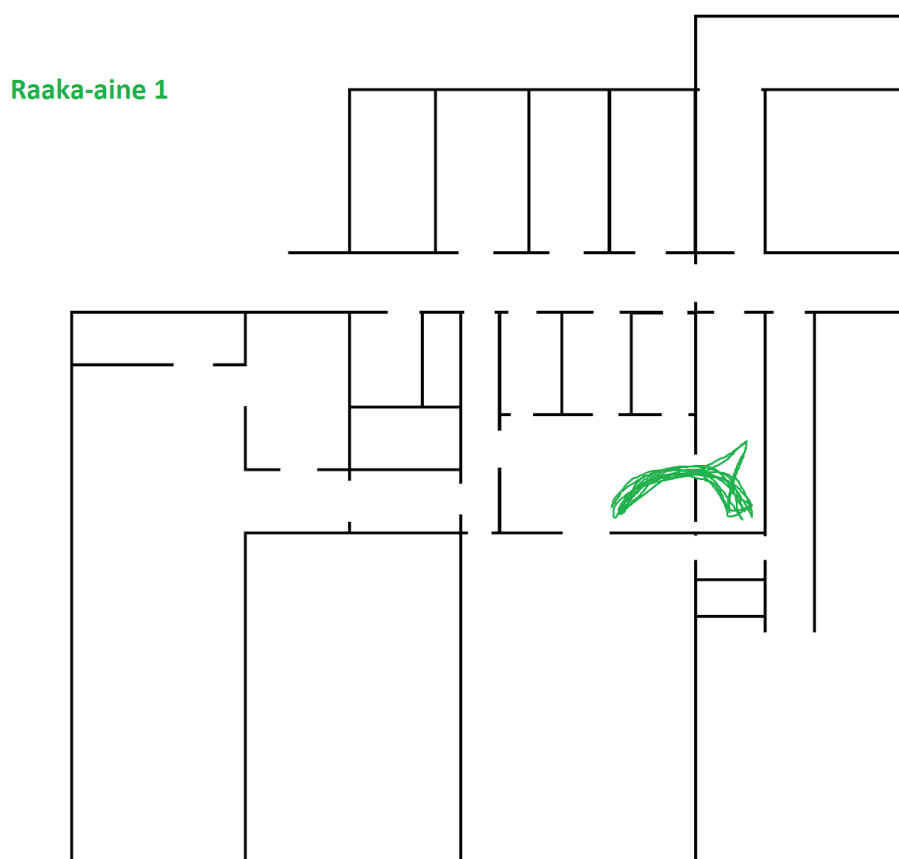
Lähteet

- 1 Alkerwi, A.; Crichton, G. E. & Hébert, J. R. 2015. Consumption of ready-made meals and increased risk of obesity: findings from the Observation of Cardiovascular Risk Factors in Luxembourg (ORISCAV-LUX) study. *The British journal of nutrition*, 113(2), 270–277.
- 2 Van der Horst, K.; Brunner, T. & Siegrist, M. 2011. Ready-meal consumption: Associations with weight status and cooking skills. *Public Health Nutrition*, 14(2), 239-245.
- 3 Scholliers, Peter. 2015. Convenience foods. What, why, and when. *Appetite*, 94, 4.
- 4 Brunner, T.; van der Horst, K. & Siegrist, M. 2010. Convenience food products. Drivers for consumption. *Appetite*, 55, 498–506.
- 5 Howard, Simon; Adams, Jean & White, Martin. 2012. Nutritional content of supermarket ready meals and recipes by television chefs in the United Kingdom: cross sectional study. *Verkkoaineisto. BMJ*. <<https://www.bmj.com/content/345/bmj.e7607>>. Luettu 5.2.2020.
- 6 Ruokaketju – ruuan matka pellolta pöytään. *Verkkoaineisto. Ruokatieto Yhdistys*. <<https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/keittio/ruuan-raaka-aineet/sailykkeet-ja-valmisruuat>>. Luettu 6.2.2020.
- 7 Aalto, Kristiina & Peltoniemi, Ari. 2014. Elintarvikkeiden kulutusmuutokset kotitalouksissa 2006-2012. *Verkkoaineisto. Kuluttajatutkimuskeskus*. <<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/152259>>. Luettu 6.2.2020.
- 8 Piesala, Elisa. 2012. Suomessa vahvaa osaamista valmisruoka-alalla. *Verkkoaineisto. Kehittyvä Elintarvike 2/2012*. <<https://kehittyvaelintarvike.fi/teemajuttu/suomessa-vahvaa-osaamista-valmisruoka-alalla>>. Luettu 28.1.2020.
- 9 Kauppojen vegaaniset valmisruoat. *Verkkoaineisto. Ruokaoivallus*. <<https://ruokaoivallus.fi/vegaaniset-valmisruoat/>>. Luettu 29.1.2020.
- 10 Zaman, A. U. & Lehmann, S. 2013. The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a 'zero waste city'. *Journal of Cleaner Production*, 50, 123–132.
- 11 Amasuomo, E. & Baird, J. 2016. The Concept of Waste and Waste Management. *Journal of Management and Sustainability*, 6, 88–89.

- 12 Aschemann-Witzel, J.; De Hooge, I.; Amani, P.; Bech-Larsen, T. & Oostindjer, M. 2015. Consumer-related food waste: Causes and potential for action. *Sustainability*, 7(6), 6457-6477.
- 13 Östergren, Kevin; Gustavsson, Jenny; Bos-Brouwers, Hilke; Timmermans, Toine; Hansen, Ole-Jørgen; Møller, Hanne; Anderson, Gina; O'Connor, Clementine; Soethoudt, Han; Quested, Tom; Easteal, Sophia; Politano, Alessandro; Bellettato, Cecilia; Canali, Massimo; Falasconi, Luca; Gaiani, Silvia; Vittuari, Matteo; Schneider, Felicitas; Moates, Graham; Waldron, Keith; Redlingshöfer, Barbara. 2014. FUSIONS Definitional Framework for Food Waste, Full Report. 6.
- 14 Schmidt Rivera, Ximena C.; Espinoza, Namy & Azapagic, Adisa. 2014. Life cycle environmental impacts of convenience food: Comparison of ready and home-made meals. *Journal of Cleaner Production*, 73, 299.
- 15 Pakkaus vähentää ruokahävikkiä. Verkkoaineisto. Suomen pakkausyhdistys ry. <<https://www.pakkaus.com/pakkaus-vahentaa-ruokahavikkia/>>. Luettu 16.2.2020.
- 16 Vainikainen, Anna. 2019. Ruokahävikkiin on varaa vaikuttaa. Verkkoaineisto. Elintarviketeollisuusliitto. <<https://www.etl.fi/ajankohtaista/blogi/ruokahavikkiin-on-varaa-vaikuttaa.html>>. Luettu 13.2.2020.
- 17 Arif Uz-Zaman, Kazi. 2013. A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19, 170-171.
- 18 Senderská, Katarína & Václav, Štefan. 2017. Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. *University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin Series D*, 79, 139-141.
- 19 Tuotannon ekotehokkuusraportti. Yrityksen sisäinen dokumentti.

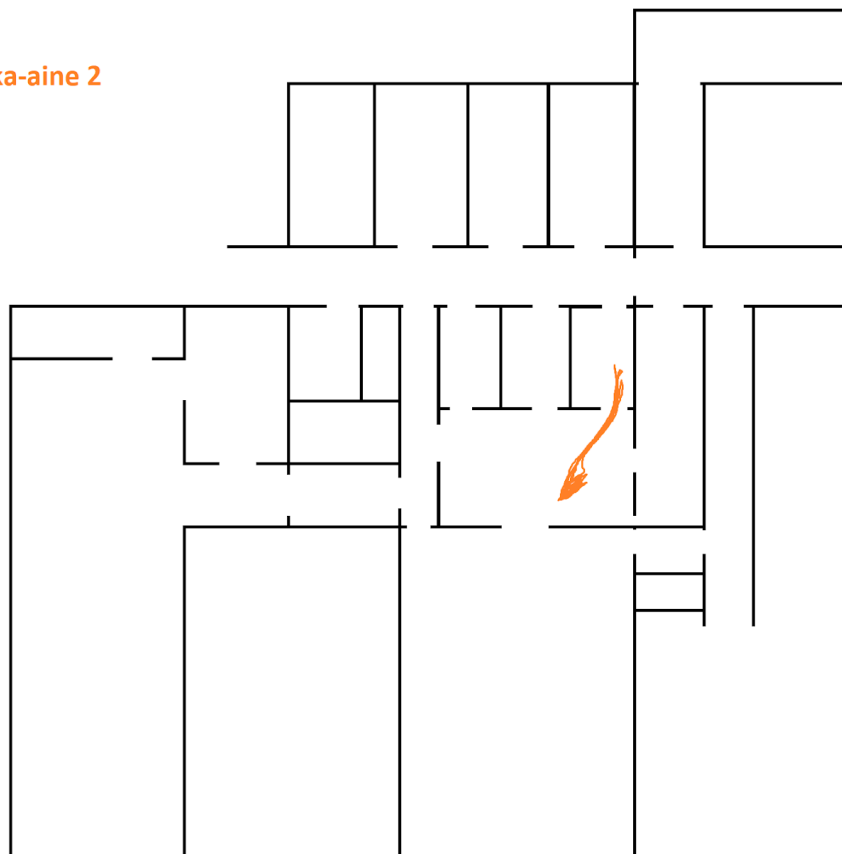
Liite 1. Spagettikaaviot työntekijän liikkumisesta kunkin raaka-aineen kohdalla massaa valmistettaessa

Työntekijän liike raaka-aineen 1 kanssa.



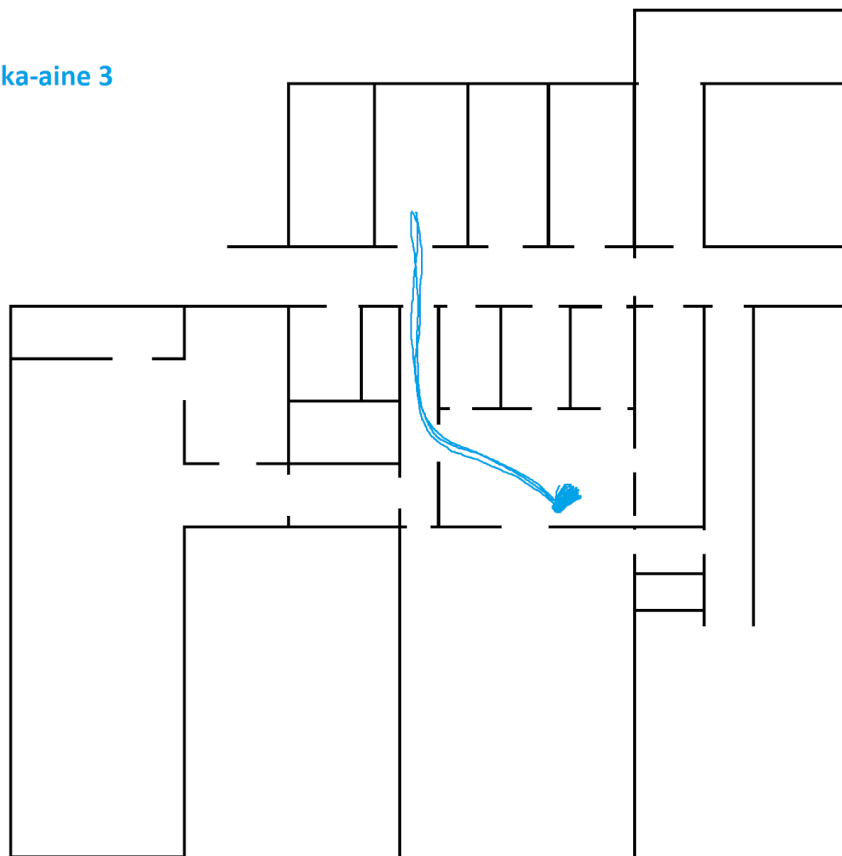
Työntekijän liike raaka-aineen 2 kanssa.

Raaka-aine 2

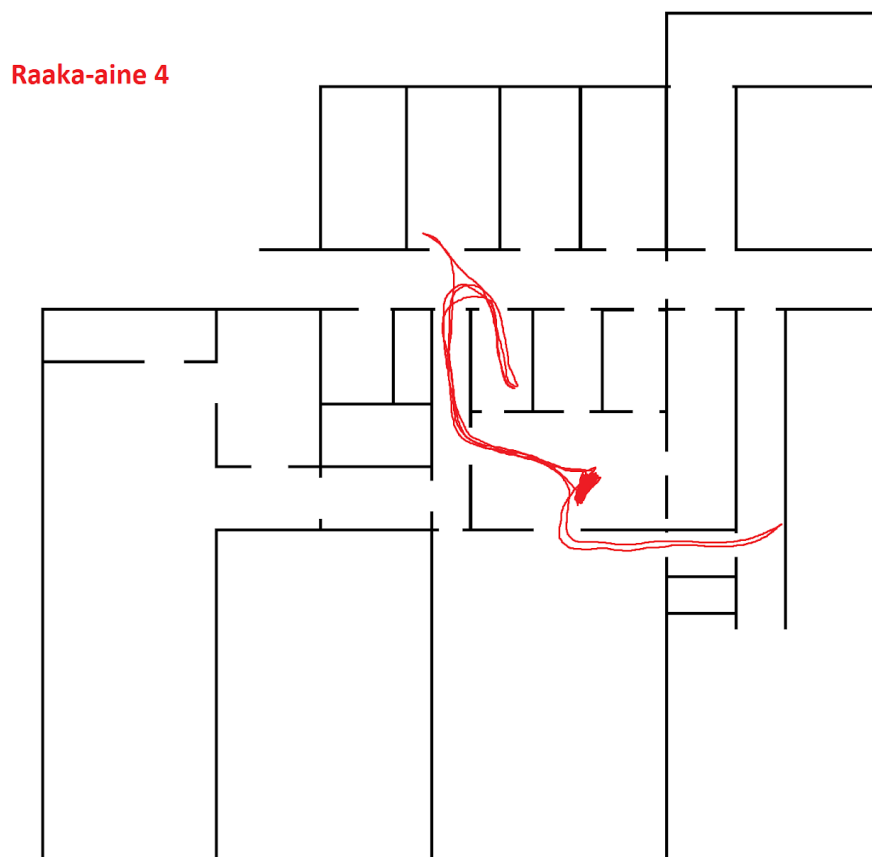


Työntekijän liike raaka-aineen 3 kanssa.

Raaka-aine 3

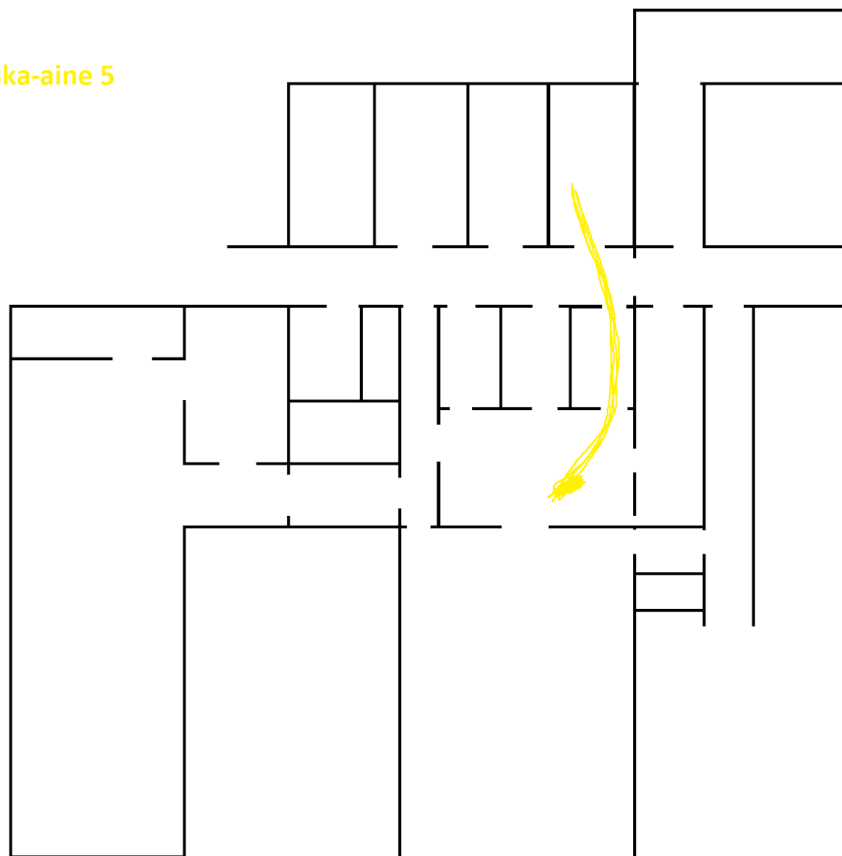


Työntekijän liike raaka-aineen 4 kanssa.

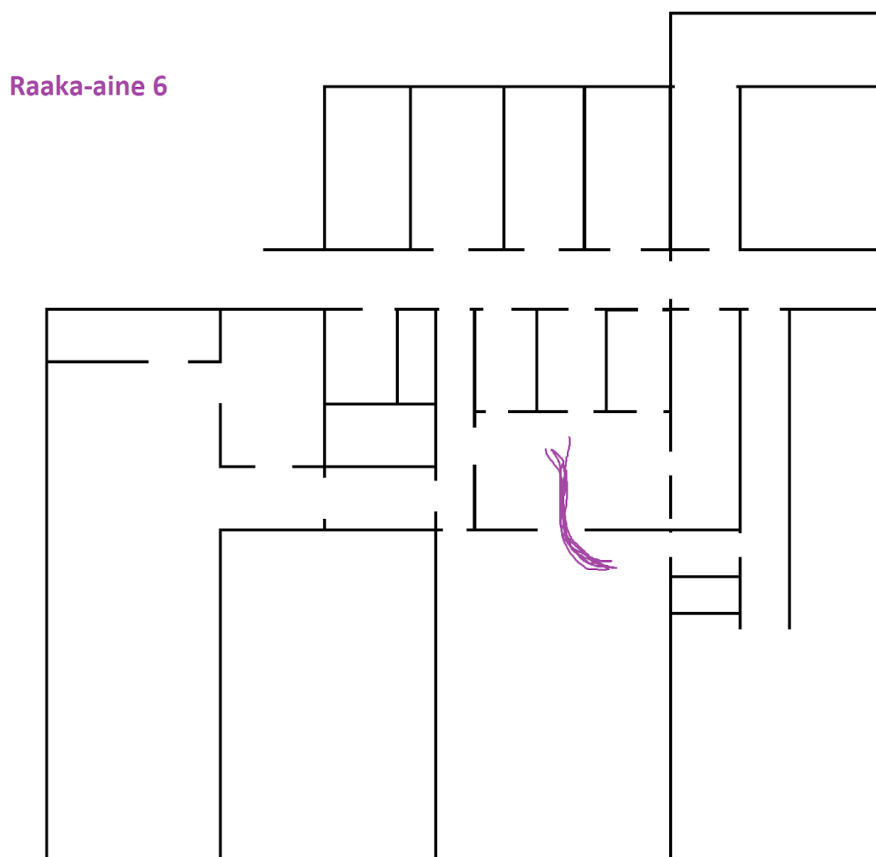


Työntekijän liike raaka-aineen 5 kanssa.

Raaka-aine 5

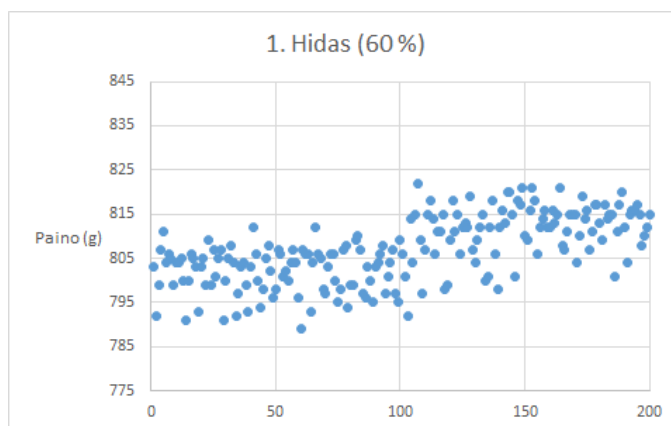
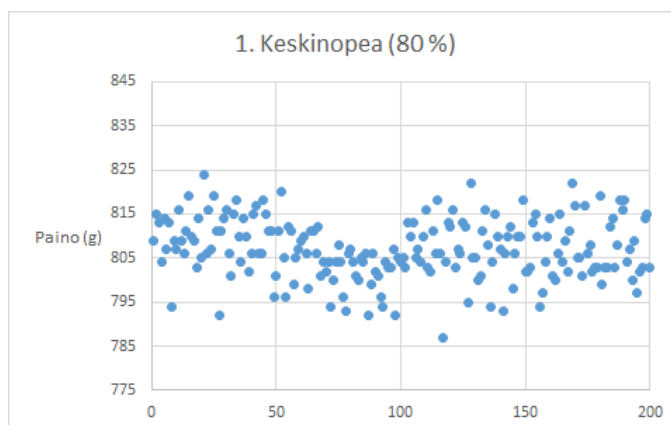
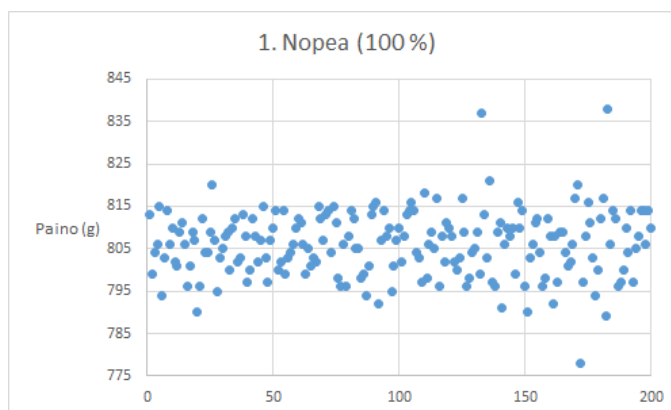


Työntekijän liike raaka-aineen 6 kanssa.

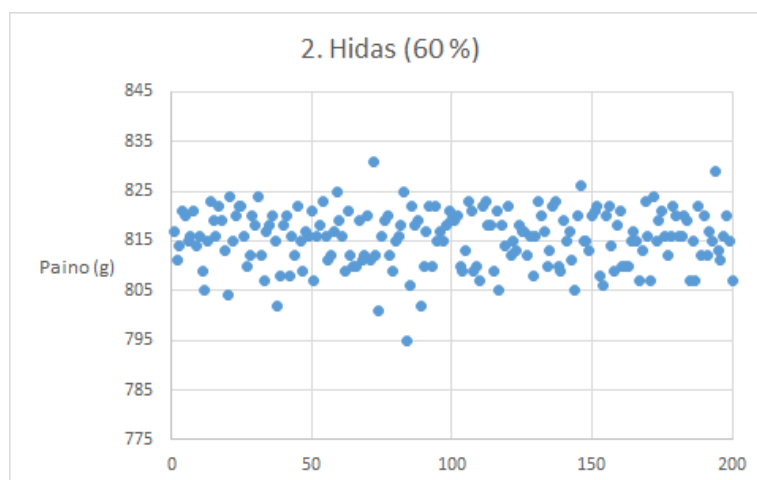
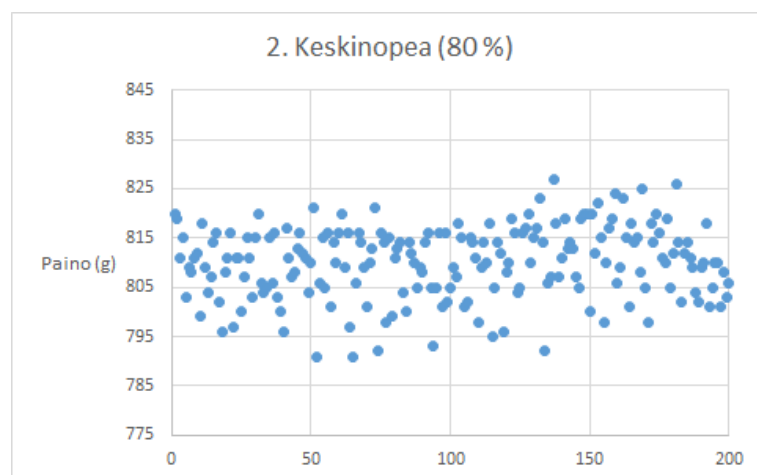
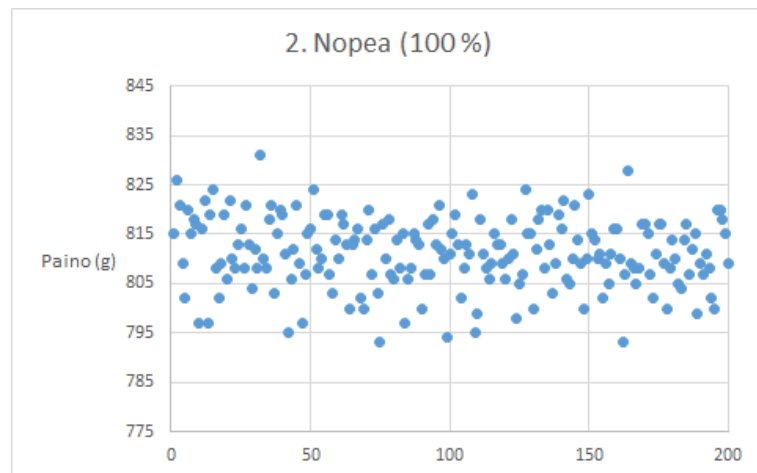


Liite 2. Annostelunopeuksien hajonnat

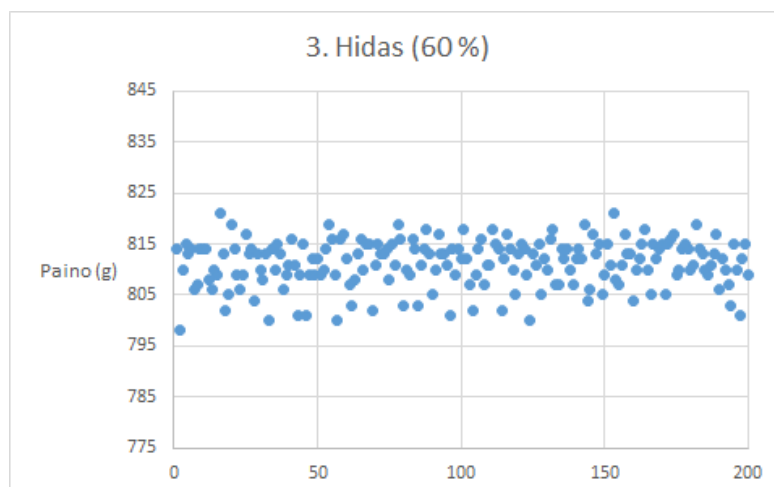
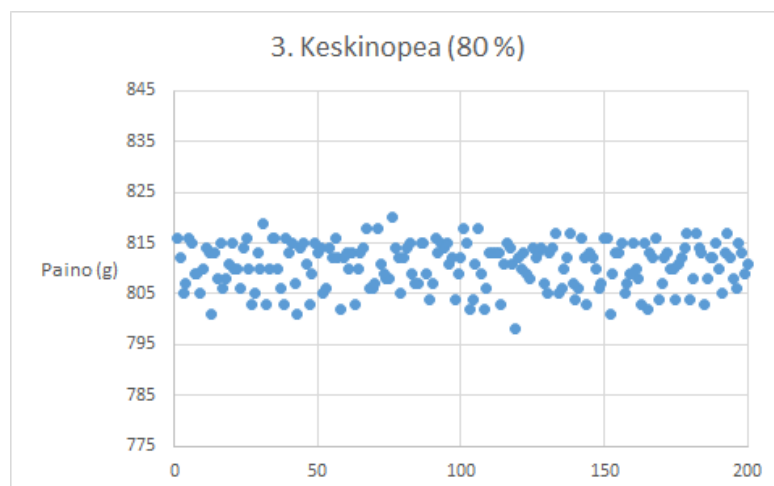
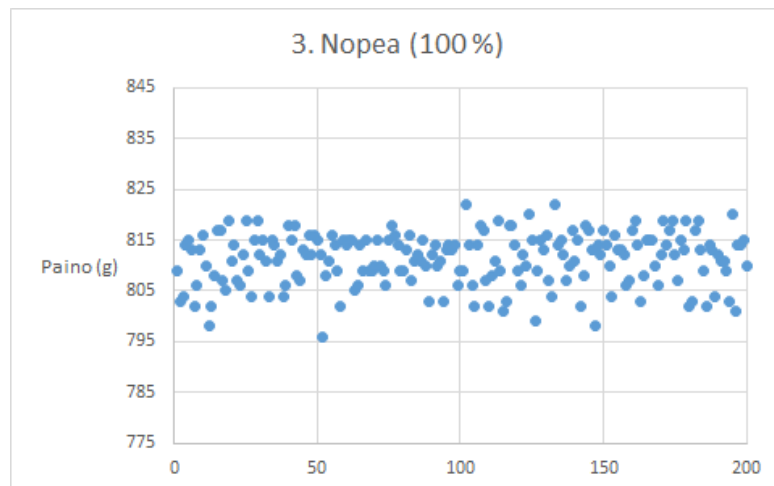
Ensimmäinen mittauskerta



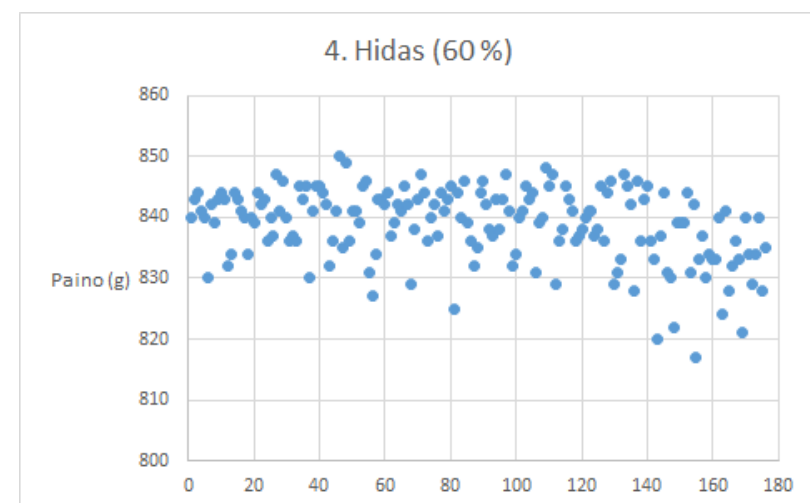
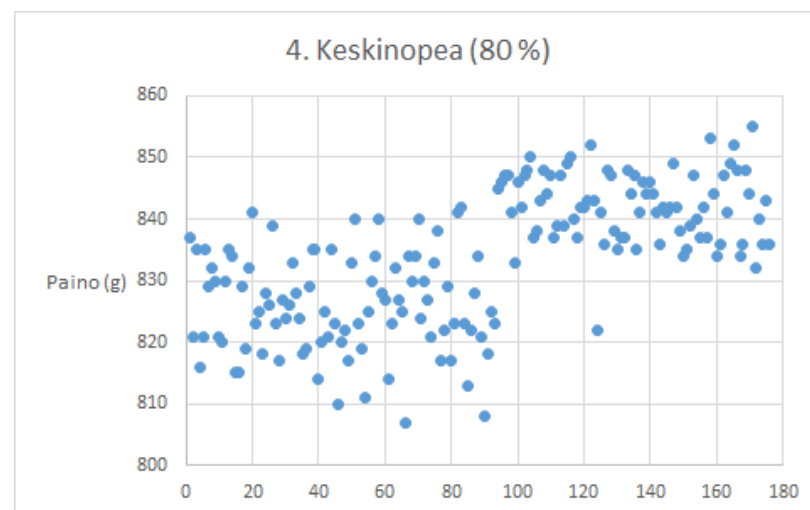
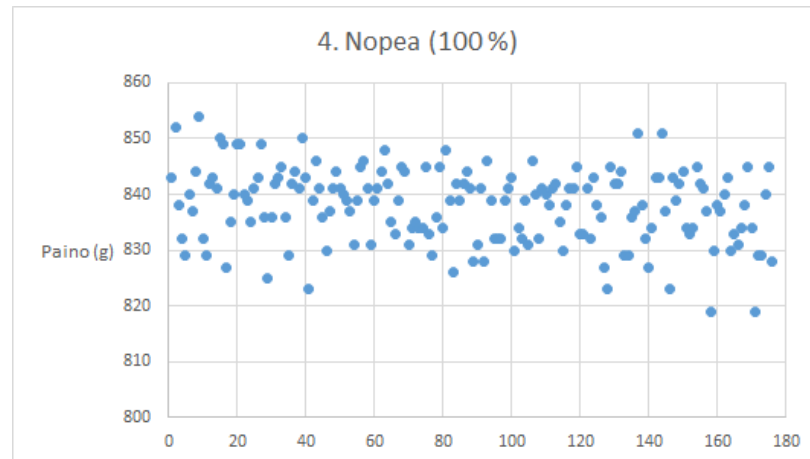
Toinen mittauskerta



Kolmas mittauskerta



Neljäs mittauskerta



Viides mittauskerta

