

PPK6:n sähkökäyttöjen elinkaaren hallinta ja kehittäminen

Juha Kajankoski

Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2012

ALKUSANAT

Aluksi haluaisin kiittää koko opiskeluajan saamastani tuesta työkavereita ja työnantajaa.

Lisäksi erityiskiitos opinnäytetyön Stora Enson ohjaajalle Mauri Tervolle.

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Tekijä:	Juha Kaijankoski
Opinnäytetyön nimi:	PPK6:n sähkökäyttöjen elinkaaren hallinta ja kehittäminen
Sivuja:	52+9
Päiväys:	5.12.2012
Valvojat:	DI Jaakko Etto Kemi-Tornion AMK Kunnossapitoinsinööri Ville Karhu Efora
<p>Opinnäytetyö tehtiin Oulun Stora Enson paperikonelinja 6:lle. Työn tavoitteena oli selvittää paperinpäällystyskone 6:n toimintaa, elinkaaren tilaa ja kehitysmahdollisuuksia sähkökäyttöjen ja niiden ohjausjärjestelmien osalta. Kehityksen ajatuksena on turvata koneen tuotanto seuraavaksi 20 vuodeksi.</p> <p>Työssä selvitettiin koneen säätö- ja ohjaustavat sekä ilmoitettiin koneen tarkkuusvaatimukset. Opinnäytetyössä myös selvitettiin, missä vaiheessa koneen sähkökäyttöjen ja ohjausjärjestelmän elinkaari on menossa sekä mietittiin, mitä asioita on otettava huomioon kun ohjausjärjestelmiä ja sähkökäyttöjä modernisoidaan.</p> <p>Työssä käytettiin aineistona pääasiassa laitevalmistajan teknisiä dokumentteja, joita tutkimalla selvitettiin laitteiston toiminta ja elinkaari. Lisäksi aineistoa löytyi Stora Enson SAP-järjestelmästä, josta selvitettiin laitteiden saatavilla olevat varaosat ja niissä ilmenneet viat.</p> <p>Työn lopputuloksena esitettiin tapa, jolla PPK6-kone tulisi modernisoida. Modernisointitavaksi esitettiin SELMA2-ohjausjärjestelmän muuttamista Metson DNA:ksi ja sähkökäytön uusimista joko kokonaan AC-tekniikalla tai digitalisoimalla DC-käytöt rebuild kiteillä. AC-käytöt ja syöttöryhmä uusitaan kokonaan uuden sukupolven ACSXXX-laitteistolla. Laitteiston tyyppi valitaan, kun modernisointi on ajankohtainen. Laitteistolla tullaan pärjäämään vielä muutamia vuosia mutta huomioiden modernisoinnin kesto työ tulisi aloittaa jo nyt.</p>	
Avainsanat: elinkaari, sähkökäytöt, ohjausjärjestelmä, tasavirtamoottori	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Author:	Juha Kaijankoski
Thesis title:	PPK6 Electric Drives Lifecycle Management and Development.
Pages (+ appendices):	52+9
Date:	5.12.2012
Instructors:	Jaakko Etto, MSc (tech.) Ville Karhu, Maintenance Engineer, Efora
<p>The thesis was made for Oulu Stora Enso's paper machine line 6. The research focuses on the coater machine 6 activities, lifecycle and defines opportunities for drives and their control systems. The target of this is to ensure the production of the machine for the next 20 years.</p> <p>The work will clarify the adjustment and control of the machinery, as well as the accuracy requirements. It defines what stage the machine drives and control system lifecycle are going at the moment. It also defines the needs to be taken into account when the control systems for drives are modernized.</p> <p>The work material used is mainly the manufacturer's technical documents. That documentation is mainly used for examining the operation of the plant and lifecycle. Also material from Stora Enso's SAP-system is used. That material is used for determining the available spare parts for machine and faults of the parts.</p> <p>This thesis suggests the modernization of PPK6-machine. Modernization focuses on changing the control system SELMA2 to Metso DNA, by replacing the electric drives uses in whole with AC-drives or by digitizing technique uses DC rebuild kit's. Also an update of the AC-drives and supply group to a whole new generation ACSXXX-drives is suggested. Drives type should be defined at the time of modernization. The existing equipment will last for a few years, but modernization will take the same time to complete, so actually modernization should be started already now.</p>	
Keywords: lifecycle, drive, control system, DC motor	

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYSLUETTELO	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1. JOHDANTO	8
2. PAPERINPÄÄLLYSTYSKONEEN TOIMINTA	10
2.1 Toiminnan kuvaus	10
2.2 Tarkkuusvaatimukset	10
2.3 Säätötavat	12
2.4 Ohjausjärjestelmät	15
2.4.1 Metso DNA	15
2.4.2 SELMA2	15
2.4.3 Diagnostiikka	16
2.5 Käyttötyypit	18
2.6 Kireysmittaus	22
3. ELINKAAREN MÄÄRITTÄMINEN	24
3.1 Laitteiden elinkaaren vaiheet	24
3.2 Sähkökäyttöjen viat	25
3.3 Syöttöryhmien tilanne	26
3.3.1 AC-ryhmät	26
3.3.2 DC-ryhmät	28
3.4 Sähkökäytöt	28
3.4.1 AC-käytöt	28
3.4.2 DC-käytöt	32
3.4.3 AC-moottori	34
3.4.4 DC-moottori	35
3.5 Ohjausjärjestelmät	37
3.5.1 SELMA2	37

3.5.2 DNA	38
4. KEHITTÄMINEN	39
4.1 Tuotannolliset perusteet	39
4.2 Sähkökäytöt	39
4.2.1 AC-käytöt	39
4.2.2 DC-käytöt	41
4.3 Ohjausjärjestelmät	43
4.3.1 Vaihtoehdot	43
4.3.2 Vertailu	44
4.3.3 Käyttäjät	45
4.3.4 Kunnossapito	45
4.4 Diagnostiikka	46
5. YHTEENVETO	48
6. LÄHTEET	51
7. LIITTEET	52

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ACS	taajuusmuuttaja tyypiltään ACS
DNA	Metso DNA-automaatiojärjestelmä
PK6	paperikone 6
PPK6	paperinpäällystyskone 6
SAMI F	taajuusmuuttaja tyypiltään Sami F
SAP	toiminnanohjausjärjestelmä
SELMA2	linjakäyttöjen ohjausjärjestelmä
SELE 1001	vaihtosuuntaajasäätäjäyksikkö tyypiltään Sele 1001
AC-moottori	oikosulkumoottori
DC-moottori	tasavirtamoottori
rebuild kit	osittain uusittu dc-käyttö jossa hyödynnetään vanhan käytön ulkokuoria ja osaa komponenteista.
retrofit	osittain uusittu ac-käyttö jossa hyödynnetään vanhan käytön ulkokuoria ja osaa komponenteista.

1. JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Stora Enson Oulun paperinvalmistuslinja 6:n paperinpäällystyskone 6:n sähkökäyttöä ja sen ohjausjärjestelmää. Tarkoituksena on selvittää, mikä on sähkökäyttöjen elinkaarentila ja mitkä ovat sen kehitysmahdollisuudet. Osana kehitystä otetaan huomioon myös käyttöjen ohjausjärjestelmän uusinta, koska nykyinen ohjausjärjestelmä on lähellä Obsolent-tilaa.

Elinkaaren määrittämisessä apuna käytetään laitevalmistajan tilaluokitusta, varaosien saatavuutta, häiriöiden lukumäärää, korjauskustannuksia ja tietotaitoa laitteistosta. Suurilta osin nämä tiedot saadaan SAP-järjestelmästä. Tietotaito-osan määrittämiseen käytetään henkilöhaastatteluja.

Stora Enson Oulun tehdas on yksi maailman suurimmista ja nykyaikaisimmista puuvapaiden taidepainopapereiden valmistajista. Oulun tehdasalueen suunnittelu, integraatio ja sijainti ovat ainutlaatuisia ja päämääränä on valmistaa huippulaatuinen tuote asiakkaalle: lähes kaikki raaka-aineet, energia mukaan lukien, kulkevat putkia pitkin laitoksesta toiseen.

Pääraaka-aine sellu tuotetaan oman sellutehtaan ja Veracelin kanssa yhteistyössä. 1/3 sellusta tuotetaan omalla sellutehtaalla ja 2/3 tulee Veracelin eucasellusta. Oman sellutehtaan tuotannosta puolet menee myyntiin. Kaikki sellu pumpataan paperitehtaalle sellutehtaan kautta. Pigmentit tuodaan säännöllisin väliajoin tehdasalueen satamaan. Höyry ja sähkö saadaan sellutehtaan alueella sijaitsevasta voimalaitoksesta sekä yhtiön muista sähkönhankintalähteistä. Tehdasalueeseen kiinteästi liitetty satama tekee tuotteiden loppukäsittelyn tehokkaaksi ja tuo tuotantoa lähemmäksi asiakasta.

Oulun tehtaan tuotantokapasiteetti on 1 125 000 tonnia vuodessa. Päämarkkina-alueet ovat Euroopassa, jonne suuntautuu noin kolme neljännestä kaikista toimituksista.

Oulun sellutehdas tuottaa täysvalkaistua havusellua. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 370 000 tonnia, josta noin puolet käytetään omassa paperitehtaassa.

Oulun tehtaan tuotteet on tarkoitettu korkealaatuisiin, vaativiin painotöihin, kuten vuosikertomuksiin, esitteisiin ja muuhun markkinointimateriaaliin sekä taide- ja kuvakirjoihin. Tehtaan tuotemerkit ovat LumiArt ja LumiSilk. Avainasiakkaiksi määritellyt paperitukkuliikkeet myyvät niitä myös omilla tuotemerkeillään. Oulun

tehtaan tuotteet muodostavat maailman laajimman yhtenäisen taidepainopapereiden tuoteperheen. (Ojaniemi 2012, hakupäivä 10.8.2012)

Oulun paperikonelinja 6 koostuu: paperikoneesta, paperinpäällystyskoneesta, kahdesta superkalanterista, mattakalanterista, kahdesta pituusleikkurista ja kahdesta uudelleenrullaimesta sekä kahdesta rullanpakkaus koneesta. Oulun PK6 linjan kapasiteetti on 620 000t vuodessa. Linjan tuotteet ovat LumiArt ja LumiSilk, joiden grammapaino on 115 - 250 g/m² välillä.

2. PAPERINPÄÄLLYSTYSKONEEN TOIMINTA

2.1 Toiminnan kuvaus

Paperin päällystyskone toimii ns. lentävillä saumauksilla, jossa uusi konerulla kiihdytetään koneen ratanopeuteen ja saumataan vanhaan konerullanpaperiin. Samoin tapahtuu kiinnirullaimella, jossa uusi konerauta liitetään vauhdissa koneesta tulevaan paperiin. Päällystyskonetta ei pysäytetä tai nopeutta hiljennetä konerullien vaihtuessa.

Koneen pääohjausjärjestelmä on Metson DNA-automaatiojärjestelmä, jolla säädetään ja ohjataan koneen prosessilaitteisto. Koneen teloja ohjataan Strömbergin SELMA2-linjakäyttöjärjestelmällä. SELMA2 säätää koneen telojen pyörintää nopeus- ja kireystietojen avulla. Koneessa on kolmetoista kireysmittauspistettä ja 54 pulssianturia nopeuden mittaamiseen. Koneen päänopeusryhmänä toimii kuivatusryhmä 2. Kone toimii kireyssäätöisenä lukuun ottamatta kuivatusryhmä 2:sta, joka on nopeussäädetty ryhmä. (Tenhunen 2006,18)

Ennen pääryhmää olevilla käytöillä pyritään jarruttamaan radan nopeutta, jotta haluttu kireys saavutetaan ennen koneen pääryhmää. Pääryhmän jälkeisillä ryhmillä pyritään vetämään paperia, jotta haluttu kireys säilytetään. Kun kireydet on saatu halutuiksi, ovat ryhmien nopeudetkin lähes samoja. Koneessa on neljä päällystysasemaa, joilla paperi päällystetään kaksi kertaa molemmilta puolilta.

2.2 Tarkkuusvaatimukset

Vuonna 1990 konetta tehtäessä on sille laadittu tekniset tarkkuusvaatimukset, joita ovat:

- käyttöryhmän nopeussäädön staattinen tarkkuus $\geq \pm 0,1$ % maksiminopeudesta
- säätöjärjestelmän dynaaminen tarkkuus normaali ajotilanteessa oltava riittävä täyttämään prosessin sille asettamat vaatimukset.

Tyypillinen arvo nopeussäädön dynaamiselle tarkkuudelle on $\pm 0,1$ %:a maksiminopeudesta 2 – 4 s korjausajalla seuraavilla häiriöillä ja edellytyksillä:

- ± 10 % verkkojännitteen vaihtelu
- ± 3 % verkkotaajuuden vaihtelu
- ± 10 % kuormituksen vaihtelu
- Mekaanisen järjestelmän värähtelytaajuus vähintään
 - o 10 Hz raskailla ryhmillä
 - o 15 Hz kevyillä ryhmillä.

Raskaan ryhmän hitausmomentti on 10 kertaa suurempi kuin moottorin hitausmomentti moottorin akselille redusoituna. Kevyen ryhmän hitausmomentti on 10 kertaa pienempi kuin moottorin hitausmomentti moottorin akselille redusoituna.

Kireyssäädön dynaaminen tarkkuus on normaalisti seuraava:

- o ratakireyden vakio ± 2 %:n tarkkuudella maksimiratakireydestä tasaisessa kiihdytyksessä ja hidastuksessa
- o ratakireyden vakio ± 4 %:n tarkkuudella maksimiratakireydestä siirryttäessä kiihdytyksestä/hidastuksesta vakionopeuteen ja vakionopeudesta kiihdytykseen/hidastukseen.

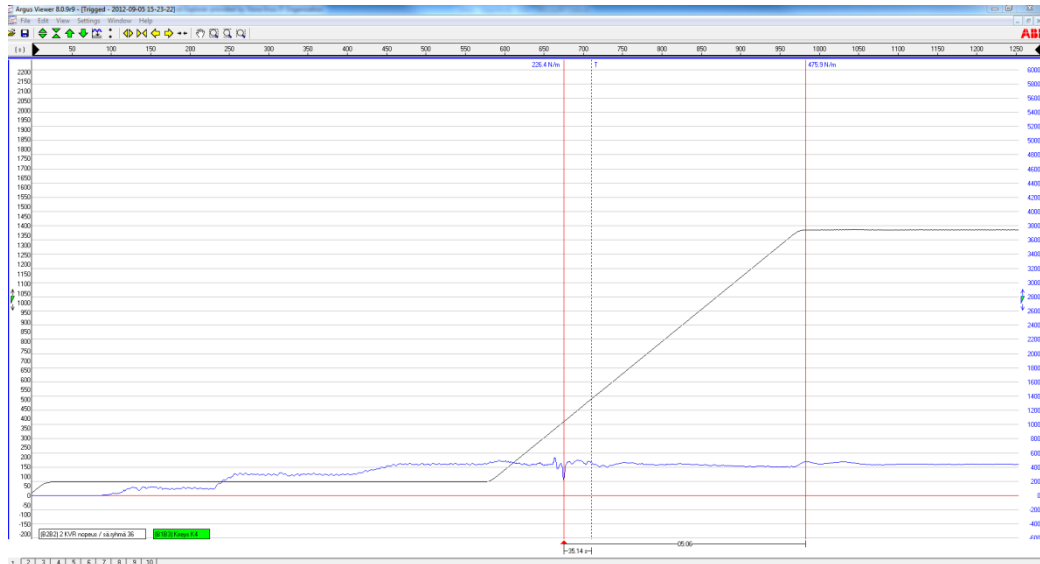
Päällystysasemien ja kaavareiden ohjaustoimet aiheuttavat maksimikireyteen verrattuna ± 4 %:n kireyden lisävaihtelun kutakin aseman ohjausta varten. Huolellinen lentävien saumausten ohjaustoimien hoito antaa ± 10 %:n kireydenvaihtelun samalla, kun saumauksen onnistumisen todennäköisyys on 98 %. (Väänänen,10)

Ajan saatossa tehtyjen muutostöiden johdosta koneen todelliset tarkkuudet ovat seuraavat:

- Kiihdytys paperi päällä on n. $194 \text{ m/min}^2 = 3,23 \text{ m/s}^2$.
- Rata kiihtyy ryömintänopeudesta 70 m/min -> 1400 m/min 6 min 45 s.
- Kiihdytyksen aikaisen rampin maksimi kireyden vaihtelu on ± 2 % 800 N/m = ± 16 N/m.
- Ratakireydet ovat keskimäärin kiihdytyksen alussa 444,18 N/m ja kiihdytyksen päätyttyä 456,5 N/m.

Tältä osin kone pysyy annetuissa tarkkuusvaatimuksissa. Kiihdytyksen aikana asemat menevät kiinni peräkkäin, mikä aiheuttaa heiluntaa kireyksissä kyseessä olevan aseman

läheisyydessä. Alla olevassa kuvassa näkyy yksi yksittäinen kiihdytys ja sen aikaiset kireysmittauksen heilahdukset. Aseman kiinnimeno aiheuttaa suuremman kuin kireysheilahduksen paperiin kuin määrittelyissä on sallittu, mutta nämä eivät aiheuta kuitenkaan lisää katkoja rataa.

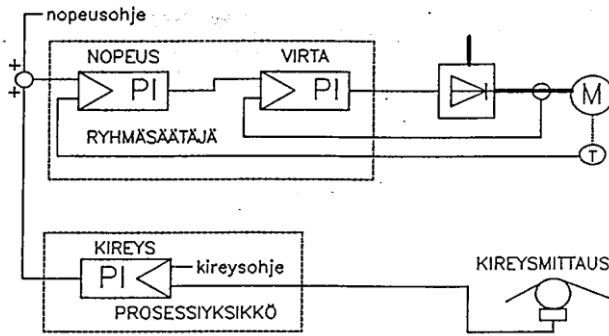


Kuva1. Yksittäinen kiihdytys ja sen aikaiset kireysmuutokset.

Saumausten onnistumisprosentti on luettavissa DNA-infosta jälkeenkäin. Kuluneen vuoden saumausten onnistumisprosentti on keskiarvoltaan 97,53 %. Saumauskatkoksi lasketaan se, jos kiinnirullaimen vaihtohaarukat eivät ole ehtineet ala-asentoon saumaustapahtumassa. Kaikki katkot saumausten aikana eivät kuitenkaan välttämättä johdu saumausten aiheuttamista kireysmuutoksista, vaan muita syitä voi olla esimerkiksi reikä paperissa tai reunarisa.

2.3 Sääötötavat

Koneessa on kolme erilaista moottoreiden sääötötapa: nopeussäätö, virta-/momenttisäätö, ja kireyssäätö. Nämä sääötötavat muodostuvat sisäkkäisistä sääötöpiireistä. Alla olevassa kuvassa 2 on kuvattu sääötöpiirien periaatekaavio.



Kuva 2. Säättöpiirin periaate. (ABB JTS 1993, 20)

Todellisuudessa säädettäviä suureita ovat tasavirtakäytöissä ankkuripiirinjännite ja magnetointijännite. Vaihtovirtakäytöissä säädettävät suureet ovat magnetointi ja momentti, joita muutetaan säätämällä lähdön taajuutta. (ABB JTS 1993, 20-21)

Nopeussäätö on muodostettu ulommasta nopeussäädöstä ja sisemmästä virta-/momenttisäädöstä. Virransäätöpiiri ohjaa suuntaajan tehoastetta siten, että moottorin roottorivirtapiiriin syntyy haluttu virta ja akselille haluttu momentti vaikutus. Nopeussäätäjän säätöväli on 12 ms ja virtasäätäjän 1 - 3 ms, suuntaajatyypistä riippuen.

Käyttöryhmän koostuessa useammasta moottorista toimii yksi niistä nopeussäätöisenä ja muut rinnakkaismoottoreina. Nopeussäätöisestä moottorista viedään takaisinkytkentänä nopeustieto ryhmäsuuntaajalle. Moottoreiden välistä jättämää ei samaan suuntaajaan kytketyillä moottoreilla voida huomioida.

Ns. kuormitusjousto (drooping) käytetään, kun käytön halutaan sopeuttavan ryhmän nopeuden johonkin toiseen käyttöryhmän nopeuteen. Tällöin käyttö voi hyväksyä käyttöryhmässä tietyn suuruisen kuormitusmuutoksen aiheuttaman nopeuden muutoksen, jolloin ryhmät saadaan pyörimään samaa nopeutta aiheuttamatta paperille kohtuuttomia momenttivaikutuksia.

Ns. kiihdytyksen kompensointia käytetään myös nopeussäädössä. Kompensointia käytetään, jos ryhmän hitausmassa tai ylimääräiset kitkat aiheuttavat nopeuteen virhettä. Tällöin korjataan nopeussäätöä momenttisäädön kautta, koska se on nopeampaa, antamalla momenttilisää virhenopeuden verran. (ABB JTS 1993, 22)

Virta-/momenttisäätöä käytetään, kun halutaan pitää kahden moottorin tai ryhmän väliset kuormitussuhteet vakiona, riippumatta nopeudesta tai kuormituksesta. Tällöin puhutaan ns. isäntä/orjakäytöistä. Tässä säätötavassa orjakäytön ulompi nopeussäätöpiiri on harhautettu. Tällaisia käyttöjä käytetään päällystyskoneissa lähinnä kalantereilla ja kuivatusryhmissä, missä on Uno-roll-ryhmä. Näiden orjaryhmien virta-/momenttisäätö kytketään päälle vain, jos ne ovat mekaanisesti sidoksissa toisiinsa esimerkiksi nipin tai viiran välityksellä, muulloin ne ovat nopeussäädöllä saaden nopeusohjeensa isäntäkäytöltä/ryhmältä.

Aukirullain-käytöissä esiintyy myös virta-/momenttisäätöä, koska auki rullattavan paperirullan halkaisijan muuttuessa täytyy jarruttavaa vääntömomenttia pienentää vakiokireyden ylläpitämiseksi. Virtasäätö on kuitenkin päällä vain radan ollessa ehjä, koska muutoin moottori saattaisi suurella jarrutusmomentilla ratakatkon tapahtuessa rynnätä suureen nopeuteen aiheuttaen mahdollisesti vaurioita moottorille.

Kiinnirullaimessa käytetään myös virta-/momenttisäätöä, jotta rullalle saadaan haluttu kovuus. Saumaushetkellä käytetään korotettua kireysohjetta, jotta pohjasta tulisi tasainen ja tarpeeksi kova. Muulloin säätö riippuu kireysasetuksesta ja muuttuvasta halkaisijasta. (ABB JTS 1993, 23)

Kireyssäätö on rakennettu päällystyskoneille siksi, että saataisiin vietyä paperi aukirullaimelta kiinnirullaimelle. Radan päällä pysymisen ehdoton vaatimus on hallita ratakireyttä. Liian suuri ratakireys johtaa radan katkeamiseen ja liian pieni kireys johtaa hallitsemattomaan liikkeeseen, joka ilmenee sivuttaisena liikkeenä, mikä johtaa ratakatkoihin.

Periaatteessa paperiradan kireyssäätö voidaan toteuttaa pelkästään nopeuseroasetteluin, mutta haluttaessa kompensoida automaattisesti kireyteen vaikuttavia häiriö- ja epätarkkuustekijöitä ja hallita dynaamisia kireysmuutoksia, lisätään ryhmien nopeusohjetta säätävä kireyssäätö. Päällystysasemilla tehtävä paperin kastelu ja kuivatusryhmillä tehtävä kuivatus vaikuttavat ratakireyteen kuitenkin niin paljon, että ilman hyvin toimivaa kireyssäätöä ei konetta pystyttäisi ajamaan.

Pääryhmän sijainnista riippuen kireyssäädön mittausarvona käytetään joko ennen tai jälkeen kyseisen ryhmän suoritettua kireyden mittausta. Pääryhmää edeltävissä

ryhmissä kireyssäädön mittausarvona käytetään ryhmän jälkeen mitattua kireysoloarvoa ja pääryhmän jälkeen olevissa ryhmissä käytetään ryhmää edeltävää mittausta. Koska nopeussäätöön yhdistetty kireyssäätö toteuttaa kaskadisäädön periaatetta, pitää ulompi säätöpiiri eli kireyssäätö virittää huomattavasti hitaammaksi kuin nopeussäätö. Kireyssäädön askelvasteen korjausaika onkin yli 10 kertaa hitaampi kuin nopeussäädön, eli 10 - 30 sekuntia. Itse kireyssäätäjä on toteutettu PID säätölohkolla SELMAN ohjelmissa. (ABB JTS 1993, 24)

2.4 Ohjausjärjestelmät

2.4.1 Metso DNA

PPK6-konetta ohjaa Metson DNA-automaatiojärjestelmä. Koneessa on alkuperäisesti ollut Damatic XD-järjestelmä, mutta sitä on alettu modernisoimaan vuodesta 2008 alkaen ACN pohjaiseksi DNA-järjestelmäksi. ACN (Application and control nodes) ACN-järjestelmä perustuu PC-tekniikkaan, mikä on prosessiasemilla linux pohjainen ja valvomoasemilla windows pohjainen järjestelmä. Järjestelmä koostuu valvomo- ja prosessiväylän muodostamasta lähiverkosta ja siihen liittyvistä eri toimintoja suorittavista palvelimista. Väylät on rakennettu koaksiaali-, pari- tai valokuitukaapeleilla. Yhteen väylään voi liittää enintään 50 palvelinta. Palvelimien välinen kommunikointi perustuu nimeen. (Metso 2005, 5)

DNA ohjaa linjakäyttöjä lähinnä antamalla ajonopeuden ja saumaustilanteessa lukitusehtojen tietojen vaihtoon, mutta kaikkien muiden prosessia kenttälaitteiden ohjaukset, tilatiedot, oloarvot ja hälytykset tulevat DNA- järjestelmään. Esimerkiksi päällysteiden valmistus ja laadunmittauksen mittapalkkien prosessit ohjataan täysin tämän järjestelmän kautta. Samoin DNA ohjaa päällysteiden määrää paperia päällystettäessä. PPK6-kone sisältää, 21 prosessipalvelinta, 6 operointipalvelinta, hälytyspalvelimen, 6 laadunmittauspalvelinta ja varmennuspalvelimen. Kuvaus automaatiojärjestelmästä löytyy liitteessä 2.

2.4.2 SELMA2

Koneessa on SELMA2-linjakäyttöjärjestelmä, joka on Strömbergin tekemä ja otettu käyttöön 1980-luvulla. Järjestelmä on 16 bittinen ja siinä on muistia 64 kt/cpu, kelloaajuus on 8 Mhz ja EEPROM muistikortilla 3*192 kt. Koneessa on neljä prosessi-

SELMA:a ja valvomo-SELMA koneen ajoa varten. valvomo-SELMA sisältää koneen ohjaamiseen tarvittavat kuvasivut. Kuvasivuilta näkee käyttöjen tilat ja niiden prosessisuureet. Lisäksi video-SELMA:lta voidaan operoida muutoksia koneen ohjaukseen. Operoinnit suoritetaan omalta operointinäppäimistöltä. Video-SELMA:sta löytyy kuvasivut, trendisivut, hälytyssivut ja ilmoitussivut.

Prosessi-SELMA sisältää kaikki moottoriohjaukset ja säätöpiirit. Prosessi-SELMA ohjaa käyttöjen toimintaa käytöiltä ja kentältä saadun tiedon perusteella. Ohajustapaa on kuvattu liitteessä 4 ohjearvoketjun avulla. Ohjearvoketjusta näkee miten kutakin käyttöä ohjataan. Kentältä tulevia tietoja ovat kireysmittaukset ja saumaukseen liittyvät kenttälaitteet. Prosessi-SELMA:n liitytään RS323 sarjaliikenteellä. SELMA2-järjestelmän ohjelmointi tapahtuu valmiiden toimilohkojen arvoja muuttamalla. Prosessi-SELMA 1 ohjaa saumaustapahtumaa. Tarvittava nopeus saavutetaan jäädyttämällä muut ohjelmakierrot saumaushetkeksi. Kuvaus järjestelmästä liitteessä 3.

2.4.3 Diagnostiikka

Koneessa on neljän tyyppistä diagnostiikkaa: SELMA:n oma (hidas 1s), DNA-info (hidas 1s), Argus (nopea 20ms) ja katkokamerajärjestelmä. SELMA:lla on kaksi tapaa kerätä tietoa talteen diagnostiikka mielessä, joko valmiit video-SELMA:n trendipiirrot tai mittaukset hyperterminal yhteyden kautta. Molemmissa näissä on tiedonkeruuväli 1 sekunti. SELMA:sta voi ottaa talteen kerrallaan kahdeksan mittaustulosta ja tallettaa ne tekstitiedostona word tai nodepad muodossa. Tällä hetkellä koneella on mahdollisuus tehdä kaikista neljästä SELMA:sta yhtäaikainen tallennus, jolloin saadaan 32:n muuttujan tiedot talteen yhtä aikaa.

DNA:ssa on käytössä Aspenin Proses Explorer ohjelma, jolla saa tutkittua myös aikaleimauksella prosessinohjauksia ja linjakäytön tietoja. Tällä hetkellä nopein tallennus on infossa 1 s, mutta järjestelmä kykenee tallentamaan tiedot 100ms välein ja ohjelman aikaleimauksilla saadaan jopa 1 ms tarkkuudella. Nämä tiedot ovat tallessa DNA:n palvelimella ja ovat luettavissa jälkikäteen. Tallennuspalvelimen kovalevyn koko määrittää sen, kauanko tiedot ovat luettavissa jälkikäteen. Tällä hetkellä se on vuosia, mutta tulevaisuudessa se tulee lyhenemään, koska tallennuksia lisätään koko ajan.

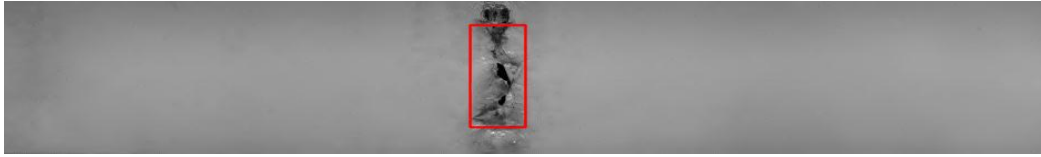
Argus CC/4P järjestelmällä saa mitattua 64+2048 kanavaa, kun se on laajennettu Argus (DAU) yksiköillä. Yhdessä mittaustapahtumassa voi olla 4000 mittausta käytössä. järjestelmään voi tuoda kolmen tyyppistä signaalia: analoginen, taajuus(pulssianturi) ja digitaalista väyläliityntää. Analoginen kanava on 12bitin resoluutiolla, taajuus kanavat toimivat 0-120kHz taajuudella ja digitaaliset väylät ABB:n Master Fieldbus ja AF100 väylissä. Lyhin mittausaika on 3µs/kanava ja DAU yksiköllä 12µs/kanava. Mittausväylien maksimipituudet ovat muovilla 30m, lasilla 2000m ja DAU yksiköillä 1000m. (Väänänen 1990,10)

Koneessa on tällä hetkellä 74 mittauspistettä käytössä. Nämä suureet on vaihdettavissa johdottamalla ne uudelleen. Tällä hetkellä argus järjestelmässä on keskitytty neljään seurattavaan tapahtumaan: kiihdytys, ratakatko, saumauskatko ja 100 viimeistä saumausta. Nämä tapahtumat jäävät talteen niille erikseen määritellyin mittausten ja keston osalta. Mittaukset eivät ole jatkuvia, vaan ne on määritelty tapahtuvan joistakin halutuista muutoksista prosessissa.

Katkokamerajärjestelmä on uusittu koneeseen vuoden 2012 alussa. Järjestelmässä on 60 kameraa, jotka tallentavat katkotilanteet, lentävän saumauksen läpiviennin ja laatupoikkeamat paperissa. Kameroista 41kpl on WMS eli katkokameraa ja 19 kpl on WIS kameraa eli vianhavaitsemiskameraa. Katkokamerat sijaitsevat koneen pituussuuntaisesti sen käyttö ja hoitopuolella ja vianpaikannuskamerat poikittaissuunnassa konetta. Katkokamera järjestelmää on kuvattu liitteessä 5. (Procemex 2012,2)

Tällä hetkellä järjestelmän muistissa on tallessa kaikki katkotapahtumat ja laatupoikkeamat. Tulevaisuudessa tullaan määrittämään kuinka paljon vikatalleennyksiä tullaan säilyttämään järjestelmässä. Järjestelmän havaittua vian pystyy se synkronoimaan kamerat niin, että ne havaitsevat saman vikapaikan, kun vaihdetaan katsottavaa kameraa. Näin pystyy helposti seuraamaan esimerkiksi öljyläiskän, reiän, reunarisan tai katkon kehitystä. Kameroille tarvittava valo tuotetaan led-valo tekniikalla. Järjestelmällä on OPC serveri, jolle tallennukset ja asetukset on tehty. Kukin käyttäjä liittyy serveriin verkon kautta, josta hän pystyy katselemaan tallennettuja nauhoituksia.

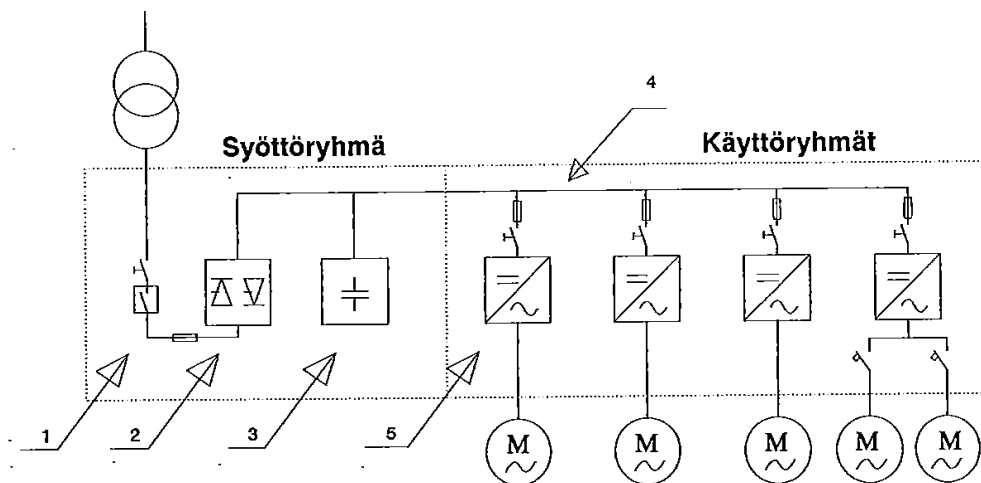
Järjestelmä pystyy itse diagnosoimaan vikatalennuksen syyn ja kategorisoimaan ne niiden perusteella järjestelmään, niille opetettujen kuvien perusteella. (Procemex 2012,45)



Kuva 3. WMS kameran havaitsema reikä paperissa 1.5*4mm (Procemex 2012,44)

2.5 Käyttötyypit

PK6-linja on toteutettu ABB Strömbergin linjakäyttörakenteella. Linjakäyttöjärjestelmälle tuodaan yksi verkkoliitäntä, missä se muutetaan kokojärjestelmälle yhteiseksi AC/DC-jännitteeksi. Jokainen käyttö ottaa käyttöenergiansa yhteisestä AC/DC-virtakiskostosta, kuten kuvassa 4 on esitetty.



Kuva 4. Linjakäytön rakenne (ABB Drives 1990,11)

1. verkkoliitäntäkoje
2. verkkosuuntaaja
3. energiavarasto
4. DC-virtakiskot
5. vaihtosuuntaajat.

Linjakäyttö on toteutettu tasavirtakäyttöjen osalta SELE 1001 ryhmäsäätäjillä ja vaihtovirtakäyttöjen osalta SAMI F taajuusmuuttajilla. Kone sisältää 17

tasavirtamoottoria ja 56 oikosulkumoottoria. Molempia käyttötyyppejä ohjataan SELMA2-linjakäyttöjärjestelmällä, digitaalista ohjearvoketjua hyväksikäyttäen. Molemmissa käyttötyypeissä liikennöinti tapahtuu sarjaliikenteen avulla kanavassa 1. Molempien käyttötyyppien parametrien katseluun ja muuttamiseen käytetään samaa ohjauspaneelityyppiä (SAFP 21).

Sarjaliikennekanavan kautta käytölle annetaan:

- ohjearvot (nopeus, taajuus, momentti)
- ohjaukset (ajo, seis, ryömintä, laukaisu, vian kuittaus, ym)
- parametriarvot (virtarajat, säätövahvistukset, sovelluskohtaiset parametrit).

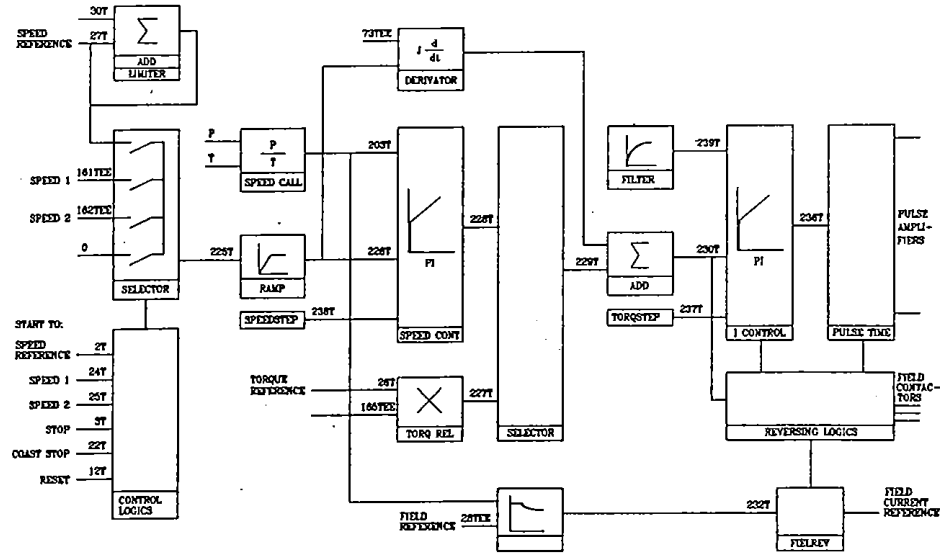
Sarjaliikennekanavan kautta luetaan käytöltä:

- oloarvot (nopeus, taajuus, momentti)
- diagnostiikkatiedot
- mittausarvoja huoltohenkilöstöä varten.

Tasavirtakäytöt ovat 6-pulssisia siltayksiköitä, jotka sisältää tyristori moduleita. PPK6 koneella on käytössä kolmea eri kokoluokkaa: SLJG- 335,-V185 ja – AV725. AV725:n rakenne koostuu kahdesta 3-pulssisesta yksiköstä N1 negatiivisesta ja P1 positiivisesta silloista. Lisäksi aukirullain on varustettu SLJE magnetointilaitteella.

SELE1001 taajuusmuuttajat koostuvat seuraavista pääkomponenteista:

- power-kortti (SMPS 7738)
- liityntäkortti (SGHF 1001)
- ohjaukset (SGEA 1001)
- pulssivahvistin (SGCP 1000)
- tyristorimoduuli.

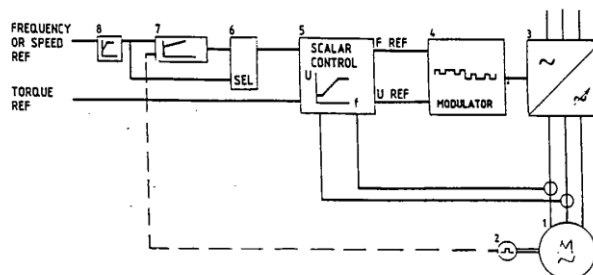


Kuva 5. SELE 1001-säätäjän ohjaus- ja säätölohkokaavio (ABB Drives,14)

Sami F taajuusmuuttajat ovat koneessa joko vektorisäätöisiä tai skalaarisäätöisiä. Skalaarisäätöiset käytöt toimivat ilman pulssianturin takaisinkytkentää. Ne ovat ns. orjakäyttöjä johto- ja levitystelaryhmissä. Kuvassa 6 on esitetty skalarisäädön peruseriaate.

Kaavion osat:

- 1 Oikosulkumoottori
- 2 Pulssianturi pyörimisnopeuden mittaamiseksi (valinnaisvaruste)
- 3 Tehoaste, taajuusmuuttaja
- 4 Modulaattori
- 5 Skalaarisäätö
 - taajuusohje
 - jänniteohje
 - virran rajoitus
- 6 Nopeus-/taajuusohjeen valinta
- 7 Nopeudensäätö (valinnaistoiminta)
- 8 Ohjearvointegraattori



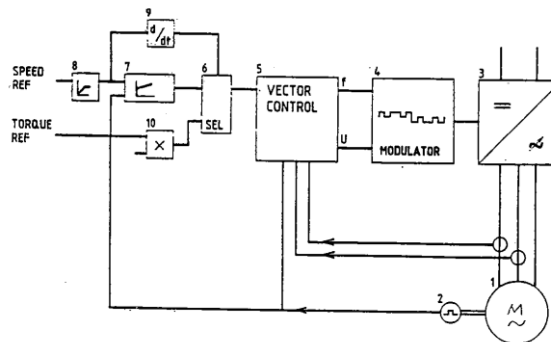
Kuva 1.2.1 Skalaarisäätö

Kuva 6. Skalarisäädön peruseriaate (ABB Drives,7)

Vektorisäätöisiä käyttäjä ovat yksittäiset johto ja levityselat, sekä ryhmien pääkäytöt. Niissä on pulssianturi antamassa takaisinkytkennän pyörimisnopeudesta säätäjälle ja nopeusohjeelle, kuten kuvasta 7 näkyy.

Kuvan osat:

- 1 Oikosulkumoottori
- 2 Pulssianturi pyörimisnopeuden mittaamiseksi
- 3 Tehoste, vaihtosuuntaaja
- 4 Modulaattori
- 5 Vektorisäätö
 - konemalli moottorin tilan laskemiseksi
 - momentin säätösilukka
 - magneettivuon säätösilukka
- 6 Nopeus-/momenttiohjeen valinta
- 7 Nopeudensäätö
- 8 Nopeusohjeen integraattori
- 9 Nopeusohjeen muutosnopeuden vaikutus säätöön
- 10 Kuormanjaon kertoja

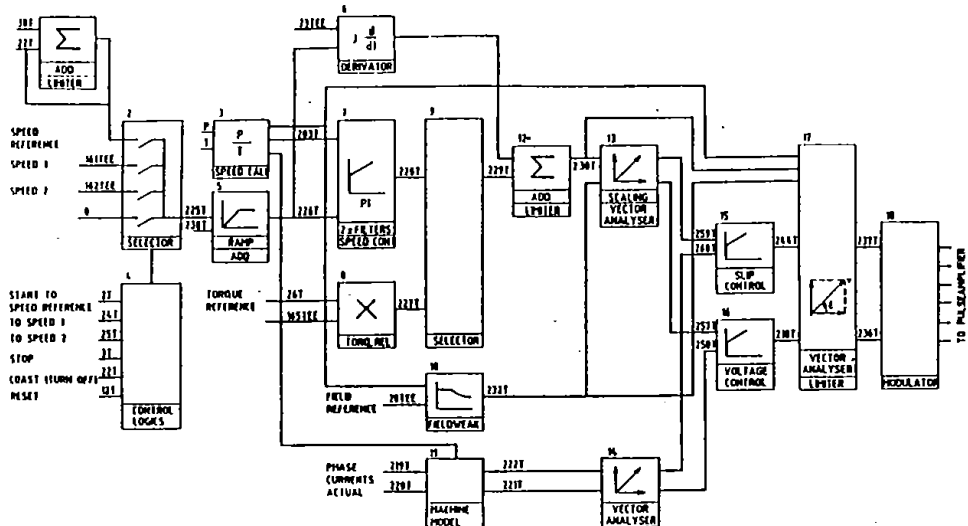


Kuva 1.2.2 Vektorisäätö

Kuva 7. Vektorisäädön peruseriaate (ABB Drives,8)

Sami F taajuusmuuttajat koostuvat seuraavista pääkomponenteista:

- power-kortti (saft172 POW)
- liityntäkortti (saft189 TSI)
- ohjaukorkortti (saft178 CON)
- pulssinohjaukorkortti (saft170 PAC)
- tyristorivaihtosuuntaaja.

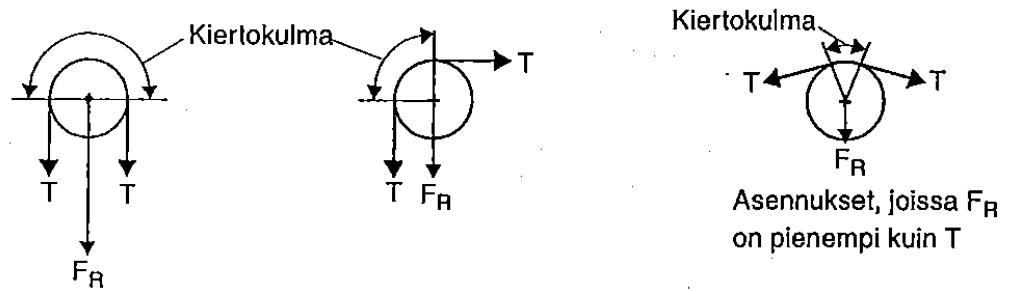


Kuva 8. Sami F-taajuusmuuttajan ohjaus ja säätölohkokaavio (ABB Drives,15)

Kuvassa 8 on esitetty ohjaus ja säätölohkokaavio tarkemmin. Lisäksi kuvassa esitetään, millaisia erilaisia säätölohkoja sekä muuttuvia ja kiinteitä ohjeita käytölle tulee ennen tyristoreiden säätöä.

2.6 Kireysmittaus

Koneessa on kolmetoista kireysmittauspistettä, jotka on levitetty tasaisesti koko koneen matkalle kriittisiin paikkoihin. Näissä paikoissa on käytössä kolmen eri kokoluokan anturia 2kN, 4kN ja 16kN. Mittaukset tuodaan SELMA:n analogisena viestinä 0-10Vdc. Viestit lähetetään, joko analogisen tai digitaalisen vahvistinyksikön välityksellä. Analoginen vahvistin on ABB PFTA 101 ja digitaalinen PFEA 113. Digitaalisia vahvistimia on vaihdettu analogisten tilalle paikoissa, joissa ne ovat aiheuttaneet ongelmia. Tällä hetkellä käytössä on neljä mittauspistettä digitaalisen mittauksen perässä: K1, K2, K7 ja K9. Koneessa alkuperäisesti olevien analogisten vahvistimien vahvistinkerroin on pitänyt määrittää laskemalla. Liitteessä 1 on esitetty kireysmittauksen K1 vahvistinkertoimen laskeminen. Kireysmittaus tarkistetaan vetämällä kireydet. Laskennassa on oleellista tietää oikeat kiertokulmat, missä kulmassa paperi tulee ja lähtee mitattavasta pisteestä. Kuvassa 9 on esitetty eri malleja siitä, miten kiertokulma määräytyy mitattavaan telaan nähden.



Kuva 9. Kiertokulman määräytyminen. (ABB PFEA113 2003,3-24)

Uusissa digitaalisissa vahvistimissa kertoimen voi asetella käsin tai vahvistin määrittää sen itse, kun anturille tehdään kireyden tarkistus vetämällä kireydet.

(ABB PFEA113 2003,3-24)

Näiden kertoimien ei pitäisi olla erisuuria, jos radan tulo ja lähtökulmat on määritelty oikein laskentoihin. Antureiden paikkansapitävyys tarkistetaan vetämällä kireydet. Kireydet vedetään radan suuntaisesti keskeltä konetta. Radalle asetetaan liinat ja voima-anturi, jonka jälkeen vedetään kuorma anturin nimelliskuormaan. Voima-anturin arvo asetellaan vahvistinyksikölle, joka lähettää arvon SELMA:lle. Paikkansapitävyys tarkistetaan laskemalla arvo ensin käsin ja vertaamalla sitä SELMA:n näytöllä olevaan kireysarvoon N/m.

3. ELINKAAREN MÄÄRITTÄMINEN

3.1 Laitteiden elinkaaren vaiheet

Tässä kappaleessa esitetään missä vaiheessa elinkaarta ovat PPK6:n laitteistot sähkökäyttöjen ja ohjausjärjestelmien osalta.

ABB on laatinut omia tuotteitaan koskevan elinkaarenhallinnan dokumentointi järjestelmän, jossa se on jakanut tuotteensa elinkaaren neljään vaiheeseen: Active, Classic, Limited ja Obsolete.



Kuva 10. ABB tuotteiden elinkaarenvaiheet (ABB service 2008,1)

Elinkaaren hallinnan tuomat edut ovat laitteen arvon säilyttäminen ja kuhunkin vaiheeseen tarkoituksenmukaiset kunnossapitotoimenpiteet elinkaarenaikana. Näitä ovat:

- Varaosatuki ja kunnossapidossa tarvittava osaaminen koko elinkaaren aikana.
- Tehokas tuotetuki ja kunnossapito korkean luotettavuuden saavuttamiseksi.
- Tekniset päivitykset, jotka parantavat alkuperäisen tuotteen ominaisuuksia.
- Tuotteen vaihtaminen hallitusti uuden sukupolven tuotteeseen.

Elinkaarenhallinnan vaiheistukseen sisällöt ovat seuraavat:

Active-vaihe:

Tuote on tavallisesti active-vaiheessa 5 – 10 vuotta tuotteen myynnin aloittamisesta. Asiakkaalle tarjotaan erilaisia takuvaihtoehtoja, käyttöönottokoulutusta ja teknistä tukea. Saatavilla on kattava palveluvalikoima varaosapalveluista huoltovälitaulukon mukaisiin ennakkohuoltopalveluihin. Tuotteen sarjatuotannon loppuessa päättyy myös sen active-vaihe, mistä ABB tiedottaa erikseen.

Classic-vaihe:

Tuotteella taataan täysi tuotetuki koko classic-vaiheen ajan, joka kestää yleensä 7-10 vuotta. Classic-vaiheessa tuotetta usein vielä kehitetään teknisesti. Classic-vaiheessa

sarjatuotannosta poistuneita tuotteita voidaan vielä valmistaa. Laajennus- ja varaosiksi voidaan hankkia kokonaisia laitekokonaisuuksia tai yksilöllisiä moduleita. Huoltamalla laitteita ABB:n huoltovälitaulukon mukaisesti, laitteiden elinkaaren aikaiset kunnossapitokustannukset yleensä pienenevät. Huoltovälitaulukot perustuvat ABB:n pitkäaikaiseen valmistus- ja huolto-kokemukseen. Komponenttien uusinnoilla ja päivityspalveluilla parannetaan laitteiden ominaisuuksia ja pidennetään niiden käyttöikä.

Limited-vaihe:

Limited vaiheessa ei tuotteita enää valmisteta. Varaosapalvelut jatkuvat niin kauan kuin komponentteja on saatavilla. Hyvissä ajoin ennen tuotteiden siirtämistä obsolete-vaiheeseen ABB julkaisee elinkaaritiedotteen, jossa ilmoitetaan mahdollisuudesta tehdä viimeiset varaosahankinnat ennen tuotetuen päättymistä.

Obsolete-vaihe:

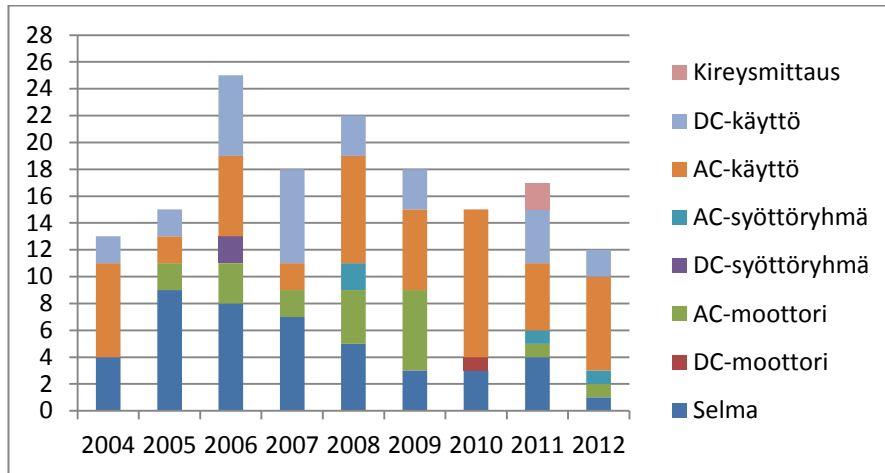
Tuote siirretään obsolete-vaiheeseen, kun sen kunnossapito ei ole enää kustannussyistä perusteltua, ABB ei tue laitetta teknisesti tai teknologiaa ei ole enää saatavilla. Käytännössä tuotetukea ja kunnossapitopalveluita ei voida silloin enää taata. Varaosia ja korjauspalveluja on kuitenkin saatavilla niin kauan kuin ABB:n varastossa riittää osia tai niitä voidaan hankkia. (ABB service 2005,1-2)

Useimpien ABB:n tuotteiden tuki kestää yli 20 vuotta. Elinkaarimallin avulla asiakkaan on helpompi seurata oman tuotteensa elinkaaren vaiheita. Kuvaus vaiheista ja niiden sisällöstä ja kestosta liitteessä 8.

3.2 Sähkökäyttöjen viat

SAP-järjestelmästä löytyy vikakirjaukset PPK6:n osalta, jotka ovat olleet sähkökäytöissä tai SELMA2-järjestelmässä. Tiedot on hankittu vuodesta 2004 – 2012 elokuun loppuun. Alla olevasta taulukosta näkee vuosittain pylvään korkeudesta vikailmoitusten lukumäärän ja niiden kohteet kappalemäärittäin.

Taulukko 1. Linjakäyttöjen häiriöt 2004 – 2012 PPK6-koneessa.



3.3 Syöttöryhmien tilanne

Haastattelin ABB:n käyttöjen elinkaariasioista vastaavaa Asko Kavalaa liittyen syöttöryhmien ja käyttöjen elinkaariasioihin. Haastattelussa selvisi, että syöttöryhmien elinkaari myötäilee sen perässä olevia käyttöjä. Elinkaareen vaikuttavat syöttöryhmän sukupolvi, rakenne, kuormitus ja tehdyt ennakkohuollot.

3.3.1 AC-ryhmät

PPK6-koneessa on yksi AC-syöttöryhmä, joka syöttää tasajännitteen kaikille koneen AC-käyttöille kiskostoon. Syöttöryhmään on jouduttu lisäämään pohjakuormaksi leijun numero kymmenen kiertoilma invertteri. Ilman tätä syöttöryhmän sillassa tapahtuu hallitsemattomia kuorman muutoksia, joka aiheuttaa vähintään sulakepaloja sillassa ja AC-käyttöillä. PPK6:n AC-käytöt ovat tyypiltään ABB Sami F:ä ja niiden elinkaaren tila on ABB:n määritysten mukaan classic-tilassa, joten AC-syöttöryhmäkin on silloin samassa tilassa. Obsolete-tilaan syöttöryhmä siirtyy vuoden 2017 alussa.

Tällä hetkellä ennakkohuoltoja linjakäytölle on kolme kappaletta: Lämpökuvaus, sähköiset mittaukset ja puhallinhuollot. Lämpökuvaus tehdään kerran vuodessa ja poikkeamat lisätään SAP-järjestelmään. Puhallinhuoltoja on kahdella eri syklillä, kolmen ja kuuden vuoden välein, riippuen ko. puhaltimesta. Kuitenkin niin, että kuuden vuoden huollossa tehdään molemmat puhallinhuollot yhtä aikaa. Sähköiset mittaukset tehdään kolmen vuoden välein puhallinhuoltojen yhteydessä.

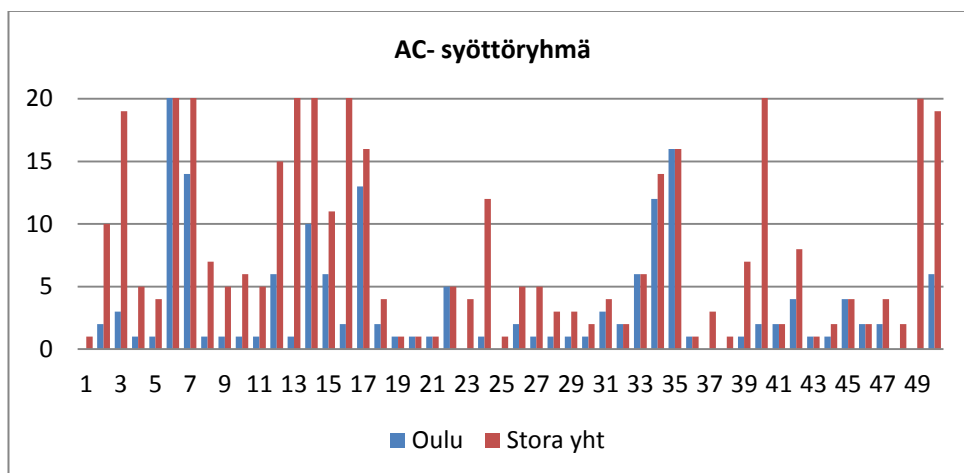
Huollossa tehdään seuraavat sähköiset mittaukset:

- uc-mittausketju
- välipiirin latauskäyrä
- välipiirin purkukäyrä
- välipiirin jännitetaso
- pääjännitteet
- apujännitteet.

Lisäksi tarkastetaan toimintaympäristö, korroosiot, vikalogi ja dokumentit sekä käyttö- ja huolto-ohjeet.

SAP-järjestelmässä on syöttöryhmälle määritellyt varaosat, joita löytyy Oulusta ja muilta Stora Enson tehtaiden varastoista. Nimikkeitä varaosiksi oli perustettu 50 kappaletta. Alla olevasta taulukosta 2 käy ilmi kunkin varaosan määrät Oulussa ja Stora Enson tehtaissa yhteensä. Yhteisiin lukeutuvat myös Oulun varaosat.

Taulukko 2. AC-syöttöryhmän varaosat PPK6 koneessa.



Kaaviosta ja tarkemmista varaosaselvityksistä selviää, että Stora Enson varastoista löytyy kaikkia varaosia tarvittaessa ja Oulusta kaikki kriittiset kortit ja sillan osat pieneen tarpeeseen. Kahta peräkkäistä isoa vikaa syöttöryhmä ei kuitenkaan kestä näillä varaosamäärillä, sillä korttien korjauskierto kestää noin kuukauden.

Vikoja syöttöryhmässä on erittäin vähän, vaikka se onkin ollut käytössä jo 22 vuotta. SAP-järjestelmässä raportoituja vikoja vuosina 2004 – 2012 on ollut 4, joista kaksi on selviä unohduksia lisäkuorman suhteen. Ongelmana tulee varaosien saatavuus ja

kunnossapitotoimien osaamistaito, kun vikoja ei ko. laitteistossa ole. Oletettavaa on kuitenkin että tulevina vuosina vikojen määrä alkaa kasvamaan. Elinkaaren määrittämisen ydin on varaosien saatavuus ja laitteiston toimintavarmuus. Tämän määrittäminen on kuitenkin todella vaikeaa, eikä yhtä oikeaa ratkaisua ole. Ennemmin on puhuttava riskeistä, mitä ollaan valmiita ottamaan, jollei laitteistoa modernisoida.

3.3.2 DC-ryhmät

PPK6-koneessa on kaksi DC-syöttöryhmää, jotka syöttävät käytöille kiskostoon AC-jännitteen. Syöttöryhmä sisältää: pääkytkimen, hätäseis-piirit ja muuntajan suojana toimivan suojareleen.

Ennakkohuoltoja laitteistolle tehdään kaksi, joita ovat lämpökuvaus ja suojareleen toisiokoestus. Lämpökuvaus tehdään kerran vuodessa ja poikkeukset raportoidaan SAP-järjestelmään. Suojareleiden toisiokoestus tehdään 5 vuoden välein.

Varaosina suojareleitä löytyy Oulusta kaksi ja Storalta yhteensä kahdeksan kappaletta.

Vuosien 2004 – 2012 aikana vikoja laitteistossa on ilmennyt kaksikappaletta hätäseispiirien kontaktoreissa, mitkä on uusittu sen jälkeen kokonaisuudessaan.

Varsinaisia uhkakuvia ei syöttölaitteistoon sisälly, koska laitteisto ei sisällä mitään erikoisia komponentteja. Komponenttien vaihtotyöt uuden tyyppisiin ei vaadi mitään isoja seisakkiaikatauluja.

3.4 Sähkökäytöt

3.4.1 AC-käytöt

Koneessa on 38 kappaletta SAMI F AC-käyttöä. ABB:tä saadun selvityksen mukaan SAMI F taajuusmuuttajat ovat classic-vaiheessa, mutta siirtyvät obsolete-vaiheeseen vuoden 2017 alussa. ABB:n taajuusmuuttajien elinkaari on esitetty liitteessä 7

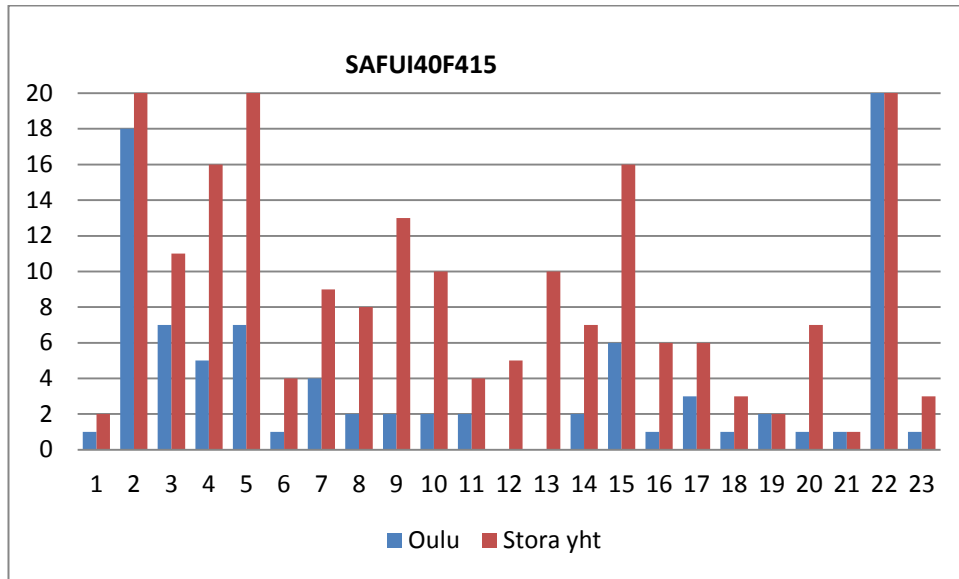
AC-käyttöille on SAP-järjestelmässä neljä ennakkohuoltotyötä: lämpökuvaus, puhallinhuolto, pulssianturin vaihto ja linjakäytön sähköiset mittaukset. Lämpökuvaus suoritetaan kerran vuodessa ja poikkeavuudet raportoidaan SAP-järjestelmään. Linjakäyttöjen puhallinhuolto riippuu käytön tyypistä. Koneessa niitä on kolmea erilaista, joiden huoltoväli vaihtelee 3:n, 5:n ja 6:n vuoden välillä. Pulssiantureiden vaihtotyö tehdään kuuden vuoden välein valmistajan ohjeiden mukaisesti. Linjakäytön sähköiset mittaukset tehdään vain kolmelle käytölle: kuivatusryhmä 2 uno-roll, kuivatusryhmä 4 uno-roll ja tampurin käynnistin. Sähköiset mittaukset tehdään kolmen vuoden välein. Huollossa tehdään seuraavat sähköiset mittaukset:

- uc-mittausketju
- välipiirin latauskäyrä
- välipiirin purkukäyrä
- välipiirin jännitetaso
- pääjännitteet
- apujännitteet.

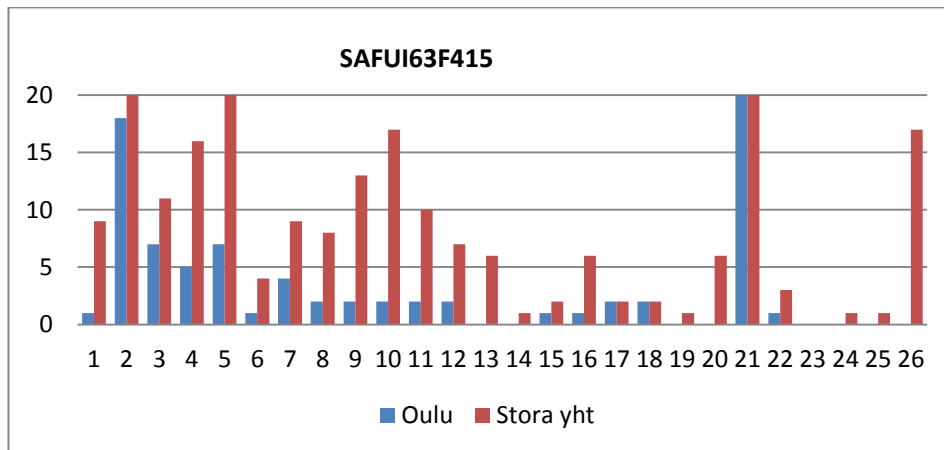
Lisäksi tarkastetaan toimintaympäristö, korroosiot, vikalogi ja dokumentit sekä käyttö- ja huolto-ohjeet. Käyttöille on tehty kertaalleen vuonna 2011 muistipiirien uusinta, joka parantaa käyttöjen luotettavuutta.

SAP-järjestelmään on viety AC-käyttöjen varaosat, jota tutkimalla selviää varaosien määrä Oulussa ja Stora Enson tehtaissa. PPK6-koneessa on käytössä viittä eri kokoluokan käyttöä, jotka ovat: SAFUI40F415 4kpl, SAFUI63F415 19kpl, SAFUI100F415 5kpl, SAFUI160F415 3kpl ja SAFUI250F415 7kpl. Alla olevista taulukoista 3 – 7 selviää käyttötyyppikohtaiset nimikemäärät ja niiden varastosaldot Oulussa ja Stora Ensossa yhteensä.

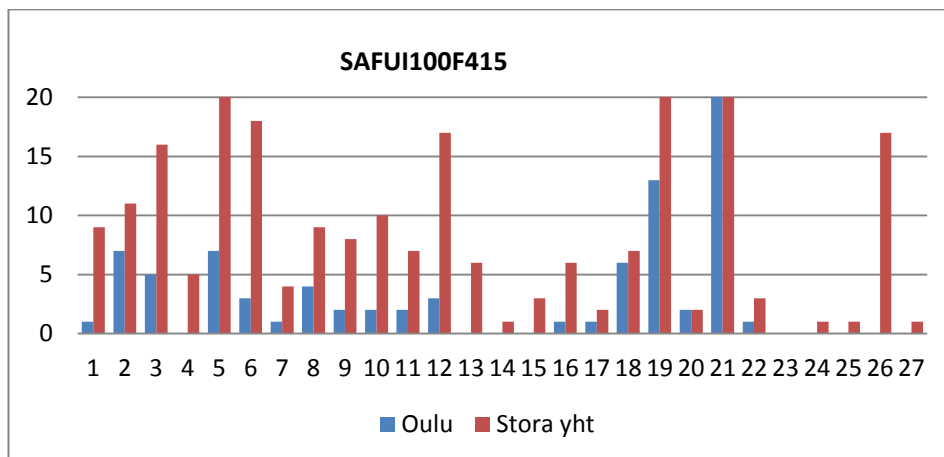
Taulukko 3. SAFUI40F415 varaosat.



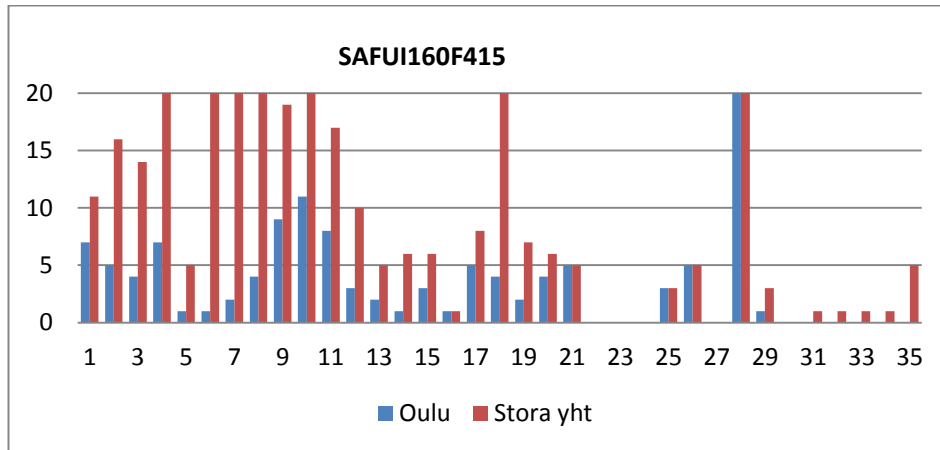
Taulukko 4. SAFUI63F415 varaosat.



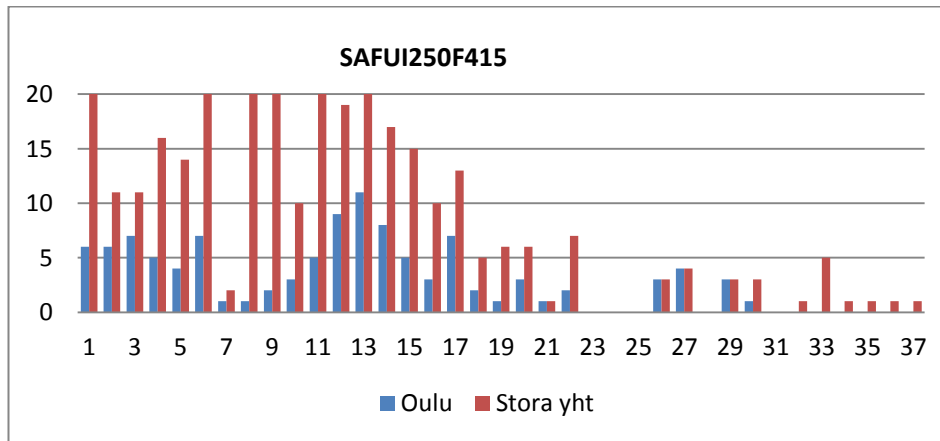
Taulukko 5. SAFUI100F415 varaosat.



Taulukko 6. SAFUI160F415 varaosat.



Taulukko 7. SAFUI250F415 varaosat.



AC-käyttöjen taulukoita tutkimalla ja tarkemman varaosaselvityksen perusteella voidaan sanoa, että Stora Enson varastoista löytyy välttävä nimikevalikoima ja saldomäärä AC-käyttöjen korjaukseen ja kestävään kunnossapitoon. Joitakin yksittäisiä nimikkeitä uupuu varastosta kokonaan, mutta ne on korvattavissa muilla vastaavilla osilla.

Käyttöjen vikojen määrä on vielä pieni, mutta yksittäisten korttien korjauskustannukset ovat jo korkeat. SAP-järjestelmään raportoituja vikoja on keskimäärin 8 kappaletta vuodessa.

Haasteeksi muodostuu lähitulevaisuudessa korttien korjaaminen ja yksittäisten komponenttien saatavuus, mikä voi johtaa pahimmillaan siihen että korttia ei saada enää korjattua tai osaa ei ole saatavilla. Toinen seikka on korttien huoltohenkilöstön kouluttaminen. On tapauksia, joissa huollosta tullut kortti on ollut viallinen. Suurella

todennäköisyydellä AC-käyttöjen vikojen määrä lähtee nousemaan muutaman vuoden kuluessa, jolloin niiden varaosien saanti on jo huomattavasti vaikeampaa. Elinkaarellisesti käytöt ovat nyt vaiheessa, joissa niiden vikojen määrä on pieni, mutta sitä milloin se lähtee kasvamaan on hankala määrittää tarkasti.

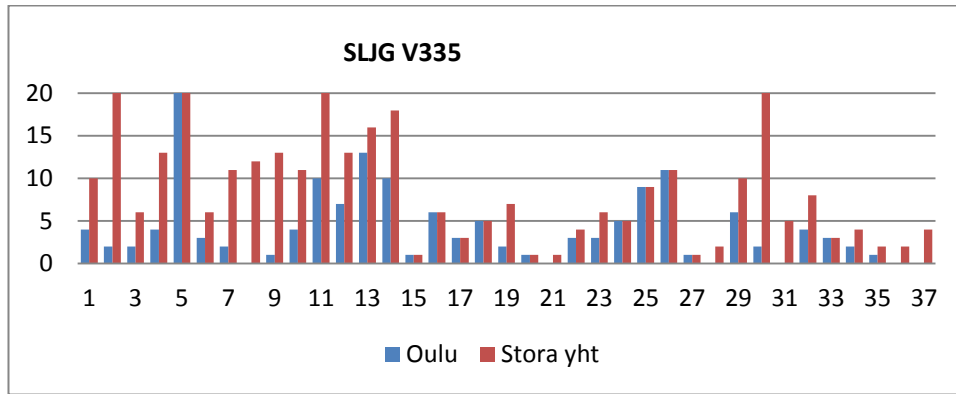
3.4.2 DC-käytöt

Koneessa on 17kpl Sele1001 DC-käyttöä. ABB:ltä saadun selvityksen mukaan käytöt tulevat obsolete-vaiheeseen vuonna 2015. ABB:n tasavirtakäyttöjen elinkaari on esitetty liitteessä 6

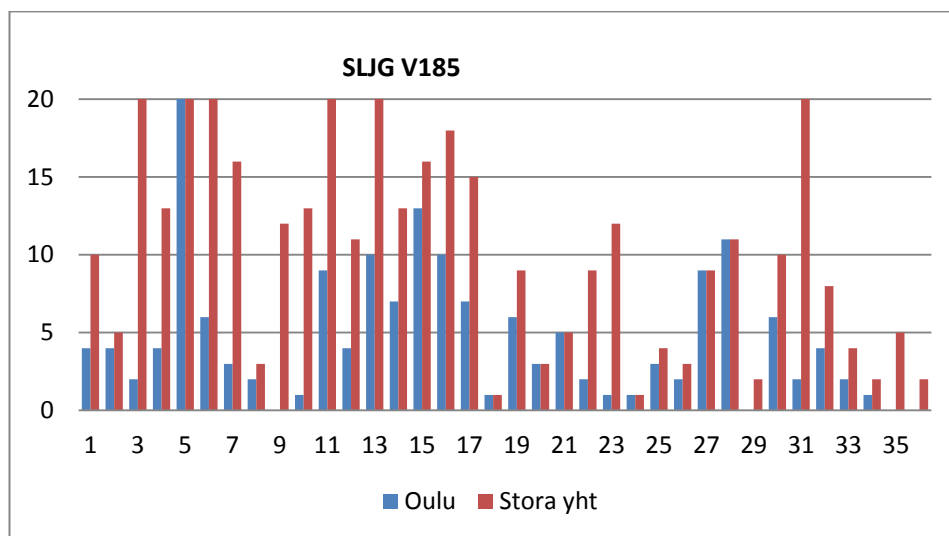
Ennakkohuoltoja käytöille tehdään viisi kappaletta: Lämpökuvaus, pulssianturin vaihto, linjakäytön puhallinhuolto, linjakäytön sähköiset mittaukset ja katkaisijahuollot. Lämpökuvaus tehdään kerran vuodessa ja havaitut poikkeavuudet raportoidaan SAP-järjestelmään. Pulssianturin vaihto tehdään viiden vuoden välein valmistajan ohjeiden mukaan. Puhallinhuollot tehdään dc-käytöille kuuden vuoden välein. Sähköiset mittaukset tehdään kerran vuodessa käynnin aikana. Mittauksessa varmistetaan käytön oikea toiminta sytytyspulssien osalta ja mitataan teholähdeyksikön jännitteet graafisella mittauksella. SLJZ käytöissä on katkaisijat, joille on tehty huollot kaksi kertaa, viimeisin 11/2004. Käytöille on tehty kaksi kertaa power- ja liityntäkortin lisähuollot, joissa kortit huollatettiin ennakkohuollollisesti ABB:llä.

SAP-järjestelmästä löytyy DC-käyttöjen varaosat Oulusta ja Stora Enson tehtaista. PPK6-koneessa on käytössä kolme eri kokoluokan käyttöä, jotka ovat: SLJG V185 4 kpl, SLJG V335 10 kpl, ja SLJZ 3 kpl. Alla olevista taulukoista 8 – 10 selviää käyttötyyppikohtaiset nimikemäärät ja niiden varastosaldot Oulussa ja Stora Ensossa yhteensä.

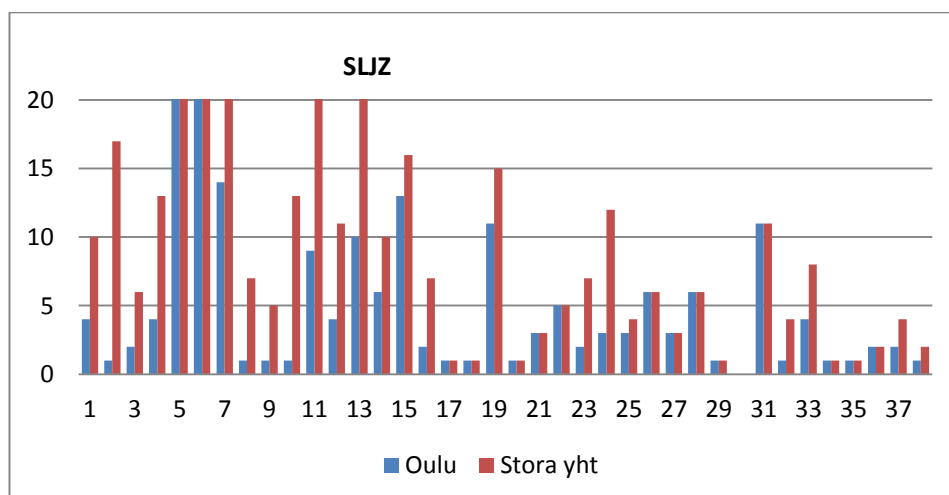
Taulukko 8. SLJG V335 varaosat.



Taulukko 9. SLJG V185 varaosat.



Taulukko 10. SLJZ varaosat.



DC-käyttäjien taulukoita tutkimalla ja tarkemman varastosaldoselvityksen perusteella voidaan sanoa, että Stora Ensolla on kohtuullisen hyvä nimikevalikoima ja saldomäärä

DC-käyttöjen korjaukseen ja kestävään kunnossapitoon. Joitakin yksittäisiä nimikkeitä puuttuu varastosta kokonaan, mutta ne on korvattavissa muilla vastaavilla osilla.

Käyttöjen vikojen määrä on sen sijaan vielä hyvinkin pieni. SAP-järjestelmään oli seurantajaksolla 2004 – 2012 tehty 29 häiriökirjausta. Viime vuosina kirjausten määrä on tasoittunut 3:n kappaleeseen vuodessa.

Haasteeksi muodostuu lähitulevaisuudessa korttien korjaaminen ja yksittäisten komponenttien saatavuus, mikä voi johtaa pahimmillaan siihen että korttia ei saada enää korjattua tai osaa ei ole saatavilla. Toinen seikka on korttien huoltohenkilöstön kouluttaminen. On tapauksia, joissa huollosta tullut kortti on ollut viallinen. Suurella todennäköisyydellä DC-käyttöjen vikataajuus lähtee nousemaan muutaman vuoden kuluessa, jolloin niiden varaosien saanti on jo huomattavasti vaikeampaa. Elinkaarellisesti käytöt ovat nyt vaiheessa, joissa niiden vikojen määrä on pieni, mutta sitä milloin se lähtee kasvamaan on hankala määrittää tarkasti.

3.4.3 AC-moottori

AC-moottoreissa ei havaittavia riskejä ole, koska niiden saaminen rikkoontuneiden tilalle on suhteellisen varmaa. Stora Enson ohje AC-moottoreille kertoo, että alle 37 kW moottoreita ei käänitä uudelleen, vaan ne romutetaan ja hankitaan uusia tilalle, koska käänityskustannukset ovat korkeammat kuin uuden moottorin hankkiminen. Tästä isommissa kokoluokissa käänintä tehdään kerran, jonka jälkeen moottorit romutetaan ja hankitaan tilalle uusi. Koneiden uusimisen yhteydessä AC-moottoreissa siirrytään uuteen energiatehokkaampaan luokitukseen IE4.

SAP-järjestelmästä ennakkohuoltoja löytyy kaksi, jotka molemmat ovat puhdistushuoltoja. Huoltoja ovat lyhytseisokki- ja seisokkihuolto. Katkon aikana tai lyhyessä seisokkihuollossa moottorit puhdistetaan päällisin puolin ilman, että sitä tehdään jännitteettömäksi tai siitä poistettaisiin suoja. Seisokin aikaisessa puhdistushuollossa moottorin suojat poistetaan ja tuuletuskanavat puhdistetaan perusteellisesti. Lisäksi seisokin aikaisessa huollossa täytetään taulukko, jolla arvioidaan moottoreiden kuntoa ja huollon syklin pituutta. Näillä toimenpiteillä pyritään välttämään moottoreiden rikkoontumiset muista syistä kuin laakereiden keston aiheuttamat rikkoontumiset.

3.4.4 DC-moottori

DC-moottoreita koneessa on 17, jotka on sijoitettu auki- ja kiinnirullaukseen, kuivatusryhmille ja päällystysasemille. DC-moottoreille tehdään hiilihuolto noin kolmen kuukauden välein. Huollossa moottori puhdistetaan hiilenpölystä ja ylimääräisestä liasta, mitataan hiilet ja vaihdetaan tarvittaessa kommutaattorilta ja laakerin D-päästä. Lopuksi mitataan moottorin eristysresistanssi. Jos hiilihuollossa ilmenee pahoja puutteita tai huomautettavaa, niihin pyritään puuttumaan välittömästi mahdollisuuksien mukaan. Hiilihuollot raportoidaan erillisille excel-tiluille, missä kyseiset asiat näkyvät käyttöpaikkakohtaisesti. Huomautuksen ollessa tarpeeksi kriittinen, laitetaan moottori korjaamohuoltojonoon ja pyritään lähettämään se huoltoon mahdollisimman pian. Jos huoltoon saaminen kestää liian kauan on mahdollista, että moottori vaurioituu kunnostuskelvottomaksi.

PPK6-koneessa on kahden tyyppisiä DC-moottoreita DMG ja DMA, joista PPK6 linjalla uhkakuvaksi on näyttäytynyt Birr:n valmistamat DMA moottorit. Birr on DC-moottorivalmistaja, jonka ABB on ostanut aikoinaan eikä kyseinen valmistaja enää tuota uusia koneita. Kyseisiä koneita on PPK6:n osalta käytössä aukirullaimella ja kuivatusryhmillä 5 kappaletta. Näiden moottoreiden ongelmaksi on havaittu hiilenpölyn tunkeutuminen kommutaattoriin takakautta, mikä aiheuttaa moottorin palamisen. Tämä on johtunut lähinnä silikonisuojan puuttumisesta kommutaattorin D-päässä. Riskien hallitsemiseksi kyseessä oleviin koneisiin on tehty erikoistarkistukset, jotta saataisiin selville mikä niiden tila on tällä hetkellä. Tehdyssä erikoistarkistuksessa löytyi PPK6:n osalta yksi kriittisessä kunnossa oleva moottori. Moottorin heikon kunnan syy oli kommutaattorin sorvausvara 1mm:ä, joka käytännössä tarkoittaa sitä että seuraavassa huollossa moottoriin täytyy uusita kommutaattori. Muilta osin koneet olivat kohtalaisessa kunnossa.

ABB:ltä saadun selvityksen mukaan DC-moottorin korjaamohuolto sisältää seuraavat toimenpiteet:

- vastaanottotarkastus
- koneen purkaminen
- osien normaali puhdistus ja kuivaus
- osien tarkastus

- magneettikehän runko, magneettinavat, liitäntä
- roottorin akseli, levypaketti, käämitys, kommutaattori
- roottorikäämityksen tukivanne
- laakerointiosat
- harjalaitteet
- mahdolliset lämpötilan valvontalaitteet ja lämmitysvastukset
- kommutaattorin sorvaus, uraus ja viistäminen
- käämitysten välikoestus
- normaalirakenteisten urakuulalaakereiden uusiminen
- hiiliharjojen ja mahdollisen maadoitusharjan vaihtotyö
- kokoonpano
- koekäyttö ja loppukoestus
- maalaus.

Näiden lisäksi on erikseen sovittu, että Oulun PK6:n DMA-koneille tehdään:

- kommutaattorin lamelli - lamelli toistoaltokoe.
- silikoni suojan tarkastus
- halkeilleen otsapinnan auki sorvaus, pesu ja uunitus ja elastinen massaus.

Näiden lisäksi DC- koneille on asiakkaan varsinaisesta pyynnöstä tai ABB:n suosituksesta suoritettu mm:

- roottorin uppolakkausta
- staattorin uppolakkausta
- vyyhtien urakiilojen vaihtoa
- napavyyhtien tukikiilojen vaihtoa
- kytkentäkaapeleiden uusintaa
- hiilenpitimien uusintoja
- maadoitusharjojen lisäyksiä.

DC-moottoreiden elinkaaren hallinnassa tärkeitä tekijöitä ovat niiden kunnossapito ja huollot. Jos nämä tehdään hyvin ja oikealla aikataulutuksella, on koneen elinikä 30-50 vuotta. Tarkasteltaessa PPK6:n DC-moottoreita on tarkastelussa otettava huomioon

koko linja, koska samat moottorit käyvät varaosina moniin käyttöpaikkoihin muuallakin linjassa. Tällä hetkellä on menossa selvitys siitä, miten turvataan PK6-linjan tuotanto nykyisillä varaosamoottoreilla tai lisähankintojen avulla DC-moottoreiden osalta. Uusia tämän tyyppisiä DC-moottoreita ei enää valmisteta euroopassa, vaan niiden valmistaminen on siirretty Amerikkaan ja silloinkin moottorin tyyppi muuttuu DMI:ksi. Tämä on myös yksi uhkakuva, eikä vielä ole tiedossa millä aikataululla ja millä hinnalla koneita sieltä saa. Elinkaaren määrittäminen DC-moottoreiden osalta on haastava. Tällä hetkellä useampaan konepaikkaan on tarjolla vain yksi yhteinen varaosa ja tämä langettaa uhkakuvan tuotannon varmistamiselle.

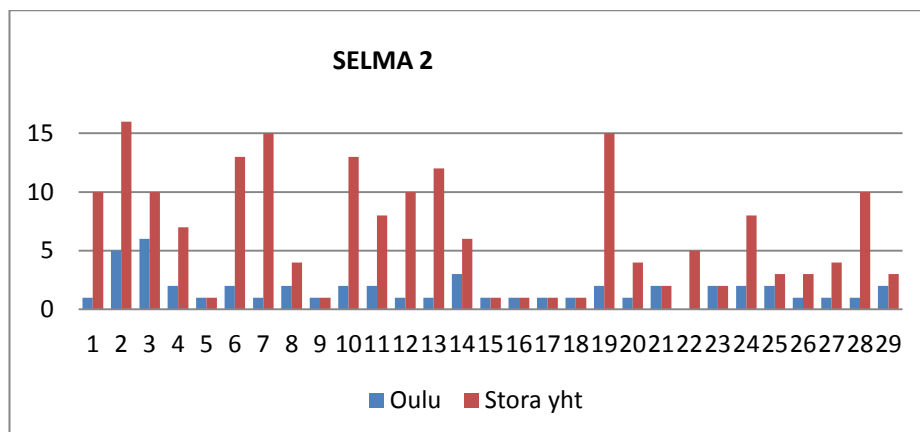
3.5 Ohjausjärjestelmät

3.5.1 SELMA2

ABB:ltä saadun selvityksen mukaan SELMA2 ohjausjärjestelmä on tällä hetkellä limited-vaiheessa. Obsolete-vaiheeseen siirrytään vuonna 2015.

SAP-järjestelmässä SELMA2:n varaosia järjestelmään oli viety 29 nimikettä. Nimikkeiden kappalemäärät selviävät alla olevasta taulukosta 11 Oulussa ja Storassa yhteensä.

Taulukko 11. SELMA2 varaosat.



Taulukon 11 ja tarkemman varaosaselvityksen johtopäätelmänä voidaan sanoa, että Stora Ensolla on kohtuullisen hyvä valikoima nimikkeitä ja varastosaldoa varastoissaan SELMA2-järjestelmälle.

SELMA2-järjestelmä on vikojen suhteen luotettava järjestelmä, koska järjestelmävikoja on keskimäärin kolme vuodessa. Tulevaisuudessa vikojen määrä tulee kuitenkin kasvamaan vanhenevien komponenttien myötä, millä aikataululla tämä tulee tapahtumaan on hankala ennustaa.

SELMA2-järjestelmän suurin ongelma on siinä, ettei seuraavaa sukupolvea ole enää olemassa. SELMA2 on Strömbergin kehittämä käyttöjen ohjausjärjestelmä, jonka valmistus lopetettiin, kun ABB perustettiin ja Asea, Strömberg ja BBC kilpailivat, mikä tulee olemaan heidän ohjelmistonsa tulevaisuudessa. Voittajaksi selvisi Asea Master. Tämän takia on järjestelmän osaajien määrä pieni Suomessa ja maailmassa. Suurimpana uhkakuvana on varaosien saatavuus ja laitteiston osaajien riittävyys. Varaosakorttien korjauskustannukset ovat jo lähteneet nousuun ja niiden korjaaminen on suhteellisen kallista. Osaajien määrä SELMA2-laitteistoille alkaa olla ongelma. Oulussa Eforassa laitteiston osaajia on PK6-linjalla 2 ja vuorossa 5. Vuoron osaamistaso on lähinnä piirien seuraamisen ja niiden lukemisen tasolla, kun taas päivävältä löytyy myös ohjelmointi- ja huoltotoimenpiteisiin tarvittavaa taitoa. Suomessa SELMA2-laitteiston ohjelmointitason osaajia työelämässä on arviolta kymmenen, mutta tämäkin taito on katoava luonnonvara sitä myöten kun laitteistot ja tekijät vanhenevat.

3.5.2 Metso DNA

PPK6:n alueella prosessiasemat ja valvomojärjestelmät ovat hyvällä tasolla. Laitteistoja on uusittu Metson suositusten perusteella ACN-laitteiksi. Laitteiston elinkaari on hyvällä mallilla. ACN-laitteistot ovat vielä tuotantovaiheessa kuten liitteessä 9 on esitetty. Ohjelmistopäivityksiä laitteistolle ei tarvita, vaan virustorjunnan päivityksiä yms. kenttälaitteiden I/O kortteja, powereita ja väyläohjaimia uusitaan uudemaksi versioksi sitä mukaan, kun laiterikkoontumisia tapahtuu. Suuria uhkakuvia ei DNA-automaatiojärjestelmän suhteen ole PPK6-alueella.

4. KEHITTÄMINEN

4.1 Tuotannolliset perusteet

PK6-linjaa rakennettaessa 1990-luvulla, ohjausjärjestelmät ja sähkökäytöt valittiin huolellisten selvitysten perusteella. Valinnoissa on haluttu painottaa toimivaa ja luotettavaa tekniikkaa. Nämä valinnat ovat kannatelleet linjan kehitystä ja tuotantotehokkuutta yli 20 vuotta. Laitteiston kunto alkaa olemaan sellainen, että se ei enää vastaa nykypäivän haasteisiin muutettavuudeltaan eikä informaation tuottamisen osalta. Haluttaessa kehittää linjan tuotantoskaaloja, profiileita ja tuotelajeja, on sähkökäyttöjä pystyttävä säätelemään monipuolisemmin ja niistä saatavan informaation oltava monipuolisempaa, että siitä on hyötyä tuotannolle sekä tutkimus- ja kehitysosastoille. Tuotantolinjan tuotantovarmuuden turvaamiseksi on sähkökäyttöjen ja ohjausjärjestelmien modernisoinnit hyvinkin ajankohtaisia koko PK6-linjalla eikä vain PPK6-koneella.

4.2 Sähkökäytöt

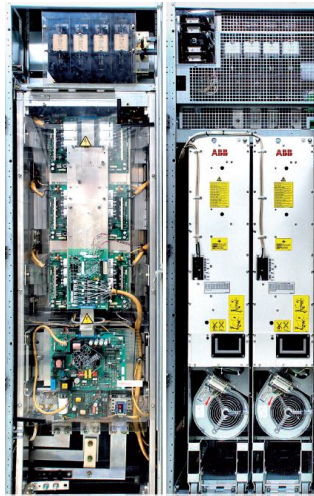
Nykyistä elinkaari- ja kehitysselvitystä on tehty yhteistyössä ABB:n kanssa. ABB:llä on tarjota tarvittava tietotaito vanhojen käyttöjen osalta ja tarvittavat lähtötiedot koneiden uusimiseen ja mahdollisiin uudelleen mitoituksiin. PPK6:lle on tehty modernisointisuunnitelma, jossa lähtökohtaisesti ollaan lisäämässä AC-käyttöjä koneelle. Käyttöjä lisätään kolme kappaletta kuivatusryhmille sekä muutetaan kaikki levitystelaryhmät yksittäiskäyttöisiksi, jotta niiden säätäminen olisi helpompaa.

4.2.1 AC-käytöt

Vaihtovirtakäyttöissä ABB:llä on tarjota ns. retrofit pakettia tai koko käytön uusimista uudella ACS-laitteistolla. ABB on tehnyt useita modernisointikohteita retrofit paketeilla.

Retrofit paketissa käyttö digitalisoidaan uusilla ACS800 sarjan laitteilla, mutta se asennetaan vanhaan käytön kaappiin. Muutostöissä käytetään valmiiksi kasattuja asennuslevyjä, jotta säästetään aikaa asennusajassa. Kuvassa 11 on esitetty Sami Star -

vaihtosuuntaajalle tehty modernisointi. Vasemmanpuoleinen kuva esittää ennen modernisointia ja oikeanpuoleinen modernisoinnin jälkeen.



Kuva 11.ABB Retrofit paketilla tehty modernisointi. (ABB Drives 2011,1)

Retrofit-paketti sisältää kaikki keskeiset osat, joita taajuusmuuttajan tehokas käyttäminen edellyttää:

- ABB:n invertterimoduli
- kytkinvaroke tai varokealusta
- ohjauskortti
- ACS800-käytön moottorinohjaus- ja I/O-kortti ja tehonlähde
- yhteismuotosuodatin
- EMC-suodattimet
- oveen asennettava ohjauspaneeli
- uusi kaapinovi tehokasta jäähdytystä varten
- asennussarjat, johdot ja liittimet
- kattava dokumentaatio.

Seuraavat osat voidaan liittää toimitukseen:

- kenttäväyliin ja tiedonsiirtoon liittyvät laitteet
- ethernet-liitäntä
- PC-ohjelmisto taajuusmuuttajan hallintaa varten.

ABB:n valtuutetut huoltoinsinöörit suorittavat kaikki asennus- ja käyttöönotto työt.

Retrofit-paketin hyödyt uuslaiteasennukseen verrattuna:

- pienemmät pääomakulut olemassa olevien laitteiden uudelleenikäytön takia

- pienemmät suunnittelukustannukset, koska vain jälkiasennussarjan osat on valittava ja mitoitettava
- pienemmät työkustannukset, koska purku ja asennus vie vähemmän aikaa
- ei tuotannon menetyksiä, koska jälkiasennus tehdään asiakkaan suunnittelemien seisokkien aikana
- nopea asennus - yksi taajuusmuuttajayksikkö vaihdetaan yleensä päivässä
- joustava aikataulutus, koska suuret projektit voidaan toteuttaa useassa osassa.(ABB Drives 2011,1)

Uusi ACS-laitteisto on tekniikaltaan täysin samanlainen, kuin retrofit yksikkö. Ainoana erona retrofit laitteistoihin on se, että kaapistot ovat valmiita kokonaisuuksia tehtaalta lähtiessään. Paikanpäällä jää tehtäväksi kaapistojen liittäminen toisiinsa ja kaapeleiden liittäminen niihin. ABB:ltä saatujen alustavien kustannusarvioiden perusteella retrofit paketit ovat jonkin verran edullisempia kuin kokonaan uudet käytöt.

4.2.2 DC-käytöt

Tasavirtakäytöissä ABB:llä on tarjota ns. rebuild kit käyttöä tai koko käytön uusimista uuden sukupolven DCS800-laitteistolla.

Rebuild kit paketissa käyttö digitalisoidaan uusilla DCS800-sarjan laitteilla, mutta se asennetaan vanhaan käytön kaappiin. Muutostöissä käytetään valmiiksi kasattuja asennuslevyjä, jotta säästetään aikaa asennusajassa. Kuvassa 12 näkyy millainen on DCS800:n kompakti esiasennuslevy ennen asennusta.



Kuva 12. Kuvassa ABB:n DCS800:n asennuslevyllä ennen asennusta. (ABB Drives 2012,2)

Rebuild kit asennuksessa jäävät vanhat osat:

- DC-moottorit ja kaapelit
- muuntajat
- kaapit ja syöttökiskot
- kuristimet
- kontaktorit ja katkaisijat
- ulkoiset sulakkeet
- sillat.

seuraavat osat voidaan liittää toimitukseen:

- kenttäväyliin ja tiedonsiirtoon liittyvät laitteet
- ethernet-liitäntä
- PC-ohjelmisto taajuusmuuttajan hallintaa varten.

ABB:n valtuutetut huoltoinsinöörit suorittavat kaikki asennus- ja käyttöönototyöt.

Rebuild kit:n hyödyt uuslaiteasennukseen verrattuna:

- pienemmät pääomakulut olemassa olevien laitteiden uudelleenkäytön takia
- pienemmät suunnittelukustannukset, koska vain jälkiasennussarjan

- osat on valittava ja mitoitettava
- pienemmät työkustannukset, koska purku ja asennus vie vähemmän aikaa
- ei tuotannon menetyksiä, koska jälkiasennus tehdään asiakkaan suunnitteleminen seisokkien aikana
- nopea asennus -taajuusmuuttajyksikkö vaihdetaan yleensä päivässä
- joustava aikataulut, koska suuret projektit voidaan toteuttaa useassa osassa.(ABB Drives 2012,2)

Uusi DCS-laitteisto on tekniikaltaan täysin samanlainen kuin rebuild laitteisto. Ainoana erona on se, että kaapistot ovat valmiita kokonaisuuksia tehtaalta lähtiessään. Paikanpäällä jää tehtäväksi kaapistojen liittäminen toisiinsa ja kaapeleiden liittäminen niihin. ABB:ltä saatujen alustavien kustannusarvioiden perusteella rebuild paketit ovat jonkin verran edullisempia kuin kokonaan uudet käytöt.

4.3 Ohjausjärjestelmät

4.3.1 Vaihtoehdot

Mietittäessä ohjausjärjestelmän kehittämistä, on kolme suurinta valmistajaa vartenotettavia vaihtoehtoja. Nämä vaihtoehtoiset valmistajat ovat ABB, Metso ja Siemens. Tässä työssä vertaillaan ABB:n ja Metson järjestelmiä. Ominaisuuksiltaan molemmat laitteistot ovat samantyyllisiä ne käyttävät samoja ohjausmenetelmiä sähkökäyttöille (Profibus) ja molemmista löytyy diagnostiikkaa riittävällä laajuudella ja riittävällä nopeudella (100 ms / 1 ms).

Lähdettäessä vertailemaan eri valmistajien laitteistoja, määritetään alkuun vertailtavat tekijät ja niiden perusteet. PPK6-koneessa on 38 AC-käyttöä ja 17 DC-käyttöä. Laitteiston ulkopuoliset I/O:t muodostuvat seuraavasti:

- analogisia tuloja 104kpl
- analogisia lähtöjä 52kpl
- digitaalisia tuloja 320kpl ja
- digitaalisia lähtöjä 176kpl.

4.3.2 Vertailu

Vertailtavat tekijät laitteistovertailussa ovat :

- laitteiston elinkaariennuste
- laitteiston hankintahinta
- varaosien varastoarvo
- vasteaika ulkoiseen apuun
- oma osaaminen.

AC800M-automaatiojärjestelmä

ABB:n AC800M-sarja on heidän uutuustuote, joka on elinkaareissa Active-vaiheessa ja tuoteperheen arvioitu elinkaari on ABB:llä 20 vuotta.

Stora Enson saamien alustavien tarjousten perusteella ohjausjärjestelmien vertailuhintoja ei ollut käytettävissä. Hankintahinta vertailua ei pystytty näin ollen tässä työssä tekemään. Varaosien varastoarvo muodostuisi täysin tarjousten perusteella, koska uuden tuoteperheen tuotteita ei Storalla tai Eforalla ole varastossa entuudestaan.

ABB:ltä löytyy 24/7 online-tuki uudelle ohjaus järjestelmälle, jos siihen liitetään mahdollisuus tälle liittynälle. Lisäksi lähimmät järjestelmän osaajat löytyvät Oulusta ja Kemistä, joten paikanpäälle saadaan tukea n. 3h vasteajalla.

Tuoteperheen ollessa täysin uusi, ei tehtaaltamme löydy yhtään osaajaa etukäteen ohjausjärjestelmälle, joten koulutuksen tulisi olla hyvin perusteellista ja vaatisi ainakin kahden osaajan kouluttamista Eforan henkilöstöstä. PK7 linjalta löytyy osaamista ABB:n ohjelmistolle, mutta itse järjestelmän ominaisuudet ovat tuntemattomia.

DNA-automaatiojärjestelmä

DNA-tuoteperhe on ollut Metsolla tuotannossa 2000-luvun alkupuolelta, kuten liitteessä 9 on esitetty. Elinkaariajattelun mukaan DNA:ssa pitää ottaa kaksi asiaa huomioon. Ohjelmisto pysyy samana vaikka itse valvomo- tai prosessiasemia päivitetäisiinkin, mikä on halvempi kehitysmuoto tulevaisuudessa, kun ei tarvitse tehdä ohjelmia uudelleen. DNA:n ACN-tekniikan elinkaarelle Metsolta luvattiin noin 20 vuotta elinaikaa.

Stora Enson saamien alustavien tarjousten perusteella ohjausjärjestelmien vertailuhintoja ei ollut käytettävissä. Hankintahinta vertailua ei pystytty näin ollen tässä työssä tekemään. Varaosapaketin osalta arvo on sama kuin kilpailijalla, mutta Eforalta ja Stora Ensolta löytyy osa tuotteista jo varastosta, joten varaosien hinnassa järjestelmä pärjää vertailtavaan tuotteeseen.

Metsolta löytyy myös 24/7 etäyhteys päivystys järjestelmän osalta ja Eforalla ja Metsolla on päivystyssopimus, minkä puitteissa on asiantuntija saatavilla tehtaalle 2h vasteajalla.

Eforalta löytyy hyvä osaamistaito ohjelma- ja järjestelmätasolla, koska laitteistot ovat jo käytössä tehdasalue laajuisesti prosessiohjauksessa paperitehtaissa ja sellutehtaan puolella jopa käyttöjen osaltakin. Tämä takaa paremmat lähtökohdat tuotannon turvaamiselle vertailtaessa järjestelmiä keskenään.

4.3.3 Käyttäjät

Nykyjärjestelmässä käyttäjä ohjaa sähkökäyttöjä omasta video-SELMA laitteistosta ja prosessilaitteita Metson DNA-järjestelmästä. Käyttäjät ovat tottuneet käyttämään DNA:n päätteitä ja ne ovatkin käytössä melkein koko linjan läpi, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Käyttäjän kannalta olisi helpompaa, jos informaatiot ja ohjaukset tehtäisiin samasta laitteistosta riippumatta siitä, mikä järjestelmä kyseisiä laitteita todellisuudessa ohjaa. Tämä toteutustapa onkin nykyään jo mahdollista toteuttaa useammalla eri tekniikalla. Kehitettäessä järjestelmiä on syytä haastatella käyttäjiä ja selvittää mitä eri ominaisuuksia he kaipaaisivat uudessa järjestelmässä. On myös hyvä muistaa, että pidettäessä kuvat saman mahdollisimman samannäköisinä, on käyttäjien helpompi omaksua uudet ohjaukset ja informaatiot. Help- toimintoja on mietittävä myös käyttäjän kannalta, niitä rakennettaessa.

4.3.4 Kunnossapito

Järjestelmää uusittaessa on hyvä pitää kunnossapito tiiviissä yhteydessä projektihenkilöstöön ja tiedottaa riittävässä laajuudessa projektin etenemisvaiheista, jotta kaikki kunnossapitäjät tietävät missä vaiheessa modernisointi projekti on menossa. Ideaalitalanne on, jos uusittavan koneen kokonaisuuden hyvin tunteva kunnossapitäjä pääsee olemaan matkassa koko modernisointiprojektin ajan. Tällöin hänelle muodostuu

jo hyvissä ajoin kattava kuva tapahtuvista muutoksista ja niihin pystytään reagoimaan riittävän ajoissa, jos on tarvetta. Järjestelmää uusittaessa on otettava huomioon kunnossapidon koulutukset riittävässä laajuudessaan, että vältetään turhilta pitkiltä häiriökorjausajoilta. Huomioitava on myös eri lähestymistavat mitä ko. kunnossapitäjät käyttävät verraten päiväväki ja vuoro kunnossapito.

Kunnossapidon kannalta Metson järjestelmä olisi ainakin aluksi paremmin tunnettu, koska automaatio-osasto on työskennellyt järjestelmän piirissä tehtaan alusta asti. Tämä takaa ohjelmistojen ja järjestelmän paremman käytettävyyden ja hallinnan, sekä paikanpäällä paremman oppimisen, koska apuja olisi saatavilla läheltä.

4.4 Diagnostiikka

Nykyaikaiset automaatiojärjestelmät ovat rakenteeltaan sellaisia, että niiden ohjaukset menevät digitaalisessa muodossa väyliä pitkin. Näitä ohjauksia on helppo purkaa yksittäisiin ohjausbitteihin ja -sanoihin. Tallentamalla näitä digitaalisia sanoja riittävällä nopeudella, pystytään saamaan tarkka kuva siitä mitä prosessissa on tapahtunut jälkeenpäin. Nykyään kaikki isoimmat automaatiojärjestelmiä valmistavat yhtiöt omistavat joko oman tai käyttävät jotain kaupallista diagnostiikkaohjelmaa. Kaksi tärkeintä tekijää onnistuneeseen diagnostiikkajärjestelmään on, että osataan valita oikeat tallennettavat tapahtumat ja määrittää niille tarvittava päivitysväli. Tarvittavan historiatrendin määrittäminen on myös tärkeää, että ei yli- tai alimitoiteta tarvittavaa levytilaa. Nykyisillä diagnostiikkaohjelmilla päästään nopeimmillaan 1 ms:n tarkkuuteen yhden muuttujan tallennuksessa. Yleisesti sähkökäyttöjen ohjaus-, tila-, oloarvo- ja hälytyssanojen tallennusvälinä jatkuvassa mittauksessa käytetään 100 ms:a ABB:n ja Metson mukaan. Nopeissa tapauksissa, kuten PPK6:n saumaustilanteessa, on hyvä käyttää 1 ms:n tallennusväliä saumaukseen tarvittavilla kriittisillä ohjaus- ja tilatiedoilla, jotta päästään jälkikäteen analysoimaan tarpeeksi tarkasti ko. tapahtumaa. Tärkeää on myös, että tallennusta on riittävän pitkästi, jotta oikea häiriötekijä löydetään.

Diagnostiikkalaitteisto on työväline niin tuotannolle kuin kunnossapidollekin. Tuotanto pystyy parantamaan laatua tuotteilleen, kun prosessia pystytään säätämään tarkemmin ja kunnossapidolle hyvä diagnostiikka paljastaa häiriöt ja niiden juurisyyt nopeasti ja tarkasti. Diagnostiikkaohjelmissa on tärkeää ymmärtää myös millä aikavälillä tutkittava

tieto talletetaan järjestelmään, koska ilman tätä voi johtopäätös karata kauas todellisuudesta. Diagnostiikkatyökalujen hyväksikäyttö on yleistynyt koneohjauksessa kunnossapidon työkaluksi, uusien tekniikoiden tullessa saataville 2000-luvun alussa.

Hyvällä ja kattavalla diagnostiikkajärjestelmällä tullaan pitkällä aikavälillä säästämään kunnossapitokustannuksissa ja tuotannon menetyksissä. Diagnostiikkahankintoja suunniteltaessa on syytä ylimitoittaa järjestelmähankinnan alkuvaiheessa, jotta järjestelmän kapasiteetin laajennus ei tule vastaan heti seuraavalla kerralla, kun järjestelmään haluttaisiin lisää tallennettavaa dataa.

5. YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutustua PPK6-koneen toimintaan ja selvittää sähkökäyttöjen ja ohjausjärjestelmän tila. Lisäksi oli tarkoitus miettiä millä vaihtoehdoilla konetta lähdetään modernisoimaan, jotta turvataan tuotanto seuraavan 20 vuoden ajan.

Elinkaaren määrittäminen on hankala ja tarkkaa tilaa on vaikea määrittää. Käytettävissä oli valmistajan antamat omat tiedot tuotteiden elinkaarivaiheista, jotka kertovat heidän näkökulmastaan laitteiden elinkaaren. Määritteeseen vaikuttaa kuitenkin lisäksi laitteiston haltijan omat resurssit ja toimenpiteet millä elinkaarta voidaan jatkaa. Oulussa sähkökäyttöjen ja ohjausjärjestelmien käyttöolosuhteet ovat olleet hyvät, sillä ne sijaitsevat paikoissa, joissa niiden lämpötilat ovat pysyneet vakioina läpi historian ja käyttöjen kuormat ovat olleet paljon alle nimelliskuormituksen. Maailmalla on vielä paljon samanlaisia laitteistoja mitä PPK6-koneesta löytyy, mikä omalta osalta pistää miettimään onko heidän antama arvio elinkaaresta oikea, vai pystytäänkö niitä vielä vaihtamaan ennen lopullista obsolete-tilaa. Laitteistolla tullaan pärjäämään vielä muutamia vuosia, mutta huomioiden modernisoinnin kesto, työ tulisi aloittaa jo nyt.

Suunniteltaessa PPK6-koneen modernisointia, tulee huomioida koko PK6-linjassa myös muiden koneiden osalta tehtävät ratkaisut. Koko PK6-linja on vastaavassa kunnossa kuin PPK6-kone, joten yhteneväiset ratkaisut vaikuttavat valintoihin, millä laitteistoilla tullaan mahdolliset modernisoinnit suorittamaan. Kaikkein ratkaisevassa asemassa on linjan DC-moottoreiden tilanne. Ensin on mietittävä pystytäänkö turvaamaan tuotanto 20-vuoden päähän DC-moottoreiden avulla, vai onko lähdettävä muuttamaan joitakin käyttöpaikkoja tai mahdollisesti koko linja AC-tekniikalle. Tätä kysymystä varten pitää tehdä erillinen selvitys, mikä kattaa koko linjan ratkaisut ja määrittää mitkä tulevat olemaan mahdollisuudet sähkökäyttöjen osalta käyttöpaikkakohtaisesti.

Erillisen selvityksen lopputulos määrittää mitkä ovat mahdollisuudet PPK6-koneenkäyttöpaikoilla. Jos lopputulos on, että DC-moottoreilla pärjätään, tulisi PPK6-koneen käyttöpaikat modernisoida rebuild kiteillä. Mielestäni PPK6-koneessa ei kannata lähteä muuttamaan käyttöjä missään konepositiossa DC-käytöstä AC-käyttöön. Tämä ratkaisu ei tuo mitään tuotannollista tai kunnossapidollista parannusta, jotta se kattaisi siitä aiheutuvat kustannukset.

Jos selvityksen lopputulos on, että PPK6:n käyttöpaikat pitää muuttaa AC-tekniikkaan, tulisi ne modernisoida ACSXXX-laitteistolla. Käytettävä ACS-sukupolvi tulisi määrittää modernisointityön alkaessa.

Modernisointi tulisi mielestäni koneessa tehdä kaksivaiheiseksi, jossa molemmissa vaiheissa tapahtuu suuri muutos. Ensimmäisessä vaiheessa uusittaisiin käyttöjen ohjausjärjestelmä Metson DNA-järjestelmällä ja nykyiset DC-käytöt.

Ohjausjärjestelmän osuus on n.10 – 15 % modernisoinnin kokonaiskustannuksista, joten kokonaisjärjestelmän valinnassa tulisi ottaa huomioon ensisijaisesti muut vertailtavat tekijät kuin ohjausjärjestelmän kustannukset. DNA on vertailussa kilpailukykyisempi pienempien varastokustannusten sekä olemassa olevan ja tulevaisuuden tietotaidon takia. Järjestelmän laajempi kunnossapitokokemus ja osaaminen takaa tehokkaamman kunnossapidon. DNA-järjestelmän päivitettävyyden tulevaisuudessa on helpompaa, koska tiedetään että ohjelmisto pysyy samana, vaikka järjestelmän osia modernisoidaankin.

Nykyiset DC-käytöt korvattaisiin rebuild kit- tai ACSXXX-laitteilla riippuen erillisen moottori selvityksen tuloksista. Rebuild pakettien avulla kustannukset olisivat alhaisemmat ja välttäisi suurilta kaapelitöiltä, mikä nopeuttaa modernisointia. Vertailtaessa uuden ja rebuild kit käyttöjen ominaisuuksia ei eroja ole.

Toisessa vaiheessa uusittaisiin ja lisättäisiin puuttuvat AC-käytöt. AC-käytöt uusittaisiin kokonaan uuden sukupolven ACSXXX-laitteistolla. Laitteiston tarkka tyyppi määritetään hankintavaiheessa. Tämä siksi, että koneen sähkötila on suhteellisen pieni ja suurien muutostöiden tekeminen 5 – 7 päivän seisokeissa on haastavaa, jos ei mahdotonta kun jouduttaisiin tekemään näin suuria kojeistomuutoksia. Kun käytännössä jo ahtaalle seinämälle lisätään käyttöjen määrää, niin ainoa vaihtoehto on vaihtaa käytöt kokonaan uusiin, koska ne vievät vähemmän tilaa mitä vanhat.

Muutoksille pitäisi varata aikaa tällöin noin vuosi, koska pitkiä seisokkeja järjestetään linjassa vain kaksi kappaletta vuodessa. Modernisointi tulisi aloittaa riittävän aikaisin, jotta pystytään turvaamaan katkeamaton tuotanto. PPK6:n osalta modernisoinnin ajankohtaan vaikuttaa linjassa tehtävät muut modernisoinnit. Koko linjan osalta muutokset olisi hyvä olla läpiviety ennen vuoden 2017 loppua, jotta ei otettaisi turhia riskejä laitteiston kanssa.

Mielestäni PPK6-konetta modernisoidessa on diagnostiikan osuus otettava huomioon laajemmin kuin mitä pelkästään sähkökäytöt ja koneohjaus vaatii, sillä sen avulla kunnossapito voi toimia nopeammin ja tehokkaammin mitä tänä päivänä koko linjalla.

6. LÄHTEET

ABB Drives, DCS REVAMP+ UPGRADE_ RevD.pdf, ABB 2012, Sisäinen dokumentti

ABB Drives, Käsikirja MDAC linjakäyttö, ABB , 1990.

ABB Drives, Käsikirja1 MDDC Tasasähkökäyttö syöttöryhmät, ABB , 1989.

ABB Drives, Käsikirja 2 MDDC Tasasähkökäyttö käyttöryhmät, ABB , 1989.

ABB Drives JTS/j.o , Sähkökäytön yleisselostus 0456XFCM.doc, ABB, 1993, Sisäinen dokumentti

ABB Drives, SLJG MDDC Tasasähkökäyttö , ABB , 1989.

ABB Drives, SP46_FI_ RevC.pdf, ABB 2011, Sisäinen dokumentti

ABB , PFEA113-ohjausyksikkö käyttöopas, ABB , 2003.

ABB Service, SP37_FI_lifecycle Management_RevD.pdf, ABB 2008, Sisäinen dokumentti

Lässänmäki Ari / DMLD, LV Drives life cycle plan, ABB 2012, Sisäinen dokumentti

Metso , Metso Automation huoltokurssi , Metso, 2005.

Ojaniemi Satu, Yksi suurimmista ja nykyaikaisemmista1.8.2012,

[<http://insite.storaenso.com/mills/finland/oulu-mill/tehdasesittely/Pages/yksi-suurimmista-ja-nykyaikaisimmista.aspx>] Hakupäivä 10.8.2012.

Procemex , Procemex TWIN system settings, Procemex, 2012.

Tenhunen Hannu, PPK6 sähkökäytön säädön viritystä, Hannu Tenhunen Ky, 2006.

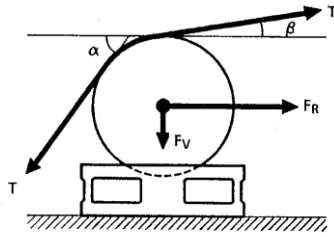
Sisäinen dokumentti

Väänänen J , Tekninen eritelmä 0456XF DC2H, ABB, 1990. Sisäinen dokumentti

7. LIITEET

- Liite 1. Kireysvahvistus laskelmat K1
- Liite 2. PPK6 DNA-järjestelmäkaavio
- Liite 3. PPK6 SELMA2-järjestelmäkaavio
- Liite 4. PPK6 Ohjearvoketju
- Liite 5. PPK6 katkokamera järjestelmäkaavio
- Liite 6. ABB tasavirtakäyttöjen elinkaari
- Liite 7. ABB taajuusmuuttajien elinkaari
- Liite 8. ABB elinkaaren vaiheet ja palvelut
- Liite 9. Metso järjestelmien elinkaari

Kireyssäätäjän vahvistuskerroin



Koneen max kireys 800N/m koneenleveys $L=8380\text{mm}$

lähtökulma $\alpha=22,5^\circ$ tulokulma $\beta=26^\circ$

$T = \text{kireys} = \text{kireys vahvistus} * F_T$ (rainankireysvoima mittaussuunnassa)

$$T = 0,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 8,38\text{m} = 6,704\text{kN}$$

$$T/2 = 6,704\text{kN}/2 = 3352\text{N}$$

$$Fr^1 = \cos\alpha = \cos 22,5^\circ = 0,92388$$

$$Fr_1 = Fr^1 * T/2 = 3352\text{N} * 0,92388 = 3096,84\text{N/ anturi}$$

$$Fr^2 = \sin\beta = \sin 26^\circ = 0,43837$$

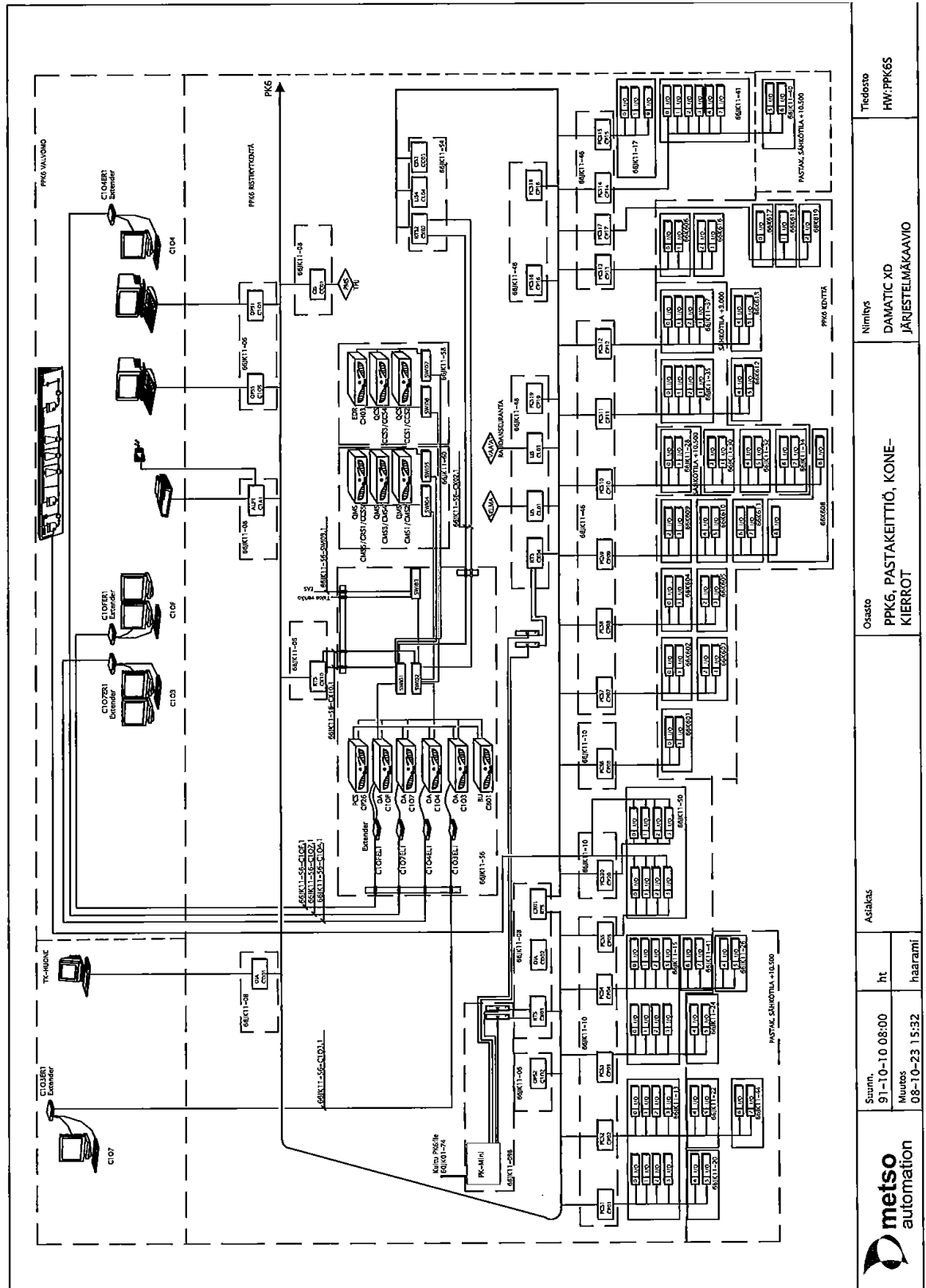
$$Fr_2 = Fr^2 * T/2 = 3352\text{N} * 0,43837 = 1469,4\text{N/anturi}$$

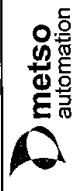
$$Fr = Fr_1 - Fr_2 = 3096,84\text{N} - 1469,4\text{N} = 1627,44\text{N}$$

Mittausalue 2kN

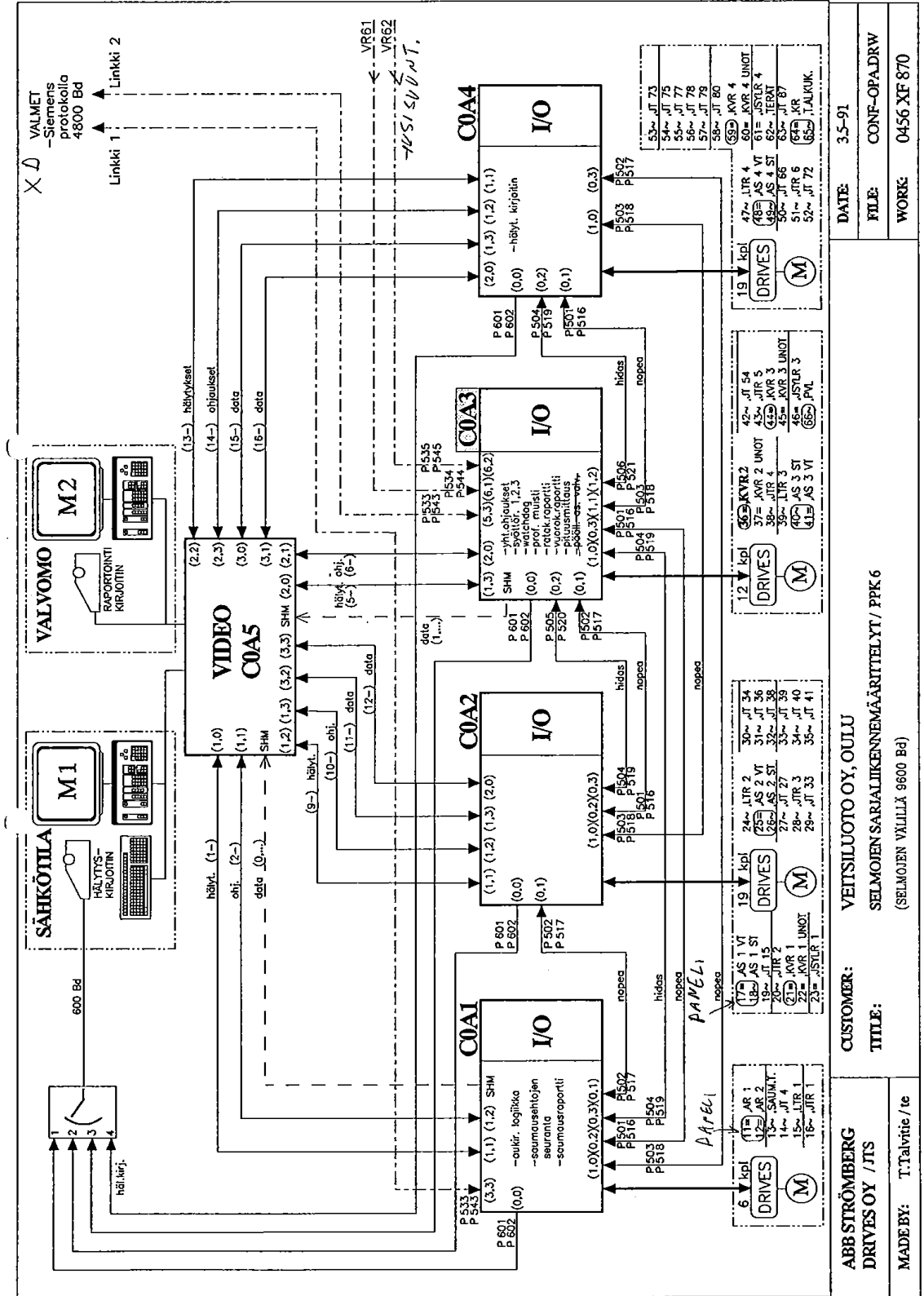
$$\text{Vahvistuskerroin} \frac{2\text{kN}}{1,63\text{kN}} = 1,23$$

METSO DNA-järjestelmäkaavio

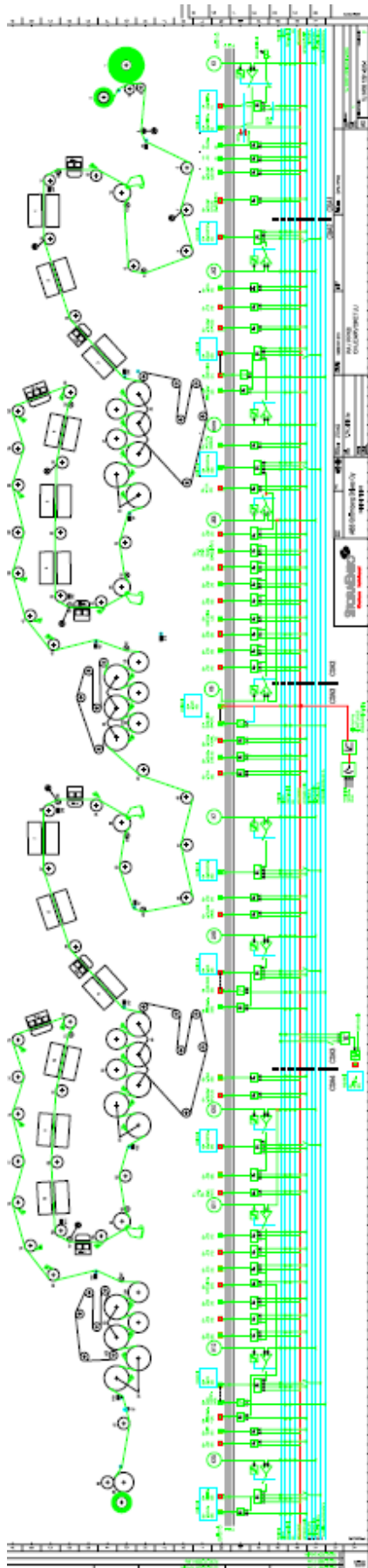


	Summi. 91-10-10 08:00 Muutos 08-10-23 15:32	Asiakas ht haarani	Osasto PKK, PASTAKEITTIÖ, KONE- KIERROT	Nimi DAMATIC XD JÄRJESTELMÄKAAVIO	Tiedosto HW:PKK65
---	--	--------------------------	---	---	----------------------

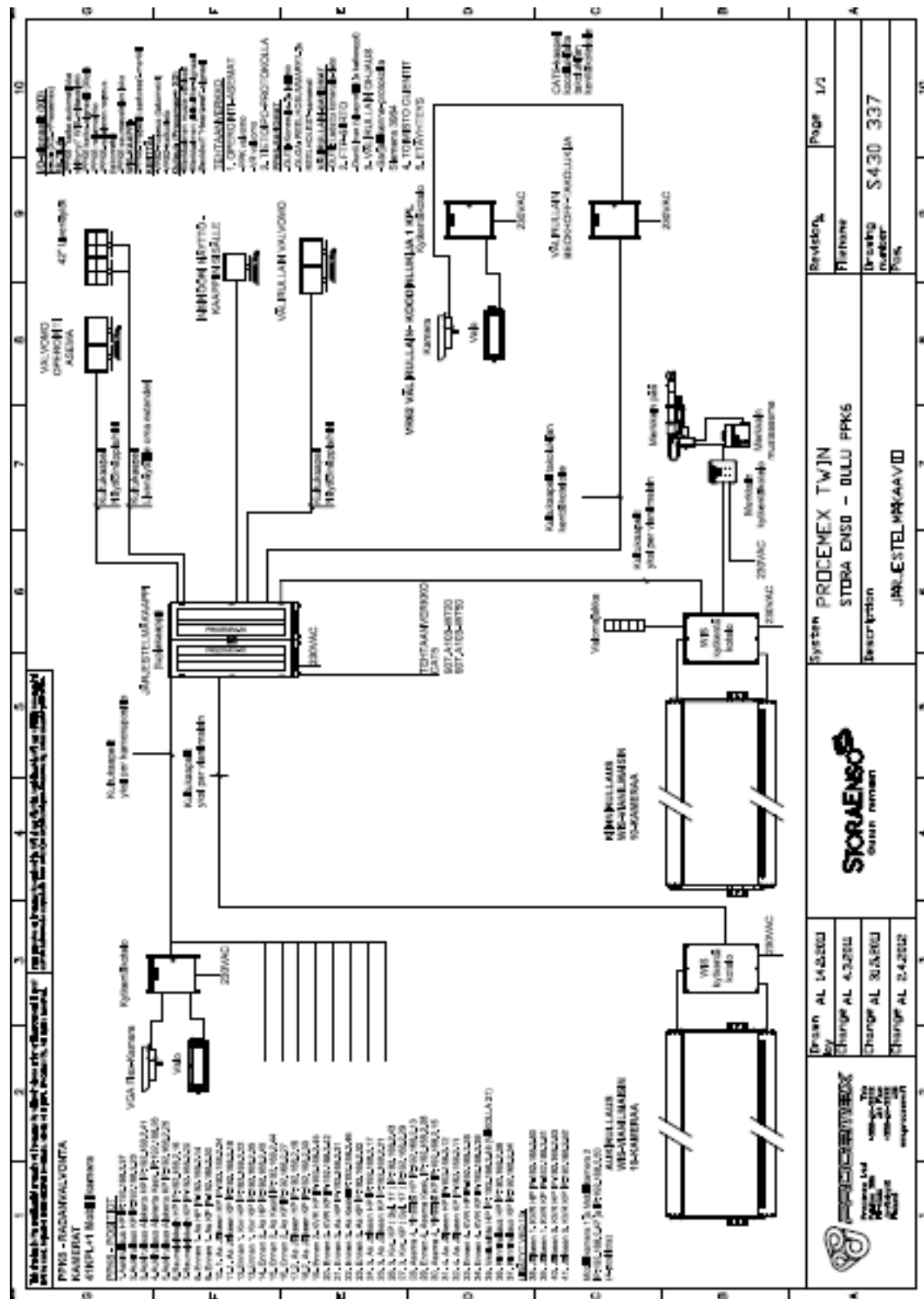
SELMA2-järjestelmäkaavio



PPK6 ohjearvoketju



Katkokamera järjestelmä



	Drain AL 14.2002 Change AL 4.3.2010 Change AL 30.9.2010 Change AL 2.4.2012	System PROCEMEX T7WJN STORA ENSO - OULU PKK5 -JÄR-JE-STE-LE-MP-KA-VI-0	Revision Piiriteho Drawing number S.4.30 337 PKK	Page 1/2
--	---	---	---	-------------

ABB:n valmistamien tasavirtakäyttöjen elinkaari Tilanne 2.1.2012

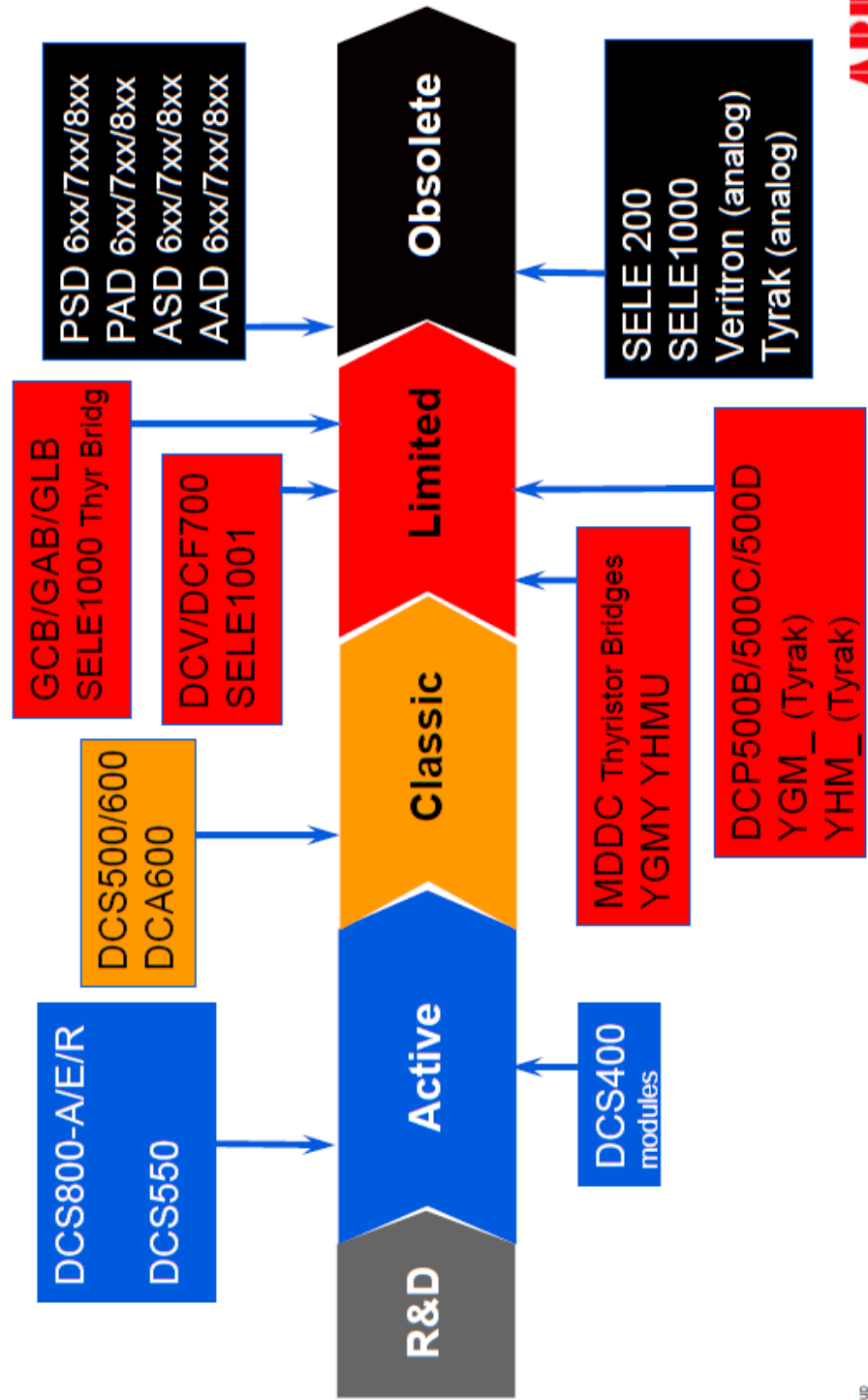
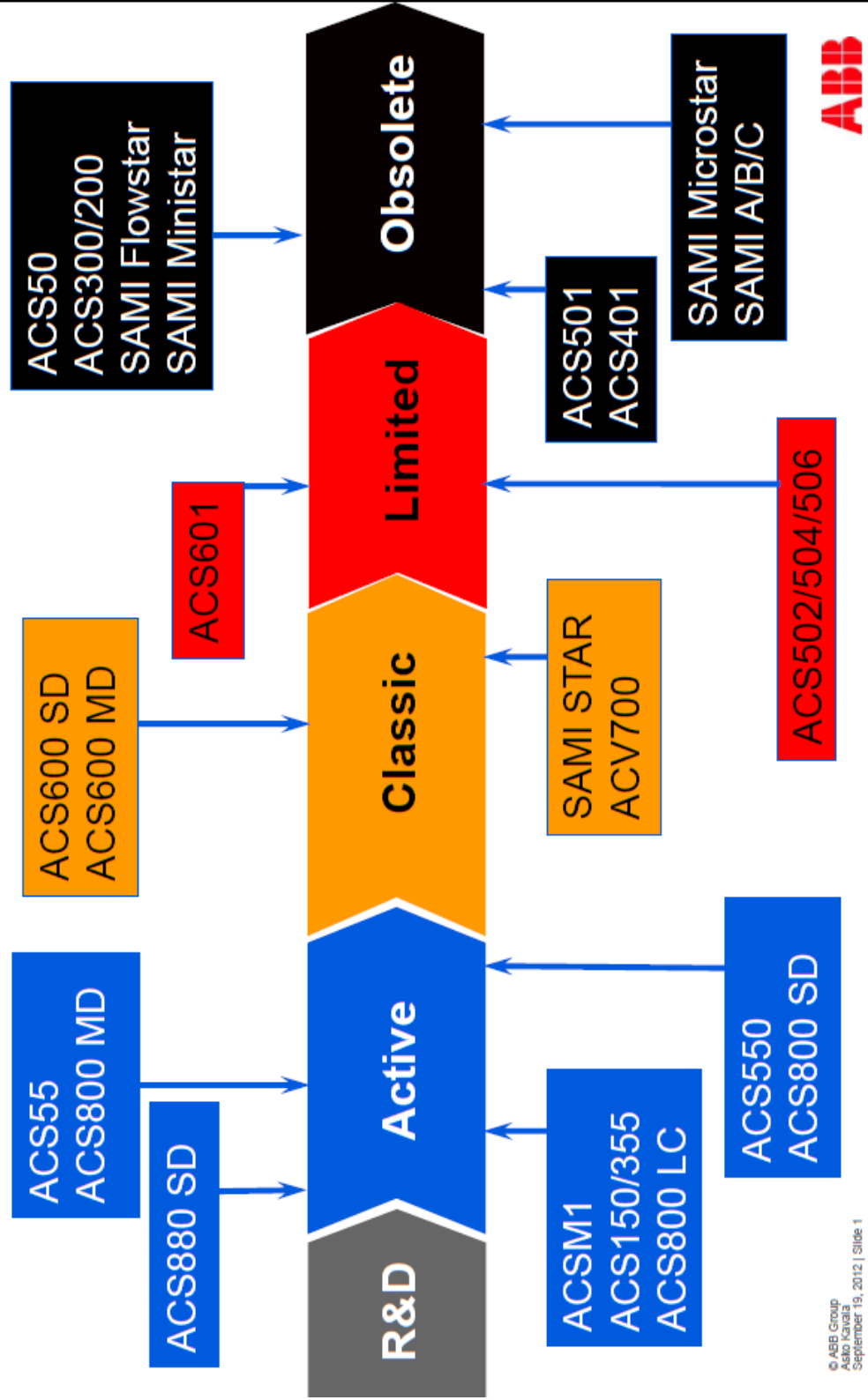
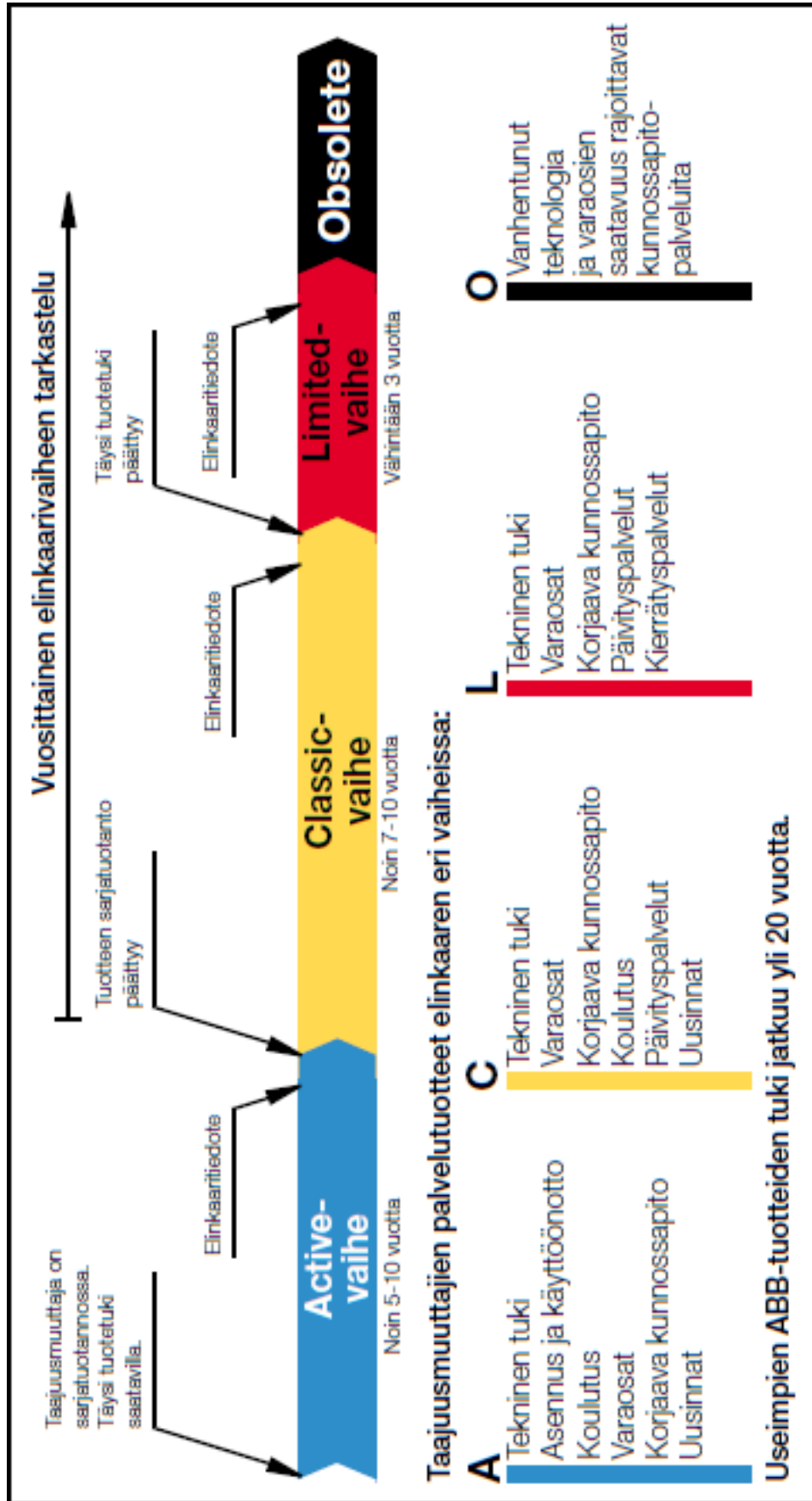
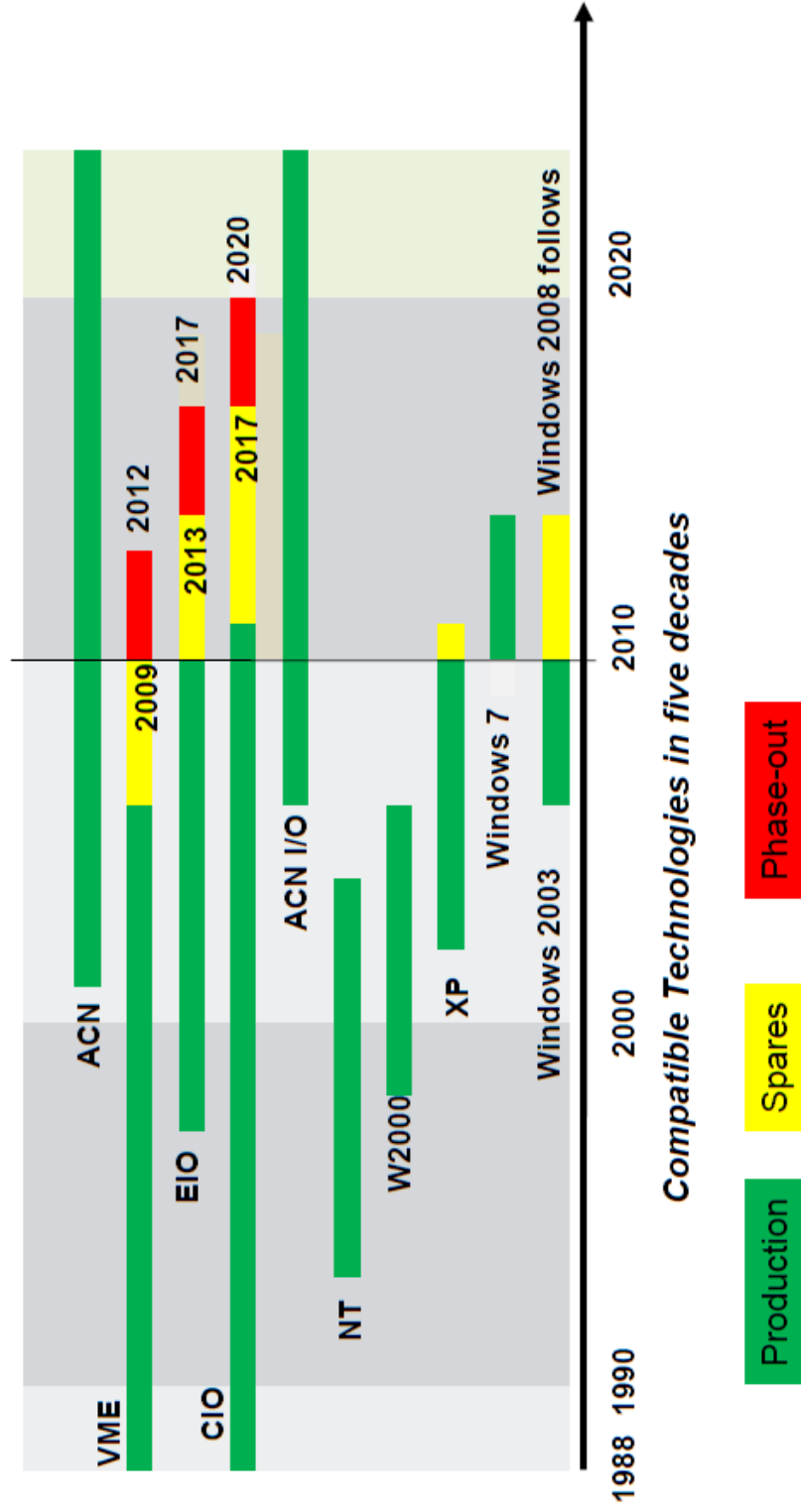


ABB:n valmistamien taajuusmuuttajien elinkaari 2012





Automation System: Technology Life Cycle



Note: This roadmap may change due to availability of the components, technologies or other reasons.