

# **AUTOMAATIOTOIMITUKSEN VARAOSASUOSITUS**

Antti Honkakorpi

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2011  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Automaatiotekniikka  
Tampereen Ammattikorkeakoulu

Antti Honkakorpi

Automaatiotoimituksen varaosasuositus

49 sivua, 2 liitesivua

Tammikuu 2011

Työn ohjaaja: Diplomi-insinööri Harri Joki

Työn tilaaja: Metso Automation Oy, ohjaajana Jari V. Mäkinen, regional director

---

## TIIVISTELMÄ

Metso-konserni kokonaisuudessaan on suuri ja maailmanlaajuinen yritys, jolla on monia eri toimialoja, kuten metsä-, kaivos- ja maanrakennusteollisuus sekä prosessi- ja konepajateollisuus. Prosessiteollisuudessa Metso Automationilla on ollut vuosia vankka asema arvostettuna paperiteollisuuden toimittajana maailmanlaajuisesti. Tällä hetkellä Metso Automation toimittaa n. kolmasosan maailman paperiteollisuuden prosesseista.

Tässä työssä tarkastellaan lyhyesti Metso Automationin Process Automation Systems – tuotteita. Työssä keskitytään paperikoneisiin tarjottaviin tuotteisiin ja niihin kuuluvia komponentteihin sekä varaosiin. Työn varsinainen pääaihe on varaosasuositusten laatimisprosessi. Esimerkkiprojektin avulla kuvataan varaosasuosituksen laatimista ja esille tuodaan myös laatimisen ongelmakohtia ja esitetään mahdollisia parannusehdotuksia laatimisen tehostamiseksi ja helpottamiseksi. Työ sisältää siis salassa pidettäviä tietoja Metso Automationin yritystoiminnasta.

Työssä on hyödynnetty Metson sisäisiä verkkomateriaaleja, kirjoittajalle aikaisempina vuosina kertynyttä muutaman kuukauden mittaista työkokemusta Metsolta PAS -osastolta sekä yrityksessä työskenteleviä henkilöitä.

Antti Honkakorpi

Spare Part Recommendation of Automation Delivery

49 pages, 2 attachments

January 2011

Thesis Supervisor: Master of Science in Technology Harri Joki

Co-operating Company: Metso Automation Oy, Jari V. Mäkinen, regional director

---

## **ABSTRACT**

Metso group in its entirety is a large and global company which has a variety of different branches such as lumber, mining, earthworks industry and also process and machine industry. For years Metso Automation has had a steady rank as a respected deliverer in paper industries. Today Metso Automation delivers one third of world's pulp and paper process solutions.

This thesis gives a short review on different Metso Automation products from the Process Automation Systems branch. The main focus is on products and spare parts that are offered for paper machines. The essential subject is the creation process of the spare parts recommendation list. With an ongoing example project the creation process is described including its problems. Some suggestions for solving the problems and making the process easier are presented. Therefore, this thesis contains confidential material concerning Metso Automation's business activities.

Metso's internal online materials and the author's previous working experience at the same department for a couple of months have been utilized during the making of this thesis. Metso employees have also contributed to this thesis.

---

Keywords: automation delivery, spare part recommendation, Metso, thesis

## SISÄLLYS

LYHENTEET JA TERMIT .....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Varaosasuositus .....	7
1.2 Metso Automation .....	7
1.3 Tausta .....	8
1.4 Työn tavoitteet.....	9
2 TUOTTEET .....	10
2.1 MetsoDNA .....	10
2.2 PaperIQ.....	11
2.3 IQInsight.....	13
2.4 Profilers .....	14
2.4.1 IQDilutionPro .....	14
2.4.2 IQSlicePro.....	15
2.4.3 IQSteamPro.....	16
2.4.4 IQAquaPro .....	17
2.4.5 IQCoatPro .....	18
2.4.6 IQInduction.....	19
2.4.7 IQSurfacePro .....	20
2.5 Sensodec 6S.....	21
2.6 PQV-kameravalvontajärjestelmä.....	22
2.7 KajaaniRM3 .....	23
2.8 KajaaniWEM.....	24
3. VARAOSASUOSITUKSEN LAATIMISPROSESSI.....	25
3.1 Yleistä varaosasuosituksesta .....	26
3.2 Nykytilanne .....	27
3.3 Kriittisyysluokittelu.....	27
3.4 IHS-järjestelmä.....	28
3.5 Esimerkkiprojekti .....	29
4. TUOTEKOHTAISET VARAOSASUOSITUKSET .....	34
4.1 metsoDNA.....	35
4.2 PaperIQ varaosat .....	36

4.3 IQInsight.....	36
4.4 Profilers tuoteperhe .....	37
4.5 PQV-kameravalvontajärjestelmä.....	39
4.6 Sensodec 6S.....	40
4.7 KajaaniRM3 .....	41
4.8 KajaaniWEM.....	42
5. VARAOSASUOSITUSLISTAN LAATIMINEN .....	43
5.1 Nykytilanteen yhteenveto.....	43
5.2 Kehitysmahdollisuudet.....	43
6. POHDINTA .....	44
LÄHTEET	
LIITTEET	

**LYHENTEET JA TERMIT**

ACN	Metso Automationin valmistama teollisuus-pc
BOM	Bill of Materials, materiaalilista
CD	Cross-Direction, poikkisuunta
EAS	Engineering Application Station, insinööriyöasema-pc
MA	Metso Automation
MA-PAS	Metso Automation, Process Automation Systems
MD	Machine-Direction, konesuunta
OEM	Original Equipment Manufacturer, tuotteen alkuperäisvalmistaja

## **1 JOHDANTO**

### **1.1 Varaosasuositus**

Nykyteollisuudesta löytyy paljon suuria koneita tai laitekokonaisuuksia, jotka toimivat jonkin järjestelmän varassa. Näistä laitteista löytyy paljon erilaisia järjestelmätason komponentteja sekä mekaanisesti kuluvia osia. Laitteiden toimittajat tarjoavat tuotteillaan usein hyvin tarkkaan laadittuja varaosasuosituksia, joilla toimittaja takaa asiakkaallensa tuotteen toimivuuden jollekin tietylle ajanjaksolle. Esimerkiksi jos kyseessä on jokin suuri tuotantolaitos, niin laitoksen häiriötön toiminta on asiakkaalle enemmän kuin toivottavaa.

Työssä käsitellään Metso Automationissa Process Automation Systems -osaston varaosasuosituksen laatimisprosessia esimerkkiprojektin avulla. Projektilla kuvataan laatimisprosessin nykyistä tilannetta, laatimisprosessin eri vaiheita ja niiden ongelmakohtia.

### **1.2 Metso Automation**

Metso Automationilla on hyvin pitkät juuret mitta- ja instrumenttilaitteiden suunnittelussa ja valmistuksessa, ne ulottuvat aina 1920-luvun alkuun asti. Nykyisen Metso Automationin toiminta alkoi vuonna 1921 lentokoneiden mittareiden korjaustöillä. Vuodesta 1944 lähtien käynnistyi prosessiteollisuuden mittaus- ja säätölaitteiden kehitystyö ja useiden vuosikymmenien kehitystyön tuloksena vuonna 1979 saatiin aikaan ensimmäinen digitaalinen automaatiojärjestelmä. Tämän jälkeen kehitys on painottunut digitaalisiin järjestelmiin ja soveluksiin sekä niiden integroimiseen toimilaitteisiin.

Vuoden 2001 alussa Metso-konsernin automaatio- ja säätöteknologialiiketoiminta-alueen nimeksi tuli Metso Automation. Yritys syntyi vuonna 1999 Rauma- ja Valmetkonsernien fuusiossa, jolloin fuusioitiin myös silloiset Valmet Automation ja Neles Controls. Yritys nimettiin tuolloin Neles Automation Oy:ksi. Takanaan molemmilla yrityksillä oli jo pitkä historia kansainvälisesti arvostettuna prosessiautomaation, informaatiohallinnan ja kenttäsäätöratkaisujen kehittäjänä ja toimittajana. Tänä päivänä Metso Automation kuuluu kaikilla toimialueillaan merkittävimpien toimittajien joukkoon maailmassa.

### **1.3 Tausta**

Metso Automation tarjoaa asiakkailleen automaatiojärjestelmiä esim. voimalaitoksiin ja paperikoneisiin. Lisäksi paperikoneisiin tarjotaan myös monia eri laadunmittaus-, profilointi- ja analyysilaitteistoja. Metso Automationilla on hyvin monipuolinen tuotevalikoima, jonka asiantuntijoita on eri Metson yksiköissä, ei siis ole yhtä henkilöä, joka tuntisi kokonaan Metson tuotevalikoimaa. Käytännössä jokaiselle tuotteelle on nykyään oma tuotepäällikkönsä, joka tuntee oman tuotteensa varaosat hyvin. Usein paperikoneprojektin aikana projektin eri osa-alueet tehdään myös Metson eri yksiköissä, jolloin varaosasuosituksen laatiminen hieman hankaloituu, koska tuotannonohjausjärjestelmästä ei saada kaikkia projektiin liittyviä tietoja suoraan, eikä kaikkia projektin suunnittelukuvia löydy yhdestä tietokannasta.

Varaosalista koostuu suurimmaksi osaksi varsinaisen automaatiojärjestelmän verkkokomponenteista, teholähteistä, I/O-tason komponenteista, tuotteiden fyysisistä toimilaitteista sekä niiden mahdollisista varaosista ja mekaanisesti kuluvista osista.



## 1.4 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena kokonaisuudessaan on toimia yleisenä ohjeistuksena varaosasuositusten laatimiselle ja lopputuloksena syntyy varaosasuosituksille pohjana toimiva lista, jota tulisi olla helppo muokata projektikohtaisesti. Työn tarkoitus on helpottaa ja varmistaa varaosalistan laatimista, niin että varaosasuosituksen kykenisi näiden ohjeiden perusteella tekemään useampikin henkilö, ilman erityistä asiantuntemusta jokaisesta MA-PAS - tuotteesta. Varaosasuosituslista ei kuitenkaan tule täysin korvaamaan asiantuntijan näkemystä, mutta toimii eräänlaisena muistilistana tai pohjana, jossa kaikki osa-alueet tulee varmasti huomioitua. Tarkoituksena on saada kerättyä tietoa jokaisen tuotteen projektikohtaisen varaosasuosituksen vaihtelevuudesta ja selvittää yksi yhteinen varaosasuositus. Työssä pyritään keräämään kaikki tämä informaatio yhteen ja rakentamaan tämän tietoa-aineksen pohjalta ohjeistus varaosasuositusten laadinnalle.

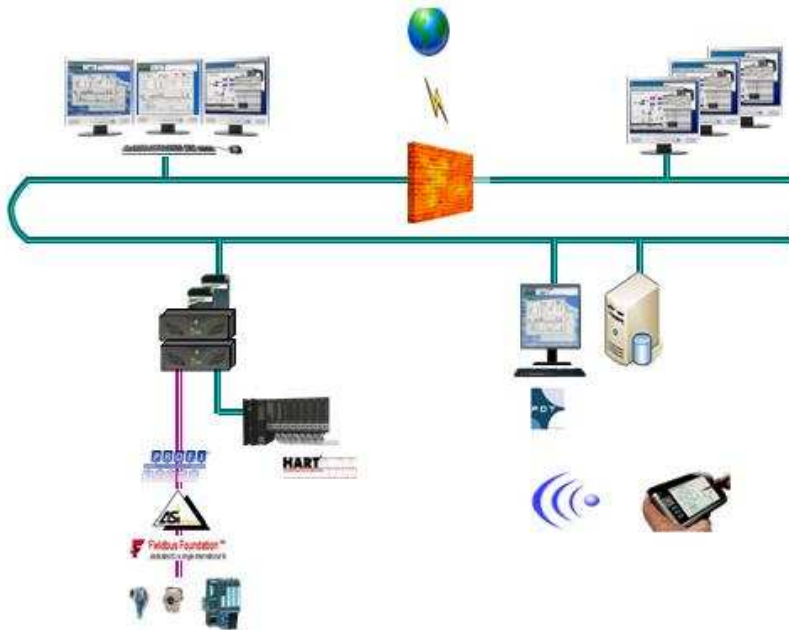
Tavoitteena on myös tuoda esille nykyhetken tilanne varaosasuositusten laatimisessa, sen ongelmakohdat ja muodostaa menettelytapa, joilla ongelma ratkaistaan tai ainakin helpotetaan nykyistä tilannetta. Työssä on myös tarkoitus huomioida logistiikka yrityksen eri yksiköiden välillä ja listata yhteys henkilöiden nimet ja positiot yrityksessä. Tuotteet, joihin työssä keskitytään liittyvät MA:n paperikoneisiin. Nämä ovat esimerkiksi metsoDNA, paperIQ, IQInsight, profilers tuoteperhe(IQDilutionPro, IQSlicePro, IQSteamPro, IQAquaPro, IQCoatPro, IQSurfacePro ja IQInduction), Sensodec 6S, PQV-tuotteet sekä kajaani-WEM ja kajaaniRM3. Samoja menetelmiä ja työkaluja sovelletaan myös muihin MA-PAS -kokonaistoimituksiin. Seuraavassa kappaleessa käsitellään edellä lueteltuja tuotteita.

## **2 TUOTTEET**

Kokonaisuudessaan Metso Automationin tuotevalikoima on hyvin laaja. Seuraavaksi esitellään lyhyesti MA-PAS:in paperikoneiden automaatiotoimitusten varaosasuosituksen kannalta oleelliset tuotteet. Niihin kuuluvat metsoDNA -järjestelmän lisäksi paperin laadunmittaus- ja paperikoneen kunnonvalvontajärjestelmiä, paperin profilointituoteperhe, kamera-valvontajärjestelmä ja analyysimittausjärjestelmiä. Tuotteisiin kuuluu myös itse laitteistojen lisäksi erilaisia ohjelmistoja ja sovelluksia, mutta tässä esittelyssä keskitytään vain varaosasuosituksen näkökulmasta laitteistoläheiseen esittelyyn.

### **2.1 MetsoDNA**

MetsoDNA CR on Metso Automationin tuotekonsepti prosessiautomaatioon. Dynaaminen sovellusverkko eli DNA (Dynamic Network of Applications) perustuu tietämyksen ja informaation vapaaseen verkottamiseen, ohjausautomaatiikkaan ja sulautettuihin kenttäohjauksiin. MetsoDNA on verkko, jossa ohjelmisto- ja laitesovellukset toimivat yhdessä. Näin tuotantolaitos voi valita joustavasti tarvittavat automaatio- ja informaationhallintasovellukset. MetsoDNA CR on automaatiotoimituksen varsinainen järjestelmäosa, jonka avulla kaikki muut laitteet ja tuotteet kommunikoivat keskenään (metsoDNA).

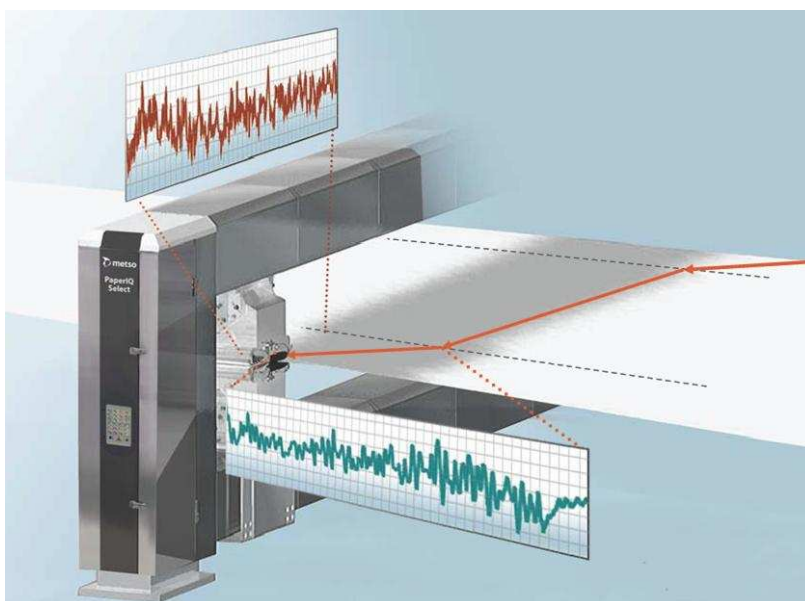


**Kuvia 1. Esimerkki metsoDNA-järjestelmän rakenteesta**

Suurin osa toimituksien tuotenimikkeistä koostuu usein metsoDNA-järjestelmän komponenteista.

## 2.2 PaperIQ

PaperIQ on paperin laadunmittausjärjestelmä, joka koostuu paperiradan levyisestä raamista, jonka lävitse paperirata kulkee. Raamissa liikkuu CD-suunnassa anturikelkka, joka skannaa liikkuvaa paperirataa ja jonka anturikokoonpanosta riippuen sillä voidaan mitata mm. kosteutta, tuhkapitoisuutta, paksuutta, neliöpainoa ja väriä (paperIQ). Paperirata joutuu jossain määrin kosketuksiin anturikelkan kanssa, koska paperirata imetään alipaineen avulla anturikelkkaan kiinni, jotta sen paksuus saadaan mitattua. Tämä ei varsinaisesti kuitenkaan häiritse itse prosessia.



**Kuva 2. PaperIQ paperin laadunmittausraami**

Paperilaadun muutokset ovat oleellista tietoa paperikoneen ajoparametrien säätöä varten ja laadunmittaus on yksi paperikoneen kriittisimmistä mittauksista.

### 2.3 IQInsight

IQInsight on mittausjärjestelmä, jolla saadaan tietoa paperiradan kosteudesta prosessin sel-  
laisessa vaiheessa, jossa paperin laatuun voidaan vielä vaikuttaa. Anturi on koko paperira-  
dan levyinen ja hyödyntää infrapunaspektroskopiaa, jolla mitataan useita kertoja sekunnissa  
koko rata CD-suunnassa, jolloin saadaan tietoa myös kosteuden vaihtelusta. Laite osaa  
myös tulkita MD-suunnassa tapahtuvia kosteuden muutoksia (IQInsight).

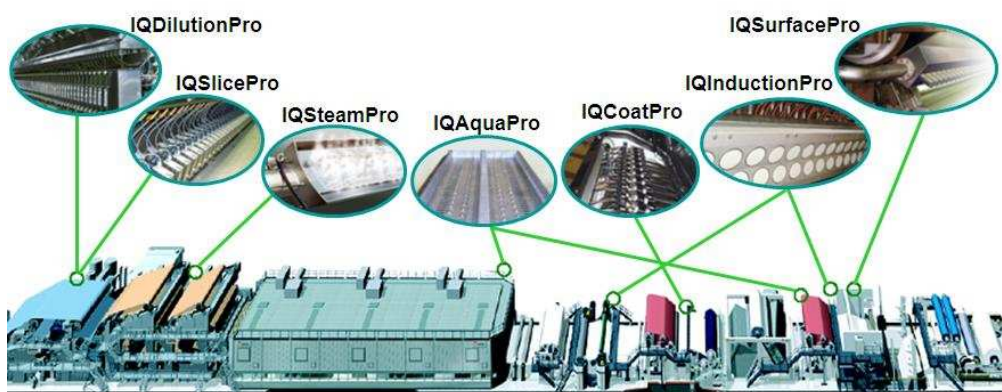


**Kuva 3. IQInsight-mittalaite**

Toisin kuin PaperIQ:ssa, IQInsightissa paperirata ei kulje mittalaitteen läpi, vaan paperira-  
taan ammutaan infrapunasäteet ja mitataan takaisinheijastusta. Käytännössä IQInsight te-  
hostaa prosessia ja vähentää hyllyn määrää.

## 2.4 Profilers

Profilers tuotepihe on kehitetty yksinomaan paperikoneita varten. Siihen kuuluu erilaisia paperin kuivaamiseen, pintakäsittelyyn ja profiilinmuokkaukseen liittyviä laitteistoja. Paperikoneen tyypistä riippuen koneelta voi löytyä kaikki profilers-tuotepiheen osat, joitain tuotteita useampiakin tuotantolinjan eri vaiheissa (Profilers tuotepiheen esittely).



**Kuva 4. Esimerkki profilers tuotteiden sijainnista paperikoneella**

Kuvassa 4 nähdään profilers tuotteiden tyypilliset sijainnit paperikoneen eri tuotantovaiheissa. Paperikoneen perälaatikko, josta alkaa paperiradan muodostus, on kuvion vasemmassa reunassa ja oikeassa reunassa valmista paperia kerätään rulliksi.

### 2.4.1 IQDilutionPro

IQDilutionPro on paperikoneen perälaatikossa oleva venttiilien säätöjärjestelmä. Perälaatikolla säädetään massan kuiva-ainepitoisuutta, joka vaikuttaa paperin neliöpainoon. Perälaatikko sijaitsee paperikoneen alkupäässä, jolla tehdään raaka perussäätö halutun paperilaidun mukaan. IQDilutionPro:n tehtävänä on tehostaa ja optimoida perälaatikolla tehtäviä säätömuutoksia (IQDilutionPro).



**Kuva 5. IQDilutionPro perälaatikon venttiilinsäätöjärjestelmä**

Paperikoneen perälaatikon leveys myös vaihtelee paperikonekohtaisesti, mikä taas vaikuttaa IQDilutionPron toimilaitteiden lukumäärään.

#### **2.4.2 IQSlicePro**

IQSlicePro koostuu toimilaitteista, joilla säädetään huulisäätöisestä perälaatikosta lähtevää massarataa. Käytännössä IQSlicePro on myös osa perälaatikkoa, joka säättää mekaanisilla asennoittimilla huulen aukeamaa, joka määrää huulen lävitse pääsevän massan määrää ja paksuutta (IQSlicePro).



**Kuva 6. IQSlicePro-huulensäätöjärjestelmä**

Perälaatikossa IQDilutionProlla saadaan aikaan sinne syötettävän paperimassan mahdollisimman täydellinen sekoittaminen, jotta kuitukimput saadaan erotettua ja massasta saadaan hyvin tasalaatuista. IQSliceProlla hoidetaan varsinainen paperirainan muodostaminen.

### **2.4.3 IQSteamPro**

IQSteamPro on paperikoneen höyrylaatikko, eli eräänlainen paperiradan kuivausjärjestelmä. IQSteamPro:n toiminta hieman vaihtelee paperikonekohtaisesti. Höyryä kondensoidaan joko viiralle, huovalle tai suoraan telalle (IQSteamPro). Höyrylaatikon tarkoituksena on lämmittää paperirataa uudestaan, siinä vaiheessa prosessia, kun paperi on ehtinyt jo luovuttaa kosteutta ja samalla lämpöä, jotta paperista saataisiin edelleen luovutettua kosteutta helposti.



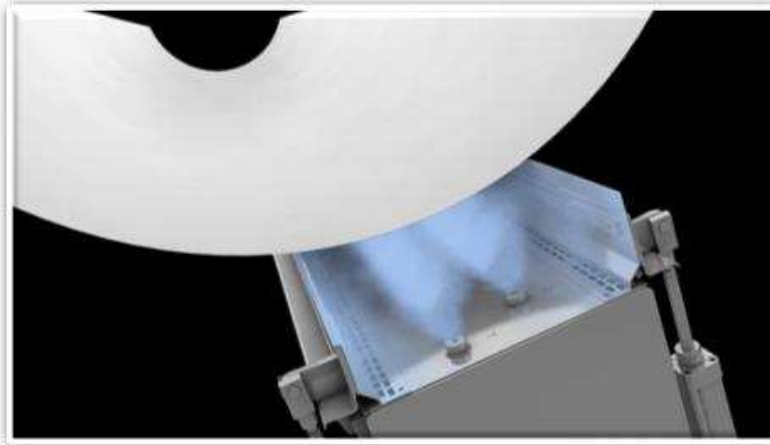


**Kuva 7. IQSteamPro-höyrylaatikko**

Paperikoneessa höyrylaatikon tehtävänä on poistaa paperiradasta lisää kosteutta ja IQSteamPro:n tehtävänä on optimoida tätä kuivausprosessia, tehdä siitä energiatehokasta ja tuoda näin ollen huomattavia säästöjä paperituotannossa.

#### **2.4.4 IQAquaPro**

IQAquaPro on hyvin kehittynyt vedenruiskutusjärjestelmä, jossa vesi suihkutetaan hyvin hienojakoisena ja tasaisena sumuna paperiradalle. Kostutinjärjestelmä sopii kaikenlaisille paperilaaduille. IQAquaPro on koko paperiradan levyinen laite, jossa on vähintään useita kymmeniä suuttimia, joista vesi-ilmaseos sumutetaan paperin pinnalle. Laitteen koko ja sitä kautta suuttimien määrät vaihtelevat paperikoneen paperiradan koon mukaan.



**Kuva 8. IQAquaPro paperin kostutinjärjestelmä**

IQAquapron tarkoituksena on oikaista mahdollisia käyrityksiä paperiradassa, saada paperista tasalaatuisempaa ja näin tehostaa tuotantoa (IQAquaPro).

#### **2.4.5 IQCoatPro**

IQCoatPro on CD-suuntaiseen paperin päällysteen profilointiin tarkoitettu laite, joka koostuu useista eri toimilaitteista, jotka säätelevät terien etäisyyttä paperiradasta sekä telasta tai jostain muusta laitteesta, jolla annostellaan paperin pintaan päällysteaine. Terien tarkoitus on tasoittaa paperiin annosteltu päällyste ja tehdä paperin pinnasta CD-suunnassa tasalaatuisia (IQCoatPro).

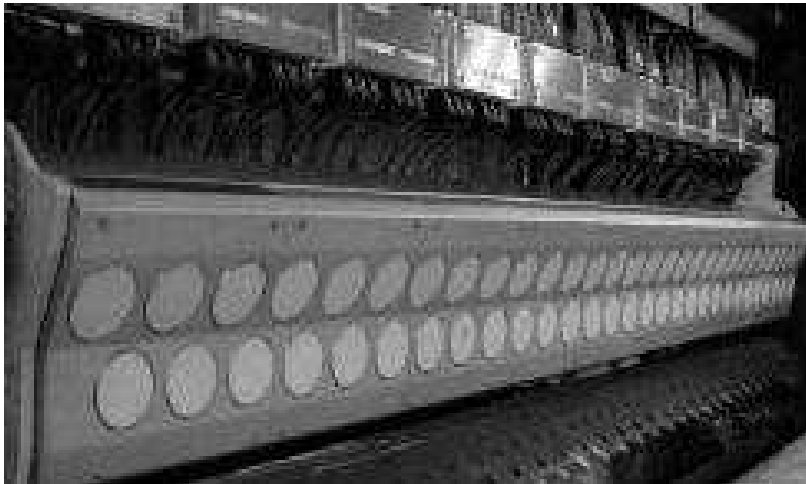


**Kuva 9. IQCoatPro-profilointilaite**

IQCoatPro:ssa yksi kuluvista osista on mekaaniset terät. Kuitenkin teriä liikuttelevat toimilaitteet saadaan toimimaan niin älykkäästi, että kuluneiden terien vaihdosta uusiin teriin ei aiheudu pitkäkestoista kalibrointitoimenpidettä.

#### **2.4.6 IQInduction**

IQInduction on paperin paksuudensäätöjärjestelmä, joka perustuu pyörrevirtojen telaan aiheuttamaan lämpölaajenemiseen, eli induktiolämmitykseen. Prosessin kalanterointivaiheessa paperirata kulkee kahden telan läpi, joista toista telaa lämmitetään telan levyisellä raamilla, jossa on useita kymmeniä sähkömagneetteja. Jokaisen yksittäisen sähkömagneetin tehoa voidaan säätää ja niiden suuren määrän ansiosta IQInductionilla voidaan helposti tasoittaa myös paikallisia epätasaisuuksia paperiradassa.

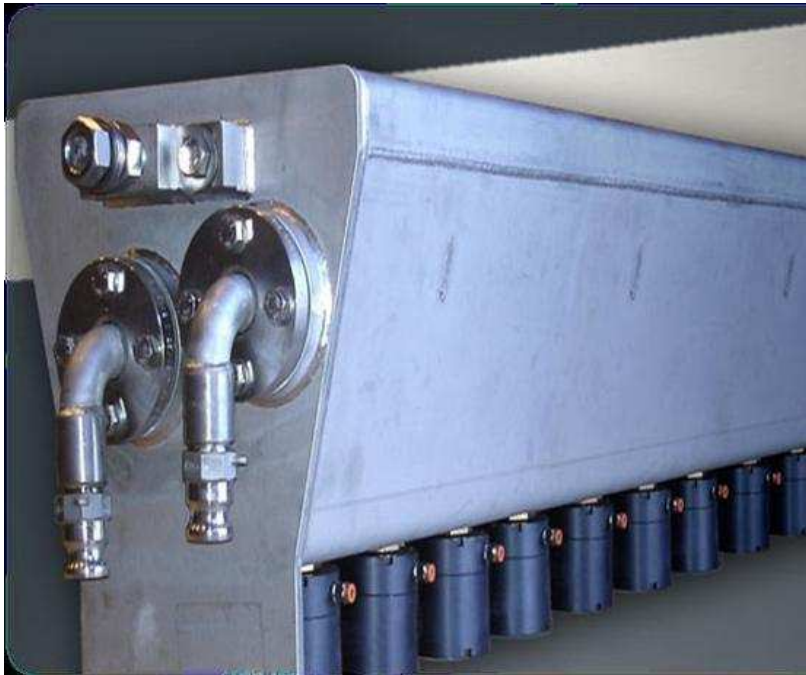


**Kuva 10. IQInduction-paksuudensäätöjärjestelmä**

Kuvassa 10 nähdään esimerkki IQInduction –laitteesta, jossa jokainen vaalea ympyrä on yksi sähkömagneetti. Sähkömagneetteihin syötetty teho saadaan magneettikenttien avulla siirrettyä ja muunnettua kalanteritelan lämpölaajenemiseksi energiatehokkaasti, jopa 94 % hyötysuhteella (IQInduction).

#### **2.4.7 IQSurfacePro**

IQSurfacePro on paperiradan levyinen IQSteamPron kaltainen laite, jossa on useita elektromeekaanisia asennoittimia, jotka säätelevät höyryä. Laite käsittelee paperia höyryn avulla ja auttaa muokkaamaan paperin pintakiiltoa ja sileyttä CD- ja MD-suunnassa. Laitteen päättarkoituksena on estää paperin kaksipuoleisuutta ja saada paperilaadusta yhdenmukaista (IQSurfacePro).



**Kuva 11. IQSurfacePro paperin pintalaadun säätöjärjestelmä**

IQSurfacePro on yleensä aina kalanterointivaiheen yhteydessä paperikoneen tuotantolinjan loppupäässä, juuri ennen varsinaista paksuudensäätöä.

## 2.5 Sensodec 6S

Sensodec on paperikoneen kunnon- ja käynninvalvontajärjestelmä. Se koostuu erilaisista antureista, jotka aistivat paperikoneessa rullien ja kalanterin epänormaaleja värähtelyjä ja tärinöitä sekä voiteluöljyn virtausta (Sensodec 6S). Järjestelmän ideana on varoittaa ennenaikaisesta hajoamisesta ja optimoida huoltovälit sopiviksi paperikoneen ajettavuuden kannalta.



**Kuva 12. Sensodec 6S-järjestelmän antureita**

Sensodec 6S -järjestelmä on osakokoonpanoltaan varsin yksinkertainen, sillä siihen ei kuulu kuin anturit ja niiden I/O-kortit sekä yhden metsoACN-laitteen.

## 2.6 PQV-kameravalvontajärjestelmä

PQV on älykäs kameravalvontajärjestelmä, jonka on tarkoitettu paperiradassa esiintyvien pienten reikien ja repeämine havainnointiin. Järjestelmää käytetään myös erilaisien telojen pintakunnon valvontaan ja se ilmoittaa ajoissa pienimmistäkin virheistä koneen tuotantolinjalla, joka ennalta ehkäisee suurempia rikkoontumisia ja koneen seisokkeja (PQV-kameravalvontajärjestelmä).



**Kuva 13. Esimerkki PQV-kameravalvontajärjestelmän kameratyypeistä**

Kameravalvontajärjestelmään kuuluu aivan perinteisiä valvontakameratyypisiä kameroita, sekä paperiradan mittaisia raameja, joista toisessa on LED-matriisi ja toisessa raamissa kamerat.

### **2.7 KajaaniRM3**

KajaaniRM3 on sakeusmittausjärjestelmä, joka koostuu anturi-, TCU- ja käsinäytteenottoyksiköstä. Järjestelmällä mitataan kokonaissakeutta, tuhkasakeutta ja flokkiosuutta sekä voidaan myös laskea tuhkaosuus prosentteina ja perälaatikko- ja viiravesiasennusten yhteydessä kokonais- ja tuhkaretentiot (KajaaniRM3).



**Kuva 14. KajaaniRM3-mittausjärjestelmä**

KajaaniRM3 sijaitsee perälaatikon yhteydessä, antaa reaaliaikaista mittaustietoa ja toimii paperikoneen märkäosan säädössä.

## **2.8 KajaaniWEM**

KajaaniWEM-analysaattori on modulaarinen perusmittausyksikkö, joka on laajennettavissa erilaisilla kokoonpanoilla asiakkaan tarpeiden mukaan. Analysaattorilla voidaan mitata varausta, sameutta, kokonais- ja tuhketenttiä, flokkien määrää sekä tuhkaosuutta. Lisäksi analysaattoriin voidaan liittää kemiantilan mittauksia, kuten pH, Redox, johtokyky ja lämpötila (KajaaniWEM).





**Kuva 15. KajaaniWEM-analysaattori**

KajaaniWEM-analysaattori sijaitsee myös paperikoneen märkäosuudessa, eli perälaatikolla ja on oleellinen osa perälaatikolla tehtävissä säädöissä.

### **3. VARAOSASUOSITUKSEN LAATIMISPROSESSI**

Tässä osiossa tehdään lyhyt selvitys siitä, mikä on varaosasuositus, kuka sitä käyttää ja miten laatimisprosessi tällä hetkellä tapahtuu paperikoneprojekteissa. Esimerkkinä käytetään erästä meneillään olevaa paperikoneprojektiä ja selvitetään vaiheittain, kuinka varaosasuositus rakentuu projektille.

### 3.1 Yleistä varaosasuosituksesta

Metso Automationin varaosasuositus on automaatiotoimittajan tilaajalle tekemä varaosatarjous, joka sisältää automaatiojärjestelmän häiriöttömän toiminnan turvaamiseksi, hankittavaksi suositeltavat varaosat. Automaatiotoimitukseen kuuluu tyypillisesti useita satoja eri osia(tuotenimikkeitä). Tilaajan on usein hyvin vaikea itse määrittellä mitä osia mahdollisesti tarvitaan varaosina ja automaatiotoimittajalla on oman toimituksensa osalta tarvittava tieto tuon määrittelyn laatimiseksi. Varaosasuosituksen laatimisen perusteena käytetään IHS-vikatietokantaa, sekä aiemmista automaatiotoimituksista saatua tietoa ja kokemusta. Varaosasuositusta käytetään automaatiotoimittajan ja tilaajan välisissä kaupallisissa neuvotteluissa, (after sales)Service-liiketoiminnassa.

Ensin toimittaja esittää suosituksen tilaajalle ja tilaaja tekee valinnat rivikohtaisesti. Vastuu varaosien hankinnasta on näin edelleen tilaajalla. Varaosasuosituksesta saadaan taloudellista hyötyä sekä tilaajalle, että toimittajalle (WIN-WIN periaate). Tilaaja voi varmistaa automaatiojärjestelmänsä mahdollisimman häiriöttömän toiminnan mahdollisimman pienellä investoinnilla, hankkimalla juuri oikeat varaosat. Tilaajalle ei aiheudu varaosien saatavuusongelmia eikä varaosien toimitusajoista johtuvia ongelmia. Varaosien hankintahinnat ovat etukäteen tiedossa ja tilaaja tietää koko varaosainvestoinnin hinnan tarkasti. Tilaaja saa kokonaiskuvan omassa automaatiojärjestelmässään käytössä olevista kriittisistä osista, nimikkeistä ja kappalemääristä.

Toimittajan kannalta varaosasuositus on tarkkaan harkittu laajempi kokonaisuus, jonka avulla on mahdollista saada aikaan suurempi varaosakauppa kerralla etukäteen. Hyvissä ajoin tehty varaosatilauks on toimitusajallisesti ja logistisesti helpommin hallittavissa sekä lisää liikevaihtoa ja kassavirtaa. Näin asiakastyytyväisyys paranee ja sitä kautta aiheutuu myös taloudellista hyötyä toimittajalle.

### 3.2 Nykytilanne

Tämä kappale sisältää luottamuksellista tietoa, joten se on työn julkisesta versiosta poistettu.

### 3.3 Kriittisyysluokittelu

Useimmille varaosille laaditaan myös oma kriittisyysluokkansa. Esimerkiksi kaikki I/O-tason kortit, metsoACN:t ja teholähteet katsotaan kriittisiksi osiksi. Jos projektia tutkitaan tarkemmin ja selvitetään missä I/O-kaapissa, minkä kortin takana on prosessille hyvin tärkeitä mittauksia, tällä tavoin saadaan kyseisen projektin kannalta tärkeät I/O-kortit selvitettyä. Mutta varaosakaupan kannalta se on melko turhaa, koska normaalisti projekteissa on useita samanlaisia I/O-tason komponentteja, joista muutama on huomattavasti tärkeämpi kuin muut. Yleisesti voidaan siis todeta, että I/O-tason komponentit ovat tärkeitä, joten niitä suositellaan varaosina. On olemassa myös varsin yksinkertaisia mekaanisia liityntäalustoja, jotka kuitenkin toiminnaltaan ovat hyvin kriittisiä, esim. I/O-korttien liityntäalustat ja -levyt joiden kautta signaalit kulkevat korteille. Ne eivät normaalikäytössä hajoa, mutta ovat mahdollista asennuksen yhteydessä saada rikki tai voivat äärimmäisessä tapauksessa vaurioitua ylijännitteestä, jolloin korteille ei kulje informaatiota. Esimerkkiprojektissa tulee esille ABC-luokitus, jolla varaosien kriittisyyttä pyritään kuvaamaan asiakkaalle. Käytännössä kaikki varaosasuosituksessa olevat varaosat ovat tärkeitä, mutta niiden keskinäiset kriittisyserot vaihtelevat. Yleisesti on hankala sanoa eri tuotteille varaosien kriittisyysluokkaa, koska varaosasuositus muokkautuu hyvin paljon projektikohtaisesti, kuin myös osien kriittisyys.

### 3.4 IHS-järjestelmä

IHS-järjestelmä on eräänlainen vikatilastotietokanta, josta selviää vikaantuneiden komponenttien projektikohtaiset tiedot, vian syy ja komponentin tyyppi. Se on MA:n sisäinen tietokanta, jossa seurataan tuotteiden vikaantumista. Jos asiakkaalla vikaantuu jokin komponentti, siitä kirjataan tiedot ylös ja korvataan vikaantunut komponentti ehjällä. Myöhemmin vikaantunut komponentti mahdollisesti korjataan. Tietokanta on ollut käytössä n. 10 vuoden ajan, joten siltä ajalta on saatavissa vikatilastoja eri tuotteista ja komponenteista. Tätä tilastoa hyödynnetään myös varaosasuosituksen laadinnassa.

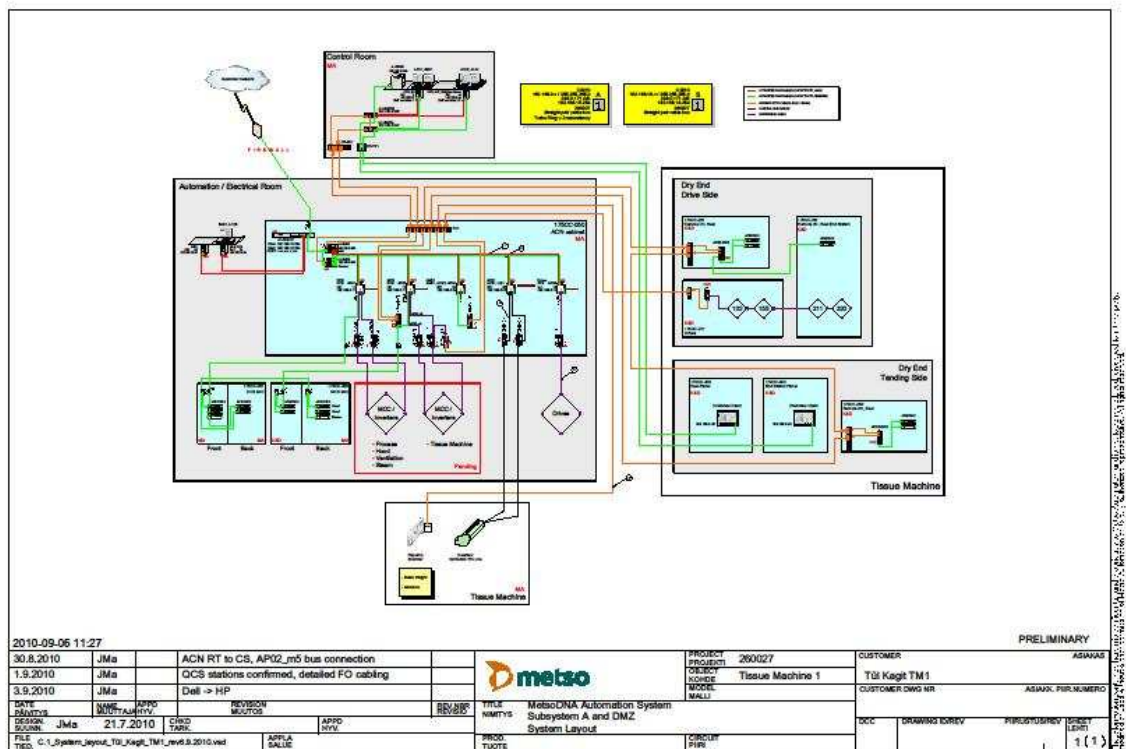
Create	Fault Type	#	Comment	Service Comments	Card Nr	Customer	Status	Product Group
		55						
	A413082	1						
	A413083	1						
	A413084	9						
	A413085	4						
	a413091	3						
	A413094	22						
	A413094 + D100309	1						
	A4130941	3						
	A413095	22						
14.12.2009	104 . Modifikaatiopäivi - DNA,106 .		H4 (VM1) ledi väärinpäin ladottu. Piirien	Functionality of device checked (D250 and	TR1-09118	ANL	88 Returned to stock	MetsoDNA
14.12.2009	104 . Modifikaatiopäivi - DNA,106 .		Laitteen toimivuus tarkastettu	Functionality of device checked (D250 and	TR1-09117	Stora Forest	88 Returned to stock	MetsoDNA
14.12.2009	103 . Viallinen komponentti - DNA,104 .		Laitteen toimivuus tarkastettu	Laitteen toimivuus tarkastettu (Piirien D250 ja D341 kannat	TR1-09116	Rafalac Oy	88 Returned to stock	MetsoDNA
14.12.2009	104 . Modifikaatiopäivi - DNA,106 .		Piirin D250 kannassa huono kontakti.	Functionality of device checked (D250 and	TR1-09115	Metso Automation USA Inc.	88 Returned to stock	MetsoDNA
14.12.2009	104 . Modifikaatiopäivi - DNA,106 .		Piirin D250 kannassa huono kontakti.	Functionality of device checked (D250 and D341	NA1-00726	Rayonier Inc.	88 Returned to stock	MetsoDNA
02.09.2009	104 . Modifikaatiopäivi - DNA,105 .		GDU:ta ei saa alustettua. 29/9-09 JJS Huono	No picture, bad contact (D250, D341 & VIDEO RAM)	NA1-02548	Atlantic Packaging Products Ltd.	90 Sent to Customer	MetsoDNA
11.08.2009	104 . Modifikaatiopäivi - DNA,105 .		Ei tullut kuvaa, Mekaniikkavika		TR1-08664	UPM-Kymmene Oyj	90 Sent to Customer	MetsoDNA
31.05.2005	101 .		Lähetetty	Functionality of	BOR-00770	Ahlstrom Specialties	88 Returned to	MetsoDNA

**Kuva 16. IHS-järjestelmä**

Kuvassa 16 nähdään, että In House Service -järjestelmässä on kattavat tilastojen järjestely- ja hakutyökalut sekä jokaisesta vikaantuneesta tuotteesta löytyy paljon yksityiskohtaista tietoa.

### 3.5 Esimerkkiprojekti

Esimerkkiprojektina on Turkkiin toimitettava pehmpaperikone Tül Kagit(projektinumero 260027). Projektiokohtaiset suunnittelukuvat ovat saatavissa Tampereen yksikön yhteisestä tietokannasta, z-verkkolevyllä. Järjestelmäkaaviossa kuvataan projektin automaatiojärjestelmän osuus ja muiden mahdollisten tuotteiden osuus. Kaaviosta nähdään yleisesti koko automaatiotoimituksen laajuus ja laatimistarkkuus saattaa pieniltä osin vaihdella projekti-kohtaisesti sekä toimituksen laajuuden mukaan.



**Kuva 17. Tül Kagit -projektin järjestelmäkaavio**

Järjestelmäkaaviossa harmaat laatikot ovat huoneita tai isompia alueita ja siniset laatikot ovat kaappeja tai kenttäkoteloita. Valkoisilla laatikoilla viitataan kentällä, eli itse paperikoneella sijaitseviin alueisiin. Ylimmäisenä oleva harmaa laatikko on valvomo, jossa on muutama verkkokomponentti ja itse valvomo tietokoneet. Valvomon alapuolella on ristikytkentähuone(automaatiotila), jossa on kolme sinistä laatikkoa, joista isoin on ACN-kaappi ja

kaksi pienempää ovat I/O-kaappeja. ACN-kaapin ulkopuolella, vasemmalla, näkyy insinööriyöasema pc. Ristikytkentätilan alapuolella näkyy valkoisen laatikon sisällä laadunvalvontajärjestelmä paperIQ, sekä perälaatikon venttiilinsäätöjärjestelmä IQDilutionPro. Ristikytkentätilan oikealla puolella näkyy kaksi harmaata laatikkoa paperikoneen eri tuotantolinjoilta, joissa ylemmässä linjassa on kolme kenttäkotelo ja alemmassa harmaassa laatikossa on kaksi paikallisnäyttöä ja yksi kenttäkotelo. Järjestelmäkaaviosta nähdään, että kyseessä on suhteellisen pieni paperikonetoimitus, koska varsinaisen järjestelmän lisäksi tarjotaan vain kaksi muuta tuotetta, IQDilutionPro ja paperIQ, sekä kenttäkoteloiden ja kaappien yhteenlaskettu määrä on vain 7.

Järjestelmäkaaviosta löytyy kirjaintunnuksella merkittynä missä ko. projektin osa on suunniteltu. MA-tunnus tarkoittaa, että se osa on suunniteltu Metso Automation Tampereen yksikössä ja yhteisestä tietokannasta on saatavilla niiltä osin suunnittelukuvat. KSD-tunnus tarkoittaa, että suunnittelu on tehty Metson Ruotsissa, Karlstadissa sijaitsevassa yksikössä. Tällöin ei Tampereen yksikössä ole saatavissa mitään suunnittelukuvia suoraan mistään yhteisestä tietokannasta, joka on yksi ongelmakohta varaosasuosituksen laatimisessa. Järjestelmäkaaviossa oikeassa reunassa olevat paikallisnäytöt ja loput kenttäkotelot ovat suunniteltu Ruotsissa, joten niistä ei ole helposti saatavissa suunnittelukuvia.

Kaaviossa on vain muutama verkkokomponentti kaappien ulkopuolella, kytkimiä joilla valvomokoneet, infoasema ja Engineering Application Station –pc liitetään järjestelmään. Nämä eivät kuitenkaan järjestelmän toimimisen kannalta ole ehdottomat, mutta käytännössä hyvin oleelliset. Seuraavaksi käsitellään kaappikuvia. Avattaessa projektitietokannasta, Z-verkkolevyiltä, projektin Tül Kagit -kansioista I/O-kaappikuvia, kaapin tunnuksella 175CC-060, kuvasta saadaan metsoDNAnetworkDesigner(Microsoft Visiolla) tulostettua BOM-lista pelkistä fyysisistä hardware-tason osista.

**Taulukko 1. 175CC-060 I/O-kaapin BOM-lista**

kpl	piir.nro	kuvaus
24	D201126	DI8P - Digital input unit, PNP
11	D201129	DO8P - Digital output unit, PNP
15	D201134	AI8C - Analog input unit, 20 mA
17	D201136	AO4C - Analog output unit, 20 mA
4	D201281	AXSL - Mounting base for AC input/output modules, spring, DC on left
5	D201283	MIO power supply and controller for IO group
13	D201351	RES - Empty slot cover
1	D201407	metsoACN I/O cabinet 900+300 mm, 230 VAC
5	D201525	I/O group, max 16 I/O units
32	DELCON SRO24M	DELCON SRO24M
1	DIN-rail 35mm	DIN-rail 35mm
1	S446016L	Power Backup for MIO cabinet, MUPS, coated
37	S446105	FCS - Field connector with spring terminals
7	VAL0041540	END BRACKET CLIPFIX 35
1	VAL0094272	WIRING DUCT SEGMA 21166 W40xH80
2	VAL0094273	WIRING DUCT SEGMA 21167 W60xH80

Taulukossa 1 esiintyvät pelkät mekaaniset liittimet, kaapit ja laatikot eivät ole vikatilasto-jenkaan mukaan hajonneet koskaan, joten niille ei suositella varaosia. Osaluettelosta löytyy myös muutamia releitä, joita ei myydä varaosina, koska ne ovat kaupallisia tuotteita ja niitä pystyy helposti hankkimaan muualtakin kuin Metsolta. Kuitenkin osat voivat ja ovat projekti-kohtaisesti kriittisiä ja asia on hyvä tuoda esille ja tarvittaessa Metson tulee olla valmis toimittamaan myös näitä varaosana, asiakkaan niin halutessaan. Listalla olevat neljä ensimmäistä riviä ovat I/O-kortteja sekä listalla esiintyvät muutamat teholähteet ovat myös tärkeitä ja niitä tulee suositella varaosina.

Samalla tavalla katsotaan läpi muidenkin kaappien ja kenttäkoteloiden Bill of Materials listat ja tehdään niistä yhteenvetona yksi kokonaisuus, joka kattaa projektin varaosasuosituslistasta metsoDNA -osuuden. Kuten järjestelmäkaaviosta nähtiin, toimitukseen kuuluu vielä IQDilutionPro ja paperIQ. Projektille tilattuja paperIQ:n ja IQDilutionPro:n osia pystytään seuraamaan tuotannonohjausjärjestelmästä ja sen pohjalta on mahdollista laatia varaosasuositusta. Kuitenkin IQDilutionPro:n ja paperIQ:n varaosasuositus tulee vielä varmistaa projektin tuotekohtaiselta pääsuunnittelijalta. Tämän jälkeen saadut listat yh-

distetään metsoDNA -osuuden kanssa ja saadaan lopullinen, täydellinen varaosasuositus koko projektille.

## Taulukko 2. Tül Kagit -varaosusuosituslista

P/O P/N	DESCRIPTION	SIZE	DRAWING	MFR	QTY/ LINE	REC QTY	UNIT	PRICE EUR/PC	TOTAL PRICE	DEL (wks)	ABC CODE
<b>metsoDNA spares</b>											
1	DI8P - Digital input unit, PNP		D201126	Metsc Automation Cy	54	3	Pc			6	A
2	DO8P - Digital output unit, PNP		D201129	Metsc Automation Cy	27	2	Pc			6	A
3	AI8C - Analog input unit, 20 mA		D201134	Metsc Automation Cy	38	2	Pc			6	A
4	AO4C - Analog output unit, 20 mA		D201136	Metsc Automation Cy	33	2	Pc			6	A
5	IBC - Bus controller		D201138	Metsc Automation Cy	12	1	Pc			6	A
6	IPS - I/O power supply		D201139	Metsc Automation Cy	12	1	Pc			6	A
7	Power Backup for I/O cabinet, MUFS, coated		S146016L	Metsc Automation Cy	2	1	Pc			6	A
8	Westermo MD-40 modem, RS-232 to RS-485/RS-422		D200098	Westermo	2	1	Pc			6	A
9	RS-485 repeater for PROFIBUS-DP		D200554	Siemens	5	1	Pc			6	A
10	metsoACN serial controller card, 2-port, PCI (MOXA CP-132UL-I V2)		D200745	Moza	1	1	Pc			6	A
11	FiberNet Media converter 10/100 BaseTX to 100BaseFX (MM), 24VDC		D200563	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			6	A
12	2 Channel PROFIBUS DP interface card PCI		D201563	Woodhead Industries	3	1	Pc			6	A
13	ACN CS		D201525	Metsc Automation Cy	5	1	Pc			6	A
14	metsoACN power supply module		D200136L	Metsc Automation Cy	4	1	Pc			6	A
15	Cisco LAN / WAN 100M router (Cisco 2811)		D201091	Cisco	1	1	Pc			6	B
16	Four port 10/100 Ethernet switch card for Cisco 2811 router		D201092	Cisco	1	1	Pc			6	B
17	Eth. switch 40A, managed, 6*10/100BaseTX + 2* 100BaseFX, Red. R		D201326	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			6	B
18	Eth. switch 516A, managed, 14*10/100BaseTX + 2* 100BaseFX, Red. R		D201420	Metsc Automation Cy	2	1	Pc			6	B
19	Hirschmann GZD Profi 12M G11 (943 721-221) Siemens identical		D201610	Hirschmann	1	1	Pc			6	B
<b>IQDilutionPro spares</b>											
20	IQDilutionPro Intelligent actuator for rotational dilution valves		A420337	Metsc Automation Cy	95	4	Pc			6	A
21	Meanwell RSP-1000-24/10 0A		A418132	Mean Well	1	1	Pc			6	A
22	MD-45LV		D200090	Westermo	1	1	Pc			6	A
23	Traco TSL 050-11Z, 12VDC/5A		A420313	Traco	1	1	Pc			6	A
24	BCC2		A419434	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			6	A
<b>PaperIQ spares</b>											
25	Spare Part Kit for IQScanner-i		A418763	Metsc Automation Cy		1	Set			6	A
26	IQBasisWeight Basic Spare Part Kit		A418873	Metsc Automation Cy		1	Set			6	A
27	IQBasisWeight Detector Head		A418080	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			12	A
28	IQBasisWeight Source Head		A418081	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			12	A
29	IQWebMoisture Detector head		A418062	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			12	A
30	IQWebMoisture Source head		A418063	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			12	A
31	Air gap heater set for IQScanner-i		A416722	Metsc Automation Cy		1	Pc			6	A
32	Cable track assembly electric's,		A423020	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			6	A
33	Cable Track assembly water/air,		A423021	Metsc Automation Cy	1	1	Pc			6	A

Yllä olevassa lopullisessa varaosusuosituslistassa näkyy eriteltynä metsoDNA, IQDilution-Pro ja PaperIQ-osaosien varaosusuositukset. Lista on merkitty erilaisilla pystysarakkeilla, joista vasemmanpuoleisin kertoo varaosan nimen, jonka jälkeen on positionumeron listalla, jonka tarkoituksena on helpottaa myöhempää mahdollista viittausta johonkin tiettyyn varaosaan listalla. P/N on tyhjä, koska se on varattu toiselle mahdolliselle positionumeroinnille, mutta sitä ei tässä tapauksessa käytetä. Description-sarake nimensä mukaan kertoo lyhyen kuvauksen varaosatuotteesta. Size eli koko kertoo tuotteen fyysiset dimensiot, jos on tarvetta tietää pakkauskoko. Drawing-sarakkeessa on jokaisen tuotteen piirustusnumero, joka samalla toimii tuotenumeronä, jolla se löytyy erilaisista tietokannoista ja katalogeista. MFR-sarake kertoo tuotteen valmistajan. QTY/LINE-sarake kertoo kuinka monta kappaletta tuotetta on laitoksen tuotantolinjassa ja REC/QTY-sarake ilmoittaa kuinka monta kappaletta tuotetta suositellaan varaosina. UNIT-sarake kertoo mistä yksiköstä on kysymys, esim. kpl-määrä, varaosasetti, kg, litra, jne. PRICE EUR/PC -sarake lukee tuotteen kappalehinta euroi-



na ja seuraavassa sarakkeessa TOTAL PRICE lukee tuotteen kappalemäärästä ja hinnasta saatu kokonaishinta. DEL(wks)-sarakeeseen on merkitty tuotteiden toimitusajat viikkoina. Viimeisessä sarakkeessa ABC CODE on merkitty varaosan kriittisyysluokka, jossa A tarkoittaa kriittistä, B tärkeää ja C mekaanisesti kuluva.

Listassa on myös Karlstadissa suunniteltujen osuuksien varaosasuositukset mukana. Listan 6 ylintä riviä sisältävät Karlstadin osuuden. Tilausvahvistuksessa on nähtävissä kpl-määrät ja tuotenimikkeet osista, joita Karlstadiin tilattiin ja varaosasuosituksen kannalta tärkeitä osia vahvistuksessa olivat digitaaliset ja analogiset MIO-kortit ja MIO-väylän teholähde, sekä väyläohjain. Varaosasuosituslista on linkitettävissä MasTool-työkaluun, jolloin lista näkyy Metso Automationin yhteisessä tarjouskannassa.

### Taulukko 3. Kuvankaappaus Karlstad osuuden tilausvahvistuksesta

Marks and numbers			
Row	Item	Quantity Unit	Delivery date
50	D201379 MBB - IBC/IPS mounting base	2,0 pcs	25.10.2010
60	D201139 IPS - MIO power supply	2,0 pcs	25.10.2010
70	D201138 IBC - Bus controller	2,0 pcs	25.10.2010
77	D201376 MB8 - I/O mounting base for 8 units, field connection with flat cable conn	4,0 pcs	25.10.2010
80	S446105 FCS - Field connector with spring terminals	16,0 pcs	25.10.2010
90	D201381 IT - I/O bus terminator	2,0 pcs	25.10.2010
100	D201134 AIRC - Analog input unit, 20 mA	6,0 pcs	25.10.2010
110	D201136 AO4C - Analog output unit, 20 mA	5,0 pcs	25.10.2010
120	D201126 DI8P - Digital input unit, PNP	8,0 pcs	25.10.2010
130	D201129 DO8P - Digital output unit, PNP	6,0 pcs	25.10.2010
140	D201353 AXSR - Mounting base for AC input/output modules, spring terminals, DC	3,0 pcs	25.10.2010
150	S445900 Flat cable 16 pin 750mm	3,0 pcs	25.10.2010
160	D201351 RES - Empty slot cover	5,0 pcs	25.10.2010

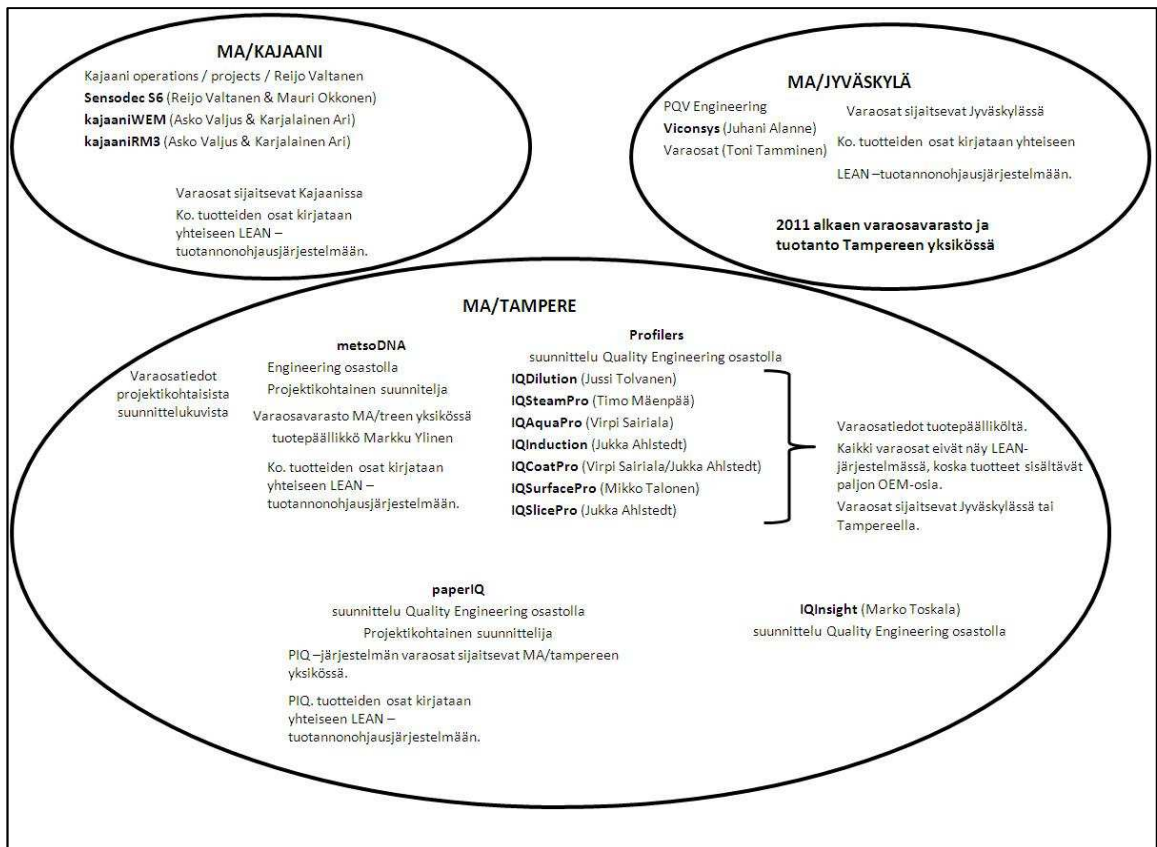
Varaosien hinnoittelussa käytetään Metso konsernin sisäisissä varaosakaupoissa VAR-sopimuksen (value added reseller) mukaisia varaosahintoja, ellei projektikohtaisesti ole

sovittu toisin. Sopimuksen mukaiset hinnat ovat saatavilla tuotannonohjausjärjestelmästä ja ne päivitetään kerran vuodessa. Mikäli varaosasuositus laaditaan kotimaiselle loppuasiakkaalle, hinnat saadaan MasCat-työkalusta. Tässä tapauksessa huomioidaan mahdollinen Metso Automationin konsernisopimus. Globaalissa varaosakaupassa hinnat ovat saatavilla myös samasta työkalusta ja tällöin huomioidaan mahdollinen Metso Automationin globaali konsernisopimus. Sopimukset ovat erikseen isompien asiakkaiden kanssa sovittuja varaosahinnastoja, jotka pitävät myös sisällään mahdolliset alennukset, toimitusehdot, maksuehdot ja muut ehdot sekä sopimuksen voimassaoloaika.

Esimerkkinä käytetty Tül Kagit -projekti oli kohtalaisen pieni paperikone, sisältäen vain metsoDNA-järjestelmän lisäksi IQDilutionPro:n ja PaperIQ:n. MetsoDNA-järjestelmän Tampereen yksikössä suunnitellut osuudet olivat yksiselitteisesti nähtävissä suunnittelukuvista, joten niiltä osin varaosasuosituksen laatiminen oli yksinkertaista. Kuitenkin projektille tilattuja IQDilutionPro:n ja paperIQ:n osia täytyi etsiä tuotannonohjausjärjestelmästä ja tämän lisäksi vielä varmistaa projektikohtaiselta tuotteen pääsuunnittelijalta varaosasuositus. Lopuksi vielä Ruotsin yksikössä suunniteltu osuus tuli varmistaa projektin pääsuunnittelijalta ja tarkistaa Karlstadiin tilattujen osien tilausvahvistuksesta suositeltavien komponenttien tyypit ja kpl-määrät.

#### **4. TUOTEKOHTAISET VARAOSASUOSITUKSET**

Lähes jokaisen tuotteen osalta on olemassa suuntaa antava pohja varaosasuosituksen laatimiseksi, jonka avulla lopullinen varaosasuositus muodostetaan projektikohtaisesti. MA:lla on myös olemassa yhteyshenkilöitä liittyen eri tuotteiden varaosasuosituksiin. Seuraavalla sivulla olevaan kaavioon on pyritty listaamaan näitä henkilöitä.



**Kuva 18. Yhteyshenkilöitä MA-PAS varaosaprosessissa**

Kuvassa 18 huomioitavaa on Jyväskylän yksikön yhdistyminen Tampereen yksikköön. Vuoden 2011 alusta lähtien PQV-kameravalvontajärjestelmän tuotanto, suunnittelu ja varaosavarastot siirtyvät MA:n Tampereen yksikköön. Seuraavaksi tarkastellaan, tällä hetkellä saatavissa olevia, pohjana toimivia varaosasuosituksia tuotekohtaisesti.

#### 4.1 metsoDNA

Projektin järjestelmäosuudesta eli metoDNA:sta ei ole olemassa mitään pohjana toimivaa listaa varaosista, koska järjestelmä voi koostua hyvin monenlaisista eri komponenteista. Jos jonkinlaista pohjana toimivaa varaosasuosituslistaa lähdettäisiin laatimaan, siitä tulisi todennäköisesti valtavan suuri ja epäkäytännöllinen. Tällä hetkellä projektin suunnittelukuvat

tallennetaan yhteiseen tietokantaan, Z-verkkolevylle. Sieltä on saatavissa projektikohtaisesti MA Tampereen yksikössä suunnitellut järjestelmäkaaviot, I/O-kaapikuvat, asemakaappikuvat ja muut tarvittavat tiedot varaosasuosituksen laatimiseksi.

## **4.2 PaperIQ varaosat**

PaperIQ-raameista piirretään projektikohtaisesti vertex-ohjelmalla kuvat ja käännetään autoCad-kuviksi. Näistä kuvista ei saada Bill Of Materials listaa, mutta kuitenkin raamit valmistetaan Tampereen yksikössä, joten tuotannonohjausjärjestelmästä löytyy kaikki projektissa käytetyt raamin osat. Mittaraameissa vaihtelevat projektikohtaisesti yleensä itse raamin pituus ja anturit. Tyypillisesti varaosina suositellaan kokonaisia antureita tai vaihtoehtoisesti niiden varaosasettejä, kaapeliketjuja ja koko raamille on oleva varaosakitti, jossa on mukana mekaanisesti kuluvia tärkeitä osia. Liitteessä 2 on esimerkkikuva Hayat Kimya -nimisestä projektista yhdestä paperIQ-raamin piirustuksista.

## **4.3 IQInsight**

IQInsight skannerille on olemassa varaosakitti, joka tarjotaan aina tuotteen mukana. Varaosakittiin sisältyy mekaanisesti kuluvia osia ja toimilaitteita, sekä teholähteitä ja ohjainkortteja. Tuotteesta on kuitenkin juuri tulossa uusi versio, jonka lopullinen varaosasuositus on vielä laatimisvaiheessa. Tällä hetkellä varaosakitin tuotetunnus ja nimi ovat A422161 IQInsight spare part kit.

#### **4.4 Profilers tuoteperhe**

Profilers tuoteperhelle on olemassa pohjana toimiva tarjouslista yleisistä varaosista, johon on merkitty aina yhden tuotteen varaosasuositukset. Jos projekteissa on useampaan kertaan sama tuote, niin silloin suositeltavien varaosien kpl-määrät kasvavat. Lista tulee muuttumaan kuitenkin projektikohtaisten tarpeiden mukaan ja listasta puuttuu projektikohtaisesti muokkautuvat kattavat varaosasuositukset.

### Taulukko 4. Profilers tuotteiden varaosapohja

Code	Product	Qty
	<b>IQProfilers spares (6 months, 1 &amp; 2 years)</b>	
	<b>BASIS WEIGHT PROFILER SYSTEM, IQDilutionPro</b>	
	IQDilutionPro spare parts	
A419433SP	Intelligent actuator for rotational dilution valves	1
A419471SP	Actuator controller module, dilution	3
A419530SP	Power supply unit	1
	<b>BASIS WEIGHT PROFILER SYSTEM, IQSlicePro</b>	
	IQSlicePro spare parts	
A419511SP	IQSlicePro - Intelligent actuator for paper and board	1
A419473SP	Actuator controller module, slice	3
A419530SP	Power supply unit	1
	<b>STEAM PROFILER SYSTEMS FOR MOISTURE PROFILING, IQSteamPro</b>	
	IQSteamPro spare parts	
A418004SP	IQSteamPro power supply	1
A419319SP	Actuator control card (8 actuators/card)	3
A418285SP	Steam actuator	5
A418850SP	Special wrench for steam actuator	1
A418851SP	Gasket set for steam actuator	2
A418010SP	IQSteamPro cylinder sealing kit	2
A418006SP	IQSteamPro pressure transmitter	1
	<b>MOISTURIZING SYSTEM IQAquaPro</b>	
	IQAquaPro spare parts	
A419920SP	Air-atomising spray nozzle	10
A419907SP	Multiconnector, male	1
A416987SP	Multiconnector, female	1
A419870SP	Actuator with water control valve	6
A416936SP	Power supply	1
A419319SP	Actuator control card (8 actuators/card)	3
A419886SP	Filter element	10
	<b>INDUCTION PROFILER SYSTEM FOR CALENDER PROFILING IQInductionPro</b>	
	IQInductionPro spare parts	
A418092SP	Converter	1
A419708SP	Induction coil	2
	IQInductionPro water supply, spare part kit	1
	<b>STEAM PROFILER SYSTEMS FOR CALENDER PROFILING, IQSurfacePro</b>	
	IQSurfacePro spare parts	
A418004SP	IQSurfacePro Power Supply	1
A419319SP	Actuator control card (8 actuators/card)	3
A418285SP	Steam actuator	3
A418850SP	Special wrench for steam actuator	1
A418851SP	Gasket set for steam actuator	2
A418010SP	IQSurfacePro cylinder sealing kit	2
A418006SP	IQSurfacePro pressure transmitter	1
	<b>COATWEIGHT PROFILING SYSTEM, IQCoatPro</b>	
	IQCoatPro spare parts	
A420265	IQCoatPro Actuator 5 mm (Stroke)	1
A419473	Actuator Controller Module	2
A419434	BCC2 bus connection card	1
A418132	Power supply unit MEANWELL RSP-1000 24V, 0-40A	1
A420312	Actuator server connection module (1 channel).	1
A420314	Actuator server connection module (2 channels).	1

#### 4.5 PQV-kameravalvontajärjestelmä

PQV-kameravalvontajärjestelmän kokoonpano vaihtelee melko laajasti projektikohtaisen tarpeen mukaan. Projekteissa vaihtelevat mm. kamerat, LED-matriisit, optiikat ja erikoisosat, kuten beckhoff- ja merkkainmodulit. PQV-kameravalvontajärjestelmä suunnitellaan ja kootaan MA:n Jyväskylän yksikössä, jolloin kaikki oleellinen tieto löytyy vain Jyväskylän yksiköstä. Kuitenkin projekteille tilatut PQV-osat näkyvät yhteisessä tuotannonohjausjärjestelmässä. PQV-järjestelmälle on olemassa esimerkkilista usein suositeltavista varaosista, jossa on eriteltynä WIS-palkit sekä WBA-katkokamerat.

**Taulukko 5. PQV-kameravalvontajärjestelmän varaosasuosituslista**

Part number	Product	Recommended: common spare parts	Recommended: WIS spare parts	Recommended: WBA spare parts
PQV 10010020	Imperx digital camera VGA120-L		1	1
PQV 10010021	Imperx digital 2Mpix camera, 2M30		1	
PQV 10010022	Imperx digital camera, Bobcat 1,4 Mpix		1	
PQV 10010000	Ikegami ICD-48E PAL Camera			1
PQV 10010001	Ikegami ICD-48 NTSC Camera			1
PQV 65012000	Stax power supply processor rack	1		
PQV 65013000	MeanWell 5VDC/300W power unit Cam beam		1	
PQV 65013001	MeanWell 12VDC/300W power unit Cam Beam		1	
PQV 80020041	Vicotech Digital fiber converter		1	
PQV 80020030	Vicotech Analog fiber converter			1
PQV 80020010	VicoBoard (IAP board)	1		
PQV 95014000	Cameralink cable 0.5 m			1
PQV 95014030	Cameralink cable 10 m		1	
PQV 80020076	LED modul, transmission 250mm, white		1	
PQV 80020088	Reflection K2 LED White 6 deg. 4 rows narrow matrix		1	
PQV 80020087	Reflection K2 LED White 25 deg. 4 rows narrow matrix		1	
PQV 80020060	LED Sync Board		1	
PQV 80020050	VicoTech IO card			1
PQV 80020091	Passive sync board		1	
PQV 80020090	Active sync board		1	
PQV 75010001	24 VDC power supply LED, MeanWell		2	
PQV 80020130	LED Module LEDCam II, white, Vertical left			1
PQV 80020131	LED Module LEDCam II, white, Vertical right			1
PQV 30020018	Replacement glass Borofloat square shape for LEDCam II, D 180 mm			5
PQV 30016100	Complete replacement kit wiper blade (LedCam ver II)			1
PQV 30010035	Wiper blade spare part, 17 cm (LED Cam II)			20

PQV-kameravalvontajärjestelmän varaosasuosituslistalle on olemassa lisälaajennuslista, joka sisältää erikoisosia.

**Taulukko 6. PQV-kameravalvontajärjestelmän laajennettu varaosasuositus**

Part number	Product	Recommended: common spare parts	Recommended: WIS spare parts	Recommended: WBA spare parts
PQV 80020010	VicoBoard (IAP board)	1		
PQV 80020041	Vicotech Digital fiber converter		1	
PQV 80020030	Vicotech Analog fiber converter			1
PQV 50000000	HP Spare server	1		
PQV 20010010	Computar motor zoom H6Z0812M			1
PQV 50003000	HP Network switch	1		
PQV 80020020	IAP Motherboard,passive	1		
PQV 55010400	Service monitor for WBA cameras			1
PQV 65014020	Beckhoff EtherCAT bus coupler for EL Series modules			1
PQV 65014021	Binary input module			1
PQV 65014023	Binary output module			1
PQV 65014022	Analog input module1			1
PQV 80020130	LED Module LEDCam II, white, Vertical left (opt.)			
PQV 80020131	LED Module LEDCam II, white, Vertical right (opt.)			
PQV 30015102	Magnet valve for cylinder (24 VAC) (LedCam ver II)			1
PQV 30015103	Cylinder (for wiper) (LedCam ver II)			1
PQV 30015104	Solenoid valve, EAS2000-F02 (LedCam ver II)			1
PQV 30015105	Cable with plug for magnet valve, 0,6 m (LedCam ver II)			1
PQV 30011012	Silicon feather (LedCam II) optional			
PQV 30010100	Vortex air cooler tube (optional)			1
PQV 72010210	Marking ink concentrate, divers colour 5 l (Natural ink)		15	
PQV 65015211	KVM Extender, 300m, Dual-Video,USB (opt.)	1		

#### 4.6 Sensodec 6S

Sensodec 6S -anturijärjestelmässä on aina hieman I/O:ta mukana, jolloin varaosasuositukseen kuuluu kahta eri tyyppin analogiatulokorttia ja yksi Sensodec:lle konfiguroitu ACN. Anturien määrät ja tyypit sekä I/O-korttien kpl-määrät vaihtelevat projektikohtaisesti, joten anturien osalta ei ole olemassa mitään pohjana toimivaa varaosasuositusta.



**Taulukko 7. Sensodec 6S varaosasuositus**

Code	Product	Qty
	<b>Sensodec 6S</b>	
	<b>Sensodec 6S spare parts</b>	
140-2600	metsoACN RT Sensodec	1
D20-1510	AIF8T - Fast analog input unit for triggering sensors	1
D20-1509	AIF8V - Fast analog input unit for analog sensors	1

Taulukkoon 7 ei ole merkitty lainkaan antureita, koska ne määräytyvät aina asiakkaan tarpeiden mukaan. Kuitenkin lista kattaa usealle anturille tarvittavat järjestelmäpuolen varaosat ja jos antureita on hyvin paljon, listassa muuttuvat vain korttien kappalemäärät. Liitteessä 1 on nähtävissä esimerkki Sensodec 6S –järjestelmän eri anturityypeistä.

#### 4.7 KajaaniRM3

KajaaniRM3 tuotteelle on olemassa standardikokoonpanoa varten kahden vuoden ajanjakson kattava varaosasuositus. Listassa olevat kpl-määrät koskevat yhtä KajaaniRM3-tuotetta ja mikäli asiakas haluaa jotain normaalikokoonpanosta poikkeavaa, se luonnollisesti huomioidaan varaosasuosituksessa.

**Taulukko 8. KajaaniRM3 varaosasuositus**

Code	Product	Qty
	<b>kajaaniRM3 (spares for 2 years / spares per sensor)</b>	
	<b>kajaaniRM3 headbox, WW dilution line and DSD200 units</b>	
K02460	Flushing valve, Mars R1/2	1
K02460	Backflushing barrier valve, Mars R1/2	1
	<b>Sample and Return Pump</b>	
252668	Pump unit seals	1
242750	Sealing water pressure switch	1
	<b>Water &amp; Air Module</b>	
238618	Filter PG-100-93/4	2

## 4.8 KajaaniWEM

KajaaniWEM tuotteelle on myös olemassa kahden vuoden varaosasuositus ja myös tämä lista on laadittu yhdelle KajaaniWEM tuotteelle.

### Taulukko 9. KajaaniWEM tuotteen varaosasuositus

Code	Product	Qty
	<b>kajaaniWEM (spares for 2 years)</b>	
	<b>kajaaniWEM Base Unit</b>	
K01263	Battery CR 2032 3V	1
K01297 V1.1	Flash card	1
K02774	Sample valve + actuator 3-way (continuous flow)	1
213447	Water/air gun	1
271593	Check valve	1
	<b>Charge Module</b>	
H4450073 V1.0	Gasket	1
K02744	Support assembly	1
A4450173 V1.1	Piston assembly	1
H4450051 V3.0	Piston bushing	1
A4450082 V1.1	Shaft assembly sliding	1
K01739	CDV, valve + actuator	1
K01180	LLV, valve + actuator	1
	<b>Chemistry Module</b>	
K00409	pH sensor	1
K02975 V1.1	Conductivity sensor	1
K00410	Redox sensor	1
	<b>Water &amp; Air Module</b>	
238618	Filter PG-100-93/4	2

## **5. VARAOSASUOSITUSLISTAN LAATIMINEN**

### **5.1 Nykytilanteen yhteenveto**

Tämä kappale sisältää luottamuksellista tietoa, joten se on työn julkisesta versiosta poistettu.

### **5.2 Kehitysmahdollisuudet**

Varaosasuositusten laatimisprosessiin olisi hyvä saada tehokkaampi tapa synnyttää koko toimituksen kaiken kattava BOM-lista ja selkeämpi ohjeistus. Tämän lisäksi tarvitaan työkalut BOM-listasta muodostettavaan lopullisen kattavan varaosasuosituksen laatimiseen. Mikäli kaikki MA-PAS-tuotteet siirrettäisiin metsoDNAnetworkDesigneriin, riippumatta projektin suunnittelutyön sijainnista ja dokumentit löytyisivät yhteisestä tietokannasta, niin se helpottaisi oleellisesti varaosasuosituksen laatimista. Varaosasuosituksiin olisi myös hyvä tarkemmin laittaa näkyviin ajanjakso, jonka suositus kattaa.

MetsoDNA-järjestelmäosuuden varaosasuosituksen laatimisprosessiin voitaisiin lisätä ominaisuus, jossa metsoDNAnetworkDesigner-suunnittelutyökalusta saadaan suoraan koko järjestelmän BOM-listasta valmis varaosasuositus. Ominaisuuden ylläpitäminen onnistuisi helposti samalla, kun järjestelmän komponentteja päivitetään tai lisätään valikoimaa. Suunnittelutyökalussa on jokaiselle komponentille oma shape, joka tarkoittaa piirustus kuvaketta jolla kyseistä komponenttia kuvataan. Shape sisältää myös tietoa komponentista, joka tulostuu BOM-listaan. Suunnittelutyökaluun lisätään aina uusien komponenttien shapeja ja varaosasuositusominaisuuden päivittäminen voitaisiin suorittaa samalla.

MastTool-myyntityökalua voitaisiin melko helposti kehittää sille tasolle, että sieltä saataisiin tarvittaessa hyvinkin kattavat varaosasuositukset valituille tuotekokonaisuuksille. Myyntityökaluun voitaisiin lisätä kaikki muutkin tuotteet, metsoDNA:ta lukuun ottamatta.

## **6. POHDINTA**

Mainitsemisen arvoista on, että opinnäytetyön laatijalla oli parin vuoden takaa muutaman kuukauden mittainen työkokemus MA:lta. Tällä oli osittain suurikin hyöty eräänlaisena pohjatietona siitä, kuinka MA:lla toimitaan projektien ja varaosasuositusten kanssa. Tästä oli myös osittain hyötyä varsinaisen tiedon hankinnassa. Kuitenkin alussa kului paljon aikaa tutustuessa MA-PAS:in tuotevalikoimaan ja niiden toimintaperiaatteisiin.

Työn alkuvaiheessa rakenteen ollessa hahmotettu, tavoitteisiin kirjattiin työn tulokseksi muodostaa yksi yhteinen varaosasuositus. Tietoa kerätessä alkoi lopulta vaikuttaa siltä, ettei mitään kovin yksiselitteistä yhtä varaosasuosituslistaa ole mahdollista saada laadittua, joka kattaisi kaikki tuotteet. Kävi ilmi, että todellisuudessa lähes jokaisen tuotteen kohdalla varaosasuositus muokkautuu asiakkaan tarpeiden eli projektin mukaan. Varaosasuositus voi myös muokkautua projektin edetessä mahdollisten muutostarpeiden mukaan.

MA-PAS:in tarjoamia tuotteita voidaan räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaan moniin eri sovelluksiin, jolloin tuotekokoonpano määräytyy sovelluskohtaisesti. Käytännössä asia ilmeni varaosasuositusten vaihtelevuutena, koska sovelluskohtaisesti tuotekokoonpanot voivat vaihdella paljon ja ei ole käytännöllistä tehdä yhtä varaosasuosituslistaa, koska listasta tulisi älyttömän suuri. Työn tuloksena syntyi selvitys varaosasuosituksen laatimisprosessin nykytilanteesta, jossa tuotiin ongelmakohtat esiin ja haettiin mahdollisia parannusehdotuksia toiminnan tehostamiselle. Tuloksena ei syntynyt niinkään mitään yksiselitteistä mahdollisimman kattavaa varaosasuosituslistaa, koska käytännön toteuttaminen oli liian hankalaa.

Asiakkaalle tulisi toimittaa kuvallista lisädokumentaatiota varaosasuosituslistan liitteeksi, joka kertoisi osien sijainnista ja OEM-tuotteiden mahdollisesta kriittisyydestä.

Myös toimitukselle lähtevän tavaran tiedon hakeminen on usein hyvin hankalaa, se täytyy saada jollain tavalla selkeämmäksi, koska sitä käytetään yhtenä tiedonlähteenä tällä hetkellä varaosasuositusten laatimisprosessissa.

## LÄHTEET

Tuotekuvauksissa esiintyvät kuvat ovat saatavilla Metson intranetistä löytyvistä dokumenteista. [viitattu 20.9.2010]

metsoDNA

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/5011F89C193D6B88C22573F6004C6FDA?OpenDocument>

paperIQ

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/8805080BD7AC6AAEC225744B00452714?OpenDocument>

IQinsight

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/C22571C50031B4DEC2256D9100207629?OpenDocument>

IQDilutionPro

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/93BDA1B5B9EDF788C22572AB003C997C?OpenDocument>

IQSlicePro

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/75A6F06CBA8A7F04C22572A500310C6B?OpenDocument>

IQSteamPro

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/B87CE83EE0C669B2C225755F002F6C79>

IQAquaPro

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/2C494DE4E7469BD6C225730D002F157F?OpenDocument>

IQCoatPro

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/F8B5595C4970F2DBC225730D0049A182?OpenDocument>

IQInduction

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/C2257230003CCFA9C2256D49003DB94F?OpenDocument>

#### IQSurfacePro

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/52494CEF2C9BFAD3C22575D30051867B?OpenDocument>

#### Sensodec 6S

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/A109CC3ED819DBA5C22575C90046543B?OpenDocument>

#### PQV-kameravalvontajärjestelmä

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/f9ffd252701b202fc225771c003a1eae/Enclosures/0.132?OpenElement&FieldElemFormat=gif>

#### KajaaniRM3

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/EB5EC582AFEF0DEAC225748A003D4B82?OpenDocument>

[http://www.metsoautomation.com/Automation/info.nsf/WebWID/WTB-070110-2256F-654FA/\\$File/kajaaniRM3.pdf](http://www.metsoautomation.com/Automation/info.nsf/WebWID/WTB-070110-2256F-654FA/$File/kajaaniRM3.pdf)

#### KajaaniWEM

<http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/5AD94D594659F704C22573A7003C17B3?OpenDocument>

#### Profilers tuoteperheen esittely

[http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/c22571c50031b4dec2256f4100366247/\\$FILE/ATTH4SMI/IQProfilers%20tuoteperhe%2011\\_04.ppt](http://intra3.metsoautomation.com/ma/Product/MASDoc.nsf/0/c22571c50031b4dec2256f4100366247/$FILE/ATTH4SMI/IQProfilers%20tuoteperhe%2011_04.ppt)

## LIITTEET

### LIITE 1: Sensodec 6S -järjestelmäkuvauksesta esimerkki anturityypeistä

#### 01.40.90 ANTURIT

Anturit ovat erikoisvalmisteisia antureita, jotka on suunniteltu teollisuuden ympäristöoloihin. Kaikki anturit on luokiteltu suojausluokaltaan sekä IP 66 että IP 68.

Eri anturityypit

-	määrän alueen värähtelyanturi
RVT-105	*
-	värähtelyanturi
	RVT-120S
-	magneettinen tahdistusanturi
RTS-226	*
-	induktiivinen tahdistusanturi
RTS-223R/S	
-	dynaaminen paineanturi
RPT-122	*
-	dynaaminen korkeapaineanturi
RPT-133	*
-	lämpötila-anturi
	RTE-131 *
-	pyörrevirta-anturi sis. vahvistimella, 2mm alue
IN-081	
-	pyörrevirta-anturi ulk. vahvistimella, 2mm alue
SD-052/PR-6423	
-	pyörrevirta-anturi ulk. vahvistimella, 4mm alue
SD-081/PR-6424	
-	pyörrevirta-anturi ulk. vahvistimella, 8mm alue
SD-164/PR-6426	
-	LVDT- anturi, +/-25 mm alue
WT-025/PR9350	

\* merkityt anturit on varustettu kaksi metriä pitkällä kaapelilla, jossa on mekaanisena suojana haponkestävä teräskudonvahvisteinen teflonletku (PTFE). Lisäksi anturi on varustettu ruostumattomasta teräksestä valmistetulla huoltotaskulla, joka sijaitsee noin kahden metrin päässä anturista. Huoltotaskussa kenttäkaapeli on liitetty anturikaapeliin pikaliittimellä, jonka suojausluokitus on IP 66 ja IP 68.



**LIITE 2: Hayat Kimya projektista esimerkki paperIQ-raamin piirrustuksista**