

LIHATEOLLISUUDEN PROSESSIN MITTAAMISEN JA ANALYSOINNIN VERIFIOINTI



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2013

Marja Allen



VISAMÄKI

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä	Marja Allen	Vuosi 2013
Työn nimi	Lihateollisuuden prosessin mittaamisen ja analysoinnin verifiointi	

TIIVISTELMÄ

Laadun mittaaminen ja prosessin analysointi on systemaattista tiedonkeruuta. Kerätään tietoa mm. sisäisistä prosesseista, työvaiheista, tuotteista ja hyödynnetään niitä laadun mittaamisessa ja prosessin suorituskyvyn arvioinnissa. Tuotantoprosessin kustannus- ja kannattavuuslaskelmat kuvaavat prosessin tuloksellisuutta. Tuloksellisen prosessin kannattavuuden hallinnan kannalta on tärkeää, että tunnetaan prosessin kriittiset vaiheet ja parametrit. Kun prosessin suorituskyvyn mittaus on hallinnassa, pystytään reagoimaan nopeammin mahdollisiin poikkeamiin.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin lihateollisuuden tuotantoprosessia useilla eri laatumittareilla, verrattiin tuloksia kustannuslaskelmiin ja selvitettiin syitä tulosten poikkeamiin kustannuslaskelmista. Tutkittava prosessi rajattiin koskemaan yhden kuluttajapakatun lihatuotteen tuotantoprosessia. Tutkimuksessa käytettiin soveltavin osin SPC:tä (Statistical Process Control, tilastollinen prosessin hallinta). Poikkeamien syntyä ja häiriötekijöitä prosessissa tutkittiin laatu työkalujen sekä prosessin suorituskyvyn mittauksen ja analysoinnin avulla.

Tutkimukseen kerättiin tietoa prosessista kahden viikon ajalta. Koko prosessin kustannusten toteutumista tutkittiin vertaamalla toteutuneita kustannuksia kustannuslaskelmien pohjana oleviin laskelmiin. Prosessin tilaa tarkasteltiin vertaamalla tutkittavan tuotteen osaprosessien toteutumista spesifikaatioihin nähden. Osaprosesseille laadittiin valvontakortit, joiden avulla löydettiin mahdollisia poikkeamien aiheuttavia tekijöitä. Kustannukset ylittivät kustannuslaskelmien arvon koko tutkimusaikana ensimmäistä tutkimuspäivää lukuun ottamatta. Tutkimustuloksissa todettiin, että prosessi tulisi saada paremmin vastaamaan laskelmien pohjana olevia spesifikaatioita. Tutkimustulosten perusteella suositellaan, että osaprosessiin leikkaus (lihan leikkaus määräpaloihin) otettaisiin käyttöön valvontakortti, jonka avulla pystytään reaaliaikaisesti valvomaan spesifikaatioiden toteutumista.

Avainsanat tilastollinen prosessin valvonta (SPC), laatu työ, prosessin ohjaus, toleranssit, mittaus

Visamäki
Degree programme in Biotechnology and Food Engineering
Meat and Convenience Food Technology

Author	Marja Allen	Year 2013
Subject of Bachelor's thesis	Verification of measurement and analysis of a meat industry process	

ABSTRACT

Quality measurement and process analysis are systematic collection of data. Data is collected about internal processes, stages of the process, products and it is utilized in assessment of quality and effectiveness of the process. Calculations of costs and profitability of the production process represent the profitability of the process. To manage a profitable process it's important to know critical points and parameters of the process. When capacity measurements of the process are under control it's easier to react to any deviations.

In this thesis a meat industry's production process was researched with many different quality indicators, the results were compared with cost calculations and the reasons for deviations in the results were examined. The process studied was limited to only one consumer packages production process. SPC (Statistical Process Control) was used in the research. Deviations and distractions were examined with quality tools and measuring effectiveness and analysis of the process.

Information about the process was collected for two weeks. Actualizing the costs of the whole process was researched comparing costs that came true with the costs that were used as a basis for the calculations of costs. The state of the process was studied comparing different stages of the product process with specifications. Different stages of the process were given control cards, which helped to find possible factors to create deviations. Costs exceeded the value of cost calculations during the whole research time except the first day of the research. Conclusions drawn state that the process should correlate better with specifications that are used as a basis of the calculations. It is recommended that the control cards should be used at the stage of the process where meat is cut into pieces to control specifications in real time.

Keywords Statistical Process Control (SPC), quality work, process control, tolerance, measuring

Pages 57 p. + appendices 4 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LAADUN MITTAAMISEN MERKITYS YRITYKSELLE.....	2
2.1	Prosessiajattelu osana yrityksen kannattavuuslaskentaa	4
3	MITTAUSTULOSSIIN PERUSTUVA JOHTAMINEN.....	8
3.1	Tilastolliset työkalut johtamisen apuvälineinä.....	10
4	TILASTOLLISIA MENETELMIÄ	12
4.1	Sijaintiluvut.....	13
4.2	Hajontaluvut.....	14
4.2.1	Vaihteluväli ja kvartiiliväli.....	14
4.2.2	Keskiahajonta.....	15
4.2.3	Varianssi.....	16
4.3	Muita tunnuslukuja.....	16
4.4	Valvontarajat.....	16
4.5	Suorituskyky.....	16
4.6	Valvontakortit.....	17
5	MITTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI.....	18
5.1	Kriittisten menestystekijöiden tunnistaminen.....	19
5.2	Häiriötekijöiden tunnistaminen.....	19
5.3	Prosessin suorituskyky.....	20
5.4	Prosessin vaihtelu, jakauma ja hajonta.....	22
5.5	Pareto -analyysi.....	23
5.6	Syy- seuraus -analyysi.....	24
6	TUTKIMUSYMPÄRISTÖN TOIMINTAPROSESSIEN KUVAUKSET.....	24
6.1	Lihan vastaanotto ja suolaus.....	27
6.2	Leikkaus.....	29
6.3	Maustaminen.....	30
6.4	Pakkaaminen.....	30
6.5	Laaduntarkkailu ja omavalvonta.....	32
7	KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT.....	34
8	TULOKSET JA TULOSTEN KÄSITTELY	35
8.1	Osaprosessien analysointi.....	40
8.1.1	Suolaus osaprosessin saanto.....	40
8.1.2	Leikkaus osaprosessin oheistuote S-0.....	43
8.1.3	Maustaminen osaprosessin saanto.....	45
8.1.4	Pakkaus osaprosessissa laaduntarkkailussa hylätyt kilot.....	47
8.2	Työkustannukset.....	49
9	SYY-SEURAUS–ANALYYSI JA KEHITTÄMISAJATUKSIA	51

10 YHTEENVETO 54

LÄHTEET 57

Liite 1 TUTKITUN TUOTTEEN RAAKA-AINEIDEN TOTEUTUNEET
KUSTANNUKSET TUTKIMUSPÄIVITTÄIN [€]/100KG ULOS
PUNNITTUA VALMISTA TUOTETTA KOHDEN KAHDEN VIIKON
TUTKIMUSAJALTA

Liite 2 MERKITTÄVIMMÄT TEKIJÄT, JOTKA OLIVAT AIHEUTTANEET
LASKENNALLISTEN KUSTANNUSTEN YLITTYMISTÄ ELI
POIKKEAMAN TUTKIMUSAJANJAKSONA

Liite 3 SUOLAUKSEN JÄLKEISEN VALUMAN VAIKUTUS SAANTOON
[%]

Liite 4 TOTEUTUNEET TEHDYT TYÖTUNNIT SATAA KILOA KOHDEN
KOKO TUTKIMUSAIKANA [h]

1 JOHDANTO

Tuloksellisen prosessin kannattavuuden hallinnan kannalta on tärkeää, että tunnetaan prosessin kriittiset vaiheet ja parametrit. On tärkeää ymmärtää prosessi. Jotta olennaiset prosessin vaiheet voidaan löytää, prosessi pilkotaan osaprosesseihin ja edelleen prosessin vaiheisiin aina toimenpidetasolle asti. Tässä työssä tutkittavia poikkeamia lähdettiin tutkimaan määrittämällä ensin ydinprosessi ja tässä tutkimuksessa tarkemmin tutkittavien osaprosessien sijainti ydinprosessiin nähden sekä tarkasteltiin yksittäisiä osaprosesseja erikseen tilastollisia menetelmiä hyväksi käyttäen.

Prosessin analysointi on systemaattista tiedonkeruuta. Prosessin suorituskykyä tutkittiin keräämällä tietoa prosessin eri työvaiheista ja tuotteista. Tutkimuksessa käytettiin soveltavin osin SPC:tä (Statistical Process Control, tilastollinen prosessin valvonta). Tietoa kerättiin sisäisistä prosesseista, työvaiheista, tuotteista ja kerättyä tietoa hyödynnettiin laadun mittamisessa ja prosessin suorituskyvyn arvioinnissa.

Tässä työssä tutkittavan prosessin kustannuslaskelmien pohjana käytetään yrityksessä yleisesti laskelmia, jotka pohjautuvat reseptiin. Eroa laskelmien ja toteutuneiden kustannusten välillä kutsutaan tässä työssä poikkeamiksi. Poikkeamalla tarkoitetaan erotusta, joka saadaan kun reseptin mukaisten laskelmien mukainen kerroin kerrotaan toteutuneella tuotantokilolla ja saatu summaa verrataan toteutuneeseen.

Tutkittava prosessi rajattiin koskemaan kuluttajapakatun lihatuotteen tuotantoprosessia, jolla on mahdollisimman monta esikäsittelevä vaihetta. Tavoitteena oli lähestyä tuotannon poikkeamaa kerätyn tuotantotiedon avulla ja selvittää, selittääkö jokin kerätty tieto poikkeamien vaihtelua sekä jakauman luonnetta. Mittauksilla haluttiin saada tietoa siitä, kuinka usein toiminnalle asetettu raja ylitetään ja missä osassa prosessia ylitys tapahtuu. Tutkimus ajanjakso oli 2 viikkoa. Tutkimusajanjaksoksi valittiin aika, jona tutkittavan tuotteen tuotantomäärät olivat melko tasaisia kunakin tutkimuspäivänä.

Tutkimuksissa saatuja tuloksia verrattiin reseptin laskelmiin ja käytettävissä oleviin toiminnan ohjausjärjestelmän kirjauksiin. Tulosten käsittelyssä käytettiin kolmen desimaalin tarkkuutta, koska reseptin laskelmissa ja ohjausjärjestelmän kirjauksissa käytetään kolmen desimaalin tarkkuutta. Tutkimuksessa ei ollut käytettävissä energiakuluja eikä muita yleisiä kustannuksia, kuten palkkakuluja ja muita hallinnollisia kuluja, joten niitä ei otettu huomioon kustannuslaskelmissa. Myös pakkausmateriaalikustannukset jätettiin työn ulkopuolelle, koska niillä ei katsottu olevan merkitystä prosessin suorituskyvyn arvioinnissa tämän työn osalta.

Kirjallisuusosiossa käsitellään laatutyötä ja prosessien kuvauksen sekä ymmärtämisen merkitystä prosessien suorituskyvylle. Lisäksi käsitellään mittaukseen perustuvaa johtamista sekä tutkimuksessa käytettyjä menetelmiä, tilastollisia työkaluja ja tunnuslukuja. Menetelmät joita käytettiin, ovat pääasiassa välimatka- tai suhdeasteikolla mitattujen arvojen määrittelyyn.

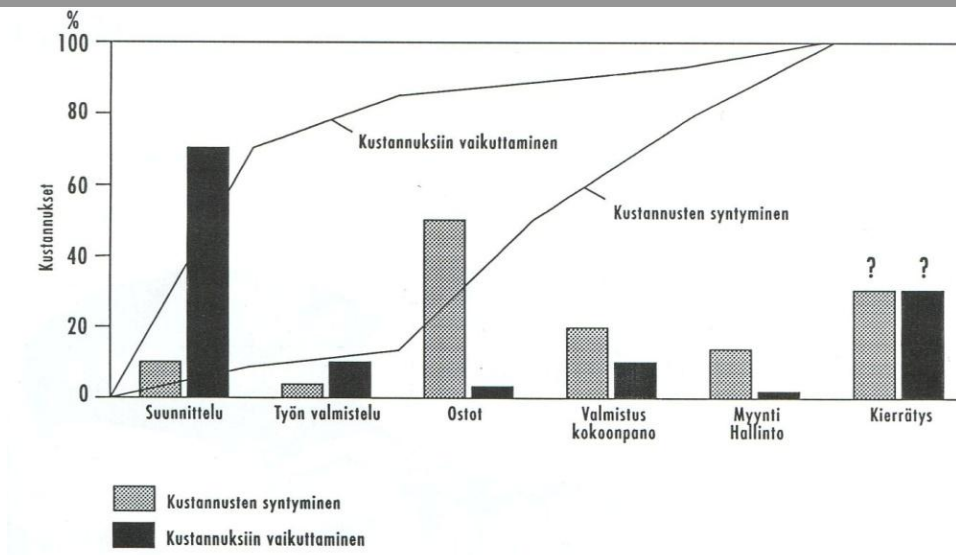
Saatuja tuloksia analysoitiin tilastollisia menetelmiä hyväksi käyttäen sekä laadittiin syy-seurausanalyysi, jonka avulla pyrittiin löytämään keskeisimmät syyt vaihtelulle. Analyysin avulla pyrittiin löytämään kehittämisajatuksia vaihtelun pienentämiseksi.

2 LAADUN MITTAAMISEN MERKITYS YRITYKSELLE

Laadunohjauksen kohteena nähdään yleensä yksittäinen tavaratuote teollisuuden prosessissa. Kuitenkin se kattaa vain pienen osan yrityksen toiminnasta. Toiminnan kehittämisen kannalta on tärkeää antaa laadulle laajempi merkitys. Laadunvarmistuksen avulla voidaan koordinoida koko yrityksen toimintaa järjestelmällisesti. Tuotteiden laadun lisäksi tarkastellaan koko toimintaprosessin laatua. Laadun toteutumisen mittaaminen on osa toiminnan tuloksellisuuden ja tehokkuuden seuranta. (Lecklin 2006, 17 - 21)

Yritysten ja yhteisöjen välillä käytetään yleisesti erilaisia todistuksia, valtuuksia ja sertifikaatteja laadun osoituksina. Laatustandardit ja monet muut arviointimenetelmät edellyttävät kirjallista laatujärjestelmän kuvausta. Dokumentit sinänsä eivät takaa laatujärjestelmän toimivuutta, mutta ne muodostavat kirjalliset ohjeet, joita noudattaen järjestelmä toimii suunnitelmallisesti. Laatupalkinto kriteeristö ottaa ISO 9000 sarjaa standardeja syvällisemmin huomioon mm. toimintojen tehokkuuden. Molempia käytetään kehitystoiminnan apuna. (Salomäki 1999, 50 - 53)

Prosessin hyötysuhdetta nopeasti alentava tekijä on laatuongelmien aiheuttama hukkatyö. Tuotteen korjaaminen tai tekeminen toiseen kertaan, mutta myös tarpeettomasti hukkaan menevän materiaalin, työn, apuaineen, energian yms. osuus on ylimääräistä kustannusta. Luonnollisen hävikin, laatuongelmien ja yleisen tehottomuuden tai huonojen menetelmien aiheuttamia kustannuksia on joskus vaikea erotella toisistaan. Kustannuserillä on monimutkaisia ristikkäisvaikutuksia. Prosessin hyötysuhdetta tulisi tarkastella ja kehittää kokonaisuutena. Prosessiin sijoitettujen panosten arvon pitää jäädä pienemmäksi kuin prosessin lopputuloksen antama hyöty. Laatu-kustannuksia tulee harkiten seurata ja analysoida tilastollisin menetelmin. Kuvassa 1 tarkastellaan kustannusten syntymistä ja kustannuksiin vaikutusmahdollisuusaikaa tuotteen elinkaaren aikana. (Salomäki 1999, 55)



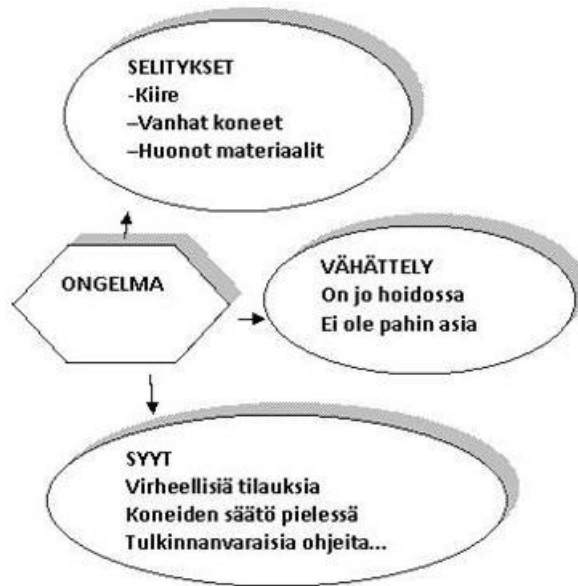
Kuva 1. Tuotteen elinkaarikustannukset ja vaikutusmahdollisuudet niihin (Kajaste & Liukko 1994, 29)

Toiminnan laadulla tarkoitetaan yleensä kahta asiaa. Tätä käsitettä käytetään puhuttaessa tuotteiden laadun aikaansaamisen taloudellisuudesta ja virheettömyydestä ja laajemmin, kun puhutaan kaikesta yrityksessä tapahtuvasta toiminnasta. Tuotteiden laadusta puhuttaessa keskitetään huomio laatukustannuksiin ja taas kaikkea yrityksessä tapahtuvaa toimintaa käsiteltäessä huomio kiinnitetään yrityksen prosesseihin, työkuluihin. Kummassakin tarkastelutavassa kehitystyön tavoitteena on virheiden vähentäminen. (Salminen 1990, 13)

Toiminnan laatu on tärkeä kehittämisen kohde. Tuotteiden laatuvirheet ovat lähes poikkeuksetta seurausta jostakin toiminnan laatuvirheestä. Toiminnalliset virheet aiheuttavat turhaa ylimääräistä esimerkiksi valvontatai paikkaustyötä. Ne aiheuttavat myös välitöntä tai välillistä haittaa asiakkasueille ja tuotteiden laadulle. Työsuoritusten virheet heikentävät yrityksen työilmapiiriä. (Salminen 1990,13)

Ongelmia tarkastellaan liian usein henkilö- tai toimintokysymyksiä syyttävään henkeen, mikä synnyttää selittelyä. Ongelmia saatetaan myös vähentellä, joka seurauksena on myös selittelyä. Ongelmia ei osata analysoida niin, että syyt pystyttäisiin ryhmittelemään. Ryhmittely mahdollistaa ongelmien järjestelmällisen, asteittaisen ratkaisemisen. Yhdenkin syyn poistaminen parantaa tilannetta. (Salminen 1990, 17)

Eri tehtävissä toimivat henkilöt tarkastelevat laatukysymyksiä eri näkökulmista. Yritysjohdo delegoi laatuvastuun laatuorganisaatiolle ja osallistuu vain harvoin laatuasioiden käsittelyyn. Laatukysymyksiä saatetaan käsitellä lyhytjänteisesti. Tuotekehityshenkilöstö luottaa omaan osaamiseensa, jolloin laadun suunnittelu jää puutteelliseksi tai tuotekehityshenkilöstö ei tunne valmistusprosessin laaduntuottokykyä ja suunnittelee rakenteita, joiden valmistuksessa syntyy virheitä. Tuotantohenkilöstö taas ei pysty erottelemaan virhesyitä. (Salminen 17 – 18)



Kuva 2. Suhtautuminen laatuongelmiin. (Salminen 1990, 17)

Toiminnan laadun kehittämistä vaikeuttaa eniten ns. sopeutumisilmiö, ihmiset hyväksyvät ajan mittaan olemassa olevan tilanteen. Sopeutuminen synnyttää välinpitämättömyyttä ja itseohjautuvuutta. Toiminnan tavoite hämärtyy ja toiminta alkaa rönseyllä. Sopeutumista tapahtuu esimerkiksi voimattomuuden tunteesta, mikä syntyy, kun yksittäinen henkilö ei pysty vaikuttamaan asioihin, jotka vaikeuttavat työtehtävien suorittamista tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Sopeutumista tukevat kehittämissvastuun epämääräisyys ja tiukka tehtäväkuva-ajattelu. (Salminen 1990, 18)

2.1 Prosessiajattelu osana yrityksen kannattavuuslaskentaa

Organisaation toiminta koostuu erilaisista toisiinsa liittyvistä toistuvista toiminnoista. Tätä kutsutaan liiketoimintaprosessiksi. Itse toimintaprosessi on joukko loogisesti toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla saadaan aikaan toiminnan tulokset. (Laamanen 2003, 19 – 41)

Prosessin käsite koostuu toiminnasta, resurssista ja tuotoksesta johon liittyy suorituskyky. Fyysisiä tuotteita valmistavassa teollisuudessa prosessi voidaan hahmottaa tarkastelemalla tavaravirtoja. Nämä prosessit voidaan kuvata selkeinä peräkkäisten vaiheiden ketjuna. Kehityshaasteena on varmistaa tavaran sujuva virtaus läpi organisaation. Usein tätä sujuvaa virtausta vaikeuttaa merkittävästi menekin vaihtelu. Palautteen hyödyntäminen on tärkeä osa prosessin ideaa. Prosessien kuvaus tuo järjestystä kaaokseen. Prosessien tunnistaminen ja kuvaaminen auttaa ymmärtämään kokonaisuutta sekä mahdollistaa työn kehittämisen ja itseohjautuvuuden. Itseohjautuvuus on vaarallista, jos ei ymmärrä kokonaisuutta eikä saa tarpeellisia tietoja organisaation toiminnasta. Prosessikuvauksissa on kysymys organisaation kyvystä ymmärtää omaa toimintaansa ja sen tuloksellisuutta. (Laamanen 2003, 19 – 41)

Perinteisesti organisaatioiden rakenne kuvataan osastoittain jaettuna tehtävien ja vastualueiden mukaan. Tulosityksiköillä ja osastoilla on omat tehtävänsä ja tavoitteensa. Esimerkiksi tuotannon osa-alueet ovat omia osastojaan samoin tuotekehitys, myynti ja markkinointi sekä hallinto. Tällä jaolla pystytään tehostamaan osaamista osaston sisällä. Tehokkuus syntyy siitä että voidaan keskittyä tietyn osaamisen hankintaan ja hyödyntämiseen. Selkeä vastuu työtehtävistä mahdollistaa yksilöllisten tavoitteiden asettamisen ja valvonnan. (Laamanen 2003, 15)

Kuitenkin selkeä funktionaalinen osasto- ja tehtävävastuujako on toiminnan kehittämisen kannalta ongelmallisempi. Yksi ongelma liittyy tavoitteiden asettamiseen. Osastojen tavoitteet ilmaistaan taloudellisina tunnuslukuina, kuten kustannukset, myynti, kate tai pääoman tuotto. Näitä täydennetään usein määrällisillä tavoitteilla kuten valmistettujen tuotteiden, tuotettujen tonnien, saatujen tilausten tai asiakkaiden määrällä. Yleensä tästä seuraa että toiminnan kehittäminen kohdistuu pelkästään tuotantoon. Yleensä osaston tai yksikön sisällä työt tunnetaan suhteellisen hyvin ja organisoidaan tehokkaasti osaston omien tavoitteiden saavuttamiseksi. Jokainen organisaatio tekee mielestään hyvää tulosta. Vaikeuksia tulee toiminnassa, joka vaatii yhteistyötä yli yksikkörajojen. Esimerkiksi markkinointi myy tuotteita, joita tuotanto- tai palveluyksikkö ei pysty toimittamaan, tai tuotekehitys kehittää tuotteita jotka eivät mene kaupaksi tai ovat liian kalliita tuottaa. Haitta funktionaalisessa johtamisessa on myös sen hitaus. Aika kuluu sisäisen byrokratian pyörittämiseen sen sijaan, että sen voisi käyttää lisäarvoa tuottavaan työhön. Erityisesti nopeus ja reagointikyky ovat hitaampia puhtaasti funktionaalisessa organisaation jaossa. (Laamanen 2003, 15 - 17)

Organisaatiokeskeinen ajattelutapa	Prosessikeskeinen ajattelutapa
• Ongelma on asenteissa.	• Ongelma on prosesseissa.
• Työntekijä.	• Ihminen.
• Teen oman työni.	• Autetaan, että työt saadaan tehtyä.
• Ymmärrän oman työni.	• Tiedetään, miten työ liittyy koko prosessiin.
• Mitataan vain yksilön suoritusta.	• Mitataan prosessin suorituskykyä.
• Voi aina löytää paremman työntekijän vetäjän.	• Prosessia voi aina parantaa.
• Motivoidaan ihmisiä.	• Poistetaan esteet.
• Valvotaan työntekijöitä.	• Kehitetään ihmisten osaamista.
• Ei luoteta keneenkään.	• Olemme yhdessä veneessä.
• Kuka teki virheen?	• Mikä teki virheen esiintymisen mahdolliseksi?
• Korjataan virheitä.	• Vähennetään hajontaa.
• Kate ratkaisee.	• Asiakassuuntautunut; hyvä kate on seuraamus.

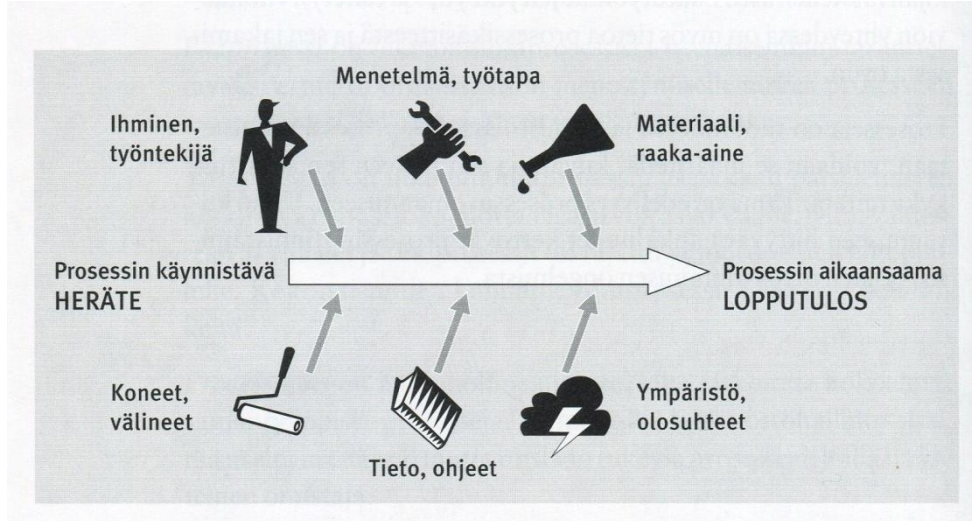
Kuva 3. Organisaatiokeskeisen ja prosessikeskeisen ajattelutavan erot (Laamanen 2003,49)

Prosessijohtaminen on toimintatapa, jossa organisaatio toimii, ja sitä johdetaan prosessien avulla. Osastorajat ylittävälle prosesseille määrätään vastuhenkilöt (tulosityksikön tai osaston johtaja), jotka vastaavat koko prosessin suorituskyvystä ja kehittämisestä. Eri prosessit kytkeytyvät toisiinsa siten, että prosessin tulos toimii syötteenä seuraavalle prosessille. Kun taas funktionaalisesti organisoidussa yrityksessä kukin osasto pyrkii ensisijaisesti tehostamaan ja kehittämään omaa toimintaansa. Puhdas prosessijohtaminen merkitsee luopumista funktionaalisesta organisaatiosta. Laskenta-toimi valjastetaan myös palvelemaan prosessi- ja toimintolaskentaa perinteisen kustannuslaskennan sijaan. Prosessijohtamisen etuna on organisaation ja käytännön toiminnan yhtenevyys. Se antaa prosessista vastaavalle paremmat mahdollisuudet johtaa ja kehittää toimintaa kokonaisuutena. Kommunikointi prosessin eri tehtäviä hoitavien henkilöiden välillä voidaan saada sujuvammaksi ja yhteiset tavoitteet tunnetuiksi. Kehittämistavoitteita voivat olla esimerkiksi: kustannusten vähentäminen, tuottavuuden parantaminen, joustavuuden lisääminen, läpimenoaikojen lyhentäminen, laadun ja palvelun parantaminen. (Lecklin 2006, 124 – 128)

Puhdas prosessijohtaminen on vaikea toteuttaa eikä se sovi kaikkiin toimintoihin. Käytännössä yritykset ovat lähteneet prosessijohtamisen suuntaan säilyttämällä ainakin osittain funktionaalisen organisaation. Suurissa yrityksissä voi olla satoja, jopa tuhansia erilaisia prosesseja, ja pienissäkin yrityksissä prosessien lukumäärä on yleensä kaksinumeroinen. (Lecklin 2006, 128 -132)

Usein prosessien hallitsemisen ongelmaksi muodostuu prosessin lyhytkestoisuus. Runsaskin tietomäärä voi olla rajallinen, jos se jaetaan pieniin ryhmiin, esimerkiksi materiaalien vaihtuessa. Tilastollisessa prosessin hallinnassa tutkitaan prosessia eikä tuotetta, jolloin johtopäätöksiä joudutaan tekemään pienen tietomäärän perusteella esimerkiksi tilanteissa, jossa prosessi käynnistyy ja valmistaa erän tuotetta ja seuraavassa hetkessä tuote vaihtuu kokonaan, jolloin prosessiin tulee tehtäväksi muutoksia. Mitattavia tuloksia kertyy vain pieni joukko. tai samassa prosessissa valmistettavat tuotteet ovat erilaisia ja näyte-erät joudutaan laatimaan erilaisista tuotteista, jolloin mittaustulokset on standardisoitava yhteismitallisiksi. Voi olla myös tilanne, jossa prosessista on nopeasti saatava tietoa lyhyessä ajassa esimerkiksi suurten taloudellisten arvojen takia. Näissäkin tapauksissa tulisi aloittaa perusasioista ja tarkastella prosessia kokonaisuutena. (Salomäki 1999, 154 – 155)

Jokaisella prosessilla on asiakas. Ilman asiakasta prosessia ei voi olla olemassa. Liiketoimintaprosessilla se on ulkoinen, tuotteesta maksava asiakas. Yrityksen sisäisissä osaprosesseissa asiakas on seuraava vaihe, joka käyttää edellisen vaiheen toimittamaa tuotetta hyödyksi prosessissaan. (Salomäki 1999, 103)



Kuva 4. Prosessin osatekijät, jotka vaikuttavat lopputulokseen (Salomäki 1999, 102)

Kuvassa 4 kuvataan prosessin osatekijöitä. Muutokset yhdessäkin näistä osatekijöistä heijastuvat lopputuotteen laatuun. Kaikista näistä tekijöistä aiheutuu luonnollista, normaalia vaihtelua. Vaihtelut voivat kumota ja vahvistaa toisiaan. vaihtelujen yhteisvaikutus muodostaa prosessin normaalin kokonaisvaihtelun. Mittausta ei saa ottaa prosessin osatekijäksi, koska mittaus ei vaikuta prosessin lopputulokseen. Mittaus antaa tietoa, jota voidaan käyttää prosessin säätämiseen. (Salomäki 1999, 103)

Prosesseja kuvataan useisiin erilaisiin tarkoituksiin. Tällaisia tarkoituksia ovat mm. toiminnan ymmärtäminen, toiminnan parantaminen ja tietojärjestelmien kehittäminen. Kun prosessia kuvataan kannattavuuslaskentatarkoitukseen, myös siinä kuvataan mistä prosessi alkaa ja mihin se päättyy. Taustalla prosessikuvauksen perussääntö on että prosessi alkaa asiakkaasta ja päättyy asiakkaaseen. Asiakas määrittää yleensä prosessin yhteydessä niin, että hän on prosessin tuotteen vastaanottaja. Jokaisella prosessilla on kuitenkin useita tuotteita ja useita asiakkaita. Laajimmillaan asiakkaaksi voidaan käsittää kaikki ne tahot, joihin prosessi vaikuttaa. Kuitenkin prosessikuvaukseen kannattaa valita kolmesta viiteen tärkeintä asiakasta. (Laamanen 2003, 75 – 89)

Hyvin laadittu prosessikaavio ja prosessin yleiskuvaus toimivat myös analysoinnin ja kehittämisen apuvälineinä. Niitä tarkastelemalla voidaan selvittää esimerkiksi, mitkä ovat lisäarvoa tuottamattomia työvaiheita, missä syntyy viiveitä ja on mahdollisia virhe- ja kustannuslähteitä, tehdäänkö turhia asioita ja voidaanko asioita yksinkertaistaa ja nopeuttaa. Prosessin kustannustehokkuus määrittämällä, mittaamalla ja analysoimalla prosessin laatukustannukset, voidaan niiden aiheuttajat jäljittää ja ottaa kehittämissä huomioon. Ongelmat ja laatu poikkeamat paljastetaan laatutyökaluilla, joista tilastollisen prosessinohjauksen (Statistical Process Control, SPC) menetelmät ovat laajalti käytössä. (Lecklin 2006, 149)

Organisaation tavoitteita ovat mm. asiakastyytyväisyys, voitto ja tuottavuus. Näiden kuvaus prosessikaaviossa voidaan konkretisoida ydinsuorituskyvyn avulla. Ydinsuorituskyky saattaa olla esimerkiksi nopeus. Ydin-

suorituskyvyn lisäksi prosessista mitataan menestystekijöihin liittyvää suorituskykyä. Mittaamisen tavoitteena on ymmärtää prosessin syy-seuraussuhteita ja keskittyä niiden tekijöiden ja toimintojen ohjaamiseen ja kehittämiseen, jotka ovat kriittisiä ydinsuorituskyvyn kannalta. Kriittisiä menestystekijöitä ei voi olla kovin monta, enintään kahdesta neljään. Prosessikaavioon kuvataan kriittinen menestystekijä, tunnusluvun nimi ja mittaustayksikkö. Kun prosessin rajaus, tarkoitus, asiakas, vaatimukset, tuote ja ydinsuorituskyky ovat selvillä, voidaan piirtää prosessikaavio. Prosessikaaviosta tulisi löytyä myös rooleihin liittyvät tärkeimmät tehtävät ja vastuut. Jokainen rooli esitetään omana kokonaisuutenaan. Prosessiin liittyvät keskeiset pelisäännöt ovat todellisia konkreettisia prosessin pelisääntöjä eivätkä jotakin yleisiä esimerkiksi arvoihin liittyviä pelisääntöjä, kuten rehellisyys tai toisen kunnioittaminen. Esimerkiksi valmistusprosessiin liittyvä pelisääntö voi olla, että tuotteen jotakin lopputulosta tarkkaillaan sovituin väliajoin. (Laamanen 2003, 90 – 94)

Prosessin kannattavuuden parantamisen kannalta on tärkeää että tuotannossa vastuussa olevat ymmärtävät, millä tavoin voidaan parantaa kannattavuutta tuotantoa kehittämällä. (Heikkilä & Ketokivi 2009, 244 - 255)

Parantamisprosessissa kuvataan yksityiskohtaisesti valittu prosessi ja selvitetään onko se ymmärretty oikein. Tähän sisältyy prosessin standardisointi, mittaaminen ja suorituskyvyn arviointi sekä ongelmien tunnistaminen ja analysointi. Prosessin standardisoinnilla voidaan vakiinnuttaa paras tapa prosessin läpiviemiseen. Tämä tarkoittaa sitä että prosessi kuvataan yksityiskohtaisesti ja varmistetaan, että jokainen ymmärtää ja toteuttaa prosessia samalla tavalla. Standardisointi mahdollistaa sen, että ihmiset tietävät, kuinka tehdä työ oikein ja että prosessia voidaan parantaa jatkuvasti. Työohjeisiin sisältyvät myös mittauksiin perustuvat normit. (Rambersad 2004, 138 - 139)

3 MITTAUSTULOKSIIN PERUSTUVA JOHTAMINEN

Mittaamisen merkitys on erikokoisissa organisaatioissa erilainen. Isoissa organisaatioissa jonkin olennaisen asian tilan selvittäminen saattaa vaatia hurjasti työtä. Tämän vaikeuden vuoksi niissä saatetaan laiminlyödä mittaaminen tai tyydytään vain taloudelliseen seurantaan. Tunnuslukujen käyttö mahdollistaa ilmiöiden analysoinnin ja toteutumisen seuranta mahdollistuu (Laamanen 2003, 149 - 150)

Mittaamiseen liittyy myös riskejä. Tunnusluvut ovat vain osa todellisuudesta. Se, miten niiden antama informaatio tulkitaan ja miten tieto liitetään jo olemassa olevaan tietoon, ratkaisee mittaamisen hyödyllisyyden. Jos ei ymmärrä prosessia, ei voi todennäköisesti tulkita tunnuslukuja hyödyllisellä tavalla. Numeroita on myös helppo manipuloida. Valitaan asteikot tavalla joka muuttaa tuloksen esitystapaa tai tarkoituksella jätetään joitakin tuloksia pois esityksestä. (Laamanen 2003, 151)

Mitä prosessista pitäisi mitata? Mittaustulosten käytettävyyden arviointiin vaikuttavat olennaisesti toiminnan tarkoitus ja siitä johdetut päämäärät ja

tavoitteet. Kun on käsitys toiminnan tarkoituksesta, voidaan mittaustulosten avulla arvioida toiminnan tulosta tai laatua. Prosessin tarkoituksen toteutumista voitaisiin kuvata yhdellä tunnusluvulla, jota voidaan kutsua ydinsuorituskyvyksi. Esimerkiksi valmistuksessa se voi olla tuotteiden valmistuskustannukset, virheettömien toimitusten määrä tai laitteistojen käyttöaste. (Laamanen 2003, 174 – 175)

Johtamisen apuvälineenä SPC (Statistical Process Control, tilastollinen prosessin valvonta) tarkoittaa laajasti tulkittuna kaikkia menetelmiä, joilla saadaan tilastollista pohjaa prosessin ohjaamiseen liittyvälle päätöksenteolle. Tilastollisten työkalujen avulla voidaan tehdä luotettavia ja todistettavia johtopäätöksiä tutkittavasta asiasta. (Salomäki 1999, 147)

Laadunhallinnasta aiheutuvia kustannuksia ja ongelmia on helpompi mitata ja vähentää, jos ne tunnistetaan oikein. Pelkkien helppojen ja helposti seurattavien kustannusten huomioiminen johtaa väistämättä kustannusten piiloutumiseen, eikä niiden tehokkaaseen poistumiseen. Raportointi ja sen luotettavuus on ikuinen ongelma. Seuranta vaatii yhdenmukaisia päätöksiä esimerkiksi siitä, lasketaanko laatukustannuksiksi hukkaan menneen työn kustannukset vai korvaavan työn kustannukset. Käytännössä on erittäin tärkeää seurata laatua myös määrällä, esimerkiksi korjaukseen palautettujen tai hylättyjen tuotteiden määrällä. Määrien arviointi on helpompi saada tarkaksi kuin kustannusten raportointi. (Salomäki 1999, 56)

Perinteisesti prosessia on pidetty suorituskykyisenä niin kauan kuin kun valmistuneet tuotteet ovat mahtuneet toleranssin rajoihin. Vaihtelu on hyväksytty ja hylättävien valmistumista on pidetty huonona tuurina. Kun huono tuuri on käynyt, on yritetty selvittää tilanteesta halvalla ja helpolla tavalla. Tuotteen poikkeamaa ei ole otettu vakavasti, jolloin tilanteen aiheuttanut perusongelma jää edelleen odottamaan uutta esiintuloa. Tyypillisesti: mitataan uudelleen, kunnes saadaan hyväksyttävä tulos, korjaillaan ja säädellään tuotetta tai prosessia virheen verran, toimitetaan asiakkaalle virheestä huolimatta, hylätään, yritetään tehdä uudelleen, myydään alennuksella. Prosessia valvomalla on mahdollista ennakoita mahdollisia virheitä etukäteen. (Salomäki 1999, 68)

Kun prosessi halutaan standardisoida ja vakiinnuttaa paras tapa prosessin läpiviemiseksi, tulisi määrittää, missä mittauksia on tarpeellista tehdä, jotta prosessi pysyisi hallinnassa, sekä missä mittakaavassa standardeja eli kuvattuja toimintatapoja, tulisi muokata tehtyjen arvioiden perusteella. Kullekin mittarille tulisi määrittää prosessin kapasiteetin perusteella kontrollirajat. Tällä tavoin prosessin suorituskykyä voidaan mitata ja sopeuttaa standardeja vasten. Standardien tulisi kuvata parasta toimintatapaa. Tärkeää on myös henkilöstön perehdyttäminen standardeihin. (Rampersad 2004, 139)

Mittaus kuuluu olennaisena osana prosessin hallintaan. Jos et voi mitata prosessia et voi ohjata sitä, ja jos et voi ohjata niin et voi hallita sitä. (Lecklin 2006, 151)

3.1 Tilastolliset työkalut johtamisen apuvälineinä

Paitsi olemassa olevat laitteet ja koneet sekä työympäristö ja toimintaohjeet, myös työntekijöiden ominaisuudet ja ammattitaito vaikuttavat tuotteiden ominaisuuksien vaihteluun. Työntekijät voivat luulla että he työskentelevät samalla tavalla, mutta heillä on kuitenkin henkilökohtaisia eroja. Jopa sama henkilö työskentelee eri tavalla eri päivinä vointinsa ja väsymystilansa mukaan. Joskus hän tekee todella huolimattoman virheen. (Kume 1998, 8 - 9)

Tarkastuksessa voi esiintyä ominaisuuksien selvää vaihtelua. Jos tarkastuksessa käytetään mittalaitetta, voi vaihtelun syynä olla myös laitteen häiriö tai mittaustapa, millä laitetta käytetään. Visuaalisessa tarkastuksessa laatu tarkkailevan tarkastajan kriteerit vaihtelevat. Tarkastuksen vaihtelu ei ole suoraan verrannollinen tuotteen laadun vaihteluun. Yhden tuotteen valmistusprosessissa on lukuisia seikkoja, jotka vaikuttavat kyseisen tuotteen laatuominaisuuksiin. Jos tarkastellaan valmistusprosessia laadun vaihtelun näkökulmasta, voidaan ajatella prosessin olevan joukko vaihtelun syitä. Nämä syyt selittävät tuotteen laatuominaisuuksien muutosta, jotka aiheuttavat virheellisiä ja virheettömiä tuotteita. Myös virheettömät tuotteet vaihtelevat standardin sallimissa rajoissa. Virheet aiheutuvat hajonnasta. Jos hajontaa pienennetään, vähenee myös virheellisten tuotteiden määrä. On tärkeää oppia erottamaan toisistaan ongelmat ja hajonta. (Kume 1998, 9 - 11)

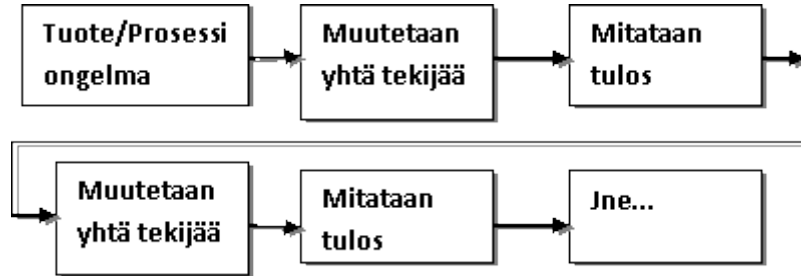
Laadun vaihteluun on lukemattomia syitä, mutta kaikki syyt eivät vaikuta laatuun samassa määrin. Jotkut vaikuttavat paljon laatuun, kun taas toiset, hyvin tärkeinäkin pidetyt, vaikuttavat hyvin vähän laadun vaihteluun, kun ne ovat kunnolla hallinnassa. Pareto-analyysin avulla voidaan tunnistaa virheet jotka vaikuttavat laatuun eniten. (Kume 1998, 21)

Tuotteen laatua ei aikaansaada tarkastamalla, vaan sen tulee olla järjestelmällisen tuotesuunnittelun ja tuotannon tulos. Tuote on suunniteltava siten, että tuotanto pysty valmistamaan sen oikeanlaatuisena ja kannattavasti. (Järnefelt 1990, 12)

Tilastollisen johtamisen tarkoituksena ei ole valvoa tuotteiden pysymistä spesifikaatioiden määräämien rajojen sisällä, vaan osoittaa, onko prosessi tilastollisesti hallinnassa, tai havaita, jos siihen vaikuttaa jokin häiriö. Prosessia verrataan spesifikaatioihin vain silloin, kun selvitetään sen suorituskyky ja ohjataan mitattavan parametrin jakaumaa. (Järnefelt 1990, 12)

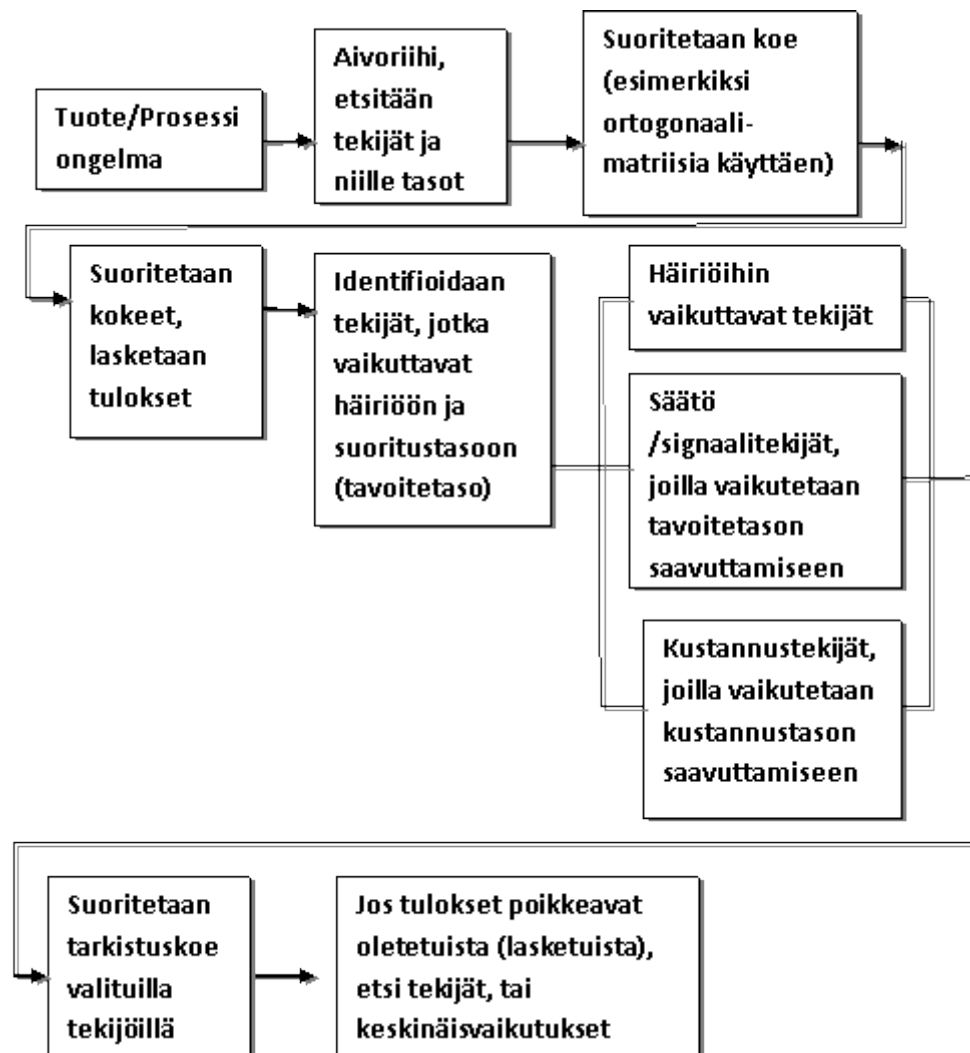
On olemassa monia tuote- ja prosessilaadun optimointimenetelmiä. Yksi näistä on Japanilaisen tohtori Genichi Taguchin kehittämä Taguchi-menetelmä. Menetelmä tehostaa kokeellista toimintaa ja kokeista saatava informaation tulkintaa. Parametrisuunnittelu on tämän menetelmän tärkein ja oleellisin osa. Sen tavoitteena on määrittää suunnittelijan valittavissa olevien tekijöiden, esimerkiksi mitat, materiaalit ja asetusarvot, niin että saavutetaan maksimaalinen suoritusarvo, minimoidaan häiriötekijät ja kustannukset. (Karjalainen 1999, 45)

Tärkeimpänä tavoitteena, jolla tuotteen ominaisuuksien vaihtelua ja hävikkiä pyritään vähentämään, on etsiä keskinäisvaikutuksia ohjaustekijöiden ja häiriötekijöiden välillä. Tarkkaa keskinäisvaikutustekijää ei tarvitse välttämättä löytää, vaan riittää, kun ohjaustekijöistä ja niiden asetusarvoista löydetään parempi kombinaatio, jolla häiriötekijän vaikutus pienenee ja hävikki pienenee. (Karjalainen 1999, 45 – 46)



Kuva 5. Perinteisen suunnittelun tapa ratkaista ongelmia (Karjalainen 1999, 47)

Perinteisesti prosessin tekijöiden arvot ratkaistaan yksi kerrallaan. Perinteinen suunnittelu on nimenomaan ongelmien etsimistä ja syiden poistamista.



Kuva 6. Taguchi-menetelmän tapa ratkaista ongelmia (Karjalainen 1999, 47)

Parametrisuunnittelun tavoitteena on suunnitella tuote tai prosessi niin, että valitaan optimaaliset parametrit, jotka tekevät tuotteesta tai prosessista mahdollisimman epäherkän häiriön eli kohinan aiheuttamalle vaihtelulle. Parametrisuunnittelussa käsitellään yhtä aikaa sekä keskiarvoja että poikkeamia. Perinteinen suunnittelu käsittelee vain keskiarvoja. Tästä johtuu että suunnittelija ei yleensä tiedä kuinka monta virheellistä tuotetta syntyy. Jos ei tiedetä poikkeamaa, on vaikea suunnitella toimenpiteitä sen estämiseksi. (Karjalainen 1999, 46)

Ortogonaalimatriisissa käytetyt lineaariyhtälöt on keksinyt ranskalainen matemaatikko Jacques Hadamard. Nykyisin tunnetaan yli 30 ortogonaalimatriisia. Koesuunnittelussa ortogonaalisuus merkitsee tasapainotettua, eriteltävissä olevaa tai sekoittuvaa. Kokeista kerätään erilaisia tietoja, joiden ei haluta sekoittuvan keskenään. Ortogonaalimatriisia käytettäessä kokeiden määrä pienenee huomattavasti, tekijät (parametrit) on tasapainotettu niin, että jokainen tekijä on yhtäläisessä asemassa, päätekijät on eroteltavissa ja tulos on luotettava ja se on toistettavissa. (Karjalainen 1999, 54 – 55)

Parametreilla käsitetään tässä tekijät, jotka aikaansaavat toiminnon ja/tai toimintoon liittyvän häiriön. Parametrit luokitellaan Taguchi-menetelmässä neljään ryhmään:

- Signaalitekijät, jotka ovat tekijöitä jotka käyttäjä asettaa halutesaan prosessista tai koneesta tietyn ulostulon. Esimerkiksi koneeseen asetetut säädöt on signaalitekijä.
- Ohjaustekijät, jotka ovat tuotteen parametrien arvoja, jotka suunnittelija on asettanut. Jokainen ohjaustekijä voi saada useita arvoja. Suunnittelijan vastuulla on parhaan tason määrittäminen. Parasta tasoa määrittellessä voidaan käyttää erilaisia kriteerejä: voidaan pyrkiä stabiilisuteen tai robustisuteen samalla kun kustannukset minimoidaan. Robustisuus tarkoittaa häiriötekijöiden vaikutuksen minimointia.
- Skaalaus- eli tasotekijät ovat ohjaustekijöiden erikoistapaus. Näillä voidaan säätää haluttu funktio eli yhteys signaalitekijän ja ulostulon eli ominaisuuden välille.
- Häiriö- eli kohinatekijät, joita ei voida ohjata. Häiriötekijät vaikuttavat ulostuloon ja niiden taso vaihtelee tuotteesta ja olosuhteesta toiseen sekä ajan suhteen.

Laatuominaisuuksien hallitsemiseksi on tunnettava parametrien ja häiriötekijöiden yksittäis- ja keskinäisvaikutukset. (Karjalainen 1999, 48)

4 TILASTOLLISIA MENETELMIÄ

Prosessin laatua eli annettujen tehtävien suorituskykyä ja sen muutoksia on hyödyllistä seurata, jotta normaalista poikkeava tilanne havaittaisiin, ennen kuin tuotteen laatuun aiheutuu isompia ongelmia. Tilastollisina voidaan pitää kaikkia menetelmiä, jossa havaintoja käsitellään joukkona, eikä päätöstä tehdä yksittäisten havaintojen perusteella. Tavoitteena on hyvälaatuisten tuotteiden tuottaminen häiriöttömästi, tehokkaasti ja taloudellisesti toimivassa prosessissa. (Salomäki 1999, 146)

Prosessin suorituskyky on määriteltävä tilastollisesti luotettavalla tavalla käytettävissä olevista havainnoista. Havaintoja voidaan kerätä valmistuvien tuotteiden mitoista tai ominaisuuksista tai jostain tuotteesta näkymättömästä, mutta prosessissa tapahtuvia muutoksia ja suorituskyvyn vaihtelua hyvin kuvaavasta suureesta, kuten hävikki, valmistusaika, raaka-aineenkulutus jne. (Salomäki 1999, 146 – 147)

Nykyään prosessien hallitsemisen ongelmaksi muodostuu yhä useammin prosessin lyhytkestoisuus. Runsaskin tietomäärä voi osoittautua rajalliseksi, jos se jaetaan pieniin ryhmiin, esimerkiksi materiaalien vaihtuessa. Lyhytkestoisuutta arvioitaessa on huomattava että SPC tutkii prosessia eikä tuotetta, joten prosessista on löydettävä jatkuvasti vaikuttavia muuttujia ja niiden mittaushetkiä. Johtopäätökset on tehtävä pienen tietomäärän perusteella esimerkiksi seuraavissa tapauksissa:

- Prosessi käynnistyy ja valmistaa erän tuotetta ja seuraavassa hetkessä tuote vaihtuu kokonaan jolloin prosessiin tulee tehtäväksi muutoksia. Mitattavia tuloksia kertyy vain pieni joukko.
- Prosessi toimii vakiintuneesti, mutta valmistettavat tuotteet ovat erilaisia. Eri näyte-erät joudutaan tekemään erilaisista tuotteista, jolloin mitaustulokset on standardisoitava yhteismitallisiksi.
- Prosessi käynnistyy ja luotettava käsitys sen toimintakyvystä on saatava nopeasti esimerkiksi suurten taloudellisten arvojen takia. Tuloksia ei ehditä kerätä riittävästi perusteelliseen tilastolliseen arviointiin. (Salomäki 1999, 154 – 155)

Näissä tapauksissa prosessin suorituskyky on mitattava tilastollisen luotettavuuden edellyttämää määrää pienemmästä aineistosta. Näissäkin tapauksissa tulisi aloittaa perusasioista ja tarkastella prosessia kokonaisuutena. (Salomäki 1999, 155)

Tilasto- ja taulukkolaskentaohjelmien avulla voidaan vaivattomasti määrittää lähes mikä tahansa tunnusluku. Vaikka ohjelmat laskevat mekaanisesti halutun tunnusluvun, on tiedettävä tarkkaan soveltuuko tunnusluku kyseiseen tapaukseen. Myös tunnuslukujen oikea tulkinta on keskeistä. (Holopainen & Pulkinen 2002, 78)

4.1 Sijaintiluvut

Keskiluvut osoittavat jakauman keskiarvon. Se voi olla myös kohta, jossa suurin osa havaintoja sijaitsee. Tunnusluvun valinta liittyy kiinteästi siihen, millä asteikolla tilastollinen muuttuja sijaitsee. Mediaani on järjestetyn havaintoaineiston keskimäinen havainto, jos havaintoja on pariton määrä. Jos havaintoja on parillinen määrä, mediaanina esitetään jompikumpi keskimmäisistä havaintoarvoista. Edellä mainitun järjestysasteikon lisäksi mediaania tulisi käyttää myös välimatka- ja suhdeasteikolla, kun jakauma on hyvin epäsymmetrinen tai jos yksi tai muutama havaintoarvo poikkeaa muista arvoista huomattavasti. Käytännössä mediaani määritetään lähes aina alkuperäisestä havaintoaineistosta tilasto-ohjelman avulla. (Holopainen & Pulkinen 2002, 79 – 83)

Myös Excel taulukkolaskentaohjelmassa on valmis funktio, jonka avulla mediaani voidaan laskea. Funktio laskee mediaanin luokittelemattomasta aineistosta. Eniten käytetty välimatka- tai suhteasteikon keskiarvo on kuitenkin aritmeettinen keskiarvo. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 79 – 83)

SPC:ssä käytetään yleensä aritmeettista keskiarvoa (\bar{x}), joka saadaan laskemalla kaikki mittaustulokset yhteen ja jakamalla summa yhteenlaskettujen tulosten lukumäärällä. Keskiarvosta käytetään eri tapauksissa eri symboleja riippuen siitä, millaisen erän keskiarvoa tarkoitetaan. (Salomäki 1999, 159)

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_k) / k \quad (1)$$

k = yksittäisten arvojen lukumäärä (Salomäki 1999, 221)

Ei voida antaa yksikäsitteistä vastausta kumpi tunnusluku, keskiarvo vai mediaani, on parempi tunnusluku kuvaamaan havaintosarjojen keskimääräistä arvoa. Kaikki havainnot vaikuttavat keskiarvoon, myös yksittäiset todella suuret tai todella pienet arvot. Mediaani taas on immuuni ääriarvoille, sillä sen arvoon vaikuttavat vain havaintojen keskimäinen arvo/arvot. Keskiarvoa pitäisi välttää tunnuslukuna, jos muutama arvo poikkeaa huomattavasti valtaosasta muita arvoja tai aineisto on vino. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 85)

Muita harvemmin käytettyjä sijaintilukuja välimatka- ja suhteasteikolla mitatulle muuttujalle ovat fraktiilit. Ne ovat sijaintilukuja, joita käytetään yhdessä mediaanin kanssa antamaan lisätietoa jakaumasta. Käytännössä laskut tehdään tilasto- tai taulukkolaskentaohjelmilla. Excel funktion prosenttipiste avulla määritetään matriisialue, jossa havainnot sijaitsevat. Esimerkiksi eniten käytetyssä fraktiilissa, kvartiilissa määritetään k:n arvoksi 25. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 86 – 87)

4.2 Hajontaluvut

Hajontaluvuilla mitataan, kuinka laajalle tai suppealle välille havaintoarvot sijoittuvat ja usein myös sitä, kuinka tiheästi havaintoarvot ovat sijoittuneet keskiluvun ympärille. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 88)

4.2.1 Vaihteluväli ja kvartiiliväli

Vaihteluväli kuvaa havaintoaineiston kokonaispeittoa. Vaihteluväli tarkoittaa havaintoaineiston suurimman ja pienimmän tuloksen välistä erotusta ja on aina nolla tai isompi positiivinen luku. Näyte-eräkohtainen vaihteluväli (R, range) lasketaan näyte-erän suurimman ja pienimmän arvon erotuksena, kun taas liukuva vaihteluväli (MR) lasketaan näytteen ja edellisen näytteen tai näyte-erän keskiarvon ja edellisen näyte-erän keskiarvon erotuksen itseisarvo. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 89; Salomäki 1999, 159 – 160)

$$MR_n = |x_n - x_{n-1}| \quad (2)$$

n = näytteen järjestysnumero (Salomäki 1999, 160)

Kvartiiliväli (Q) kuvaa havaintoaineiston keskimmäisen 50 %:n sijoittumista. Kvartiiliväli, kvartiilipoikkeama saadaan kaavasta:

$$Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \quad (3)$$

Tilasto-ohjelmat tulostavat yleensä jakauman suurimman ja pienimmän arvon sekä ylä- ja alakvartiilit. Niiden avulla voidaan välittömästi päätellä vaihteluväli ja kvartiiliväli. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 89 – 90)

4.2.2 Keskihajonta

Yleisin välimatka- tai suhdeasteikolla mitatun muuttujan hajontaluku on keskihajonta. Se ilmaisee tulosten leviämisen keskiarvon molemmin puolin. Mitä vähemmän aineiston arvot ovat hajonneet keskiarvon ympärille, sitä lähempänä nolaa se on. Suuri keskihajonta merkitsee, että tulokset hajaantuvat laajemmalle alueelle. Sitä käytetään yhdessä aritmeettisen keskiarvon kanssa. Keskihajonta on havaintojen keskimääräinen poikkeama keskiarvosta. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 90; Salomäki 1999, 160)

Kun muuttujan (x) havaintoarvot ovat otos jostakin perusjoukosta, jonka suuruus on pienempi kuin 30, saadaan muuttujan arvojen keskihajonta (s) kaavasta: (Holopainen & Pulkkinen 2002, 90 - 91; Salomäki 1999, 161)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (4)$$

\bar{x} = havaintojen keskiarvo n = havaintojen lukumäärä

Keskihajonnasta käytetään erilaisia sovelluksia riippuen siitä lasketaanko hajonta koko perusjoukosta, näyte-erästä tai saaduista mittaustuloksista sekä erän koosta riippuvia sovelluksia. Käytännössä muuttujan keskihajonta lasketaan tilasto-ohjelman tai Excelin funktion keskihajonta avulla. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 90 - 91; Salomäki 1999, 161)

Keskihajonnan tunnus on σ (sigma), kun tarkoitetaan koko perusjoukon hajontaa. Kun keskihajonta lasketaan koko perusjoukosta, on kaavassa (kaava 4) jakajana koko perusjoukon lukumäärä N . Koko perusjoukkoa ei voida käytännössä mitata, vaan joudutaan tyytymään rajalliseen määrään mittauksia ja niiden perusteella arvioimaan hajonta. (Salomäki 1999, 160)

Koska prosessin keskihajontaa σ ei voida tarkasti laskea, eikä korvata näyte-erän keskihajonnalla sellaisenaan, keskihajontaa estimoidaan näyteerien vaihteluvälin (R), liukuvan vaihteluvälin (MR), tai näyteerien hajonnan (s) perusteella, jolloin saadaan estimaatti $\hat{\sigma}$. Hattu sigmamerkin päällä korostaa, että keskihajonnan arvo on arviointiin perustuva. (Salomäki 1999, 162)

4.2.3 Varianssi

Keskihajonnan toista potenssia sanotaan varianssiksi (s^2). Jos muuttuja on mitattu suhteasteikolla, hajontalukuna voidaan käyttää variaatiokerrointa (V), joka on jakauman suhteellinen hajonta. Se saadaan keskihajonnan ja keskiarvon osamääränä (Holopainen & Pulkkinen 2002, 92 - 93):

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \quad (5)$$

Variaatiokerrointa käytetään kun vertaillaan kahden muuttujan jakauman hajontojen suuruutta. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 92 – 93)

4.3 Muita tunnuslukuja

Tilastollisen päätöksenteon yhteydessä voidaan selvittää empiirisen jakauman normalisuutta käyttämällä jakauman tunnuslukujen vinous ja huipukkuus avulla. Jos vinous on likimain $[-0,5;0,5]$ ja huipukkuus on likimain 3, on aineisto jakautunut likimain normaalisti. Excelissä jakauman vinous määritellään jakauman vinous-funktion avulla ja huipukkuus funktion Kurt avulla. (Holopainen & Pulkkinen 2002, 94 – 95)

4.4 Valvontarajat

Alavalvontaraja (LCL) ja ylävalvontaraja (UCL) määritellään mittaustulosten perusteella lasketun keskihajonnan estimaatin avulla. Rajat sijoitetaan symmetrisesti kolme kertaa keskihajonnan estimaatin ($\hat{\sigma}$) etäisyydelle, jolloin niiden väli kattaa 99,73 % kaikista tuloksista. (Salomäki 1999, 163)

Ylätoleranssiraja (USL) ja alatoranssiraja (LSL) on määritelty spesifikaatioissa. Tavoitearvo on normaalisti toleranssirajojen keskellä. Spesifikaatioissa voidaan määrittää vain toinen arvo, jolloin kyseessä on minimi- tai maksimiarvo.

4.5 Suorituskyky

Prosessin suorituskyky C_p voidaan määrittellä spesifikaatorajojen avulla. (Kume 1998, 64 – 65)

$$C_p = \frac{USL-LSL}{6 \cdot \sigma} \quad (6)$$

USL = ylempi spesifikaatoraja

LSL = alempi spesifikaatoraja

Yksipuolisessa spesifikaatorajassa puuttuvan spesifikaation tilalle sijoitetaan keskiarvo \bar{x} . Tästä käytetään myös nimitystä korjattu prosessin suorituskyky C_{pk} . (Kume 1998, 65; Järnefelt 1990, 18)

$$C_{pk} = \frac{USL-\bar{x}}{3 \cdot \sigma} \quad (7)$$

$$C_{pk} = \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \sigma} \quad (8)$$

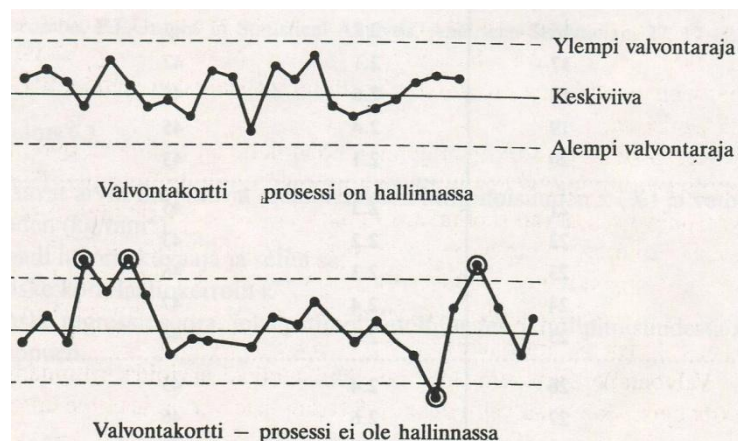
Prosessin suorituskyvyn arviointi: (Kume 1998, 65)

$C_p \geq 1,33$	tarpeeksi tyydyttävä
$1,00 \leq C_p < 1,33$	riittävä
$C_p < 1,00$	riittämätön

Prosessin suorituskyky ja sijainti toleranssialueeseen nähden on riittävä kun $C_{pk} > 1$. Toiminnallinen vähimmäisvaatimus on että $C_{pk} = 1$. (Järnefelt 1990, 18)

4.6 Valvontakortit

Valvontakortin ajatus on eliminoida epänormaali vaihtelu erottamalla selvitetävissä olevista syistä ja sattumanvaraisista syistä johtuvat vaihtelut toisistaan. Valvontakortissa on keskiviiva ja kaksi valvontarajaa, jotka sijaitsevat valvontarajan molemmiin puolin. Korttiin piirretään pistekaavio saaduista arvoista. Mikäli kaikki arvot sijaitsevat valvontarajojen sisällä eikä niillä ole erityistä suuntaa, katsotaan prosessin olevan hallinnassa. (Kume 1998, 92)



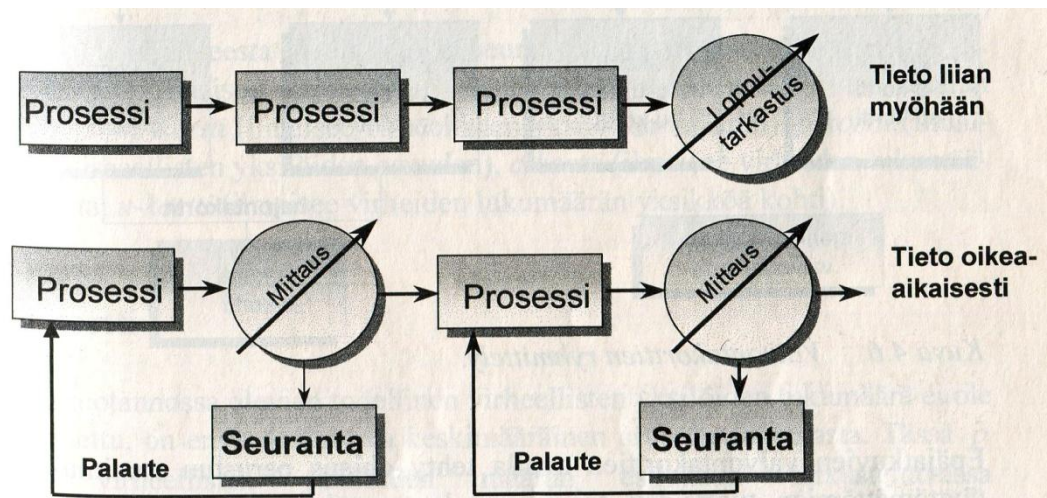
Kuva 7. Esimerkki valvontakortin kaaviosta (Kume 1998, 92)

Valvontakortti muodostuu tyypillisesti kolmesta osasta: hallinnollisesta, valvonta- ja tietojenkeruuosasta. Tietojenkeruuosassa kerätään prosessin näyte-eristä saatuja tietoja. Näistä tiedoista lasketaan tunnuslukuja, esimerkiksi keskiarvo ja vaihteluväli, joista muodostetaan valvontakäyrät. Valvontakäyrät kuvaavat prosessin tilaa ja niistä voidaan nähdä, mitä prosessissa on tapahtumassa. (Järnefelt 1990,9)

Valvontakorttitekniikan tarkoitus on mitata ja vähentää prosessivaihteluita. Korttien avulla voidaan erottaa toisistaan vaihtelutyypit: prosessille ominainen satunnaisvaihtelu ja erityisistä johtuvat häiriöt. Kun saavutettuun tulokseen vaikuttaa ainoastaan satunnaisvaihtelu, on kyseessä tilastollisesti hallittu prosessi. (Andersson & Tikka 1997, 82)

Kerättävän tiedon tulisi olla helposti saatavissa ja luotettavaa. Muutoin toiminta ei vastaa tarkoitustaan. Mittaustieto voi olla pituusmittoja, massoja, aikoja, lämpötiloja tai muita fysikaalisia suureita, jotka palvelevat mahdollisimman hyvin haluttuja ohjaustavoitteita. Mittauspisteet sijoituksissa tulisi huomioida sijainti. Halutaanko tieto koko prosessista, vai vain tietyistä sen osista. (Andersson & Tikka 1997, 82 - 83)

Kuvassa 8 on kuvattu kaksi erilaista tapaa sijoittaa mittauspisteet. Ensimmäisessä on minimoitu mittausten määrä, mutta saaduista tiedoista ei välttämättä ole helppo tulkita, missä kohtaa prosessia havaittu ongelma on syntynyt. Lisäksi lopputarkastuksessa havaitut laatuvirheet ovat kalliita. Toisessa mallissa seurantatieto saadaan heti jokaisen yksittäisen prosessin jälkeen, jolloin on mahdollista reagoida välittömästi ja säätää prosessia kompensoimaan havaitut poikkeamat. (Andersson & Tikka 1997, 83)



Kuva 8. Mittauspisteiden sijoittaminen prosessiin (Andersson & Tikka 1997, 83)

5 MITTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI

Tulosten ja tilanteen tulkinta on tehtävä heti, kun tulos on käytettävissä. Joskus tilastollisen poikkeaman aiheuttaja jää selvittämättä, koska prosessin käyttöä on pakko jatkaa. On arvioitava, tarvitaanko tuotelaadun varmistamiseksi laadunvalvonnan tehostamista, tarkastusten lisäämistä yms. toimenpiteitä. Joskus prosessissa ilmennyt häiriö jää lyhytaikaiseksi ja tilanne palaa normaaliksi nopeasti. Myöskään tätä häiriötä ei saa unohtaa, vaan se on dokumentoitava mahdollisimman tarkoin. Häiriöillä on taipumus ilmaantua uudelleen ja ehkä seuraavalla kerralla saadaan riittävästi tietoa syiden löytämiseen. Jos häiriö on vain juuri ja juuri erityisyyksi tulkittava ja prosessi on suorituskykyinen, ei välttämättä ole tarkoituksen mukaista käynnistää perusteellisia erityisyyanalysejä. (Salomäki 1999, 293 – 294)

On muistettava että normaalijakaumankin mukaan osa havainnoista joskus ylittää valvontarajan, vaikka teorian mukaiset äärettömän pienet ja äärettömän suuret tulokset ovat mahdottomia. Prosessin tulkinta ei voi olla ”On-Off” -tyyppinen (Hallinnassa – Erityisyy), koska kaikkeen liittyy epävarmuutta. Valvontarajojen läheisyydessä on alue, jolla tulkintoja teh-

täessä on käytettävä harkintaa. Siksi tulkinta olisi tehtävä mahdollisimman lähellä prosessia. Erityissyyyn arvioinnissa tilannetta tulee lähestyä monipuolisesti. Erityissyyyn ymmärtämisessä auttaa havaintojen kuvaajan, hajontakuvaajan ja histogrammin tutkiminen ja tulkinta yhtäaikaaisesti. (Salomäki 1999, 293 – 294)

5.1 Kriittisten menestystekijöiden tunnistaminen

Kriittiset menestystekijät ovat rajoitettu joukko tekijöitä, jotka vaikuttavat toiminnan tulokseen. Ne ovat asioita, joiden on sujuttava ja toimittava hyvin, jotta tavoitteet voidaan saavuttaa. Kriittisiä menestystekijöitä voivat olla esimerkiksi: ammattitaitoiset työntekijät, alhaiset tuotantokustannukset, nopea tuotekehityssykli, korkea asiakastyytyväisyys, tehokkaat markkinointikanavat, toimitusvarmat alihankkijat, tuotteiden ja palvelujen laatu- ja kilpailukyky, ympäristöystävällinen toimintatapa, kustannusseuranta. Kriittiset menestystekijät voivat olla yrityksen eri tulosyksiköissä tai tiimeillä hyvinkin erilaisia, eivätkä ne pysy vakioina. Jotta olennaiset prosessin osat voidaan löytää, on välttämätöntä pilkkoa prosessit alaprosesseihin ja edelleen prosessin vaiheisiin aina toimenpidetasolle asti. Jotta prosessi – kriittinen menestystekijä–yhdistelmälle voidaan määrittää suorituskykykymittarit, joilla mitataan organisaation kannalta kriittisiä toimenpiteitä ja jotka parantavat selvästi prosessin hallittavuutta. Ne antavat johdolle ajankohtaista tietoa mitattavissa prosesseissa tapahtuvista muutoksista sekä vertailuista odotusarvoja vasten. (Lecklin 2006, 23 – 24; Rampersad 2004, 122)

Käytännön laatutyön kohde löytyy, kun kysytään eri sidosryhmiltä, henkilökunnalta tai esimieheltä, katsotaan toteutuneita raportteja tai toteumia, kuunnellaan ja katsellaan. Kun eteneminen tapahtuu oikein, löytyy onnistumisen mittari ja kehittämistarve lähes itsestään. (Salomäki 1999, 71)

Paitsi kriittisten menestystekijöiden tunnistaminen, myös riskien tunnistaminen on tärkeä ennakoiva toimenpide. Riskien hallinta on ennaltaehkäisevä, systemaattinen syiden, seurausten ja mahdollisten toimenpiteiden ja pullonkaulojen määrittäminen. Tätä voidaan hyödyntää prosessien analysoinnissa, jossa etsitään vastauksia kysymyksiin: Miten prosessi voi epäonnistua? Mistä poikkeama voi johtua? Mitä tapahtuu jos prosessia muutetaan? Mitä voidaan tehdä poikkeamien syntymisen ennaltaehkäisemiseksi? Miten tärkeää ennaltaehkäisy on? Kuka vastaa toteuttamisesta? Milloin toteutetaan? Riskien hallinnan toteuttamiseen on erilaisia tapoja. Parhaiten sen toteutus tapahtuu tiimeissä. Jotta mahdollisimman moni pullonkaula löydettäisiin, tiimin tulee olla monipuolinen ja siinä tulee olla kattava kokemus ja osaaminen. (Rampersad 2004, 139)

5.2 Häiriötekijöiden tunnistaminen

Yksi SPC:n keskeisiä kysymyksiä prosessiajattelun yhteydessä on yleisten ja eritysten syiden tunnistaminen prosessin vaihtelun ja ongelmien lähteenä: (Salomäki 1999, 172 – 173; Järnefelt 1990, 10)

1. Yleinen syy

Häiriösuure voi olla prosessissa mukana oleva ja koko ajan vaikuttava yleinen syy. Se aiheuttaa luonnollista vaihtelua, kohinaa. Kohina vaihtelee keskiarvonsa ympärillä niin, että tulokset muodostavat normaali-jakauman. Luonnollisen vaihtelun aiheuttama kohina on osa prosessia, joten sitä ei voida pienentää etsimällä yksittäiseen mittaustulokseen jotakin erityistä häiriötä. Vaihtelun pienentämiseen tähtäävät toimenpiteet pitää kohdistaa itse prosessiin. Luonnollisesta syystä aiheutuva häiriö johtuu sattumasta ja laitteiden rajallisesta tarkkuudesta

2. Erityinen syy

Häiriö voi olla äkillinen, erityisestä syystä johtuva. Esimerkiksi koneen laakerin kuluminen, joka aiheuttaa epätarkkuuden lisääntymistä. Tämä syy ei ole normaalisti mukana prosessissa. Yleensä tämä näkyy luonnollisesta vaihtelusta poikkeavana piikkinä. Itse prosessia ei kannata signaalin perusteella muuttaa, vaan on löydettävä erityisyys, poistettava sen vaikutus prosessiin ja pyrittävä estämään häiriön uusiutuminen. (Salomäki 1999, 172 – 173; Järnefelt 1990, 10)

Valvontakorteista voidaan nähdä valvontarajan ylittymisen tai alittumisen lisäksi muita prosessin muuttumista osoittavia tekijöitä. Sen muodosta voidaan päätellä ennen kummankaan valvontarajan ylittymistä onko prosessissa tapahtumassa esimerkiksi hidasta muutosta vai jaksottaista vaihtelua. (Järnefelt 1990, 27)

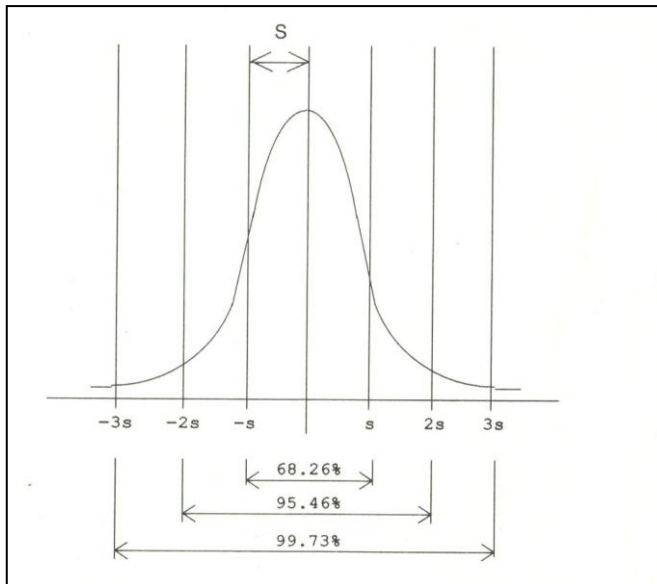
Valvontakäyrän muotoja joita voidaan käyttää tulkinnan apuvälineinä:

- Suuntaus – useamman peräkkäisen pisteen muodostama nouseva tai laskeva valvontakäyrä
- Siirtymä – useamman valvontakäyrän pisteen joukko keskiarvon toisella puolella
- Käyrän yleinen muoto – käyrässä erittäin voimakasta heilahtelua tai se on jatkuvasti lähellä keskiarvoa
- Jaksollinen vaihtelu – säännöllisiä muotoja valvontakäyrässä (Järnefelt 1990, 27)

Prosessia valvomalla voidaan löytää myös vinkkejä mahdollisista tulevista ongelmista jo etukäteen. Prosessi yrittää ilmoittaa ongelmista, mutta ilman apuvälineitä viesti tukahdutetaan, kunnes kuuluu tuotteen ääni. Kohinan analysointi vaatii työkaluja. Korjaustoimet jälkikäteen ovat aina kalliimpia kuin ennakointi. (Salomäki 1999, 68)

5.3 Prosessin suorituskyky

Tietty vaihtelu on jokaiselle prosessille luonnollista, mikä johtuu prosessin osien, esimerkiksi laitteiden tarkkuuden rajallisuudesta ja materiaalien sekä olosuhteiden vaihtelusta. Tuotetta ei valmisteta tarkasti nimellismittaan, vaan spesifikaatioiden salliman toleranssialueen keskelle. Tarkan absoluuttimitan saavuttamine ei ole mahdollista, vaan tuotteiden tosimitta vaihtelee hieman absoluuttimitan ympärillä. Prosessin suorituskyvyn mittana pidetään sitä, kuinka hyvin prosessin jakauma mahtuu toleranssialueelle. Prosessin normaalijakauman leveyttä kuvaa keskihajonnan arvo. (Järnefelt 1990, 15 - 16)



Kuva 9. Normaalijakauman suhde keskihajonnan s eri kertalukuihin (Järnefelt 1998, 17)

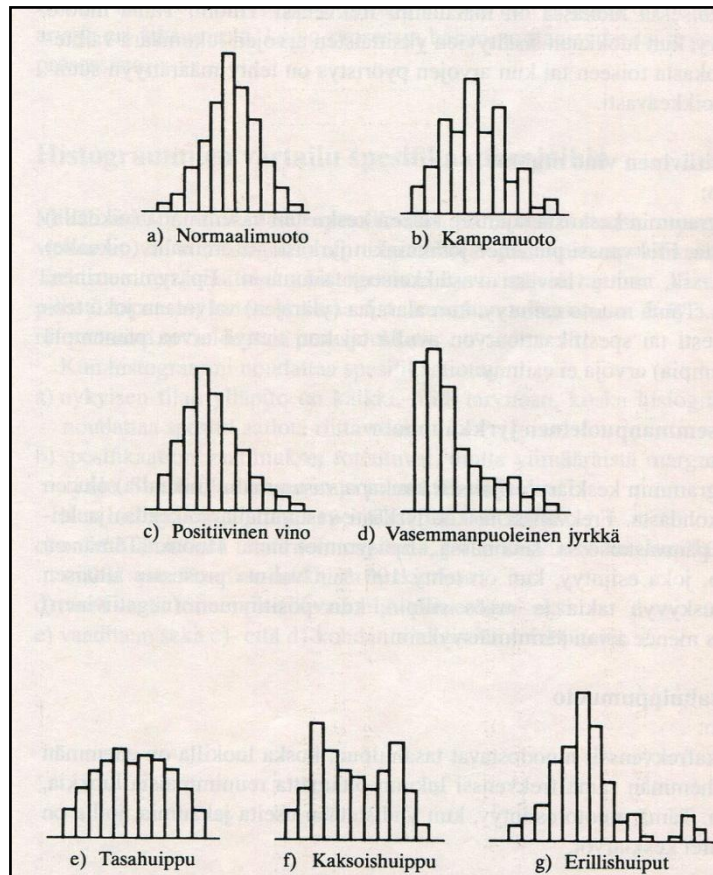
Kuvasta 9 nähdään esimerkiksi, että keskihajonnan kuuden mitan sisälle mahtuu 99,73 % kaikista jakauman muodostavista mittaustuloksista. Keskihajonnan kuusi mittaa on otettu avuksi määriteltäessä prosessin suorituskykyä kuvaava tunnusluku C_p . (Järnefelt 1998, 16)

Prosessin suorituskyky selvitetään, jotta tiedetään, pystyykö prosessi tuottamaan kyseistä tuotetta spesifikaation mukaisesti vai täytyykö ryhtyä erikoistoimenpiteisiin, esimerkiksi vaihtaa prosessia. Suorituskykyluvut kuvaavat selkeästi yhden luvun avulla prosessin suhteellisen suorituskyvyn. (Salomäki 1999, 175; Järnefelt 1990, 12)

Arvioitaessa suorituskykyä on huomattava, että saadut tulokset ovat aina likimääräisiä. Havainnoissa on aina vaihtelua. Mikään prosessi ei ole täysin hallinnassa ja havainnot eivät noudata tarkkaan normaalijakaumaa. Toisaalta myös mittausepävarmuus tulee huomioida. Mittausepävarmuutta voidaan testata erilaisilla testeillä. Yleisesti käytetty mittauslaitetesti on R&R -testi (repeatability ja reproducibility). Testin avulla pyritään selvittämään mittausmenettelyn soveltuvuutta tietyn toleranssin tarkasteluun ja testissä on mahdollista erottaa laitteesta aiheutuva epävarmuus ja mittajista aiheutuva epävarmuus toisistaan. Laitteesta aiheutuva epävarmuus kuvataan termillä repeatability, joka on mittauslaitteesta aiheutuva keskihajonta. Mittajista aiheutuvaa epävarmuutta kuvataan termillä reproducibility, joka on eri mittajien mittaustulosten keskiarvojen keskihajonta. Näiden molempien odotetaan olevan normaalisti jakautuneita. Kun halutaan selvittää tarkasti mittauslaitteesta ja mittajista johtuvat virheet, on kiinnitettävä huomiota mitattaviin kappaleisiin, jotta niiden hajonta ei anna harhaanjohtavaa kuvaa tilanteesta. (Andersson & Tikka 1997, 100 – 102)

5.4 Prosessin vaihtelu, jakauma ja hajonta

Laadunohjaus pyrkii löytämään tosiasiat keräämällä ensin tiedot ja tekemällä sen jälkeen vaaditut toimenpiteet näihin tosiseikkoihin nojaten. Näytteestä saadut tiedot ovat perusjoukosta tehtävän päätöksen perusta. Histogrammi on menetelmä jonka avulla voimme ymmärtää perusjoukon yhdellä silmäyksellä. Perusjoukon tilasta on mahdollista saada hyödyllistä tietoa histogrammin muotoa tarkastellen. (Kume 1998, 39 – 50)



Kuva 10. Histogrammimuodot (Kume 1998, 51)

Kuvassa 10 on tyypillisiä histogrammimuotoja. Normaalimuotoisessa histogrammissa keskiarvo ja frekvenssi ovat korkeimmillaan alueen keskellä ja pienenee asteittain alueen reunoja kohti. Muoto on symmetrinen. Kampamuodossa joka toisessa luokassa on matalampi frekvenssi. Tässä muodossa luokkaan sisältyvien yksittäisten arvojen lukumäärä vaihtelee luokasta toiseen. Positiivisessa vinossa muodossa histogrammin huippu sijaitsee alueen keskustan oikealla tai vasemmalla puolella ja frekvenssi laskee toiseen suuntaan jyrkästi ja toiseen loivasti. Tämä muoto esiintyy, kun alatai ylärajaa valvotaan tai kun tiettyä arvoa pienempiä tai suurempia arvoja ei esiinny. Vasemman- tai oikeanpuoleinen jyrkkä muoto esiintyy, kun histogrammin keskusta sijaitsee kaukana huipusta. Frekvenssi laskee jyrkästi vasemmalle tai oikealle epäsymmetrisesti. Luokkafrekvenssit muodostavat tasahuipun, kun luokilla on sama frekvenssi lukuun ottamatta reunimmaisista luokkia. Kaksoishuippumuodossa frekvenssi on alhainen alueen keskikohdan lähellä ja sen molemmiin puoliin on frekvenssihuippu. Tasahuippu ja kaksoishuippu esiintyvät, kun yhdistetään kaksi jakaumaa, joiden keskiarvot ovat kaukana toisistaan. Erillishuipussa on lisätynä

pieni erillinen huippu lisättyä normaalimuotoiseen histogrammiin. Tämä muoto esiintyy, kun mukana on muutamia arvoja eri jakaumasta, kuten prosessin häiriö, mittausvirhe tai arvoja eri prosessista. (Kume 1998, 50 - 53)

Kun on olemassa spesifikaatio, tulisi histogrammin sijaita hyvin näissä rajoissa. Kun histogrammi ei täytä spesifikaation vaatimuksia, on välttämättä tehdä toimenpiteitä, joilla keskiarvo saadaan lähemmäksi spesifikaation mukaista keskiarvoa ja toimenpiteitä vaihtelun pienentämiseksi. (Kume 1998,50)

Tuotannossa on runsaasti erilaisia hajonnan lähteitä. Hajonnan syyt voidaan luokitella kolmeen ryhmään:

- Ulkoiset syyt – Virhelähteet tai tekijät, jotka vaikuttavat ympäristössä, jossa tuote tehdään. Esimerkiksi lämpötila, kosteus, värähtely.
- Sisäiset syyt – Tuotantojärjestelmän sisäisistä muutoksista aiheutuvat tuotteen ominaisuudet, esimerkiksi työstökoneiden kuluminen, prosessin sisäiset lämpölähteet ja esiasetuksen epätarkkuudet. Tässä tarkastelun kohteena voi olla myös henkilöstö ja työtavat koko prosessissa.
- Kohina – Kun tuote valmistuu tuotantoprosessissa, eivätkä hajonnan syyt ole ulkoisia tai sisäisiä, loppuvaihtelua kutsutaan variaatiokohinaksi. (Andersson & Tikka 1997, 81)

Prosessissa valmistetun tuotteen laatu vaihtelee. Prosessi on hallinnassa, mikäli ainoa prosessin tulokseen vaikuttava tekijä on sen oma luonnollinen hajonta ja prosessiin ei vaikuta mikään systemaattinen häiriötekijä. (Järnefelt 1990, 10)

Hallinnassa olevassa prosessissa yksikään havainto ei sijaitse yli valvontarajan. Valvontarajan ylitys on tärkein ja helpoimmin havaittavissa oleva tilanne. Jos tulos ylittää valvontarajan sekä tulosten, että vaihtelun kuvaajassa, on syytä olettaa erityssyyyn olevan olemassa. Jos prosessin C_{pk} -luku on hyvä ja ylitys vain niukka, kannattaa tehdä uusintamittaus. Histogrammin avulla nähdään esimerkiksi onko prosessissa jostakin syystä kaksihuippuinen jakauma, jolloin havaintojoukossa voi olla tuloksia kahdesta erilaisesta tutkimuserästä, joista toinen on lähempänä valvontarajaa ja aiheuttaa ylityksiä. (Salomäki 1999, 290 – 294)

5.5 Pareto -analyysi

Suuri osa ongelmista johtuu vain muutamasta virheestä ja näiden virheiden voidaan katsoa aiheutuvan vain muutamasta syystä. Pareto kuvaaja on nimetty italialaisen kansantaloustieteilijän ja sosiologi Vilfredo Pareton mukaan. Pareto käytti matematiikkaa kansantaloustieteen ilmiöiden tutkimisessa ja havaitsi, että yleensä vain muutama seikka on kokonaisuuden kannalta merkittävä. (Kume 1998, 21; Salomäki 1999, 330)

Pareto -analyysissä eri luokkiin jaetut havainnot kuvataan suuruusjärjestyksessä pylväillä. Havaintoryhmät, joihin havainnot jaetaan, asetetaan

suuruusjärjestykseen niin, että suurin pylväs on vasemmalla ja muut pylväät suuruusjärjestyksessä oikealle. Pystyakselilla kuvataan tapahtumien prosentuaalista osuutta kokonaisuudesta. Kumulatiivista kertymää kuvataan viivalla ja asteikolla 0 – 100 % kuvaajan oikeassa reunassa. Näin voidaan suoraan nähdä esimerkiksi viiden suurimman ryhmän osuus. Analyysi auttaa oikeiden asioiden löytämisessä ja kohdistamisessa. (Lecklin 2006, 177; Salomäki 1999, 330)

Ongelmien purkamiseen ja syy-seuraussuhteiden selvittämiseen käytetään esimerkiksi syy-seurausanalyysijä ja aivoriihimenetelmää. (Järnefelt 1990, 13)

5.6 Syy- seuraus -analyysi

Syy-seuraus–analyysin tavoitteena on löytää seuraukselle mahdollisimman monta syytä. Mitä enemmän syitä löydetään, sitä todennäköisemmin mukana on myös kaikkein eniten vaikuttavat tekijät. Syy-seurauskaaviota kutsutaan myös kalanruotokaavioksi, koska se näyttää kalanruodolta. Prosessin saannon tai tuloksen voidaan katsoa johtuvan suuresta joukosta tekijöitä ja syy-seuraussuhde voidaan löytää näiden tekijöiden joukosta. Syy-seuraussuhteen rakenne voidaan määrittää tutkimalla prosessin rakennetta systemaattisesti. Hyödyllisen syy-seurauskaavion laatiminen ei ole helppoa. (Kume 1998, 28 -29; Salomäki 1999. 326))

Menetelmä on parhaimmillaan aivoriihityyppisesti käytettynä. Kaavion piirtäminen aloitetaan määrittämällä ongelma ja joka kirjoitetaan kaavion oikeaan reunaan. Tämän jälkeen piirretään selkäruoto ja siihen poikki-ruodot, joille määritellään ongelman perussyyt. Näitä voivat olla esimerkiksi ihmiset, ympäristö, koneet, materiaalit, menetelmät ja tiedot. Yleensä 3 – 5 perussyytä on sopiva määrä. Perussyiden määrittämisen jälkeen kirjataan kaavioon ongelmia, jotka ryhmitellään perussyiden mukaan. Analyysia jatketaan kysymällä miksi tämä ongelma syntyy. Syyt merkitään kaavioon ja näin syntyy hiusruotoja. Miksi kysymyksiä voidaan edelleen jatkaa ja syventää ongelmien analysointia useampien tasojen avulla. Tekniikka avaa ongelmia ja helpottaa sen havainnollistamista. Paneutumalla useita tasojia syvälle ongelmaan löydetään usein tärkeitä ja yllättäviäkin syitä, joita ei ongelmaa päällisin puolin analysoitaessa huomaa. Miksi -kysymykset pitää tarkentaa ja muokata tehtävän ongelman mukaan. Kysymysketjua voidaan jatkaa kunnes löydetään asiat, joille on tehtävä jokin tilanteen parantamiseksi. (Lecklin & Laine 2009, 201 – 202)

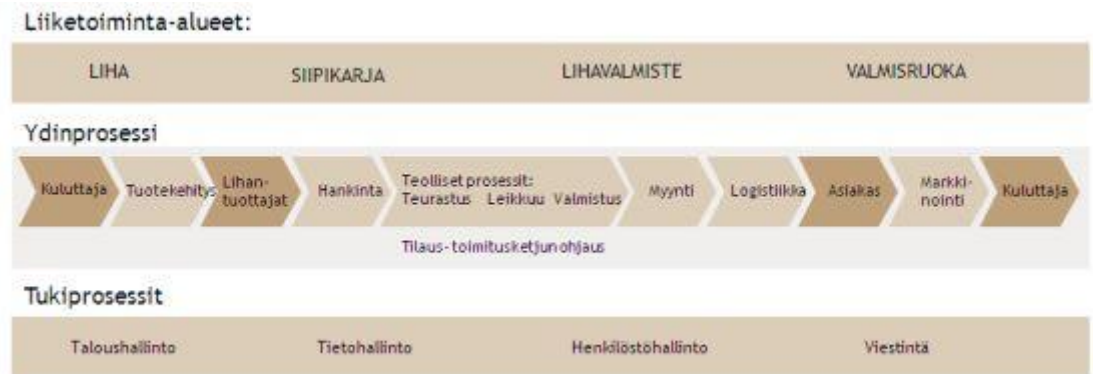
6 TUTKIMUSYMPÄRISTÖN KUVAUKSET

TOIMINTAPROSESSIEN

HK Ruokatalo on osa HKScan–konsernia. HKScan -konsernin liiketoiminnasta Suomessa vastaa HKScan Finland Oy. Sen kokonaan omistamia tytäryhtiöitä ovat HK Ruokatalo Oy, HK Agri Oy ja Järvi-Suomen Portti Oy. Lisäksi HKScan Finland on osakkaana Kivikylän Kotipalvaamo Oy:ssä sekä Lihatukku Harri Tamminen Oy:ssä. Tuotemerkkejä Suomessa ovat HK, Kariniemen, Tamminen, Kivikylän ja Portti. (www.hkscan.com)

HK Ruokatalon toiminta on jaettu neljään osaan: liha-, siipikarja- sekä lihavalmiste- ja valmisruokaliiketoimintaan. (www.hkscan.com)

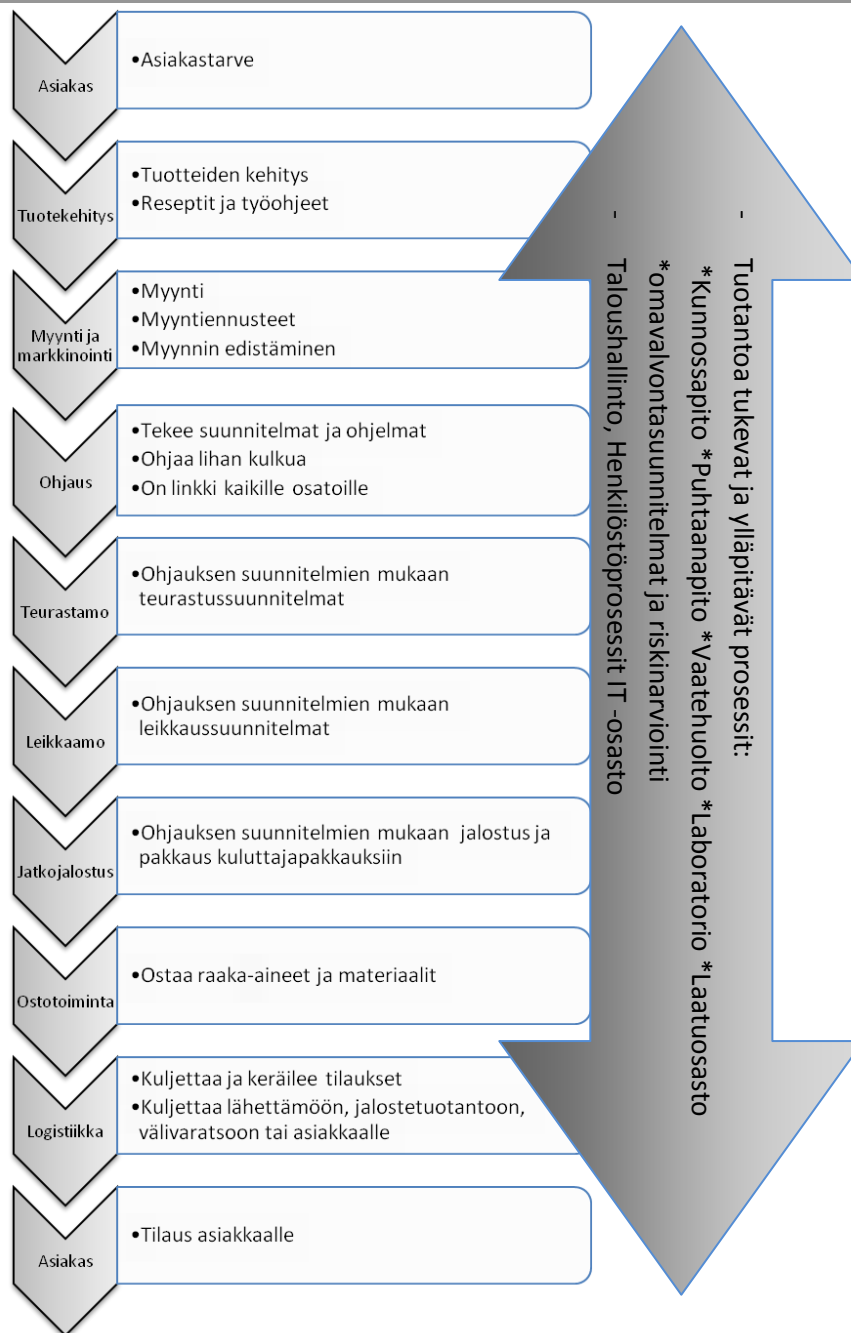
HK Ruokatalon ydinprosessi alkaa kuluttajien tarpeiden selvittämisestä. Sen jälkeen ketjun eri vaiheisiin nivoutuvat alkutuotannon lihantuottajien panos, lihan hankinta, teurastus, leikkuu, tuotteiden valmistus, kuljetus ja kaupalliset toiminnot. (www.hkscan.com)



Kuva 11. HK Ruokatalon ydinprosessi ja tukiprosessit Suomessa (www.hkscan.fi)

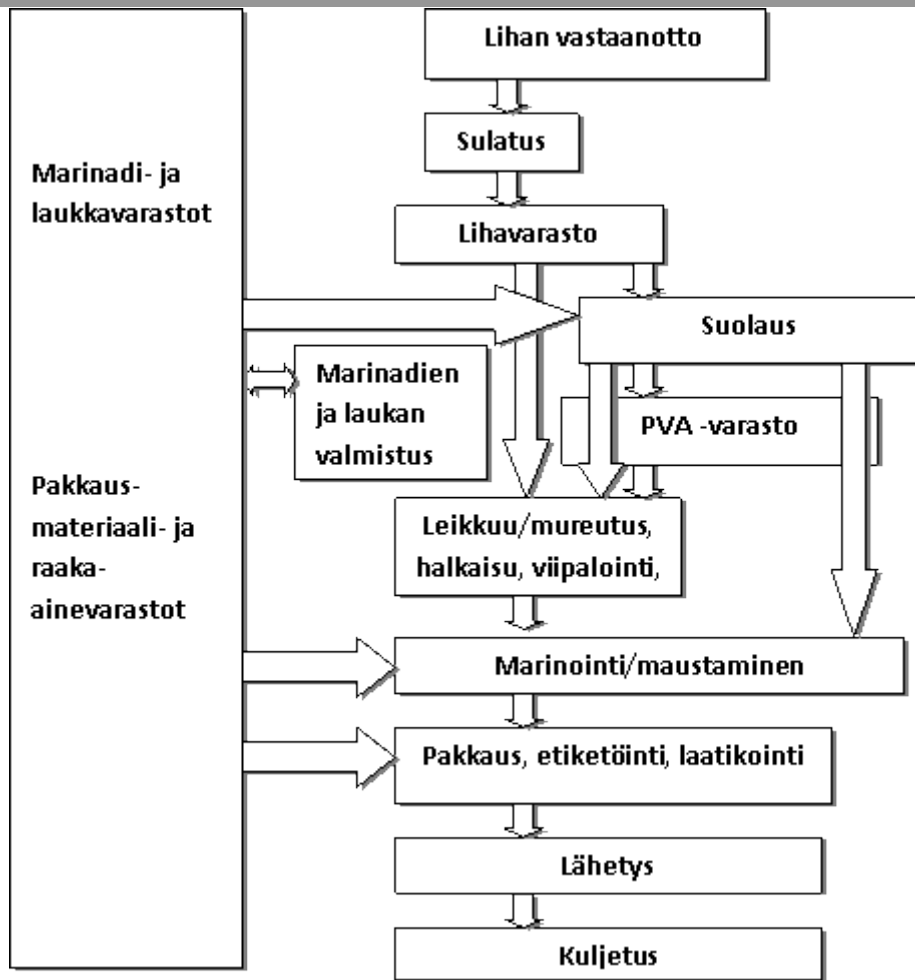
HK Ruokatalo valmistaa ja markkinoi lihaa, lihavalmisteita ja valmisruokia. Valikoimiin kuuluu mm. kuluttajapakattua lihaa, makkaroita, leikkeleitä ja valmiita ruoka-annoksia. HK Ruokatalo Oy:lle kuuluvat teollinen toiminta, myynti, markkinointi, logistiikka ja kuljetukset. HK Agri Oy hankkii sikoja ja nautoja sekä broilereita HK Ruokatalon tarpeisiin. Yhtiö harjoittaa myös merkittävässä määrin lihan vientiä. Tärkeimpiä vientimaita ovat Venäjä, Japani, Korea, Baltian maat ja Yhdysvallat. HK Ruokatalo Oy:n tuotemerkit Suomessa ovat HK ja Kariniemen.

HK Ruokatalon Forssan toimipisteen tuotantotoimintoja ovat teurastus, lihanleikkaus ja jatkojalostus. Forssan tuotantolaitoksen henkilövahvuus on noin 500 henkilöä, joista n. 100 henkilöä työskentelee teurastamolla, n. 300 henkilöä leikkaamossa ja n. 100 henkilöä jatkojalostusosastolla. Teurastamo on sika-teurastamo. Sikaa teurastetaan n. 65 milj. kg vuodessa. Nauta teurastetaan Outokummun tuotantolaitoksella. Lähes kaikki Forssassa teurastettu sika leikataan Forssan leikkaamossa. Leikkaamossa leikataan n. 50 milj. kg sikaa vuodessa. Kuluttajapakatun lihan osasto käsittelee noin 11,5 miljoonaa kiloa lihaa vuodessa. Käytetty liharaaka-aine tulee pääosin omasta leikkaamosta. Nauta tulee Outokummun teurastamolta ja jonkin verran sekä sian- että naudanlihaa tulee myös rahtina yhteistyökumppaneilta.



Kuva 12. HK Ruokatalon Forssan toimipisteen prosessikaavio ja jatkojalostusosaston sijainti prosessissa ja siihen liittyvät tukiprosessit.

Eri osatot työskentelevät tiiviissä yhteistyössä. Jatkojalostusosastolla työskenteli tutkimusaikana esimiesten alaisina keski-määrin 95 henkilöä.



Kuva 13. HK Ruokatalon raakalihavalmisteiden tuotantoprosessi, missä näkyvät myös osaprosessit suolaus, leikkaus, marinointi/maustaminen ja pakkaus, joita tutkittiin tarkemmin tutkimusosiossa

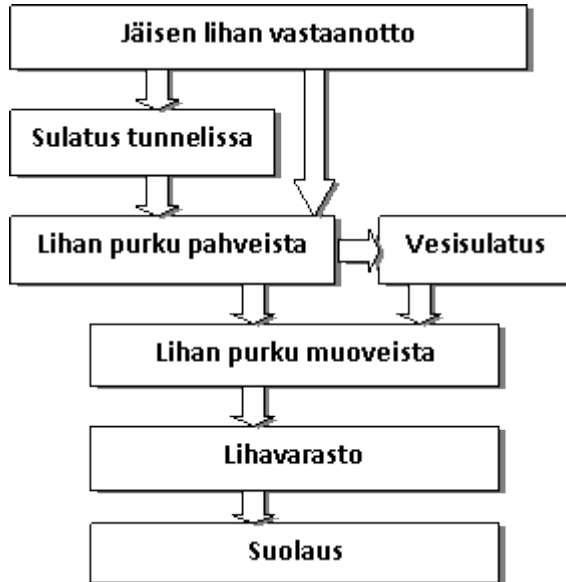
Kuvassa 13 on kuvattu raakalihavalmisteiden tuotantoprosessi Forssan tuotantolaitoksessa. Seuraavissa kappaleissa käsitellään vielä yksityiskohtaisemmin tutkimuskohteena olevan tuotteen osaprosessit sulatus, suolaus, leikkaus/mureutus, marinointi ja pakkaus, joita tutkittiin tarkemmin myös tutkimusosiossa.

6.1 Lihan vastaanotto ja suolaus

Tuore liha vastaanotetaan ja punnitaan lihavarastoon kyseiselle raaka-ainenumerolle.

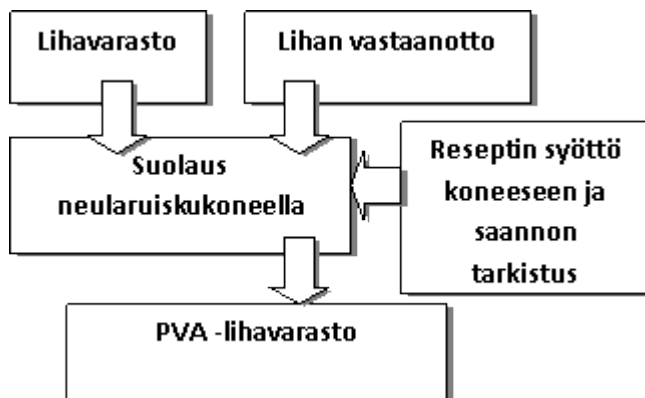
Lähetämö vastaanottaa pakastamosta tulleen jäisen lihan lavalappujen tietojen mukaan. Sulatettava liha punnitaan ja tehdään suunnitelman mukaiset omavalvontatoimenpiteet. Punnitustulos kirjataan omavalvontakirjanpitoon. Lähetämö tekee lavalappujen mukaan vastaanottokirjaukset varastoon. Sulatus tehdään joko sulatustunnelissa tai vesisulatuksena.

Vesisulatukseen menevä liha puretaan pahvipakkauksista ja liha sulatetaan muovikääreissä, kun taas tunnelissa sulatettava liha sulatetaan pahvipakkauksissa. Sulatettu liha puretaan pakkauksistaan ammeeseen. Purettu liha punnitaan kyseiselle raaka-ainenumeralle. Punnituksissa vähennetään manuaalisesti ammeen tai mollan kylkeen merkitty paino (taara). Kuvassa 14 on kuvattu sulatusprosessi.



Kuva 14. Sulatuksen prosessikaavio

Suolattava tuore liha punnitaan lihavarastosta tai suoraan lihan vastaanotosta tai sulatuksesta suoraan lopputuotteelle. Liha suolataan edellisenä päivänä monineularuiskulla koneeseen ohjelmoidun reseptin suolasaantotavoitteen mukaan. Suolattu liha ohjataan suolauskoneesta molliin tai ammeeseen, jotka punnitaan puolivalmistevarastoon puolivalmistenumeralle (PVA). Punnituksissa vähennetään manuaalisesti ammeen tai mollan kylkeen merkitty paino (taara). Kuvassa 15 on kuvattu suolausprosessi.



Kuva 15. Suolauksen prosessikaavio

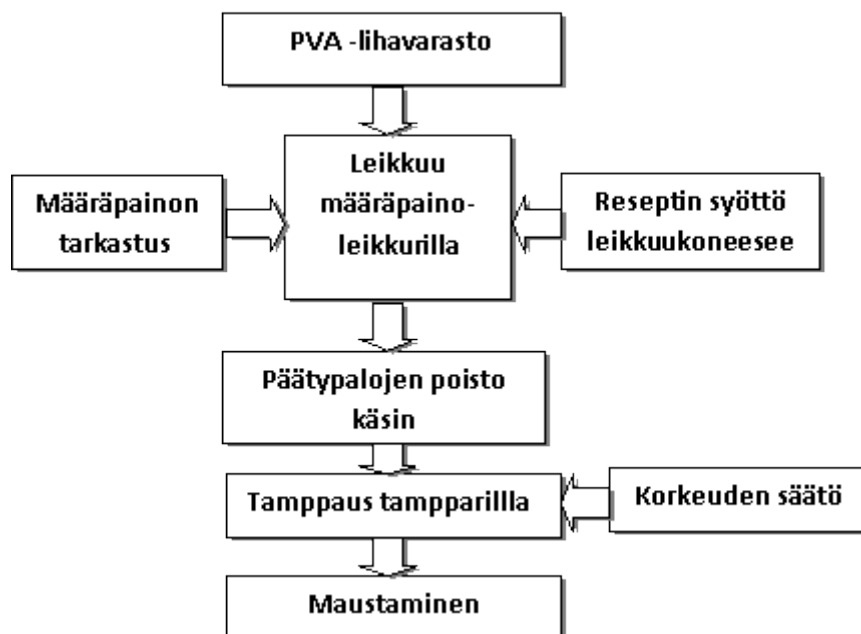
Suolaus tehdään monineulasuolauskoneella. Suolauksessa käytettävät suolaliuokset eli suolaliuokset valmistetaan reseptin mukaan liuottamalla kiinteät suolausaineet veteen. Suolauksessa lihaan lisätyn laukan määrä määri-

tellään prosentteina lihan raakapainosta. Monineulasuolaukoneessa kuljetin siirtää suolattavat lihat ruiskutuskohtaan. Kuljettimen nopeus on säädettävissä. Suolaliuos painetaan pumpun avulla neulaston läpi lihaan. Neulojen ja neulapakkojen määrä vaihtelee koneen koosta riippuen. Neulat on varustettu venttiileillä, jotka sulkeutuvat ja avautuvat ohjaimen avulla. Ohjain päästää liuosta vain sellaisen neulan läpi, mikä on tunkeutunut lihaan. Ruiskutettavan laukan määrää voidaan säätää pistotiheyttä ja ruiskutuspainetta muuttamalla. Paineen säätöalue on yleensä 1 – 6 kp/cm². Koneeseen on tallennettu reseptin mukaiset arvot tuotteiden valmistukseen.

6.2 Leikkaus

Suolattu puolivalmisteliha otetaan käyttöön puolivalmisteverastosta lukemalla mollarin tai ammeen päällä olevasta punnituslapusta viivakoodi lopputuotteelle. Punnituksessa varmistetaan, että tuote on kirjattu oikealle lopputuotteelle.

Suolattu raaka-aine leikataan määräpainoisiksi pihveiksi määräpainoleikkurilla reseptin mukaisesti. Epäkurantit palat ja päätypalat erotellaan pois uuteen mollarin joko käsin tai automaattisesti. Mollarin erotellut palat punnitaan S-0 -suolattu oheistuotteeksi. Punnituksessa vähennetään oheistuotepainosta paino (taara) joka on mollarin kyljessä tai edellisessä punnituslapussa. Leikkauksen jälkeen punnitaan mahdollisesti yli jäänyt raaka-ainemäärä takaisin puolivalmisteverastoon. Leikatut pihvit punnitaan ja kynällä merkitään paino tarralappuun, jossa on tuotteen tiedot. Leikkauksesta pihvit ohjataan maustamiseen. Kuvassa 16 on prosessikaavio leikkauksesta.



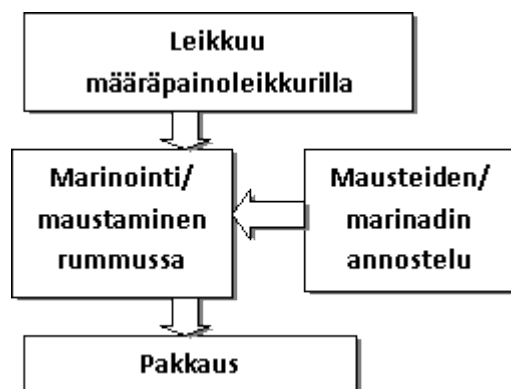
Kuva 16. Leikkauksen prosessikaavio

Leikkaus tehdään määräpainoisiin kappaleisiin määräpainoleikkurilla. Liha kulkee leikkuriin nauhakuljettimella, missä määräpainoleikkuri tunnis-

taa kappaleen mitat lihapalan kulkiessa lasersilmän läpi ja leikkaa lihan aiemmin ohjelmoidun ohjelman mukaisiin kappaleisiin. Koneeseen on tallennettu reseptin mukaiset arvot tuotteiden valmistukseen. Leikkurin jälkeen lihat voidaan tampata tai mureuttaa mekaanisesti reseptin mukaisesti. Tampparissa lihat kulkevat hihnaa pitkin säädettävien puristinmattojen läpi.

6.3 Maustaminen

Viipaloidut pihvit maustetaan reseptin mukaisilla mausteilla rummussa pyörittämällä. Tässä prosessissa ei normaalisti suoriteta punnituksia, vaan viipaloidun tuotteen paino näkyy mullan päällä olevasta tarralapusta mausteiden annostelua varten. Kuvassa 17 on prosessikaavio maustamisprosessista.

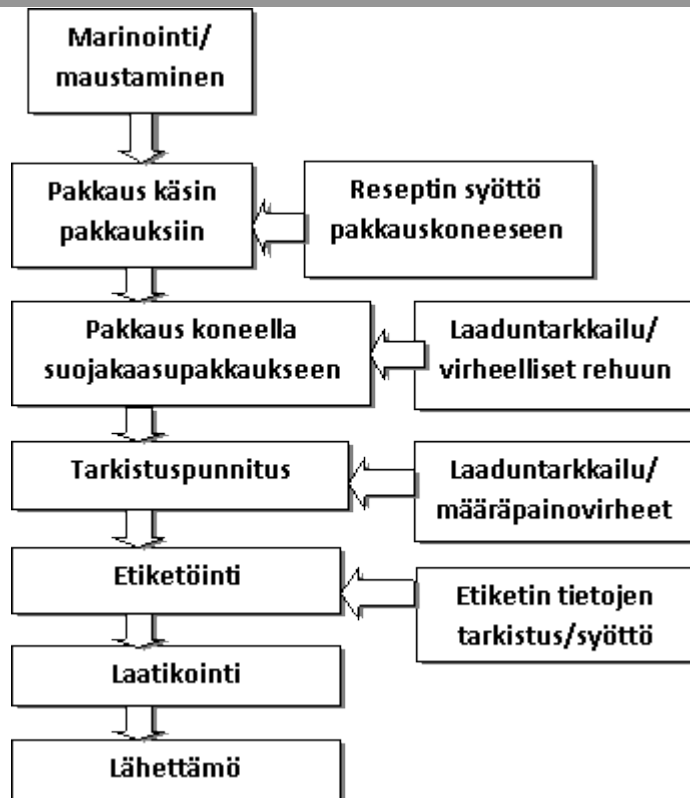


Kuva 17. Marinoinnin/maustamisen prosessikaavio

Tuotteet marinoidaan marinointimyllyssä reseptin mukaan. Marinointimyllyssä on lamellit, jotka tehostavat sekoittumista ja samalla myllyn pyöriessä marinadi sekoittuu tasaisesti marinoitavaan tuotteeseen.

6.4 Pakkaaminen

Marinoidut pihvit pakataan käsin rasioihin pakkauspöydältä reseptin mukaisesti. Pakkauksessa poistetaan mahdolliset repaleiset pihvit. Pakkaus suljetaan suojakaasupakkaukseen pakkauskoneella. Tuotteen paino tarkistetaan tarkistuspunnituksessa, jonka jälkeen tuote etiketöidään etiketöintilaitteella. Tarkistuspunnituksessa hylätyt rasiat joko pakataan uudelleen oikean painoisina tai ohjataan henkilökuntamyymälään. Tämän jälkeen rasiat laatikoidaan, ja lähetetään lähettämöön. Kuvassa 18 on prosessikaavio pakkausprosessista.



Kuva 18. Prosessikaavio pakkaus

Esikäsitellyt tuotteet pakataan pakkaus koneilla myyntipakkauksiin. Yleisimmät pakkaukset ovat rasiat, jotka ovat suojakaasupakkauksia sekä vakuumpakkaukset. Osa pakkauksista on määräpainopakkauksia ja osa vaihtuvapainoisia. Pakkaus tehdään joko käsin annostelulla tai koneellisesti mäntäannostelulaitteella (ruiskulla) tai monipäävaaka-annostelijalla. Mäntäannostelulaitteessa annostelu perustuu tilavuuteen kun taas monipäävaaka-annostelu ja käsin annostelu painoon, kun pakataan määräpainotuotteita. Ruiskutettaessa tuotteeseen ei saa jäädä ilmaa. Tämän vuoksi on oikean vakuumin saavuttaminen määräpainojen saavuttamisen kannalta tärkeää. Massa kulkee tyhjiökammion kautta, missä siinä mahdollisesti oleva ilma poistetaan.

Sekä rasiat että vakuumpakkaukset suljetaan kuumasaumaamalla. Määräpainopakkausten tarkistus-punnitus tapahtuu saumauksen jälkeen.

Vakuumpakkaukset pakataan syvävetokoneilla ilman suojakaasun lisäystä. Saumauksen jälkeen yksittäiset pakkaukset irrotetaan toisistaan leikkureilla. Leikkureiden jälkeen tarkistetaan sauman tiiveys, jonka jälkeen ne punnitaan, etiketöidään ja pakataan poolilaatikoihin sama kappalemäärä jokaiseen laatikkoon.

Rasiapakkaukset pakataan suojakaasupakkauksiin pakkaus koneella. Hiilidioksidin määrä vaihtelee 20 - 30 % välillä ja hapen määrä 70 - 75 % välillä. Tuote pakataan rasiaan pakkauspyödyllä käsin tai koneellisesti edellä mainituilla tavoilla (määräpainopakkaus ruiskulla tai monipäävaaka'alla). Rasiat suljetaan suojakaasupakkauksiin. Pakkaus koneessa ilma tyhjenetään vakuumilla ja rasia täytetään suojakaasulla. Rasiat suljetaan kuu-

masaumaamalla. Saumauksen jälkeen rasiat punnitaan ja etiketöidään. Rasioita pakataan laatikoihin sama kappalemäärä/laatikko.

Laatikat lähtevät kuljetusrataa myöden lähettämöön. Laatikat kulkevat lähettämöön punnitusjärjestelmän kautta. Lähettämössä laatikat lavotetaan ja luetaan lavoittain. Lähettämöstä lavat lähtevät keskusvarastoon.

Pakkauksiin tulee etiketti, jossa on viivakoodi, joka sisältää tuotetiedot. Määräpainopakkausten etiketissä tuotekoodi on valmiina. Vaihtuvapainoisiin pakkauksiin tuotekoodi painetaan etiketöintivaiheessa. Tuotekoodi sisältää tuotenumeron ja tuotteen painon. Etikettiin tulee myös viimeinen käyttöpäivä, jos käytetty pakastettua raaka-ainetta, maininta siitä sekä joissakin tuotteissa myös hinta. Muut lakisäätteiset pakkausmerkinnät ja käyttöohjeet ovat valmiiksi painetussa etiketissä.

6.5 Laaduntarkkailu ja omavalvonta

Omavalvontaa tehdään omavalvontasuunnitelman mukaisesti. Omavalvonnan toteutumista seurataan päivittäin. Korjaavat toimenpiteet merkitään omavalvontakaavakkeisiin. Poikkeamat ja korjaavat toimenpiteet raportoidaan ja arkistoidaan.

HK Ruokatalon laadunhallintajärjestelmä on sertifioitu ISO 9001 standardin mukaan.

HK Ruokatalon tuotantolaitokset ovat EU-hyväksytyjä. Lisäksi sika-teurastamoilla ja leikkaamoilla on Yhdysvaltain maatalousministeriön myöntämä USDA-hyväksyntä. Vantaan, Forssan, Mellilän ja Säkylän tuotantolaitoksilla on sertifioitu ISO 22000 tuoteturvallisuuden hallintajärjestelmä. Se kattaa teurastuksen, leikkuun ja raakalihavalmisteiden sekä lihavalmisteiden ja valmisruoan valmistuksen. (www.hkscan.com)

Tuoteturvallisuuden hallinta tapahtuu joko tukijärjestelmien avulla tai HACCP-järjestelmää hyödyntäen. Jälkimmäiseen sisältyy vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet (Hazard Analysis Critical Control Point). Yhtiön hallintajärjestelmän toimivuutta arvioidaan säännöllisesti. (www.hkscan.com)

Kaikilla tuotantolaitoksilla on lakisäätteisiä vaatimuksia laajempi omavalvontajärjestelmä varmistamassa tuotteiden turvallisuutta ja laatua. Viranomaisten hyväksymä omavalvonta perustuu tuotteiden, raaka-aineiden ja valmistusprosessien riskinarviointeihin ja niiden perusteella tehtyihin hallintaohjelmiin. Tuotantolaitosten yhteydessä olevat laboratoriot Vantaalla, Forssassa, Eurassa ja Outokummussa seuraavat osaltaan laatuvaatimusten täyttymistä. Ne ovat kaikki FINAS-akkreditoitupalvelun akkreditoimia testauslaboratorioita. (www.hkscan.com)

HK Ruokatalo haluaa valmistaa kuluttajille elintarvikkeita niin, että ympäristölle aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa. Tämä on osa yhtiön toimintapolitiikkaa. Siihen kuuluu myös Kansainvälisen kauppakamarin (ICC) kestävä kehityksen periaatteiden noudattaminen. Ympäristönäkö-

kohdat vaikuttavat tilalta kuluttajalle -ydinprosessimme kaikissa vaiheissa. ISO 14001-standardin mukainen ympäristönhallintajärjestelmä on rakennettu paikkakuntakohtaisesti. Se on käytössä kaikilla tuotantolaitoksilla. Ympäristöjärjestelmän on sertifioinut Det Norske Veritas. (www.hkscan.com)

Vaara-arvioinnissa löytyvät myös allergeenitiedot sekä viitetiedot asiakirjoihin ja lainsäädäntöön. Vaarojen hallinta tapahtuu kriittisillä valvontapisteillä (CCP), Elintarviketurvallisuusjärjestelmää arvioidaan säännöllisesti sisäisillä auditoinneilla siten, että kaikki tehtaot pyritään arvioimaan kolmen vuoden frekvenssillä. Auditoinneissa noudatetaan riskiperusteisuutta ja auditointien suunnittelussa pyritään auditointi kohdentamaan riskikohteisiin tai -alueisiin. Auditoinneista laaditaan auditointiraportti. Poikkeamien ja kehityskohteiden seuranta on systemaattista, lisäksi korjaavien toimenpiteiden tehokkuutta seurataan.

Lainsäädännön edellyttämiä lämpötilavaatimuksia seurataan aktiivisesti eri prosessin vaiheissa ja vastaanoton ja toimitusten yhteydessä.

Raaka-aineiden osalta seurattavia kohteita ovat mm. raaka-aineen teurastuspäivämäärä, pakastetun raaka-aineen kyseessä ollessa teurastuspäivämäärän lisäksi sulatuspäivämäärä, raaka-aineen laatu aistinvaraisesti ja lämpötila. Muita seurattavia asioita ovat mm. pH marinadeista ja käytettyjen raaka-aineiden viimeiset käyttöpäivät. Osa omavalvontaan liittyvistä saapuvien raaka-aineiden tarkastuksista tehdään leikkaamon tai lähettämön toimesta.

Pakkausten osalta seurataan suojakaasupakkausten kaasuseoksen toteutumista linjoittain kahden tunnin välein. Seurannasta pidetään kirjanpitoa, mikä tarkistetaan päivittäin.

Pidetään seurantakirjanpitoa myös hygieniaohjeiden noudattamisesta päivittäin. Pidetään huolta tuotantohygieniasta ja hygienian toteutuminen varmistetaan. Henkilöstön ohjeiden noudattamista työvaatteiden ja suojavaatteiden, käsineiden, käsienpesun ja vierasesineiden (korut) osalta seurataan ja raportoidaan päivittäin. Henkilöstön hygieniaosaaminen varmistetaan hygieniakoulutuksella (hygieniapassi).

Säilyvyyden arviointi ja säilyvyysajan määrittäminen tehdään laboratorion mikrobiologisten (pmy/g) ja kemiallisten kokeiden perusteella. Uuden tuotteen kohdalla kootaan kokemus vastaavien tuotteiden säilyvyydestä ja tehdään säilyvyyskokeet. Näiden perusteella määritetään säilyvyysaika. aluksi tuotteelle tehdään tihennetyt säilyvyyskokeet. Valikoimissa olevan tuotteen kohdalla varmistetaan, että tuote valmistetaan ohjeiden mukaisesti: ajat, lämpötila, hygienia. Varmistetaan että oikea päiväysmerkintä on tehty. Noudatetaan omavalvontaohjelmassa määriteltyä säilyvyyskoetihelyttä. Säilyvyysaika tarkistetaan, jos säilyvyyskokeet, asiakaspalautte tai tuotemuutokset antavat siihen aiheutta.

Muita seurattavia kohteita ovat käyttöveden laatu, mitä tarkkaillaan suunnitelman mukaisesti, puhdistuksen laatua tarkkaillaan suunnitelman mukaisesti, tuotantotilojen lämpötilaa seurataan automaattisesti päivittäin

kylmäketjun varmistamiseksi. Lisäksi on haittaeläinten torjuntaohjelma, jätehuolto-ohjelma ja kunnossapito-ohjelma.

Tuote- ja ympäristönäytteiden ottaminen on suunnitelmallista. Tutkimusraportteja käsitellään säännöllisesti asianomaisissa palavereissa ja kehitysuuntia seurataan.

7 KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksen tarkoituksena oli lähestyä tuotannon poikkeamia kerätyn tuotetiedon avulla ja selvittää selittääkö jokin kerätty tieto poikkeamien vaihtelua sekä jakauman luonnetta. Mittauksilla haluttiin selvittää kuinka usein toiminnalle asetettu raja ylitettiin ja missä osassa prosessia ylitys tapahtui. Tutkimuskohteeksi valittiin tuote, jolla on mahdollisimman monta osaprosessia.

Käytännössä tuotannon poikkeamat tulevat lukuina esiin yrityksen ohjausjärjestelmien laskennassa. Ohjausjärjestelmän laskelmat perustuvat yhteen järjestelmään syötettyyn mallireseptin laskelmaan, jonka pohjalta poikkeamat lasketaan. Laskelman arvot on laskettu 100 kilolle valmista tuotetta. Laskelmat perustuvat kiloihin, joille lasketaan hinta kulloinkin voimassa olevan hinnan mukaan. Prosessin aikana prosessin työntekijät syöttivät laskennassa käytettävät kilot vaakajärjestelmään, eli laskelmat perustuvat prosessin työntekijöiden syöttämiin mittaustietoihin.

Koska laskelmat perustuvat kiloihin, tutkimus suoritettiin kvantitatiivisena tutkimuksena, jossa mitattiin tuotteen painoa [kg] prosessin eri vaiheissa. Tutkimuksessa käytettiin tutkimuskaavakkeita, jotka toimivat myös valvontakorttien taulukoiden lähteenä. Mittaukset suorittivat prosessin työntekijät. Tässä tutkimuksessa ei tutkittu mittausrvirhettä, jolloin mittaustuloksissa voi olla inhimillisen tekijän aiheuttama mittausrvirhe. Mittausrvirheen ei katsottu kuitenkaan vaikuttavan huomattavasti tutkimuskohteena olevan vaihtelun tutkimiseen. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia prosessia siinä ympäristössä, jossa laskelmissa käytettävä alkuperäinen tieto on kerätty ja löytää poikkeamien syitä, jolloin syitä analysoidessa voidaan mittausrvirhe ottaa huomioon. Käytännössä prosessin aikana raaka-aineet mitattiin eri osaprosessien aikana eri työntekijöiden toimesta. Suoritetut mittaukset olivat pääosin prosessiin kuuluvia mittauksia.

Tutkimusaika oli kaksi viikkoa, jonka aikana tuotantokilojen määrä vastasi normaalia vaihteluväliä. Tutkimusaikana käytettiin raaka-aineena sekä tuoretta raaka-ainetta että tutkimusajan viimeisenä kolmena päivänä sulatettua raaka-ainetta. Tutkimusaikana käytetty tuore liha oli saman päivänä vastaanotettua lihaa. Tutkimusaikana sulatettu liha oli kohdistettu tutkittavalle tuotteelle, jolloin sulatettu liha ammeessa punnittiin käyttöön suoraan valmistettavalle lopputuotteelle. Sulatettu liha oli otettu sulamaan edellisenä päivänä ja purettu käyttöpäivänä. Tutkimusaikana tarkistettiin myös erikseen tyhjän mollan/ammeen paino ja vähennettiin tarkistettu paino. Tutkimusaikana oli käytössä erillisseuranta pakkauksen vaakajärjestelmässä tutkitun tuotteen kohdalla.

Saadut tutkimustulokset syötettiin tuotteen reseptin laskelmien pohjalta laadittuun Excel -taulukkoon. Kokonaisprosessin toteutumista tutkittiin vertaamalla tuloksia kustannuslaskennassa käytettäviin laskelmiin.

Prosessin hajontaa tutkittiin osaprosessien avulla. Tutkittiin erikseen osaprosesseja suolaus, leikkuu, marinointi ja pakkaus. Tutkittiin prosessin toteutumista reseptin laskelmiin nähden. Tutkimusvälineinä käytettiin osaprosessien tutkimuskaavakkeista koottuja X/MR-valvontakortteja. Saaduista tuloksista laskettiin osaprosesseille keskiarvo (Kaava nro 1), liukuva vaihteluväli (Kaava nro 2) ja määriteltiin valvontarajat. Liukuvasta vaihteluvälistä laskettiin keskiarvo (\overline{MR}) ja prosessin keskihajonnan estimaatti ($\hat{\sigma}$).

$$\overline{MR} = \frac{MR_1 + MR_2 + \dots + MR_{k-1}}{k-1} \quad (9)$$

MR = liukuva keskiarvo

k = tulosten määrä (Salomäki 1999, 221)

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (10)$$

$d_2 = 3,078$ (arvo taulukosta QS-9000, eräkoko 10) (Salomäki 1999, 162)

Valvontarajoina käytettiin prosessin luonnollisen vaihtelun perusteella laskettua ylävalvontarajaa (UCL) ja alavalvontarajaa (LCL).

$$UCL = \bar{x} + 3 \cdot \hat{\sigma} \quad (11)$$

$$LCL = \bar{x} - 3 \cdot \hat{\sigma} \quad (12)$$

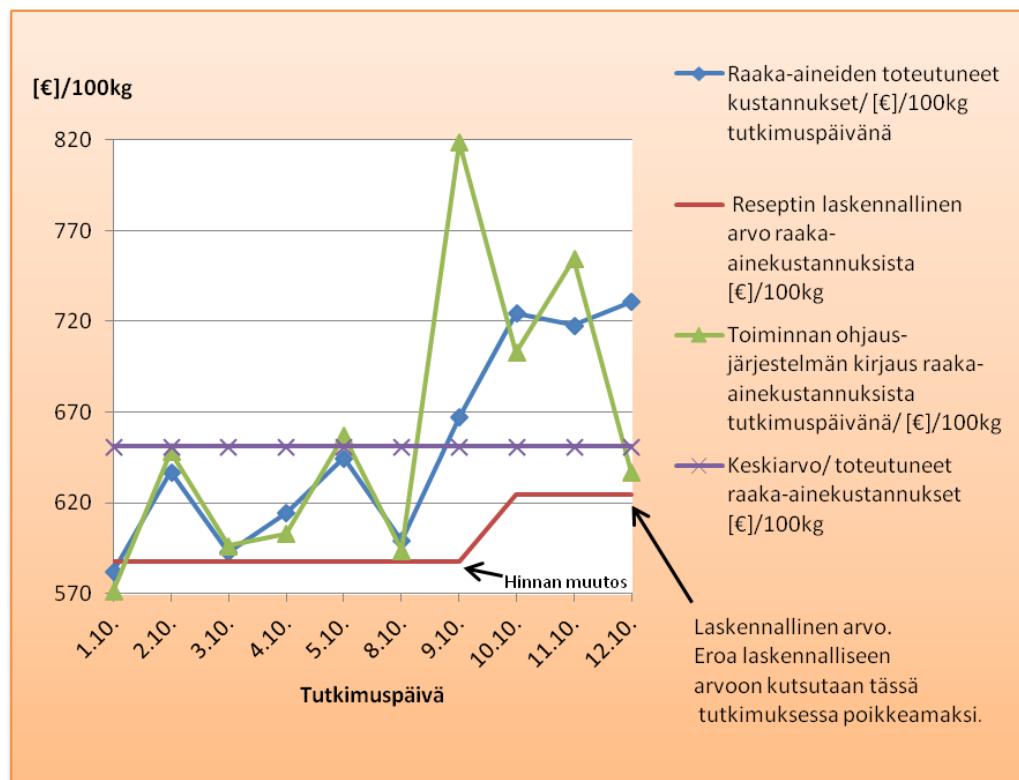
\bar{x} = havaintojen keskiarvo (Salomäki 1999, 185)

Prosessin tilaa ja suorituskykyä arvioitiin saatujen tulosten avulla. Kun osaprosessissa oli yksipuolinen toleranssivaatimus, prosessin suorituskyky luvuksi laskettiin C_{pk} (Kaavat 7 ja 8). Kun toleranssivaatimus sisälsi sekä maksimi- että minimiarvon suorituskykyluvuksi laskettiin C_p (Kaava 6). Pääsääntöisesti suorituskyky lasketaan hallinnassa olevasta, lähes normaali-jakautuneesta prosessista. Tunnusluku ei ole tarkka, koska prosessi ei ole täysin normaali-jakautunut ja mittausepävarmuus aiheuttaa tuloksiin vaihtelua ja tuloksissa on paljon erityisyyttä, jotka eivät erotu kohinasta. Osittain myös tästä syystä kaikista osaprosesseista ei laskettu suorituskykyä. (Salomäki 1999, 175 – 177)

8 TULOKSET JA TULOSTEN KÄSITTELY

Koko prosessin kustannusten toteutumista ja prosessin tilaa tarkasteltiin tutkimalla tutkittavan tuotteen prosessin kustannusten toteutumista koko tutkimusaikana. Kustannuksista tehtiin Excel -taulukkoon reseptin laskelmiin verrattavat laskelmat reseptin kertoimien avulla. Vertailupohjan yhdenmukaisuuden vuoksi päädyttiin vertaamaan valmistuksen raaka-aine kustannuksista vain tuotteeseen käytettyjen raaka-aineiden kustannuksia.

Muista prosessin kustannuksista, kuten pakkausmateriaaleista, ei ollut riittävän tarkkaa seuranta, jotta niiden avulla olisi voitu tehdä johtopäätöksiä prosessin kustannuslaskelmista. Rajausta puoltaa myös se, että tutkimuksen kohteena olivat poikkeamat toteutuneessa ja kustannuslaskennassa käytetyissä arvoissa ohjausjärjestelmässä, joista tutkimuksessa oli käytettävissä erillinen seuranta tuotekohtaisesti juuri näiden kustannusten kohdalla. Muita tutkimustuloksia käytettiin kuitenkin prosessin vaihtelun tutkimuksissa. Tutkimustulokset koko tutkimusajanjaksolta yhdistettiin ja toteutumasta tehtiin reseptin laskelmien pohjalta laskelma tuotantokustannuksista sataa kiloa kohden päiväkohtaisesti, jonka avulla tarkasteltiin toteutuneen tuotannon mukaisten kirjausten ja ohjausjärjestelmään tehtyjen kirjausten suhdetta reseptin laskelmaan (Liite 1). Laskennassa käytettiin tutkimusajankohtana voimassa olleita raaka-ainehintoja ja laskennassa huomioitiin mahdolliset hinnan muutokset. Kuviossa 1 on liitteen 1 arvoista laadittu viivakaavio, joka kuvaa toteutuneiden kustannusten ja laskennallisen arvon sekä toiminnan ohjausjärjestelmän ja laskennallisen arvon eroa ja vaihtelua.



Kuvio 1. Tutkitun tuotteen raaka-aineiden toteutuneet kustannukset tutkimuspäivittäin [€/100kg ulos punnittua valmista tuotetta kohden kahden viikon tutkimusajalta. Kuviossa on verrattu toteutuneita raaka-ainekustannuksia reseptin laskennalliseen arvoon sekä toiminnan ohjausjärjestelmään tehtyihin kirjauksiin päivittäin. Kuviossa on myös kuvattu keskiarvo toteutuneille raaka-ainekustannuksille koko tutkimusaikana.

Yleisesti voidaan todeta, että kustannukset koko tutkimusaikana ylittivät reseptin laskelman arvon ensimmäistä tutkimuspäivää lukuun ottamatta.

Tarkasteltiin kustannusten toteumaa suhteessa reseptin laskelmaan ja ohjausjärjestelmään tehtyihin kirjauksiin. Tutkimuksen kohteena oli poik-

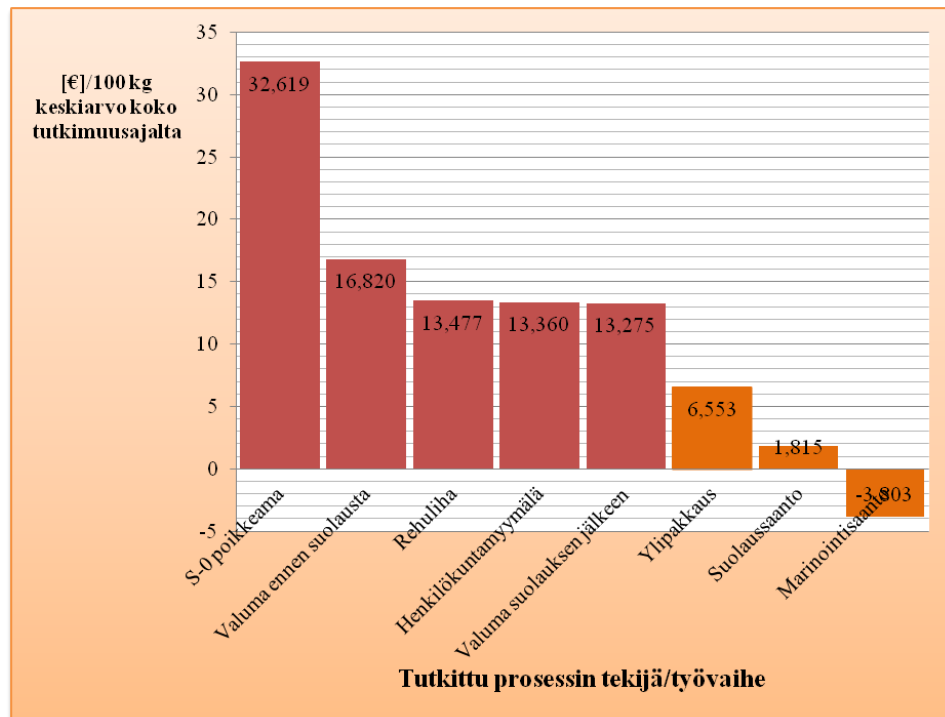
keama tutkimusaikana toteutuneiden kustannusten ja ohjausjärjestelmään tehtyjen kirjausten välillä ja näiden molempien poikkeamat reseptin laskelmaan (Kuvio 1). Kokonaislaskelmia Excel-taulukkoon syötettäessä havaittiin, että ohjausjärjestelmään tehtyjen kirjausten ja toteutuneiden kustannusten välistä poikkeamaa aiheuttaa kirjaustapa puolivalmisteiden (PVA) kohdalla. Edellisenä päivänä suolattavaa raaka-ainetta käytettäessä, kirjattiin liha käyttöön puolivalmisteena lopputuotteelle jo suolauspäivänä. Tämä kirjaustapa aiheutti kustannuksen seuraavana päivänä pakattavalle ja ulos punnittavalle lopputuotteelle jo edellisenä päivänä ja näin vääristi päivätasolla seurattavaa kustannuslaskentaa. Ohjausjärjestelmään tehdyissä kirjauksissa kaikkina tutkimuspäivinä, lukuun ottamatta 12.10., käytetty liharaaka-aine oli otettu käyttöön lopputuotteelle suolauspäivänä ja käytetty seuraavana päivänä. Tuotantomäärät olivat tutkimusaikana niin tasaisia, että tämä kirjaustapa aiheutti suurimman poikkeaman vasta 9.10. jolloin otettiin käyttöön sulatettu raaka-aine, joka käytettiin 10.10.

Poikkeamaa aiheutti jonkin verran myös kirjaukset varastoon takaisin ja kirjaukset oheistuotteelle. Käytäntö vaihteli tekijän mukaan mitä puolivalmistenumeroa kirjauksissa käytettiin. 12.10. oli kirjattu koko raaka-ainemäärä puolivalmisteena käyttöön lopputuotteelle. Tämän päivän kirjaus poikkesi muiden päivien kirjauksista siten, että tässä edellisenä päivänä suolattu puolivalmiste oli otettu käyttöön lopputuotteelle käyttöpäivänä. Kirjausten yhtenäistäminen siten, että raaka-aine otettaisiin käyttöön puolivalmisteelle suolauspäivänä ja puolivalmiste otettaisiin käyttöön lopputuotteelle käyttöpäivänä, antaisi reaaliaikaisempaa tietoa päivätasolla.

Toteutuneiden kustannusten poikkeamia reseptin laskelmiin tutkittiin osaprosessien poikkeamien avulla. Kaikista osaprosesseista valittiin tekijä jonka kustannuspoikkeamaa tutkittiin tarkemmin.

Prosessista valittujen eri tekijöiden poikkeamista laadittiin taulukko, jossa verrattiin toteutuneita kustannuksia reseptin laskelmaan, laskettuna keskiarvona koko tutkimusajanjaksolta sataa kiloa kohden (Liite 2). Tutkimuskohteeksi valittuna tekijänä raaka-aineiden käytön seurannasta oli koko valmistusprosessiin käyttöön otetun raaka-aineen poikkeama, joka oli käytännössä ennen suolausta ammeeseen valunut neste (Valuma ennen suolausta). Yleisesti prosessissa tämä valuma, joka käytännössä valuu lattialle, sisältyy käyttöön otettuun raaka-ainemäärään. Suolauksesta tutkittuna tekijänä oli saannon toteutuminen suhteessa reseptiin (Suolaussaanto). Tässä saannossa ei otettu huomioon valumaa, joka mitattiin leikkauksen yhteydessä seuraavana päivänä suolauksen jälkeen (Valuma suolauksen jälkeen), vaan tästä valumasta tehtiin oma tutkimuksensa. Myös tämä valuma otettiin käyttöön puolivalmisteena, jolloin se sisältyi raaka-ainekustannuksiin. Laskettiin myös leikkauksessa syntyneen S-0-oheistuotteen määrän erotus suhteessa reseptiin ja tämän poikkeaman aiheuttama kustannus suhteessa reseptiin (S-0 poikkeama). Marinoinnissa laskettiin saannon erotus suhteessa reseptiin ja tämän aiheuttama kustannuspoikkeama suhteessa reseptiin (Marinointisaanto). Reseptin laskelmissa ei ole suunniteltu henkilökuntamyymälään menevää lihaa, joten henkilökuntamyymälään menevä liha (Henkilökuntamyymälä) laskettiin poikkeamana reseptiin samoin rehukäyttöön mennyt liha (Rehuliha). Henkilökuntamyymälään mennyt liha on valmista tuotetta, joka ei täytä määräpai-

novaatimuksia ja rehuliha on valmista tuotetta, joka ei täytä laatuvaatimuksia. Määräpainoihin liittyvän poikkeaman tutkimusta oli myös seuranta vaakajärjestelmässä. Seurannan tuloksista saatiin määrä, kuinka paljon pakkaukset ylittivät tavoitellun määräpainon yhteensä tutkimusaikana (Ylipakkaus). Nämä kaikki poikkeamat ovat prosessin lopputuotteen poikkeamia ja ovat poissa lopputuotteen saannosta, joten vertailuhintana käytettiin kalkyylin kyseisen raaka-aineen hintoja sataa kiloa kohden. Vertailun tarkoituksena oli löytää suurimmat kustannuspoikkeamia aiheuttavat tekijät.

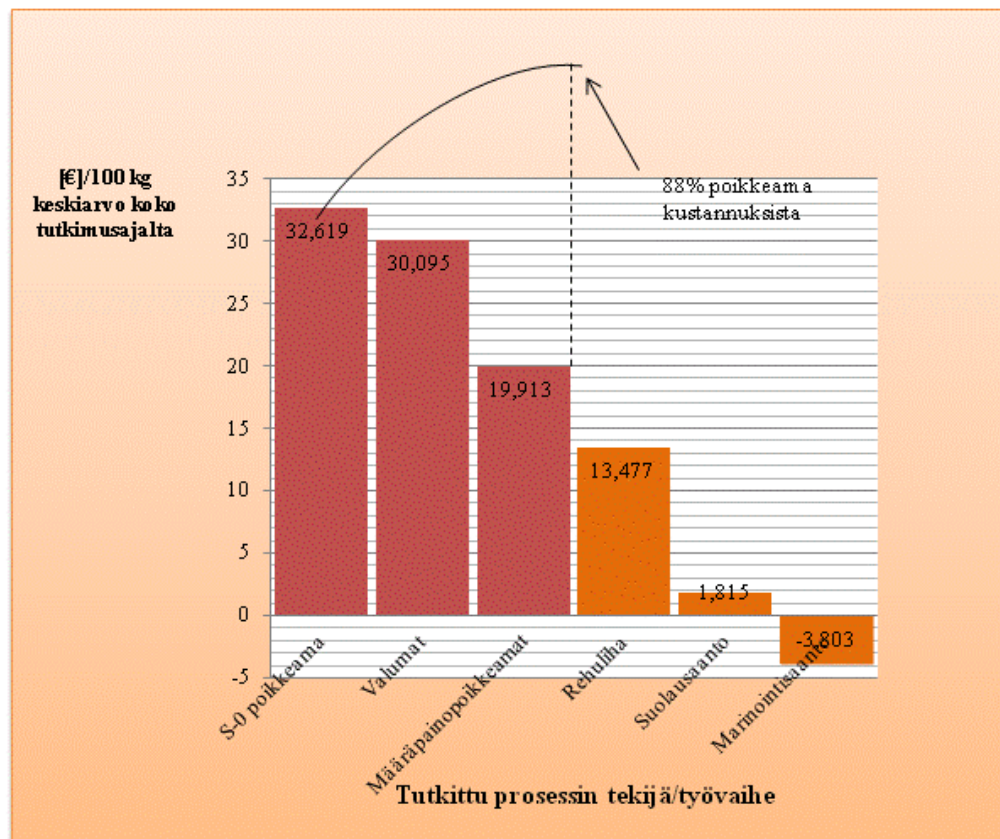


Kuvio 2. Merkittävimmät tekijät, jotka olivat aiheuttaneet laskennallisten kustannusten ylittymistä eli poikkeaman tutkimusajanjaksona. Kaavio esittää liitteen 2 aineiston vertailun Pareto-analyysin avulla. S-0 poikkeama on leikkausprosessissa reseptin laskelmien arviota suurempi syntynyt S-0-oheistuotteen määrä. Valuma ennen suolausta on koko valmistusprosessiin käyttöön otetun raaka-aineen poikkeama, joka on käytännössä ennen suolausta ammeeseen valunut neste. Tämä neste, joka otetaan raaka-aineena käyttöön, valuu käytännössä lattialle. Rehukäyttöön mennyt liha on lihaa, joka kokonaisuudessaan aiheuttaa poikkeaman, kun raaka-aineelle reseptissä arvioitu hävikki on huomioitu, kuten myös henkilökuntamyymälään mennyt liha (Henkilökuntamyymälä). Valuma suolauksen jälkeen, on myös käytännössä nestettä, joka valuu lattialle ja on kokonaisuudessaan poikkeaman aiheuttaja. Vaakajärjestelmässä olleista seurannasta saatiin määrä, kuinka paljon rasiat ylittivät määräpainon yhteensä tutkimusaikana (Ylipakkaus). Suolaussaanto on saannon toteutumisen suhteessa reseptiin, kuten myös marinointisäntö. Kustannuspoikkeamat laskettiin keskiarvona koko tutkimusajanjaksolta sataa kiloa kohden [€/100kg]

Kuviosta 2 nähdään eniten kustannuspoikkeamia aiheuttaneet tekijät suurusjärjestyksessä Pareto -analyysin avulla esitettynä. Reseptin laskelmista poikkeava, arvioitua suurempi S-0 oheistuotemäärä (S-0 poikkeama) aiheuttaa kustannuspoikkeaman, kun reseptissä arvioitu hävikki on huomioitu, koska S-0 oheistuotteen hinta on eri kuin valmiin lopputuotteen hinta.

Raaka-aineeksi lopputuotteelle kirjattu valuma (Valuma ennen suolausta) otetaan raaka-aineena käyttöön ja kuitenkin se käytännössä on nestettä joka valuu lattialle, eikä päädy valmiiseen tuotteeseen, jolloin se aiheuttaa poikkeaman. Pakkausvaiheessa laaduntarkkailussa hylätty rehu tuotantoon päätyvä (Rehuliha) ja määräpainotavoitteesta poikkeava henkilökuntamyymälään pakattu liha (Henkilökuntamyymälä) aiheuttavat poikkeaman, kun reseptin laskelmissa oleva raaka-aineen hävikki on huomioitu, koska näiden oheistuotteiden hinta on eri kuin lopputuotteen hinta. Suolauksen jälkeinen valuma seuraavana päivänä (Valuma suolauksen jälkeen) on myös lopputuotteelle käyttöön otettua raaka-ainetta, joka käytännössä valuu lattialle, eikä päädy valmiiseen tuotteeseen, jolloin se aiheuttaa poikkeaman.

Kustannuspoikkeamia aiheuttavia tekijöitä tarkasteltiin yhdistämällä samantyyppiset tekijät kuvioon (Liitteen 2 tekijät). Yhdistettiin valumat ennen suolausta ja suolauksen jälkeen sekä yhdistettiin määräpainovirheestä aiheutuneet poikkeamat, eli määräpainotavoitteesta poikkeava henkilökuntamyymälään pakattu liha ja määräpainon ylittäneet kilot, mikä saatiin vaakajärjestelmässä olleesta seurannasta, eli kuinka paljon rasiat ylittivät määräpainon yhteensä tutkimusaikana.



Kuvio 3. Kustannuspoikkeamia aiheuttavien tekijöiden tarkastelu Pareto –analyysin avulla, kun samantyyppisiä poikkeamia aiheuttavat tekijät yhdistetty. Kolme ensimmäistä poikkeamaa edustivat 88 % poikkeamakustannuksista. Poikkeamat on laskettu yhteensä tekijöittäin keskiarvona koko tutkimusajanjaksoilta sataa kiloa kohden [€/100kg. Lyhenteiden selitykset: kts. kuvio 2

Tässä tarkastelussa S-0 oheistuotteen poikkeama oli edelleen suurin kustannuspoikkeaman aiheuttaja, valumat olivat toiseksi suurin poikkeaman aiheuttaja ja määräpainopoikkeamat olivat kolmanneksi suurin poikkeaman aiheuttaja. Näistä tekijöistä sekä S-0 poikkeama että määräpainopoikkeamat sisältyvät molemmat osaprosessiin leikkaus. Rehuun mennyt liha jäi tässä vertailussa neljänneksi, mutta sillä oli kuitenkin merkittävä osuus poikkeamissa, joten sitä ei voi jättää huomioimatta, kun tutkitaan tarkemmin kustannuspoikkeamien syntymistä prosessin eri vaiheissa. Osaprosesseja tutkittiin tarkemmin tutkimalla osaprosessien tilaa ja toteutumista tutkimusaikana.

8.1 Osaprosessien analysointi

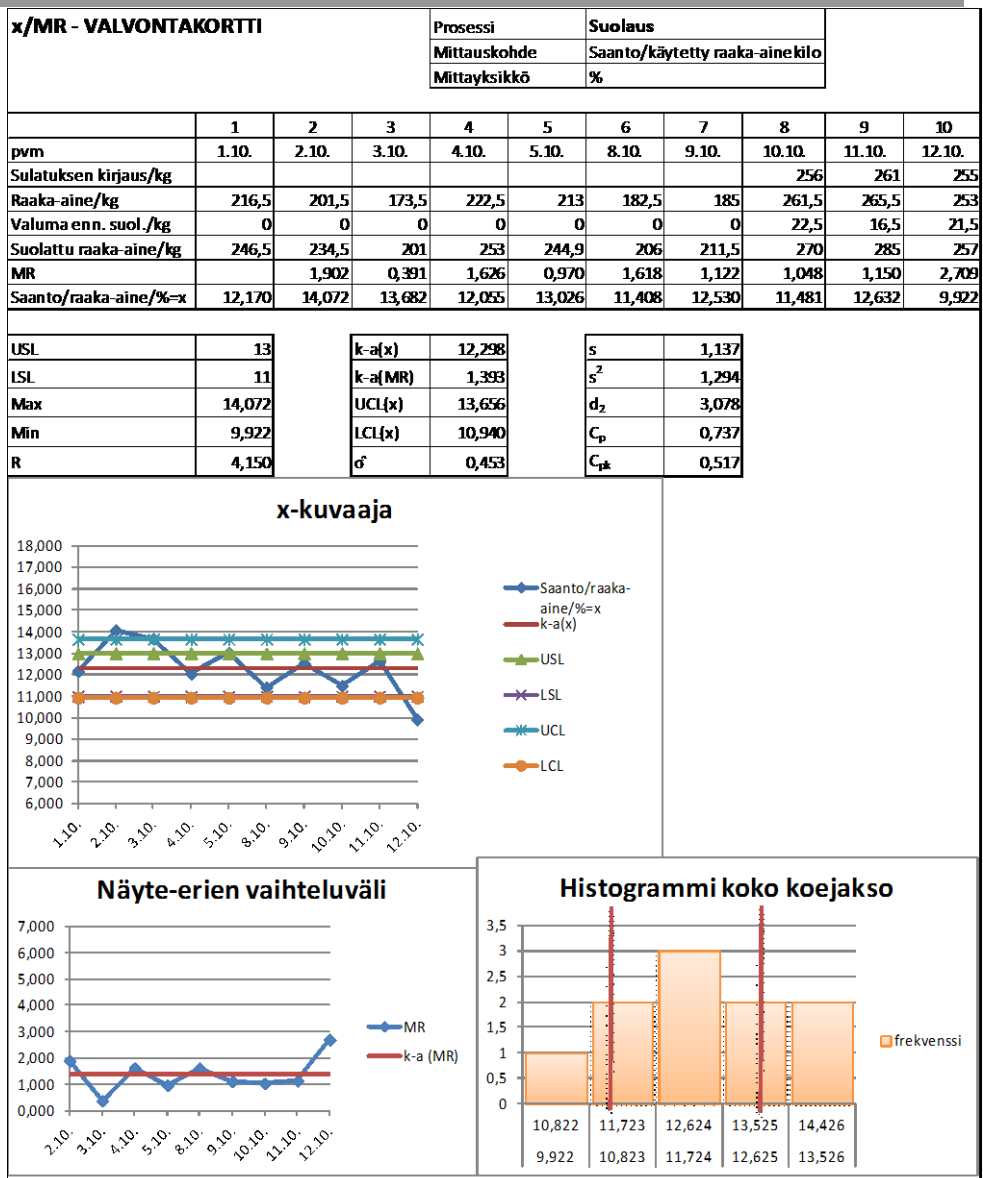
Osaprosesseja tutkittiin valvontakorttien avulla. Valvontakorttien avulla tutkittiin prosessien tilaa ja mahdollisia kriittisiä pisteitä prosessissa. Valuman syntymiseen liittyviä tekijöitä ei tutkittu tarkemmin tässä tutkimuksessa huolimatta siitä, että se oli merkittävä poikkeaman aiheuttaja, koska se on paitsi raaka-aineen käsittelystä ja säilytysolosuhteista, myös raaka-aineen ominaisuuksista riippuva tekijä ja olisi vaatinut erityyppisiä mittauksia myös raaka-aineen laadusta. Haluttiin tutkia prosessin muita tekijöitä osaprosesseissa, jotta saatiin selville prosessien tila.

8.1.1 Suolaus osaprosessin saanto

Suolaus osaprosessin saannossa ei otettu huomioon seuraavana päivänä ennen leikkausta mitattua valumaa, koska osa siitä oli suolauksessa käytettyä laukkaa ja osa lihanestettä, joka on tavallaan raaka-ainetta.

Osaprosessista suolaus laadittiin valvontakortti (Kuva 19). Valvontakorttiin valittiin x-kuvaajaksi suolaussaanto, jonka vertailupohjana oli reseptin mukaisen saannon toteutuminen käytettyä raaka-ainekiloa kohden. Sulatetun raaka-aineen kohdalla huomioitiin valuma ennen suolausta.

Lihateollisuuden prosessin mittaamisen ja analysoinnin verifiointi



Kuva 19. Valvontakortti suolaus prosessista: x-kuvaaja kuvaa suolaussaantoa, k-a (x) saannon keskiarvoa koko tutkimusajalta, USL on ylätoleranssiraja, LSL on alataleranssiraja, UCL on laskennallinen ylempi valvontaraja ja LCL on laskennallinen alempi valvontaraja. MR – kuvaaja kuvaa näyte-erien vaihteluväliä ja k-a (MR) on vaihteluvälän keskiarvo. Histogrammissa luokkien määräksi määriteltiin viisi, minkä avulla laskettiin vaaka-akselilla näkyvät frekvenssirajat. Punaiset viivat histogrammissa kuvaavat ala- ja ylätoleranssirajoja.

Suolaus osaprosessissa reseptin mukainen saanto toteutui kaikkina muina päivinä, paitsi viimeisenä tutkimuspäivänä 10. Käyttöön otettu raaka-aine oli tuoretta seitsemänä ensimmäisenä päivänä ja kolmena viimeisenä päivänä käytettiin sulatettua raaka-ainetta. Poikkeamaa oli sulatetun lihan käyttöaikana tutkimuspäivinä 8 - 10.

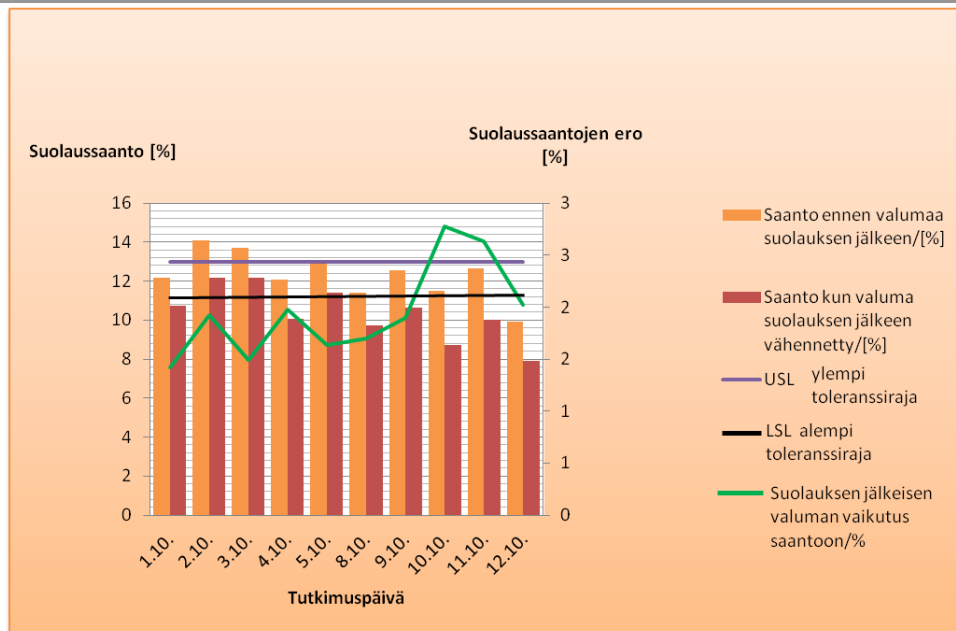
Kun tarkasteltiin koko tutkimusajanjaksoa laadittua histogrammia suolaus osaprosessista, voitiin todeta, että keskiarvon ja saantorajojen ylittävien määrä ei ole aivan tasapainossa, mutta näin pienellä tulospäämäärällä ylitykset eivät ole huolestuttavia ja ylityksiä saantotavoitteessa on enemmän kuin alituksia.

Saannon keskiarvo ($k-a(x)$) oli hieman yli reseptin keskiarvon, mikä oli 12 %. Vaihteluvälin ($k-a(MR)$) keskiarvo oli 1,393 %, mikä oli myös reseptin vaihteluvälin sisällä.

Valvontarajat ylittäviä arvoja oli tutkimuspäivinä 2,3 ja 10. Koska valvontarajat ylitettiin, voidaan todeta että prosessi ei ollut hallinnassa. Myös prosessin suorituskykyarvo oli alle 1, mikä on arvona riittämätön. Selkeää yhdistävää tekijää ei näiden poikkeamien osalta löydetty. Raaka-aineena liha ei ole aina samanlainen. Lihan koostumus vaihtelee ja sen vaikuttaa myös osaltaan saantoon. Jos ei oteta raaka-aineen vaihtelua huomioon ja tarkastellaan suolauksen prosessikaaviota, mahdollinen alue millä poikkeama saannossa voi syntyä, on reseptin oikeellisuus suolauskoneessa (esimerkiksi eri resepti), työntekijän työtavat ja suolauskoneen toiminta.

Havaintojen kuvaajan suunta oli alaspäin laskeva. Sen perusteella ei kuitenkaan voitu tehdä johtopäätöksiä, koska havaintojakson kolmena viimeisenä päivänä käytettiin sulatettua raaka-ainetta, jolloin raaka-aineen muutoksen voidaan osaltaan ajatella aiheuttavan alaspäin laskevan suunnan.

Prosessissa käytetty raaka-aine suolattiin edellisenä päivänä. Lihasta valui säilytyksessä sekä lihasnestettä, että suolauksessa käytettyä laukkaa, mikä mitattiin seuraavana päivänä ennen käyttöön ottoa. Tästä valumasta laadittiin erillinen taulukko, jossa tarkastellaan suolauksen jälkeisen valuman vaikutusta saantoon (Liite 3). Kun tarkasteltiin osaprosessissa leikkaus ennen suolatun raaka-aineen käyttöönottoa seuraavana päivänä mitattua valumaa (Kuvio 4) suolauksen jälkeen, sulatetun lihan osalta päivinä 8 - 10, oli valuma pienempi tutkimuspäivänä 10 kuin kahtena muuna päivänä. Suolauspäivänä 10 ei saanto ollut toleranssien puitteissa ja suolauksen jälkeinen valuma oli pienempi kuin tutkimuspäivinä 8 ja 9. Tämä poikkeaa tuloksista, koska kokonaisuutena seuraavana päivänä mitattu valuma pienensi saantoa huomattavasti varsinkin sulatetun lihan kohdalla. Myös valumalla ennen suolausta oli merkittävä osuus poikkeamien synnyssä sulatetun lihan osalla. Sulatettua lihaa käytettiin tutkimuspäivinä 8 - 10. Näistä tutkimuspäivän 9 valuma ennen suolausta poikkesi kahdesta muusta päivästä. Näissä tuloksissa oli inhimillinen tekijä mukana, joten tuloksia tarkasteltiin suuntaa antavina ja mahdollisia tarkempia tuloksia varten tulee mittausepävarmuus poistaa. Tässä tutkimuksessa tutkittiin poikkeaman aiheuttajia omassa ympäristössään, joten tuloksia voitiin käyttää tämän tutkimuksen tarkoituksiin. Valumasta prosessissa oli tehty aiemmin erikseen tutkimuksia ja mietitty erilaisien sulatusmenetelmien vaikutusta valumaan.



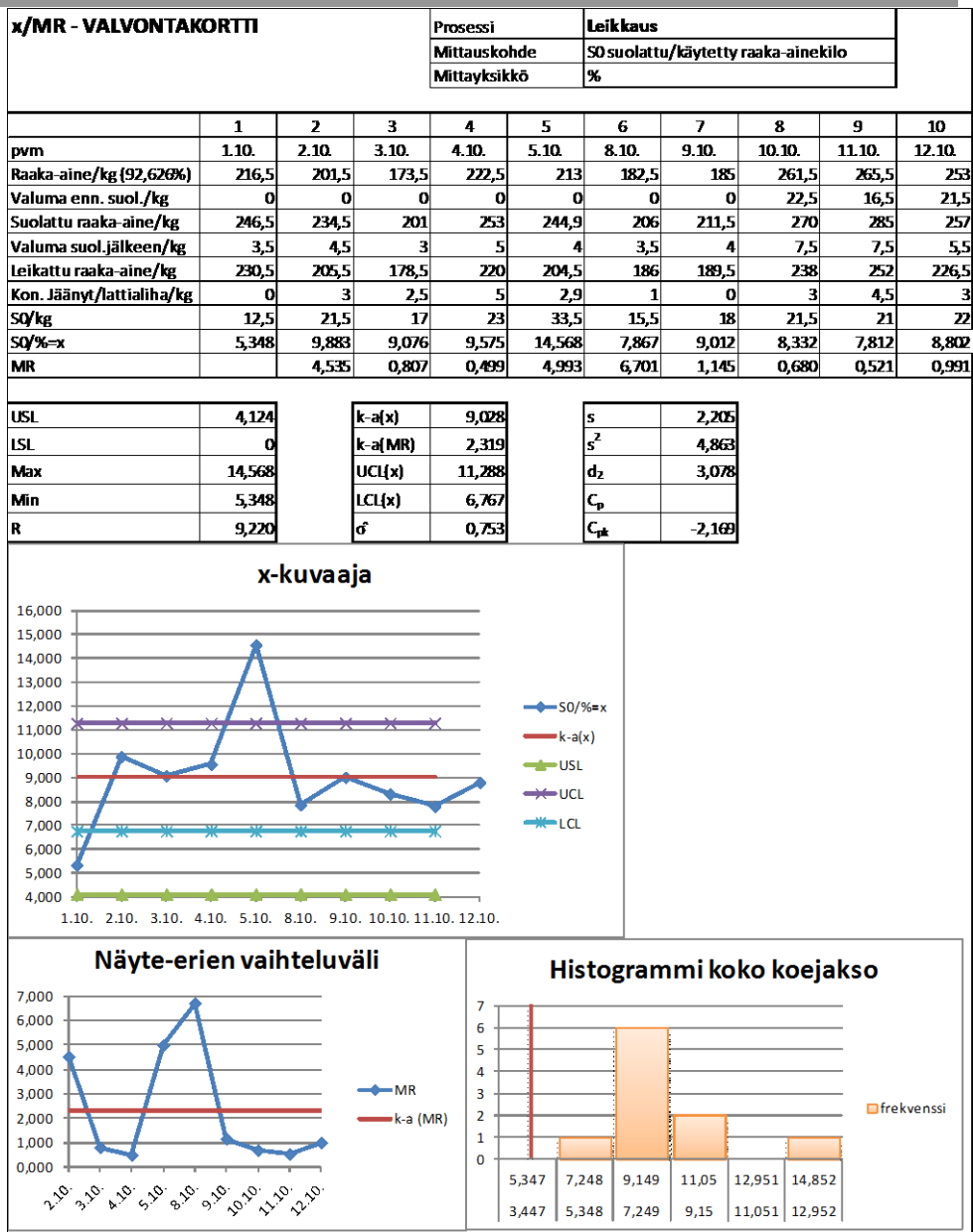
Kuvio 4. Kuviossa on vertailtu liitteen 3 aineiston pohjalta suolauksen jälkeisen valuman vaikutus saantoon [%]. Suolauksen jälkeinen valuma vähensi saantoa siten, että kolmea tutkimuspäivää lukuun ottamatta, saanto jäi alle alemman toleranssirajan.

Kun materiaali on vaihteleva laatua ja inhimillinen tekijä on mukana prosessissa, ei vaihtelua prosessissa saada kokonaan poistettua.

8.1.2 Leikkaus osaprosessin oheistuote S-0

Leikkaus osaprosessissa valvontakorttiin valittiin tutkittavaksi muuttujaksi oheistuotteen saanto. Oheistuotteelle oli reseptissä määritelty saannoksi neljä prosenttia kolmen prosentin hävikillä. Saantoa tutkittiin suhteessa reseptin mukaiseen raaka-ainekiloon.

Lihateollisuuden prosessin mittaamisen ja analysoinnin verifiointi



Kuva 20. Valvontakortti leikkaus prosessista: x-kuvaaja kuvaa S-0 oheistuotteen saantoa, k-a (x) saannon keskiarvoa koko tutkimusajalta, USL on ylätoleranssiraja, joka saatiin reseptin laskelmasta, UCL on laskennallinen ylempi valvontaraja ja LCL on laskennallinen alempi valvontaraja. MR – kuvaaja kuvaa näyte-erien vaihteluväliä ja k-a (MR) on vaihteluvälin keskiarvo. Histogrammissa luokkien määräksi määriteltiin viisi, minkä avulla laskettiin vaak akselilla näkyvät frekvenssirajat. Punainen viiva histogrammissa kuvaa reseptin laskelman arvoa.

Kun tarkasteltiin koko tutkimusajanjaksolta laadittua histogrammia leikkausprosessista, voitiin todeta, että keskiarvon ylittävien määrä ei ollut tasapainossa ja saantoraja oli ylitetty jokaisessa erässä. Lisäksi histogrammissa oli kaksi jakaumaa, joista toinen oli yhden näyte-erän kokoinen.

Saannon keskiarvo (k-a(x)) oli yli reseptin tavoitearvon, mikä on 4,124 %. Keskiarvo oli yli kaksi kertaa enemmän kuin tavoitearvo. Tulosten vaihteluvälin (k-a(MR)) keskiarvo on 2,319 %, mikä on myös selkeästi reseptin vaihteluvälin (0,124 %) ulkopuolella.

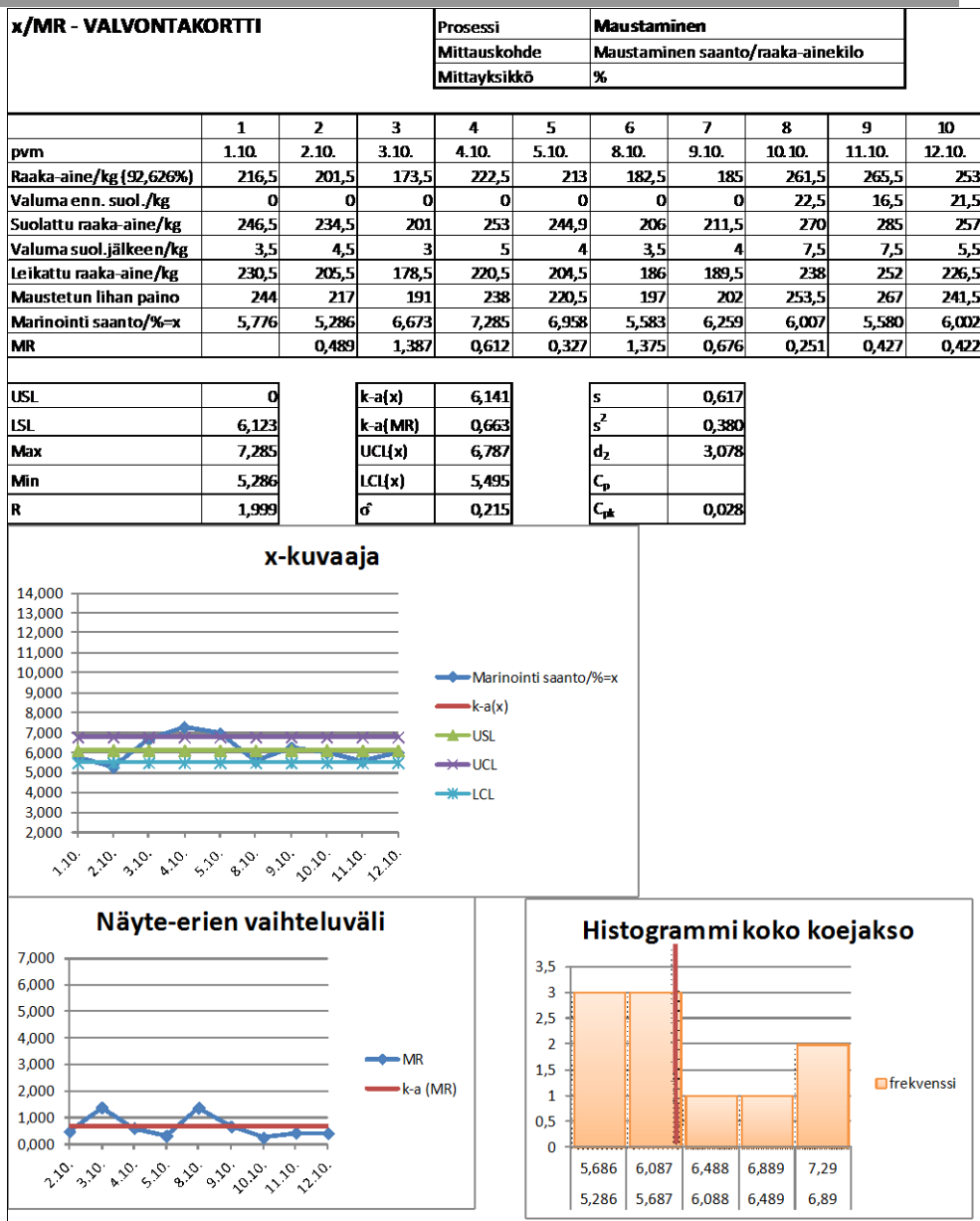
Valvontarajat ylittäviä arvoja oli tutkimuspäivinä 1 ja 5. Koska valvontarajat ylitettiin, voitiin todeta että prosessi ei ollut hallinnassa. Vaikka prosessin vaihtelu oli merkittävää, laskettiin prosessin suorituskykyä ilmaiseva arvo C_{pk} . Arvo oli selkeästi alle 1. Tällä arvolla prosessin suorituskyky on riittämätön. Myös se, että kaikkina tutkimuspäivinä ensimmäistä päivää lukuun ottamatta saanto ylitettiin merkittävästi, kertoo että prosessi ei ollut hallinnassa. Lihan koostumus raaka-aineena vaihtelee, mutta vaihtelu ei selitä oheistuotteen saannon suurta poikkeamaa. Jos ei oteta raaka-aineen vaihtelua huomioon ja tarkastellaan leikkuun prosessikaaviota, mahdollinen alue millä poikkeama saannossa voi syntyä on reseptin oikeellisuus leikkuukoneessa (esimerkiksi eri resepti), ei noudateta ohjeita tai ei ole riittävän selkeitä ohjeita, työntekijöiden työtavat, aistinvaraisen arvion vaihtelu ja ammattitaito sekä leikkuukoneen toiminta.

Leikkaus osaprosessissa on paljon tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa vaihtelua. Inhimillinen tekijä on merkittävänä tekijänä vaihtelun lähteenä. Inhimillisissä suorituksissa on aina vaihtelua, jota ei saada koskaan täysin poistettua. Valmennuksella, harjoittelulla ja selkeillä ohjeilla pystytään vähentämään inhimillistä vaihtelua merkittävästi. Myös työntekijöiden välistä eroa tavassa menetellä tulisi yhdenmukaistaa. Toimintamallin tulisi olla yhdenmukainen ja kaikkien tulisi sitoutua toimimaan yhdenmukaisesti. Voidaan myös miettiä onko reseptin laskelman arvolla merkitystä poikkeamaan. Onko arvo mahdollinen toteuttaa? Arvo oli pienimmillään 5,348 % ensimmäisenä tutkimuspäivänä. Yhtenäkin tutkimuspäivänä ei alitettu reseptin laskelman arvoa. Leikkuukoneen toiminnasta voi olla erilaisia arvioita. Liharaaka-aineen vaihtelevuuden vuoksi leikkuukoneen säätöjen hallinta ja tarkistaminen jokaisen leikkuuerän kohdalla on merkittävässä osassa. Myös koneen ominaisuuksilla on merkitystä. Koejaksolla päivän 4 leikkuusta osa tehtiin eri koneella, muut päivät tehtiin samalla koneella. Päivän 4 oheistuotteen saanto oli keskiarvon tuntumassa, eli se ei poikennut muista arvoista. Päivän 5 oheistuotteen määrä poikkesi selvästi muista tuloksista. Selkeää yhtä syytä tulokseen ei tutkimuskaavakkeesta ilmennyt.

8.1.3 Maustaminen osaprosessin saanto

Maustaminen osaprosessin valvontakorttiin tutkittavaksi muuttujaksi valittiin reseptin mukainen saanto. Reseptissä saannoksi on määritelty kuusi prosenttia kolmen prosentin hävikillä osatuotteisiin.

Lihateollisuuden prosessin mittaamisen ja analysoinnin verifiointi



Kuva 21. Valvontakortti marinointi/maustamis-prosessista: x-kuvaaja kuvaa maustamissaantoa, k-a (x) saannon keskiarvoa koko tutkimusajalta, USL on ylätoleranssiraja, joka saatiin reseptin laskelmasta, UCL on laskennallinen ylempi valvontaraja ja LCL on laskennallinen alempi valvontaraja. MR – kuvaaja kuvaa näyte-erien vaihteluväliä ja k-a (MR) on vaihteluvälin keskiarvo. Histogrammissa luokkien määräksi määriteltiin viisi, minkä avulla laskettiin vaak akselilla näkyvät frekvenssirajat. Punainen viiva histogrammissa kuvaa reseptin laskelman arvoa.

Kun tarkastellaan koko tutkimusajanjaksolta laadittua histogrammia maustaminen osaprosessista, voidaan todeta, että keskiarvon ja saantorajojen ylittävien määrä ei ole tasapainossa. Havaintoja on kertynyt kahteen keskittymään.

Saannon keskiarvo (k-a(x)) on hieman yli reseptin laskelman tavoitearvon, mikä oli 6,123 %. Tulosten vaihteluvälin (k-a(MR)) keskiarvo oli 0,663 %, mikä on hieman yli reseptin vaihteluvälin (0,123 %).

Valvontarajat ylittäviä arvoja oli tutkimuspäivinä 2,4 ja 5. Koska valvontarajat ylitettiin, voidaan todeta että prosessi ei ollut hallinnassa. Myös prosessin suorituskykyarvo oli alle 1, mikä oli arvona riittämätön. Selkeää yhdistävää tekijää ei näiden poikkeamien osalta löydetty. Raaka-aineena liha ei ole aina samanlainen. Lihan koostumus vaihtelee ja sen vaikuttaa myös osaltaan saantoon. Jos ei oteta raaka-aineen vaihtelua huomioon ja tarkastellaan maustamisen prosessikaaviota, mahdollinen alue millä poikkeama saannossa voi syntyä on reseptin mukaiset määrät annostelussa, työntekijän työtavat ja maustamisrummun toiminta.

Kun materiaali on vaihtelevalaatuista ja inhimillinen tekijän on mukana prosessissa, ei vaihtelua prosessissa saada kokonaan poistettua.

8.1.4 Pakkaus osaprosessissa laaduntarkkailussa hylätyt kilot

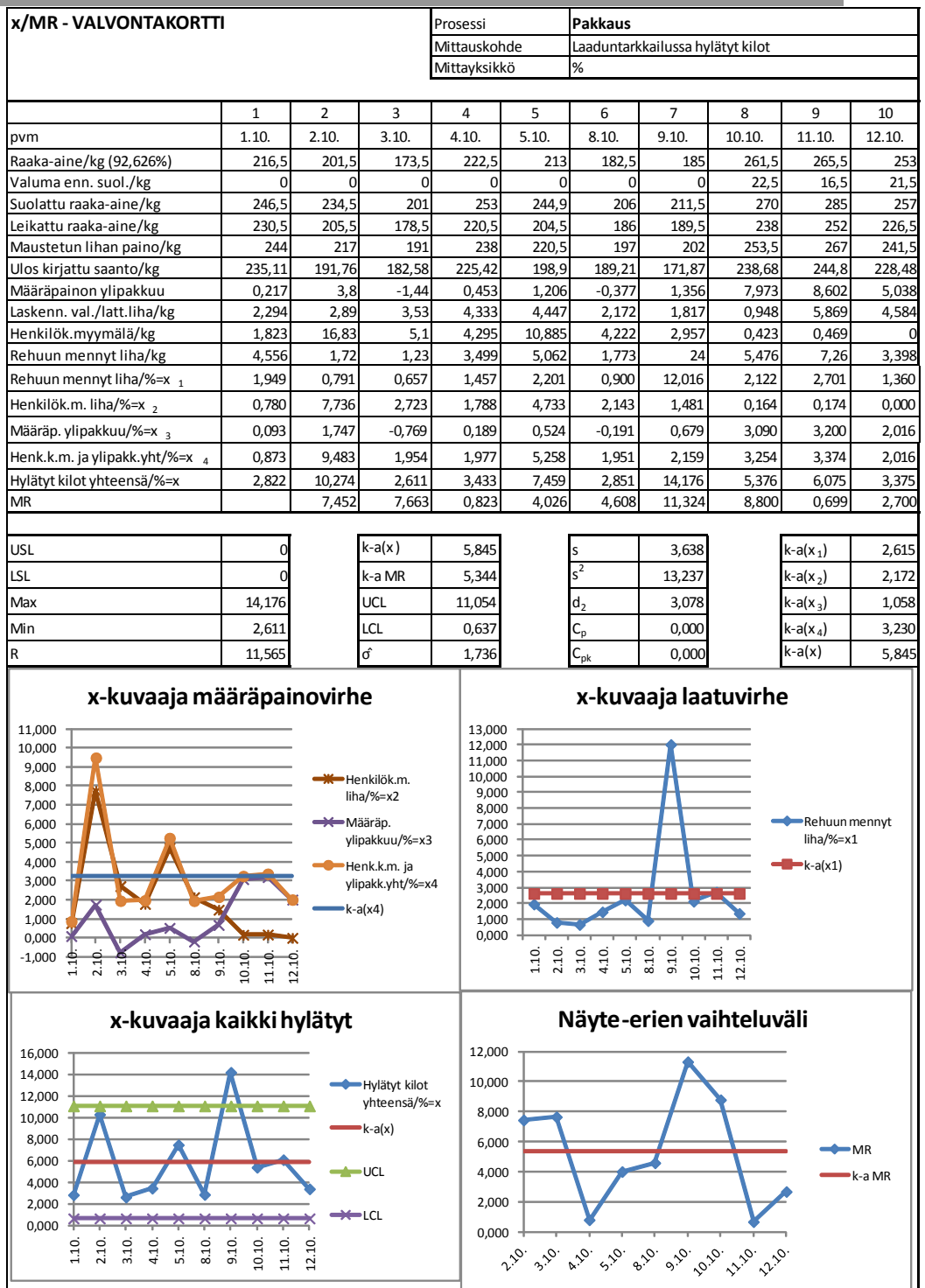
Pakkaus osaprosessista tutkittavaksi muuttujaksi valvontakorttiin valittiin pakkausprosessin aikana laaduntarkkailussa hylätyt kilot. Tavoite on että pakkaukseen esikäsittelystä tullut raakalihavalmiste on kaikki pääosin pakkaukelpoista. Pakkausprosessissa hylkäyksen syynä olivat laatuvirheen vuoksi rehulihakäyttöön hylätty tai määräpainovirheen vuoksi hylätty. Hylättyjen erien osuutta verrattiin reseptin mukaiseen raaka-aineen osuuteen, kun raaka-aineen reseptissä arvioitu hävikki on huomioitu.

Pakkaus osaprosessista ei tutkittu prosessin tilaa pakkauksen osalta vaan toteutumista laaduntarkkailun osalta. Laaduntarkkailusta ei tutkittu myöskään suorituskykyä. Määräpainopoikkeamia tutkittiin erikseen henkilökuntamyymälään menneen lihan osalta ja pakattujen ylikilojen osalta

Hylättyjen kilojen saannon keskiarvo ($k-a(x)$) oli 5,845 %. Tulosten vaihteluvälin ($k-a(MR)$) keskiarvo oli 5,344 %. Hylättyjen kilojen määrässä oli suurta vaihtelua päivittäin.

Kun tutkittiin hylättyjä kiloja erikseen määräpainon ylityksen kohdalla henkilökuntamyymälään mennyttä lihaa ja määräpainon yli pakattua lihaa sekä rehuun mennyttä lihaa, ei näiden välillä havaittu jotakin yhtenäistä poikkeamaa selittävää tekijää. Kunkin poikkeamapiikin kohdalla oli joku näistä kolmesta erikseen merkittävästi suurempi kuin muut. Lihan koostumus raaka-aineena vaihtelee, mutta vaihtelu ei selitä suuria poikkeamia. Poikkeamien todettiin olleen ainakin osittain esikäsittelyssä syntyneitä. Mahdollinen alue millä poikkeama oli voinut syntyä, oli reseptin oikeellisuus leikkuukoneessa (väärät painorajat tai muut säädöt), ei noudateta ohjeita tai ei ole riittävän selkeitä ohjeita, työntekijöiden työtavat ja leikkuukoneen toiminta, työntekijän erilainen käsitys laadusta. Näitä tekijöitä käsiteltiin jo leikkuuprosessin yhteydessä.

Lihateollisuuden prosessin mittaamisen ja analysoinnin verifiointi



Kuva 22. Valvontakortti pakkaus prosessista: x-kuvaaja on laadittu erikseen määräpainovirheille ylipakkaus ja henkilökuntamyymälään mennyt liha sekä laatuvirheelle, joka on rehuun mennyttä lihaa, k-a (x) kuvaa kaikkia laaduntarkkailussa hylättyjä koko tutkimusajalta, UCL on laskennallinen ylempi valvontaraja ja LCL on laskennallinen alempi valvontaraja. MR – kuvaaja kuvaa näyte-erien vaihteluväliä ja k-a (MR) on vaihteluvälin keskiarvo.

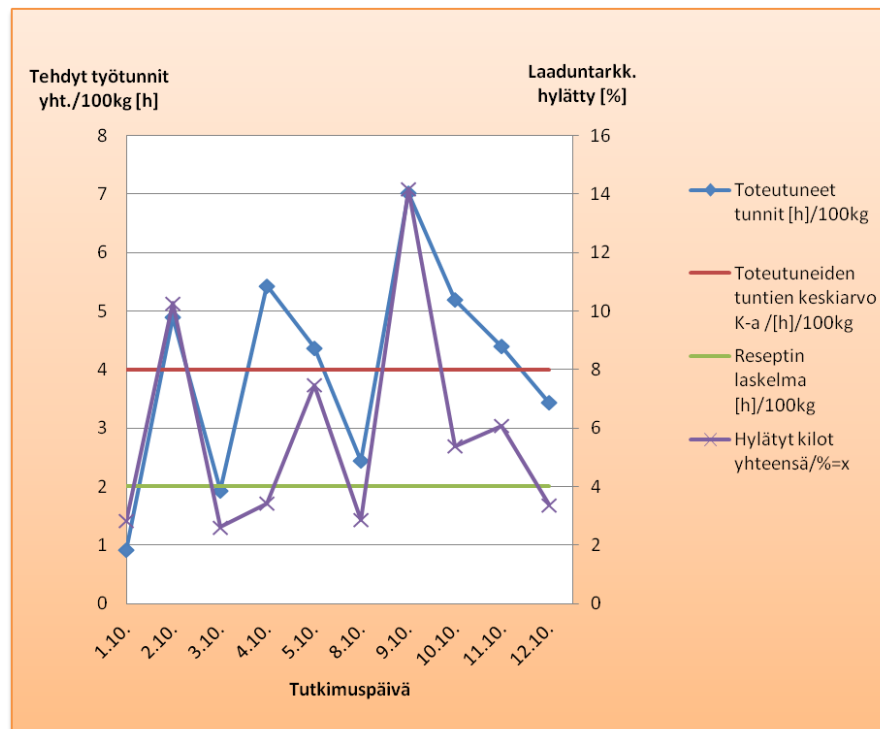
Inhimillinen tekijä on merkittävänä tekijänä vaihtelun lähteenä myös pakkausprosessissa. Käsitys laadusta vaihtelee eri ihmisillä. Jos ei ole selkeitä ohjeita laadusta, työntekijät tulkitsevat laatua omien kokemustensa pohjalta. Inhimillisissä suorituksissa on aina vaihtelua, jota ei saada koskaan täy-

sin poistettua. Selkeillä ohjeilla pystytään vähentämään inhimillistä vaihtelua merkittävästi. Niin pakkausprosessissa, kuin leikkausprosessissakin toimintamallin tulisi olla yhdenmukainen ja kaikkien tulisi sitoutua toimimaan yhdenmukaisesti. Pakkauskoneen toiminnasta voi olla erilaisia arvioita. Pakkauskokojen vaihtuessa koneen säätöjen hallinta ja tarkistaminen jokaisen rasiakoon kohdalla on merkittävässä osassa. Tämän tekijän kohdalla myös kunnossapidolla oli merkittävä osuus toiminnan kannalta.

8.2 Työkustannukset

Työkustannukset rajattiin pois prosessien toteutumista tarkasteltaessa. Käytetyn työajan kertymistä kuitenkin seurattiin tutkimusaikana. Varsinkin pakkausprosessissa oli hankala määrittää alku- ja loppuajankohtaa, koska tuotteiden pakkausprosessin esivalmistelut alkoivat jo, kun edellistä tuotetta pakattiin vielä. Kuitenkin tarkasteltiin saatuja tuloksia lähinnä vaihtelun osalta. Samoin pakkauksesta saatiin vaakajärjestelmän seurannasta pakkausnopeus. Laskettiin pakkausnopeus ensimmäisen ja viimeisen rasian väliltä. Tuloksista laadittiin taulukko, missä tarkasteltiin vaihtelua osaprosesseittain ja laadittiin yhteenveto koko prosessin toteutuneista tunteista tutkimuspäivittäin (Liite 4).

Kuviossa 5 kuvataan koko prosessin toteutuneita tunteja tutkimuspäivittäin. Samalla tutkittiin, vertaamalla laaduntarkkailussa hylätyistä kiloista yhteensä laadittua kuviota toteutuneista tunteista laadittuun kuvioon, oliko vaihtelussa mahdollisesti jokin yhdistävä tekijä pakkausprosessin hylätyjen erien kanssa.

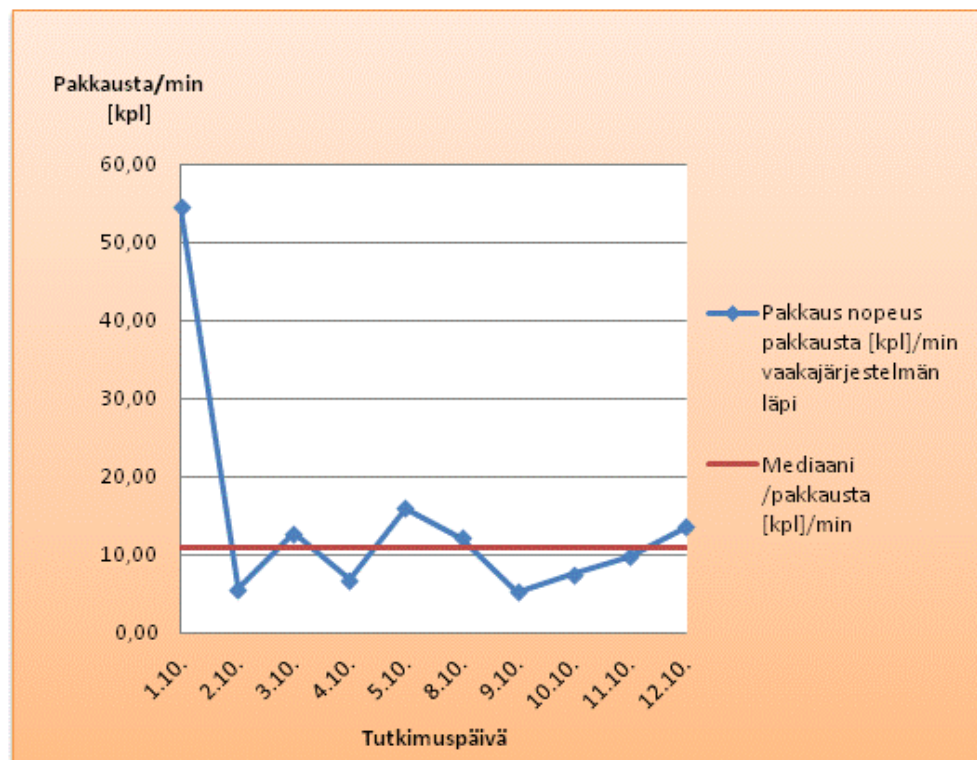


Kuvio 5. Toteutuneet tehdyt työtunnit sataa kiloa kohden koko tutkimusaikana [h] (vasemman puoleinen pystyakseli). Laaduntarkkailussa hylätyt tuotekilot [%] (oikeanpuoleinen akseli). Havaittiin että käyrien muodoilla oli yhtäläisyyksiä.

Kun tarkasteltiin kuviota 5 toteutuneista tunneista sataa kiloa kohden ja kuvan 22 valvontakortista kuviota pakkauksessa hylätyistä kiloista, havaittiin että molemmissa poikkeamissa oli piikit tutkimuspäivien 2.10., 5.10. ja 9.10. kohdalla. Myös 1.10., 3.10., 8.10., 11.10. ja 12.10. kuvioissa käyrät seurasivat toisiaan. Voidaan päätellä että laaduntarkkailussa hylätyillä erillä ja toteutuneilla tunneilla mahdollisesti oli vaikutusta toisiinsa.

1.10. hyvään tulokseen vaikutti mahdollisesti se, että ensimmäisenä tutkimuspäivänä linjalla oli erikseen linjanhoitaja ja linja toimi tauotta. Muina tutkimuspäivinä linjassa oli taukoja, ei kuitenkaan kaikkina päivinä, jolloin linjan tauoton toiminta ei yksistään selitä ensimmäisen päivän hyvää tulosta tai muiden päivien huonompaa tulosta. Linjalla oli muita linjan toiminnallisia häiriötekijöitä, jotka vaikuttivat linjan nopeuteen.

Yleisesti voidaan todeta että ongelmat pakkauskoneella lisäsivät työtunteja ja rehuun menevän lihan määrää. Samoin määräpaino-ongelmat lisäsivät työtunteja uudelleen pakkauksella.



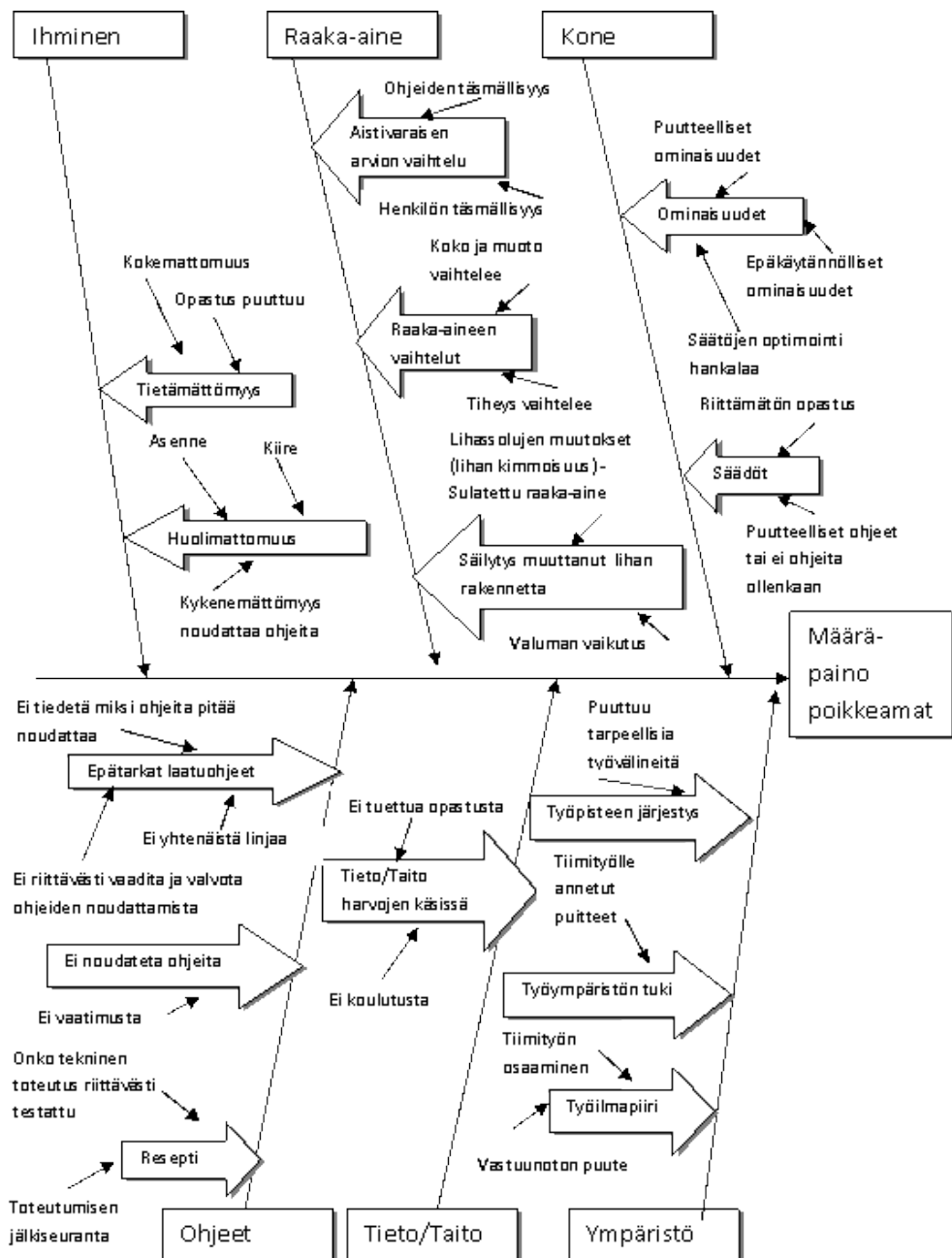
Kuvio 6. Vaakajärjestelmän läpi kulkeneet pakkaukset minuutissa [kpl] tutkimuspäivittäin. Vaakajärjestelmässä oli ajantasainen seuranta koko tutkimusajan pakkausten läpikulusta. Päiväkohtaisesta pakkausnopeudesta laadittiin taulukko (Liite 4).

Ensimmäisen päivän tulos ylittää pakkauslinjan pakkauskoneen maksiminopeuden. Todennäköisin selitys ylitykselle on, että jo edellisen tuotteen aikana on pakkauskoneella pakattu tutkittua tuotetta. Nämä pakkaukset on otettu sivuun ennen vaakaa ja etiketilaitetta. Vasta tämän jälkeen on tehty tuotevaihto ja ensimmäiseksi syötetty aiemmin pakatut pakkaukset vaakajärjestelmän läpi heti pakkauksen alettua. Vaakajärjestelmän maksimi no-

peus on eri kuin pakkauskoneen maksiminopeus Ensimmäisen päivän tuloksesta nähtiin, että kun kaikki toimii, voi pakkausten läpimeno nopeus olla viisinkertainen suhteessa muihin tuloksiin tutkimusaikana.

9 SYY-SEURAUS-ANALYYSI JA KEHITTÄMISAJATUKSIA

Tutkimuksissa saatuja tuloksia analysoitiin syy-seuraus -analyysin avulla. Analyysillä etsittiin syitä, jotka mahdollisesti aiheuttaisivat havaitut poikkeamat. Kuvassa 23 on syys-seurausanalyysi määräpainopoikkeamasta. Syy-seuraus analyysi tehtiin vain määräpainopoikkeamasta, koska muiden poikkeamien todettiin sisältävän paljon samoja syitä ja niiden alkuperän olevan mahdollisesti samassa osaprosessissa. Osaprosessissa leikkuu syntyvät sekä määräpainopoikkeamat että oheistuotteen määrän poikkeamat.



Kuva 23. Syy-seuraus -analyysi määräpainopoikkeamasta

Leikkaus osaprosessissa on paljon mahdollisia häiriölähteitä, jotka voivat aiheuttaa poikkeamia. Syy-seuraus-analyysissä ensisijaisiksi laatuominaisuuksiin vaikuttaviksi tekijöiksi kirjattiin: ihminen, raaka-aine, koneet, ohjeet, tieto/taito ja ympäristö.

Liha raaka-aineena ei ole rakenteeltaan aina samanlainen. Mm. lihakkuus ja rasvapitoisuus vaihtelevat. Lisäksi lihan säilytysolosuhteet ja lämpötila muuttavat lihan rakennetta. Tämä hankaloittaa pelkkään tiheyteen tai pelkkään tilavuuteen perustuvan määräpainon määrittämistä. Lihan tiheys on erilainen johtuen yllä mainituista tekijöistä. Kun paino lasketaan tiheyden tai tilavuuden mukaan (tiheys on massan ja tilavuuden osamäärä), tulee mm. käytettäessä pakastettua lihaa enemmän vaihtelua kuin tuoreella lihalla. Käytännössä lihan viipaloinnissa käytetään valmiita ohjelmia, jotka on laadittu tuoreen lihan mukaisilla arvoilla. Sulatetun lihan kohdalla arvoja tulisi muuttaa vastaamaan muuttunutta rakennetta. Ohjeistuksen mukaan ennen leikkausta ensimmäisistä tuotteista pitää tarkistaa tuotteen paino (resepti) ja muuttaa koneen säätöjä tarvittaessa. Tämä osa prosessia vaatisi tarkempaa ajantasaista seurantaä esimerkiksi valvontakortin avulla. Samalla täsmennettäisiin leikkuutoiminnan tavoite, mikä ei ole leikata lihaa paloihin, vaan tavoite on leikata lihaa ennalta määritellyn kokoisiin ja muotoisiin paloihin mahdollisimman taloudellisesti niin, että muodostuu mahdollisimman vähän sivutuotteita ja määräpainotavoite saavutetaan mahdollisimman tarkasti.

Aistinvaraisissa tarkastuksissa yksittäisistä tarkastajista johtuvat erot ovat yleisiä. Kaikkiin osaprosesseihin laaditut selkeät laaduntarkkailuohjeet ja tehtävien sekä vastuun määrittäminen vähentäisivät poikkeamia osaprosesseissa. Tavoitteen tulisi olla selvillä prosessiin osallistuville henkilöille. Prosessissa on aina vaihtelua, mikä vaikuttaa lopputuotteen mittoihin. Sen vuoksi toleranssirajojen tulisi olla mahdollisimman havainnolliset. Toleranssirajat eivät ole ehdottomia, koska tuotteen hylkäämisraja ei voi olla niin tarkoin määritelty.

Punnituksissa ja kirjauksissa tapahtuvat virheet ovat yksi mahdollinen poikkeamien aiheuttaja. Kirjaustavat poikkeavat henkilöiden välillä. Myös puolivalmisteiden käyttöönotto kirjaukset vaikuttavat merkittävästi poikkeamien syntyyn. Kirjausten yhtenäistäminen siten, että raaka-aine otettaisiin käyttöön puolivalmisteelle suolauspäivänä ja puolivalmiste otettaisiin käyttöön lopputuotteelle käyttöpäivänä, antaisi reaaliaikaisempaa tietoa päivätasolla. Huolimattomuusvirheet ja erilaiset käytännöt taarojen vähentämisessä myös aiheuttavat poikkeamia. Taaravirheet ovat yksi poikkeamalahde. Mollien ja ammeiden kylkiin merkityt taarat eivät myöskään aina pidä paikkansa ja aina taaraa ei ole merkitty. Tapa kirjata käyttöönoton jälkeen palautettava käyttämättä jäänyt raaka-aine takasin varastoon, vaihtelee henkilöittäin. Myös käyttöön punnittu valumaneste on merkittävä poikkeaman aiheuttaja, joten valuman huomioiminen raaka-aineen käytössä varsinkin sulatetun raaka-aineen osalla vähentäisi poikkeamaa. Punnitustavan yhtenäistäminen vähentäisi punnitusten aiheuttamaa vaihtelua.

Uskaltaisin kyseenalaistaa tutkimusaikana käytetyn hävikkilaskelman, jota ylläpidettiin osaston sisällä erikseen manuaalisesti. Excel-taulukkoon kirjattiin päivittäin käyttöönotot ja ulos kirjaukset tuotteittain ja raaka-

aineittain. Taulukossa oli sama ongelma, kuin taloushallinnon kustannuslaskelmissa edellisenä päivänä suolattavien tuotteiden osalta. Kirjaukset tehtiin päivittäin tapahtumittain, jolloin seuraavana päivänä käytetty puolivalmiste kirjattiin käyttöön otetuksi jo edellisenä päivänä. Tämä laskelma ei antanut totuudenmukaista ajantasaista verrattavissa olevaa tietoa. Toinen tutkimusaikana käytössä ollut, tehokkuutta mittaava mittari, oli tuotantohenkilöstön kiloa tunnissa pakkaaman tuotemäärän seuranta. Tämä antoi vertailtavaa tietoa, kun tuotanto oli päiväkohtaisesti pakattavien tuotteiden osalta tasaista, samanlaatuista, mutta kun tuotanto painottui esimerkiksi kampanjoiden tai muun tekijän vaikutuksesta esimerkiksi vaihtuvapainoisten tuotteiden pakkaamiseen tai tuotteelle reseptissä laskettu työmäärä ei ollut tasapainossa, tämä mittari ei antanut vertailtavaa tietoa. Tämä mittari oli kuitenkin suuntaa antava tehokkuuden mittaamisen osalta.

Yhdistävänä tekijänä määräpaino-poikkeamissa ja rehukäyttöön laaduntarkkailussa ohjatulla lihalla oli leikkaus osaprosessin toiminta. Useimmiten syy, miksi laaduntarkkailussa liha oli ohjattu rehuun, oli se että liha oli repaleista, jolloin repaleisuuden syy useimmiten oli liian ohueksi leikattu liha. Tämä ja määräpaino poikkeamat, olivat syntyneet leikkaus osaprosessissa. Repaleita voi myös syntyä marinoinnissa, mutta useimmiten syy löytyi leikkauksesta. Oheistuotteen syntymisen minimointia ja määräpainojen saavuttamista voidaan parantaa leikkaus osaprosessissa riittävän pituisella opastuksella sekä jatkuvalla seurannalla. Prosessin vakiinnuttaminen tulisi aloittaa leikkuun toiminnan opastuksella ja valvonnalla. Valvontakortin käyttöönotto leikkurilla parantaisi seurantaa ja nopeuttaisi reagointia poikkeamiin.

Koneiden säädöt tulisi olla koneita käyttävien tiedossa ja tehokkuuden ylläpitämiseksi koneiden tulisi olla mahdollisimman helppokäyttöiset. Myös koneiden ominaisuuksilla pystytään vaikuttamaan lopputulokseen.

Tuotekehityksen ja tuotannon yhteistyötä tiivistämällä vähennettäisiin myös poikkeamien määrää. Tuotekehityksen ja tuotannon yhteistyön kehittäminen mahdollistaisi mm. käytettävissä olevien, ja mahdollisesti uusien tarvittavien resurssien huomioimisen paremmin. Samoin reseptin toteutumisen ja toteuttamiskelpoisuuden parantamiseen yhteistyöstä on apua. Myös tuotekehityksen tekemänä jälkiseuranta laskelmien toteutumisesta varsinkin tuotteen alkuvaiheessa vähentäisi poikkeamien syntymistä ja reseptien vastaavuus laskelmiin nähden parantuisi.

Pakkausajkojen vaihtelu oli käytetyn työajan vaihtelussa merkittävin vaihteluun vaikuttava osa prosessissa. Kunnossapito-ohjelman päivitys tai terävöittäminen parantaisi toiminta-varmuutta yleisesti kaikilla tasoilla. Esimerkiksi pakkausajan vaihtelua saadaan pienennettyä, kun tuotevaihtojen yhteydessä kunnossapito vastaisi koneen liikkeellelähdön sujuvuudesta. Kunnossapito-ohjelmaan voisi kirjata tehtävät, jotka ovat kunnossapidon vastuulla tuotevaihdon yhteydessä. Tehtävän sisältöön kuuluisi mm. se, että kunnossapitohenkilö tuotevaihdon jälkeen varmistaa, että pakkaus-kone toimii ongelmitta ja tehtäväalueelta ei poistuta ennen kuin linja toimii moitteettomasti. Tarpeeton kunnossapitohenkilön odottelu lisää pakkaus-aikaa kun linjalla on ongelmia.

Syy-seuraus -analyysi toimii parhaiten kun se tehdään ryhmätyönä. Tämä analyysi kannattaisikin toteuttaa osastolla ryhmätyönä ja mahdollisesti verrata saatuja syitä tämän tutkimuksen tuloksiin. Tämä syy-seuraus analyysi kuitenkin laadittiin tutkimuksessa saatujen tulosten ja harjoittelujaksolla tehtyjen kokemusten pohjalta.

10 YHTEENVETO

Mitään mittausta ei voida tehdä täysin virheettömästi. Mittaukseen osallistuvat tekijät ovat virhelähteitä mittauksen aikana. Mittaukseen osallistuvia tekijöitä ovat mm. mittauksen kohde, mittauslaite, mittaustapa, ulkonaiset olosuhteet mittauksessa, mittaajan ominaisuudet, muutokset mittaustilanteissa sekä olemassa olevat ohjeet. Virhe voi olla satunnainen virhe, systemaattinen virhe, huolimattomuudesta tai erehdyksestä johtuva virhe. Huolimattomuusvirheiden suuruusluokka on usein suuruusluokaltaan huomattavasti suurempi kuin satunnainen tai systemaattinen virhe. Huolimattomuusvirhe voi olla esimerkiksi mittausravon lukeminen virheellisesti. Ongelmallisia virheitä ovat ajatusvirheet. Keskeistä virheen tunnistamisessa on, tunnetaanko yhteys poikkeaman ja vaikuttavien tekijöiden välillä, jotta korjaus voitaisiin tehdä ajantasaisesti.

Tässä tutkimuksessa ei tutkittu mittausravon virhettä, jolloin mittaustuloksissa voi olla inhimillisen tekijän aiheuttama mittausravon virhe. Mittausravon virheen ei katsottu kuitenkaan vaikuttavan huomattavasti tutkimuskohteena olevan vaihtelun tutkimiseen. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia prosessia siinä ympäristössä, jossa laskelmissa käytettävä alkuperäinen tieto on kerätty ja löytää poikkeamien syitä, jolloin syitä analysoidessa voidaan mittausravon virhe ottaa huomioon. Käytännössä prosessin aikana raaka-aineet mitattiin eri osaprosessien aikana eri työntekijöiden toimesta, kuten normaalitilanteissa prosessissa toimitaan, samoin suoritettavat mittaukset olivat pääosin prosessiin kuuluvia mittauksia.

Useaan kertaan tämän työn aikana todettiin että liha raaka-aineena ei ole rakenteeltaan aina samanlainen. Mm. lihakuus ja rasvapitoisuus vaihtelevat. Lisäksi lihan säilytysolosuhteet ja lämpötila muuttavat lihan rakennetta. Tämä hankaloittaa selkeiden toleranssirajojen määrittämistä. Tarkastuksessa voi esiintyä ominaisuuksien selvää vaihtelua. Jos tarkastuksessa käytetään mittalaitetta, voi vaihtelun syynä olla myös laitteen häiriö tai mittaustapa, millä laitetta käytetään. Vaihteluun vaikuttaa myös se että visuaalisessa tarkastuksessa laatua tarkkailevan tarkastajan kriteerit vaihtelevat. Toleranssirajan määrittämisestä riippuu kuinka helppo tai vaikea rajat on ymmärtää. Toleranssin ylittävä tuote voidaan käsitellä monella tavalla. Hyväksytäänkö tuote vai korjataan tuote vaatimusten mukaiseksi. Leikkaus osaprosessissa toleranssirajojen seuranta ja yhdenmukaistaminen vaatisi tarkempaa ajantasaista seuranta esimerkiksi valvontakortin avulla ja taas pakkaus osaprosessi ymmärrettävät kuvaukset toleranssirajoista.

Eri tehtävissä toimivat henkilöt tarkastelevat laatukysymyksiä eri näkökulmista. Laatukysymyksiä saatetaan käsitellä lyhytjänteisesti. Tuotekehityshenkilöstö luottaa omaan osaamiseensa, jolloin laadun suunnittelu jää

puutteelliseksi tai tuotekehityshenkilöstö ei tunne valmistusprosessin laaduntuottokykyä ja suunnittelee rakenteita, joita tuotanto ei läpäise ilman riittävää ohjausta ja seurantaa.

Toiminnan laatu on tärkeä kehittämisen kohde. Tuotteiden laaturvirheet ovat lähes poikkeuksetta seurausta jostakin toiminnan laaturvirheestä. Toiminnalliset virheet aiheuttavat turhaa ylimääräistä esimerkiksi valvontaa tai pakkaustyötä. Ne aiheuttavat myös välitöntä tai välillistä haittaa tuotteiden laadulle. Työsuoritusten virheet myös heikentävät yrityksen työilmapiiriä. Turhaudutaan ja motivaatio heikkenee. Toiminnan laadun kehittämistä vaikeuttaa eniten ns. sopeutumisilmiö, ihmiset hyväksyvät ajan mittaan olemassa olevan tilanteen. Sopeutuminen synnyttää välinpitämättömyyttä ja itseohjautuvuutta. Toiminnan tavoite hämärtyy ja toiminta alkaa rönsyillä. Sopeutumista tapahtuu esimerkiksi voimattomuuden tunteesta, mikä syntyy, kun yksittäinen henkilö ei pysty vaikuttamaan asioihin, jotka vaikeuttavat työtehtävien suorittamista tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Sopeutumista tukevat kehittämisvastuun epämääräisyys ja tiukka tehtävänkuva-ajattelu.

Usein prosessien hallitsemisen ongelmaksi muodostuu prosessin lyhytkestoisuus. Runsaskin tietomäärä voi olla rajallinen, jos se jaetaan pieniin ryhmiin, esimerkiksi materiaalien vaihtuessa. Tilastollisessa prosessin hallinnassa tutkitaan prosessia eikä tuotetta, jolloin johtopäätöksiä joudutaan tekemään pienen tietomäärän perusteella esimerkiksi tilanteissa, jossa prosessi käynnistyy ja valmistaa erän tuotetta ja seuraavassa hetkessä tuote vaihtuu kokonaan, jolloin prosessiin tulee tehtäväksi muutoksia. Mitattavia tuloksia kertyy vain pieni joukko, tai samassa prosessissa valmistettavat tuotteet ovat erilaisia ja näyte-erät joudutaan laatimaan erilaisista tuotteista, jolloin mittaustulokset on standardisoitava yhteismitallisiksi.

Prosessien kuvaus tuo järjestystä kaaokseen. Prosessien tunnistaminen ja kuvaaminen auttaa ymmärtämään kokonaisuutta sekä mahdollistaa työn kehittämisen ja itseohjautuvuuden. Itseohjautuvuus on vaarallista jos ei ymmärrä kokonaisuutta eikä saa tarpeellisia tietoja organisaation toiminnasta. Prosessikuvauksissa on kysymys organisaation kyvystä ymmärtää omaa toimintaansa ja sen tuloksellisuutta. Kun prosessi halutaan saada halluttujen toleranssirajojen sisälle ja vakiinnuttaa, löytää paras tapa prosessin läpiviemiseksi, tulisi määrittää, missä mittauksia on tarpeellista tehdä, jotta prosessi pysyisi hallinnassa, sekä missä mittakaavassa kuvattuja toimintatapoja tulisi muokata tehtyjen arvioiden perusteella. Kullekin mittarille tulisi määrittää prosessin kapasiteetin perusteella kontrollirajat. Tällä tavoin prosessin suorituskykyä voidaan mitata ja sopeuttaa annettuja toleranssirajoja ja ohjeita vasten. Annettujen rajojen ja ohjeiden tulisi kuvata parasta toimintatapaa. Tärkeää on myös henkilöstön perehdyttäminen laadittuihin ohjeisiin.

Valvontakorttitekniikan tarkoitus on mitata ja vähentää prosessivaihteluita. Korttien avulla voidaan erottaa toisistaan vaihtelutyypit: prosessille ominainen satunnaisvaihtelu ja erityisyyistä johtuvat häiriöt. Kun saavutettuun tulokseen vaikuttaa ainoastaan satunnaisvaihtelu, on kyseessä tilastollisesti hallittu prosessi.

Tulosten ja tilanteen tulkinta on tehtävä heti, kun tulos on käytettävissä. Joskus tilastollisen poikkeaman aiheuttaja jää selvittämättä, koska prosessin käyttöä on pakko jatkaa. On arvioitava, tarvitaanko tuotelaadun varmistamiseksi laadunvalvonnan tehostamista, tarkastusten lisäämistä yms. toimenpiteitä. Joskus prosessissa ilmennyt häiriö jää lyhytaikaiseksi ja tilanne palaa normaaliksi nopeasti. Myöskään tätä häiriötä ei saa unohtaa, vaan se on dokumentoitava mahdollisimman tarkoin. Häiriöillä on taipumus ilmaantua uudelleen ja ehkä seuraavalla kerralla saadaan riittävästi tietoa syiden löytämiseen. Jos häiriö on vain juuri ja juuri erityisyyksi tulkittava ja prosessi on suorituskykyinen, ei välttämättä ole tarkoituksen mukaista käynnistää perusteellisia erityisyyanalysejä. On muistettava että normaalijakaumankin mukaan osa havainnoista joskus ylittää valvontarajan, vaikka teorian mukaiset äärettömän pienet ja äärettömän suuret tulokset ovat mahdottomia. Prosessin tulkinta ei voi olla ”On-Off” - tyyppinen, koska kaikkeen liittyy epävarmuutta. Valvontarajojen läheisyydessä on alue, jolla tulkintoja tehtäessä on käytettävä harkintaa. Siksi tulkinta olisi tehtävä mahdollisimman lähellä prosessia.

Prosessin vaihtelua on hankala poistaa kokonaan, mutta prosessin vaihtelua on mahdollista pienentää ja prosessin vakiinnuttaminen voidaan asettaa tavoitteeksi. Tulevaisuuden yritys on joustava ja nopealiikkeinen. Organisaatio muotoutuu tärkeimpien prosessien mukaan ja tietotekniikalla on keskeinen rooli.

LÄHTEET

- Andersson, P.H. & Tikka, H. 1997. Mittaus- ja laatutekniikat. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö
- Heikkilä, J. & Ketokivi, M. 2009. Tuotanto murroksessa. Strategisen johtamisen uusi haaste. 2. p. Helsinki: Talentum
- http://www2.hkscan.com/portal/suomi/suomi/ydinprosessi_suomessa/, viitattu 31.1.2012
- Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2002. Tilastolliset menetelmät. 5.-6. p. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy
- Järnefelt, G. 1990. Tuoteprosessien tilastollinen valvonta – SPC. Helsinki: Suomen Metalli-, Kone- ja Sähköteknisen Teollisuuden Keskusliitto, MET ry.
- Kajaste, V. & Liukko, T. 1994. Lean-toiminta. Suomalaisten yritysten kokemuksia. 2. p. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto.
- Karjalainen, E. 1999. Tuotteen ja prosessin optimointi koesuunnittelulla. Taguchi-menetelmä. 2. p. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto
- Kume, H. 1998. Laadun parantamisen tilastolliset menetelmät. Suom. Anneli Manninen. 2. uud. p. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto, MET
- Laamanen, K. 2003. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – ideasta käytäntöön. 3.p. Helsinki: Suomen Laatu keskus Oy
- Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uud. p. Helsinki: Talentum Media Oy ja Olli Lecklin
- Lecklin, O. & Laine, R.O. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki - Innovaatiivisen johtamisjärjestelmän rakentamien. Helsinki. Talentum
- Rampersad, H.K. 2004. Johda ihmisiä, mittaa tuloksia. Total Performance Scorecard. Suom. Helena Räihälä. Helsinki: Suomen Laatu keskus Oy
- Salminen, P. 1990. Tuotteiden ja toiminnan laadun kehittäminen. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto
- Salomäki, R. 1999. Suorituskykyiset prosessit - Hyödynnä SPC. Helsinki: Metalliteollisuuden Keskusliitto, MET

**TUTKITUN TUOTTEEN RAAKA-AINEIDEN TOTEUTUNEET KUSTANNUKSET
TUTKIMUSPÄIVITTÄIN [€]/100KG ULOS PUNNITTUA VALMISTA TUOTETTA
KOHDEN KAHDEN VIIKON TUTKIMUSAJALTA**

Tutkimustulokset koko tutkimusajanjaksolta yhdistettiin ja toteutumasta tehtiin reseptin laskelmien pohjalta laskelma tuotantokustannuksista sataa kiloa kohden päiväkohtaisesti, jonka avulla tarkasteltiin toteutuneen tuotannon mukaisten kirjausten ja ohjausjärjestelmään tehtyjen kirjausten suhdetta reseptin laskelmaan. Laskelmien pohjana raaka-aineiden toteutunut kilohinta [€]/100kg ulos punnittua lopputuotteen sataa kiloa kohden tuotantopäivittäin.

KOKO PROSESSI						
Tutkimus- päivä	Raaka-aineiden toteutuneet kustannukset/ [€]/100kg tutkimuspäivänä	Toiminnan ohjaus- järjestelmän kirjaus raaka- ainekustannuksista tutkimuspäivänä/ [€]/100kg	Reseptin laskennallinen arvo raaka- ainekustannuksista [€]/100kg	Toteutuneen/ laskennallisen ero/[%]	Ohjausjärjestelmän / laskennallisen ero/[%]	
1.10.	582,042	570,954	587,76	-0,973	-2,859	
2.10.	637,040	647,977	587,76	8,384	10,245	
3.10.	592,790	596,281	587,76	0,856	1,450	
4.10.	614,228	602,946	587,76	4,503	2,584	
5.10.	644,575	657,185	587,76	9,666	11,812	
8.10.	599,097	593,637	587,76	1,929	1,000	
9.10.	667,082	818,892	587,76	13,496	39,324	
10.10.	724,447	702,878	624,443	16,015	12,561	
11.10.	717,789	754,457	624,443	14,949	20,821	
12.10.	730,864	636,717	624,443	17,043	1,966	
yht. k-a	650,995	658,192	598,765	8,723	9,925	

MERKITTÄVIMMÄT TEKIJÄT, JOTKA OLIVAT AIHEUTTANEET LASKENNALLISTEN KUSTANNUSTEN YLITTYMISTÄ ELI POIKKEAMAN TUTKIMUSAJANJAKSONA

Vertailu prosessista valittujen eri tekijöiden kustannuspoikkeamista suhteessa reseptin laskelmaan sataa kiloa kohden [€]/100kg tuotantopäivittäin. Alimmalle riville on laskettu keskiarvo kymmeneltä päivältä. S-0 poikkeama on leikkausprosessissa reseptin laskelmien arviota suurempi syntynyt S-0-oheistuotteen määrä. Valuma ennen suolausta on koko valmistusprosessiin käyttöön otetun raaka-aineen poikkeama, joka on käytännössä ennen suolausta ammeeseen valunut neste. Tämä neste, joka otetaan raaka-aineena käyttöön, valuu käytännössä lattialle. Rehukäyttöön mennyt liha on lihaa, joka kokonaisuudessaan aiheuttaa poikkeaman, kun raaka-aineelle reseptissä arvioitu hävikki on huomioitu, kuten myös henkilökuntamyymälään mennyt liha (Henkilökuntamyymälä). Valuma suolauksen jälkeen, on myös käytännössä nestettä, joka valuu lattialle ja on kokonaisuudessaan poikkeaman aiheuttaja. Vaakajärjestelmässä olleesta seurannasta saatiin määrä, kuinka paljon rasiat ylittivät määräpainon yhteensä tutkimusaikana (Ylipakkaus). Suolaussaanto on saannon toteutuminen suhteessa reseptiin, kuten myös marinointisaanto.

Prosessin osatekijä	Ennen suolausta valuneen nesteen vaikutus (käyttöön otettu raaka-aine)/100kg /[€](657,6€)	Suolauksen vaikutus laskenn. Kokonais./100kg +/- (reseptin max 13%) /[€] (590,05€)	Lihasta valunut neste suolauksen jälkeen/100 kg /[€] (590,05€)	S-0 poikkeaman vaikutus +/- (kalkyyli %)/100kg /[€] (590,05€)	Marinoinnin poikkeama +/- (kalkyyli 6,123%)/100 kg /[€] (587,76€ /624,44€)	Henkilök. myym. liha /100kg/[€](587,76€ /624,44€ /-1,186€)	Rehuun mennyt liha/100kg/[€](587,76€ /624,44€)	Vaaka järjestelmä kilot /Ylipakk./100kg /[€] (587,76€ /624,44€)
1.10.		2,082	8,784	7,037	2,239	4,515	11,306	0,538
2.10.		-3,300	13,847	41,822	0,740	49,856	5,105	11,280
3.10.		-2,203	9,699	30,630	-4,251	16,438	3,972	-4,651
4.10.		2,473	13,088	35,870	-10,945	6,958	3,190	1,150
5.10.		-0,076	11,866	75,046	-11,292	30,951	14,423	3,436
8.10.		4,965	10,915	19,325	-1,288	12,897	5,427	-1,154
9.10.		1,615	13,732	28,880	-6,759	9,947	53,929	4,570
10.10.	61,991	3,754	18,541	28,817	-2,317	1,005	13,034	18,978
11.10.	44,324	0,888	18,078	26,283	-0,028	1,032	16,007	18,966
12.10.	61,880	7,948	14,204	32,481	-4,127	0,000	8,375	12,416
Yhteensä	168,195	18,147	132,753	326,193	-38,028	133,597	134,769	65,530
Kaikki yht./[€]								941,156
%	17,871	1,928	14,105	34,659	-4,041	14,195	14,319	6,963
Kaikki yht./[%]								100,000
Keskiarvo [€]	16,819	1,815	13,275	32,619	-3,803	13,360	13,477	6,553
kymmeneltä päivältä							yht.	94,116

SUOLAUKSEN JÄLKEISEN VALUMAN VAIKUTUS SAANTOON [%]

Valumasta laadittiin taulukko, jossa tarkasteltiin suolauksen jälkeisen valuman vaikutusta saantoon. Prosessissa käytetty raaka-aine suolattiin edellisenä päivänä. Lihasta valuu säilytyksessä sekä lihasnestettä, että suolauksessa käytettyä laukkaa, mikä mitattiin seuraavana päivänä ennen käyttöön ottoa. Taulukosta näkyy suolauksen jälkeisen valuman vaikutus saantoon [%]. Suolauksen jälkeinen valuma vähensi saantoa siten, että kolmea tutkimuspäivää lukuun ottamatta, saanto jäi alle alemman toleranssirajan.

Tutkimuspäivä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pvm	1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.	12.10.
Raaka-aine/[kg] (92,626%)	216,5	201,5	173,5	222,5	213	182,5	185	261,5	265,5	253
Valuma ennen suolausta/[kg]	0	0	0	0	0	0	0	22,5	16,5	21,5
Valuma ennen suolausta/[%]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,604	6,215	8,498
Suolattu raaka-aine/[kg]	246,5	234,5	201	253	244,9	206	211,5	270	285	257
Saanto ennen valumaa suolauksen jälkeen/[%]	12,170	14,072	13,682	12,055	13,026	11,408	12,530	11,481	12,632	9,922
Valuma suolauksen jälkeen/[kg]	3,5	4,5	3	5	4	3,5	4	7,5	7,5	5,5
Valuma suolauksen jälkeen/[%]	1,420	1,919	1,493	1,976	1,633	1,699	1,891	2,778	2,632	2,140
Saanto kun valuma suolauksen jälkeen vähennetty/[%]	10,751	12,154	12,189	10,079	11,392	9,709	10,638	8,704	10,000	7,905
Suolauksen jälkeisen valuman vaikutus saantoon/[%]	1,420	1,919	1,493	1,976	1,633	1,699	1,891	2,778	2,632	2,017

TOTEUTUNEET TEHDYT TYÖTUNNIT SATAA KILOA KOHDEN KOKO TUTKIMUSAIKANA [h]

Käytetyn työajan kertymistä seurattiin tutkimusaikana. Varsinkin pakkausprosessissa oli hankala määrittää alku- ja loppuajankohtaa, koska tuotteiden pakkausprosessin esivalmistelut alkoivat jo, kun edellistä tuotetta pakattiin vielä. Tämän vuoksi saatuja tuloksia ei käytetty prosessin tilan arviointiin. Kuitenkin tarkasteltiin saatuja tuloksia lähinnä vaihtelun osalta. Samoin pakkaus osaprosessista saatiin vaakajärjestelmän seurannasta pakkausnopeus. Laskettiin pakkausnopeus ensimmäisen ja viimeisen rasi- an väliltä. Tuloksista laadittiin taulukko, missä tarkasteltiin vaihtelua osaprosesseittain ja laadittiin yhteenveto koko prosessin toteutuneista tunneista tutkimuspäivittä

Toteutuneet tunnit/[h]/100kg					Reseptin laskelma 2,002 h/100kg	
	Suolaus	Leikkaus	Marinointi	Pakkaus	Toteutuneet tunnit [h]/100kg	Pakkaus nopeus pakkausta [kpl]/min vaakajärjestelmän läpi
1.10.	0,106	0,354	0,071	0,383	0,914	54,44
2.10.	0,217	0,400	0,087	4,198	4,902	5,59
3.10.	0,274	0,438	0,091	1,132	1,935	12,71
4.10.	0,148	0,266	0,185	4,835	5,434	6,75
5.10.	0,168	0,419	0,218	3,570	4,374	15,97
8.10.	0,132	0,529	0,088	1,691	2,440	12,13
9.10.	0,194	0,388	0,097	6,342	7,021	5,25
10.10.	0,105	0,349	0,084	4,651	5,188	7,48
11.10.	0,136	0,272	0,075	3,922	4,405	9,80
12.10.	0,144	0,438	0,044	2,808	3,434	13,51
k-a	0,162	0,385	0,104	3,353	4,005	14,36
Mediaani						10,97