

Joonas Mantere

MIKSERIHILLOASEMAN KEHITYSTYÖ

MIKSERIHILLOASEMAN KEHITYSTYÖ

Joonas Mantere
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikka

Tekijä: Joonas Mantere
Opinnäytetyön nimi: Mikserihilloaseman kehitystyö
Työn ohjaaja: Tero Hietanen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 37 + 2 liitettä

Työn aiheena oli sekoitushilloaseman automaatiototeutuksen suunnittelu uudelle pakkauskoneelle ja sen testaus. Työn toimeksiantajana oli Valio Oy ja se toteutettiin Maikkulan meijerille. Työn tavoitteena oli pienentää mikserihilloasemalla muodostuvaa hillohävikkiä ja yksinkertaistaa hilloaseman toimintaa.

Opinnäytetyössä selvitettiin vanhan hilloaseman suurimmat ongelmat erilaisen datan keruulla sekä käyttäjiltä tulleiden suullisten palautteiden perusteella. Näiden perusteella suunniteltiin uuden hilloaseman toimintaa ja rakennetta. Työssä laadittiin asiaan kuuluvat toimintakuvaukset ja dokumentit, joiden pohjalta automaatiosovellus toteutettiin. Sovellus testattiin simuloimalla sitä ensin virtuaaliympäristössä. Lopulliset testit tehtiin ensin vesiajoilla ennen varsinaisen pakkauksen aloittamista.

Työn lopputuloksena saatiin toteutettua hyvin toimiva ja käyttäjäystävällinen mikserihilloasema. Hillohävikkiä saatiin pienennettyä suunnitelman mukaisesti, säilyttäen korkean tason tuotelaadussa ja laitteiston hygieenisyydessä. Kehittämistä jäi pieniin yksityiskohtiin, mutta kokonaisuutena lopputulos on suunnitelmien mukainen.

Asiasanat: automaatio, automaatiosuunnittelu, hävikki, meijeriteollisuus

ALKULAUSE

Haluan kiittää Valion Oulun meijeriä mahdollisuudesta osallistua tähän mielenkiintoiseen projektiin. Sain työskennellä projektissa useiden eri henkilön kanssa, jotka auttoivat omalla ammattiosaamisellaan työn edistymistä.

Haluan kiittää myös Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Tero Hietasta rakentavasta ja ohjaavasta palautteesta.

Oulussa 21.5.2015

Joonas Mantere

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 TUOTANTOPROSESSI	7
2.1 Automaatioprojekti	9
2.1.1 Projektin suunnittelu ja toteutus	9
2.1.2 Automaatiosuunnittelu	11
2.2 Sekoitushilloasema	12
2.3 Sekoitushilloaseman prosessikuvaus	13
2.4 Hillohävikin muodostuminen hilloasemalla	14
3 KENTTÄLAITTEISTO	17
3.1 Staattinen putkisekoittaja	17
3.2 Lohkoroottoripumppu	18
3.3 Virtausmittaus	19
4 SEKOITUSHILLOASEMAN SUUNNITTELU	21
4.1 Vanhan hilloaseman ongelmat	21
4.2 Alustavien ratkaisujen etsiminen	22
4.3 Alustava automaatiototeutus	24
4.4 Sekvenssin toiminta ja toimintakuvaus	25
5 KÄYTTÖÖNOTTO JA TYÖN TULOKSET	31
5.1 Simulointi	31
5.2 Käyttöönotto	32
5.3 Lopputulokset	33
6 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	37
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Aikataulukus	

1 JOHDANTO

Valion Oulun meijerillä investoidaan noin 40 miljoonaa euroa laajennuksiin ja laiteinvestointeihin lähivuosina. Investointien on tarkoitus vastata kasvavaan kysyntään ja varmistaa toimitusvarmuus Oulussa pakattaville tuotteille. Yksi näistä investoinneista on uusi pikaripakkauskone ja sen yhteyteen sijoitettava sekoitushilloasema, joka suunnitellaan Valion sisällä.

Pakattaessa hillollisia jogurtteja, viilejä tai muita maitotuotteita täytyy puolivalmisteeseen lisätä hilloa. Hillo sekoitetaan pakkauskoneen lähistöllä olevalla sekoitushilloasemalla reseptin mukaisella suhteella puolivalmisteeseen, joka voidaan pakata pakkauskoneella pikari-, sanko- tai harjapakkauksiin. Sekoitettu hillon ja massan seos pumpataan pakkauskoneen tuotesuppiloon, josta se pakataan haluttuun pakkaukseen ja toimitetaan kauppaan jakeluvaraston kautta. Vanhassa hilloasemassa on lukuisia yksittäisiä syitä, joista aiheutuu suuri määrä hillohävikkiä. Kokonaistasolla hillohävikki on vanhalla hilloasemalla liian suuri ja sitä lähdetään pienentämään suunnittelemalla kokonaan uusi sekoitushilloasema.

Opinnäytetyön aiheena on sekoitushilloaseman automaatiototeutuksen suunnittelu uudelle pakkauskoneelle ja sen tavoitteena on hillohävikin pienentäminen (liite 1). Opinnäytetyö keskittyy suunnitteluun ja käyttöönottoon. Työ tehdään Valion Oulun meijerille laajennusprojektin ja laiteinvestointien yhteydessä.

Työssä selvitetään aluksi aikaisemman hilloaseman ongelmat ja pyritään etsimään niihin ratkaisut, joilla hillohävikkiä saadaan pienennettyä. Toisessa vaiheessa suunnitellaan uuden hilloaseman sekvenssi ja laaditaan asiaankuuluvat toimintakuvaukset, joiden perusteella urakoitsija tekee laiteasennukset ja ohjelmat. Lopuksi hilloaseman toiminta varmistetaan simuloinnilla, pesuvalidoinneilla, tuotannollisin laboratorio kokein, sekä käyttöönoton seurannalla. Näin varmistetaan laitteiston hygieenisuus, tuoteturvallisuus ja laatu.

2 TUOTANTOPROSESSI

Valio Oy on Suomen suurin maidonjalostaja, joka on perustettu vuonna 1905 (osuuskunta Voivienti-osuusliike Valio). Valio perustettiin edistämään ja valvomaan voin laatua ja vientiä. Vuosien saatossa maitotuotteiden suosio kasvoi ja Valio alkoi valmistaa myös muita tuotteita, kuten maitoa, juustoja, jogurtteja ja muita maitotuotteita. Valion omistaa 17 osuuskuntaa, joista 8 kuuluu Valioryhmään. Valiolla työskentelee Suomessa noin 3600 työntekijää 15 eri tuotantolaitoksella ja sen liikevaihto on noin 2 miljardia euroa. Maitoa vastaanotetaan tuotantolaitoksiin noin 1,9 miljardia litraa vuosittain (1.).

Valion toimipisteistä Oulun meijeri (kuva 1) on Suomen pohjoisin ja nuorin meijeri. Se vastaanottaa vuosittain noin 113 miljoonaa litraa ja työllistää noin 300 työntekijää. Välillisesti Oulun meijeri työllistää noin 2000 työntekijää. Maito kuljetetaan meijerille keskimäärin 122 km:n säteeltä noin 630:ltä eri maitotilalta. Oulun meijerillä toimii myös jakeluvarasto, joka hoitaa Valion tuotteiden jakelun koko Pohjois-Suomeen Vaasan ja Nurmeksen yläpuolelle. Jakelun kautta tuotteita kiertää noin 12 miljoonaa kiloa kuukausittain. (1.)



KUVA1. Oulun meijeri ja vastaanottohalli (1)

Oulun meijerissä valmistetaan erilaisia maitoja, kermoja, piimiä, useita jogurtisarjoja, kermaviilejä, Kefir-tuotteita ja kaikki Suomen Valio-viilit, Viilikset (kuva 2), Valio Creme Fraiche- tuotteet sekä Valio-smetanat (1).



KUVA 2. Valio Viiliksiä (1)

Maidon käsittely Oulun meijerissä alkaa vastaanottamalla raakamaito säiliöautoista raakamaitosiiloon. Raakamaitosiilosta maidon matka jatkuu yhteiskäsittelyyn, jossa siitä erotellaan rasva keskipakovoimaan perustuvalla separaattorilla. Maidon rasva pilkotaan homogenisaattorilla, jolloin tuotteessa oleva rasva sekoittuu tuotteeseen tasaisesti. Halutusta lopputuotteesta riippuen yhteiskäsittelyssä massalle voidaan tehdä vielä esimerkiksi säilyvyyttä parantava lämpökäsittely tai tuotteeseen voidaan lisätä esimerkiksi hapatetta.

Valmis tuote ajetaan tuotantoon siirtolinjoja pitkin, joissa pakkauskoneet pakkaavat tuotteet joko pikareihin, sankoihin tai harjapakkauksiin. Pakkauskoneen jälkeen yksittäispakkaukset kuljetetaan kuljettimia pitkin pakkauksen jälkipäähän, jossa pakkausrobotit pakkaavat tuotteet tarvittaessa tarjottimille, laatikoihin tai rullakoihin, jotka saapuvat palautuvan materiaalin terminaalista kuljettimia pitkin. Täältä tuotteet kulkevat tarvittaessa kypsytysten kautta jakeluterminaalisiin, josta jakelu maailmalle tapahtuu.

Maidon matka vastaanotosta kuluttajalle sisältää siis monta vaihetta, joihin mahtuu lukuisia erilaisia tekniikoita ja laitteistoja. Kaikki käytetyt laitteet ovat hygieenisinä ja elintarvikehyväksytyjä sekä takaavat tasalaatuisen ja luotettavan lopputuloksen. Koska tehtaalla on toimintaa 365 päivänä vuodessa, asettaa se omat haasteet laitteistojen kestäväydelle ja huollolle.

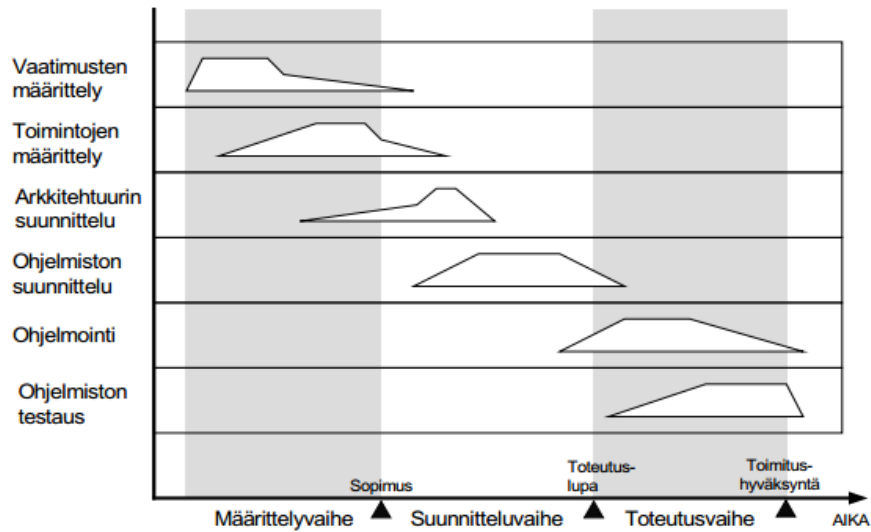
2.1 Automaatioprojekti

Mikserihilloaseman kehitystyö on automaatioprojekti. Automaatioprojektin päämääränä on tuottaa ja etsiä tarvittavat tiedot laitteiston automaatiojärjestelmän toteuttamiseen, käyttämiseen ja ylläpitoon sekä suunnitella ja koota itse järjestelmä. Projektin läpiviemiseksi siihen tarvitaan tekijöitä, jotka koostuvat lähinnä suunnittelijoista, projektipäälliköistä ja käyttäjistä, jotka antavat lähtötietoja, jotka liittyvät oleellisesti kyseiseen automaatioprojektiin. Varsinaisten suunnittelutehtävien lisäksi projektiin kuuluu hallinnollisia tehtäviä, kuten tehtävien jakamista yksittäisille henkilöille, niiden aikataulutusta sekä budjetin valvontaa. Näiden osa-alueiden hallinta vaatii tiedonkulun varmistamista eri osa-alueiden kesken. (2, s. 8.)

2.1.1 Projektin suunnittelu ja toteutus

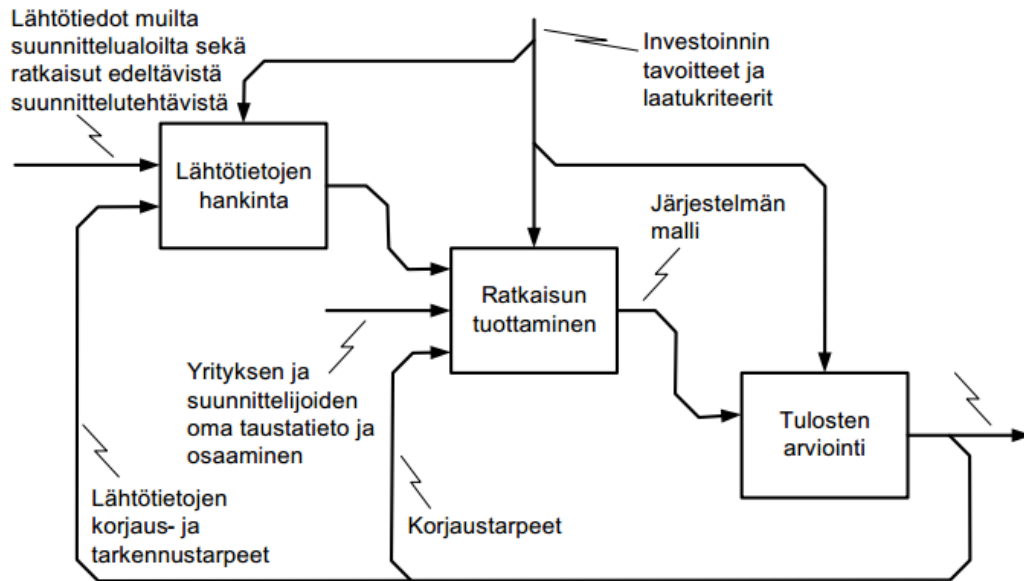
Suunnittelu on itsessään kokonaisuus, joka koostuu useista eri tehtävistä joiden tarkkuus ja näkökulmat vaihtelevat tapauskohtaisesti. Jokainen osa-alue keskittyy omaan päämääräänsä ja tarkoituksiinsa, eikä sen tarvitse tietää kaikkia pieniä yksityiskohtia. Kokonaisuuden kannalta on kumminkin oleellista että tiedonkulku on riittävää ja jokaisella osapuolella on riittävä käsitys toistensa toimintatavoista ja päämääristä. (2, s. 8.)

Projektin edetessä on tärkeää mitata sen edistymistä ja aikataulussa pysymistä. Tämä voidaan toteuttaa jakamalla suunnittelu peräkkäisiin elinkaari vaiheisiin. Jokaisen elinkaarivaiheen lopussa on tarkistuspiste, jossa tarkistetaan kyseisen elinkaarivaiheen tavoitteessa pysyminen. Koska projektit ovat yleensä erittäin laajoja kokonaisuuksia, niiden eri osalueet edistyvät usein limittäin toistensa kanssa (kuva 3). (2, s. 14.)



KUVA 3. Esimerkki projektin aikataulutuksesta (2, s. 14)

Suunnittelutehtävän yksityiskohtaisempia sisäisiä aktiviteetteja ja tietovirtoja voidaan kuvata suunnittelutehtävän sisäisellä rakenteella (kuva 4). Suurin osa jokaiseen suunnittelutehtävään liittyvästä työstä on tietojen hankintaa ja niiden sisäistämistä. Lähtötiedot tulevat yleensä muilta suunnitteluosapuolilta, käyttäjiltä, laitetoimittajilta tai kirjallisuudesta. Haalittujen tietojen perusteella luodaan kokonaiskuva ja pyritään tuottamaan ratkaisu löydettyihin ongelmiin ja tarpeisiin projektin kokonaiskuvan mukaisesti. Suunnittelijan on tärkeää arvioida tarkasti jokainen tuotettu ratkaisu. Laajemmassa projektissa ratkaisujen arvioinnista voi vastata suunnittelun ulkopuolinen henkilö. Tarpeen vaatiessa tulosten arvioinnin jälkeen voidaan palata lähtötietojen hankintaan tai ratkaisun luomiseen uudelleen. (2, s. 15.)



KUVA 4. Suunnittelutehtävän sisäinen rakenne (2, s. 15)

2.1.2 Automaatiosuunnittelu

Tärkeimmät lähtötiedot koko automaatiohankkeen kannalta syntyvät yleensä jo esisuunnittelussa. Esisuunnittelussa selvitetään mahdollisuudet hankkeen toteuttamiseksi ja siihen liittyvät riski- ja turvallisuustekijät sekä tehdään alustava budjointi. Mikäli projekti on automaation uusintaan tai laajennukseen liittyvä, lähtötietona käytetään yleensä jo olemassa olevia laitoksen dokumentteja. Automaatiosuunnittelua alettaessa on tärkeää olla selvillä erityisesti tulevan prosessin prosessikuvaus, tuotantoon liittyvät tärkeät tekniset yksityiskohdat sekä prosessissa liikkuvat tuotteet. (2, s, 20.)

Lähtötietojen määrittäminen ja oikeellisuus on erittäin suuressa roolissa projektin onnistumiseen. Ylimääräiset virheet saattavat aiheuttaa viivästymisiä ja ylimääräistä työtä. Lähtötiedot toimittaa usein projektin tilaaja, joka tietää projektin tärkeimmät yksityiskohdat ja tavoitteet. Lähtötietojen määrittely alussa kokonaisuudessa on käytännössä mahdotonta ja ne tarkentuvat yleensä projektin edetessä kohti loppua. Tämä vaatii toimittajalta ja tilaajalta yhteistyökykyä ja molemmien puolista joustamista, jotta projekti saadaan vietyä kumpaakin miellyttävällä tavalla loppuun. (2, s. 20.)

Teknologiavalintoja joudutaan yleensä miettimään jo aikaisessa vaiheessa projektia. Tilaajalla saattaa olla vaatimuksia jo esisuunnitteluvaiheessa tiettyä tekniikkaa tai laitetoimittajaa kohtaan. Näitä vaatimuksia saatetaan esittää esimerkiksi hyvien aikaisempien kokemusten tai varaosavaraston perusteella. Tällaiset vaatimukset rajoittavat suunnittelijoiden työtä ja mahdollisuuksia toteutuksen kanssa, joten niitä ei ole syytä esittää tarpeettomasti. Laitteiston toimitusajat saattavat olla hyvinkin pitkiä, joten laitteistot kannattaa tilata mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. (2, s. 23.)

Automaatiojärjestelmän toteutuksesta laaditaan siihen kuuluvat kuvaukset. Toteutukseen käytetyt ratkaisut määrittyvät aikaisemmin määriteltyjen teknologiavalintojen, loogisen mallin sekä järjestelmä vaatimusten perusteella. Suunnittelun päätyttyä toteutuksesta laadittu kuvaus sisältää kaiken tärkeän tiedon, joka liittyy oleellisesti automaatiojärjestelmän hankintaan, valmistukseen, testaukseen ja asentamiseen. Tällaisia tyypillisiä tietosisältöjä ovat esimerkiksi ohjelmistojen kuvaukset, näyttöjen määrittelyt ja laite- ja ohjelmistotestaukset (SAT, FAT). Näistä tietosisällöistä voidaan tarvittaessa laatia esimerkiksi viranomaismääräysten edellyttämä dokumentaatio. (2, s. 24.)

Sekoitushilloaseman suunnittelussa noudatetaan tyypillisiä edellä mainittuja automaatioprojektin toimintatapoja. Valio Oy toimittaa tarvittavat lähtötiedot ja dokumentoinnit urakoitsijoille, jotka hoitavat automaatiojärjestelmän toteutuksen ja asentamisen.

2.2 Sekoitushilloasema

Sekoitushilloasemalla tarkoitetaan laitekokonaisuutta, joka sisältää useita toimilaitteita, kuten erilaisia venttiileitä, pumppuja ja virtausmittareita. Sekoitushilloaseman toimintaa ohjaa automaatiojärjestelmä. Ohjelmointi on voitu toteuttaa joko jatkuvana prosessina tai sekvenssiohjauksena. Kaikki sekoitushillolliset tuotteet ajetaan sekoitushilloaseman kautta. Sekoitettu massa johdetaan hilloja massapumpun avulla pakkaus koneen tuotesuppiloon, josta se pakataan haluttuihin pakkauksiin.

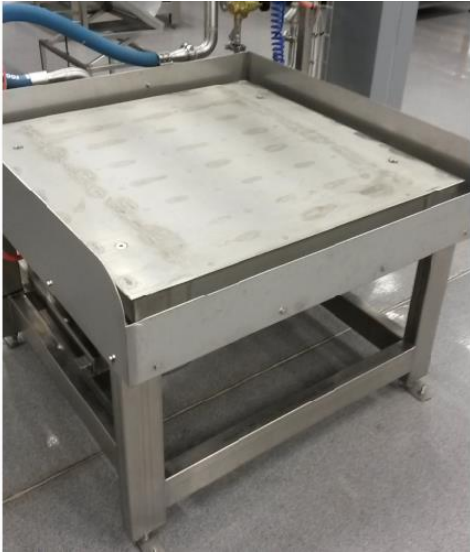
Sekoitushilloaseman toiminnassa on useita eri vaiheita. Tuotantovaihe koostuu pakkauserien aloituksista, tuoteajoista, hillokontin vaihdosta, tuotteen vaihdosta sekä tuotelopetuksista. Tämän lisäksi erillisenä kokonaisuutena on hilloaseman kiertopesu pakkauskoneen pesun yhteydessä.

2.3 Sekoitushilloaseman prosessikuvaus

Käyttäjä käynnistää hilloaseman ja pakkauskoneen, sekä valitsee pakattavan tuotteen reseptin. Sekoitushilloasemassa hillo sekoitetaan tuotemassaan halutun suhteen mukaisesti. Suhde määräytyy tuotereseptin mukaan ja se on keskimäärin 15 % – 40 % sekoitetun massan painosta. Käyttäjä nostaa hillokontin (kuva 5) siltavaa'an päälle ja kytkee hilloasemaan erillisellä tuoteletkulla sekoitushilloasemaan. Hillokonttiin kytketään myös tyypiletku, jonka tarkoituksena on tuoda tarvittava korvausilma hillon virratessa eteenpäin hillopumpulle. Puolivalmistetta syötetään hilloasemalle siirtolinjaputkistoa pitkin valmistuksen puolella olevasta tuotesäiliöstä. Käyttäjä varmistaa että hillon annostelu on oikeassa suhteessa asetusarvoihin, vertailemalla pakattujen tuotteiden kappalemäärää suhteessa kuluneeseen hilloon. Kulunut hillo mitataan siltavaa'an avulla (kuva 6).



KUVA 5. Hillokontti (kuva: Joonas Mantere)



KUVA 6. Siltavaaka (kuva: Joonas Mantere)

Puolivalmistetta ja hilloa aletaan syöttää yhtäaikaaisesti hillo- ja massapumpun avulla staattiseen putkisekoittajaan, jossa hillo ja massa sekoittuvat yhtenäiseksi tuotteeksi. Sekoitus aloitetaan, kun pakkaus on aloitettu hilloasemalta. Hillon- ja massansyöttö pysäytetään, mikäli tuotesäiliön pinta nousee yli ylärajan tai pakkaus keskeytetään. Sekoitus keskeytyy automaattisesti myös, mikäli hillokontti pääsee tyhjenemään ja nestetunnistin ei enää tunnista hilloa hilloputkistossa. Sekoitettu tuote päättyy tuotesäiliöön, josta se pakataan pikaripurkkeihin, sankoihin tai harjapakkauksiin.

2.4 Hillohävikin muodostuminen hilloasemalla

Hillohävikki lasketaan pakattuihin tuotteisiin siirtyneen hillon kokonaismäärästä verrattuna hillon todelliseen kulutukseen. Hillohävikkiä muodostuu melkein kaikissa pakkausvaiheissa. Näitä ovat muun muassa pakkauserien aloitukset, tuotevaihdot, hillokontin vaihdot sekä tuotelopetukset. Hillohävikkiä voidaan seurata jokaista ajettua erää kohden, pakkauskone- tai kokonaistasolla jatkuvan seurannan avulla. Hillohävikki kirjataan myös ylös taulukkoon, josta pystytään laskemaan hillohävikin aiheuttamat vuosittaiset tappiot. Ajokohtainen hillokulutus ja hillohävikki voidaan laskea seuraavasti:

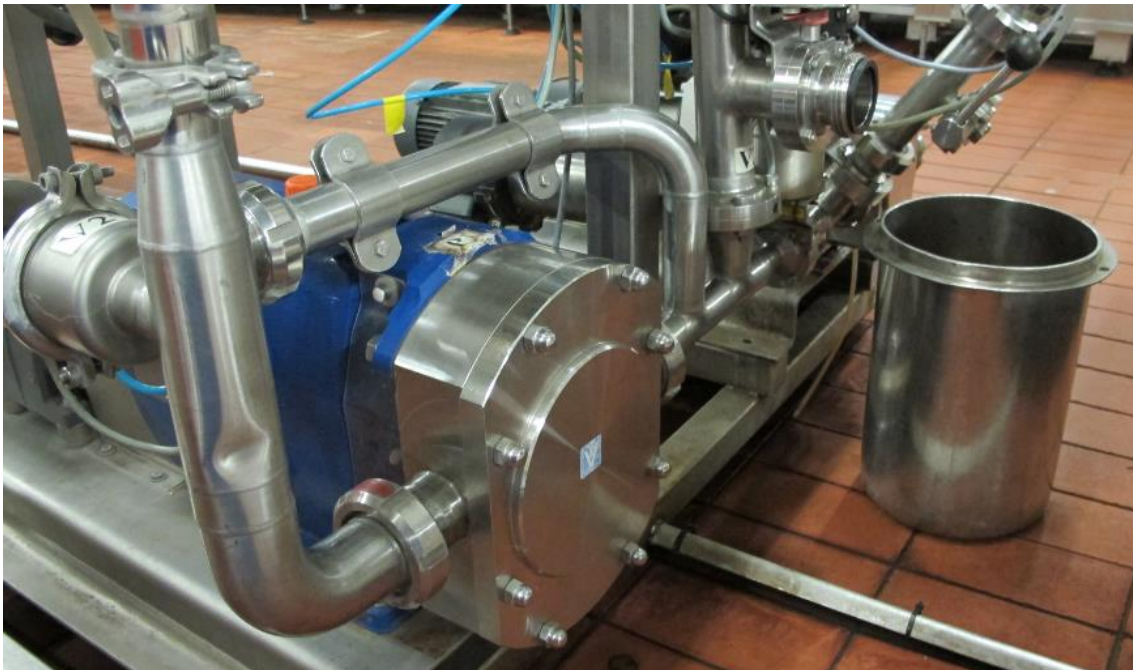
Hillonkulutus = Hillokontin alkupaino – Hillokontin loppupaino

Hillontarve = Pikarien määrä * Pikarin koko * Hilloprosentti

Hillohävikki = Hillonkulutus – Hillontarve

Hillohävikkiprosentti= Hillohävikki / Hillontarve

Tuote-erän aloituksessa syntyy hävikkiä putkistojen ilmauksissa. Putkistot ilma-
taan avaamalla pumppujen ilmausventtiileitä ja laskemalla tuotetta ilmausasti-
aan (kuva 7) niin pitkään että ilma on poistunut putkistosta kokonaan. Ilmauk-
sen jälkeen tuoteajo aloitetaan mikserille. Jos hillo ja massa saapuvat eri aikaan
mikserille syntyy epälaatuista tuotetta, joka ei ole valmistusreseptin mukainen,
ja se joudutaan ajamaan hapanhuuhteisiin.



KUVA 7. Ilmausastia (kuva: Risto Ervasti)

Tuoteajossa massa- ja hillopumpun toimintaa ohjaa pakkauskoneen syöttösup-
pilon pinta. Pinnan säätö on rakennettu niin, että pinnan saavuttaessa ylärajan,
kummatkin pumput pysähtyvät. Pumput käynnistyvät uudelleen pinnan laskies-
sa.

Hillokontin vaihto kesken tuoteajon on pakollista, mikäli hillokontista loppuu hil-
lo. Tällöin hilloletku joudutaan ilmaamaan uudestaan pumpulle asti aiemmin
esitetyllä tavalla.

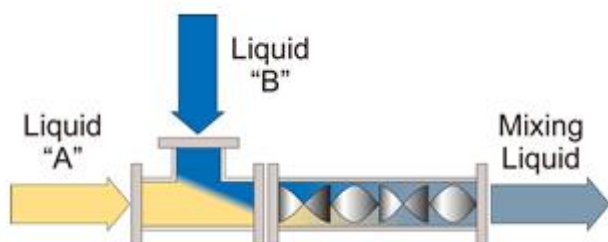
Tuotevaihto tehdään silloin, kun jatketaan tuotantoa samalla puolivalmisteella, mutta hillon maku vaihtuu. Vaihdoissa suljetaan hillokontin pohjaventtiili ja pysäytetään hilloaseman toiminta. Hilloletkuun, hillopumpulle sekä ennen mikseriä olevaan putkistoon jää puhdasta hilloa sekä mikseriin valmiiksi sekoitettua tuotemassaa. Putkistot joudutaan tyhjäämään kokonaisuudessaan hapanhuuhteisiin, ja tämä aiheuttaa hillohävikkiä. Hilloaseman putkistot pestään, jonka jälkeen uusi hillo otetaan tuotantoon ja pakkaus aloitetaan alusta.

3 KENTTÄLAITTEISTO

Luvussa tarkastellaan muutamia mikserihilloaseman oleellisia prosessi- ja toimilaitteita. Näitä ovat staattinen putkisekoittaja, lohkoroottoripumppu sekä virtausmittaus. Virtausmittauksessa keskitytään lähinnä elektromagneettiseen virtausmittaukseen, sillä se on elintarviketeollisuudessa laajasti käytössä oleva menetelmä, jonka kiistattomia etuja on hygieenisuus.

3.1 Staattinen putkisekoittaja

Staattisen putkisekoittajan tehtävänä on sekoittaa kaksi tai useampi aine keskenään jatkuvassa prosessissa (kuva 8). Staattinen sekoittaja ei vaadi erillistä energianlähdettä vaan se hyödyntää jo olemassa olevaa virtausta tuotteiden sekoittamiseen. Se soveltuu kaikille pumpattaville nesteille, kaasuille tai rae- maisille kiinteille aineille, vaikka toisen komponentin viskositeetti olisi isompi. (4.)

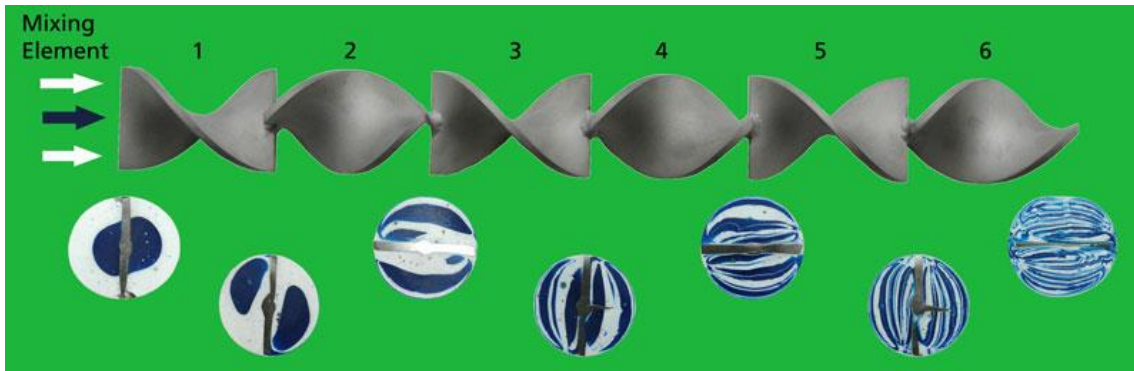


KUVA 8. Staattisen sekoittajan toimintaperiaate (3)

Staattinen putkisekoittaja koostuu putkesta sekä yleensä irrotettavissa olevasta siivekkeitä sisältävästä pakettista. Siivekkeiden ja lapojen lukumäärällä sekä muodolla voidaan vaikuttaa sekoitusominaisuuksiin. Mitä enemmän siivekkeitä on, sitä parempi sekoitusteho on. Siivekkeiden lukumäärä lisää putkisekoittajan pituutta ja aiheuttaa painehäviötä, joka voi joissain tapauksissa muodostua ongelmaksi. (4.)

Siivekkeiden valinta tehdään sekoitettavien tuotteiden ominaisuuksien perusteella. Korkean viskositeetin tuotteille, kuten jogurteille, käytetään usein spiraalimuotoista sekoitinta (kuva 9). Kuvasta nähdään, miten kaksi eri tuotetta sekoittuu jokaisen siivekkeen kohdalla yhä enemmän muodostaen lopuksi tasai-

sen massan. Spiraalin muotoinen sekoitin ei ole optimaalisin sekoitusteholtaan, mutta se on helppo pitää puhtaana, edullinen hinnaltaan ja riittävän tehokas moneen prosessiin. (4.)



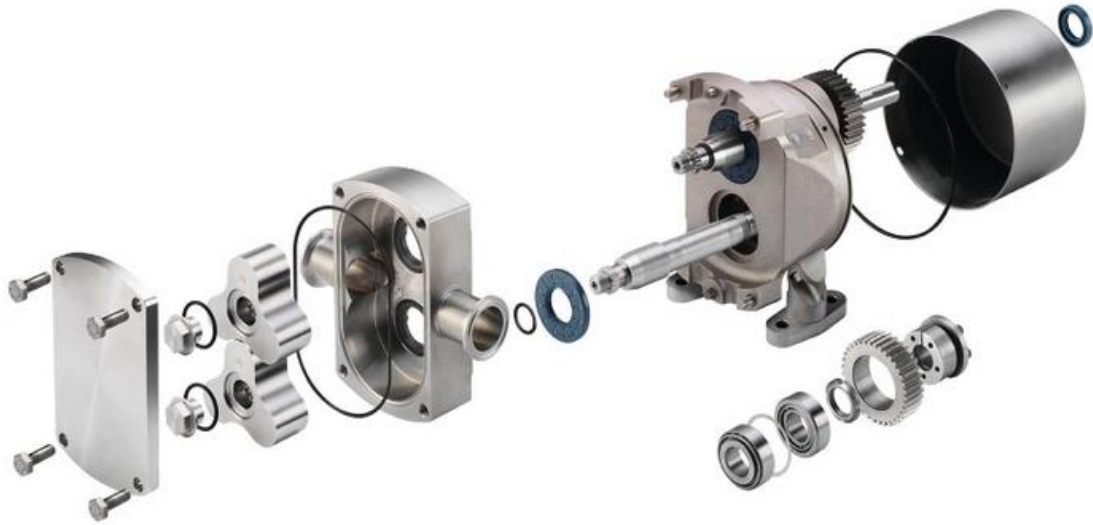
KUVA 9. Spiraalin muotoinen sekoitin (4)

3.2 Lohkoroottoripumppu

Lohkoroottoripumppuja käytetään lukuisilla eri toimialoilla niiden monikäyttöisyyden vuoksi. Lohkoroottoripumput tarjoavat korkean hyötysuhteen ja luotettavuuden, ja ne soveltuvat erinomaisesti elintarviketeollisuuden hygieenisuuden ja pestävyyden ansiosta. (5.)

Pumppu koostuu moottorista, vaihteistosta, pumpun pesästä sekä roottoreista. Moottorin akseli pyörittää vaihteistossa olevia hammasrattaita, josta pyöriminen siirtyy pumpun pesässä oleviin roottoreihin. Roottorit on muotoiltu niin, ettei neste pääse virtaamaan vapaasti pumpun lävitse pumpun ollessa pysähtyneenä.

(5.)



KUVA 10. Lohkoroottoripumpun räjäytyskuva (6)

Lohkoroottoripumppu koostuu yleensä kahdesta roottorista joiden pyörimissuunta on vastakkainen toisiinsa nähden. Toiminta voidaan jakaa karkeasti kolmeen vaiheeseen (kuva 11). Ensimmäisessä vaiheessa neste virtaa tulopuolelta pumpun pesään ja moottorin lähtiessä pyörimään roottorien pyörintä painaa nesteen roottorin ja pumpun pesän väliin jäävään taskuun. Neste ei pääse poistumaan roottorien välistä vaan roottorien jatkaessa pyörintää, pakottaa se nesteen pumpun lähtöpuolelle työntäen jo siellä olevaa nestettä eteenpäin. (5.)

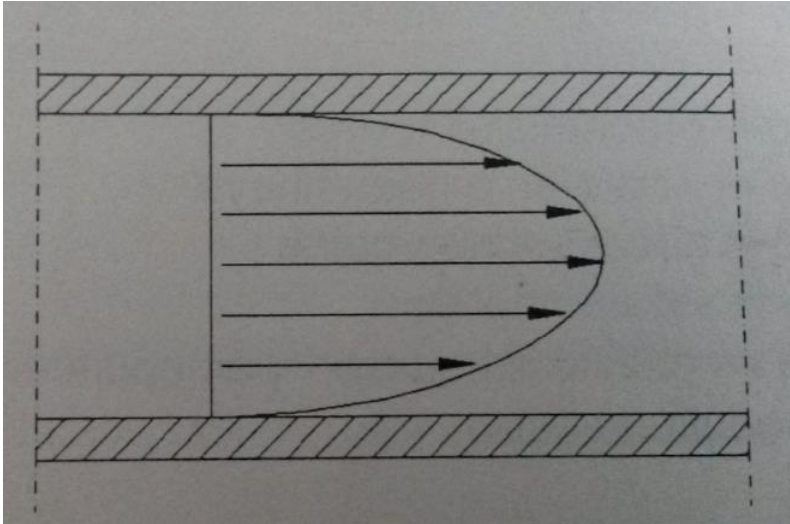


KUVA 11. Lohkoroottipumpun toimintaperiaate (5)

3.3 Virtausmittaus

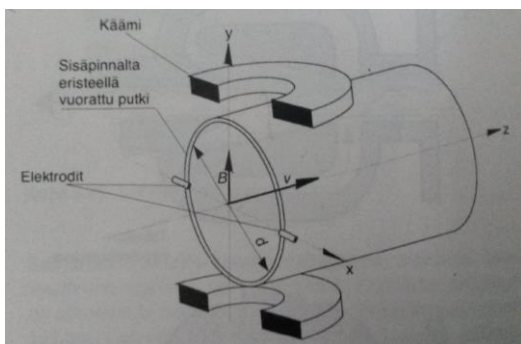
Virtausmittarilla voidaan määrittää putkessa virtaavan nesteen tilavuusvirta, virtausnopeus tai massavirtaus. Virtausmittaukset suoritetaan yleensä suljetuissa putkistoissa, joissa putket ovat poikkileikkaukseltaan yleensä ympyrän mallisia. Putkessa tapahtuvassa laminaarisessa, eli hitaassa virtauksessa virtausnopeus on aina suurempi putken keskikohdassa, kuin reunoilla (kuva 12), sillä jokaisella

massan osasella on oma kitkakerroin. Mikäli virtaus tapahtuisi ideaalissa eli täysin kitkattomassa ympäristössä, virtausnopeus olisi täysin tasainen. (7, s. 87.)



KUVA 12. Putkivirtauksen nopeusprofiili (7, s. 87)

Elektromagneettinen mittausmenetelmä soveltuu sähköä johtavien nesteiden tilavuusvirran mittaukseen. Kuvassa 13 on esitetty mittausmenetelmän toimintaperiaate, joka perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Käämien välille johdetaan vaihtojännite, joka luo mittausputkeen virtaussuuntaa vastaan kohtisuorassa olevan magneettikentän. Kun sähköä johtava neste virtaa putkessa magneettikentän voimavirtoja leikaten, indusoituu elektrodien päiden välille lähdejännite. Lähdejännitteen suuruus on suoraan verrannollinen tilavuusvirtaan. (7. S. 118 -119)



KUVA 13. Elektromagneettisen virtausmittarin periaate (7, s. 118)

4 SEKOITUSHILLOASEMAN SUUNNITTELU

Projekti toteutettiin kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin alustava suunnittelu ja lähtökohtien selvittely sekä pyrittiin ratkaisemaan kyseiset ongelmat. Toisessa vaiheessa alustavan suunnitelman mukaan toteutettiin toimintakuvaus, joka lähetettiin urakoitsijoille. Urakoitsijat toteuttivat tämän perusteella ohjelmiston ja toimilaitteiden asennukset. Kolmannessa vaiheessa valmis hilloasema testattiin simuloimalla sen toiminta virtuaaliympäristössä ja tehtiin konkreettiset käyttöönotot.

Hilloaseman suunnittelu alkoi vanhan hilloaseman ongelmien etsimisellä ja ratkaisujen etsimisellä niiden parantamiseksi. Vanhan hilloaseman toiminta on suunniteltu vuosia sitten, jolloin tuotevaihtoja ei tapahtunut useita saman pakkauspäivän aikana, vaan samaa tuotetta saatettiin pakata jopa koko päivä. Lähtökohtana oli saada asema toteutettua mahdollisimman vähillä toimilaitteilla ja pitää asema yksinkertaisena. Toimilaitteina ja antureina oli tarkoitus käyttää lähinnä muissa prosesseissa jo ennestään olevia laitteita, sillä varaosavaraston kokoa ei haluttu kasvattaa turhaan.

4.1 Vanhan hilloaseman ongelmat

Vanhan hilloaseman ongelmia etsittiin käyttäjiltä saadun suullisen palautteen avulla, käytännön testeillä sekä erilaisilla mittauksilla. Näistä laadittiin yhteenvetona seuraava lista:

- Linjaston tyhjäys huuhtelun jälkeen joudutaan tekemään massa- tai hillo-työnnöllä.
- Hillolinjan ilmaus tuottaa ongelmia
- Korkean viskositeetin tuotteet kulkevat kahden pumpun läpi, josta seuraa turhaa energian kulutusta, ja se hankaloittaa säätöä. Jokainen pumppu myös vahingoittaa massan rakennetta.
- Tuotevaihtojen jälkeen putkistoon jäävä tuote joudutaan ajamaan hapanhuhteisiin vesityönnöllä.
- Hillokontin vaihto aiheuttaa turhia häviöitä aikaisemmin kerrotuista syistä.

4.2 Alustavien ratkaisujen etsiminen

Pohdittaessa uutta tapaa säätää hillon ja massan virtausta vaihtoehtoja ovat uuden erityyppisten pumppujen käyttö tai säätöventtiilien lisääminen. Pumppujen vaihto hylättiin nopeasti, sillä lohkoroottoripumppu on aiempien kokemusten perusteella järkevin vaihtoehto hillon pumppaamiseksi. Hillossa olevien hedelmä- ja marjapalojen koko on hyvinkin vaihteleva, eivätkä ne saisi murskaantua pumpussa. Lohkoroottoripumpun rakenne estää parhaiten palojen murskaantumisen, joten pumpputyypin päädyttiin pitämään samana, kuin vanhassa hilloasemassa.

Säätöventtiilien lisääminen (kuva 14) tuo lisää toimilaitteita, mutta mahdollistaa tarkemman säädön etenkin pumppujen lähtiessä käyntiin. Säätöventtiilien lisääminen monimutkaistaa säätöpiiriä, kun ohjattavien toimilaitteiden määrä lisääntyy kahteen, sillä näiden ohjausarvot vaikuttavat toisiinsa. Tästä huolimatta säätöventtiilien lisääminen oli ainoa järkevä vaihtoehto.



KUVA 14. Säätöventtiili (kuva: Joonas Mantere)

Säätöventtiilin käyttöä testattiin vanhalla hilloasemalla muutamassa yksittäisessä ajossa. Säätöventtiili liitettiin hillopumpun jälkeen putkistoon ja sitä ohjattiin käsin virtausmittarin mukaan. Testi sujui ongelmitta ja vaikka käsin säätämällä ei tarkkoihin tuloksiin pääse, pystyimme varmistumaan, että säätöventtiili toimii yhdessä pumpun kanssa.

Massapumppu päädyttiin poistamaan ja sen tilalla käytetään ainoastaan säätöventtiiliä. Matalan viskositeetin tuotteet tulevat omalla painollaan säiliöistä ja niiden virtaus on riittävän tehokas ilman pumppuakin. Korkean viskositeetin tuotteet taas ajetaan pumpullisten siirtolinjojen kautta ja niiden pumppujen teho riittää ajamaan massan suoraan hilloaseman läpi.

Toinen ongelma on tuotevaihdossa putkistoon jäävä massa. Uusi hilloasema toteutetaan sellaiseksi, että hilloasema saadaan valutettua tyhjäksi valutusventtiilin avulla (kuva 15). Valutusventtiili sijoitetaan hilloaseman alimpaan kohtaan ja putkiston suunnittelussa pidetään huoli siitä että hilloasemaan ei jää ylimääräisiä taskuja joihin vesi tai massa voi jäädä makaamaan, vaan kaatoa on koko matkalta riittävästi.



KUVA 15. Valutusventtiili (kuva: Joonas Mantere)

Jotta putkiston tyhjäys ja kuivaus saadaan varmistettua, lisätään hilloasemaan steriilin paineilma-ohde (kuva 16), jolla hilloasema voidaan kuivata valutuksen jälkeen. Näin uusi, puhdas massa saadaan ajaa suoraan kuivaan, pestyyn ja puhtaaseen putkistoon.



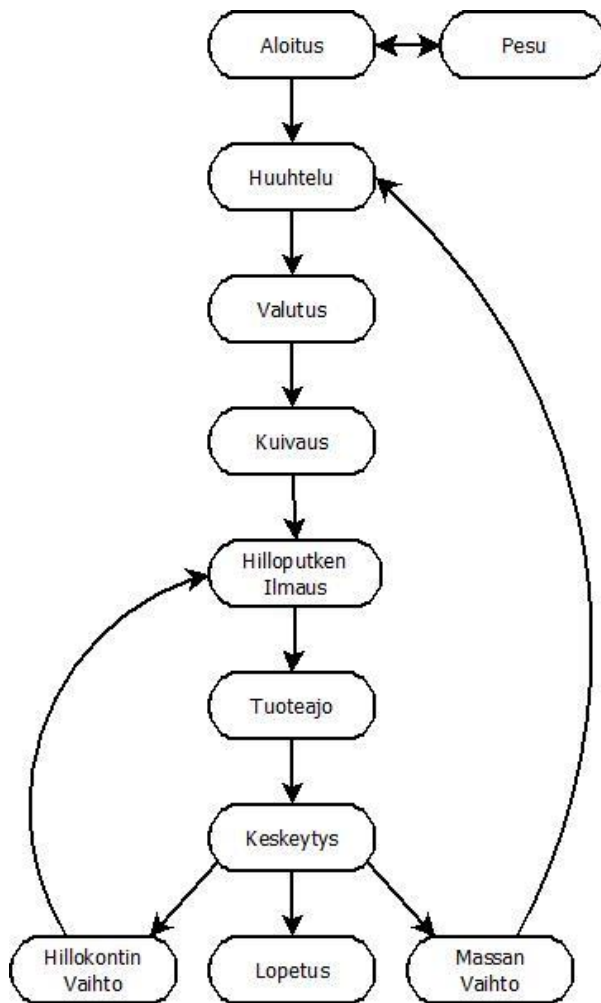
KUVA 16. Steriili paineilma- ja kuumavesiyhde (kuva: Joonas Mantere)

4.3 Alustava automaatiototeutus

Hilloaseman sekvenssin suunnittelu aloitettiin jo hyvin varhaisessa vaiheessa toimilaitteita miettiessä. Kokonaisuus hahmoteltiin suunnittelemalla alustavat sekvenssin askeleet, joiden pohjalle toimintoja alettiin kasata (kuva 17).

Alustaviksi sekvenssin askeleiksi muodostuivat seuraavat askeleet, joiden pohjalta tarkempaa askelkohtaista suunnittelua lähdettiin rakentamaan:

- Aloitus
- Pesu
- Huuhtelu
- Valutus
- Kuivaus
- Hilloputkiston ilmaus
- Tuoteajo
- Keskeytys
- Hillokontin vaihto
- Massan vaihto
- Lopetus.



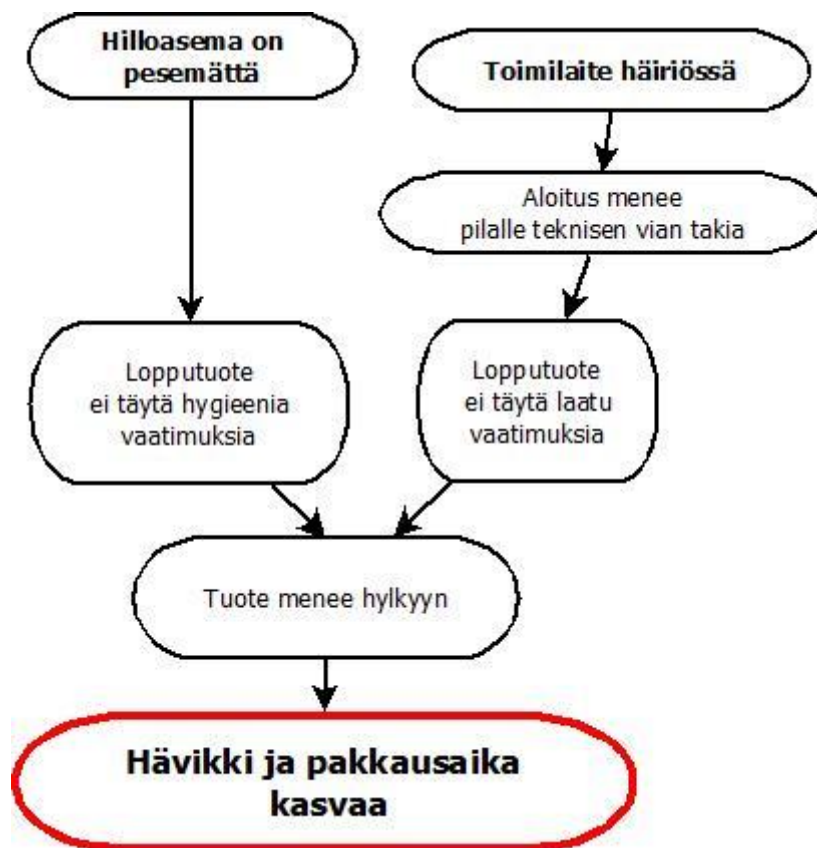
KUVA 17. Alustava sekvenssi

4.4 Sekvenssin toiminta ja toimintakuvaus

Toimintakuvauksien tarkoitus on kertoa kyseisen toimilaitteen tai sekvenssin toiminta kaikissa mahdollisissa vaiheissa ja askelissa joissa sen tila muuttuu. Jokaisesta hilloaseman toimilaitteesta sekä itse hilloaseman sekvenssistä laadittiin tarkka toimintakuvaus, josta selviää laitteen tai sekvenssin toiminta kaikissa ajotilanteissa. Tuleva hilloasema tultaisiin ohjelmoimaan ainoastaan toimintakuvauksien perusteella, joten toimintakuvauksissa ei saanut esiintyä kriittisiä virheitä.

Sekvenssin toimintakuvauksen kirjoittaminen aloitettiin alustavan suunnitelman pohjalta askel kerrallaan. Suunnittelun edetessä askelia jouduttiin hieman muokkaamaan ja lisäämään, vaikka alkuperäinen idea pidettiin samana.

Aloitusehdoissa on oleellista saada varmistus sille, että hilloasema on puhdas eivätkä toimilaitteet ole häiriötilassa. (kuva18). Varsinkin pakattaessa kypsytettäviä tuotteita on tärkeää varmistaa, ettei mikään viivytä pakkausta turhaan, sillä näiden tuotteiden pakkausaika on rajallinen. Mikäli tämä aika täyttyy, joudutaan jäljellä oleva massa ajamaan hapanhuuhteisiin.



KUVA 18. Aloitusehtoien tärkeyden hahmottaminen

Hilloaseman suunnittelun kriteereinä on myös että hilloasemana täytyy saada käynnistettyä ilman että pakkauskone on päällä. Joissain tapauksissa saattaa ilmetä tilanteita, joissa hilloasema halutaan pestä hygieniasyistä varmuuden vuoksi, vaikka pakkauskonetta ei pestäisikään. Tämä voi tapahtua esimerkiksi silloin, kun pakkauskoneella pakataan hillotona tuotetta ja hilloasemalle teh-

dään samalla huoltotoimenpiteitä, jotka edellyttävät hilloaseman pesun. Tälläinen toimenpide voi olla esimerkiksi hillopumpun vaihto, joka vaatii hygieniava-pautuksen.

Pakkausvaiheen alussa siirtolinjoista virtaa ensin vettä, jonka jälkeen massa saapuu aluksi vedensekaisena massana ja muuttuu loppua kohti puhtaaksi massaksi. Aikaisemmin käyttäjä on silmämääräisesti varmistanut milloin vesimassasekoitus on vaihtunut puhtaaksi massaksi. Tässä toimenpiteessä massaa on ajettu hapanhuuhteisiin, sillä on haluttu varmistus siitä, ettei massan seassa ole enää vettä.

Pakkausvaiheen alussa uudessa pakkauskoneella massa tuodaan mikserin kautta hapanhuuhdesuppiloon. eusanalysointori (kuva 19) tunnistaa että massa on puhdasta eikä siinä ole enää vettä, massansyötön sulkuventtiili suljetaan ja massan syöttö lopetetaan. Käyttäjää kehoitetaan kytkemään tässä vaiheessa hilloletku kuumavesiyhteeseen huuhtelua varten.



KUVA 19. Sameusanalysointori (kuva: Joonas Mantere)

Elintarviketeollisuuden tulevien laitteiden suunnittelussa tärkeimpiä tekijöitä on hygieenisuus. Tästä johtuen huuhtelu, valutus ja putkiston kuivaus täytyy tehdä oikein ja varmistaa putkiston sekä toimilaitteiden puhtaus. Huuhtelun tarkoituksena on poistaa mikserihilloaseman ja pakkauskoneen välissä olevasta putkistoista epäkelvollinen massavesiseos hapanhuuhteisiin. Lopuksi putkisto huuhtellaan pakkauskoneen tuotesuppiloon vedellä.

Huuhtelun jälkeen putkisto tyhjenetään valutusaskeleessa valutusventtiilin kautta, joka on fyysisesti sijoitettu alimpaan kohtaan putkistosta. Näin koko putkisto pääsee valumaan tyhjäksi vedestä valutuventtiilin auetessa. Valutuksen

jälkeen putkisto kuivataan kuivausaskeleessa steriilin paineilman avulla. Huuh-
telu-, valutus- ja kuivausajat selvitetään käyttöönotossa konkreettisilla testeillä,
joilla varmistetaan että kyseiset vaiheet saadaan tehtyä kunnolla.

Kun mikseriasema on kuiva ja puhdas sekä massapuolen sulkuventtiilin takana
on valmis pakattava massa odottamassa pakkausta, käyttäjä kytkee hilloletkun
(kuva 20) hillokonttiin ja avaa hillokontin sulkuventtiilin, jolloin hillo pääsee vir-
taamaan hillopumpulle asti. Pakkaus voidaan aloittaa, kun hilloputkisto on ilmat-
tu, nestetunnistin tunnistaa nesteen ja näkölasissa (kuva21) näkyy pelkkää hil-
loa.



KUVA 20. Hilloletku kytkettynä pesuyhteeseen (kuva: Joonas Mantere)



KUVA 21. Näkölasia (kuva: Joonas Mantere)

Tuoteajossa hillon ja massan syöttö aloitetaan yhtä aikaa avaamalla ensin kummankin puolen sulkuventtiilit. Säätoventtiilit ovat lähtötilanteessa oletusarvossaan. Virtausta tarkastellaan virtausmittareiden avulla ja virtauksen säätö tapahtuu pääsääntöisesti säätoventtiileillä. Mikäli säätoventtiilit kuitenkin alkavat jostain syystä lähestyä ääriasentoja, voidaan pumppujen kierrosnopeutta tarvittaessa laskea tai nostaa, jolloin säätoventtiilin säätoaluetta saadaan kasvatettua. Haluttu virtausnopeus määräytyy pakkaus koneen tuotesäiliön pinnan mukaan. Mikäli tuotetta ei ole säiliössä yhtään, voidaan virtausnopeutta kasvattaa, ja mikäli tuotesäiliön pinta alkaa nousta liian korkeaksi esimerkiksi pakkaus koneen pysähtyessä jälkipään ruuhkan takia, voidaan virtausnopeutta laskea. Tavoitteena on saada aloituksessa suppilo täytettyä mahdollisimman nopeasti pakkaustasolle ja ongelmien ilmetessä pitää pientä virtausta yllä.

Tuoteajosta siirrytään aina keskeytysaskeleeseen. Tähän voi olla syynä hillon loppuminen hillokontista, käyttäjän aktivoima keskeytys tai pakkaus koneen säiliön tuotepinnan nouseminen liian korkeaksi. Keskeytysaskeleessa massan ja hillon syöttö keskeytetään määräämättömäksi ajaksi odottamaan uudelleen käynnistystä, hillon tai massan vaihtoa tai lopetusta.

Käyttäjä voi aktivoida uudelleen käynnistykseen, tai se voi tapahtua automaattisesti esimerkiksi silloin, kun tuoteajo on pysähtynyt pakkaus koneen tuotesäiliön

pinnan noustessa ja tuotesäiliön pinta laskee riittävän alas. Käyttäjän tekemä aktivointi voi olla tarpeellinen esimerkiksi silloin, kun hillokontista on loppunut hillo ja käyttäjä on vaihtanut uuden hillokontin paikalleen ja ilmannut hilloletkun. Keskeytysaskeleesta tuotanto voidaan lopettaa.

5 KÄYTTÖÖNOTTO JA TYÖN TULOKSET

Opinnäytetyön kolmas vaihe sisälsi laitteiston simuloinnin virtuaaliympäristössä, pesuvalidoinin tuotannollisin laboratorio kokein sekä käyttöönoton. Käyttöönotto toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa mikserihilloaseman toiminta testattiin vesiajoilla ja näiden aikana ajastuksia hienosäädettiin. Lopulliset koeajot aloitettiin normaaleilla jogurteilla, joista siirryttiin vähitellen kypsytettäviin tuotteisiin.

5.1 Simulointi

Valmet Oyj toteutti annettujen toimintakuvauksien perusteella ohjauksen Valion Metso DNA -järjestelmään. Valiolla on käytössä ylimääräinen simulointimahdollisuus jolla uudet prosessit testataan ennen niiden todellista käyttöönottoa. Simuloinnilla pyritään varmistamaan kaikkien mahdollisten toimintojen toimivuus ja testaamaan suurin osa mahdollisista käyttäjävirheistä ja laitevioista sekä tarkistamaan niiden seuraukset.

Simulointi toteutettiin käymällä läpi aiemmin kirjoitettu toimintakuvaus. Toimintakuvausta käytiin läpi ja esiin tulleet eroavaisuudet kirjattiin ylös. Tämä jouduttiin tekemään useita kertoja, sillä mahdolliset vikatilanteet eri ajovaiheissa täytyi käydä läpi ja varmistaa että prosessi reagoi niihin, niin kuin oli suunniteltu.

Kun kaikki toimintakuvaukset oli käyty läpi, sovimme aina tapauskohtaisesti toimittajan kanssa, tehdäänkö tarvittavat muutokset toimintakuvauksiin vai joutuuko urakoitsija muuttamaan niiltä osin ohjelman jo olemassaolevien toimintakuvauksien mukaiseksi.

Mikäli ohjelmaan tehdään muutoksia, joudutaan simulointi aloittamaan kokonaan alusta ja käymään kaikki vaiheet ja vaihtoehdot läpi yleisimpine vikatilanteineen. Ohjelmamuutokset voivat aiheuttaa myös ei-toivottuja reaktiota sellaisissa osa-alueissa joihin niiden ei pitäisi käytännössä vaikuttaa. Nämä ovat yleensä pieniä inhimillisiä erehdyksiä, mutta ne voivat aiheuttaa suuria ongelmia käytännössä. Tällaisia voi olla esimerkiksi jonkun muistipaikan resetointi väärässä kohdassa, josta voi aiheutua esimerkiksi venttiilin jääminen auki sellaisessa tilan-

teessa, jossa sen täytyisi ehdottomasti sulkeutua. Mikäli näitä ei huomata simuloinnissa, ne saattavat tulla vastaan käyttöönnotossa tai pahimmassa tapauksessa vasta tuotannossa, jolloin hilloa ja massaa menetetään, tai tuote-erä menee laadullisista syistä hylkyyn.

Suuremmat ongelmat saatiin alkuvaiheessa rajattua pois ja loppu oli hienosäätöä. Tähän kului paljon aikaa, sillä toimintakuvausten haluttiin vastaavan tässä vaiheessa ohjelmaa täydellisesti. Hienosäädön aikana suurimmat muutokset toteutettiin lähinnä toimintakuvauksiin.

Simuloinnissa käytiin myös läpi kaikki siirtolinjat, joilta pakkaus voi tapahtua. Tällä saatiin varmistus, ettei niissä tapahdu ristiriitailanteita, jotka saattaisivat aiheuttaa pahimmassa tapauksessa tuotannon keskeytyksen.

5.2 Käyttöönotto

Simuloinnista käyttöönottoon vierähti muutama viikko aikaa, koska laiteasennukset myöhästyivät toimittajilla useasta eri syystä. Käyttöönotto aloitettiin vesiajoilla jossa mikserihilloaseman läpi ajetaan pelkkää vettä. Tällä varmistetaan kaikkien toimilaitteiden ohjauksien toimivuus ja mittaustietojen päivittyminen Metso -automaatiojärjestelmään.

Vesiajoilla testattiin myös tarvittavat ajoitukset huuhteluun, valutukseen ja kuivaukseen sekuntikellon avulla. Näiden ajoitusten tulee olla mielellään liian pitkiä, kuin liian lyhyitä, sillä niillä varmistetaan että hilloasema on puhdas ja kuiva, kun uutta tuotetta aletaan pakata.

Sekoitusmassallisten tuotteiden ajaminen aloitettiin normaaleilla jogurteilla, joilla käytettävä pakkaus aika on pidempi, kuin kypsytettävillä jogurteilla. Tuotteita ajettiin pieniä koe-eriä ja hilloaseman toimintaa seurattiin. Hilloaseman sameusanturia ja säätöpiirejä säädettiin vielä tässä vaiheessa. Kun pienet koe-erät saatiin ajettua ongelmitta, siirryttiin ajamaan normaalin tuotannon mukaisia pakkauseriä.

Pakatuista tuotteista löytyi alkuvaiheessa ongelmia hedelmäisestä ananasjogurtista. Tuotteessa on isoja ananaspaloja joiden raekokonsa puolesta täytyisi

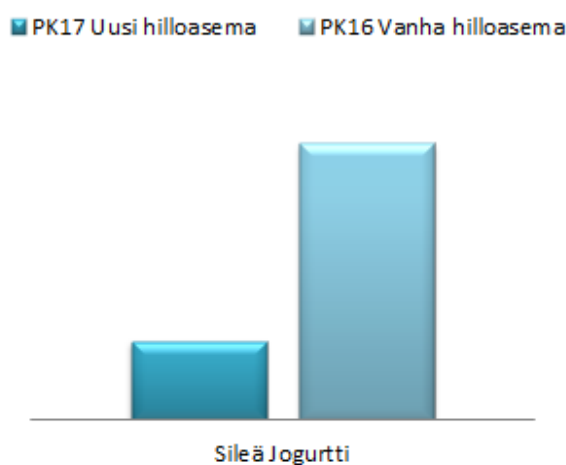
mahtua kulkemaan hilloaseman läpi murskaantumatta, mutta näin ei jostain syystä tapahtunut. Vikaa lähdettiin etsimään ja pumppu saatiin nopeasti rajattua pois avaamalla putkisto heti pumpun jälkeen ja tutkimalla hillon rakenne. Hillon rakenne oli pumpun jälkeen hyvä, mutta säätöventtiilin jälkeen osa isoista paloista oli päässyt murskautumaan. Hilloasemaan tehtiin pieniä muutoksia ja siihen lisättiin ohitusventtiili hillopuolen säätöventtiilin rinnalle. Tätä käytettäisiin ainoastaan isoja paljoa sisältävällä hillolla. Muutokset onnistuivat ja hillon hedelmäpalat pysyivät ehjänä.

5.3 Lopputulokset

Hilloaseman kehitystyön päätavoitteena oli hillohävikin pienentäminen, ja siinä onnistuttiin suunnitellusti. Hillohävikkiä ei pystytä kokonaan poistamaan esimerkiksi tuotelopetuksista, jolloin hillopumpun ja mikserin väliin jäävä hillo joudutaan työntämään vedellä hapanhuuhteisiin. Lisäksi hillokontin tyhjentäessä sen pohjalle jää hieman hilloa.

Työn lopputuloksista saadaan hyvä kokonaiskuva vertailemalla tiettyjen tuotteiden ajoraportteja uuden ja vanhan pakkauskoneen välillä. Kuvassa 22 on esitetty sileän jogurtin hillohävikki uuden ja vanhan hilloaseman välillä. Hillohävikki on laskettu yhden kuukauden ajoraporttien perusteella. Sileillä jogurteilla hillohävikki pieneni noin yhteen kolmasosaan alkuperäisestä.

Hillohävikin pieneneminen



KUVA 22 Sileän jogurtin hillohävikin pieneneminen yhden kuukauden ajalta.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella uuden hilloaseman toiminta ja laatia siitä toimintakuvaukset, joiden perusteella urakoitsijat toteuttaisivat hilloaseman. Työn tehtävänä oli saada uusi hilloasema toimintaan uuden pakkauskoneen asennusten yhteydessä ja saada hilloasemasta sekä tuotantotekijöistä johtuvaa hillohävikkiä pienennettyä.

Työssä tutkittiin vanhan hilloaseman toimintaa ja sen ongelmia. Vanhassa hilloasemassa ei ollut sameusanalysointia, jolla veden vaihtuminen massaksi voitaisiin varmistaa.

Lopputuloksena saatiin erittäin toimiva kokonaisuus. Putkistosuunnittelu ja toimilaitteiden sijoittelu toteutettiin käytännössä kokonaan uudestaan. Massapuolelle lisättiin sameusanalysointia, jolla veden vaihtuminen massaksi voidaan varmistaa ilman ylimääräistä hapanhuuhteisiin pumppaamista. Koska sameusanalysointia olisi tärkeässä roolissa uuden hilloaseman toiminnassa, haluttiin sen toiminta varmistaa etukäteen. Sameusanalysointia lisättiin hetkellisesti vanhan hilloaseman putkistoon ja sen toiminta ja tarkkuus erottaa vesimassa seos puhtaasta massasta testattiin. Kun toiminnasta oli saatu varmuus, analysointia poistettiin ja putkisto palautettiin alkuperäiseksi.

Tämän lisäksi muutoksena uuteen hilloasemaan lisättiin paineilma- ja kuuma-vesiyhde hyvin lähelle hillokonttien kytkentäpaikkaa, jolloin hilloaseman huuhtelu ja kuivaus saadaan toteutettua helposti ja varmasti. Myös hillokontin ja varsinaisen putkiston välistä hilloletkua lyhennettiin mahdollisimman lyhyeksi, mikä helpottaisi hilloputkiston ilmausta.

Näiden muutosten avulla pystyttiin suunnittelemaan ja luomaan hilloasemalle sekvenssiohjaus, jolla päästiin alkuperäiseen tavoitteeseen eli hillohävikin pienentämiseen ja tuotevaihtojen nopeuttamiseen, pitäen tuotelaatu ja – turvallisuuden korkealla tasolla. Hilloaseman käyttö on nyt myös loogisempaa ja helpompi käyttäjästä.

Hillohävikki pienentyi suunnitelman mukaisesti ja ehkä jopa ennakoitua enemmän. Käytännössä sileillä jogurteilla hillohävikkiä saatiin laskettua yhteen kolmasosaan alkuperäisestä. Uuden hilloaseman ansiosta hilloa pystytään säästämään elintarvikelaadusta tinkimättä.

Sekvenssin askeleet muuttuivat myös melko paljon alkuperäisestä suunnitelmasta projektin eri vaiheissa, vaikkakin perusrakenne ja toiminta pysyi alkuperäisen suunnitelman mukaisena. Nämä riippuivat useista eri tekijöistä joita matkan varrella tuli vastaan.

Simulointi meni loppujen lopuksi hyvin. Muutoksia jouduttiin tekemään niin ohjelmaan, kuin toimintakuvauksiin vielä tässäkin vaiheessa, mutta suuremmilta muutoksilta vältyttiin. Simulointiin varattiin onneksi riittävästi aikaa, sillä useiden eri muuttujien takia testaukset jouduttiin tekemään erittäin monta kertaa uudestaan.

Projektin aikataulutusta venähti monista eri syistä joista osaan emme pystyneet vaikuttamaan (liite 3). Näitä oli muun muassa pakkauskoneen toimitusajan viivästyminen, jolloin uutta hilloasemaa ei päästy asentamaan suunnitellun aikataulun mukaan. Myös hilloaseman valmistuminen myöhästyi, kun sitä ei päästy alkuperäisellä aikataululla asentamaan pakkauskoneen yhteyteen.

Työ oli kokonaisuutena erittäin haastava. Tärkeimpänä tekijänä työssä oli miettiä ja saada varmistus sille että hilloasema täyttää elintarviketeollisuuden ja viranomaisten vaatimat kriteerit ja vaatimukset. Mikserihilloaseman prosessi on toisaalta hyvin yksinkertainen, mutta siinä on lukuisia tekijöitä, joiden huomiointaminen saa siitä aikaan erittäin laajan kokonaisuuden. Olisi yksinkertaista suunnitella hilloasema tietylle tuotteelle tai tuoteryhmälle, mutta tässä tapauksessa samalla asemalla täytyy olla mahdollisuus ajaa lukuisia eri tuotteita, joiden ominaisuudet vaihtelevat merkittävästi. Tämä aiheutti omat ongelmat toimilaitteiden valintaan sekä toiminnan suunnitteluun.

Myös tuotteiden valmistussäiliöt, niiltä tulevat siirtolinjat, sekä niiden ominaisuudet vaihtelevat aina senhetkisen pakkaussuunnitelman mukaan. Näiden kaikki-

en vaihtoehtojen testaamiseen kului simuloinnissa ja käyttöönotossa paljon aikaa.

Työssä sai olla mukana monen eri alansa ammattilaisen kanssa ja huomasi miten aikataulujen sovittaminen yhteen on välillä erittäin haastavaa. Venäjän viennin hiipuminen aikaisempaa syksynä antoi kumminkin pelivaraa aikatauluihin, eikä uuden pakkauskoneen saamisella toimintaan ollut tulipalokiire.

Opinnäytetyö oli kokonaisuutena erittäin hyvä ja opetti paljon automaatioprojektista, sen eri osa-alueista, aikataulutuksista ja ennen kaikkea prosessin ymmärtämisen tärkeydestä. Uuden kokonaisuuden suunnittelu on mahdotonta, ellei prosessia ole sisäistänyt alusta loppuun asti. Mikserihilloaseman prosessi ei ollut ennestään tuttu, vaan sen ymmärtäminen ja sisäistäminen tapahtui opinnäytetyön aikana. Yhden prosessin sisäistämisestä kunnolla on suurta apua, kun lähdetään opettelemaan seuraavaa prosessia, joita tulevaisuudessa tulee varmasti vastaan.

LÄHTEET

1. Oulun meijeri. 2015. Valion sisäinen intranet.
2. Suomen automaatioseura ry. 2007. Automaatiosuunnittelun prosessimalli. Helsinki. Suomen automaatioseura ry. Saatavissa: <http://www.automatioseura.fi/ANTI-2.pdf>. Hakupäivä 22.5.2015.
3. Flocculant addition to wastewater. 2015. Noritake. Saatavissa: http://www.noritake-mixingshop.com/goodvalue/series_S.php?id=3. Hakupäivä 2.5.2015.
4. Helical static mixer. 2015. Stamixco. Saatavissa: <http://www.stamixco-usa.com/helical>. Hakupäivä 2.5.2015.
5. Lobe pump. 2015. Pumpschool. Saatavissa: <http://www.pumpschool.com/principles/lobe.asp>. Hakupäivä 2.5.2015.
6. Efficient investment. 2015. Machinery. Saatavissa: <http://www.machinery.co.uk/machinery-features/machining-centres-matsuura-xyz-machine-tools-rk-international-fanuc/28716/>. Hakupäivä 2.5.2015.
7. Halko, Pekka – Härkönen, Sakari – Lähteenmäki, Ilkka – Välimaa, Taisto. 1998. Teollisuuden mittaustekniikka – Perusmittauksia. Helsinki. Edita.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹ Joonas Mantere	Tilaaaja ² Valio Oy
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³ Risto Ervasti	
	Työn nimi ⁴ Mikserihilloaseman kehitystyö	
	Työn kuvaus ⁵ Työn päämääränä on suunnitella mikserihilloaseman automaation toteutus, laatia sekvenssi ja piirikoh- taiset toimintakuvaukset sekä olla mukana toteuttamassa hilloaseman simulointia ja käyttöönottoa.	
	Työn tavoitteet ⁶ Työn tavoitteena on saada toteutettua toimiva mikserihilloasema joka nopeuttaa tuotevaihtoja ja vähentää hilloasemasta johtuvaa hävikkiä esimerkiksi tuotevaihtojen yhteydessä.	
	Tavoiteaikataulu ⁷ Työn on tarkoitus olla valmiina huhtikuun loppuun mennessä	
	Päiväys ja allekirjoitukset ⁸ 212/2015 Tekijän allekirjoitus	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 8. Lähtötietomuuisto päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö 		

Työ tehtävän nimi	Tammikuu					Helmikuu				Maaliskuu				Huhtikuu				Toukokuu				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Aiheen valinta	■																					
Lähtötietomateriaalin laatiminen	■																					
Työn aikataulutus	■																					
Lähtökohtien selvittäminen			■	■	■	■	■	■	■													
Laitteiston käyttöönotto						■	■	■	■													
Raportointi 1									■	■	■	■	■									
Kielenohjaus 1									■	■	■	■	■									
Työpäiväkirja 1									■	■	■	■	■									
Toimintakuvauksien saattaminen loppuun ja ohjeistuksien päivittäminen										■	■	■	■	■	■	■	■					
Raportointi 2																		■	■	■	■	
Kielenohjaus 2																		■	■	■	■	
Työpäiväkirja 2																		■	■	■	■	
Viimeistely														■	■	■	■	■	■	■	■	
Työn esittely																					■	
Suunniteltu aikataulu	■																					
Toteutunut aikataulu	■																					