

**KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIikka**

Hamari Petri

**Vuokeittimen kokonaishallinta prosessihallinnan ja
mittaavan kunnossapidon kautta.
- Ohjelmistot ja tiedonsiirto sekä näytöt.**

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Automaatiotekniikka
Kemi 2010

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun sähkötekniikan opinnäytetyönä. Työ aloitettiin syksyllä 2009 osana KunVa-kunnonvalvontaprojektia ja se valmistui kevään 2010 aikana. Työn valvojana toimi Botnia Mill Servicen puolesta Kauko Ylioinas ja työtä ohjasi Tuomas Pussila Kemi-Tornion ammattikorkeakoulusta.

Haluan kiittää työn valvojaa ja ohjaajaa ammattimaisesta ohjaamisesta ja asiantuntevista neuvoista opinnäytetyön eri vaiheissa. Lisäksi haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita eri yritysten edustajia sekä Metsä-Botnian Kemin sellutehdasta mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö tehtaalle.

Kemissä 30.4.2010

Petri Hamari

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Petri Hamari
Opinnäytetyön nimi	Vuokeittimen kokonaishallinta prosessihallinnan ja mittaavan kunnossapidon kautta. - Ohjelmistot ja tiedonsiirto sekä näytöt.
Työn laji	Opinnäytetyö
Päiväys	30.4.2010
Sivumäärä	35 + 9 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	Tuomas Pussila
Yritys	Oy Botnia Mill Service Ab
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Kauko Ylioinas

Oy Metsä-Botnia Ab:lla ei ole kattavaa yhtenäistä tietojärjestelmää, josta selviäisivät laitteet, vikahistoriat ja käyttötiedot koko KAMYR 2 -vuokeittimen prosessista. Järjestelmän myötä prosessihäiriöiden ennakointi ja hallinta paranevat. Järjestelmästä näkee saman käyttöliittymän kautta kaikki prosessin piirit, laitteet ja käyttö- sekä vikahistoriat. Käyttöliittymän käyttö onnistuu myös etänä, suojatun internetyhteyden avulla, jolloin prosessin historian seuranta onnistuu ilman tehtaalle tuloa. Keräämällä historiatietoja prosessista voidaan suunnitella ja toteuttaa ennakoivaa kunnossapitoa.

Opinnäytetyö perustuu KunVa-kunnonvalvontaprojektin eri vaiheisiin ja sen kautta syntyneisiin tuloksiin ja ratkaisuihin. Tietojenkeruuseen käytettiin Metso Automationin kunnonvalvontaprojektia varten toimittamaa järjestelmää, jossa prosessin ajo- ja vikatiedot tallennetaan tietokantoihin. Osa kentälaitteista ei ollut yhdistettynä kenttäväylään, eikä niiden käyttötietoja kerätty. Tämä koski lähinnä kolmea taajuusmuuttajaa sekä yhdeksää venttiiliä, joilla ei ollut digitaalista ohjauskorttia. Taajuusmuuttajien lämpötilatieto saadaan automaatiojärjestelmään suunnittelemalla taajuusmuuttajille tiedonsiirtomoduli sekä muuttamalla niiden riviliitinkytkentöjä. Jotta yhdeksän venttiilin käyttötiedot saataisiin automaatiojärjestelmään ja tietojenkeruuseen, on niille asennettava digitaaliset ohjauskortit.

Näiden järjestelmien ja ratkaisuiden pohjalta KAMYR 2 -vuokeittimen käyttötietoja kerätään talteen myöhempää käyttöä varten. Tietojen pohjalta suunnitellaan ennakoivaa kunnossapitoa ja kehitetään prosessin toimintaa.

Asiasanat: Metsä-Botnia, vuokeitin, kunnossapito, FieldCare, LoopBrowser.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, The Unit of Technology	
Degree Programme	Electrical Engineering
Name	Petri Hamari
Title	Overall Management of Continuous Paper Pulp Digester Through Process Management and Predictive Maintenance
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	30 April 2010
Pages	35 + 9 appendices
Instructor	Tuomas Pussila
Company	Oy Botnia Mill Service Ab
Contact Person/Supervisor from Company	Kauko Ylioinas

A paper pulp digester is a chemical reactor in which a mixture of wood chips and liquor is heated by steam and the chemical reaction called delignification takes place. This Bachelor's Thesis introduces the basics of predictive maintenance on continuous paper pulp digester. The Bachelor's Thesis is based on the results and conclusions of KunVa-project, which was formed to improve the process management and predictive maintenance of the KAMYR 2 digester.

Before the project Oy Metsä-Botnia Ab didn't have an effective system to plan predictive maintenance for the continuous paper pulp digester called KAMYR 2. Therefore a project called KunVa was formed. The goals of this project were to create a system for supervising and administrating the process and to develop the cooperation between different suppliers and Oy Metsä-Botnia Ab. Metso Automation installed systems called LoopBrowser and FieldCare for data collecting from the process. With the help of this data, the planning and implementation of predictive maintenance becomes more effective. Predictive maintenance helps to predict when the maintenance should be performed.

LoopBrowser and FieldCare collects data from the process, saves it on databases and creates different kind of reports and charts. When the average life cycle of equipment, like pumps and vents, is known, the maintenance can be planned at the end of this cycle. For monitoring the reports and charts a special user interface was created. The new user interface can be used through secure internet connection and therefore the monitoring can be carried out remotely from anywhere. Before the new system, it was necessary to come at the factory to examine the process and its reports.

Through the new solutions and systems the productivity of the KAMYR 2 paper pulp digester raises, the cooperation between suppliers and Oy Metsä-Botnia Ab becomes more effective, pollution rate decreases even more and the quality of the pulp increases.

Keywords: Metsä-Botnia, paper pulp digester, process management, predictive maintenance, FieldCare, LoopBrowser.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	VI
1. JOHDANTO	1
2. OY METSÄ-BOTNIA AB	2
3. BOTNIA MILL SERVICE	3
4. VUOKEITTIMEN KUNNOSSAPITO	4
5. VUOKEITTIMEN TOIMINTAPERIAATE	6
6. KENTTÄLAITTEET	8
6.1. Venttiilit	8
6.2. Lähettimet	10
6.3. Taajuusmuuttajat	10
6.4. Pumput	11
6.4.1. P-4102 Syöttökaulan pinta	13
6.4.2. P-4104 Imeytystornin syöttökiertopumppu	13
6.4.3. P-4105 Keittimen siirtokiertopumppu	13
6.4.4. P-4110 Mustalipeäpumppu haihduttamolle	13
6.4.5. P-4113 Valkolipeäpumppu	13
6.5. Moottorit	14
7. AUTOMAATIOPIIRIT	16
7.1. Esihöyrystys­siilon purkain	16
7.1.1. KU-4040 Esihöyrystys­siilon purkain	16
7.1.2. SIC-2208 Purkausruuvi	16
7.2. Pasutusastia	16
7.2.1. HI-2003 MP-höyry pasutusastiaan	17
7.2.2. PRCA-2004.1 Pasutusastia, höyry	17
7.2.3. PRCA-2004.2 Pasutusastia, kaasaus	17
7.2.4. FIC-2147 Pasutusastia kaasaus, virtaus	17
7.2.5. LIC-2021 Syöttökaulan pinta	17
7.3. Valkolipeä	18
7.3.1. FRC-2194 Valkolipeä siirtokierto­on, virtaus	18
7.3.2. FIC-2355 Valkolipeä pesukierto­on, virtaus	18
7.3.3. FIC-2495 Valkolipeä imeytystorniin	18
7.3.4. FIC-2230 Valkolipeä keittokierto­on	19
7.3.5. FIC-2492 Valkolipeä paine	19
7.3.6. PI-2493 Valkolipeä painevaro	19
7.4. Keitin	19
7.4.1. TRC-2062 Keittimen höyrytila, lämpötila	19
7.4.2. FRC-2061 KP-höyry 1.0 MPa keittimeen, virtaus	20
7.4.3. LRC-2080 Keitin lipeäpinta, mittaus 1	20
7.4.4. LI-2250 Keitin lipeäpinta, mittaus 2	20
7.5. Paisuntasäiliö	20
7.5.1. FRC-2115.1 Paisuntalipeä säiliöön 1, virtaus	20

7.5.2.	LIC-2050 Paisuntasäiliö 1 pinta.....	21
7.6.	Korkeapaineikiikki.....	21
7.6.1.	SK-4055 Korkeapaineikiikki ja SIC-2022 Kiikin kierrosluku	21
7.7.	Mustalipeä.....	21
7.7.1.	FIC-2026 Mustalipeä imeytystorniin, virtaus	21
8.	TIEDONSIIRTO	22
8.1.	Tiedonsiirtomoduli.....	23
8.2.	Järjestelmien välillä.....	23
8.3.	Hankkeen eri osapuolille.....	24
8.4.	SAP	24
9.	TIETOJENKERUU.....	25
9.1.	LoopBrowser.....	25
9.2.	FieldCare	27
10.	KÄYTTÖLIITTYMÄ	29
11.	YHTEENVETO	32
12.	LÄHDELUETTELO	34
13.	LIITELUETTELO	35

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KAMYR 2	Vuokeitin, Metsä-Botnian sellutehdas, Kemi.
KunVa	Metsä-Botnian KAMYR 2:n kunnonvalvontaprojekti.
KunVaK	Käyttöliittymä kunnonvalvontatietojen selaamiseen
LoopBrowser	Ohjelmisto, jolla kerätään tietoja automaatiopiireistä.
FieldCare	Ohjelmisto, jolla kerätään tietoja kentälaitteista.
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmä.
Sefram	VTT:n luoma, XMLpss-tekniikkaan perustuva, järjestelmä kunnossapitotietojen selaamiseen ja jakamiseen hankkeen eri osapuolille.
AIM	Metso Automationin luoma järjestelmä kunnossapitotietojen selaamiseen.
VTT	Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Kansainvälisesti verkottunut tutkimuskeskus, joka tuottaa teknologisia ratkaisuja.

1. JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia Metsä-Botnian KAMYR 2 -vuokeytimen prosessin periaatetta, automaatiopiirejä sekä kenttälaitteita. Opinnäytetyö perustuu KunVa-kunnonvalvontaprojektin vaiheisiin ja sen myötä syntyneisiin tuloksiin ja ratkaisuihin. Projektinaikaiseen tietojenkeruuseen käytetään Metso Automationin järjestelmää, joka mahdollistaa ajo- ja vikatietojen tallentamisen tietokantoihin. Järjestelmän käyttöä varten hankittiin käyttöliittymä, joka mahdollistaa tietojen helpon selaamisen ja tietojen lähettämisen hankkeen eri osapuolille suojatun internetyhteyden avulla. Tietojen jakamiseen hankkeen eri osapuolille käytetään VTT:n Sefram-järjestelmää, jolla sähköinen materiaali jaetaan Metson ja Andritzin palvelimien kautta kaikille hankkeen eri osapuolille.

Opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa tiedonsiirtoon järjestelmien välillä ja hankkeen eri osapuolille sekä SAP-järjestelmään. Prosessi muodostuu useista eri laitteista ja automaatiopiireistä, jotka myös käydään läpi opinnäytetyössä. Opinnäytetyössä käydään läpi vuokeytimen pääkohdat sekä pohditaan vuokeytimelle kohdistuvaa kunnossapitoa.

2. OY METSÄ-BOTNIA AB

Oy Metsä-Botnia Ab on vuonna 1973 perustettu metsäteollisuusyritys. Se valmistaa Botnia-nimellä valkaistuja selluja. Sijoittaminen johdonmukaisiin tekniikan ja toimintatapojen uudistamiseen on saanut aikaan aseman Pohjoismaiden tehokkaimpana sellunvalmistajana. Botnia on Euroopan toiseksi suurin sellunvalmistaja. Havu-, koivu-, haapa- ja eukalyptussellu soveltuvat parhaiten laadukkaiden paino- ja kirjoituspapereiden, pakkaus-kartonkien ja pehmopapereiden valmistukseen. /6/

Botnian sellutehtaat sijaitsevat Joutsenossa, Kemissä, Raumalla ja Äänekoskella. Tehtaiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti oli vuonna 2008 3,5 miljoonaa tonnia ECF- tai TCF-valkaistua selluloosaa. Tuotannosta noin kaksi kolmasosaa myydään omistajayhtiöiden paperitehtaille ja yksi kolmasosa markkinamassana asiakkaille lähinnä Eurooppaan. Sellun markkinoinnista vastaavat Botnian oma markkinointiorganisaatio sekä myyntikonttorit Saksassa ja Kiinassa. Henkilöstöä Botnialla on yli 1 800. /6/

Metsäliitto Osuuskunta vastaa Botnian puunhankinnasta. Täydellä kapasiteetilla Botnia käyttää raakapuuta noin 16,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Kotimaisen puun osuus vuonna 2008 oli 79 prosenttia. Botnian omistuksessa on metsää Suomessa noin 35 000 hehtaaria. Botnia kuuluu Metsäliitto-konserniin, joka on metsäteollisuuteen keskittyvä yhtiö. Botnian omistajat ovat Metsäliitto-konserni ja UPM-Kymmene Oyj. /6/

Kemin tehdas on perustettu vuonna 1893. Kemissä on valmistettu sellua vuodesta 1919. Kemin sellutehdas on uusittu 1980-luvulla. Kemin tehtaan tuotantokapasiteetti on 575 000 tonnia vuodessa havu- ja lehtipuusellua. Se on erikoistunut tuottamaan sellua, joka sopii pehmo- ja hienopaperin sekä lainerin valmistukseen. Puuta Kemin tehdas käyttää noin 3 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa täydellä kapasiteetilla. Kemin sellutehdas työllistää 220 henkilöä. Asiakkaita ovat omistajien tehtaat ja markkinaselluasiakkaat. Kemi on Botnian suurin markkinasellun valmistaja. Tuotannosta 35 % menee vientiin. Päämarkkina-alueet ovat Sveitsi, Italia, Ranska, Englanti ja Turkki. /6/

3. BOTNIA MILL SERVICE

YIT on merkittävä eurooppalainen kiinteistö- ja rakennusalan sekä teollisuuden palveluyritys. Se toimii Pohjoismaissa, Venäjällä, Baltian maissa sekä Keski-Euroopassa. Metsäteollisuus on yksi YIT:n merkittävimmistä asiakasryhmistä. /1/

Botnia Mill Service on Metsä-Botnian ja YIT:n yhteisyritys. Botnia Mill Service tarjoaa palveluja metsäteollisuuden kunnossapitoon. Se on perustettu vuonna 1997. Palveluvalikoimaan kuuluvat kaikki kunnossapito- ja asennuspalvelut sekä projektointi- ja suunnittelupalvelut yksittäisistä työtilauksista kokonaisvastuullisiin kumppanuussopimuksiin. Metsä-Botnian Kemin sellutehtaalla Botnia Mill Service hoitaa kokonaisvaltaista prosessikunnossapitoa. Botnia Mill Service työllistää yli 500 henkilöä seitsemällä eri toimipaikalla. /1/

4. VUOKEITTIMEN KUNNOSSAPITO

”Kunnossapidon tehtävä on pitää pääomakanta tuottavana ja kilpailukykyisenä. Se on eräs suurimmista kaikkea toimintaa koskettavista osa-alueista ja siitä on muodostumassa oma poikkeusteollinen toimialansa. Kunnossapidon strategista merkitystä yhteiskunnan ja teollisuuden kilpailukykyyn jatkuvassa kehittämisessä ei kuitenkaan aina tiedosteta, vaikka kunnossapidon työvoimapanos Suomessa on jo noin 200 000 henkilötyövuotta.” /3/

KAMYR 2 -vuokeittimen tuotantolinja koostuu usean eri laitetoimittajan laitteista ja ratkaisuksista. KunVa-projektin tavoitteena on näiden tahojen yhteistyötä kehittämällä saada aikaan vuokeittimen käytettävyyden ja energiatehokkuuden paranemista. Tavoitteena on saada aikaan yhteiset mittarit, joilla prosessin seuranta helpottuu. Myös asiakkaan ja toimittajien välistä yhteistyötä pyrittiin tiivistämään ja luomaan joustava rajapinta. Näiden toimien odotetaan näkyvän tuotannon laadun paranemisena ja tuotantomäärän kasvuna sekä ympäristöpäästöjen pienentymisenä entisestään. Lisäksi prosessihäiriöiden ennakointi ja hallinta paranevat.

Ennakoiva kunnossapito keskittyy kenttälaitteiden ja automaatiopiirien huoltotoimien ennakoivaan suunnitteluun ja toteutukseen mahdollisimman tarkasti. Kunnossapidolla prosessi pyritään pitämään tilassa, jossa se toimii tehokkaimmalla mahdollisella tavalla. Tämä takaa kustannustehokkaan ja tasaisen tuotannon. Keräämällä tietoja tuotantolinjan laitteiden sekä automaatiopiirien ajo- ja vikatilanteista voidaan kunnossapitoa suunnitella ennakoivasti. Tällöin vältetään turhilta laiterikoilta ja tuotannon keskeytyksiltä. Laitetoimittajien yhteistyön kautta kenttälaitteet saadaan mitoitettua juuri tuotantolinjan tarpeiden mukaisiksi. Tämän kautta energiatehokkuus kasvaa, mikä puolestaan lisää säästöjä.

Työsuojelun kannalta kunnossapidolla on suuri merkitys. Työtaturmista suurin osa aiheutuu prosessin normaalista tilasta poikkeavista tilanteista. Kunnossapidolla laitteet pidetään turvallisen työskentelyn edellyttämällä tasolla. Vain hyvin harvat kohteet tuotantolaitoksilla ovat riskittömiä. Myös tämä näkökulma otettiin huomioon kunnonvalvontaprojektin eri vaiheissa. /5/

Kunnonvalvonnalla saadaan määritettyä laitteen käytettävissä oleva luotettava käyttöikä. Erityisesti hitaasti vaurioituvissa laitteissa kunnonvalvonnalla saadaan mahdollinen tuleva vikaantumisen määritettyä jo hyvinkin varhaisessa vaiheessa. Esimerkiksi laakeriviat voidaan havaita värahtelymittauksilla jo paljon ennen laakerin hajoamista. Tämän myötä laakeri voidaan huoltaa turvallisessa vaiheessa.

Ennakoivan kunnossapidon yksi olennainen tekijä on varaosien nopea toimitus. Projektissa pyrittiinkin kehittämään asiakkaan ja eri laitetoimittajien yhteistyötä sekä samalla laitetoimittajien keskinäistä yhteistyötä. Sujuvan kunnossapidon takaamiseksi on vioittunut laite saatava korjattua mahdollisimman nopeasti. On kuitenkin taloudellisesti kannattamatonta varastoida kaikkia mahdollisesti kuluvia ja rikkoontuvia laitteita asiakkaalle tai laitetoimittajan varastoon. Ennakoiva kunnossapito mahdollistaakin sen, että uusi korvaava laite on asiakkaalla jo ennen asennettuna olevan laitteen rikkoontumista.

Kuluneen kenttälaitteen huolto voidaan ajoittaa laitteen elinkaaren loppusuoralle, kun tiedetään laitteen keskimääräinen käyttöikä ja lisäksi sen vaihtoon tarvittavat mahdolliset aikaa vievät työvaiheet.

Eri laitetoimittajien välinen yhteistyö takaa kenttälaitteiden oikean mitoituksen. Hyvänä esimerkkinä ovat pumpun ja prosessin väliin asennettavat venttiilit. Pumpun tehokkuudesta riippuen mitoitetaan venttiili kyseiselle virtaukselle oikeaksi. Tämä lisää säästöä energian kulutuksessa, kun pumpun koko teho saadaan käytettyä optimaalisesti ja venttiilin säätövara on juuri oikea pumpulle. Laitetoimittajilta löytyy laajasti eri osa-alojen ammattilaisia, joiden yhteistyön kautta laitteiden mitoitus ja säätö saadaan optimoitu.

Myös prosessin kehittämisen tarve huomataan usein ennakoivan kunnossapidon ansiosta. Kun esimerkiksi prosessissa sijaitseva venttiili tukkeutuu usein, voidaan alkaa miettimään että prosessin putkilinjassa voisi olla parannettavaa. Venttiili voi olla standardien vastaisesti asennettu tai väärin mitoitettu, jolloin putkessa syntyy vääränlainen virtaus, mikä aiheuttaa tukkeutumista tai mekaanista rasitetta.

Ennakoivan kunnossapidon kautta siis ei ainoastaan ajoiteta huoltoja juuri oikeaan aikaan, ennen laitteen rikkoontumista, vaan ennakoivaan kunnossapitoon kuuluu myös resurssitarpeiden suunnittelua, kunnossapito-organisaation rakenteen ja oikeanlaisen asiantuntijaryhmän hallinnointia. Kun kaikki näkökohdat on otettu huomioon, saavutetaan järkevä ja tehokkaasti toimiva kokonaisuus, jonka avulla tuotantoprosessi toimii tehokkaasti ja huollot tapahtuvat järjestelmällisesti.

5. VUOKEITTIMEN TOIMINTAPERIAATE

Sellun keittoprosessit voidaan jakaa kahteen eri pääluokkaan: eräkeittoon ja jatkuvatoimiseen keittoon. Jatkuvatoimisessa eli vuokeitossa haketta ja kemikaaleja syötetään jatkuvatoimisesti keittimen yläpäähän ja massaa poistetaan alapäästä. Keitin on jaettu eri vyöhykkeisiin, joissa keiton eri vaiheet tapahtuvat. Kuvassa yksi näkyvät Metsä-Botnian sellutehtaan molemmat vuokeittimet. Oikeanpuoleinen ”torni” on vuokeitin, jonka kunnonvalvontaan projekti keskittyy. Jatkuvatoimiset keittimet jaetaan yleensä kahteen ryhmään, yksi- ja kaksiasiaisiin keittämiin sen mukaan käytetäänkö keittimessä erillistä imeytystornia vai tapahtuuko imeytys keittimessä keiton alussa. /7/

Pasutuksessa haketta käsitellään höyryllä. Keiton alussa tapahtuvassa pasutuksessa hakkeen huokosista poistuu ilmaa, mikä parantaa keitossa käytettävien kemikaalien imeytymistä hakkeeseen. /7/

Paisunnassa jatkuvatoimisen keittimen kuuma (130-170°C) mustalipeä lasketaan keittimen paineesta matalampaan paineeseen. Tällä saadaan aikaan lipeän kiehumisen, jolloin syntyy runsaasti hajukaasuja sisältäviä höyryjä. /7/

Sellun keiton yhteydessä puhutaan ns. H-tekijästä. Se kertoo ligniinin liukenemisen suhteellisen nopeuden. Ligniinin liukeneminen on voimakkaasti suhteessa keittolämpötilaan. Jo pienikin muutos keittolämpötilassa voi tehdä massan laatuun suuren eron. Ligniini on kuituja sitova aine, joka pyritään poistamaan keitossa, jotta hake kuituuntuu tehokkaasti. Ligniinin poistamiseen käytetään valkolipeää, joka on natrium-hydroksidin ja natriumsulfidin seos. Mustalipeä on puolestaan valkolipeää, johon on liennut ligniiniä. /7/

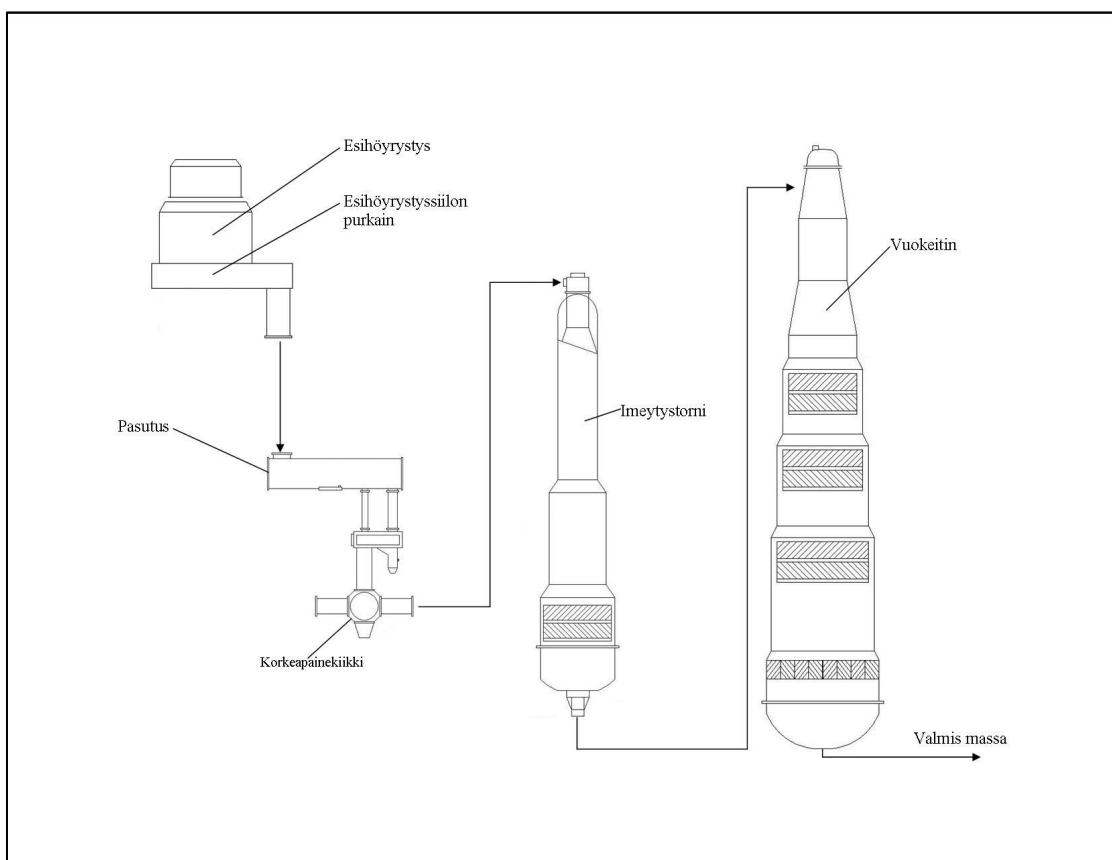


Kuva 1. Metsä-Botnian Kemin sellutehtaan vuokeittimet

Tehokkaan ja hyvin suunnitellun kunnossapidon ansiosta vuokeitin pystytään pitämään pitkiä aikoja käynnissä. Hyvänä tavoitteena voidaan pitää yhtä huoltoseisokkia vuodessa. Vuokeittimen alas- ja ylösajo vaatii useamman työpäivän. Tästä johtuen kaikkien vaadittavien huoltotoimien on tapahduttava saman seisokin aikana, mikä puolestaan asettaa ennakoivan kunnossapidon erittäin tärkeään rooliin. Huoltotyöt tulee suunnitella tarkasti ennakkoon seisokkityölistoja laadittaessa.

Uuden järjestelmän myötä Metsä-Botnian Kemin sellutehtaan KAMYR 2 -vuokeittimen käytettävyys parani huomattavasti; vuokeitinta ei tarvitse ajaa alas ja jälleen ylös läheskään niin useasti kuin mitä ilman ennakoivaa kunnossapitoa jouduttaisiin. Prosessin alas- ja ylösajossa vapautuu ympäristölle haitallisia kemikaaleja monin verroin verrattuna tilanteeseen, jossa prosessi on normaalisti käynnissä. Hyvä kunnossapito vähentää tätä kautta siis myös ilmaan päässeiden saasteiden määrää. Myös tuotantolinjan kustannustehokkuus kärsii, kun tuotantolinja seisoo.

Kuvassa kaksi on esitetty keittoprosessin virtauskaavio. Hake kuljetetaan kuljettimilla ensin esihöyrystyssiilon, jossa se esihöyrystetään. Täältä se kuljetetaan esihöyrystyssiilon purkaimella pasutukseen ja sieltä edelleen korkeapaineikiikin kautta imeytystorniin. Imeytystornissa massaan lisätään kemikaalit, jotka poistavat kuituja sitovaa ligniiniä. Imeytystornista hake kuljetetaan varsinaiseen keittoon vuokeittimeen. Vuokeittimelta valmis massa kuljetetaan massasäiliöihin.



Kuva 2. Kaksiastiaisen vuokeittimen virtauskaavio

6. KENTTÄLAITTEET

Vuokeittimen prosessi muodostuu useiden eri toimittajien laitteista. Laitekanta on monipuolinen ja prosessista löytyykin paljon venttiileitä, lähettimiä, taajuusmuuttajia, pumppuja ja moottoreita. Yksi automaatiopiiri voi sisältää useita eri laitteita. Liitteen 1 PI-kaaviossa on esitetty KunVa-projektin kannalta oleelliset laitteet ja automaatiopiirit. PI-kaaviosta on jätetty pois ne laitteet ja automaatiopiirit, jotka eivät kuulu projektin piiriin. PI -kaavion piirtämisessä on käytetty apuna SFS-standardeja 4285, 4286 ja 4103. Standardit on myöhemmin korvattu uudemmilla standardeilla, mutta piirrosmerkit ovat pääosin samat. /8/, /9/, /10/

Kunnossapitotoimia toteutettaessa tulee tarkastella laite- ja automaatiopiirikohtaisesti, mitä kunnossapitotoimia kyseiselle laitteelle ja piirille on olemassa ja tarvitaan. Kun tämä on tiedossa ja lisäksi kerätään tietoja ajo- ja vikatilanteista, voidaan laitekohtaisesti suunnitella milloin ja miten kyseinen laite tulee huoltaa. Mitä perusteellisempi kunnossapito-suunnitelma on, sitä varmemmin päästään hyvään ennakoivaan kunnossapitoon.

Kenttälaitteiden sekä automaatiopiirien ajo- ja vikatietojen keräämiseen käytetään Metso Automationin kunnossapitoprojektia varten toimittamia ja asentamia FieldCare- ja LoopBrowser-järjestelmiä. Lisätietoja LoopBrowserista ja FieldCaresta löytyy kappaleista 9.1 ja 9.2.

6.1. Venttiilit

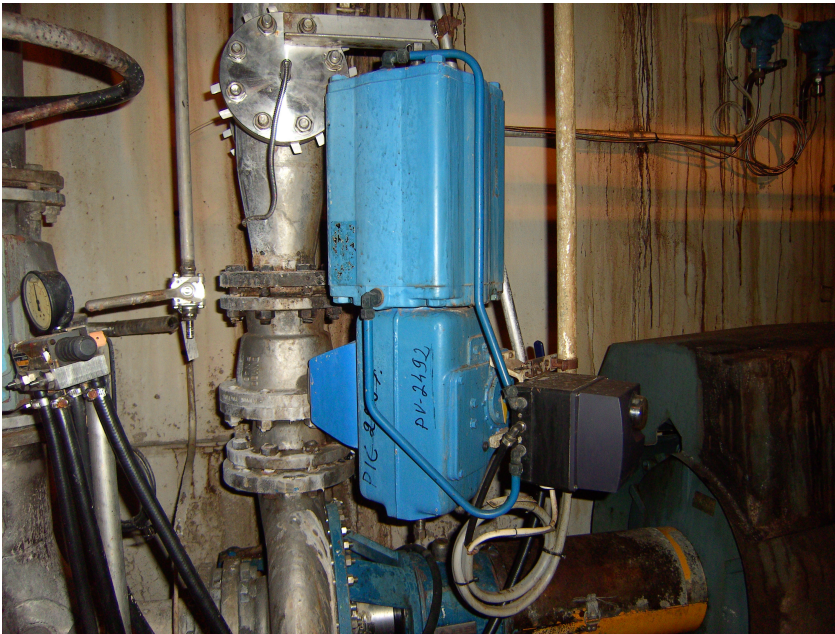
Venttiilit säätelevät mm. virtauksia, paineita, lämpötiloja, sakeuksia ja pinnan korkeuksia prosessin eri osissa. Jokainen prosessiin kuuluva venttiili on osa automaatiopiiriä, joka muodostuu venttiilistä, mittauselimestä ja lähettimestä. Mittauselimellä eli anturilla mitataan putkessa eri suureita, jonka perusteella säädellään venttiilin asentoa. Tärkein saatava suure on säädön jälkeinen mittaustieto ja venttiilin asento.

Venttiilit ovat yleisesti pitkäikäisiä, eikä niihin liittyviä vikoja tai huoltotietoja löytynyt tehtaan SAP-ohjausjärjestelmästä. Tämäkin kehittyi uuden järjestelmän myötä, sillä uudessa järjestelmässä venttiilien ajo- ja vikatiedot saadaan kerättyä tietokantoihin ja sieltä edelleen SAP:iin.

Venttiileihin liittyvät viat ovat lähinnä venttiilin kulumisesta johtuvia. Vika ilmenee järjestelmästä vertaamalla venttiilin asentoa virtaukseen. Kun virtaus alkaa oleellisesti muuttua samalla venttiilin asennolla, voidaan olettaa, että venttiili vaatii huoltoa. Kun verrataan venttiilin asennon ja virtauksen suurutta aikaisempaan käyttöhistoriaan, voidaan venttiilin vaihto ajoittaa sen elinkaaren loppusuoralle. Tällöin vältytään harmilliselta tilanteelta, jossa koko prosessi jouduttaisiin mahdollisesti pysäyttämään prosessin kannalta tärkeän venttiilin rikkouduttua. Tärkeän venttiilin toistuva tukkeutuminen tai rikkoontuminen voi johtua myös venttiilin sijoittamisesta. Väärin sijoitettuun venttiilin voi

kohdistua vääränlainen virtaus tai mekaaninen rasite, joka rikkoo venttiilin ennen oletetun käyttöiän täyttymistä. Tällöin olisi syytä kiinnittää huomiota prosessin suunnitteluun sekä laitteen sijoitukseen. Apuna kenttälaitteiden sijoituksessa ovat SFS standardit. Näistä oleellisin on 5059.

Myös venttiilin läpi syötettävän materiaalin ominaisuudet vaikuttavat venttiilin toimintaan. Helposti sakeutuva tai kivistyvä massa voi kertyä venttiiliin, jolloin virtaus pienenee, vaikka venttiili olisi hyväkuntoinen. Kivettymät huomataan putkistotöissä, kun venttiilin pitäisi olla kiinni ja putkistoon pääsee kuitenkin nestettä. Esimerkiksi valkolipeän syöttöä ohjaavissa venttiileissä on usein kivettymiä. Tämä vaatii yhtä suuria kunnossapitotoimia kuin venttiilin rikkoontuminen. Venttiili on erotettava prosessista ja venttiili on käytettävä irti puhdistusta varten.



Kuva 3. Neles-palloventtiili. Valmistaja Metso Endress+Hauser.

Vuokeittimen tuotantolinjalla käytetään pääsääntöisesti Metso Endress+Hauserin valmistamia Neles-venttiileitä. Näistä yleisimmin käytetty malli on palloventtiili, joka kuuluu ns. neljänneskiertoventtiileihin, eli venttiili avautuu ja sulkeutuu 90° käyttöalueella. Kuvassa kolme on tyypillinen tuotantolinjan venttiili. Kyseinen venttiili säätelee valkolipeän painetta.

Tuotantolinjan KunVa-projektiin kuuluvasta osasta löytyi yhdeksän venttiiliä, joilla ei ollut digitaalista ohjauskorttia. Ilman tätä ei venttiilin käyttötietoja saada automaatiojärjestelmään ja edelleen tietojenkeruuseen. Tilanteen korjaamiseksi venttiileille täytyy asentaa digitaaliset ohjauskortit. Uusien venttiilien toimituksessa on standardina digitaalinen ohjauskortti.

6.2. Lähettimet

Lähettimet ovat automaation kannalta tärkein osa prosessia. Niiden avulla tuotantolinjalta saadut viestit kulkevat automaatiojärjestelmään. Yleinen lähettimien käyttämä standardi-viestialue on 4-20 mA. Automaatiojärjestelmä muuntaa saadun virtaviestin halutuksi arvoksi. Esimerkiksi 4 mA:n virtaviesti tarkoittaa yleensä säiliön olevan tyhjä ja 20 mA:n viesti sen olevan täysi.

Tuotantolinjan säiliöiden pinnankorkeuden mittaukseen käytetään mm. Rosemountin paine-erolähettä. Paine-erolähteen toiminta perustuu siihen, että säiliössä olevan nestepatsaan korkeuden aiheuttamaa painetta verrataan vertailupaineeseen, joka voi olla esimerkiksi tyhjiö tai ympäröivässä huoneessa oleva normaali ilmanpaine. Pinnankorkeuden mittauksessa on huomioitava väliaineen ominaispaino. Paine-erolähteen tärkeimmät osat ovat mittauselin, jolla paine säiliössä mitataan, ja lähtin. Signaali muutetaan lähettimessä halutulle tasolle, esimerkiksi 4-20 mA mittaviestiksi, joka lähetetään automaatiojärjestelmään. Tiedon perusteella voidaan virtausta säätää kyseisen automaatioposition venttiilin asentoa muuttamalla joko automaattisesti tai manuaalisesti.

6.3. Taajuusmuuttajat

Sähkömoottoreita käytetään kaikentyyppisessä teollisuudessa. Oikosulkumoottori on teollisuudessa luotettava ja suosittu voimanlähde, koska se on huoltovapaa ja helposti saatavilla oleva moottorityyppi. Oikosulkumoottorin kierrosnopeuden säätömahdollisuudet ja toiminta suorassa verkkokäynnistyksessä aiheuttavat kuitenkin ongelman. Moottorin ottama virta sen käynnistyessä on 6-8 x -moottorin nimellisvirta. Varsinkin suurempien moottorien käynnistyminen aiheuttaa häiriöitä syöttävään verkkoon. Tämä ilmenee esimerkiksi valojen himmentymisenä tai sammumisena sekä käytössä olevien ATK-laitteiden käyttöhäiriöinä. Lisäksi suorassa verkkokäynnistyksessä moottorin käynnistysmomentti on 2-2,5 x -moottorin nimellismomentti, mikä aiheuttaa mekaanisia iskuja vaihteistoon ja kuormaan. /2/

Taajuusmuuttaja on laite, jolla voidaan säädellä kahden erillisen sähköverkon suuruutta. Sähköverkkojen jännite ja taajuus voivat olla erisuuruisia. Taajuusmuuttajan avulla moottoreiden ja pumppujen kierrosnopeuksia voidaan muuttaa portaattomasti moottorin raja-arvojen välillä. Taajuusmuuttajaa ohjataan järjestelmän kautta suhteellisen pienellä jännitteellä ja virralla. Isot usean sadan kilowatin moottorit aiheuttaisivat ison mekaanisen rasituksen kytketylle vaihteistolle ja kuormalle, mikäli käytettäisiin suoraa verkkokäynnistystä. Tästä seuraisi vaihteiston ja kuorman kulumista ja ennemmin tai myöhemmin vaurioitumista. Taajuusmuuttaja mahdollistaa moottorin pehmeän käynnistämisen halutulla kiihdytysajalla. Kunnossapidon kannalta taajuusmuuttaja siis lisää vaihteistojen ja kuljettimien sekä moottoreiden käyttöikä.

Taajuusmuuttajan avulla haluttu nesteen virtaus tai moottorin pyörimisnopeus saadaan aikaan pumpun tai moottorin kierroksia muuttamalla. Tämä tapahtuu muuttamalla pumpun

tai moottorin syöttöjännitteen taajuutta. Ennen taajuusmuuttajien yleistymistä virtausta muutettiin kuristimien avulla, jolloin pumppu tai moottori kävi samoilla kierroksilla, oli haluttu virtaus pieni tai suuri. Taajuusmuuttajaa käyttämällä saadaan siis aikaan myös energiasäästöä.

Haluttujen taajuuksien käyttö voidaan estää taajuusmuuttajan avulla. Tämä tulee kysymykseen silloin, kun tietty taajuus aiheuttaa resonointia. Tehdasympäristössä käytettävät suurikokoiset moottorit resonoivat usein tietyillä taajuuksilla, mikä voi rikkoa moottoriin kytketyn tai moottorin välittömässä läheisyydessä sijaitsevan laitteen.

Taajuusmuuttaja on käytännössä koko moottorilähtö, sillä erillisiä lämpöreleitä ja kontaktoreita ei tarvita. Taajuusmuuttajan avulla moottori käynnistetään ja pysäytetään. Myös pyörimissuunnan vaihto onnistuu taajuusmuuttajalla.

Tuotantolinjan taajuusmuuttajat ovat fyysisesti suurikokoisia. Taajuusmuuttaja on asennettu sähkökaappiin, jossa on riviliitinlähdöt ja -tulot sekä taajuusmuuttajan moottorilähtö. Taajuusmuuttajakaappien tuuletuksen hoitavat puhaltimet, jotka vaativat yhtä lailla kunnossapitoa kuin prosessin muutkin laitteet. Kun taajuusmuuttajan käyttöpäivät lähestyvät tiettyä rajaa, voidaan taajuusmuuttajan puhaltimet vaihtaa ennakkohuoltona. Huoltovälien seurantaan varten automaatiojärjestelmään voidaan lisätä muuttuja, joka laskee ajan, joka on kulunut edellisestä huollosta. Kun huoltoraja lähenee, antaa muuttuja järjestelmään hälytyksen. Puhaltimen huoltaja kuittaa hälytyksen puhaltimen vaihdon yhteydessä, jolloin laskuri lähtee alusta.

Vuokeyttimen KunVa-projektiin kuuluvalla osuudella käytetyt taajuusmuuttajat ovat Vaconin valmistamia CXC6-sarjan taajuusmuuttajia. Prosessista löytyy myös yksi vanhempi ABS:n SAMI 160F-mallinen taajuusmuuttaja, joka on kytketty korkeapaineikiikin moottorille. Tuotantolinjalla on käytetty taajuusmuuttajia ainoastaan ABS:n pumppujen ja moottoreiden yhteydessä. Projektin alkutilanteessa taajuusmuuttajilta saatiin ainoastaan virtatieto ja nopeus oli skaalattu taajuusohjeesta. Tavoitteena oli saada järjestelmään myös taajuusmuuttajan yllämpöhälytys -tieto.

Vaconin taajuusmuuttajilta lähtevässä monisäikeisessä kaapelissa on vapaita pareja, joiden kautta lämpötilatieto saadaan vietyä järjestelmään ja sieltä edelleen tietojenkeruuseen tietokantoihin. Tätä varten taajuusmuuttajan ohjelmoitava käy- ja vikatieto täytyy siirtää peruskortin riviliittimistä 21-26 OPT 103 (optiokortti) -kortille liittimiin 223-228. Vika- ja käytieto eivät tällöin ole ohjelmoitavia lähtöjä. Taajuusmuuttajan lämpötilatieto kytketään yhteen vapautuvista peruskortin relelähdoistä. Mikäli halutaan käyttöön muutettava lämpötilan hälytysraja, pitää taajuusmuuttajan käyttöön valita erikoiskäyttösovellus, jolloin myös muut parametrit on kopioitava uudestaan.

6.4. Pumput

Selluteollisuudessa pumpattavat ainemäärät ovat suuria, jopa satoja litroja sekunnissa, joten myös pumput ovat suuritehoisia ja -kokoisia. Vuokeyttimen tuotantolinjalla sijaitsevat

pumput hoitavat lipeän siirron prosessin eri osiin. Kunnossapitoprojektin kannalta oleelliset pumput on piirretty vuokeittimen PI-kaavioon. (Liite 1)

Vuokeittimen tuotantolinjalla käytetään sekä ABS:n että Sulzerin pumppuja. Tuotantolinjan pumput ovat tavanomaisia tehdasympäristössä käytettäviä pumppuja. Pienin pumpuista on teholtaan 110 kW ja suurin 450 kW. Prosessissa käytettävät pumput on suojattu lasikuidusta valmistetuilla suojuksilla (Kuva 4), jotka estävät moottorin likaantumisen. Lika ja mahdolliset moottorin pinnalle päässeet aineet voivat kulkeutua moottorin tuuletimiin, jonka seurauksena moottori voi ylikuumeta. Kuvassa neljä näkyy pumppu P-4104 sekä pumpun päälle asennettu lasikuituinen suojus. Pumppu P-4104 on osa imeytystornin syöttökiertoa. Suurien pumppujen käytössä suositellaan käytettäväksi taajuusmuuttajaa. Vuokeittimen tuotantolinjalla onkin käytetty pumppujen P-4102 ja P-4113 ohjaukseen Vaconin taajuusmuuttajia. Pienempien pumppujen P-4104, P-4105 ja P-4110 käynnistys on toteutettu pehmokäynnistimillä.

Pehmokäynnistyksessä moottorille syötetään vain sen suuruinen virta, että vaihteiston rattaat, hihnat tai ketjut kiristyvät ja moottori lähtee pyörimään. Toisin sanoen käynnistysmomentti on juuri sen suuruinen, ettei käynnistyksessä tapahdu nytkähdyksiä. Käynnistysmomentti on säädeltävissä halutulle tasolle käynnistysvirran suuruutta muuttamalla. Pehmokäynnistyksellä voidaan myös hoitaa pehmopysäytys. Tällä estetään suorassa pysäytyksessä putkistoon kohdistuvat paineiskut. Myös vaihteistoon ja kuljettimiin kohdistuvat iskut saadaan poistettua pehmokäynnistyksessä ja -pysäytyksessä.



Kuva 4. Pumpun suojaus tuotantolinjalla.

6.4.1. P-4102 Syöttökaulan pinta

Pumpulla P-4102 hoidetaan syöttökaulan pinnankorkeus. Se on ABS:n valmistama AK 300/200 -sarjan pumppu. Pumpun ohjaus on toteutettu Vacon 400CX6 -mallisella taajuusmuuttajalla. Syöttökaulan pinnankorkeuden perusteella pumppu saa automaatiojärjestelmästä nopeusohjeen. Pumppu on suurin projektin piiriin kuuluvista tuotantolinjan pumppuista. Se on tehokkuudeltaan 450 kW:n kolmivaihepumppu. Pumpun toimintaperiaate perustuu kolmivaihemoottoriin, johon on kytketty pumpun mekaniikka, mikä mahdollistaa massan pumppauksen. Liitteessä 2 on esitetty pumpun johdotuskaavio.

6.4.2. P-4104 Imeytystornin syöttökiertopumppu

Pumppu P-4104 on osa imeytystornin syöttökiertoa. Se on Sulzerin valmistama ERU-30-3 -mallin pumppu. Pumpulla P-4104 ei ole käytössä taajuusmuuttajaa, vaan sen käynnistys on hoidettu Sähkölähteenmäki Oy:n SLM-pehmokäynnistimellä. Pehmokäynnistin mahdollistaa pumpun pehmeän käynnistämisen ja pysäytyksen. Pumppu on tehokkuudeltaan 200 kW. Pumpun johdotuskaavio on esitetty liitteessä 3.

6.4.3. P-4105 Keittimen siirtokiertopumppu

Pumppu P-4105 toimii keittimen siirtokiertopumppuna. Tehoa pumpusta löytyy 250 kW. Pumppu on Sulzerin valmistama EPP 53-300 -mallin pumppu. Kuten muidenkin Sulzerin pumppujen kohdalla, myös tämän pumpun käynnistys ja pysäytys on hoidettu Sähkölähteenmäki Oy:n SLM-pehmokäynnistimen avulla. Pumpun johdotuskaavio on esitetty liitteessä 4.

6.4.4. P-4110 Mustalipeäpumppu haihduttamolle

Pumpun P-4110 avulla pumpataan keittimeltä tuleva mustalipeä haihduttamolle. Pumppu on Sulzerin valmistama APP44-200 -sarjan pumppu ja sen pehmeään käynnistykseen on käytetty Sähkölähteenmäki Oy:n SLM-pehmokäynnistintä. Tehokkuudeltaan pumppu on 110 kW. Pumpun johdotuskavio on esitetty liitteessä 5.

6.4.5. P-4113 Valkolipeäpumppu

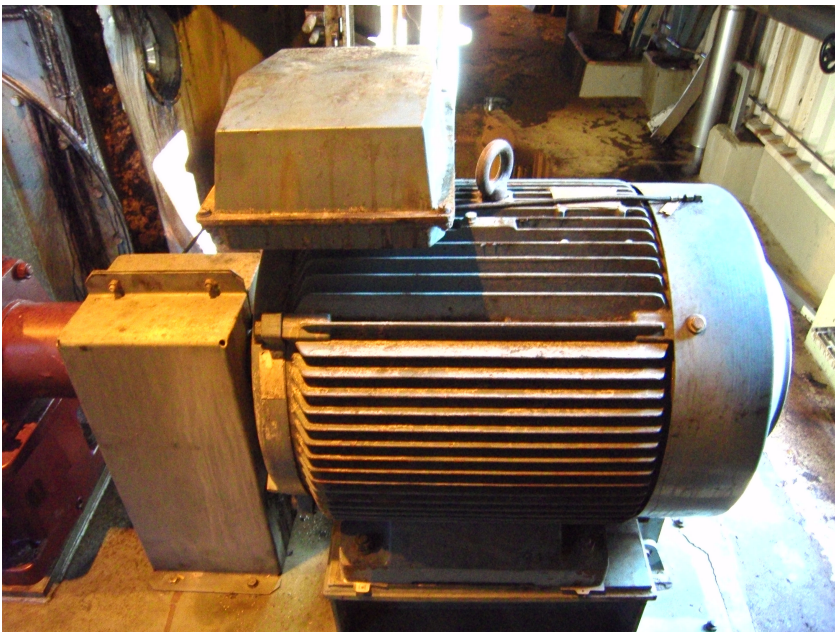
Pumpulla P-4113 hoidetaan valkolipeän pumppaus korkeapaineikiikille. Pumppu on tehokkuudeltaan 160 kW. Se on ABS:n valmistama NK 125/100-40 -sarjan pumppu. Pumpun ohjaus on toteutettu Vaconin 132CX6 -mallin taajuusmuuttajalla. Pumpun kytkentäkaavio on esitetty liitteessä 6.

6.5. Moottorit

Oikosulkumoottorissa syntyy roottorin magnetointivirta induktioperiaatteella. Moottori tunnetaan myös induktiomoottorina. Vaikka oikosulkumoottori on yli sata vuotta vanha, on sen toimintaperiaate edelleen sama. Koneen ilmaväliin saadaan aikaan magneettivuo, jonka synnyttää vaihtosähköllä syötetty staattorikäänitys.

Yksinkertaisen rakenteen vuoksi oikosulkumoottorit ovat helppokäyttöisiä ja ne vaativat hyvin vähän huoltoa. Tämän lisäksi oikosulkumoottori on taloudellisesti erittäin kilpailukykyinen. Haittoina oikosulkumoottoreista voidaan mainita suuri käynnistysvirta ja pieni käynnistysmomentti. Käytettäessä taajuusmuuttajaa tai pehmokäynnistintä käynnistysvirta pienenee ja käynnistysmomentti suurenee.

Projektiin kuuluvassa osassa prosessia on ainoastaan kaksi moottoria. Moottorit pyörittävät vaihteistoa, jonka avulla pyöritetään korkeapaineikiikkä ja esihöyrystysiilon purkainta. Nämä ovat kuvattu PI -kaaviossa (Liite 1) tunnuksilla SK-4055 ja KU-4040. PI-kaaviossa SK-4055 on korkeapaineikiikki, jota pyörittää moottori. Moottorin ohjauksessa on käytetty Vaconin taajuusmuuttajaa. Toinen moottori (Kuva 5) on kytketty ruuvikuljettimeen ja edelleen esihöyrystysiilon purkaimen KU-4040. Purkain nimensä mukaan hoitaa hakkeen purun esihöyrystysiilosta pasutusastialle. Esihöyrystysiilon purkaimen moottorin ohjauksessa on puolestaan käytetty ABS:n SAMI 160F -mallista taajuusmuuttajaa.



Kuva 5. Esihöyrystysiilon purkaimen moottori.

Kunnossapidon näkökulmasta moottoreihin liittyy muutamia huoltotoimia. Nämä kohdistuvat lähinnä moottorin mekaanisiin osiin. Moottoriin kytketty vaihteisto ja

kuljettimet ovat kulumia osia, ja ne vaativat huoltoa. Kuluneessa vaihteistossa voi ilmetä välystä, eli hammasrattaiden kulumisen vuoksi vaihteisto voi toimia epävakaasti.

Myös moottorin laakeroinnit ovat kulumia. Laakerien kulumisen seurantaan käytetään yleensä värinämittausta. Kulunut laakeri alkaa värähdellä normaalista poiketen jo hyvin varhaisessa vaiheessa, ennen laakerin turvallisen käyttöön päättymistä. Tämä voidaan havaita tarkalla mittauslaitteistolla. Kun tiedetään laakerin keskimääräinen elinkaaren pituus ja siihen liittyvä värähtely, voidaan huolto suunnitella ennakoivasti.

7. AUTOMAATIOPIIRIT

Vuokeittimen prosessi muodostuu useista automaatiopiireistä. Tässä kappaleessa käydään läpi KunVa-kunnonvalvontaprojektin kannalta oleelliset piirit, niiden toiminta pääpiirteittäin ja piiriin kuuluva laitteisto. Yksi automaatiopiiri voi muodostua useamman laitteen kokonaisuudesta. Automaatiopositiot löytyvät tuotantolinjan PI-kaaviosta, joka on esitetty liitteessä 1.

7.1. Esihöyrystysiilon purkain

Esihöyrystysiilon purkaimella esihöyrystetty hake puretaan höyrystysiilosta pasutusastialle. KunVa-projektin kannalta oleelliset piirit ovat KU-4040-esihöyrystysiilon purkain, sekä SIC-2208-purkausruuvi. Purkausruuvin avulla säädellään prosessiin syötettävän hakkeen määrää.

7.1.1. KU-4040 Esihöyrystysiilon purkain

Esihöyrystysiilon purkaimen automaatiopiiri käsittää purkainta pyörittävän moottorin taajuusmuuttajan säätöpiirin. Säätöpiirin avulla moottorin kierrosluku säädetään halutulle tasolle. Moottorin kierroslukua säätämällä saadaan purkaimelta tuleva hakkeen virtaus halutulle tasolle. FieldCare-järjestelmään kerätään moottorilta virtatieto.

7.1.2. SIC-2208 Purkausruuvi

Automaatiojärjestelmään saadaan mittaustietoina purkausruuvin nopeustieto, käyntitieto ja säädönvalinta. Automaatiopiirin SIC-2208 avulla valvotaan purkausruuvin nopeutta liitteen 7 mukaisella automaatio-ohjelmalla. FieldCare-järjestelmään kerätään mittaustietona purkausruuvin nopeus.

7.2. Pasutusastia

Pasutuksessa hakkeen huokosista poistetaan ilmaa höyryn avulla. Tämä edistää kemikaalien imeytymistä hakkeeseen. Tärkeimmät automaatiopiirit liittyvätkin höyryn syöttämiseen pasutusastialle. Pasutusastialta hake siirretään korkeapainekiikille.

7.2.1. HI-2003 MP-höyry pasutusastiaan

Automaatiopositio HI-2003 muodostuu venttiilistä HV-2003 ja sitä ohjaavasta automaatiopiiristä. Venttiilillä säädellään matalapainehöyryn virtausta pasutusastiaan. Venttiili on Metso Endress+Hauserin valmistama Neles-venttiili, jota ohjataan digitaalisen asennoittimen avulla. Venttiili lisättiin FieldCare-järjestelmään tietojen keräämiseen.

7.2.2. PRCA-2004.1 Pasutusastia, höyry

Automaatiopositio PRCA-2004.1:n tehtävänä on pasutusastian höyryn virtauksen säätö. Automaatiopiiri muodostuu lähettimestä PT-2004.1 ja venttiilistä HV-2004.1, jolla höyryn virtausta säädellään, sekä sitä ohjaavasta automaatiopiiristä. Mittausalue on 0–200 Kpa. Höyryn virtaus mitataan ja sitä säädellään venttiilillä. Venttiilinä käytetään Metso Endress+Hauser Neles -venttiiliä. Venttiilillä ei ollut digitaalista ohjauskorttia. Projektin aikana venttiilille asennettiin ohjauskortti, jotta se saatiin liitettyä tietojenkeruuseen.

7.2.3. PRCA-2004.2 Pasutusastia, kaasaus

PRCA-2004.2-automaatioposition avulla mitataan pasutusastian kaasausta. Se toimii yhteytenä positioiden PRCA-2004.1 ja FIC-2147 välillä. Positiolla säädetään kaasauksen ja matalapainehöyryn suhde halutulle tasolle.

7.2.4. FIC-2147 Pasutusastia kaasaus, virtaus

Automaatiopositio FIC-2147 muodostuu mittausanturista FE-2147, venttiilistä FV-2147 ja lähettimestä FT-2147. Kaasauksen suuruus mitataan anturilla FE-2147 ja se lähetetään automaatiojärjestelmään lähettimellä FT-2147. Automaatiojärjestelmästä säädetään venttiiliä FV-2147 haluttua virtausta vastaavaan asentoon. Myös venttiililtä FV-2147 puuttui digitaalinen ohjauskortti, joten ohjauskortti asennettiin, minkä jälkeen venttiilin ajotiedot saadaan kerättyä FieldCare-järjestelmään.

7.2.5. LIC-2021 Syöttökaulan pinta

Automaatiopositio LIC-2021 muodostuu paine-erolähettimestä ja sen automaatiopiiristä. Paine-erolähettimenä on Rosemount-lähetin. Paine-erolähettimen avulla saadaan mitattua syöttökaulan pinnankorkeus ja lähetettyä se automaatiojärjestelmään. LIC-2021-automaatiopositiolta saadun tiedon mukaan säädellään pumppua P4102.

7.3. Valkolipeä

Valkolipeä on sellun keittoprosessin tärkein kemikaali. Sen avulla hakkeen kuituja sitovaa ainetta ligniiniä pyritään poistamaan keitossa, jotta hake kuituuntuu tehokkaasti. Tämän vuoksi valkolipeän juuri oikean määrän syöttö keittoon ja imeytykseen on tärkeää. Niinpä myös siihen liittyvien automaatiopositioiden on oltava tarkasti säädettyjä.

7.3.1. FRC-2194 Valkolipeä siirtokiertoon, virtaus

Automaatiopositio FRC-2194 muodostuu mittausanturista FE-2194, lähettimestä FT-2194 ja venttiilistä FV-2194. Valkolipeän virtaus mitataan ja tieto lähetetään automaatiojärjestelmään, josta venttiilin asentoa säätämällä saadaan aikaan haluttu virtauksen suuruus väliltä 0–10 l/s. Tältäkin venttiililtä puuttui digitaalinen ohjaukortti. Ohjaukortin asennuksen jälkeen venttiilin ajotiedot saadaan kerättyä FieldCare-järjestelmään.

7.3.2. FIC-2355 Valkolipeä pesukiertoon, virtaus

FIC-2355-automaatioposition tehtävänä on säädellä valkolipeän pesukierron virtauksen suuruus. Automaatiopiiri muodostuu mittausanturista FE-2355, lähettimestä FT-2355 ja venttiilistä FV-2355. Mittaus tapahtuu anturilla, ja lähetin lähettää tiedon automaatiojärjestelmään, joka säätelee venttiilin asentoa halutulle tasolle. Mittaus- ja virtausalue on 0–10 l/s. Venttiili FV-2355 vaati myös digitaalisen ohjaukortin, jotta ajotietoja voidaan kerätä tietojenkeruujärjestelmään.

7.3.3. FIC-2495 Valkolipeä imeytystorniin

Automaatioposition FIC-2495 tehtävänä on valkolipeän imeytystorniin menevän virtauksen suuruuden säätely. Se muodostuu mittausanturista FE-2495, lähettimestä FT-2495 ja venttiilistä FV-2495. Venttiilin ja siihen liittyvän anturin ja lähettimen kytkentäkaavio on esitetty liitteessä 8. Kytkenä on tuotantolinjalla tyypillinen venttiilin ohjaukytkentä. FieldCare-järjestelmään saadaan virtauksen suuruus ja edellisen tunnin keskiarvo. Virtauksen mittausalue on 0–100 l/s. Venttiililtä FV-2495 löytyi valmiina digitaalinen ohjaukortti, joten sen ajotiedot saadaan kerättyä FieldCare-järjestelmään ilman lisäasennuksia.

7.3.4. FIC-2230 Valkolipeä keittokiertoon

FIC-2230 automaatioposition tehtävänä on säädellä valkolipeän määrää keittokiertoon. Se muodostuu mittausanturista FE-2230, lähettimestä FT-2230 ja venttiilistä FV-2230. Virtauksen suuruus on 0–30 l/s. Anturilla mitataan valkolipeän virtauksen suuruus. Tieto lähetetään automaatiojärjestelmään, jolla venttiilin asentoa säädellään. Myös venttiililtä FV-2230 puuttui digitaalinen ohjauskortti, jonka asennuksen jälkeen venttiilin ajotietoja voidaan kerätä FieldCare-järjestelmään.

7.3.5. FIC-2492 Valkolipeä paine

Automaatiopositiolla FIC-2492 säädellään valkolipeän painetta. Se muodostuu venttiilistä PV-2492 ja sitä ohjaavasta automaatiopiiristä. Automaatiojärjestelmä saa painetiedon lähettimeltä PT-2493, jonka perusteella venttiilin asentoa muuttamalla saadaan aikaiseksi haluttu valkolipeän paine. Automaatiopiiriltä kerätään FieldCare-järjestelmään paineen suuruus ja venttiililtä kyseistä ajanhetkeä vastaava venttiilin asento. Venttiili PV-2492 vaati digitaalisen ohjauskortin, jota ilman ei sen tietoja saada kerättyä FieldCare-järjestelmän.

7.3.6. PI-2493 Valkolipeä painevaro

Automaatiopositiio PI-2493 toimii valkolipeän painevarona. Se koostuu painelähettimestä. Panielähtimeltä saadaan painetieto automaatiojärjestelmään. Painetta säädetään automaatioposition FIC-2492 kautta.

7.4. Keitin

Keittimessä tapahtuu varsinainen sellun keitto. Ligniinin liukeneminen on voimakkaasti suhteessa keittolämpötilaan. Jo pienikin muutos keittolämpötilassa voi tehdä massan laatuun suuren eron. Tämä asettaa automaatiopiirit tärkeään asemaan. Keittimen höyryn lämpötilan ja sen virtauksen täytyy olla juuri oikea.

7.4.1. TRC-2062 Keittimen höyrytila, lämpötila

Automaatioposition TRC-2062 avulla mitataan höyryn lämpötila. Automaatiopiiri muodostuu lämpötilanmittausanturista TE-2062 ja lähettimestä TT-2062. Saadun lämpötilan perusteella säädellään korkeapainehöyryn määrää position FRC-2061 kautta. Mittausalue on 130–180 °C.

7.4.2. FRC-2061 KP-höyry 1.0 MPa keittimeen, virtaus

FRC-2061 automaatioposition avulla säädellään korkeapainehöyryn keittimeen menevän virtauksen suuruutta. Se muodostuu lähettimestä FT-2061 ja venttiilistä FV-2061. Virtaus säädetään halutulle tasolle automaatiopositiolta TRC-2062 saadun lämpötilatiedon mukaan. Venttiililtä FV-2061 on asennettuna digitaalinen ohjauskortti, joten sen ajotiedot saatiin tietojenkeruuseen ilman lisäasennuksia.

7.4.3. LRC-2080 Keitin lipeäpinta, mittaus 1

Automaatioposition LRC-2080 avulla mitataan keittimessä olevan lipeän pinnankorkeus. Pinnankorkeuden mittaus tapahtuu kahdella eri anturilla suoritettavan mittauksen avulla. Lähetin sijaitsee keittimen ulkopuolella ja on varustettu lämmitetyllä kotelolla, joka estää laitteiston jäätyamisen talvella.

7.4.4. LI-2250 Keitin lipeäpinta, mittaus 2

Automaatioposition LI-2250 avulla suoritetaan toinen lipeän pinnankorkeuden mittaus keittimessä. Kuten LRC-2080-position, myös tämän position laitteisto on sijoitettu lämmitettyyn koteloon keittimen ulkopuolelle. Lämmityksen ansiosta vältetään laitteiston jäätymiseltä talvella.

7.5. Paisuntasäiliö

Paisunnassa jatkuvatoimisen keittimen kuuma (130–170°C) mustalipeä lasketaan keittimen paineesta matalampaan paineeseen. Tällä saadaan aikaan lipeän kiehumisen. Paisunnasta lipeä kuljetetaan haihduttamolle ja sieltä edelleen kemikaalien käsittelyyn.

7.5.1. FRC-2115.1 Paisuntalipeä säiliöön 1, virtaus

Automaatioposition FRC-2115.1 avulla säädellään venttiilin FV-2115.1 asentoa muuttamalla paisuntalipeän virtausta paisuntasäiliöön 1. Positiolta saadaan automaatiojärjestelmään virtauksen suuruus mittaustietona. Automaatiojärjestelmästä nähdään myös viimeisen tunnin keskiarvo.

7.5.2. LIC-2050 Paisuntasäiliö 1 pinta

Position LIC-2050 avulla mitataan paisuntasäiliön 1 pinnankorkeutta. Pinnankorkeustiedon avulla säädellään paisuntalipeän virtausta paisuntasäiliöstä 1 säiliöön 3 venttiilin LV-2050 asentoa muuttamalla.

7.6. Korkeapaineikiikki

Korkeapaineikiikin avulla hake-lipeäseos syötetään normaalia ilmanpainetta huomattavasti korkeampaan paineeseen keittimeen. Korkeapaineikiikissä on kaksi pääkiertoa: matalapaineinen kaulakierto, jossa hakkeesta erotellaan kiertoon kuulumattomia esineitä, sekä korkeapaineinen siirtokierto.

7.6.1. SK-4055 Korkeapaineikiikki ja SIC-2022 Kiikin kierrosluku

Korkeapaineikiikin moottorin kierrosnopeutta ohjataan Vaconin 90CX6-mallisella taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttaja puolestaan saa ohjearvon automaatiojärjestelmästä. Liitteessä 9 on esitetty korkeapaineikiikin moottorin kytkentäkaavio. Taajuusmuuttajaa ohjataan automaatioposition SK-4055 avulla. Kiikki kuluu, ja sitä kiristetään kymmeniä kertoja vuodessa. Kuluminen näkyy momentin pienentymisestä. Tämän vuoksi taajuusmuuttajan virtaa ja momenttia seurataan. Automaatioposition SIC-2022 avulla korkeapaineikiikin kierrosluku luetaan ja tieto lähetetään automaatiojärjestelmään.

7.7. Mustalipeä

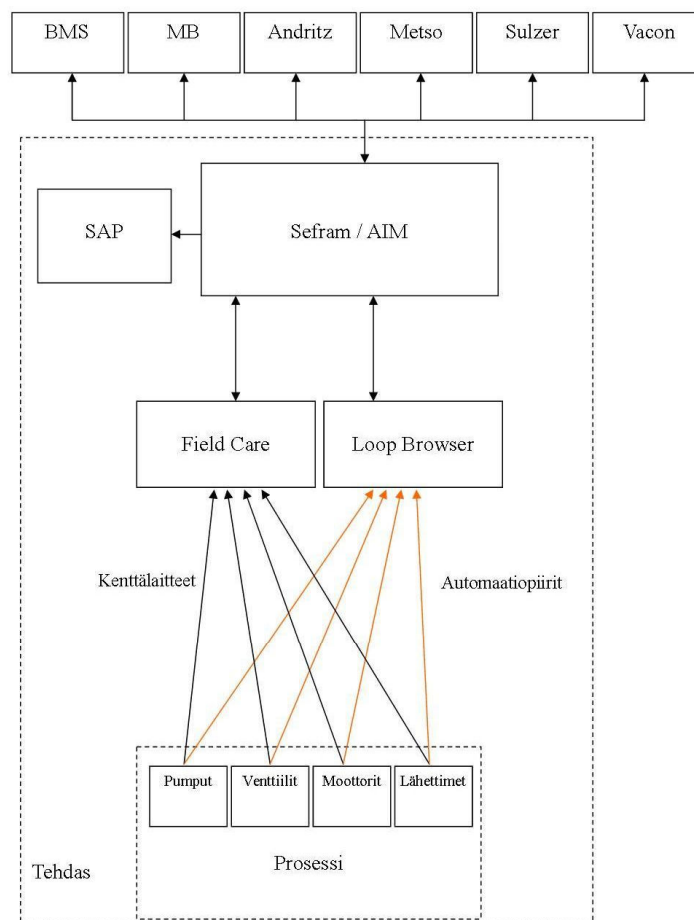
Mustalipeä on valkolipeää, johon on keiton aikana liuennut erilaisia kemikaaleja. Kemikaalit värjäävät valkolipeän tummaksi, minkä vuoksi puhutaan mustalipeästä. Mustalipeä pumpataan ensin paisuntasäiliöihin, josta se pumpataan edelleen haihduttamolle.

7.7.1. FIC-2026 Mustalipeä imeytystorniin, virtaus

Automaatioposition FIC-2026 avulla säädellään venttiilin FV-2026 asentoa muuttamalla mustalipeän määrää imeytystorniin. Automaatiopiiri muodostuu mittausanturista FE-2026, lähetimestä FT-2026 ja venttiilistä FV-2026. Mustalipeän virtaus mitataan ja tieto lähetetään automaatiojärjestelmään, josta voidaan muuttaa venttiilin asentoa. Venttiililtä FV-2026 puuttuu digitaalinen ohjauskortti, mikä vaaditaan, jotta venttiilin ajotietoja voidaan kerätä FieldCare-järjestelmään.

8. TIEDONSIIRTO

Tietojärjestelmät ovat keskeinen osa teollisuuden kunnossapidon tietojen hallintaa. Toimiminen ilman soveltuvaa ohjelmistoa, reaaliaikaista yhteyttä tietokantoihin ja tietojen siirtoa verkkojen yli hidastaa ja vaikeuttaa huomattavasti päivittäistä kunnossapitotoimintaa, dokumentointia ja suunnittelua, materiaali- ja resurssien hallintaa sekä raportointia. Tiedonsiirto onkin tärkeässä roolissa kehitettävässä vuokeittimen kunnossapitoa. Tiedonsiirto tapahtuu kentälaitteelta automaatiojärjestelmään kaksisuuntaisesti, eli kentältä saadaan tietoja prosessista ja automaatiojärjestelmästä voidaan lähettää ohjaustietoja prosessilaitteille. /3/



Kuva 6. KunVa-projektin tiedonsiirtohierarkiamalli

Kuvassa 6 on esitetty tuotantolinjan kunnossapitoon liittyvän tietojenkeruun tiedonsiirtohierarkia. Kentälaitteiden ajo- ja vikatietoja kerätään FieldCare-järjestelmään ja automaatiopiirien tietoja vastaavasti LoopBrowser-järjestelmään. Järjestelmien tietoja luetaan käyttöliittymästä. Käyttöliittymää voidaan käyttää suojatulla internet-yhteydellä, eli hankkeen eri osapuolet voivat seurata prosessin tietoja internet-yhteyden välityksellä. Aikaisemmin prosessitietoja pystyi tarkastelemaan vain tehtaan valvomoista ja ainoa mahdollisuus seurata vikahistoriaa oli tehtaan ohjausjärjestelmä SAP, johon laiterikon

sattuessa kirjattiin vika ja korjattu laite. Tämä jäi asentajilta usein tekemättä ja näin ollen vikatietoja löytyy suppeasti. Uuden järjestelmän yhtenä tavoitteena oli SAP:n integroiminen järjestelmään siten, että tiedot kirjautuisi automaattisesti käyttöliittymän kautta SAP:iin, mutta tämä jätettiin ajan puutteen vuoksi pois käyttöliittymän ominaisuuksista.

FieldCaren kerättyjen tietojen pohjalta voidaan suunnitella ennakoivaa kunnossapitoa, sekä kartoittaa kenttälaitteiden elinkaarta. LoopBrowser-järjestelmästä puolestaan voidaan seurata säätö- ja automaatiopiirien toimintaa.

8.1. Tiedonsiirtomoduli

Lähes kaikkien prosessilaitteiden tiedonsiirto on toteutettu kattavasti ja kaikki oleelliset tiedot on saatavilla automaatiojärjestelmästä. Ainoat tiedot, jotka puuttuivat, olivat taajuusmuuttajien lämpötilatieto sekä yhdeksän venttiilin ajotiedot.

Taajuusmuuttajalta masterille lähtevässä monisäikeisessä kaapelissa on vapaita pareja, joiden kautta lämpötilan hälytysrajatieto pystytään lähettämään järjestelmään. Venttiileille on asennettava digitaaliset ohjauskortit. Uudemmissa venttiileissä digitaalinen ohjauskortti on vakiona.

8.2. Järjestelmien välillä

Tiedonsiirto eri järjestelmien välillä tapahtuu kuvassa kuusi esitetyn tiedonsiirtohierarkian mukaisesti. FieldCare- ja LoopBrowser-järjestelmät keräävät ajotietoja automaatiopiireistä ja kenttälaitteista. Tiedot tallennetaan tietokantoihin, joista ne kirjataan käyttöliittymään eräänlaisina notifikaatioina.

Ajo- ja vikatietojen joustavaan selaamiseen hankittiin mittatilaustyönä projektia varten tehty käyttöliittymä. Käyttöliittymän toteutuksesta ja kehityksestä vastaa Kemi-Tornion AMK:n yhteydessä toimiva Tutkimus- ja kehityskeskus, joka on Kemi-Tornion alueen yrityksille suunnattu kehittämispalvelu. Kunkin hankkeen eri osapuolen erikoistumisaluetta koskevat notifikaatiot ohjataan oikealle palveluntoimittajalle. SAP-raportit toimitetaan järjestelmään Excel-taulukoina, jollaisina ne saadaan suoraan SAP:sta. Käyttöliittymän toiminta on esitetty tarkemmin kappaleessa 10.

8.3. Hankkeen eri osapuolille

Tiedonsiirtoon eri hankkeen osapuolille käytetään VTT:n Sefram-järjestelmää. Koska Metsolla ja Andritzilla oli jo käytössään AIM XMLpss -palvelimet, katsottiin hyödylliseksi käyttää samalla tekniikalla toimivaa Sefram-palvelinta myös projektin tiedonjakoon.

Järjestelmä rakentui seuraavan arkkitehtuurin ympärille: Master palvelin on VTT:llä, johon lisättiin käyttöoikeudet Botnian ja BMS:n edustajille. Metsolla ja Andritzilla olevat XMLpss-palvelimet liitetään VTT:n palvelimeen slaveiksi ja niihin luotiin käyttöoikeudet Vaconin ja Sulzerin edustajille. Tieto synkronoituu kaikkien palvelimien välillä reaaliajassa, eli kun esimerkiksi Metson palvelimelle lisätään tietoa, näkyy se VTT:n ja Andritzin palvelimilla. VTT:n palvelimelle lisättiin kaikki projektiin liittyvä sähköinen materiaali suunnitellun tehdashierarkian pohjalta.

8.4. SAP

Erilaisten tietojärjestelmien rooli on kasvanut nykyaikaisen yrityksen hallinnassa ja toiminnanohjauksessa. Suuri tai keskikokoinen yritys ei yksinkertaisesti pysty enää toimimaan ilman toiminnanohjauksen tietojärjestelmää. Toiminnanohjausjärjestelmien avulla ylläpidetään yrityksen perustietoja sekä eri tapahtumiin liittyviä tapahtumatietoja. Kattavalla toiminnanohjausjärjestelmällä on myös heikkoutensa. Kaiken kattava järjestelmä on usein monimutkainen ja sen käyttö on hankalaa.

SAP on Botnialla ja BMS:llä käytössä oleva toiminnanohjausjärjestelmä. Sen kautta kulkevat niin vikaraportit kuin myös laitteiden asennustiedotkin. Järjestelmästä löytyvät KAMYR 2 -vuokeittimen kaikki laitteet ja automaatiopiirit sekä niille tehdyt huolto- ja korjaus toimenpiteet. SAP on toiminnanohjausjärjestelmä, jonka toimituksesta vastaa SAP AG. Yritys on saksalainen, ja se tarjoaa eri teollisuuden aloille räätälöityjä toiminnanohjausjärjestelmiä. Botnialla ja BMS:llä SAP on ollut käytössä vuosia, ja sen käytöstä on saatu hyviä tuloksia.

SAP:n vikaraportit haluttiin liittää mukaan uuteen järjestelmään. Ajan puutteen vuoksi tätä ei kuitenkaan lähdetty toteuttamaan. Vikaraporttien vienti onnistuu toistaiseksi manuaalisesti. SAP:sta löytyy ominaisuus, jolla vikaraportteja saadaan tuotua muihin sovelluksiin Excel-taulukoina. Puute ei ole oleellinen, mutta se helpottaisi järjestelmän käyttöä. Yhteys SAP:n ja käyttöliittymän välillä voisi olla yksi mahdollisen jatkohankkeen tavoite. Uuden järjestelmän tavoitteena ei ole syrjäyttää SAP:ia vaan se toimii SAP:n rinnalla.

9. TIETOJENKERUU

Uutena järjestelmänä prosessin ajotietojen keräämiseen käytetään Metso Automationin toimittamia LoopBrowser- ja FieldCare-järjestelmiä. Molemmat järjestelmät keräävät tietoja prosessista ympäri vuorokauden. Tiedot tallentuvat tietokantoihin, joista niitä voidaan selata myöhemmin.

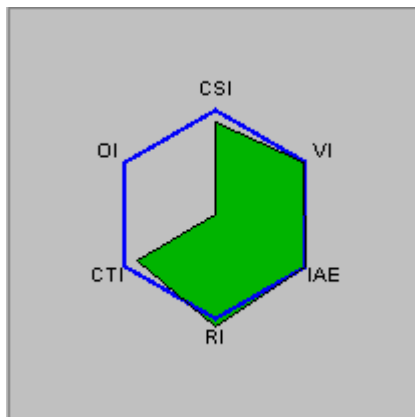
9.1. LoopBrowser

Metso Automationin LoopBrowser-järjestelmän avulla säätöpiirien ajo- ja vikatietoja saadaan kerättyä tietokantoihin, jolloin tuotantolinjan kenttälaitteiden elinkaaren tutkiminen onnistuu hyvin. Tämä tieto on kunnossapidon kannalta oleellinen, sillä sen perusteella voidaan suunnitella tulevia kunnossapitotoimia. LoopBrowser-järjestelmästä saadaan haettua raportteja tietyltä ajalta, jolloin nähdään selvästi poikkeavat tilanteet sekä voidaan selvittää, mistä kyseinen poikkeus johtuu.

Projektin tavoitteena oli hankkia käyttöliittymä, jonka avulla prosessin tietoja voidaan selata etänä internetin välityksellä. Tämä ominaisuus löytyy LoopBrowserista, mutta pelkästään LoopBrowserin käyttö ei täytä projektille asetettuja kriteereitä. Lisäksi LoopBrowser vaatii jonkinlaisen perehtymisen ohjelman toimintaan, jotta sitä voi käyttää tehokkaasti.

Jokainen LoopBrowseriin kerättävä automaatiopiiri täytyy kalibroida, eli säätöpiirille asetetaan tietyt rajat, joiden sisällä piiri toimii normaalisti. Kun säätöpiiri alkaa toimia rajojen ulkopuolella, huomataan helposti, että säätöpiirin laitteella on vikaa tai säätöpiirin säädöt ovat väärin. Näitä rajoja kutsutaan säätötimantiksi. Kuvassa seitsemän (sivu 26) on tavanomainen säätötimantti. Timantin sisällä oleva vihreä alue kuvaa säätöpiirin tilaa. Kun alue menee timantin ulkopuolelle, ei säätöpiiri toimi halutulla tavalla. Kalibrointia varten tietokannasta haetaan mahdollisimman pitkä tasainen ajanjakso, jolloin prosessissa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia.

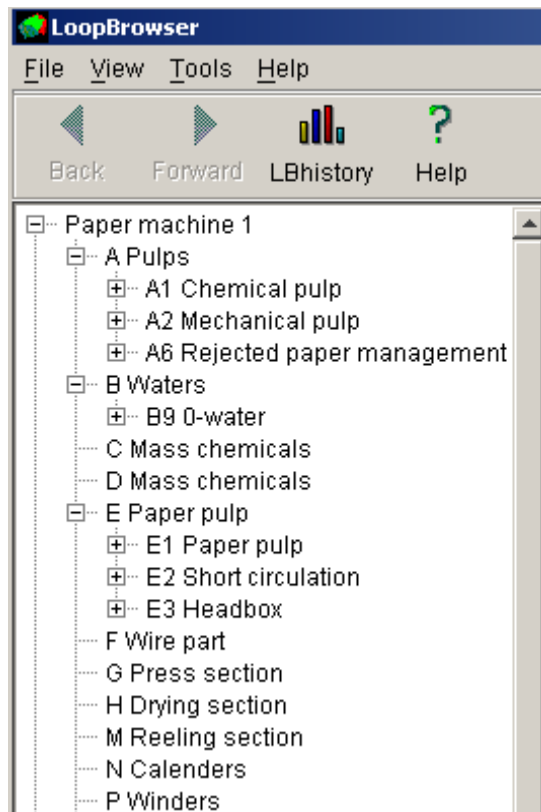
Kalibroinnissa täytyy ottaa huomioon myös automaatiopiirin ohjaustapa. Jos esimerkiksi venttiilikäyttö on ollut manuaalinen, ei tiedon perusteella tapahtuva kalibrointi ole luotettavaa. Täysin manuaaliajossa olevien piirien kalibrointi ei siis ole tarpeellista eikä kannattavaa.



Kuva 7. Säätötimantti /11/

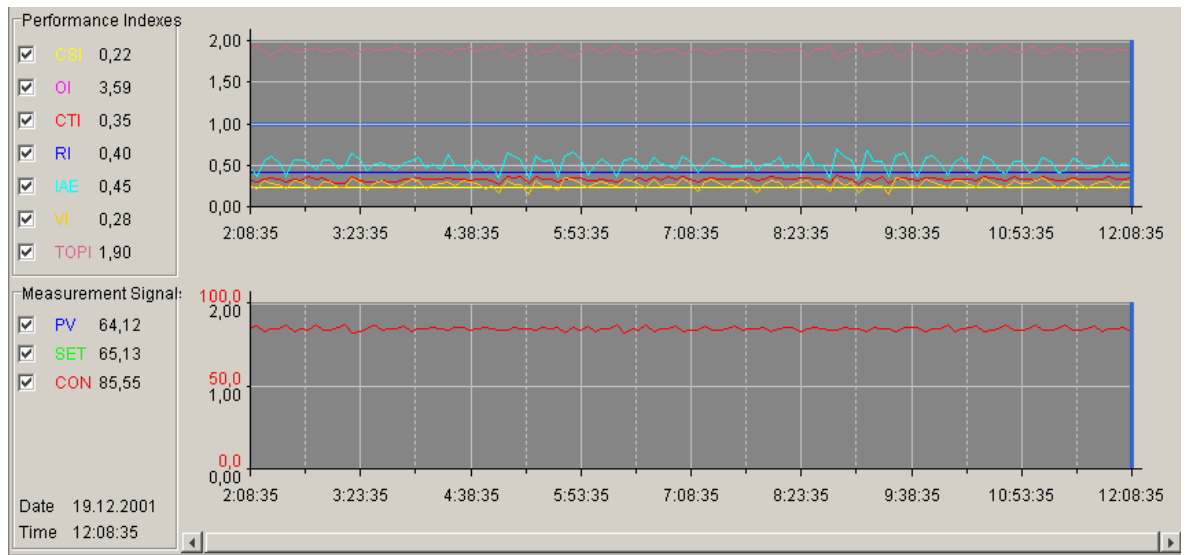
LoopBrowserin avulla voidaan luoda erilaisia näkymiä prosessista. Sillä voidaan seurata yksittäisen piirin toimintaa, osaprosessin toimintaa, joka muodostuu useista piireistä, tai koko prosessia, jolloin käytössä on erilaisia mittareita kuvaamaan prosessin toimintaa ja automaation tasoa. Lisäksi käytössä on oma ikkunansa raporteille ja hälytyksille.

Kun LoopBrowser avataan, avautuu pääikkuna, jossa nähdään koko prosessi tikapuumallina. Tästä saadaan avattua eri osat prosessia, aina yksittäisiin automaatiopositioihin asti. Kuvassa kahdeksan näkyy kuva LoopBrowserin käyttöoppaan esimerkkiprosessista. Prosessin osan nimen edessä olevasta +-merkistä avautuvat kyseisen prosessin osaprosessit.



Kuva 8. LoopBrowserin esimerkkiprosessi /11/

LoopBrowserin tietokannasta saadaan haettua halutun automaatiopiirin kuvaaja (Kuva 9). Kuvaajasta nähdään automaatiopiirin toiminta halutulla aikajaksolla. Lisäksi voidaan valita, mitä tekijöitä kuvaajassa näkyy. Siitä nähdään selvästi poikkeavat tilanteet. Mitä vähemmän automaatiopiirin toiminnassa on värähtelyä, sitä paremmin se toimii. Kun poikkeavuutta alkaa ilmetä, voidaan selvittää, johtuuko poikkeavuus säädöistä vai onko kenttälaite viallinen.



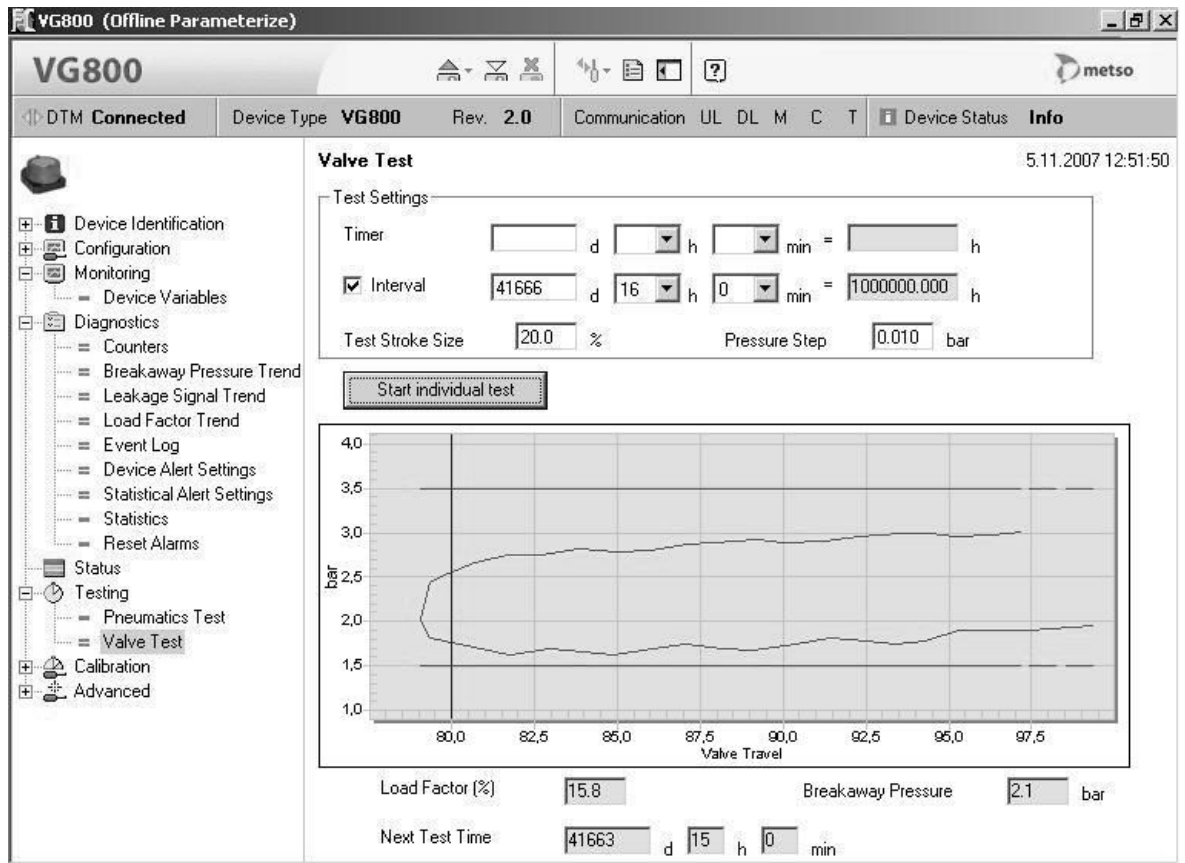
Kuva 9. LoopBrowserin kuvaaja /11/

9.2. FieldCare

FieldCare on avoimeen FDT-spesifikaatioon (Field Device Tool) perustuva ohjelmisto älykkäiden kenttälaiteiden kunnonvalvontaan ja konfigurointiin. FDT on avoin ohjelmistospesifikaatio, joka mahdollistaa eri valmistajien laitteiden DTM:n (Device Type Manager) helpon integroinnin yhteen työkaluun. Ohjelmisto on Metso Automationin toimittama ja ylläpitämä. Järjestelmä kerää tietoja kenttälaiteiden toiminnasta ja tallentaa ne tietokantoihin.

FieldCare on avoin kaikille laitteille, jotka käyttävät joko laitekohtaista tai generistä DTM-käyttöliittymää. Sen avulla voidaan hoitaa niin käyttöoikeuksien hallinnointia kuin ajonaikaista kunnonvalvontaakin. FieldCaren avulla onnistuu nopea vianetsintä ongelmatilanteissa. Ohjelma tunnistaa myös suorituskyvyn heikkenemisen. /4/

FieldCaren toiminnan kannalta on tärkeää, että kaikki oleelliset tiedot on saatavilla kenttälaitteilta automaatiojärjestelmään. Vuokeittimen tuotantolinjan kenttälaitteilta olivat saatavilla kaikki tarvittavat tiedot lukuunottamatta kolmea taajuusmuuttajaa ja yhdeksää venttiiliä. Taajuusmuuttajien lämpötilahälytystieto saadaan kuitenkin järjestelmään muuttamalla hieman taajuusmuuttajan riviliitinkytkentöjä. Venttiileille asennettiin digitaaliset ohjaukskortit, jotka ovat standardina uudemmissa venttiileissä.



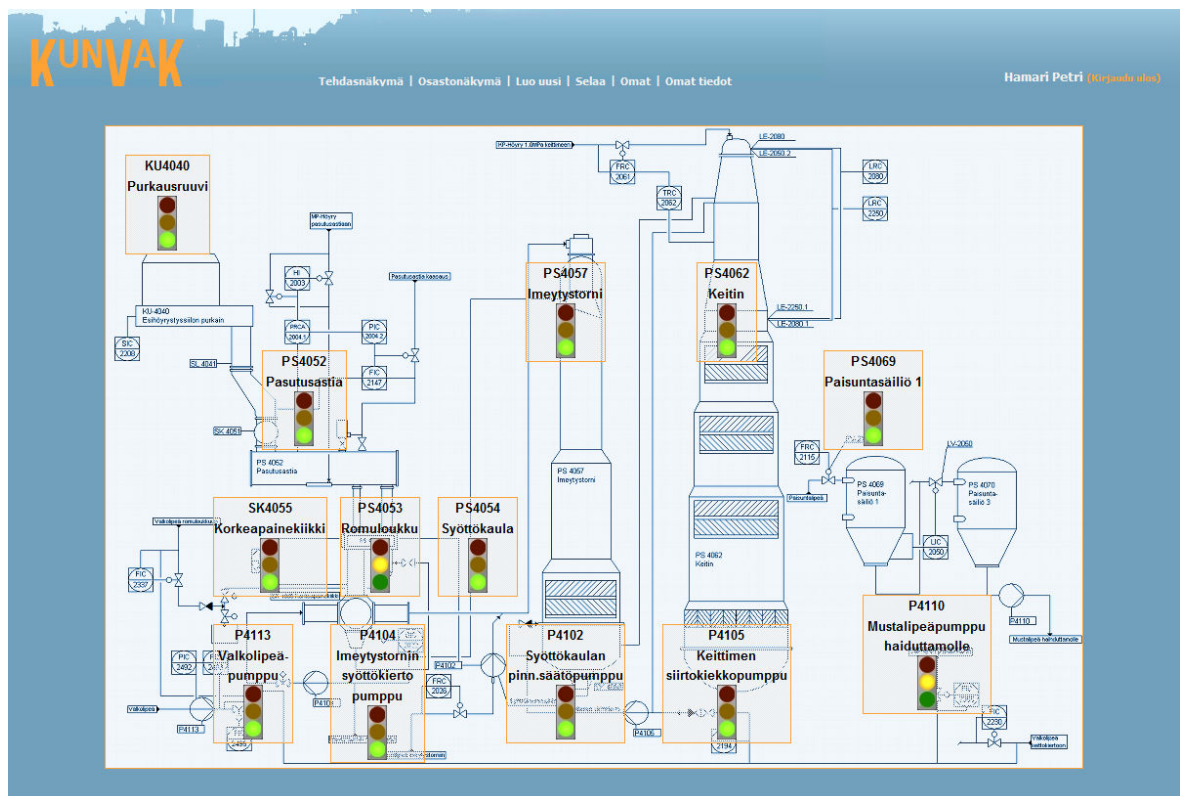
Kuva 10. FieldCare: kenttälaitteen kunnan testaus /4/

Kuvassa 10 on tyypillinen FieldCaren kenttälaitteen toiminnantestausnäkyminen. Kukin kenttälaitte tuottaa tiedot statuksestaan ja FieldCare lukee tiedot laitteelta. Näiden tietojen pohjalta voidaan järjestelmä asettaa antamaan hälytys käyttäjälle. FieldCare kerää tietoa laitteen tarjoamasta diagnostiikasta sekä statuksesta ja varoittaa käyttäjää mahdollisista ongelmista, ennen kuin niistä ehtii aiheutua haittaa prosessille. Kunnanvalvontatoiminnossa hyödynnetään verkkopohjaista rajapintaa, joka mahdollistaa tietojen levittämisen koko verkkoon reaaliajassa. Tiedot hälytyksistä ja varoituksista voidaan lisäksi ohjata ennalta määrättyjen henkilöiden sähköpostiin. /4/

10. KÄYTTÖLIITTYMÄ

Projektin yhtenä tavoitteena oli saada uudelle järjestelmälle käyttöliittymä, jonka kautta kunnonvalvontadokumentteja ja -raportteja pystyy selaamaan etänä suojatun internet-yhteyden avulla. Käyttöliittymä suunniteltiin yksinkertaiseksi ja helpoksi käyttää, mutta samalla tarpeeksi kattavaksi, jotta sen kautta päästään käsiksi kaikkiin tarvittaviin tietoihin. Käyttöliittymä toimintojen ja ulkoasun määrittely suoritettiin osana kunnonvalvonta-projektia ja sen varsinaisen toteutuksen suoritti Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun yhteydessä toimiva T&K (Tutkimus ja kehitysyksikkö).

Käyttöliittymä perustuu notifikaatioihin. Notifikaatio on eräänlainen palvelutilaus tai huomautus, jotka toimivat viesteinä projektin eri tahojen välillä. Käyttöliittymään kirjaututaan henkilökohtaisilla tunnuksilla. Käyttöliittymän avoimuus haluttiin tarpeeksi kattavaksi, joten jokaisella sitä käyttävällä henkilöllä on pääsy kaikkiin notifikaatioihin, joita järjestelmän kautta on luotu. Yksittäiselle notifikaatiolle voidaan asettaa myös vastuuhenkilö. Jos kyseessä on esimerkiksi huoltotoimenpide, vastuuhenkilö on vastuussa sen hoitamisesta.



Kuva 11. KunVaK-käyttöliittymän osastonäkymä

Kun käyttöliittymään kirjaututaan sisään, avautuu käyttäjälle osastonäkymä. (Kuva 11) Osasto-näkymä perustuu prosessin PI-kaavioon, josta löytyvät kaikki projektiin kuuluvat automaatiopiirit ja kenttälaitteet. Sama PI-kaavio löytyy liitteestä 1. Osastonäkymässä eri osaprosessien tila näkyy liikennevaloina. Jos valo on vihreä, osaprosessi on normaalissa tilassa. Keltainen valo tarkoittaa, että osaprosessin tietoihin on lisätty notifi kaatio, jonka kriittisyys on määritelty korkeaksi. Jos liikennevalo on punainen, osaprosessin alle on lisätty notifi kaatio, jonka kriittisyys aste on erittäin korkea ja vaatii välitöntä huomiointia. Osastonäkymän ansiosta nähdään helposti järjestelmään lisättyjen notifi kaatioiden kriittisyys eri osissa prosessia.

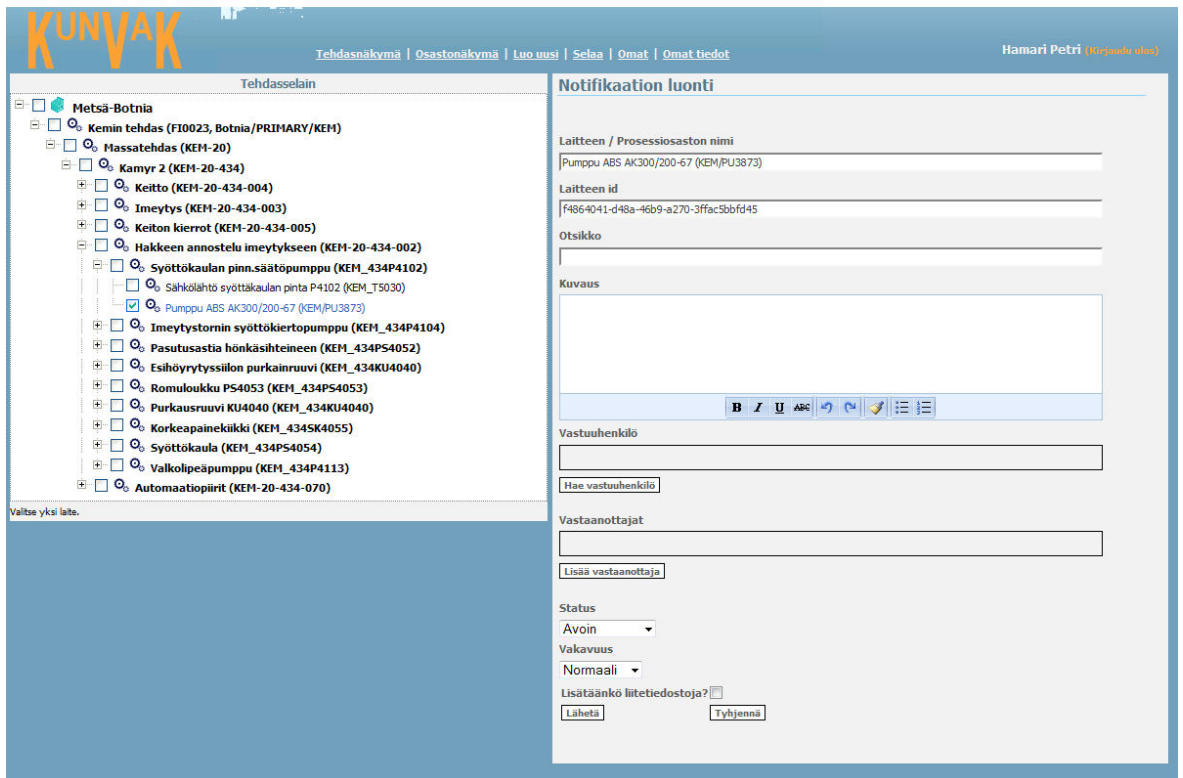
The screenshot shows the 'Notifi kaatioiden selaus' (Notification Search) page. The left sidebar contains a tree view of the plant structure under 'Metsä-Botnia'. The main area displays a table of notifications:

Lähetäjä	Otsikko	Vastuushenkilö	Luotu	Muokattu	Tila
Antti Niemelä	Romuloukussa liikaa tavaraa	Antti Niemelä	2.3.2010 9:45	2.3.2010 9:45	
Maarit Lintunen	Test	Jari Kapanen	1.3.2010 10:46	5.3.2010 8:15	
Matti Uusitalo	Testi MHU	Antti Niemelä	15.3.2010 13:7	15.3.2010 13:07	
Matti Uusitalo	test	Antti Niemelä	25.2.2010 9:17	25.2.2010 9:17	
Antti Niemelä	Testi	Antti Niemelä	25.2.2010 13:56	25.2.2010 14:02	
Matti Uusitalo	Test	Antti Niemelä	25.2.2010 14:3	25.2.2010 14:03	
Antti Niemelä	Uusi testi-ilmoitus	Antti Niemelä	25.2.2010 14:8	25.2.2010 14:08	
Antti Niemelä	Testi 1	Antti Niemelä	25.2.2010 14:18	25.2.2010 14:18	
Matti Uusitalo	Test	Antti Niemelä	26.2.2010 8:33	26.2.2010 8:33	
Antti Niemelä	Testi-ilmoitus jeejee	Antti Niemelä	26.2.2010 11:7	26.2.2010 11:07	

Kuva 12. Notifi kaatioiden selaaminen

Notifi kaatioita voidaan selata myös ”Selaa”-linkin avulla, jolloin saadaan listattua kaikki järjestelmään lisätyt notifi kaatiot. Järjestelmässä voi olla satoja notifi kaatioita, jolloin kaikkien notifi kaatioiden selaaminen on työlästä. Tätä on helpotettu lisäämällä järjestelmään eri osaprosessit tikapuumallina kuvan 12 mukaisesti.

Varsinainen notifi kaatioiden luominen tapahtuu ”Luo uusi” -linkistä kuvan 13 mukaisesti. Ensin etsitään listasta laite, jota notifi kaatio koskee. Kun notifi kaatio on valittu, laitteen id ja laitteen tai prosessiosaston nimi tulee automaattisesti uuteen notifi kaatioon. Notifi kaatio nimetään sekä täytetään kuvaus, esimerkiksi huoltotilaus. Notifi kaatiolle valitaan myös vastuushenkilö sekä vastaanottaja. Status kuvaa notifi kaation tilaa. Kun esimerkiksi laitteen huolto on suoritettu, notifi kaation tilaksi valitaan ”Suljettu”. Vakavuus puolestaan kuvaa notifi kaation kriittisyyttä. Notifi kaatioon saadaan myös lisättyä liitetiedostoja, esimerkiksi vikaraportti SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä tai kyseisen laitteen sähkökuva.



The screenshot shows the 'KUNVAK' web application interface. The top navigation bar includes 'Tehdasnäkyvä', 'Osastonäkyvä', 'Luo uusi', 'Selaa', 'Omat', and 'Omat tiedot'. The user 'Hamari Petri' is logged in. The left sidebar shows a tree view of equipment under 'Metsä-Botnia', with 'Pumppu ABS AK300/200-67 (KEM/PU3873)' selected. The main content area is titled 'Notifikaation luonti' and contains the following form fields:

- Laitteen / Prosessiosaston nimi: Pumppu ABS AK300/200-67 (KEM/PU3873)
- Laitteen id: f4864041-d48a-46b9-a270-3ffac5bbfd45
- Otsikko: (empty)
- Kuvaus: (empty)
- Vastuuhenkilö: (empty)
- Vastaanottajat: (empty)
- Status: Avoin
- Vakavuus: Normaali
- Lisätäänkö liitetiedostoja?:

Buttons for 'Lähetä' and 'Tyhjennä' are located at the bottom of the form.

Kuva 13. Notifikaation luominen

”Omat”-linkin kautta saadaan listattua kaikki omat notifikaatiot, joita on lisätty järjestelmään. Järjestelmä on avoin kaikille käyttäjille ja kaikki järjestelmään rekisteröityneet käyttäjät näkevät muiden lisäämät notifikaatiot ja voivat kommentoida niitä. Tämän avulla pyritään tiivistämään eri laitetoimittajien keskinäistä yhteistyötä ja asiakkaan eli tehtaan ja laitetoimittajien välistä yhteistyötä. Tämän ansiosta ongelmia saadaan ratkottua tehokkaasti ja tieto liikkuu lähes reaaliajassa eri toimittajien välillä.

11. YHTEENVETO

KunVa-kunnonvalvonta projektin myötä syntynyt yhtenäinen kokonaisuus on askel kohti hallitumpaa kunnonvalvontaa sekä ennakoivaa kunnossapitoa. Tulevaisuuden asettamat tuotannolliset paineet asettavat vastaavat järjestelmät suureen rooliin.

Projektin myötä syntyneiden tulosten avulla voidaan suunnitella ennakoivaa kunnossapitoa. Kerättyjä ajo- ja vikatietoja hyväksi käyttäen voidaan laatia kunnossapitosuunnitelma. Uusi järjestelmä mahdollistaa kenttälaitteiden reaaliaikaisen valvonnan, ja samalla se mahdollistaa myös laitteiden ja automaatiopiirien historiatietojen selaamisen.

Järjestelmä on kunnossapidon kannalta merkittävä, sillä laajuudeltaan vastaavaa järjestelmää ei tietävästi löydy miltään tuotantolaitokselta. Internet-yhteyttä hyväksi käyttäen saadaan hajautettua suurikin järjestelmän useamman tahon valvontaan ja huoltoon. Tämän ansiosta laitetoimittajien välinen yhteistyö paranee ja töitä voidaan ohjata tarkemmin toimijoille, joiden vastuualueesta on kyse. Järjestelmän avoimuuden ansiosta muutkin laitetoimittajat pääsevät näkemään vikaa koskevat dokumentit ja pystyvät osallistumaan ongelman ratkaisuun sekä antamaan siihen oman näkökulmansa. Liitetiedostojen avulla saadaan välitettyä vikaraportteja, huoltotietoja tai vaikka valokuvia vikaantuneesta laitteesta.

Käyttöliittymä on vasta kehitysvaiheessa ja sitä kehitetään käyttäjien tarpeiden mukaan, jolloin saadaan tehtyä kunnonvalvontaan räätälöity työkalu. Mahdollisuudet käyttöliittymän laajentamiseen ovat lähes rajattomat ja yhtenä kehityksen kohteena voisi olla SAP:n integrointi käyttöliittymään. Tämä mahdollistaisi automaattisen vikaraporttien ja huoltotilausten kulkemisen laitetoimittajien ja tehtaan välillä.

KunVa-kunnonvalvontaprojekti oli pilottihanke, jonka myötä syntyneiden tulosten perusteella ratkaistaan järjestelmän tulevaisuus. Järjestelmä ei ole pelkästään kunnonvalvonnallisesti merkittävä, vaan sen avulla voidaan kehittää myös prosessia. Järjestelmän avulla voidaan tunnistaa prosessin ongelmalliset ja usein vikaantuvat kenttälaitteet. Mikäli jokin prosessin toiminnan kannalta oleellinen kenttälaitte vikaantuu usein ennen sen normaalin elinkaaren päättymistä, voidaan olettaa että kenttälaitteen sijoitukseen pitäisi kiinnittää huomiota. Laitteeseen voi kohdistua ylimääräistä mekaanista rasitetta, joka puolestaan voi johtua vääränlaisesta virtauksesta kenttälaitteen sijoituskohdassa, tai siihen voi kohdistua esimerkiksi pumpun aiheuttamaa värinää.

Rakennettua järjestelmää voidaan soveltaa mihin tahansa automaatiojärjestelmään teollisuuden alasta riippumatta. Automaattisen kunnonvalvonnan avulla prosessista saadaan uudenlaista ja tarkempaa tietoa. Oikeanlaisilla työkaluilla tieto saadaan käsiteltyä haluttuun muotoon. Samaan järjestelmään saadaan integroitua useita eri prosesseja ja saman käyttöliittymän kautta voidaan tutkia kokonaisen tehtaan eri tuotantolinjoja sekä niiden vikahistoriaa ja ajotietoja. Varaosien toimitus ja asennus saadaan sujuvaksi, kun sama järjestelmä on myös laitetoimittajien käytössä.

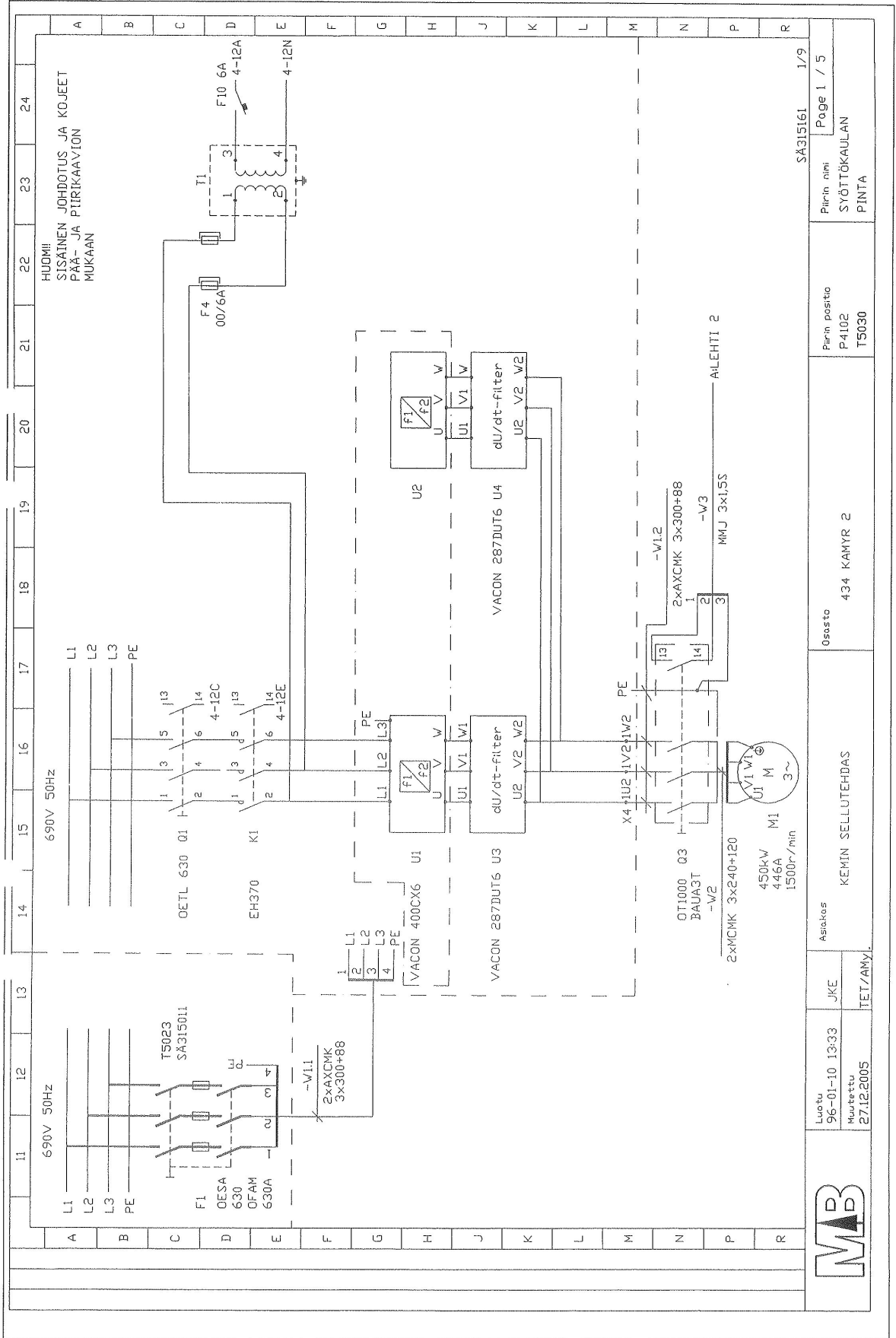
Sellun valmistusprosessi oli kunnonvalvontajärjestelmän pilottivaiheen kohteena erinomainen. Prosessista löytyy laajasti kenttälaitteita ja automaatiopiirejä, joihin järjestelmää voitiin soveltaa. Lisäksi prosessissa käytettävät kemikaalit ovat helposti sakeutuvia, mikä aiheuttaa erilaisia vikatilanteita ja rasittaa esimerkiksi venttiileitä, jolloin saadaan mahdollisimman kattavasti erilaisia toisistaan poikkeavia tilanteita. Pilottivaihe onnistui odotetusti ja sen tuloksena syntynyt järjestelmä tulee mahdollisesti jatkokehitykseen ja sen myötä laajempaan käyttöön.

12. LÄHDELUETTELO

- /1/ Botnia Mill Service, yritysesittely [WWW-dokumentti]
<<http://www.yit.fi>> 14.9.2009
- /2/ Erkinheimo, Harri, Käyhkö, Kalevi, Niemelä, Hannu, Pullola, Erkki, Saloriutta, Juha, Tuomainen, Martti, Taajuusmuuttajat, 1. painos, Sähköinfo Oy, 1997
- /3/ Kunnossapitoyhdistys Promaint ry, tietopankki [WWW-dokumentti]
<<http://www.promaint.net>> 30.9.2009
- /4/ Neles FieldCare -tekninen esite, Metso Endress+Hauser, 2008
- /5/ Opetushallitus, sähköiset opetusmateriaalit [WWW-dokumentti]
<<http://www.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito>> 15.9.2009
- /6/ Oy Metsä-Botnia Ab, yritysesittely [WWW-dokumentti],
<<http://www.botnia.com>> 11.9.2009
- /7/ Prowledge Oy, Knowpulp – Sellun keiton periaate [WWW-dokumentti]
<<http://www.knowpulp.com>> 22.9.2009
- /8/ SFS 4103 Instrumentoinnin piirrosmerkit, 4. painos, Suomen Standardisoimisliitto, 1985
- /9/ SFS 4285 Prosessikaaviot, 1. painos, Suomen Standardisoimisliitto, 1979
- /10/ SFS 4286 Prosessikaavioiden piirrosmerkit, 4. painos, Suomen Standardisoimisliitto, 1988
- /11/ User's Manual, LoopBrowser 2.0, Metso Field Systems, 2002

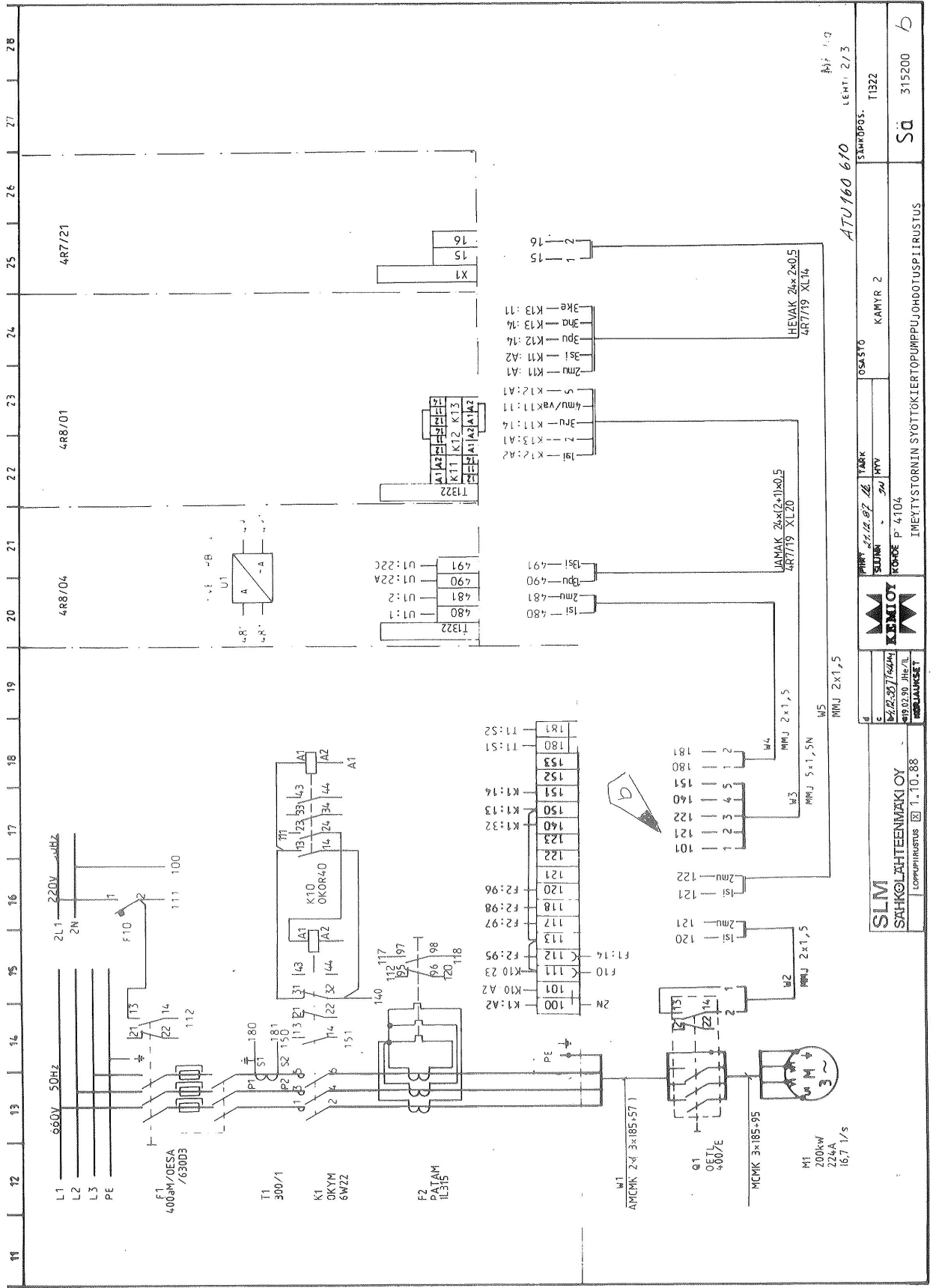
13. LIITELUETTELO

LIITE 1	Vuokeittimen PI-kaavio
LIITE 2	P-4102 Syöttökaulan pinta
LIITE 3	P-4104 Imeytystornin syöttökiertopumppu
LIITE 4	P-4105 Keittimen siirtokiertopumppu
LIITE 5	P-4110 Mustalipeäpumppu haihduttamolle
LIITE 6	P-4113 Valkolipeäpumppu
LIITE 7	SIC-2208 Purkausruuvi tuotanto
LIITE 8	FIC-2495 Valkolipeä imeytystorniin
LIITE 9	SK-4055 Korkeapaineikiikki



Luotu 96-01-10 13:33	JKE	Asiakas KEMIN SELLUTEHDAS	Osaosto 434 KANHYR 2	Piirin postio P4102 T5030	Piirin nimi SYÖTTÖKAULAN PINTA	SA315161 1/9
Muutettu 27.12.2005	TET/ANY.					Page 1 / 5





Mf: 1:0

ATU160 610

LEHTI: 2/3

SAHKOPOS.

KAMYR 2

T1322

Sä 315200

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

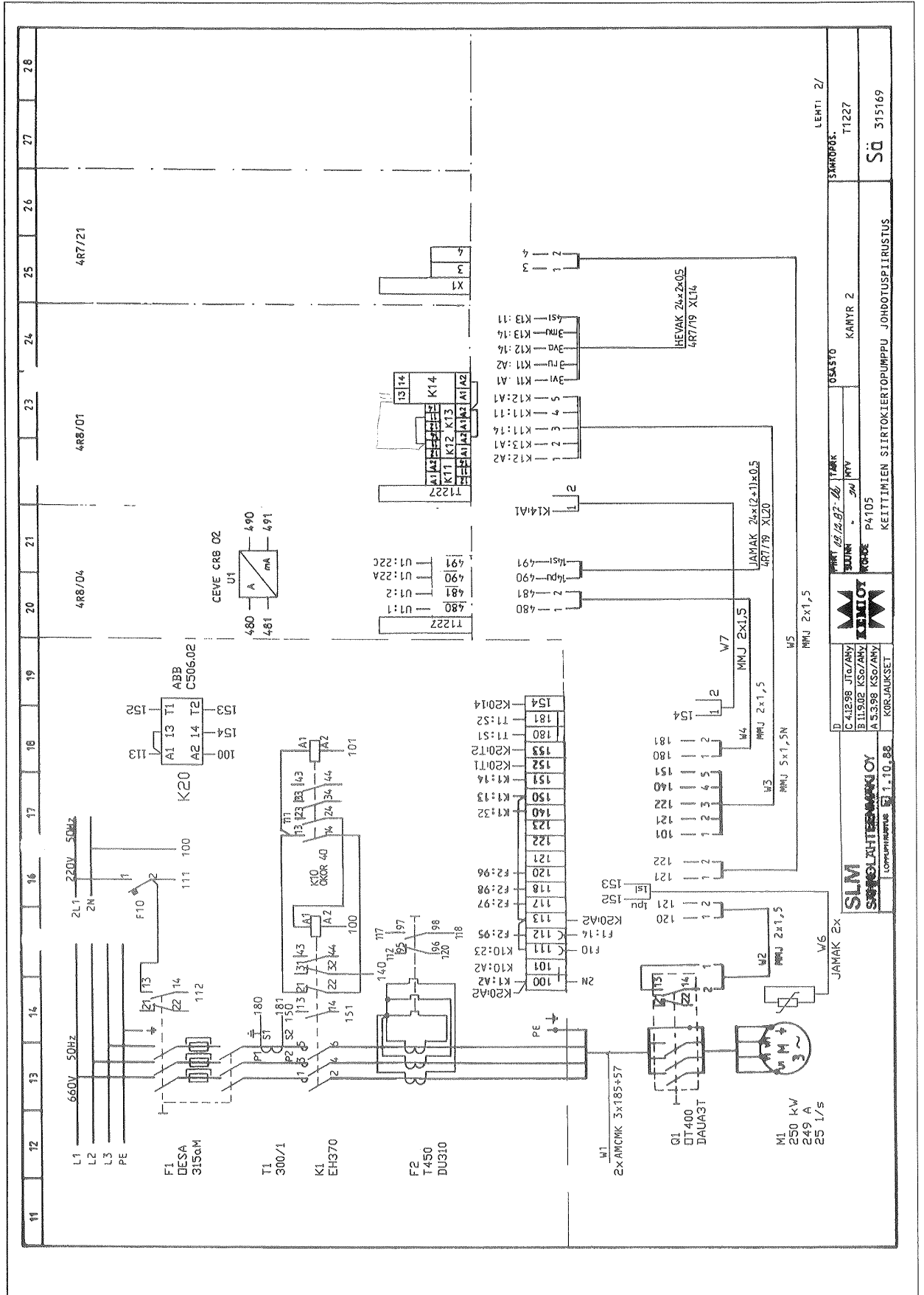
IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS

IMETYSTÖRNIN SYÖTTÖKIERTOPUMPPUOHJOUSPIIRUSTUS



LEHTI 2/
SARJOPES. T1227

OSASTO KANRY 2

PA105 KEITTIMIEN SIIRTOKIERTOPUMPU JOHDOTUSPIIRUSTUS

Sä 315169

MARK 10.12.07 TARK

SLM SINGLAHTESAMMUK OY

C 4.13.98 JTC/ANY
B 11.9.02 KSS/ANY
A 5.3.98 KSG/ANY

KORJAUKSET

LOPPUPÄIVÄYS E 1.10.88

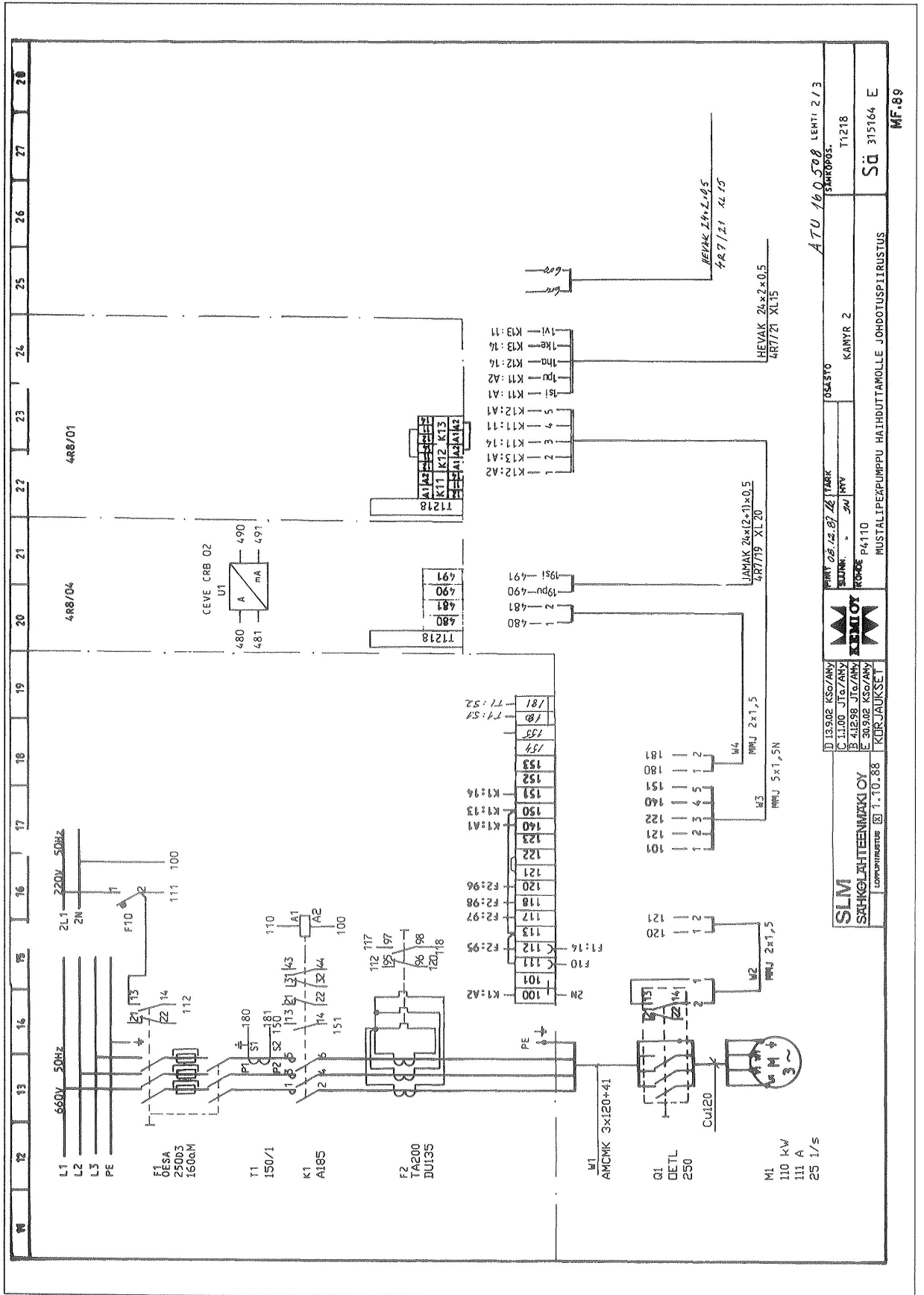
MARK 10.12.07 TARK

SLM SINGLAHTESAMMUK OY

C 4.13.98 JTC/ANY
B 11.9.02 KSS/ANY
A 5.3.98 KSG/ANY

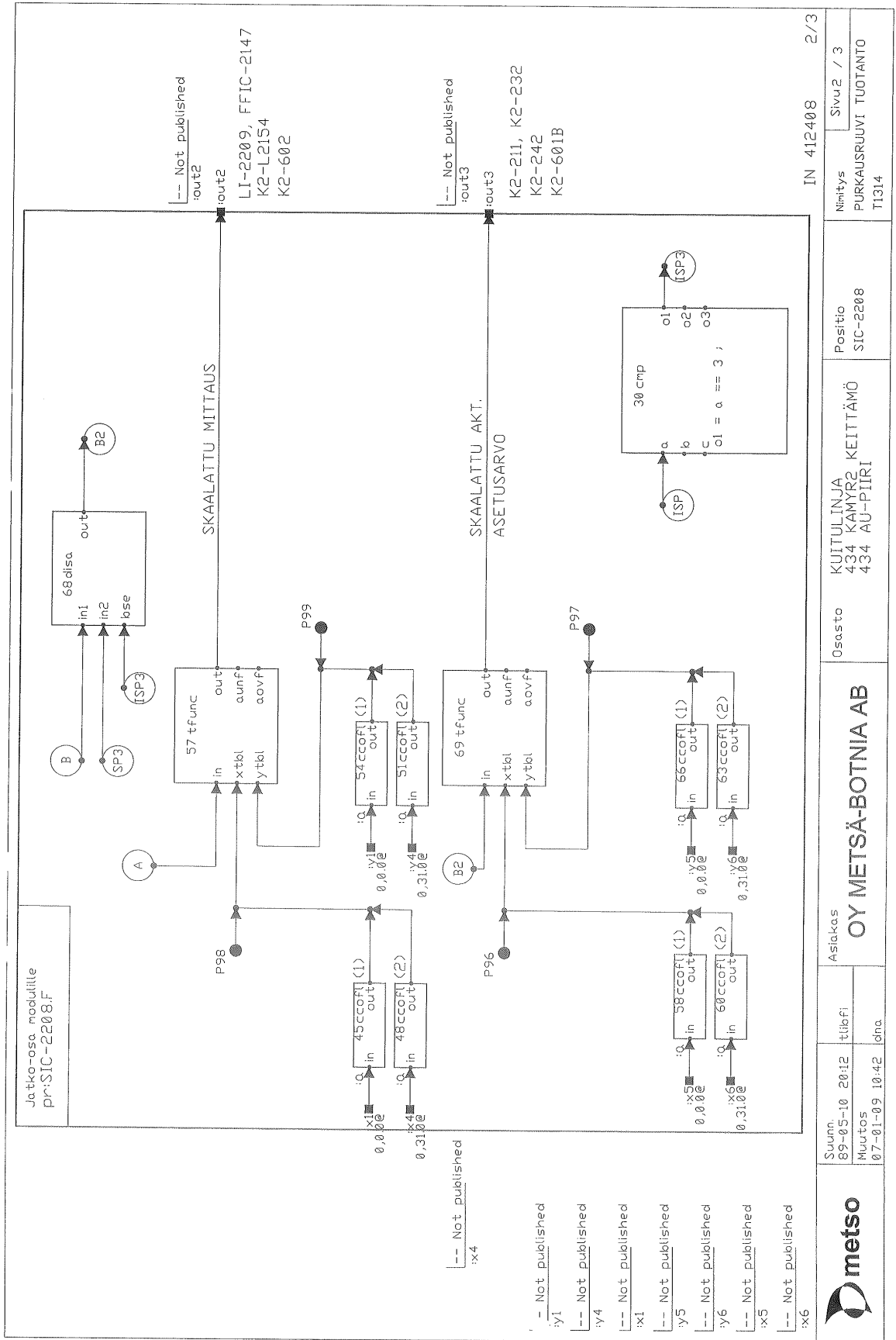
KORJAUKSET

LOPPUPÄIVÄYS E 1.10.88



ATU 160.508 LEHTI 2 / 3	OSASTO	KANVYR 2	T.1218
SÄHKÖPÖSS.			
FINN 08.12.87 / 2 TARKK			
SLM			
SAHKLÄHTEENMAKI OY			
COMPANIES 1.10.88			
D 13902 KSO/ANY			
C 1100 JTO/ANY			
B 41298 JTO/ANY			
E 30902 KSO/ANY			
KORJAUKSET			

MUSTALIFEAPUMPPU HAIHDUTTAVALLE JOHDOTUSPIIRUSTUS
 P4110
 SÄ 315164 E
 MF.89



IN 412408 2/3

Positio
SIC-2208

Osasto
KUITULINJA
434 KAMYR2 KEITTÄMÖ
434 AU-PIIRI

Nimitys
PURKAUSRUUVI TUOTANTO
T1314

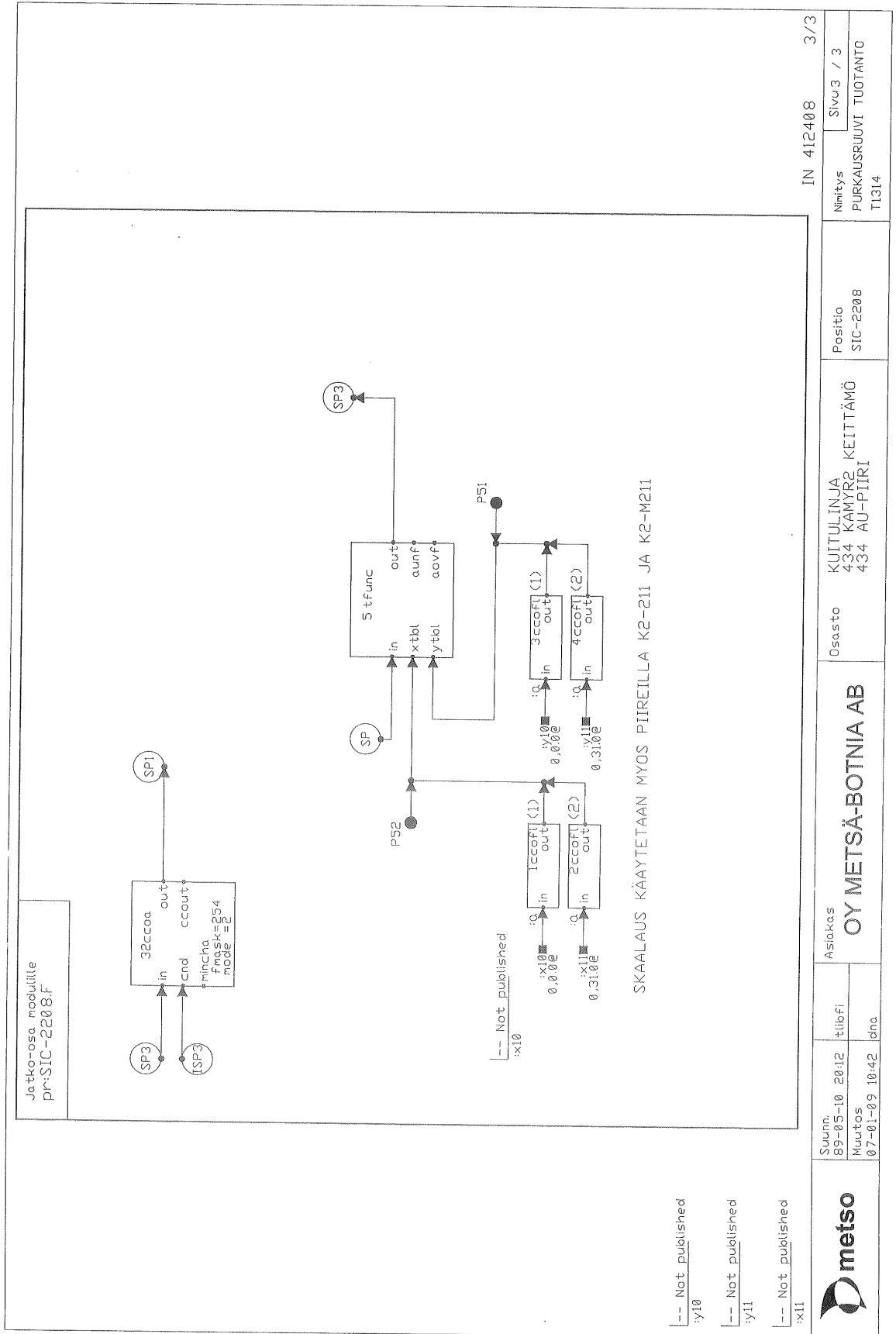
Sivut / 3



Asiakas
OY METSÄ-BOTNIA AB

Suunn.
89-05-10 2012
Muutos
07-01-09 10:42

titlafi
|dha



IN 412408 3/3

Nimitys
PURKAUSRUIVI TUOTANTO
T1314

Positio
SIC-2208

Osaosto
KUITTULINJA
434 KAMYR2 KEITTÄMÖ
434 AU-PIIRI

Asiakas
OY METSÄ-BOTNIA AB

Suunn.
89-05-10 20:12 title.fi
Muutos
07-01-09 10:42 dna



