

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Tietotekniikan koulutusohjelma
Organisaation IT-palvelut

Juho Kalinainen

Tuotannonohjausjärjestelmän massataselaskennan tarkastaminen ja dokumentointi

Opinnäytetyö 2014

Tiivistelmä

Juho Kalinainen

Tuotannonohjausjärjestelmän massataselaskennan tarkastaminen ja dokumentointi, 42 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Tietotekniikan koulutusohjelma

Organisaation IT-palvelut

Opinnäytetyö 2014

Ohjaajat: lehtori Martti Ylä-Jussila, Saimaan ammattikorkeakoulu, Projektipäällikkö Tommi Myller, Stora Enso Oyj

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Stora Enson Imatran tehtaiden tuotannonohjausjärjestelmän massataselaskennan nykytila. Massataselaskennan avulla lasketaan kone- ja tuotantolinjojen kannattavuus.

Aihealueeseen tutustuttiin kirjallisuuden avulla sekä tehtaan prosessikaavioihin tutustumalla. Laskennat kerättiin tuotannonohjausjärjestelmän lähdekoodista. Tämän jälkeen laskennat tarkastettiin kone- ja tuotantolinjoittain. Jokaisella linjalla oli vastuuhenkilö, joka vastasi laskentojen oikeellisuudesta.

Opinnäytetyön tuloksena asiakkaalle dokumentoitiin massataselaskennat sekä niiden virheet ja puutteet. Tuloksista huomattiin suurimpien ongelmien kohdistuvan yhdelle konelinjalle. Laskennat olivat kuitenkin suurimmalta osalta oikein ja ne vastasivat nykytilaa.

Asiasanat: massataselaskenta, Stora Enso Oyj, tuotannonohjausjärjestelmä

Abstract

Juho Kalinainen

Verification and documentation of mass-balance calculation in manufacturing execution system, 42 Pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Information Technology

Organizations IT-services

Bachelor's Thesis 2014

Instructors: Mr Martti Ylä-Jussila, lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Tommi Myller, Project Manager, Stora Enso Oyj

The purpose of the study was to find out mass-balance calculation accuracy of the manufacturing execution system in Imatra Mills.

The information was gathered from literature, the internet and mill's own charts. Calculations were collected from the manufacturing execution systems source code. Every product line had a responsible person for the accuracy of the calculations.

The final result of this thesis was to document mass-balance calculation and its errors to the customer. The result of the study shows that calculations were all right. Calculations had to be changed only in one of the seven product lines.

Keywords: mass-balance calculation, Stora Enso Oyj, manufacturing execution system

Sisältö

Käsitteet.....	5
1 Johdanto	6
1.1 Tutkimuksen tausta ja aiheen rajausta	6
1.2 Opinnäytetyön rakenne	7
2 Stora Enso Oyj.....	8
2.1 Imatran tehtaat	8
2.2 Imatran sellu.....	9
2.3 CTMP-laitos.....	10
2.4 Kartonki- ja paperikoneet.....	11
3 Imatran tehtaiden tietojärjestelmät	14
3.1 SAP	15
3.2 Sting	15
3.3 Fenix.....	16
3.4 SEITTI	16
3.5 QCS.....	18
3.6 DCS.....	19
4 Mittaukset ja valintatiedot.....	20
4.1 Virtauksen mittaaminen	20
4.2 Sakeuden mittaaminen.....	22
4.3 Pinnankorkeuden mittaaminen	23
4.4 Mittausten kalibrointi.....	23
4.5 Valintatiedot.....	25
5 Opinnäytetyöprojekti	26
5.1 Projektin esitutkimus.....	26
5.2 Projektisuunnitelma	27
5.3 Projektin toteutuksen vaiheet	30
6 Tulosten esittely	31
6.1 Työn kulku	31
6.2 Massataselaskennat.....	32
6.2.1 Kuitulinja 2:n laskennat	33
6.2.2 Kuitulinja 3:n laskennat	34
6.2.3 CTMP-laitoksen laskennat.....	35
6.2.4 Kartonkikone 1:n laskennat.....	36
6.2.5 Kartonkikone 2:n laskennat.....	36
6.2.6 Kartonkikone 4:n laskennat.....	37
6.2.7 Paperikone 6:n massalaskennat.....	38
7 Yhteenveto.....	38
Kuvat.....	40
Taulukot.....	40
Lähteet.....	41

Käsitteet

C#	Microsoftin kehittämä ohjelmointikieli
CTMP	Chemi-ThermoMechanical Pulp, kuusihakkeesta valmistettua kemimekaanista kuumahierrettä
DCS	Distributed control system, hajautettu ohjausjärjestelmä
Fenix	Stora Enson myynti- ja asiakaspalvelujärjestelmä
ITU	Imatran Tehdasjärjestelmien Uusinta
MES	Manufacturing execution system, tuotannonohjausjärjestelmä
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung Aktiengesellschaft, liiketoimintaohjelmistojen ja ohjelmistopalvelujen toimittaja
SAS	Analyttisten liiketoimintaohjelmistojen ja -palvelujen ohjelmistotoimittaja
SEITTI	Stora Enson Imatran tehtaiden tietojärjestelmä, tuotannonohjausjärjestelmän lyhenne Imatran tehtailla
Sting	Stora Enso customer and product profitability reporting, Stora Enson asiakkaiden ja tuotteiden kannattavuusraportointijärjestelmä
QCS	Quality control system, laadunhallintajärjestelmä

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Stora Enson Imatran tehtaiden tuotannonohjausjärjestelmän massaselaskennan nykytilanne. Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastaa MES-järjestelmän lähdekoodin kone- ja tuotantolinjakohdattaiset massaselaskentakaavat ja niiden toimintalogiikka sekä dokumentoida vastaantulevat virheet ja puutteet.

Olin kiinnostunut tekemään opinnäytetyön Stora Ensolle, koska olin työskennellyt kahtena aikaisempina kesänä yhtiössä. Opinnäytetyön aiheen sain Stora Enson Imatran tehtaiden tietotekniikkaosaston päälliköltä, joka esitti aiheita Saimaan ammattikorkeakoululle. Aihe oli mielenkiintoinen, koska olin käyttänyt MES-järjestelmää aikaisempina kesinä.

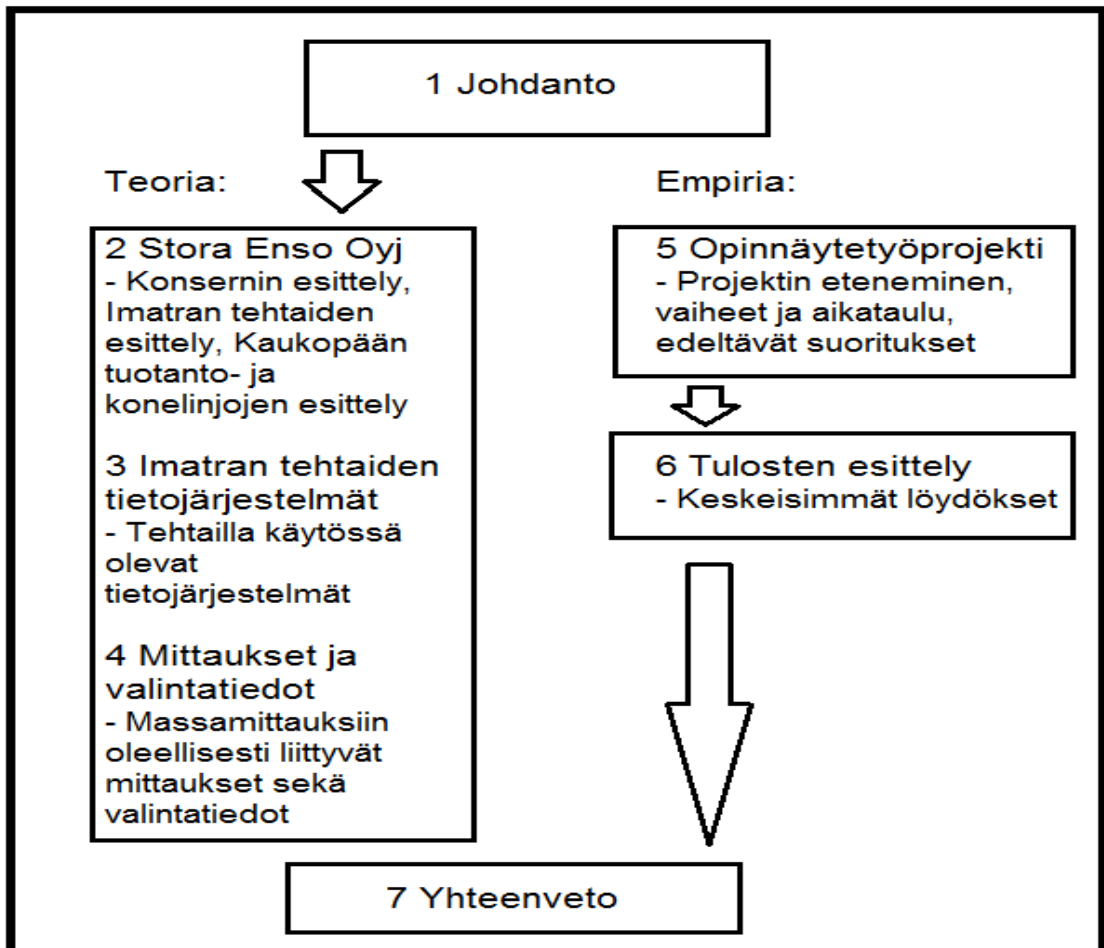
1.1 Tutkimuksen tausta ja aiheen rajaus

Massaselaskenta on ollut nykytilassaan Imatran tehtaiden tuotannonohjausjärjestelmässä vuodesta 2007. Laskentoihin on kuitenkin tehty hyvin vähän muutoksia, vaikka prosessit ovat muuttuneet. Laskennan lähdekoodi on heikosti kommentoitua ja siitä on vaikea saada selvää. Tästä syystä massaselaskennat tulee tarkastaa ja päivittää vastaamaan nykytilaa.

Opinnäytetyössä keskitytään Kaukopään tehdasyksikön laskentoihin. Alkuperäisessä suunnitelmassa työhön olisi kuulunut myös kemikaalilaskennat, mutta ne jätettiin pois työn laajuuden takia.

1.2 Opinnäytetyön rakenne

Kuvassa 1 esitellään opinnäytetyön rakenne. Teoriaosuudessa käsitellään Stora Ensoa, Imatran tehtaiden tietojärjestelmiä sekä mittauksia ja valintatietoja. Luvussa 5 esitellään opinnäytetyöprojekti kokonaisuudessaan ja luvussa 6 esitellään sen tulokset. Lopussa käydään työ läpi yhteenvetona.



Kuva 1. Opinnäytetyön rakenne

2 Stora Enso Oyj

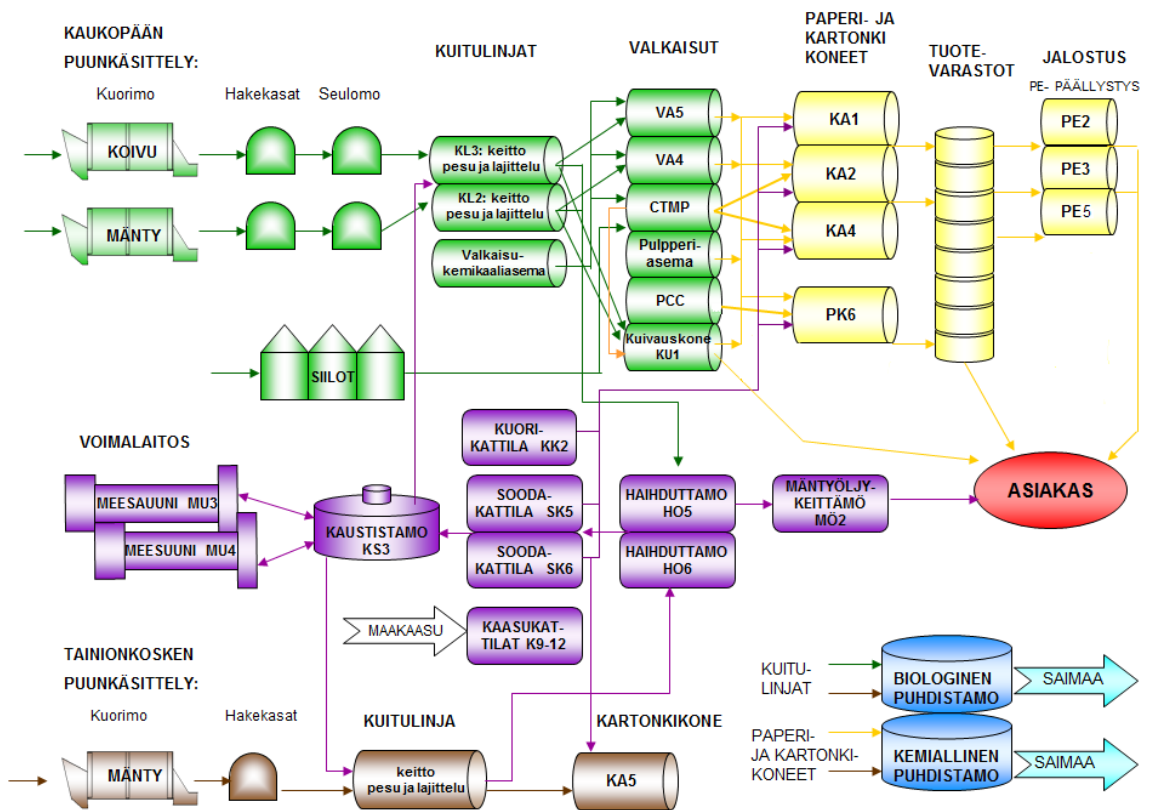
Stora Enso Oyj on paperi-, biomateriaali-, puutuote- ja pakkausteollisuuden maailmanlaajuinen yritys. Konsernin palveluksessa työskentelee noin 28 000 henkilöä yli 35 maassa. Stora Enso on listautunut Helsingin ja Tukholman arvopaperipörsseihin. Yhtiön asiakkaita ovat paperitukkurit, kustantamot ja painotalot sekä pakkaus- ja rakennusteollisuus. (Stora Enso Oyj 2014a.)

Yhtiön tuotantokapasiteetti vuodessa on 11,7 miljoonaa tonnia paperia ja kartonkia, 5,4 miljoonaa tonnia kemiallista sellua, 5,6 miljoonaa kuutiometriä puutuotteita ja 1,3 miljardia neliometriä aaltopahvia. Stora Enson liikevaihto oli 10,5 miljardia euroa vuonna 2013 ja sen operatiivinen liikevoitto oli 578 miljoonaa euroa. (Stora Enso Oyj 2014a.)

2.1 Imatran tehtaات

Stora Enso Oyj:n Imatran tehtaات on eräs Euroopan suurimmista metsäteollisuusintegraateista. Se on Stora Enson suurin tehdas sekä Suomen suurin kartongintuottaja. Imatran tehtaisiin kuuluu kaksi tehdasyksikköä, Kaukopää ja Tainionkoski (Kuva 2). Tehtailla työskentelee noin 1000 henkilöä. Imatran tehtaaten tuotantokapasiteetti vuodessa on yli miljoona tonnia kartonkia ja paperia. Yli 90 % tehtaaten tuotannosta menee vientiin. Päämarkkina-alue on Eurooppa, mutta suuri osa viennistä suuntautuu myös Kaakkois-Aasiaan. (Stora Enso Oyj 2014b.)

IMATRAN TEHTAIDEN LOHKOKAAVIO



Kuva 2. Imatran tehtaiden lohkokaavio

Imatran tehtaas tuottaa paperia ja kartonkia. Nestepakkauskartonkien käyttökohteita ovat muun muassa maito- ja mehutölkit. Pakkauskartonkien käyttökohteet ovat elintarvike-, makeis- ja savukepakkaukset. Tehtailla valmistetaan myös graafisia kartonkeja sekä pakkauspapereita. (Stora Enso Oyj 2014b.)

2.2 Imatran sellu

Imatran selluun kuuluu kaksilinjainen kuorimo, kaksi kuitulinjaa, kuivauskone, valkaisu-kemikaaliasema, jätevedenpuhdistamo ja voimalaitos. Seuraavissa luvuissa tarkastellaan kuitulinjoja sekä kuivauskonetta.

Kuitulinja 2

Kuitulinja 2:n tuotanto koostuu valkaistusta pitkäkuituisesta havusellusta. Valmistettu massa käytetään ensisijaisesti putkiselluna Kaukopään tehdasyksikön kartonki- ja paperikoneilla. Kuitulinjan tuotanto aloitettiin vuonna 1976, ja alun perin se valmisti valkaistua lyhytkuituista koivusellua. Kuitulinjaa muokattiin

vuonna 2001 ja siitä lähtien se on tuottanut havusellua. Kuitulinja 2:n tuotantokapasiteetti vuodessa on 250 000 tonnia havusellua. (Kangaspunta 2013, 29.)

Kuitulinja 3

Kuitulinja 3:n tuotanto koostuu valkaistusta lyhytkuituisesta koivusellusta. Valmistettu massa käytetään ensisijaisesti putkiselluna tehtaan kartonki- ja paperikoneilla. Kuitulinja 3:n tuotanto aloitettiin vuonna 2011, ja sen tuotantokapasiteetti vuodessa on 650 000 tonnia koivusellua. (Kangaspunta 2013, 31.)

Kuivauskone 1

Kuivauskone 1 kuivaa kolmea eri massalajia, jotka ovat CTMP-massa sekä havu- ja koivusellu. Se on valmistunut vuonna 2001, ja se kuivaa osan massoista omaan varmuusvarastoon. Loput massoista käytetään ensisijaisesti Stora Enson omilla tehtailla Suomessa ja Ruotsissa. Kuivauskone 1:n rooli muuttui vuonna 2010 tuotantokoneeksi, kun paperikone 8 suljettiin. Kuivauskoneen tuotantokapasiteetti on noin 200 000 tonnia kuivattua kuitua vuodessa. (Kangaspunta 2013, 33.)

2.3 CTMP-laitos

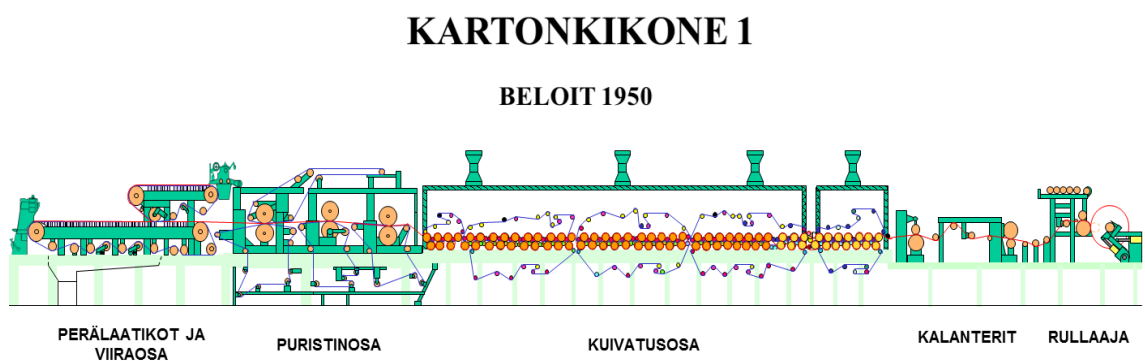
CTMP-laitoksella valmistetaan kuusihakkeesta kemimekaanista kuumahierrettä. Prosessissa kuusipuun kuidut pehmennetään kemikaaleilla ja irrotetaan toisistaan mekaanisesti hiertämällä. CTMP-massaa käytetään nestepakkauskartongin keskikerroksessa. CTMP-laitos valmistui vuonna 1996, ja sen tuotantokapasiteetti on noin 200 000 tonnia CTMP-massaa vuodessa. (Imatran tehtaiden esittelyaineisto 2014.)

2.4 Kartonki- ja paperikoneet

Imatran tehtailla on yhteensä neljä kartonkikonetta ja yksi paperikone. Seuraavissa luvuissa tarkastellaan Kaukopään tehdasyksikössä sijaitsevia koneita.

Kartonkikone 1

Kartonkikone 1 (Kuva 3) valmistaa kuppi-, vuoka- ja nestepakkauskartonkeja. Se on leveydeltään 4,4 metriä, ja sen tuotantokapasiteetti on 175 000 tonnia kartonkia vuodessa. (Imatran tehtaiden tuotanto 2014.)

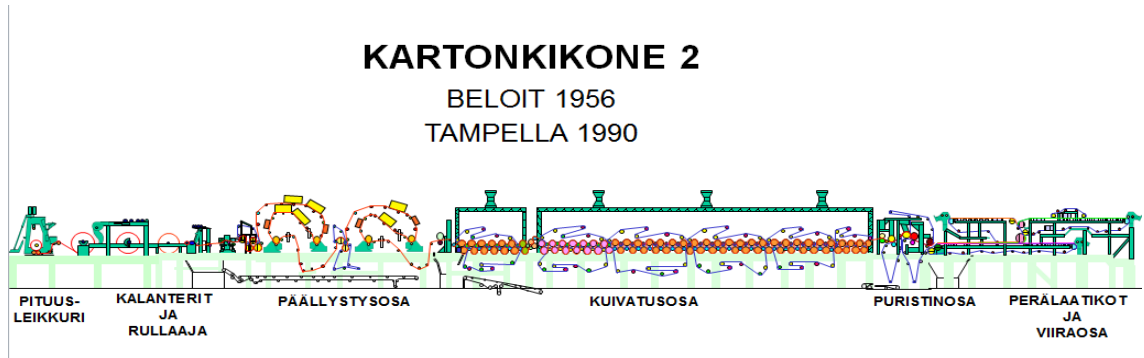


Kuva 3. Kartonkikone 1 (Tuotannon esittelymateriaali 2010)

Kartonkikone 1:n tuotanto aloitettiin vuonna 1950, ja vuosien varrella sitä on uudistettu useasti. Kartonkikone 1 on Imatran tehtaiden vanhin toiminnassa oleva kone. (Imatran tehtaiden esittelyaineisto 2014.)

Kartonkikone 2

Kartonkikone 2:n (Kuva 4) tuotantoon kuuluvat graafiset-, pakkaus- ja savukekartongit. Koneen leveys on 5,6 metriä, ja sen vuosittainen tuotantokapasiteetti on 250 000 tonnia kartonkia. (Imatran tehtaiden tuotanto 2014.)

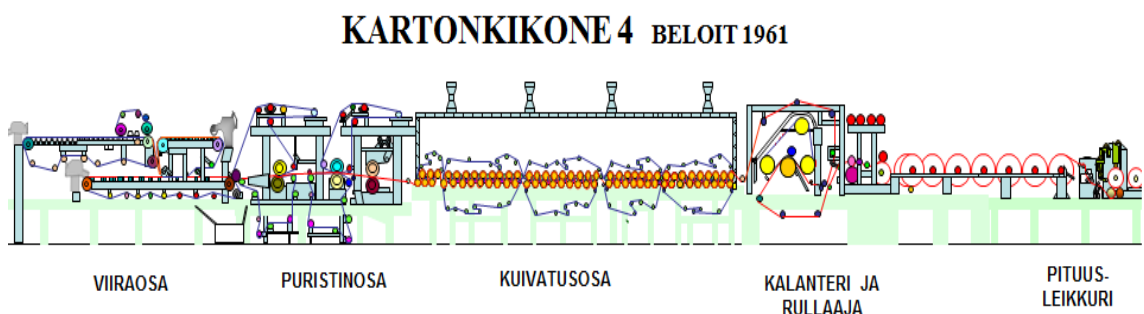


Kuva 4. Kartonkikone 2 (Tuotannon esittelymateriaali 2010)

Kartonkikone 2:n tuotanto aloitettiin vuonna 1956 ja se uudistettiin perusteellisesti vuonna 1990 (Imatran tehtaiden esittelyaineisto 2014).

Kartonkikone 4

Kartonkikone 4 (Kuva 5) valmistaa nestepakkauskartonkeja. Kone on 6,3 metriä leveä, ja sen tuotantokapasiteetti on 320 000 tonnia kartonkia. Kartonkikone 4 on Imatran tehtaiden suurin kone. (Imatran tehtaiden tuotanto 2014.)

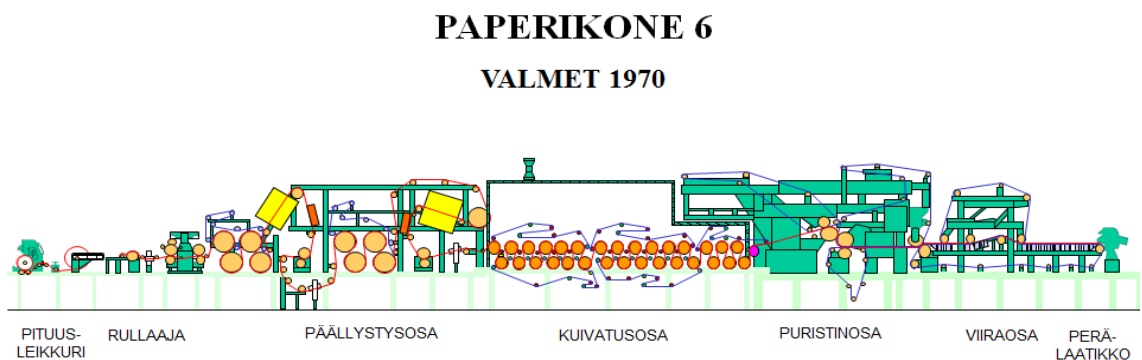


Kuva 5. Kartonkikone 4 (Tuotannon esittelymateriaali 2010)

Kartonkikone 4:n tuotanto aloitettiin vuonna 1961, ja sitä on päivitetty useasti. Suurimpina muutoksina kartonkikone 4:llä voidaan mainita vuonna 2009 tapahtunut laadunparannus sekä vuosina 1990–1992 tapahtuneet uudistukset. (Imatran tehtaiden esittelyaineisto 2014.)

Paperikone 6

Paperikone 6 (Kuva 6) valmistaa päällystettyjä joustopakkauspapereita. Se on leveydeltään 3,1 metriä, ja sen vuosituotantokapasiteetti on 90 000 tonnia paperia. Paperikone 6 on viimeinen toiminnassa oleva paperikone Imatran tehtailla. (Imatran tehtaiden tuotanto 2014.)

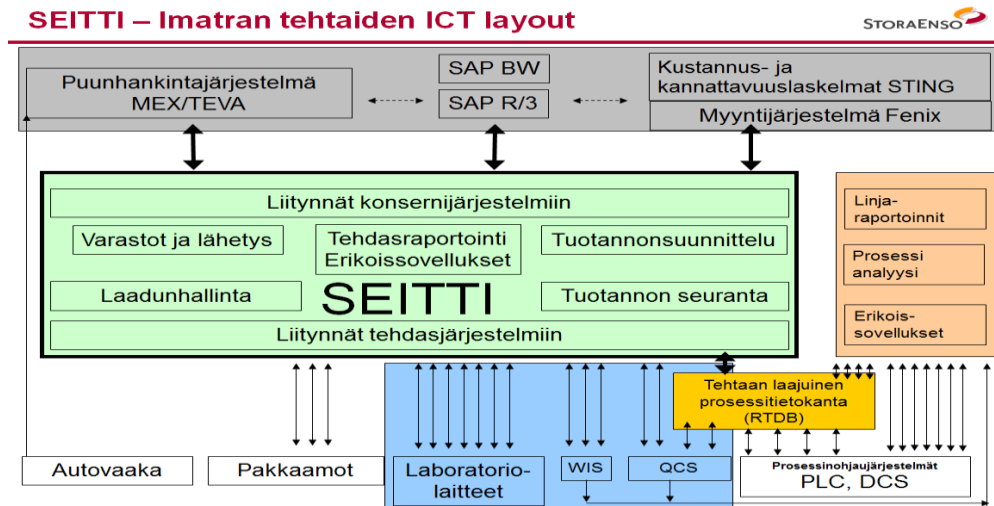


Kuva 6. Paperikone 6 (Tuotannon esittelymateriaali 2010)

Paperikone 6 aloitti tuotannon vuonna 1970 ja sen suurin uudistus on tehty vuonna 1990 (Imatran tehtaiden esittelyaineisto 2014).

3 Imatran tehtaiden tietojärjestelmät

Tässä luvussa perehdytään Imatran tehtaiden tietojärjestelmiin. Tietojärjestelmät voidaan karkeasti jakaa kolmeen tasoon (Kuva 7): konsernin laajuiset järjestelmät, tehtaan sisäiset järjestelmät sekä konelinjakohtaiset järjestelmät.



Kuva 7. Imatran tehtaiden tietojärjestelmät (Myller 2010)

Konsernitasolla tapahtuvat strateginen sekä taloudellinen ohjaus. Tehtaan sisäisessä tuotannonohjausjärjestelmässä tapahtuvat tuotannon-, käytön- ja prosessinohjaus. Konelinjakohtaisilla järjestelmillä ohjataan konetta sekä prosessia. Kaikista järjestelmistä siirretään tietoa ylös- ja alaspäin, joten tiedon siirron tulee olla tehokasta ja luotettavaa. Tehtaan automaatiojärjestelmien väylät ja tietoväylät ovat oleellinen osa toimintakokonaisuutta.

Tehtaan kustannuksista suurin osa on massakustannuksia. Prosessinohjausjärjestelmistä saadaan online-mittauksilla mittaustiedot, jotka siirretään prosessitietokantaan. MES-järjestelmä laskee online-mittauksien perusteella toiminnanohjausjärjestelmän kustannuslaskennan lähtötiedot. Toiminnanohjausjärjestelmästä kustannuslaskennan tiedot lähetetään eteenpäin Sting- sekä Fenix-järjestelmien käyttöön.

3.1 SAP

SAP AG on maailman johtava ohjelmistopalvelujen ja liiketoimintaohjelmistojen toimittaja. Stora Enso käyttää toiminnanohjausjärjestelmänään SAP:n valmistamaa tuotetta. Sen avulla konsernissa hoidetaan kirjanpitoa, kunnossapitoa, henkilöstö- ja palkkahallinnon asioita sekä materiaalien hallintaa. Stora Enso on käyttänyt SAP:n ratkaisuja vuodesta 1998. (SAP esittely 2014.)

Toiminnanohjausjärjestelmän tehtävänä on sisällyttää yrityksen tai konsernin eri toiminnot yhteen kokonaisuuteen. Tämä mahdollistaa eri toimintojen keskitetyn hallinnan ja seurannan yrityksessä. (Oscar Software Oy 2013.)

3.2 Sting

Sting (Stora Enso customer and product profitability reporting) on Stora Enson moniulotteinen kannattavuuden analysointiväline liiketoiminnan ohjaukseen. Järjestelmä on tarkoitettu Stora Enson asiakkaiden ja tuotteiden kannattavuuden raportointiin. (STING – Introduction to profitability management tool 2009.)

Sting sisältää kolme eri järjestelmämallia, jotka ovat StingFine, StingPub ja StingCB. Kaikki näistä malleista toimivat samalla Sting SAS -alustalla. Sting-järjestelmän laskentaperiaatteet ovat samat kaikilla liiketoiminta-alueilla, jotta pystytään varmistamaan samankaltaisuus raportoinnissa. Jokaisella tehtaalla on mahdollisuus lisätä omaan järjestelmäänsä yksityiskohtia vastaamaan tehtaan tarpeita. (STING – Introduction to profitability management tool 2009.)

Alun perin Sting otettiin käyttöön Stora Enson Fine Paper -divisioonassa. Vuonna 2007 Sting siirrettiin SAS:n alustalle. 2008 aloitettiin StingPub-projekti, jonka tarkoituksena oli laajentaa järjestelmää kahdelle uudelle liiketoiminta-alueelle. Myöhemmin vuonna 2008 aloitettiin myös StingCB-projekti, jonka pilottitehtaana toimi Imatran tehtaas. (STING – Introduction to profitability management tool 2009.)

3.3 Fenix

Fenix on Stora Enson konsernin laajuinen myynti- ja asiakaspalvelujärjestelmä. Se tarjoaa yhtiölle työkalut liiketoiminnan ja tuotannon suunnitteluun, koko toimitusketjun seuraamiseen sekä raportointiin. Fenix on räätälöity Stora Enson kartonki- paperi- ja selluliiketoimintaa varten. Vuonna 2012 järjestelmän läpi kulki 450 000 tilausta ja 64 000 laskua. Nykyään Fenix-järjestelmää päivitetään 4–5 kertaa vuodessa. (Weinitschke 2010; Fenix General Presentation 2014.)

Fenixin toteutettavuustutkimushanke aloitettiin Stora Ensossa vuonna 1993. Ensimmäinen budjetoinnin tietojärjestelmä saatiin käyttöön vuonna 1996 kaikissa tehtaissa sekä suurimmassa osassa myyntipuolen sivustoissa. Vuonna 1999 kaikki Stora Enson tuotteet, kuljetusreitit ja tullit sekä tärkeimmät asiakkaat lisättiin osaksi Fenix-järjestelmää. Vuosina 2000–2002 Imatran tehtaot liitettiin kokonaan järjestelmään. (Weinitschke 2010.)

3.4 SEITTI

Stora Enson Imatran Tehtaiden Tietojärjestelmä eli SEITTI on Imatran tehtailla käytössä oleva tuotannonohjausjärjestelmä. Järjestelmää käyttävät Imatran tehtaiden kaikki tuotantolinjat. SEITTI otettiin käyttöön ITU-projektissa (Imatran Tehdasjärjestelmien Uusinta) vuosina 2005–2007. (Myller 2010.)

Tuotannonohjausjärjestelmän perustoimintoja ovat

- tuotannonsuunnittelu
- tuotannonseuranta
- varasto ja lähetys
- laadunhallinta
- prosessitietokanta.

Järjestelmän tehdaskohtaiset sovellukset Imatran tehtailla ovat

- tehtaan laajuinen raportointi
- materiaalin hallinta
- sellu- ja kääremateriaalin kulutusennusteet
- tehostettu tuotteiden jäljitettävyys

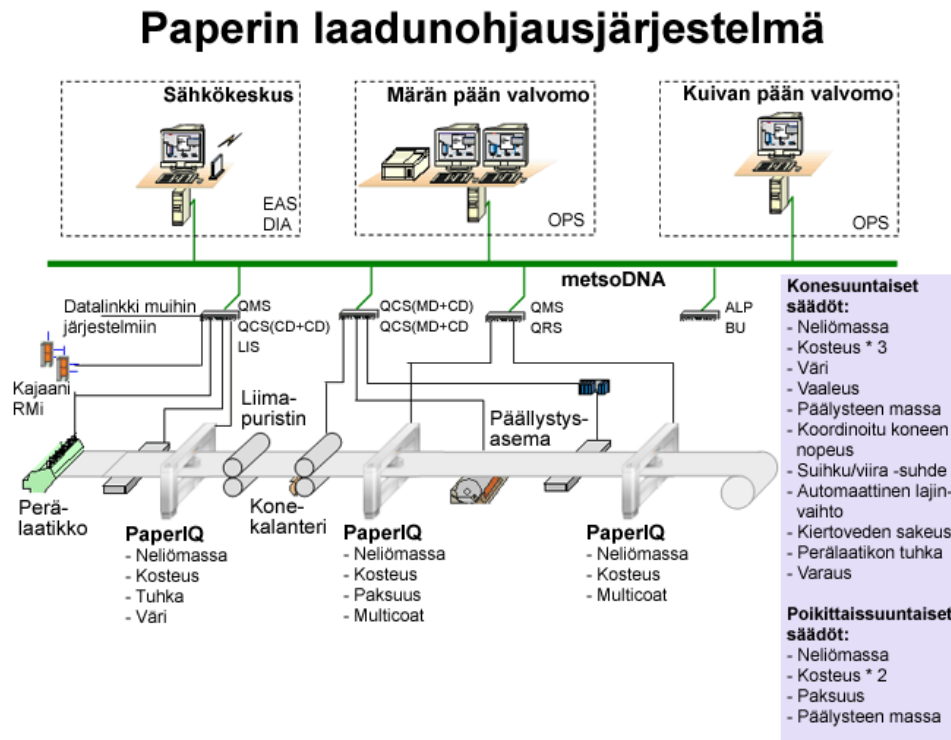
- tehtaiden sisäinen vuoroilmoitusjärjestelmä
- reaaliaikainen tuotekustannuslaskenta
- reklamaatoraportointi
- jäteraportointi
- puun kulutuksen laskenta ja laskutusluvut.

Järjestelmä on käytössä ympäri vuorokauden ja sen keskimääräinen käyttäjäluku on noin 250. Järjestelmään on nimetty käyttäjiä yli 1000 kappaletta ja se tuo oman haasteen käyttöoikeuksien ylläpidossa. (Myller 2010.)

Tuotannonohjausjärjestelmä tiedottaa tehdastason tapahtumista ja ohjaa tuotantolinjoja. Järjestelmän avulla saadaan raportteja tuotantotiedoista ja se mahdollistaa myös jatkuvan tuotantoprosessien kehittämisen. Järjestelmä parantaa laadunvalvontaa sekä vähentää paperityön ja laskennan tarvetta. (Nortal Oy 2014.)

3.5 QCS

QCS (Quality control system) on paperiteollisuudessa käytettävä laadunohjausjärjestelmä (Kuva 8). Paperi- ja kartonkitehtaissa laatumittaukset suoritetaan online-mittauksina.



Kuva 8. Laadunohjausjärjestelmä (KnowPap 2013)

Paperi- ja kartonkikoneen laadunohjausjärjestelmän tehtävät ovat todella tärkeitä hyvä- ja tasalaatuisen tuotannon jatkuvalla ylläpidolla. Laadunohjausjärjestelmät perustuvat digitaaliseen hajautettuun järjestelmäteknikkaan. (KnowPap 2013.)

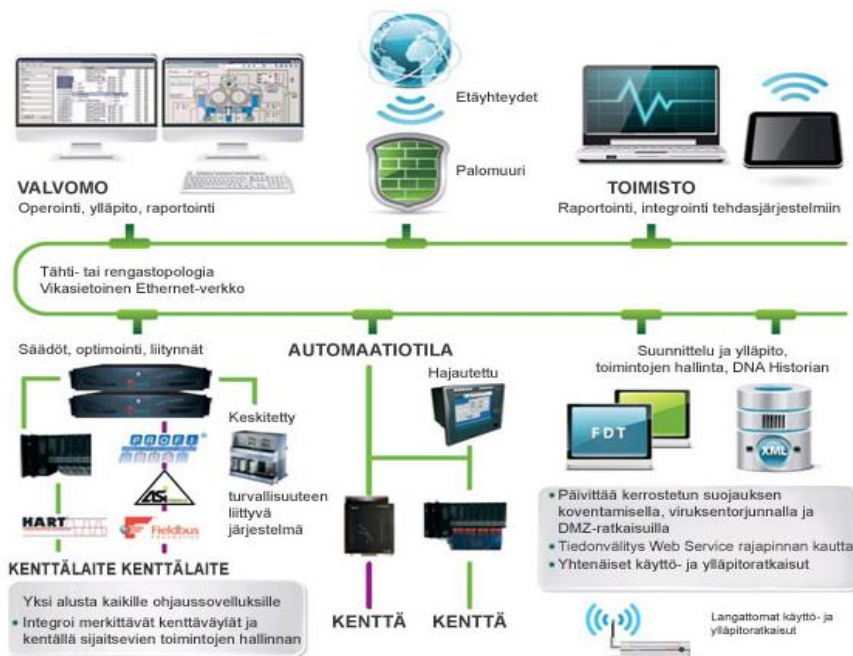
Laadunohjausjärjestelmän tärkeimpiä toimintoja ovat

- laatuominaisuuksien tarkka online-mittaus
- laatusuureiden konesuuntaiset säädöt
- laatusuureiden koordinoitua säädöt
- profiilisäädöt
- valvomotoiminnot
- laatuominaisuuksien konerulla-, vuoro-, vuorokausi- ja lajikohtainen raportointi.

Laadunohjausjärjestelmä säättää ominaisuuksia sekä poikkisuunnassa että konesuunnassa. Poikkisuunnassa voidaan säätää esimerkiksi neliömassaa, kosteutta, paksuutta, sileyttä ja kiiltoa. Konesuunnassa voidaan säätää täyteainepitoisuutta, sävyä, kosteutta ja neliömassaa. (KnowPap 2013.)

3.6 DCS

DCS (Distributed control system) on teollisuudessa käytettävä hajautettu ohjausjärjestelmä. Järjestelmän avulla hallitaan jatkuvasti toimivaa tuotantoa, siten että tuotanto on turvallista ja taloudellista. Hajautetulla ohjausjärjestelmällä tarkkaillaan myös tuotannossa esiintyviä katkoksia sekä tuotteen laatua. Kuvassa 9 esitellään Metso DNA -ohjausjärjestelmän arkkitehtuuri. (KnowPap 2013.)

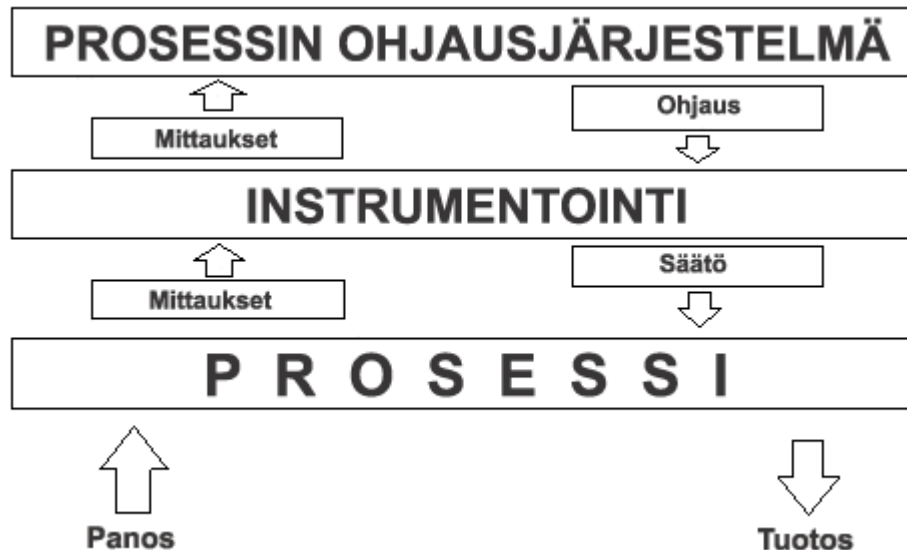


Kuva 9. Metso DNA (KnowPap 2013)

Kuten kuvasta pystytään toteamaan niin hajautettu ohjausjärjestelmä sisältää monia pienehköjä toimilaitteita, jotka muodostavat suuremman kokonaisuuden. Järjestelmän tehtävänä on esimerkiksi ylläpitää virtauksia säädetyllä tasolla. (KnowPap 2013.)

4 Mittaukset ja valintatiedot

Mittaukset, valinta- ja tilatiedot ovat välttämättömiä, sillä ilman niitä prosessia ei pystyttäisi valvomaan ja ohjaamaan. Kuvassa 10 esitellään mittauksien vaikutus prosessiin.



Kuva 10. Prosessin mittaukset (KnowPap 2013)

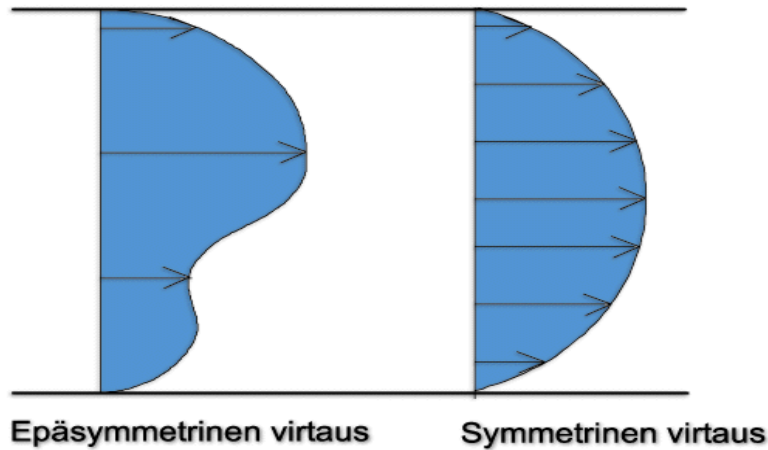
Mittausten avulla ohjataan ja säädetään prosessia, mutta sen lisäksi mittauksia ja tilatietoja tarvitaan tuotanto-, tehokkuus- ja laaturaportointiin. Tässä luvussa perehdytään yleisimpiin mittauksiin sekä valintatietoihin prosessissa, jotka liittyvät läheisesti massalaskentaan.

4.1 Virtauksen mittaaminen

Paperiteollisuuden prosesseissa aineet siirretään suurimmaksi osin nestevirtauksina. Virtausmittaukset ovat siksi tärkeitä prosessimittauksia. (KnowPap 2013.)

Virtausmittauksissa kohdesuurena voi olla massavirta, tilavuusvirta, virtausmäärä tai virtausnopeus. Mitattava suure määrää usein myös käytettävän anturityypin. Virtausnopeus on yleisin mitattava suure. Siitä saadaan tilavuusvirta kun tunnetaan virtauspinta-ala. (KnowPap 2013.)

Virtaus voi olla joko laminaarista tai turbulenttista (Kuva 11). Laminaarinen eli symmetrinen virtaus on sitä, kun virtaus on yhdensuuntaista. Suorassa putkessa virtaus on laminaarista, kun virtausnopeus on pieni. Kun virtausnopeus kasvaa yli kriittisen pisteen, virtausnopeus muuttuu turbulenttiseksi eli epäsymmetriseksi. (Aumala 1996, 40-41.)



Kuva 11. Virtausprofiili (KnowPap 2013)

Virtausta voidaan mitata useilla eri tavoilla: magneettinen virtausmittaus, ultraäänimittaus, paine-eromittaus, mekaaniset mittarit, coriolis-voimaan perustuva massamittaus, vortex-mittaus ja rotametri.

Massan virtaamisen mittauksiin käytetään usein magneettista virtausmittausta. Magneettisen virtausmittauksen etu muihin mittauksiin on se, että mittaus ei häiritse itse virtausta, eikä se ole herkkä virtausprofiilin muutokselle. (Aumala 1996, 63.) Magneettinen virtausmittaus soveltuu normaaleille putkihalkaisijoille (Kuva 12).

Mittausmenetelmän valinta

Putken koko DN	Vesi	Kondenssi- vesi	Massat	Öljy	Päällystys- pastat jne	Maito	Kaasut	Höyry
< 32	M/P	U/C/P	M	C/R/T	M/C	M/C	V/P/T	V/P/C
40 - 80	M/P	U/P	M	C/T	M/C	M/C/U	V/P/T	V/P/C
100 -200	M/U/P	U/P	M "U"	U	M	M/U	V/P	V/P
250 - 1000	U/P	U/P	M "U"	U			P	P
> 1000	U	U	M					

M: Magneettinen virtausmittaus
 U: Ultraäänimittaus
 P: Paine-eromittaus

R: Mekaaniset mittarit
 C: Coriolis-voimaan perustuva massamittaus
 V: Vortex-mittaus (pyörrevanamittaus)
 T: Rotametri

Kuva 12. Mittausmenetelmän valinta (KnowPap 2013)

Magneettisen virtausmittauksen tarkkuus on myös suhteellisen hyvä. Sen virhealue on noin 0,5 % alueesta ja sillä voi mitata virtausnopeuksia 0,6...6,1 m/s alueelta. Nykyään tosin joillain laitteilla pystytään mittaamaan jopa 10 m/s nopeuksia. (KnowPap 2013.)

4.2 Sakeuden mittaaminen

Massan sakeutta mittaamalla saadaan selville massasulpun kuiva-ainepitoisuus. Tämä on erittäin tärkeä tieto prosessin ohjauksessa, koska esimerkiksi massavirtaus lasketaan virtauksen ja sakeuden tulona. (KnowPulp 2013.)

On olemassa erilaisia sakeuslähettämiä, ja ne toimivat eri periaatteilla. Virtausnopeuden ja mitattavan aineen perusteella valitaan aina parhaiten käyttötarkoitukseen soveltuva laite (KnowPulp 2013). Sakeusmittarit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään mittausperiaatteen mukaan:

- leikkausvoimamittarit
- optiset sakeusmittarit
- mikroaaltomittarit.

Leikkausvoimamittarit ovat vielä yleisimmin käytössä mitattaessa massavirtauksen sakeutta. Kriittisimmissä mittauspisteissä käytetään mikroaaltomittareita niiden mittaustarkkuuden takia. Muiden mittareiden käyttö on kasvamassa, koska niiden hinta ei ole enää liian korkea verrattuna niiden käytöllä saavutettavaan hyötyyn.

4.3 Pinnankorkeuden mittaaminen

Erilaisten säiliöiden pinnankorkeuden mittaaminen on yksi yleisimmistä ja tärkeimmistä mittauskohteista teollisuudessa. Useimmiten automaattisesti ohjattujen prosessien säätöön liittyy pinnankorkeuden säätö ja tästä syystä myös mitaus. (Aumala 1996.)

Pinnankorkeutta voidaan mitata todella usealla erilaisella tavalla. Menetelmät voidaan kuitenkin karkeasti jakaa neljään eri ryhmään:

- mekaaniset menetelmät
- sähköiset menetelmät
- pintakytkimet
- hydrostaattiseen paineeseen perustuvat menetelmät.

Kaikkia näitä menetelmiä käytetään teollisuudessa riippuen mittavan aineen ominaisuuksista, asennuspaikoista, käyttökohteesta ja käytettävyydestä. Massasäiliöissä pinnankorkeutta mitataan yleisimmin sähköisillä menetelmillä.

4.4 Mittausten kalibrointi

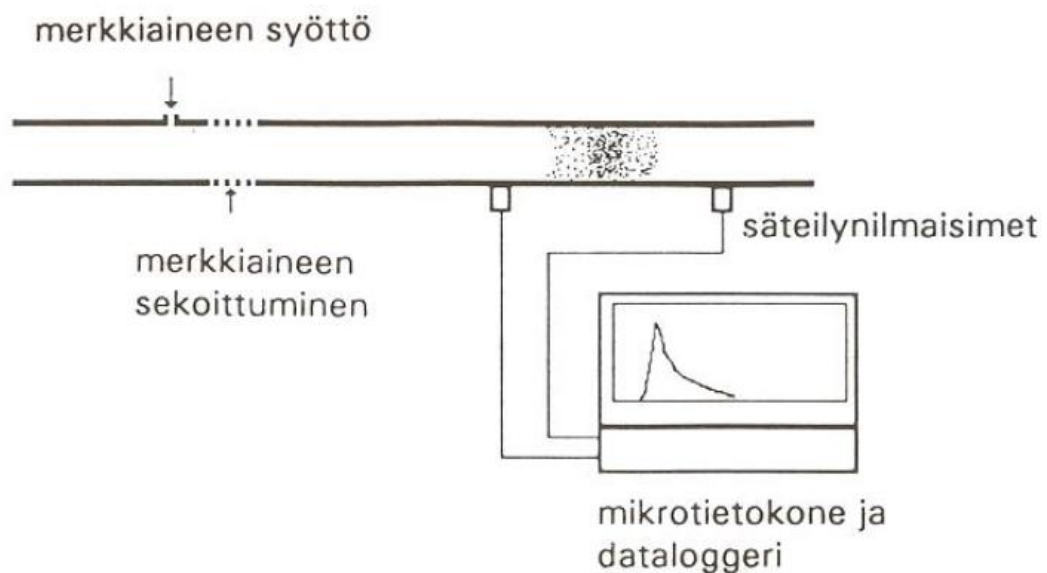
Mittausten luotettavuudella ja tarkkuudella on oleellinen merkitys tuotantoprosesseissa, koska tuotteen valmistusta voidaan ohjata vain niin tarkasti kuin mitaukset sen sallivat. (JMK Instruments Oy 2014.)

Mittausten virheet ja mittausepävarmuudet saadaan selville kalibroimalla. Näiden tulosten perusteella voidaan tehdä korjaustoimenpiteitä, joiden avulla pysty-

tään pienentämään mittausepävarmuutta ja mittausvirheitä. (JMK Instruments Oy 2014.)

Virtausmittausten kalibrointi

Virtausmittaukset kalibroidaan yleisesti merkkiainetekniikalla. Pulssinopeusmenetelmässä radioaktiivista merkkiainetta syötetään lyhyt pulssi mitattavaan virtaukseen (Kuva 13). Merkkiaineen nopeus mitataan säteilyilmaisimilla, jotka ovat asennettu putken ulkopuolelle. Virtausnopeuden ja putken sisäpoikkipinnan tulona saadaan tilavuusvirtaus. Menetelmän hyötynä voidaan pitää sitä, että se ei häiritse itse prosessia. (Ravila 1995.)



Kuva 13. Pulssinopeusmenetelmän periaate (Ravila 1995)

Pulssinopeusmenetelmän kalibroinnin tarkkuus on noin 1...2 %. Virtausmittaus saadaan kalibroitimittauksen kanssa samaan tarkkuusluokkaan korjaamalla asennuspaikasta ja mittarista aiheutuva kokonaisvirhe kalibroitituloksen mukaisesti. (Ravila 1995.)

Stora Enson Imatran tehtailla virtausmittausten kalibroinnin suorittaa ulkopuolinen yhtiö. Virtausmittarit kalibroidaan kahden vuoden välein, ellei tarvetta kalibrointiin tule aikaisemmin.

Sakeusmittausten kalibrointi

Sakeusmittaukset kalibroidaan tehtaalla laboratoriossa. Massasta otetaan näyte tietyin väliajoin ja se tutkitaan tehtaan laboratoriossa. Näytteiden tulosten ja sakeusmittareiden kalibrointikäyrien avulla mittauksen kokonaisvirhe pystytään korjaamaan.

Online-kalibrointimääritykset Kaukopään tehdasyksikössä tehdään konelinjoille KA1, KA2, KA4, PK6 ja CTMP kerran viikossa määränpään viikko-ohjelman (Taulukko 1) mukaisesti. Mikäli konelinja seisoo, viikko-ohjelmaa muutetaan joustavasti ja tehdään jokin toisen konelinjan kalibrointimittaukset. (Liiketoimintajärjestelmä 2014.)

TAM17 -MÄRÄNPÄÄN LABORATORION VIIKKO-OHJELMA						
MAANAN- TAI	TIISTAI	KESKIVIIK- KO	TORSTAI	PERJANTAI	LAUANTAI	SUNNUN- TAI
Online- kalibroinnit:	Online- kalibroinnit:	Online- kalibroinnit:	Online- kalibroinnit:	Online- kalibroinnit:	Online- kalibroinnit:	Online- kalibroinnit:
KA1	KA4	KA2	PK6	CTMP	Tehdään, jos on tarvetta lisäsäätöihin tai jokin konelinja tai mittari on jäänyt tekemättä arkipäivänä.	

Taulukko 1. Määränpään laboratorion viikko-ohjelma

Lauantaisin ja sunnuntaisin tehdään tarvittavia lisäkalibrointimittauksia tai arkipäivänä seisokin vuoksi tekemättä jääneen konelinjan kalibrointimittauksia. (Liiketoimintajärjestelmä 2014.)

4.5 Valintatiedot

Paperi- ja kartonkiteollisuudessa valinta-, asento- ja tilatiedot ovat olennainen osa prosessin valvontaa ja mittausta. Venttiilien avulla säädetään virtaavien massojen annostelua konelinjoille, säiliöihin, sekoittimeen ja putkiin.

Säätöventtiilillä muutetaan venttiilin läpi virtaavan massan määrää. Venttiiliä säädellään joko auki-kiinni-toimilaitteella tai säätötoimilaitteella. Perustoimilaitteet ovat molemmissa käyttötavoissa normaalisti samoja, ja ainoastaan niiden

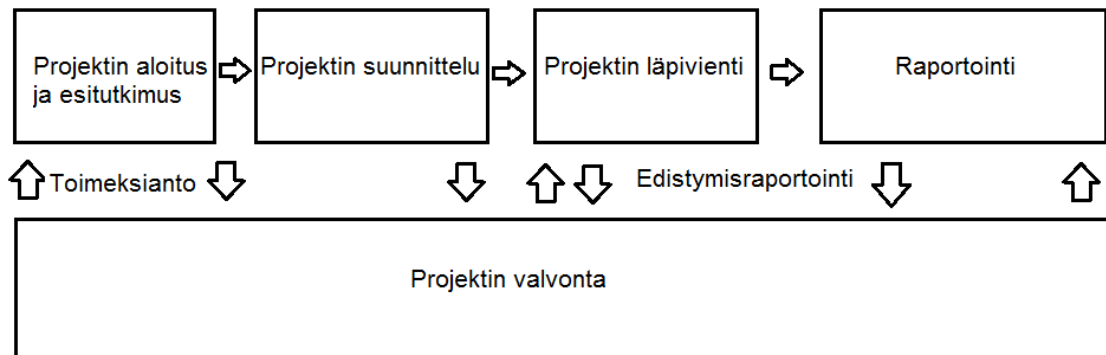
lisälaitteissa on eroja. (KnowPap 2013.) Toimilaitteet voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään:

- pneumaattiset toimilaitteet
- sähkötoimilaitteet
- käsikäyttöiset vaihteet.

Tavallisimmin käytetyt pneumaattiset eli paineilmatoimiset toimilaitteet ovat jousipalautteisia tai kaksitoimisia kalvotoimilaitteita. Sähkötoimilaitteet ovat sähkömoottorilla toimivia vaihteita ja niissä on usein myös momentin mittausta. Käsikäyttöisiä vaihteita käytetään useimmiten kohteissa joissa venttiilejä säädetään harvoin. (KnowPap 2013.)

5 Opinnäytetyöprojekti

Opinnäytetyöprojekti käynnistettiin syksyllä 2013. Projekti käsitti esitutkimuksen, projektisuunnittelun, toteutuksen ja raportoinnin (Kuva 14).



Kuva 14. Projektin lohkokaavio

5.1 Projektin esitutkimus

Opinnäytetyöprojektin ensimmäinen tapaaminen pidettiin syksyllä 2013. Tapaamisessa katsottiin projektin kokonaiskuvaa. Pidin työtä kiinnostavana ja mahdollisena toteuttaa, joten projektin aloitus oli näin sovittu.

Ennen varsinaisen projektin aloittamista perehdyin projektin aihealueeseen. Syksyn 2013 ja alkutalven 2014 käytin alan kirjallisuuden lukemiseen. Kirjallisuuden avulla perehdyin integroidun sellu- ja kartonkitehtaan toimintaan, massan valmistukseen, paperi- ja kartonkikoneisiin, automaatiojärjestelmiin, prosesseihin ja teollisuusprosessien mittauksiin.

Esitutkimus osoittautui ennen projektia ja sen alussa hyödylliseksi. Ilman esitutkimusta ja aiheen opiskelua projektia ei olisi voitu viedä läpi sen vaatimassa aikataulussa. Vaikka vastaan tuli aivan uusia asioita, niin pohjatieto auttoi niiden ymmärtämisessä ja päättelyssä.

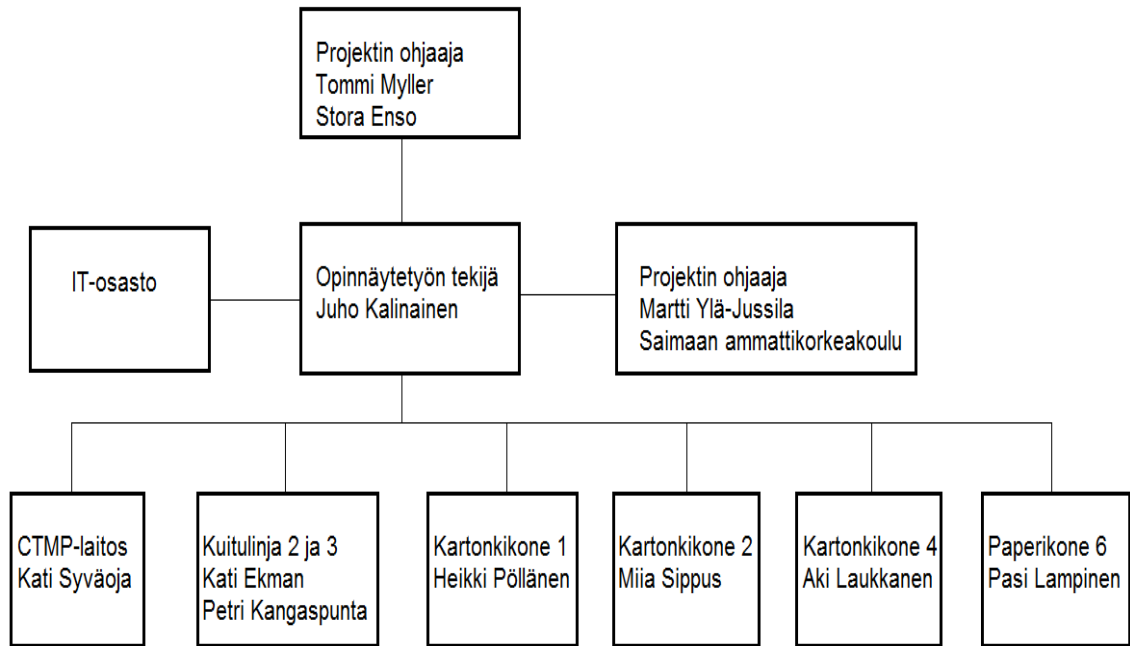
5.2 Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelma tehtiin vuoden 2014 alussa. Suunnitelmaan kuului tavoitteet, vaiheet, aikataulu, tehtävät, organisaatio, ohjaus sekä riskit ja niiden torjuminen. Projekti vietiin läpi suunnitelman mukaisesti, vaikkakin työmäärän arvioinnin kanssa oli pieniä ongelmia.

Projektisuunnitelma oli tärkeä osa itse projektia. Ilman sitä projektia olisi ollut vaikea viedä hallitusti loppuun. Projektiin osallistui paljon tuotannossa työskenteleviä henkilöitä, joiden osuuden aikatauluttaminen toteutukseen vaati melkoisesti sommittelua.

Organisaatio

Projektin organisaatioon kuului jokaiselta tuotanto- ja konelinjalta yksi tai useampi yhteyshenkilö. Tämän lisäksi projektiin kuuluivat ohjaajat Stora Enson sekä Saimaan ammattikorkeakoulun puolelta. IT-osasto auttoi käytännön järjestelyissä. Projektin läpiviemisestä vastasi opinnäytetyön tekijä. Kuvassa 15 esitellään projektin organisaatio kokonaisuudessaan.



Kuva 15. Projektion organisaatio

Aikataulu

Opinnäytetyön etenemistä seurattiin aikataulun avulla (Kuva 18). Aikataulu toteutettiin Excelillä ja siinä oli lista työtehtävistä ja niiden viikoittaiset työtuntimäärät sekä alkuperäiset arvioinnit ja toteutuneet tuntimäärät yhteensä.

OPINNÄYTETYÖN AIKATAULU, Juho Kalinainen				Pvm	6.1.2014	13.1.2014	20.1.2014	27.1.2014	3.2.2014	10.2.2014	17.2.2014	24.2.2014	3.3.2014	10.3.2014	17.3.2014	24.3.2014	31.3.2014	7.4.2014	14.4.2014	21.4.2014	28.4.2014	5.5.2014	12.5.2014	19.5.2014	26.5.2014	31.6.2014		
AIKATAULU 20.01.2013				uko	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
				kk	Tamm			Helmi				Maalis				Huhti					Touko					Kesä		
	Alkuperäinen arvio	Toteutunut suunniteltu																										
Tehtävä	h	h																										
Teorian opiskelua 70h	70	70																										
- Kaaviot 40h	40	40																										
- Järjestelmät 20h	20	20																										
- Muut 10h	10	10																										
Koulutus 40h	40	40																										
- Järjestelmät 10h	10	10																										
- Konelinjakohaiset 20h	20	20																										
- Muut 10h	10	10																										
Toteutus 200h	200	200																										
- Dokumentointi 60h	60	60																										
- Laskentojen tarkastus 140h	140	140																										
Raportti 100h	100	101																										
- Teorian kirjoittaminen	40	41																										
- Työn raportointi	40	40																										
- Siistiminen	20	20																										
Projektin hallinta	65	65																										
- Viikkopalaverit (ohjaaja)	15	15																										
- Projektisuunnittelu, aikataulu, tuntiseurant	20	20																										
- Tapaamiset + muut palaverit	30	30																										
	475	476																										
		hviikko		2	10	3	18	37	46	42	44	44	45	45	33	33	32	30	23	11	11	11	0	0	0	0	0	
		Tehty		2	12	15	33	70	116	158	202	247	292	325	358	390	420	443	454	465	476							
		Jäijellä		476	474	464	441	443	406	360	318	274	229	184	151	118	86	56	23	12	11	0	0	0	0	0	0	

Kuva 16. Opinnäytetyön aikataulu

Opinnäytetyöhön käytettiin aikaa runsaat 400 tuntia, joten se pysyi aikataulussa ja valmistui suunnitellusti.

Riskit

Projektin alkuvaiheessa tehtiin riskikartoitus. Riskit nimettiin ja listattiin projekti-suunnitelmaan. Jokaiselle riskille laadittiin myös torjuntasuunnitelma (Taulukko 2).

Riskin numero	Nimi	Selitys	Torjuminen
Riski 1	Aikataulu	Aika ei riitä projektin läpivientiin	Pidetään viikkotyömäärä tasaisesti >40 tunnissa, aikataulua seurataan päivittäin
Riski 2	Työmenetelmät	Työmenetelmät ovat uusia	Saadaan selvä perehdytys ja koulutus jotta työ voidaan viedä läpi
Riski 3	Henkilöstön vaihtuvuus	Ohjaava henkilö esim. linjalla vaihtuu	Jos henkilö vaihtuu, tulee vaihtuvan henkilön kertoa uudelle, missä kohdassa projektia mennään
Riski 4	Tiedonkulku	Tieto ei etene kunnolla	Pidetään viikoittain ohjauspalaveri
Riski 5	Poissaolot	Projektityöntekijä poissa työmaalta	Tiedotetaan mitä on tehty jos tiedotettavaa ja sovitaan uusi palaveriaika jos poissaolon päälle sattuu palaveri

Taulukko 2. Projektin riskit

Jokaiseen riskiin törmättiin projektin edetessä, mutta niistä ei kuitenkaan tullut suurempaa ongelmaa.

5.3 Projektin toteutuksen vaiheet

Projektin toteutus vietiin läpi kolmessa vaiheessa: tehtaaseen ja laskentoihin tutustuminen, massataselaskentojen tarkistus ja tulosten raportointi.

Tehtaaseen ja laskentoihin tutustuminen

Tehtaalla järjestettiin käytännön asiat kuntoon ja pystyin aloittamaan opinnäytetyöraporttini teoriaosuuden kokoamisen. Tässä vaiheessa kävin läpi prosessi- ja instrumenttikaaviot ja tutustuin tarkemmin massalaskentoihin. Tarkastin laskennat tuotannonohjausjärjestelmän lähdekoodista ja dokumentoin ne.

Massalaskennat ja niiden tarkastaminen

Massalaskennat ja niiden tarkastaminen käytiin tarkemmin läpi tuotanto- ja konelinjakohtaisesti ja niiden ongelmakohtat dokumentoitiin. Tässä vaiheessa aloitin myös opinnäytetyön työvaiheen raportoinnin.

Tulosten raportointi

Raportointivaiheessa laskentojen dokumentointi ja opinnäytetyöraportti saatiin loppuun.

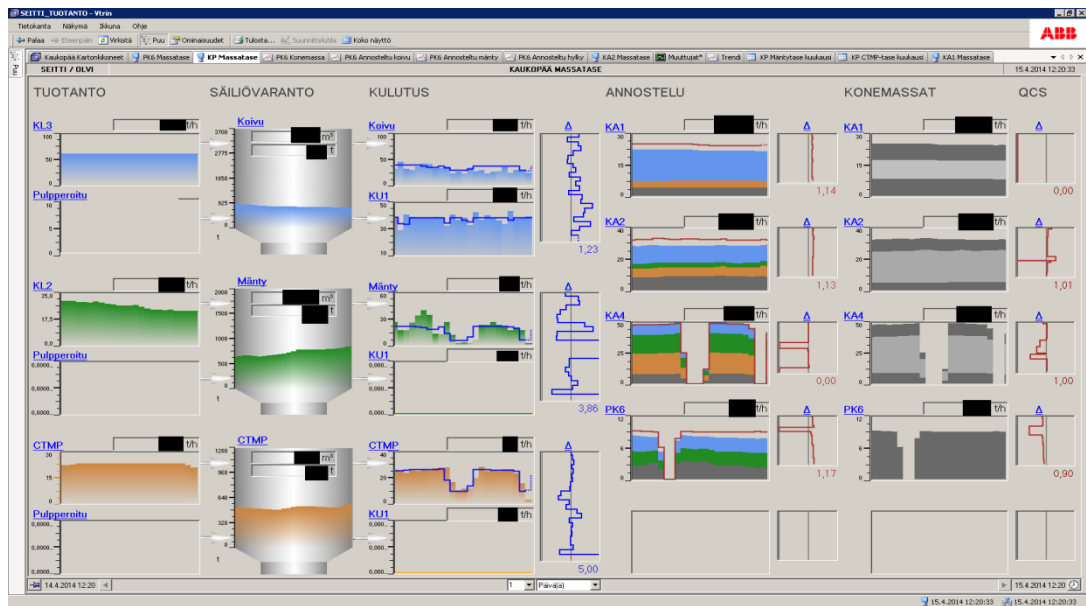
6 Tulosten esittely

Opinnäytetyön empiirisessä osassa kartoitettiin Stora Enson Imatran tehtaiden tuotannonohjausjärjestelmän massalaskennan nykytila. Tarkoituksena oli tarkastaa laskentojen paikkansa pitävyys sekä dokumentoida ne nykyistä selkeämmin. Työn luonteesta johtuen tässä opinnäytetyössä esitellään vain keskeisimmät tulokset yleistettynä.

6.1 Työn kulku

Imatran tehtaat on laaja kokonaisuus ja sen toiminnanohjausjärjestelmä sisältää todella paljon informaatiota. Aluksi opinnäytetyö rajattiin käsittämään Imatran tehtaiden kemikaali- ja massalaskennat, mutta melko nopeasti huomattiin, että laajuus on liian suuri. Työ rajattiin uudelleen käsittämään Kaukopään tehdasyksikön massatase-laskennat tuotannonohjausjärjestelmässä.

Kaukopään tehdasyksikkö sisältää massalaskennan osalta kaksi kuitulinjaa, kuivauskoneen, CTMP-laitoksen, paperikoneen ja kolme kartonkikonetta. Kuvassa 17 on SEITTI-järjestelmän massatase sivu, josta saadaan yleiskuva tehtaasta massataseista. Siitä nähdään kuitulinjojen ja CTMP-laitoksen tuotannot, Kaukopään säiliövarannot, massan kulutus, annostelu konelinjoille ja konelinjojen konemassat.



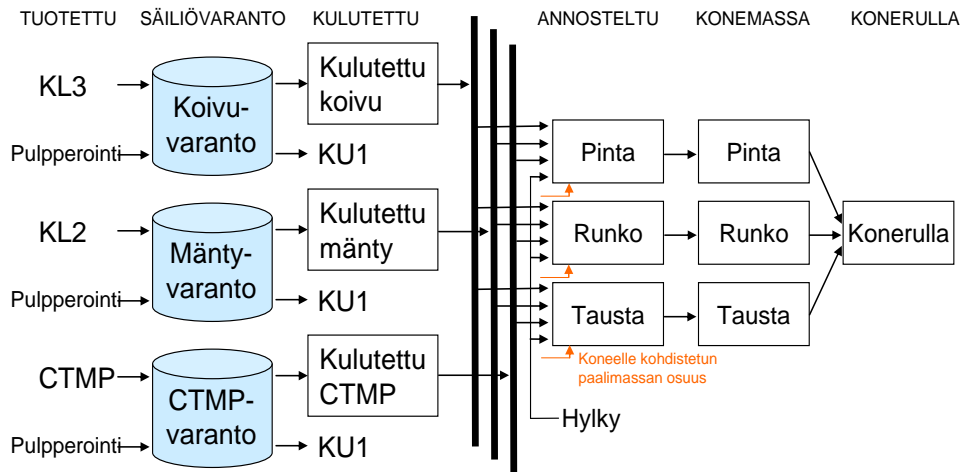
Kuva 17. Massatase-sivu

Työtä lähestyttiin tarkistamalla ensin massatuotantolinjat. Tähän kuului massojen tuotanto sekä niiden säiliövaranto. Tuotantolinjojen tarkastamisen jälkeen siirryttiin konelinjoille. Konelinjoilla tarkastettiin konelinjoille annostellut massat, konemassat sekä konerulliin kohdistuvat massat. Tarkastusten jälkeen dokumenttiin lisättiin jokaiselle linjalle niiden virheet, puutteet sekä huomiot.

Lopputuloksena massataselaskennat olivat selkeästi dokumentoitu. Laskentojen virheet ja puutteet koottiin yhteen, ja niistä tehtiin selvityspyyntö eteenpäin.

6.2 Massataselaskennat

Massataselaskennan ideana on kohdistaa massatuotantolinjojen tuottamat massat ja paalimassat niitä kuluttaville konelinjoille (Kuva 18). Tietoja käytetään kustannuslaskennan lähtötietoina tuotannonohjausjärjestelmässä. Tiedot siirretään tuotekustannuslaskennan tarpeisiin toiminnanohjausjärjestelmään. (Luotojärvi 2006.)



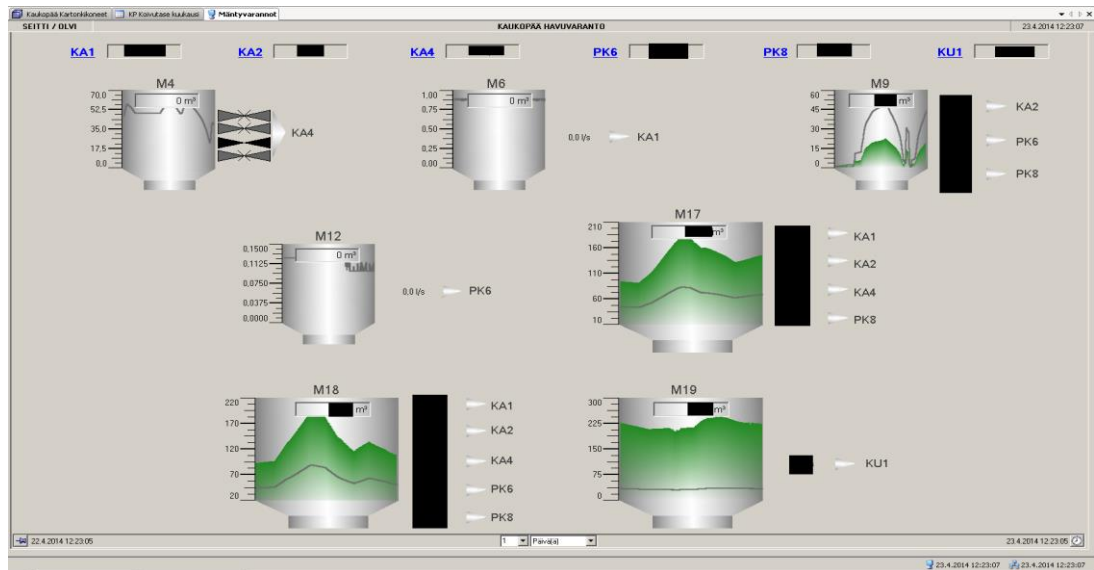
Kuva 18. Massalaskennan periaate (Luotojärvi 2006)

Massalaskennan oletettiin olevan työn alussa jonkin verran prosesseja jäljessä, koska se oli tehty vuonna 2007. Tämän jälkeen laskentaa on muokattu pieniä osia kerrallaan.

Itse laskennat kaavoineen on toteutettu C#-ohjelmointikielellä. Laskentakoodi on yleisesti suhteellisen selkeää. Ainoastaan pulpperoinnin sekä kartonkikone 1:n laskennat oli toteutettu hieman epäselvemmin.

6.2.1 Kuitulinja 2:n laskennat

Kuitulinja 2:n massalaskennat pitivät paikkansa tämän hetken laskennoissa. Ainoat virheet löytyivät havuvarantojen seurantasivulta, jossa oli näkyvillä paperikone 8, joka on poistettu käytössä tehtaalta. Näytöllä oli myös virhe säiliössä M17, jossa ei näkynyt sitä, että paperikone 6 voi ottaa mäntymassaa kyseisestä säiliöstä (Kuva 19).

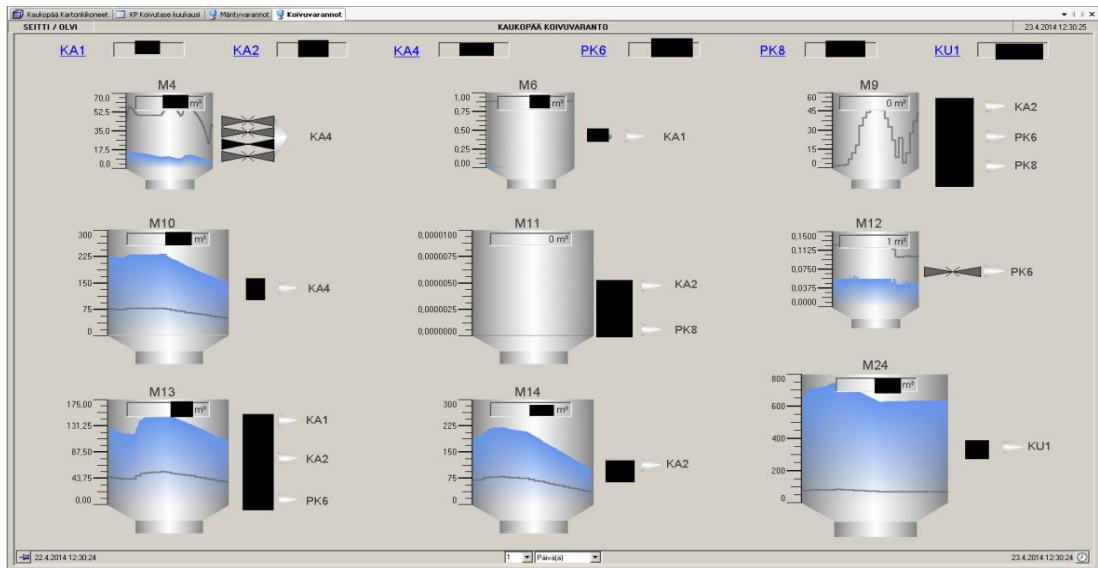


Kuva 19. Havuvarannot

Kuvassa 19 on esitetty Kaukopään havuvarannot ja säiliöt, joihin voidaan varastoida havumassaa. Tämän lisäksi kuvasta nähdään konelinjat, jotka voivat ottaa massaa kyseisistä säiliöistä.

6.2.2 Kuitulinja 3:n laskennat

Kuitulinja 3:n massalaskennat vastasivat nykytilaa aina koivuvarantoihin saakka. Koivuvarannoiden laskennoista puuttui kokonaan yksi koivumassasäiliö, joten järjestelmässä koivuvarantojen suuruus ei pitänyt paikkaansa. Koivuvarantojen sivulle oli myös jäänyt PK8, joka on poistettu tehtaalta (Kuva 20).

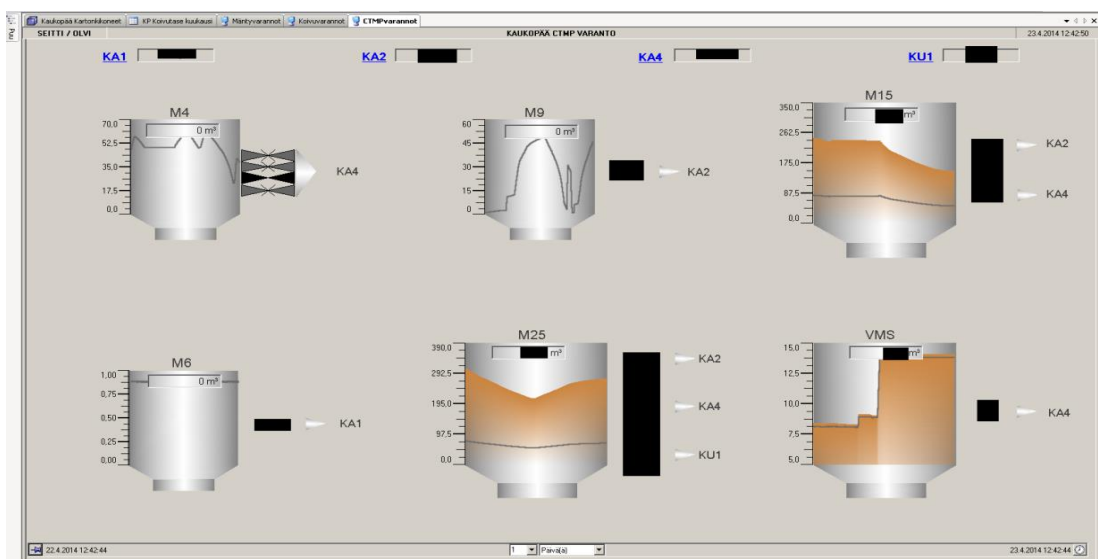


Kuva 20. Koivuvarannot

Kuvassa 20 on esitetty Kaukopään koivuvarannot ja säiliöt, joihin voidaan varastoida koivumassaa. Tämän lisäksi kuvasta nähdään konelinjat, jotka voivat ottaa massaa kyseisistä säiliöistä.

6.2.3 CTMP-laitoksen laskennat

CTMP-laitoksen massalaskennat vastasivat tämän hetken tilannetta. Ainoastaan CTMP-säiliövarannoissa oli korjattavaa, koska säiliövarannot lasketaan priimamassasta. VM-säiliö kuitenkin laskettiin varantoihin mukaan, vaikka sen varannot eivät ole priimamassaa. (Kuva 21).

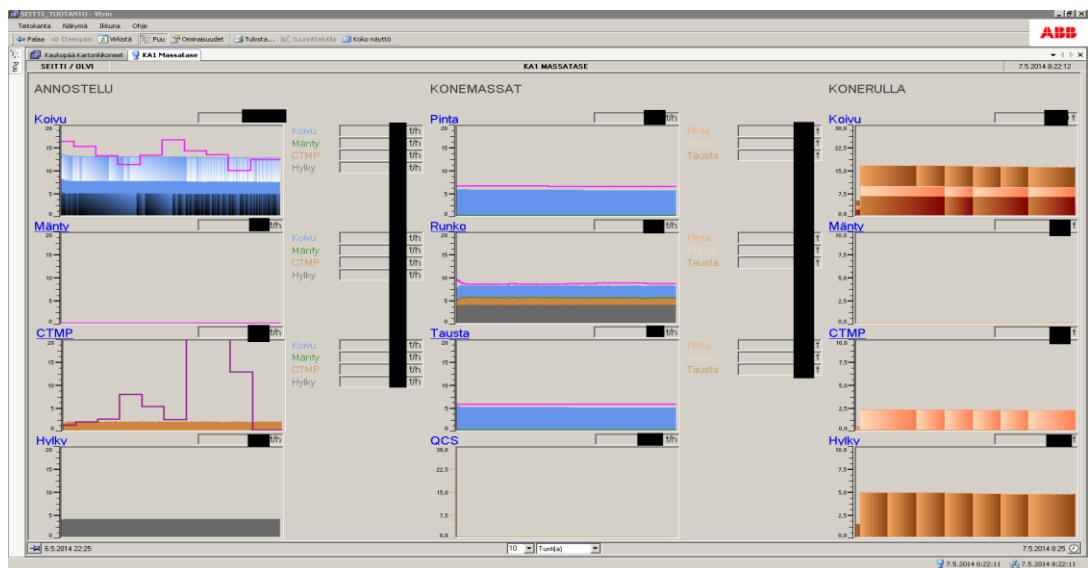


Kuva 21. CTMP-varannot

Kuvassa 21 on esitetty Kaukopään CTMP-varannot ja säiliöt, joihin voidaan varastoida CTMP-massaa. Tämän lisäksi kuvasta nähdään konelinjat, jotka voivat ottaa massaa kyseisistä säiliöistä.

6.2.4 Kartonkikone 1:n laskennat

Kartonkikone 1:n massalaskennat olivat selvästi vaikeaselkoisemmat kuin muilla konelinjoilla. Tämä johtui siitä, että koneelle oli tehty paljon muutoksia. Alun perin kartonkikone 1:llä käytettiin vain koivumassaa, mutta nykyään sillä käytetään myös mäntymassaa sekä CTMP-massaa (Kuva 22).

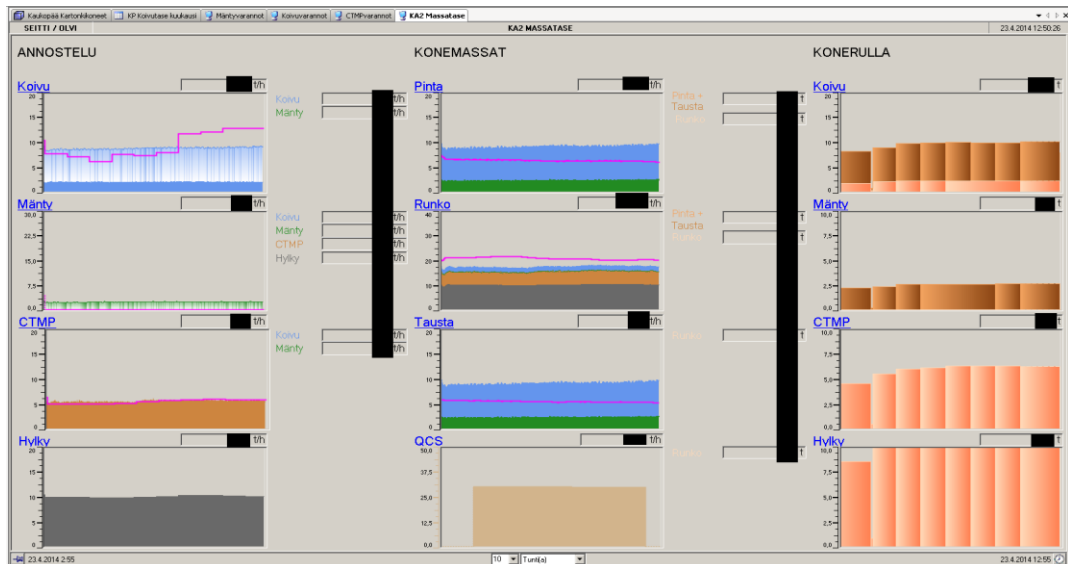


Kuva 22. Kartonkikone 1 massatase

Itse lähdekoodissa oli käytetty paljon muuttujia, mutta niiden nimeäminen oli jäänyt jälkeen koneen todellisesta tilanteesta. Tarkistimme kartonkikoneen päivämestarin kanssa laskennat ja tulimme siihen tulokseen, että ne tulisi tehdä uudelleen alusta alkaen. Laskennat olisi voinut korjata vanhan koodin päälle, mutta silloin laskentavirheen mahdollisuus olisi kasvanut.

6.2.5 Kartonkikone 2:n laskennat

Kartonkikone 2:n massalaskennat pitivät paikkansa annostelun, konemassojen ja konerullien suhteen (Kuva 23). Koneelle pulperoitu paalimassa sen sijaan tuli selvittää uudelleen, koska sen osalta laskennoissa oli epäselvyyksiä.

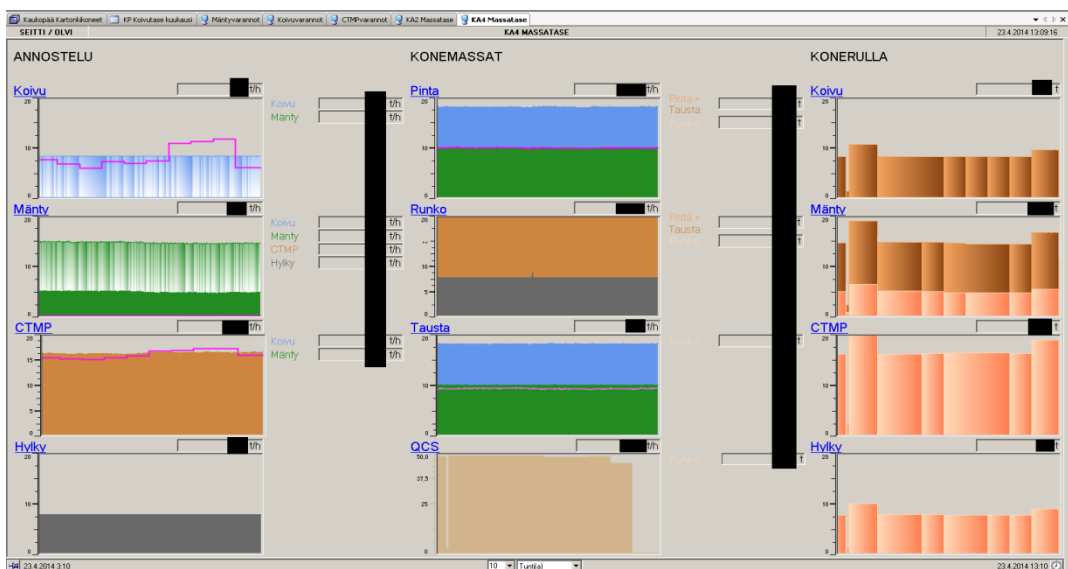


Kuva 23. Kartonkikone 2 massatase

Kuvasta nähdään konelinjalle annostellut massat, konemassat sekä konerullaan käytetyt massat.

6.2.6 Kartonkikone 4:n laskennat

Kartonkikone 4:n laskennat vastasivat koneen nykytilaa (Kuva 24). Koneelle on tulevaisuudessa kuitenkin luvassa muutoksia, joten massalaskennat päivitetään ajan tasalle, kun muutoksia tehdään.

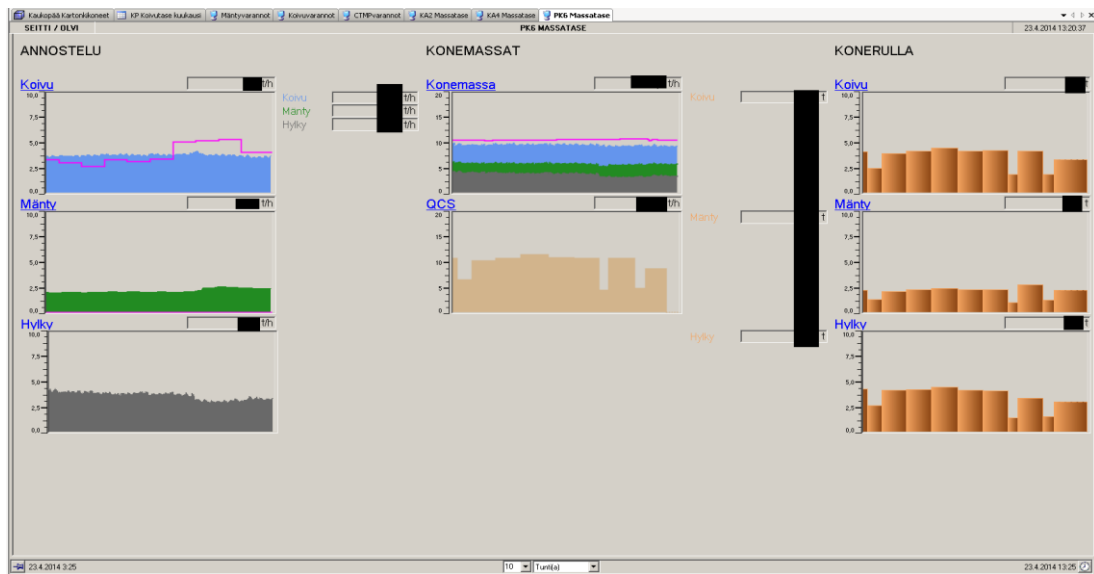


Kuva 24. Kartonkikone 4 massatase

Kuvasta nähdään konelinjalle annostellut massat, konemassat sekä konerullaan käytetyt massat.

6.2.7 Paperikone 6:n massalaskennat

Paperikone 6:n massalaskennat pitivät paikkansa annostelu, konemassojen ja konerullien osalta (Kuva 25). Pulpperoidut massat olivat tälläkin konelinjalla epäselvät, ja ne vaativat uudelleen kartoituksen.



Kuva 25. Paperikone 6 massatase

Kuvasta nähdään konelinjalle annostellut massat, konemassat sekä konerullaan käytetyt massat.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoite oli kartoittaa Imatran tehtaiden tuotannonohjausjärjestelmän Kaukopään tehdasyksikön massataseinnot nykytilanne sekä selvittää sen virheet ja puutteet. Opinnäytetyön tavoite saavutettiin. Laskennan virheet ja puutteet saatiin dokumentoitua. Tulokset listattiin ja laitettiin eteenpäin mahdollisia korjaustoimia varten.

Opinnäytetyössä kartoitettiin Kaukopään tehdasyksikön massalaskentojen nykytilaa. Opinnäytetyön alku käytettiin lukemalla kirjallisuutta aihealueesta. Projektin alussa tehtiin projektisuunnitelma ja sovittiin käytännön toteutuksesta.

Ennen massalaskentoihin siirtymistä tutustuttiin tarkemmin tehtaan prosessi- ja instrumentointikaavioihin. Niiden avulla saatiin kuvaus tehtaan massalinjoista ja siitä, mitä asioita laskennassa tulisi ottaa huomioon.

Massalaskennat dokumentoitiin talteen tuotannonohjausjärjestelmän lähdekoodista. Dokumentoinnissa laskentakaavat aukaistiin ja ne kommentoitiin läpi, jotta niistä saataisiin paremmin selvää. Tämän jälkeen laskennat käytiin tarkastamassa erikseen jokaisella tuotanto- ja konelinjalla. Tarkastusten jälkeen dokumentteihin lisättiin laskentojen virheet, puutteet sekä huomioitavat asiat.

Alkutietojen perusteella massalaskennoissa oli lähes varmuudella virheitä. Virheitä löydettiinkin lähes jokaiselta tarkastuspisteeltä. Massatase-laskentoja tarkastellessa ei riitä, että laskennat ovat lähes oikein. Jos yhdenkin konelinjan laskennat eivät ole ajan tasalla, vaikuttaa se kaikkien konelinjojen saamaan massamäärään vääristävästi.

Opinnäytetyöstä jää jatkoselvitettävää. Selvitettävänä asioina ovat pulperoitujen massojen kartoitus Kaukopään tehdasyksikössä sekä jo löydettyjen virheiden määrittäminen ja korjaaminen. Työtä jatketaan kesän yli ja tavoitteena on saada Kaukopään tehdasyksikön massalaskennat päivitettyksi syksyllä 2014.

Kuvat

- Kuva 1. Opinnäytetyön rakenne, s. 7
- Kuva 2. Imatran tehtaiden lohkokaavio, s. 9
- Kuva 3. Kartonkikone 1, s. 11
- Kuva 4. Kartonkikone 2, s. 12
- Kuva 5. Kartonkikone 4, s. 12
- Kuva 6. Paperikone 6, s. 13
- Kuva 7. Imatran tehtaiden tietojärjestelmät, s. 14
- Kuva 8. Laadunohjausjärjestelmä, s. 18
- Kuva 9. Metso DNA, s. 19
- Kuva 10. Prosessin mittaukset, s. 20
- Kuva 11. Virtausprofiili, s. 21
- Kuva 12. Mittausmenetelmän valinta, s. 22
- Kuva 13. Pulssinopeusmenetelmän periaate, s. 24
- Kuva 14. Projektin lohkokaavio, s. 26
- Kuva 15. Projektiorganisaatio, s. 28
- Kuva 16. Opinnäytetyön aikataulu, s. 29
- Kuva 17. Massatase-sivu, s. 32
- Kuva 18. Massalaskennan periaate, s. 33
- Kuva 19. Havuvarannot, s. 34
- Kuva 20. Koivuvarannot, s. 35
- Kuva 21. CTMP-varannot, s. 35
- Kuva 22. Kartonkikone 1 massatase, s. 36
- Kuva 23. Kartonkikone 2 massatase, s. 37
- Kuva 24. Kartonkikone 4 massatase, s. 37
- Kuva 25. Paperikone 6 massatase, s. 38

Taulukot

- Taulukko 1. Märänpään laboratorion viikko-ohjelma, s. 25
- Taulukko 2. Projektin riskit, s. 30

Lähteet

Aumala, O. 1996. Teollisuusprosessien mittaukset. Tampere: Pressus Oy.

Fenix General Presentation. 2014. Powerpoint diat. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla.

Imatran tehtaiden esittelyaineisto. 2014. Powerpoint diat. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla.

Imatran tehtaiden tuotanto. 2014. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla.

<https://imatra-mills.weshare.storaenso.com/tuotanto/IMT/Pages/default.aspx>
Luettu 4.3.2014

JMK Instruments Oy. 2014. Miksi kalibroida?.

<http://www.jmk-instruments.fi/index.html?sec=4&page=2> Luettu 16.4.2014

Kangaspunta, P. 2013. Erään sellutehtaan tuotannonohjauksen kehittäminen. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Puunjalostustekniikka.

KnowPap. 2013. Paperitekniikan ja automaation oppimisympäristö. Versio 15.0. Prowledge Oy.

KnowPulp. 2013. Sellutekniikan ja automation oppimisympäristö. Versio 12.0. Prowledge Oy.

Liiketoimintajärjestelmä. 2014. Stora Enso Oyj. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla

Luotojärvi, M. 2006. Massalaskenta ITU. Toiminnallinen kuvaus. ABB Oy.

Nortal Oy. 2014. MES-tuotannonohjaus- järjestelmä (Manufacturing Execution System).

<http://www.nortal.fi/mit%C3%A4-teemme/tuotteet-ratkaisut/mes-tuotannonohjausj%C3%A4rjestelm%C3%A4> Luettu 10.4.2014

Myller, T. 2010. ITU- project and SEITTI- MES system presentation. Powerpoint diat. Stora Enso Oyj. Imatran tehtaiden tietojärjestelmä. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla.

Oscar Software Oy. 2013. ERP-järjestelmä – toiminnanohjaus.

<http://www.oscar.fi/erpjarjestelma-toiminnanohjaus> Luettu 4.4.2014

Ravila, P. 1995. Kenttäkalibroinnilla tarkkuutta virtausmittauksiin. Oy Indmeas Ab. <http://www.indmeas.com/julkaisut> Luettu 16.4.2014

SAP esittely. 2014. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla.
<https://services-and-guidelines.weshare.storaenso.com/information-technology/sap/intro/Pages/default.aspx> Luettu 24.3.2014

STING – Introduction to profitability management tool. 2009. Powerpoint diat. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla.

Stora Enso Oyj. 2014a. Stora Enso lyhyesti.
<http://www.storaenso.com/about-us/stora-enso-in-brief/Pages/Stora-Enso-lyhyesti.aspx> Luettu 26.2.2014

Stora Enso Oyj. 2014b. Tervetuloa Imatran tehtaille.
<http://www.storaenso.com/about-us/mills/finland/imatra-mills/Pages/tervetuloa-imatran-tehtaille.aspx> Luettu 26.2.2014

Tuotannon esittelymateriaali. 2010. Powerpoint diat. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla.

Weinitschke, O. 2010. Fenix Technical Training. Powerpoint diat. Stora Enso Oyj. Stora Enson henkilöstön intranet. Pääsy vain Stora Enson henkilökunnan tunnuksilla