

Mikko Ylitapio

**SELLUTEHTAAN PESULINJAN YLÄTASON SÄÄTÖJEN TOI-
MINTAKUVAUSTEN PÄIVITTÄMINEN**

SELLUTEHTAAN PESULINJAN YLÄTASON SÄÄTÖJEN TOI- MINTAKUVAUSTEN PÄIVITTÄMINEN

Mikko Ylitapio
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Mikko Ylitapio

Opinnäytetyön nimi: Sellutehtaan pesulinjan ylätason säätöjen toimintakuvausten päivittäminen

Työn ohjaaja: Lehtori Manne Tervaskanto

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 55 + 1 liite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Stora Enso Oulun sellutehtaan pesulinjan pesulaitekohtaisia ylätason säätöjen toimintakuvauksia MetsoDNA-automaatiojärjestelmään, joka tunnetaan nykyään nimellä ValmetDNA. Samalla täydennettiin perustason piirikohtaisia toimintakuvauksia. Ylätason säädöt sisältävät yleensä runsaasti laskentaa, jonka lopputulokset viedään asetusarvoksi perustasolle tai informaatioksi käyttäjille. Ylätason säädöissä lasketaan tavoitearvoja pesulaitteiden perustason säädöille.

Toimintakuvaukset ovat sanallisesti tiivistettyyn muotoon laadittuja selostuksia ohjelmiston tai laitteiston toiminnoista. Työn tavoitteena oli parannettujen toimintakuvauksien myötä helpottaa prosessin ymmärrettävyyttä käyttäjille sekä selittää säätöjen toiminnan rakennetta eri asiantuntijoille

Toimintakuvausten päivityksessä käytettiin automaatiopiirien toimilohkokaavioita, prosessikuvauksia, automaatiojärjestelmän ohjelmia ja käyttöhenkilöiden sekä Valmet Automationin henkilökunnan tietämystä, jonka perusteella päivitettiin toimintakuvaukset automaatiojärjestelmään.

Asiasanat: pesulinja, toimintakuvaus, automaatio, selluteollisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Automation Engineering

Author: Mikko Ylitapio

Title of thesis: Upgrading the functional descriptions of the upper level adjustments of the pulp mill washing line

Supervisor: Lecturer Manne Tervaskanto

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017

Pages: 55 + 1 appendices

The purpose of the thesis was to update the functional descriptions of the top-level adjustments of the Stora Enso pulp mill washing line in the Metsoda automation system, now known as ValmetDNA also at the same time the baseline circuit-specific functional descriptions will be supplemented. Top level adjustments usually include many computations, whose results are exported to the baseline or information for users. The upper level controls calculate the target values for baseline adjustment of the washing devices.

Functional descriptions are in verbally compressed format drawn up reviews of functionality of automation circuits. The aim of the thesis was to improve the understanding of the process for the users and to explain the structure of the adjustments to the various experts.

Functional descriptions were updated using automation circuits, functional diagrams, process descriptions, automation system applications, knowledge of the employees and Valmet automation personnel, which led to updating the functional descriptions of the automation system.

Keywords: Washing line, function description, automation, pulp industry

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Stora Enso Oyj:n Oulun sellutehtaalle. Työn valvojina toimeksiantajan puolelta ovat toimineet sellutehtaan Tutkimuspäällikkö Ilkka Laakso ja Käyttöpäällikkö Kalle Kärnä sekä työtä ohjaavana opettajana Oulun ammattikorkeakoulusta lehtori Manne Tervaskanto.

Haluaisin kiittää työni ohjaajaa lehtori Manne Tervaskantoa hyvistä vinkeistä työn eri vaiheissa sekä opinnäytetyön valvojia Ilkka Laaksoa ja Kalle Kärnä mielenkiintoisesta työn aiheesta ja saamastani avusta. Kiitokset kuuluvat myös työn suorituksessa avustaneille Valmet Automationin henkilökunnalle. Erityisesti haluan kiittää Eforan projekti-insinööri Ilkka Pakasta korvaamattomasta avusta opinnäytetyön aikana.

Oulussa 9.5.2017

Mikko Ylitapio

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
1 JOHDANTO	9
2 SULFAATTIPROSESSI	11
2.1 Kuitulinja	12
2.2 Sulfaattisellun pesu	13
2.3 Sulfaattisellun pesumenetelmiä	14
2.3.1 Syrjäytys	15
2.3.2 Laimennus-sakeutus	15
2.3.3 Diffuusio	16
3 PESUN TUNNUSLUVUT	17
3.1 E-arvo	17
3.2 Laimennuskerroin DF	18
3.3 Pesusaanto Y	18
3.4 Syrjäytyssuhde DR	19
3.5 Pesuhäviö	19
3.5.1 Natriumpesuhäviö	20
3.5.2 COD-pesuhäviö	20
4 METSO DNA	22
5 TOIMINTAKUVAUS	25
5.1 Toimintakuvauksen sisältö	25
5.2 Valvonta, lukitukset ja suojaukset	26
5.3 Mittaukset, säädöt ja ohjaukset	27
6 OULUN PESULINJAN LAITTEISTOT	30
6.1 Säteispesuri 1:n rakenne ja toiminta	30
6.2 Imurumpusuotimen rakenne ja toiminta	32
6.3 Säteispesuri 2:n ja välipesurin rakenne ja toiminta	34
6.4 Pesupuristimen rakenne ja toiminta	36
7 PESULINJAN SÄÄDÖT JA NÄYTÖT	38
7.1 Pesulinjan säädöt	39

7.2 Liittyminen perustason säätöihin	39
7.3 Pesulinjan säätöjen näytöt	41
7.4 Reseptinäytöt	43
8 TOIMINTAKUVAUSTEN PÄIVITYKSESSÄ KÄYTETYT MATERIAALIT	45
8.1 Prosessikuvaukset	45
8.2 PI-kaaviot	45
8.3 FbCAD ja DNAuse Editor	45
8.4 DNA Explorer	46
8.5 Lotus Notes	47
9 TOIMINTAKUVAUSTEN KÄYTTÖÖNOTTO	48
10 POHDINTA	52
LIITE 1. Liiteluettelo, toimintakuvaukset	

SANASTO

Diffuusio	Ilmiö, missä jonkin aineen atomit, molekyylit tai ionit kulkevat toisen aineen lävitse
Happidelignifiointi	Keiton ja valkaisun väliin sijoittuva vaihe, jossa poistetaan ligniiniä alkalisissa oloissa hapella
Kuitu	Puusolu, paperin tärkein raaka-aine
Ligniini	Puun sideaine, joka sitoo puun kuidut toisiinsa; pyritään poistamaan keitossa
Massa	Mekaanisesti tai kemiallisesti valmistettu kuituseos, paperin tai kartongin raaka-aine
MetsoDNA	Automaatiojärjestelmä, dynaaminen sovellusverkko prosessiautomaatiossa. DNA (Dynamic Network of Applications)
Lotus Notes	IBM:n valmistama tiedonhallinta- ja ryhmätyöjärjestelmä.
Pesudiffusööri	Pesulaite, joka toimii atmosfäärisessä paineessa ja sen pääperiaate on syrjäytyspesu
Toimintakuvaus	Sanallinen kuvaus laitteiston tai ohjelmiston toiminnasta

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana toimi Stora Enso Oyj Oulun tehdas, joka on metsäteollisuusyrittäjä ja yksi maailman suurimmista painopaperin valmistajista. Oulun tehdas sijaitsee Nuottasaarella sataman välittömässä läheisyydessä. Oulun tehdas koostuu kahdesta paperikoneesta, voimalaitoksesta sekä sellutehtaasta. Tehdasalueella toimii myös monia muita yrityksiä. (1.)

Oulun sellutehtaan tuotantokapasiteetti on n. 370 000 t/a. Sellusta osa menee tehdasalueella oleville paperikone 6:lle ja 7:lle. Loput myydään paalattuna muualle. (1.)

Suurin osa maailman sulfaattiselluloosasta keitetään jatkuvatoimisilla keittimillä. Oulun sellutehtaalla sellua valmistetaan jatkuvatoimisella sulfaattikeittoprosesseilla. Keitossa poistetaan puun kuituja sitovaa ligniiniä. Keiton tavoitteena on säilyttää kuidut mahdollisimman pitkinä ja ehjinä, mikä parantaa lopputuotteen laatuominaisuuksia. (2.)

Sellun pesu on yksi sellun valmistuksen tärkeimmistä prosesseista. Pesutoimintoja on koko valmistusprosessin alueella eli käsiteltyä massaa pestään jo keittimessä, ruskean massan pesussa sekä happidelignifiointi- ja valkaisuvaiheessa. Pesun tarkoituksena on sellun ja keittoliemen erottaminen toisistaan ja keittoliemen kemikaalien talteenotto käytettäväksi uudestaan sekä liunneen perusaineksen talteenotto energiaksi. Pesu on myös tärkeä vesistönsuojelun takia. (3, s. 683.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on päivittää Oulun sellutehtaan pesulinjan pesulaitekohtaisia ylätason säätöjen toimintakuvauksia MetsoDNA-automaatiojärjestelmään. Ylätason säätöjen toimintakuvausten päivityksen yhteydessä myös perustason piirikohtaisiin toimintakuvauksiin tulee täydennystä.

Työn tavoitteena on parannettujen toimintakuvausten myötä helpottaa prosessin ymmärrettävyyttä käyttäjille sekä selittää säätöjen toiminnan rakennetta eri asiantuntijoille. Toimintakuvaukset antavat tarkempaa tietoa siitä, minkä takia jokin säätöpiiri on toteutettu juuri kuvatulla tavalla. Työn teoriaosuudessa käsi-

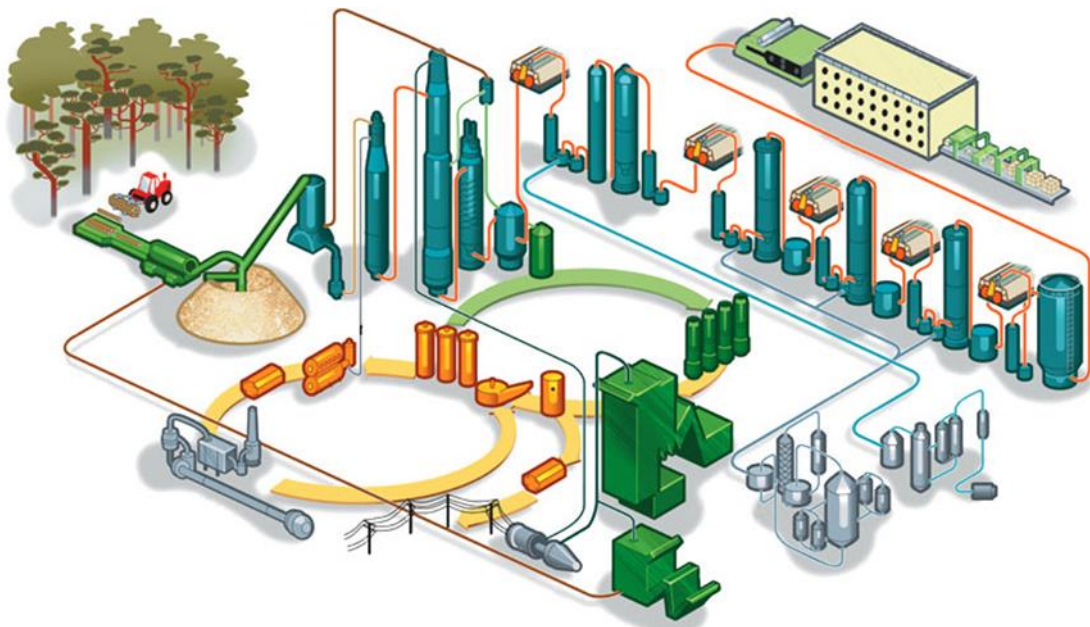
tellään MetsoDNA- järjestelmän ja Oulun sellutehtaan kuitulinjaan kuuluvan pesulinjan toimintaa. Työssä selvitetään myös pesulinjan säätöjen toimintaperiaatteita ja toimintakuvausten merkitystä automaatiojärjestelmässä. Tämän teoriakokonaisuuden pohjalta laaditaan sanalliset toimintakuvaukset Oulun sellutehtaan pesulinjan pesulaitekohtaisille ylitason säädöille sekä täydennetään pesulaitteiden perustason piirikohtaisia toimintakuvauksia. Tilaajan toivomuksesta toimintakuvaukset ovat salassa pidettäviä dokumentteja, joten ne jäävät pelkästään tilaajan käyttöön. Tämän vuoksi säätöjen tarkastelu opinnäytetyössä jää yleiselle tasolle.

2 SULFAATTIPROSESSI

Sulfaattisellun valmistusprosessi on yleisin sellunkeittoprosessi. Sulfaattikeittoprosessin ansiosta sellusta tulee vahvaa ja menetelmä sopii kaikille puulajeille. Raaka-aineina käytetään uusiutuvia luonnonvaroja (puu ja vesi) sekä keitossa ja valkaisuissa tarvittavia kemikaaleja. (2.)

Stora Enso Oulun sellutehtaan sulfaattisellun valmistusprosessi jaetaan kahteen osaan, kuitulinjaan ja talteenottokiertoon eli lipeälinjaan. Kuitulinjaan kuuluvat puuaineksen käsittelyprosessit aina haketuksesta massan keittoon ja kuivatukseen asti. Lipeäkierrossa keittimeltä saatava laihalipeä otetaan talteen ja käsitellään niin, että se saadaan takaisin keittimeen. (2.)

Sulfaattisellutehtaan periaate on esitetty kuvassa 1, johon kuitulinja on merkitty oranssilla viivalla. Lipeälinjaa kuvaavat sininen ja oranssi väri: sininen käsittää talteenoton energiantuotannon ja oranssi puolestaan lipeän regeneroinnin ja kalkkikierron. (2.)



KUVA 1. Sulfaattisellun valmistusprosessi (2)

Kuitulinjan olennaisimmat osastot ovat kuorimo, keittämö, pesemö, lajittelu, valkaisu ja kuivaus. Talteenottolinjan pääosat muodostuvat haihduttamosta, soodakattilasta ja turbiinista.

Tässä luvussa esitellään sulfaattisellun valmistusprosessia keskittyen kuitulinjan sisältämään pesulinjaan, joka Oulun sellutehtaalla muodostuu seuraavista alueista: keittämö, pesemö, lajittamo ja happidelignifiointi. Lisäksi tarkastellaan sellunpesun merkitystä ja eri pesumenetelmiä.

2.1 Kuitulinja

Stora Enso Oulun sellutehtaalla sellun valmistuksessa käytetään jatkuvatoimista sulfaattikeittoprosessia. Nykyään sulfaattikeitto on yleisin sellun valmistusmuoto. Keitossa tietyn kokoisiksi haketetut puulastut keitetään keittimessä. Keitossa käytetään keittokemikaalina valkolipeää, joka sisältää vaikuttavina keittokemikaaleina natriumsulfidia (Na_2S) ja natriumhydroksidia (NaOH). (2.) Keittokemikaalit imeytetään sellun raaka-aineena käytettävään mäntyhakkeeseen imeytystornissa ennen keittoa. Kemikaalien ja lämpötilan vaikutuksesta puun kuidut irtoavat toisistaan ja puun kuituja sitova aine eli ligniini liukenee keittolipeään. Keitosta poistettava keittolipeä on mustalipeää. Keittovaihe tapahtuu noin $170\text{ }^\circ\text{C}$:ssa. Keittimeltä massa johdetaan keittämöön, happivaiheeseen, lajittamolle ja valkaisuun. (4, s. 1–4.)

Keitinpesussa alkanutta keittokemikaalien ja liunneen orgaanisen aineksen talteenottoa jatketaan pesulinjan valkaisemattoman massan pesussa. Massaa pestään keittimen jälkeisessä säteispesuri 1:ssä eli kaksoisvuodiffusöörillä ennen lajittelua. Lajittamossa massaa pestään kaksoissaostimella ennen happivalkaisua. Tämän jälkeen happivalkaistu massa pestään pesulinjassa olevalla säteispesuri 2:lla, joka on yksivaiheinen pesudiffusööri. Tämän jälkeen massa pestään pesupuristimella ennen varsinaista valkaisua. (5.)

Pesusuodokset johdetaan takaisin pesemölle happivalkaisun kautta eli puhtaamman massan suodosta käytetään edelleen likaisemman massan pesuun. Takaisinkytkennän avulla pesusuodokset johdetaan vuodiffusööripesurien kautta keitinpesuun. Pesusuodokset käytetään täysin hyödyksi ja otetaan talteen.

Ennen lajittelua massa menee oksanerottimen läpi. Oksanerottimen tarkoitus on pestä oksista kuidut palautettavaksi massan päävirtaan ja erotellut oksat johdetaan takaisin keittoon. Lajittelun tarkoituksena on epäpuhtauksien erottaminen massasta. Lajittamossa ei ole muuta kuin kaksoissuotimella tapahtuva pesu, jonka tarkoituksena on saostaa massaa, että se kelpaa seuraavaan vaiheeseen. (5.)

Lajittelun jälkeen on happidelignifiointi, joka sisältää kaksi happireaktoria. Happidelignifioinnin tarkoituksena on jäännösligniinin poisto hapen natriumhydroksidin avulla. Natriumhydroksidi on keittokemikaalien talteenotosta saatavaa valkolipeää, joka on hapetettu paineellisessa valkolipeän hapetusreaktori 1:ssä. Happivaiheessa käytettävä happi valmistetaan paikan päällä. Happireaktori 1:stä massa johdetaan välipesurille pestäväksi. (5.)

Välipesurista massa pumpataan edelleen happireaktori 2:een, johon taas ajetaan hapetettua valkolipeää ja happea. Happireaktori 2:sta massa pumpataan säteispesuri 2:een, josta massa menee pesurin läpi ja tippuu sen omassa jalassa olevaan massasäiliöön. Massasäiliöstä massa johdetaan aikaisemmin mainittuun pesupuristimeen ennen valkaisuvaihetta. Mitä vähemmän sellussa on ligniiniä ennen valkaisua, sitä vähemmän tarvitaan lisää kemikaaleja jäännösligniinin poistamiseksi valkaisussa. (5.)

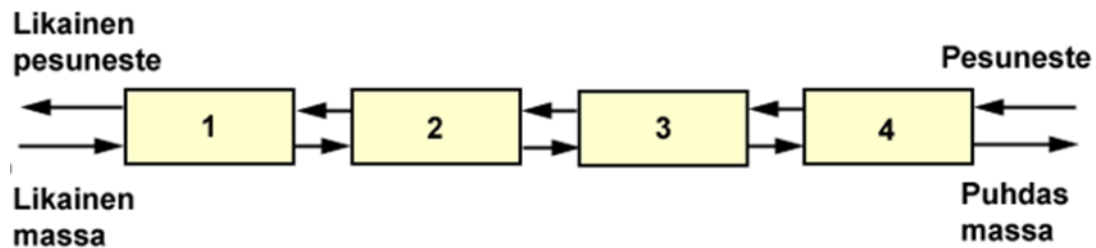
2.2 Sulfaattisellun pesu

Sellun valmistuksen pesutoimintoja on koko valmistusprosessin alueella eli käsiteltyä massaa pestään jo keittämöllä, ruskean massan pesussa, happidelignifioinnissa ja myös valkaisuvaiheessa. Pesun tärkeimmät pesumenetelmät ovat syrjäytys, laimennus, sakeutus ja diffuusio (uuttuminen).

Massan pesu on tärkeä prosessi sellutehtaissa. Pesussa erotetun orgaanisen aineksen ligniinin ja hemiselluloosan polttamisella soodakattilassa saadaan lämpö- ja sähköenergiaa sellutehtaan käyttöön. Myös pesussa erotettu mustalipeä jatkokäsitellään haihduttamalla ja polttamalla. Mustalipeä voidaan polttaa soodakattilassa, kun siitä on haihdutettu tarpeeksi vettä ja lipeän kuiva-ainepitoisuus on tarpeeksi korkea. (4, s. 29.) Orgaanista ainesta saadaan keit-

tovaiheen jälkeen sekä happidelignifioinnin jälkeen. Massan pesun hyötyihin kuuluvat muun muassa alhaiset kemikaalihäviöt, alhaiset kokonaiskemikaalikulutukset valkaisussa sekä vähäiset jätevesipäästöt. Mitä enemmän kemikaaleja käytetään valkaisussa, sitä enemmän tulee jätevesipäästöjä. Massan pesussa lämmön talteenotolla parannetaan muiden prosessivaiheiden säätämistä ja hallintaa, ja käytetyt kemikaalitkin palautetaan kemikaalikiertoon. (2.)

Esimerkkinä kuvassa 2 on yksinkertainen vastavirtapesun periaatekuva, tarkalleen ottaen nelivaiheinen vastavirtapesusysteemi. Pesuneste kulkee vastavirtaan pestävään massaan nähden. Eri pesuvaiheet voivat sisältää erilaisia pesumenetelmiä. (2.)



KUVA 2. Nelivaiheinen vastavirtapesusysteemi (2)

2.3 Sulfaattisellun pesumenetelmiä

Sellun pesumenetelmiä ovat laimennus, sakeutus ja syrjäytys. Käytännössä kaikkia edellä mainittuja menetelmiä tapahtuu samanaikaisesti. (2.) Poistettavaa keittoliöntä on sellussa vapaana ja sidottuna. Kuituihin sekoittunut mustalipeä on vapaata nestettä, kun taas kuitujen sisälle ja pinnalle imeytynyt on sidottua nestettä. Vapaana oleva keittoliemi poistetaan massasta laimentamalla sitä pesunesteellä, saostamalla ja syrjäyttämällä. Sidotun keittoliemen poisto on haastavampaa, joten poistoon käytetään diffuusiota ja kapillaarivirtauksia. (6, s. 8.)

2.3.1 Syrjäytys

Syrjäytyspesulla tarkoitetaan tapahtumaa, jossa kuitumaton sisältämä neste syrjäytetään. Tämä tapahtuu, kun pesuneste työntää väkevämmän keittoliemen pois massakerroksesta mäntämäiseen tapaan. Edellytyksenä tälle pesumenetelmälle on, että syrjäytyvän ja syrjäyttävän nesteen välisessä rajapinnassa ei tapahdu sekoittumista. Jos sekoittumista ei ole, niin kaikki liuenneet väkevämät aineet pystytään poistamaan massakerroksesta. Käytännössä sekoittumista kuitenkin esiintyy. Pesunesteen epätasainen täyttö aiheuttaa myös sen, että syrjäytys ei ole tehokas kaikissa massakerroksen osissa. (7, s. 38–39.)

Parhaimman pesutuloksen saamiseksi pitäisi pesunesteen tiheyden olla syrjäytettävää lientä pienempi. Pesunesteen tiheyttä saadaan pienennettyä nostamalla nesteen lämpötilaa. Alhainen virtausnopeus myös parantaa syrjäytyspesutulosta, mutta haittapuolena se pienentää pesukapasiteettia. Onnistuneen pesun edellytyksenä on saada syrjäytettävä liemi erotettua mahdollisimman hyvin, ilman turhaa laimentamista. (6, s. 8.) Syrjäytettyä lientä kutsutaan heikkomustalipeäksi. Pesussa käytettyä nestettä kutsutaan pesulipeäksi.

2.3.2 Laimennus-sakeutus

Massaa laimennetaan ensin pesunesteellä, jonka jälkeen massa saostetaan korkeampaan sakeuteen. Näin saadaan massaan liuenneiden aineiden pitoisuutta laskettua. Kuituun ja kuitukimppuihin sitoutunut neste siirtyy ulkopuoliseen nesteeseen diffuusiolla. Kuidun sisä- ja ulkopuolen konsentraatioero määrää diffuusion nopeuden. Diffuusion aikaansaaminen edellyttää massan laimentamista puhtaammalla pesunesteellä, joka taas vähentää nesteen väkevyyttä massassa. (2.)

Laimennuksessa kuidut irtoavat toisistaan ja epäpuhtauksien uuttuminen kuidusta voimistuu. Laimennuksen jälkeen pyritään mahdollisimman pitkään viipymäaikaan ennen saostamista. Hyvä pesutulos sakeutuksen jälkeen riippuu laimennusnesteen väkevyydestä, määrästä ja massan kuiva-ainepitoisuudesta. (2.)

2.3.3 Diffuusio

Diffuusio toisin sanoen uuttuminen, on ilmiö, jossa kuidun ympärillä olevan nesteen ja kuidun sisällä olevan nesteen pitoisuuserot pyrkivät tasapainottumaan. Diffuusiota tapahtuu, kun kuitujen sisällä on likaisempaa nestettä kuin ulkopuolella. Kun massassa olevaa vapaata nestettä korvataan puhtaammalla pesunesteellä, muodostuu pitoisuusero. Kuidun sisällä oleva sitoutunut neste lähtee liimenemaan tasapainoon vapaan nesteen kanssa. Diffuusio on hidasta ja sen merkitys yksinään pesussa on vähäistä. (6, s.10.)

3 PESUN TUNNUSLUVUT

Pesulaitteiston tehokkuutta voidaan mitata erilaisilla parametreilla. Yleisesti käytettyjä parametreja ovat syrjäytyssuhde DR , pesusaanto Y ja Nordenin tehokkuustekijä E -arvo. Näillä parametreilla voidaan laskea erilaisten pesulaitteistojen kykyä poistaa epäpuhtauksia massasta ja pesunestemäärää.

3.1 E-arvo

Kuten todettu, pesulaitteiston tehokkuutta voidaan mitata erilaisilla tunnusluvulla eli parametreilla, joista yksiselitteisin on pesun tehokkuuskerroin eli E -arvo (Norden-luku). E -arvo kuvaa pesulaitteen tehokkuutta hyvin, koska se on heikosti riippuvainen käytetystä pesunestemäärästä tai pesunestesuhteesta. (3, s.695.) E -arvo on sarjaan kytkettyjen ideaalisten pesuvaiheiden lukumäärä. Kun E -arvo on 1, kyseessä on ideaalinen pesuvaihe, jossa sisään menevät massa ja pesuneste sekoittuvat täydellisesti sekä ulostulevat virrat ja ovat tasapainotilassa. E -arvon perusmuoto määritellään seuraavasti (kaava 1). (2.)

$$E = \frac{\ln \frac{L_0(x_0 - y_1)}{L_1(x_1 - y_2)}}{\ln \frac{V_2}{L_1}} \quad \text{KAAVA 1}$$

L_0 = syöttömassan mukana olevan nesteen määrä

L_1 = poistomassan mukana olevan nesteen määrä

V_2 = pesunesteen määrä

x_0 = pestävän aineen pitoisuus syöttömassassa

x_1 = pestävän aineen pitoisuus poistomassassa

y_1 = pestävän aineen pitoisuus suodoksessa

y_2 = pestävän aineen pitoisuus pesunesteessä

Useimmissa tapauksissa yllä mainittu ideaalinen pesu ei ole mahdollista. Siksi käytetään erilaisia E -arvon modifikaatioita. Nämä kuvaavat paremmin yksittäisen pesuvaiheen tai koko pesemön tehokkuutta. Eri tyyppisten pesulaitteiden E -arvoja ei pystytä suoraan vertaamaan toisiinsa, koska poistosakeuksissa voi

olla eroja. Tämän takia E-arvot on laskennallisesti muutettu samaan poistosakeuteen. Yleensä käytetään 10 %:n vakiosakeustasoa. Kaavassa 2 on esitetty E-arvon modifikaatio. (8, s. 16.)

$$E_{10} = \frac{\ln \frac{L_0(x_0 - y_1)}{L_1(x_1 - y_2)}}{\ln \left[\left(1 + \frac{DF}{9} \right) \right]} \quad \text{KAAVA 2}$$

Kaavan 2 nimittäjän sulkulausekkeessa oleva lukuarvo 9 saadaan seuraavasti:

$$E = \frac{100 - 10}{10} = 9 \quad \text{KAAVA 3}$$

Vastavirtapesussa olevien peräkkäisten pesulaitteiden yhteinen pesutehokkuus saadaan laskemalla yksittäisten pesulaitteiden E-arvot yhteen alla olevan kaavan 4 mukaisesti. (2.)

$$E = E_1 + E_2 + E + \dots + E_n \quad \text{KAAVA 4}$$

3.2 Laimennuskerroin DF

Laimennustekijä DF on eräs optimoitava prosessisuure. Se kertoo, paljonko pesussa käytetään pesunestettä kuivaa massatonna kohti (kaava 5). Pesuveiden määrä on tärkein pesuprosessin ohjaussuure. Mikäli vettä lisätään liian vähän, pesuteho laskee. Jos taas vettä lisätään liikaa, tulevat haihduttamon kapasiteetti ja kustannukset rajoittaviksi tekijöiksi. (2.)

$$DF = V_2 - L_1 \quad \text{KAAVA 5}$$

DF = laimennuskerroin

V_2 = pesunesteen määrä

L_1 = poistomassan mukana oleva nesteen määrä

3.3 Pesusaanto Y

Pesusaanto Y (kaava 7) ilmaisee suodoksen mukana poistuvien liuenneiden aineiden suhdetta pesemättömän sellun mukana tulleisiin aineisiin eli sitä, kuinka suuri osa syöttömassan sisältämästä epäpuhtausmäärästä on saatu poistet-

tua. Pesutuloksen riippuessa sakeuksista eri sakeuksissa toimivien laitteiden pesusaantoja ei tulisi verrata keskenään. (2.)

$$Y = 1 - \frac{L_2 * x_2}{L_1 * x_1} \quad \text{KAAVA 7}$$

Y = pesusaanto

L_1 = syöttömassan mukana oleva nesteen määrä

L_2 = poistuvassa massassa olevan nesteen määrä

x_1 = pestävän aineen pitoisuus syöttömassassa

x_2 = pestävän aineen pitoisuus poistomassassa

3.4 Syrjäytysuhde DR

Syrjäytysuhdeella DR tarkoitetaan todellisen poistetun epäpuhtausmäärän suhdetta siihen määrään, joka teoriassa olisi mahdollista poistaa. Syrjäytysuhdeessa määritellään todellisen ja poistettavissa olevan aineen määrä. Syrjäytysuhdeessa huomioidaan laimennuskerroin ja ulosmenevän massan sakeus. Vertailtaessa eri pesulaitteita laimennuskerroin pitää muuttaa laskennallisesti vastaamaan samaa ulosmenosakeutta. Kaava 8 on syrjäytysuhde DR kaava. (2.)

$$DR = \frac{x_1 - x_2}{x_1 - x_3} \quad \text{KAAVA 8}$$

DR = syrjäytysuhde

x_1 = pestävän aineen pitoisuus syöttömassassa

x_2 = pestävän aineen pitoisuus poistomassassa

x_3 = pestävän aineen pitoisuus pesunesteessä

3.5 Pesuhäviö

Pesutehokkuutta ilmaistaan pesuhäviöllä. Pesuhäviö ilmaistaan pestyn massan sisältämien ainesosien määrällä. Nämä epäpuhtaudet ovat peräisin joko keitosta tai happidelignifioinnista. Pesutehokkuuden mittaamiseksi on kaksi menetelmää, COD- ja natriumpesuhäviö. (7, s. 58.)

Natriumpesuhäviö ilmaisee natriumpohjaisissa keittomenetelmissä pestyn massan mukana poistuvan natriumin määrää. Tämä menetelmä ei kuitenkaan ota huomioon massan sisältämän orgaanisen aineen määrää eikä myöskään muiden epäorgaanisten ainesosien määrää. Tarkemman kuvan pesuhäviöstä antaa COD-menetelmä eli kemiallinen hapen kulutus, joka kuvaa paremmin massaan jääneen orgaanisen aineen määrän. (7, s. 58.)

3.5.1 Natriumpesuhäviö

Natriumpesuhäviö ilmoittaa pesemöltä massan mukana poistuvan natriumin määrän yksikössä $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{Bdt}$ eli tonni absoluuttisen kuivaa sellua. Pesuhäviö-analyysissä mitataan massasta erotetusta nesteestä natriumpitoisuus liekkifotometrillä ja muutetaan saatu tulos laskennallisesti vastaavaksi määräksi natriumsulfaattia. Koska natriumpesuhäviö ei ota huomioon ligniiniä ja muita orgaanisia aineksia, joita massaan on keittovaiheessa liuennut ja pesusta jäänyt, se nostaa valkaisukemikaalien kulutusta merkittävästi. Lisäksi natriumin käyttöä pesuhäviön mittana vaikeuttaa sen kyky absorboitua selluloosan ja muiden isojen molekyylien pinnalle. Tämä vaikuttaa suuresti saatuun pesuhäviöön eli mitattuun natriumin määrään. (7, s. 58–59.)

3.5.2 COD-pesuhäviö

COD eli kemiallinen hapenkulutus ilmaisee valkaisukemikaaleja kuluttavien orgaanisten aineiden määrän massassa. COD-pesuhäviö ilmoittaa siis sen happimäärän, joka kuluu hapetettaessa kaikki näytteessä olevat orgaaniset yhdisteet epäorgaanisiksi. Lukema ilmoittaa siten hapettuvien yhdisteiden kokonaismäärän. (7, s. 59–61.) Kuten edellä on todettu, se ilmoittaa natriumpesuhäviötä paremmin ympäristöä kuormittavien valkaisukemikaaleja kuluttavien yhdisteiden määrän. COD-pesuhäviö ilmoitetaan yksikössä kg COD/t abs. COD-analyysi tehdään laboratoriossa, jossa massanäytteestä erotettuun yhdisteeseen lisätään hapettavaa kemikaalia ja mitataan sen kulutus. (8, s. 17.)

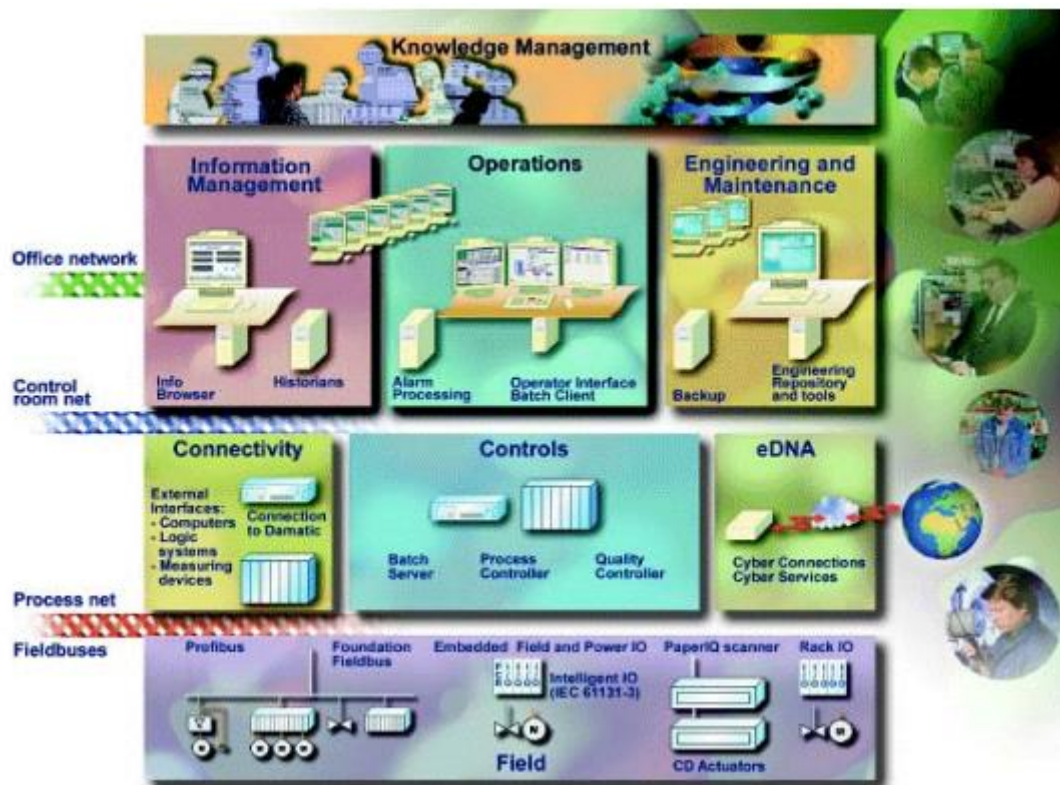
Kemiallisen hapen kulutuksen käyttö pesutehokkuuden kriteerinä on yleistynyt. Kuitenkin CODin heikkoudeksi on osoitettu mittauksen huono toistettavuus. Koetuloksiin vaikuttavat näytteen suodattaminen, varastointiajan lämpötila ja pH

sekä näytteen sakeus. Tulos on riippuvainen näytteenoton ja analyysin välisestä varastointiajasta eli uutumisilmiöstä. Pitkän varastointiajan aiheuttama uutuminen nostaa näytteen kemiallista hapenkulutusta. On myös esitetty, että COD-pesuhäviötä ei tulisi käyttää pesulaitteistojen pesutehokkuuksien väliseen vertailuun, koska orgaanisen aineksen määrä vaihtelee sellukohtaisesti. (7, s. 60.)

4 METSO DNA

MetsoDNA, joka nykyään tunnetaan nimellä ValmetDNA, on kokonaisvaltainen automaatiojärjestelmä, joka voi kattaa muun muassa prosessinohjaukset, laiteohjaukset, moottoriohjaukset, laadunvalvonnan ja raportoinnin.

MetsoDNA-järjestelmä on käyttäjää tukeva dynaaminen sovellusverkko prosessiautomaatiossa. Se perustuu tietämyksen ja informaation vapaaseen verkottamiseen, sulautettuihin kenttäohjauksiin ja ohjausautomaatiikkaan. MetsoDNA yhdistää automaatio- ja informaationhallinnat yhdeksi verkoksi. MetsoDNA on luotu aktiviteeteistä, jotka koostuvat puolestaan toisiinsa liittyvistä verkkotoiminnoista. Aktiviteetit voivat ulottua koko verkkoon tai pelkästään yhteen laitteiston osaan. (9, s. 29–30.) Aktiviteetit esitetään kuvassa 3.



KUVA 3. Verkkotoiminnoista koostuvat MetsoDNA:n aktiviteetit (9, s. 30)

Tietämyksenhallinta-aktiiviteetti (Knowledge Management) tuo yrityksen tietämyksen jokaisen käyttäjän saataville ja tarjoaa yritykselle tarvittavat työkalut sovellusverkon laajentamiseen tehokkaaksi päätöstukijärjestelmäksi (9, s. 31).

Informaationhallinta-aktiiviteetti (Information Management) koostuu prosessi-, hälytys- ja panosohjausten historiatietokannoista, joissa olevia tietoja raportointi- ja analysointityökalut hyödyntävät (9, s. 31.)

Operointiaktiiviteetti (Operations) sisältää prosessin käyttöliittymät, hälytyskäsittelet sekä integroidun tietämyksen- ja informaationhallinnan. (9, s. 31.)

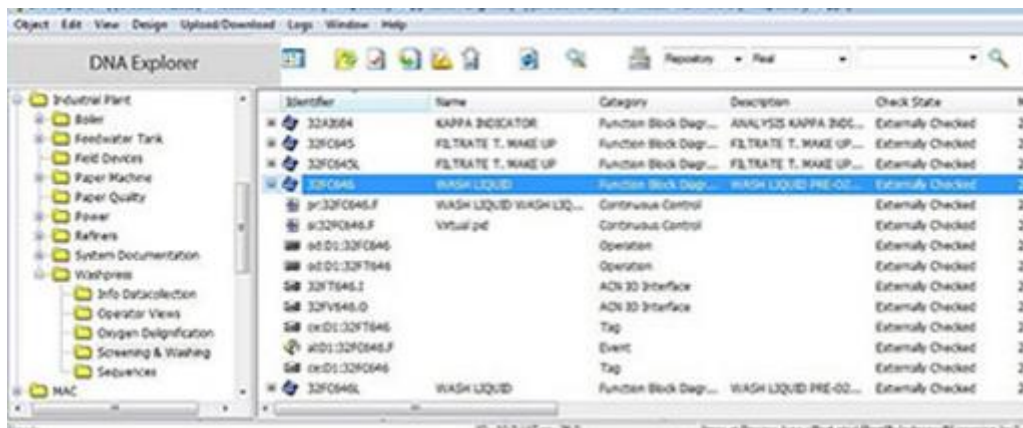
Kenttäaktiiviteetti sisältää kehikko-I/O:n, sulautetun kenttä- ja moottori-I/O:n sekä standardit kenttäväyläliittymät, kuten Foundation Fieldbus ja Profibus. (9, s. 32.)

Säätöaktiiviteetti (Controls) koostuu prosessienohjauksista, laatusäädöistä, koneohjauksista ja käyttöjen ohjauksista. Tämä aktiiviteetti kattaa kaikki ohjaustoimintojen tasot peruspiirien ja konelogiikan hallinnasta edistyneisiin laadunoptimointitoimintoihin. (9, s. 31–32.)

Liityntäaktiiviteetti (Connectivity) tarjoaa ulkoiset liittymät esimerkiksi tietokoneisiin, logiikkajärjestelmiin, erityismittalaitteisiin ja muihin ulkoisiin järjestelmiin. (9, s. 32.)

Suunnittelu- ja ylläpitoaktiiviteetti (Engineering and Maintenance) sisältää suunnittelutietojen tietokannan ja aktiiviteettien suunnitteluun ja muuttamiseen tarkoitettuja työkaluja, esimerkiksi FbCAD-ohjelmat, joilla suunnitellaan ja ylläpidetään prosessiautomaation toimilohkokaavioita. (9, s. 32.)

Tehtaan tuotantotekijöiden hallinta-aktiiviteetti sisältää työkaluja tehtaan tuotantotekijöiden hallintaan sen elinkaaren ajaksi. MetsoDNA-järjestelmässä DNA Explorer on tämän aktiiviteetin työkalu suunnitteluun, ylläpitoon sekä verkkohierarkian hallintaan. Kuvassa 4 on DNA Explorer-näkymä. (9.)



KUVA 4. DNA Explorer-näkymä

eDNA:n avulla huoltohenkilökunta toimittaa online-tukea ja elinkaaripalveluita verkon kautta. MetsoDNA:n operointiaktiviteetin linkeistä ja painikkeista päästään tietämyksenhallintatoimintoihin, kuten toimintakuvauksiin ja niihin liittyviin muokattaviin vikatilanneohjeisiin, manuaaleihin, käyttöohjeisiin, päiväkirjaan ja muihin työkaluihin, joiden avulla voidaan varastoida suunnittelu- ja kokemuspohjaista tietämystä. (9, s. 32.)

5 TOIMINTAKUVAUS

Toimintakuvaus on sanallinen kuvaus ohjelmiston tai laitteiston toiminnasta. Piirikohtaisella toimintakuvauksella tarkoitetaan yhden piirin sanallista kuvausta kyseisen piirin laitteiston ja ohjelmiston toiminnasta. Toimintakuvauksia voidaan käyttää apuna perussuunnittelussa, automaatiojärjestelmän sovellus-suunnittelussa, laitoksen operoinnissa sekä laitoksen kunnossapidossa. (10, s.24.)

5.1 Toimintakuvauksen sisältö

Toimintakuvausten avulla siirretään automaation suunnitteluvaiheessa syntynyt tieto eteenpäin operaattoreille ja kunnossapitohenkilöstölle. Toimintakuvaukset ovat hyödyksi muun muassa poikkeustilanteissa, ajojen suunnittelussa ja päätöksenteossa. Operaattoreiden työssä toimintakuvausten merkitys korostuu hälytyksien jälkeisissä vika- ja poikkeustilanteissa. Selkeiden toimintakuvausten avulla voidaan tunnistaa ja selvittää vikatilanteiden syitä. (10, s. 24.)

Käyttökelpoisessa toimintakuvauksessa järjestelmän tai piirin toiminnot on kuvattu riittävän tarkasti ja selkeästi. Toimintakuvausta voidaan selkeyttää liittämällä siihen tarvittava toimintakaavio. Tämä pätee myös toisinpäin eli kaavioiden ymmärtämistä voidaan helpottaa sanallisella toimintakuvauksella. Toimintakuvausten merkitys on suuri turvallisuuteen liittyvien järjestelmien, lukitustilanteiden, vikatilanteiden sekä ylös- ja alasajojen hallinnassa.

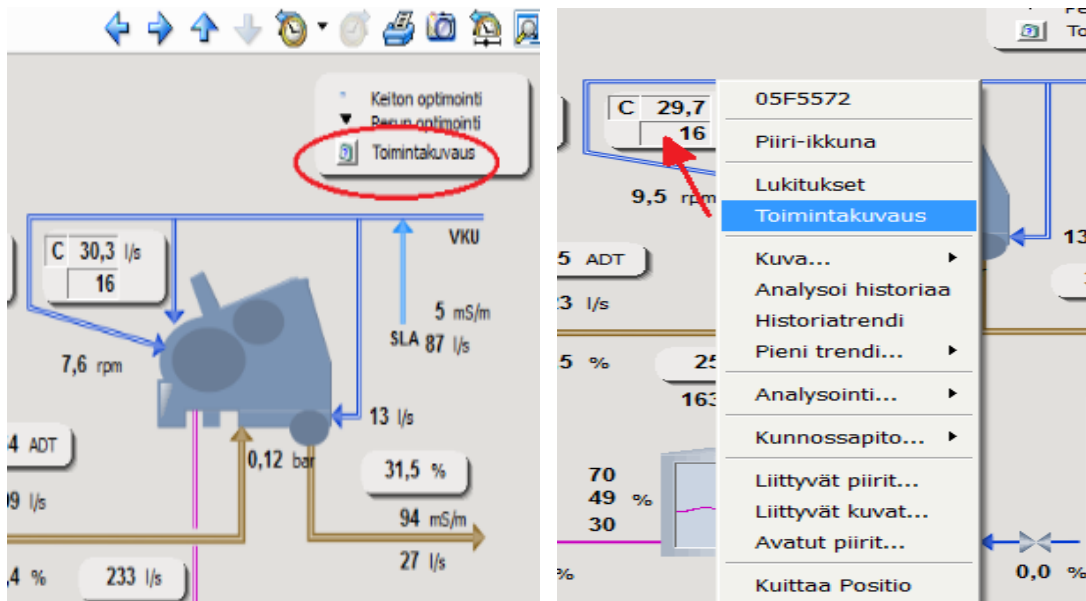
Toimintakuvauksissa on kiinnitettävä huomiota, mihin asentoihin järjestelmät, laitteet ja venttiilit ajetaan. Toimintakuvauksen on sisällettävä lukitusehdot, hälytysrajat, loogisen tiedon merkitys ja säätimen toimisuunta. Toimintakuvauksia voidaan esittää tulostettuina tai sähköisinä tekstidokumentteina.

Toimintakuvaus pitää sisällään muun muassa

- hälytykset
- häiriöohjeet
- lukitukset
- toiminnan

- kytkennät muihin piireihin ja positioihin
- tiedot mitä piiri lähettää eteenpäin
- muiden piirien vaikutukset
- automaation merkityksen piirissä
- muut kommentit
- muutoshistoriaa.

Napsauttamalla sellutehtaalla pesulinjan MetsoDNA:n ylätason näytöltä toimintakuvaus kohdetta saadaan auki esimerkiksi pesulaitteen ylätason toimintakuvaus suoraan näytölle erilliseen ikkunaan. Nämä pesulaitekohtaiset ylätason toimintakuvaukset sisältävät tietoa sanallisessa muodossa kyseisen pesulaitteen säädöistä ja toiminnasta. Samalla tapaan aukeavat pesulinjan näytöllä perustason piirikohtaisten säätöpiirien ja ylätason, kuten pinta- ja laimennuskerroinsäätimien, toimintakuvaukset. Kuvassa 5 esitellään polkuja avautuviin toimintakuvauksiin.



KUVA 5. Pesupuristimen DNA-näytöltä avautuvia toimintakuvauksia

5.2 Valvonta, lukitukset ja suojaukset

Jotta sellun pesuprosessi toimii turvallisessa ja luotettavassa tilassa, on automaatiojärjestelmänkin toimittava samoin. Siksi automaation toiminnallisuuteen

on suunniteltu lukitukset, suojaukset, valvonta sekä valvontaan olennaisesti liittyvät hälytykset.

Valvonnalla tarkoitetaan prosessin ja laitteiden tilojen seuraamista mittausvies-tien avulla, onko arvot turvallisissa rajoissa. Eri laitepositioille voidaan määrätä hälytysrajat, jotka ilmoitetaan operaattoreille hälytyksenä. Hälytys käynnistää lukitus- ja suojaustoiminnot.

Suojauksilla pyritään varmistamaan pesuprosessin turvallisuus ja estetään mahdollisia laitevaurioita. Suojauksien tarkoitus on pysäyttää prosessilaitteita sekä ohjata sulkutoimilaitteita vaaratilanteen sattuessa, jotta ohjattava kohde saatetaan turvalliseen tilaan. Suojauksen pitää toimia riippumatta mahdollisesta lukituksesta tai uusista ohjauksista. Suojaukset aktivoituvat asetettujen mittauk-sien raja-arvojen ylityksistä tai binäärianturien signaaleista. (11, s. 15.)

Lukituksilla tarkoitetaan vaaraa aiheuttavan toimenpiteen estoa. Lukituksilla estetään automaatiota käynnistämästä tai ohjaamasta laitteita väärissä tilan-teissa. Tiettyjen lukitusehtojen täytyessä prosessin tai laitteen toiminta lukitaan ennalta määrättyyn tilaan, esimerkiksi estetään venttiilin avaaminen tai pumpun pysäyttäminen sekä käynnistäminen vaaratilanteissa. Lukituksen täytyy toimia myös käsiohjaustilanteissa. (11, s.15.)

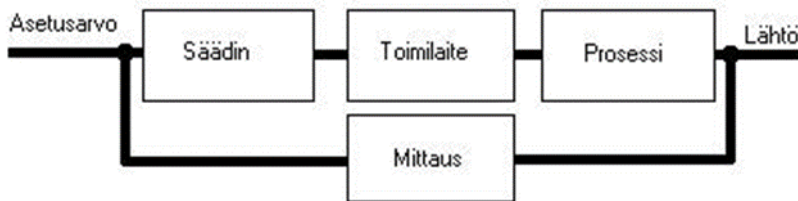
5.3 Mittaukset, säädöt ja ohjaukset

Mittausten avulla saadaan tietoa prosessilaitteiden toiminnasta sekä prosessin tilasta. Mittaustietojen tulee olla riittävän tarkkoja ja yksikäsitteisiä, että niitä pys-tytään hyödyntämään prosessin ohjauksessa. Instrumentointi käsittää mittauk-seen ja ohjaukseen liittyvät laitteet. (12.) Sellutehtaan ja pesuprosessin tyypilli-siä mittauksia ovat paineen, virtauksen ja lämpötilan mittaaminen. Lisäksi pro-cessin eri vaiheissa suoritetaan käytön ja ohjauksen kannalta tärkeitä analyyse-ja, kuten johtokyky- ja pH-analyyseja. Nämä voivat olla joko jatkuvatoimisia tai näytteenottoon perustuvia.

Säädöllä automaatiossa tarkoitetaan takaisinkytkettyä menetelmää, jossa koh-teena oleva prosessi pyritään pitämään mahdollisimman tarkasti halutussa ti-

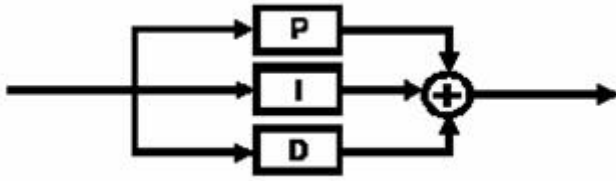
lassa häiriöistä huolimatta. Säättöpiirissä tavoitteena on tilanne, jossa säädettävä suure vastaisi mahdollisimman hyvin haluttua arvoa eli asetusrvoa. (12.)

Säättöpiiri muodostuu säädettävästä prosessista toimilaitteineen, mittausanturista ja lähettimestä sekä säätimestä. Säädin ohjaa toimilaitetta tyypillisesti analogiamuotoisena (standardi) virtaviestillä 4–20mA. Toimilaite (hydraulinen, pneumaattinen, mekaaninen tai sähköinen) vaikuttaa prosessin suureisiin eli lämpötilaan, pinnankorkeuteen, pyörimisnopeuteen, pitoisuuteen, paineeseen, jännitteeseen jne. ja usein vielä samanaikaisesti moneen eri suureeseen. Säädettävä suure mitataan, ja mittausviesti kytketään takaisin säätimelle, jossa sitä verrataan käyttäjän tai jonkin toisen säätimen antamaan asetusrvoon. Säädin laskee erosuureen perusteella ohjauksen toimilaitteelle. Usein säättöpiiri kuvataan alla olevan kuvan 6 mukaisesti. (12.)



KUVA 6. Suljetun säättöpiirin lohkoavioesitys (12)

PID-säädin (Proportional-Integral-Derivate) on teollisuuden yleisimmin käytetty säädin. PID- säätimen rakenne on esitetty kuvassa 7. Yksinkertaisesta rakenteestaan huolimatta säädin toimii hyvin myös piireissä, joissa vaikuttaa useita häiriö- ja epävarmuustekijöitä. PID-säädin laskee ohjauksen kolmen eri osan summasta, kun säätimen tulona on erosuure. Tarvittaessa toimilaitteelle menevään signaaliin summataan myötäkytkentä tai bias-termi, joka merkitsee nollasta poikkeavaa vakiotasoa. Teollisuuden sovelluksissa säätimiksi valitaan lähes poikkeuksetta PID-säädin, jonka yksinkertainen rakenne mahdollistaa helpon ja edullisesti hallittavan toteutuksen ja ylläpidon. (12.)



KUVA 7. PID-säätimen signaalit ja periaatteellinen rakenne (12)

Ohjauksilla tarkoitetaan niitä yksittäisiä toimenpiteitä, jotka automaatio tai operaattori käynnistää tai valvoo. Ohjaus eroaa säädöstä siten, että ohjauksessa ei ole takaisinkytkentää automaatiojärjestelmässä. Ohjauksessa jokin prosessin tai laitteen tilaan vaikuttava tekijä, esimerkiksi venttiilin asento tai anturin rajakytkin, käynnistää ohjauksen, jossa prosessi tai laite ohjataan uuteen arvoon. Yksittäisohjaus käsittää yhden toimilaitteen ohjauksen. Sekvenssit ovat askeltavia ohjauksia, joilla suoritetaan samaan kokonaisuuteen kuuluvien useampien laitteiden ohjaus ja säädöt tietyssä järjestyksessä. Yleisimpiä sekvenssi-ohjauksia ovat muun muassa käynnistys- ja pysäytyssovellukset. (12.)

6 OULUN PESULINJAN LAITTEISTOT

Tässä luvussa tarkastellaan yksityiskohtaisesti Oulun sellutehtaan pesulinjalla olevia pesulaitteita. Säteispesuri 1 on ensimmäinen pesulaite linjalla ja viimeisenä ennen valkaisua on pesupuristin.

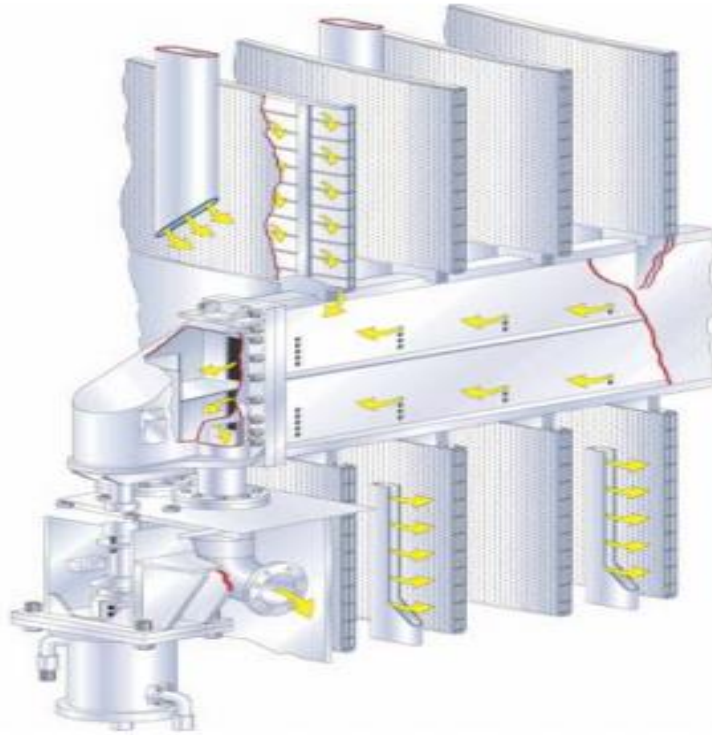
6.1 Säteispesuri 1:n rakenne ja toiminta

Vuopesurilla tarkoitetaan heti keittimen jälkeistä pesua. Massa johdetaan keittimen puskuputkesta suoraan vuopesurille ja näin ollen estetään kaasujen ulospääsy sekä saadaan täysin suljettu systeemi. Tämän etuna on se, että vältetään vaahtoaminen ja pahanhajuiset kaasut. Yleisin käytössä oleva vuopesuri on atmosfäärinen pesudiffusööri. (6, s. 16.) Nykyisin pesudiffusöörejä valmistetaan kolmea eri tyyppiä, yksivaiheisia pesureita yhdellä tai kahdella sihtipaketilla ja kaksivaiheisia pesureita kaksoissihtipaketilla. Oulun sellutehtaalla on käytössä jatkuvatoiminen 2-vaihepesudiffusööri eli säteispesuri 1.

Pesudiffusööri toimii nimensä mukaan atmosfäärissä paineessa ja sen pääperiaate on syrjäytyspesu. Hyvä pesutulos saavutetaan korkean pesulämpötilan, pitkän viiveajan, hyvän syrjäytyksen ja ilmatiiviiden olosuhteiden ansiosta.

Jatkuvatoimisessa diffusööripesurissa massaa pestään pesulipeällä. Pesuri koostuu sihtiyksiköistä, poistokaavarista nesteenjakoalaitteineen ja suuttimineen sekä kartiomaisesta massan sisääntulosta pesurin pohjalla. Tämän lisäksi ylhäällä on kaavarin käyttölaitteisto ja hydraulijärjestelmä, joka koostuu hydrauliliikka-asemasta, hydraulisylintereistä sekä säätöyksiköstä. (13.)

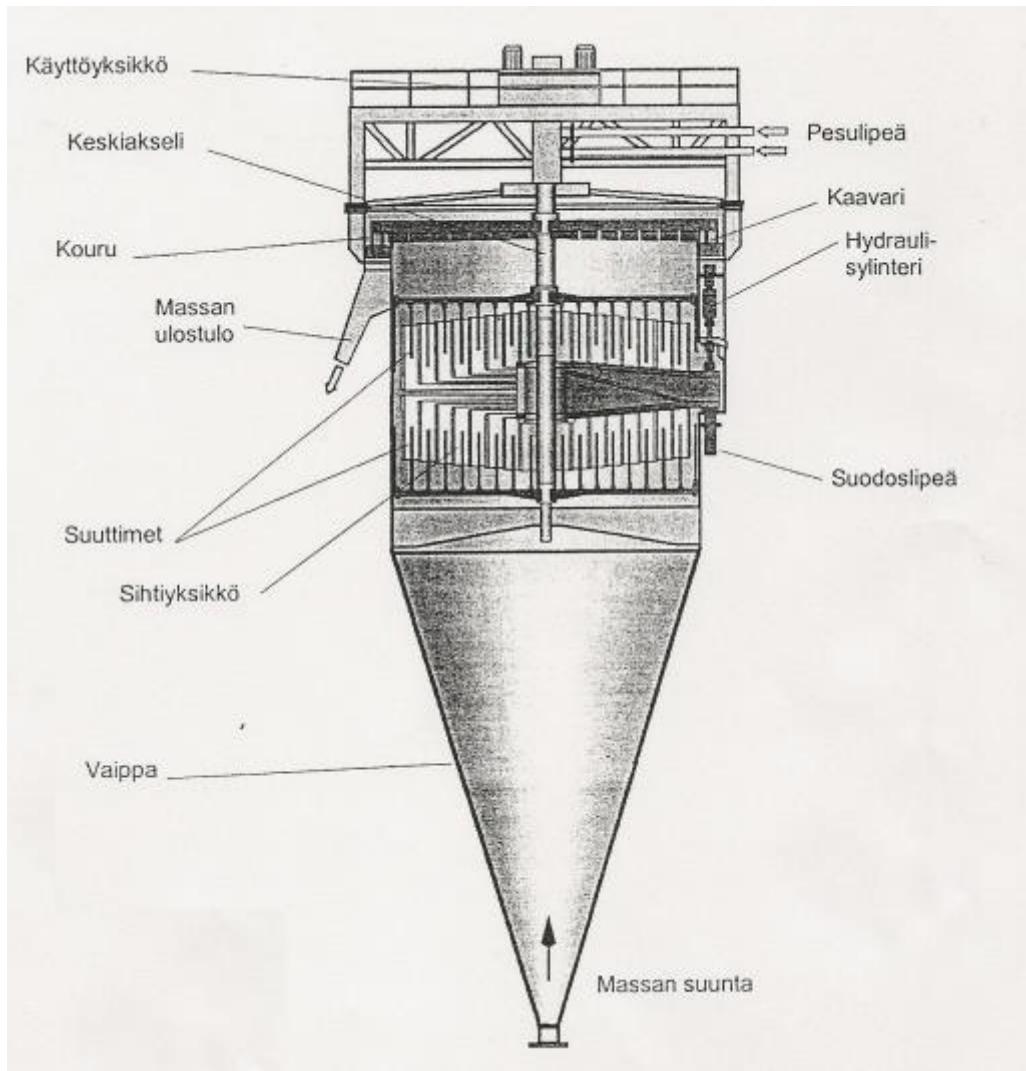
Kaksivaiheiseen diffusööriin tuleva n. 10 %:n sakeudessa oleva massa johdetaan sen kartiomaiseen pohjaan. Massa virtaa pohjaosasta ylöspäin sihtirenkaiden väliin, jossa massaa pestään. Puhtaampi pesuneste pesee ensin toisessa vaiheessa olevan puhtaamman massan. Toisesta vaiheesta saatava suodos johdetaan välisäiliöön, josta suodos jatkaa edelleen ensimmäisen vaiheen likaisemman massan pesuun. Kuvassa 8 esitetty diffusöörin toiminta. (13.)



KUVA 8. Atmosfäärisen diffusöörin toiminta (2)

Kuvassa 9 on esitetty kaksivaiheisen diffusööripesurin rakenne. Siinä jokaisen sihtirenkaan välissä on suutin, joka on kiinnitetty pyöriviin varsiin. Pesuneste johdetaan massaan sihtirenkaita kiertävistä suuttimista. Syrjäytetty neste poistuu sihtirenkaiden läpi suodossäiliöön. Pesty massa poistetaan diffusöörin yläpäässä pyörivän kaavarin avulla. Massa putoaa poistoputkeen ja sieltä massan välisäiliöön. (2.)

Massan pesu kestää pesuvyöhykkeessä noin 7 minuuttia. Sihtipakettia liikutetaan ylös ja alas hydraulisin sylinterein. Pesun aikana sihtipaketti liikkuu hitaasti ylöspäin noin 20 cm. Tämä tapahtuu hieman massan liikettä nopeammin. (6, s. 13.) Yläasennossa nesteen poisto sulkeutuu hetkeksi, minkä jälkeen sihtipaketti laskeutuu nopeasti alaspäin ja samalla suoritetaan takahuhtelu. Takahuhtelussa nestettä johdetaan paineella sihtin reikien läpi, minkä avulla sihtirenkaat saadaan puhdistettua. (2.)



KUVA 9. Kvaerner 2-vaihe diffusööripesuri (13)

6.2 Imurumpusuotimen rakenne ja toiminta

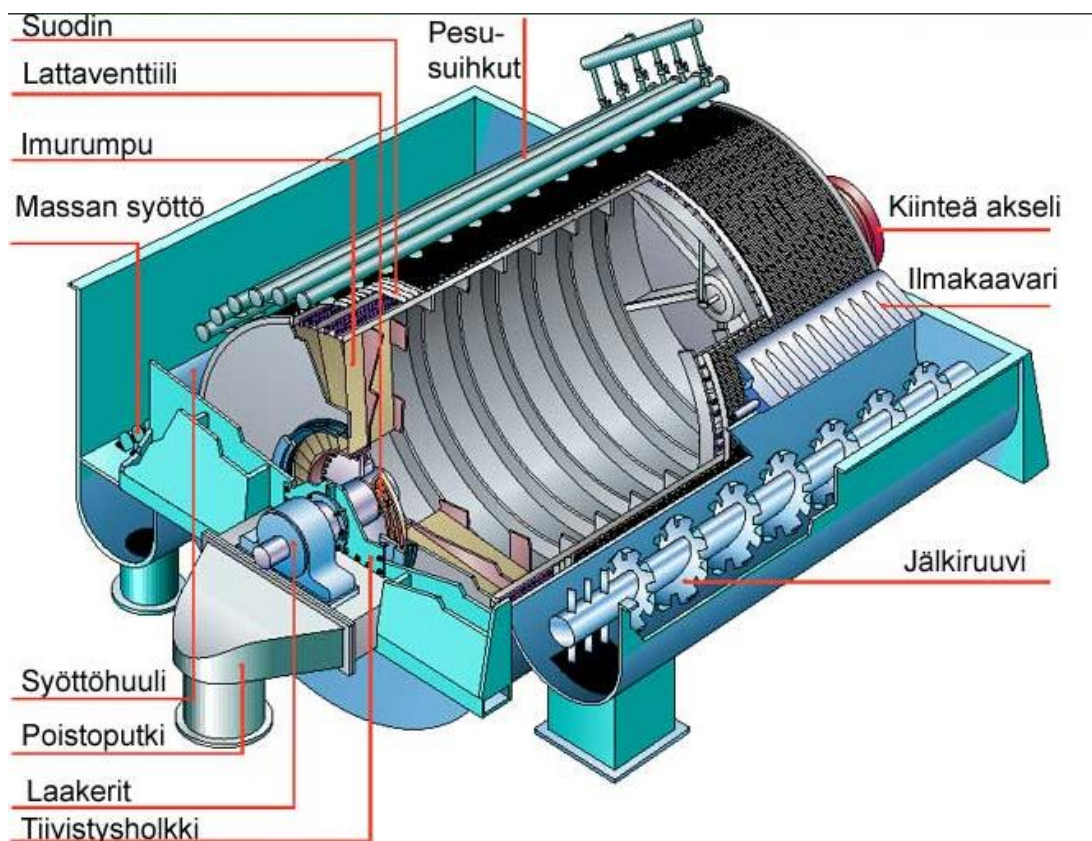
Rumpusuotimet voidaan jakaa eri tyyppeihin sen mukaan, miten massa suotautetaan pyörivän rummun pinnalle. Rummun sisäosan paineen ollessa alhaisempi kuin ilmanpaine puhutaan imurumpusuotimesta. Paineellisessa rumpusuotimessa ulkoinen ilmanpaine on suurempi. Imurumpusuotimia käytetään ruskean massan pesussa, happivaiheen pesussa, valkaisuun pesuissa ja lajittelun jälkeisessä pesussa. (2.)

Oulun sellutehtaalla on käytössä kaksi rinnakkain toimivaa imurumpusuodinta. Suotimet sijaitsevat kuitulinjassa lajittamossa ennen happidelignifiointivaihetta.

Pesusuotimesta käytetään myös nimitystä saostin. Koska pesureita on kaksi rinnakkain, sanotaan niitä Oulun sellutehtaalla kaksosiksi.

Suotimen toiminta on seuraava: Imurumpusuotimelle ajettavaa massaa laimennetaan ja massa saostuu viiralla päällystetyn rummun pinnalle muodostaen massarainan, jonka sakeus nousee 12–15 %:iin. Tämä tapahtuu rummun sisällä olevan alipaineen ansiosta. (3, s. 688.) Lisäksi rummun pinnassa olevalle massarainalle suihkutetaan mahdollisimman tasaisesti lämmintä pesunestettä, joka syrjäyttää massan sisältämän nesteen rummun sisälle. Imurumpusuotimella tapahtuu siis sekä syrjäytyspesua että laimennus-sakeutuspesua. (2.)

Kuvassa 10 on erään imurumpusuotimen rakenne, joka vastaa lähestulkoon Oulun sellutehtaalla olevia suotimia.



KUVA 10. Imurumpusuotimen rakenne (2)

Imurumpusuotimen altaaseen massaa syötetään noin 1 %:n sakeudessa. Pyörivän rummun läpi menevä suodos johdetaan suotimesta alaspäin lähtevään

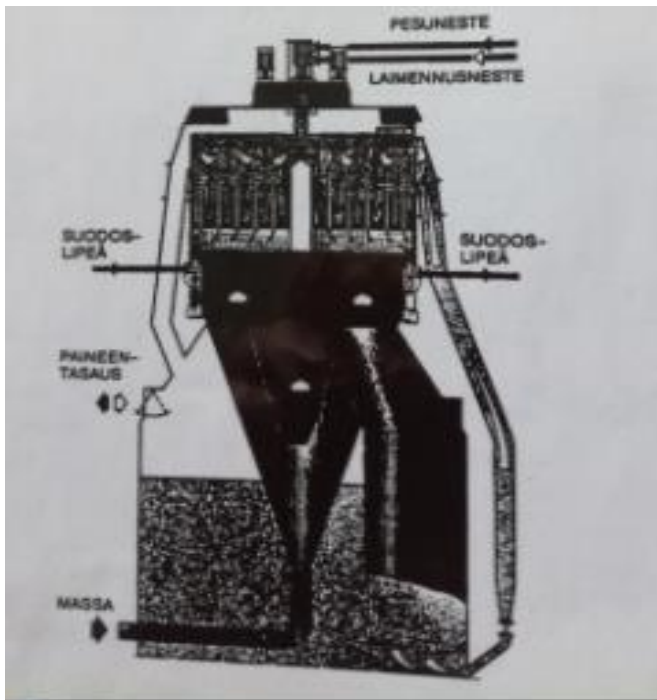
putkeen eli imujalkaan, jossa suodosvirtaus saa aikaan imun. Imun eli vallitsevan paine-eron vaikutuksesta suodos ajautuu rumpun sisään suodostilaan ja massa saostuu rumpun pinnalla olevalle viiralle. Pyöriessään rumpu vie saostetun massa pesusuihkujen alitse kuivausvyöhykkeeseen. Mitä enemmän pesusuihkuja on käytössä, sitä parempi pesotehokkuus saadaan. Massa poistetaan viiralta ilmakaavarilla, josta se putoaa repijärjuville. Repijärjuvi hajottaa massaradan ja massa johdetaan pudotusputken kautta seuraavaan pesuvaiheeseen. (2.)

6.3 Säteispesuri 2:n ja välipesurin rakenne ja toiminta

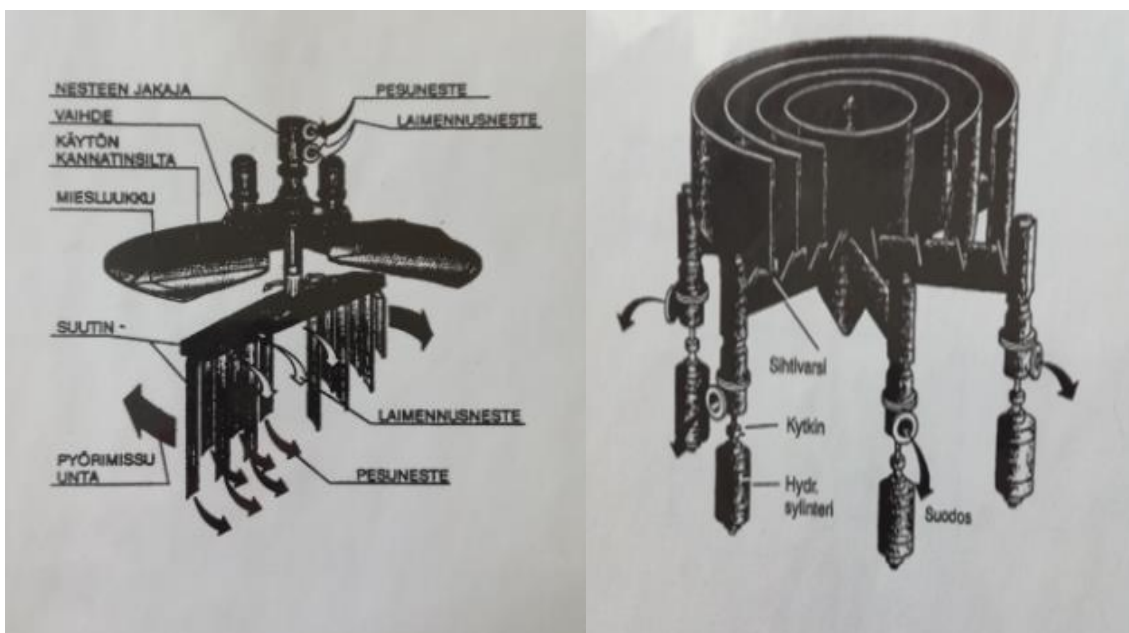
Vuodiffusööriä eli säteispesuri 2:ta käytetään Oulun sellutehtaalla massan pesuun happivaiheessa, tarkemmin ottaen happireaktorin jälkeen. Tässä vaiheessa massa on mahdollista laimentaa 5 %:n sakeuteen seuraavaa pesupuristinta varten. Koko järjestelmä on täysin suljettu, eikä ilma joudu kosketuksiin massan kanssa. Tämä vähentää vaahdonmuodostumista ja mahdollistaa ympäristön saastumisen vähenemisen sekä sallii tehokkaamman lipeän eli pesunesteen kierrätyksen ja uudelleen käytön. Säteispesuri 2 on 1-vaihediffusööri eli se sisältää vain yhden sihtipaketin. (14.)

Pesulinjassa välipesuri sijaitsee myös happivaiheessa kaksoissuotimen ja säteispesuri 2:n välissä. Periaatteeltaan välipesuri on samanlainen kuin säteispesuri 2 paineentasaussäiliöineen. Eroavaisuuksia on lähinnä hydraulikassa. (15.)

Säteispesuri 2 eroaa siis säteispesuri 1:stä sihtipaketti määrältään ja välipesuri on säteispesuri 2:n kaltainen syrjäytyspesua käyttävä pesulaite. Kuvissa 11 ja 12 esitetään pesulaitteistojen rakennetta. Kuvassa 11 on 1-vaihediffusööri eli säteispesuri 2 ja kuvassa 12 on esitetty sen poistokaavarin ja sihdin rakennetta.



KUVA 11. 1-vaihediffusööri (säteipesuri 2) rakenne (14)



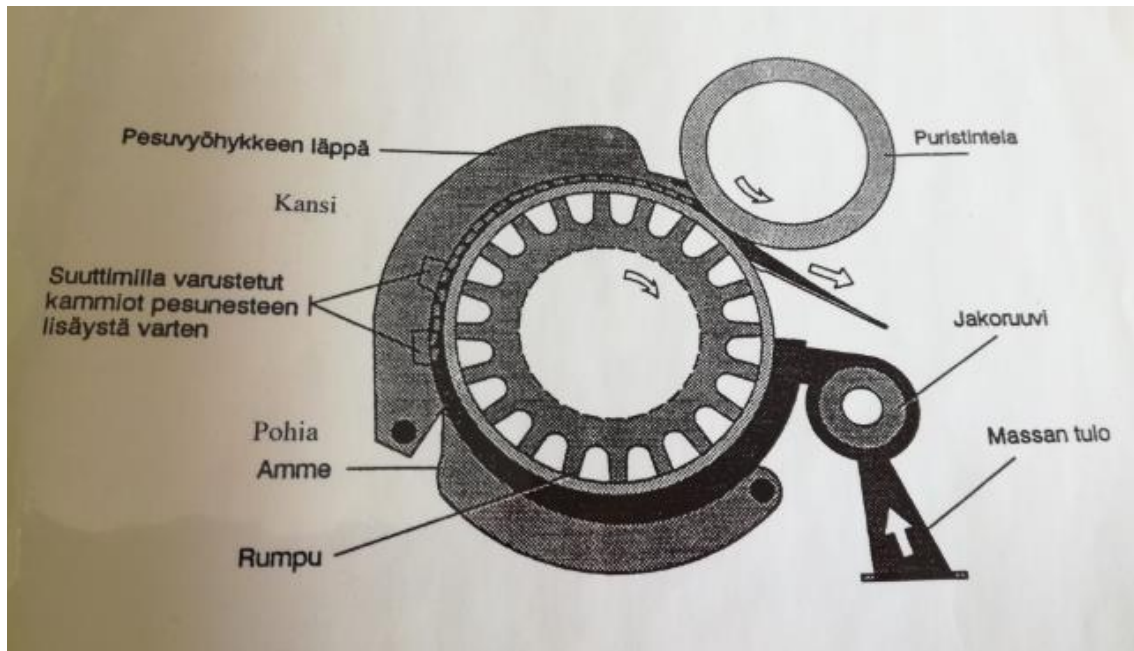
KUVA 12. Säteipesuri 2 poistokaavarin ja sihdin rakenne (14)

6.4 Pesupuristimen rakenne ja toiminta

Pesupuristimia käytetään nykyään ruskean massan sekä valkaisuvaiheen pesuissa. Puristin-pesuun voidaan käyttää useita eri puristintyypppejä, kuten ruuvi-puristimia, levy-puristimia, rumpu- ja telapuristimia sekä suotopuristimia. Pesupuristimessa tapahtuu vedenpoistoa, syrjäytystä ja puristusta. (16.) Pesupuristin soveltuu hyvin käytettäväksi erilaisten prosessivaiheiden välillä, esimerkiksi valkaisuvaiheiden välisissä pesuissa, koska massa puristetaan suhteellisen korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen. (2.)

Pesupuristimen tarvitsema vähäinen pesuveden tarve ja pienet jätevesimäärät mahdollistavat helpon sakeuden säädön seuraavissa vaiheissa. (2.) Etuina on pieni tilantarve, tyhjiölaitteiden tarpeettomuus, vähäiset vaahto-ongelmat sekä se, että ilmaa ei sekoitu pesun aikana selluun. Haittoina on kuitenkin pieni kapasiteetti ja suuret hankintakustannukset. (6, s. 35.) Oulun sellutehtaalla pesupuristin on happivaiheen viimeinen pesulaite ennen valkaisua.

Pesupuristin on pääasiassa laimennus-sakeutuspesuri. Puristinpesussa käytetään hyväksi sitä pesuvaikutusta, joka saadaan aikaan toistuvilla laimennuksilla ja sakeutuksilla. Korkea puristusaine vaikuttaa myös sidottuun nesteeseen eli kuitujen ja kuitukimppujen sisällä olevaan nesteeseen. Puristuksessa on päästävää korkeaan sakeuteen, jotta se olisi tehokas. (6, s. 35.) Kuvassa 13 on kuvattu Oulun sellutehtaalla olevan pesupuristimen rakenne, se on tyypiltään suotopuristin.

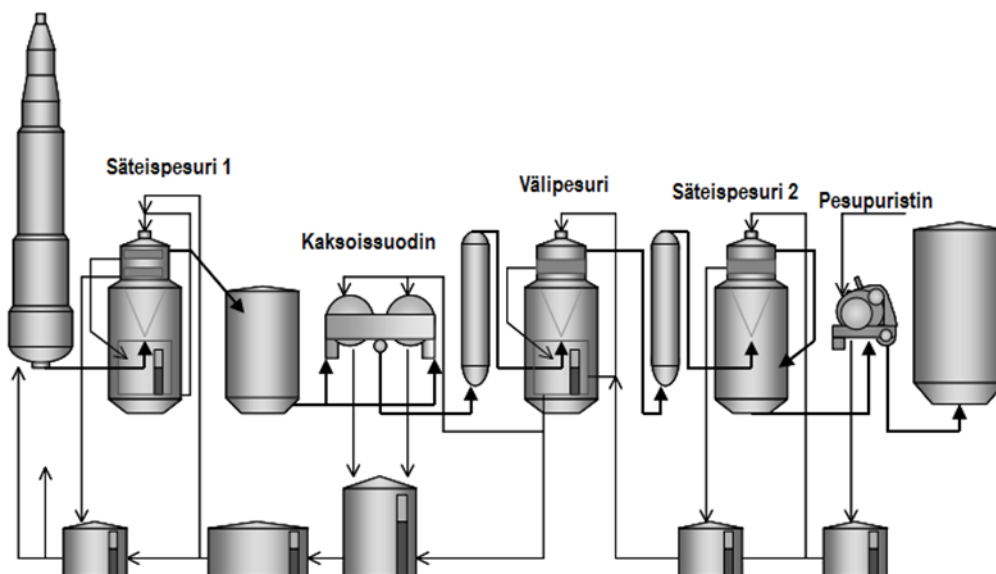


KUVA 13. Pesupuristimen rakenne (16)

Suotopuristimeen kuuluu reikälevyllä varustettu rumpu, joka on jaettu lokeroihin. Rumpu muodostuu paksusta sylinterimäisestä vaipasta. Massa syötetään ylipaineella sylinterimäiseen altaaseen ja jakoruuvi jakaa sen koko työleveydelle altaan ja rummun välitilaan. Ylipaineen ja altaan muodon ansiosta massa sakeutuu 5 %:sta 12–15 %:n sakeuteen. Pesuneste lisätään kahteen suuttimella varustettuun kammioon pesuvyöhykkeen läpän alkupäässä. Pesuneste syrjäyttää alkuperäisen nesteen ja pesuvyöhykkeen läpän loppupäässä massa on saostunut 20 %:iin. Lopullinen sakeudennosto tapahtuu puristaminen nipissä rummun ja telan välissä, jossa sakeus voidaan nostaa 35–45 %:iin. (16.)

7 PESULINJAN SÄÄDÖT JA NÄYTÖT

Oulun sellutehtaan pesulinjalla käsitetään kaikki pesulaitteet sekä massa- ja suodossäiliöt keittimen jälkeiseltä säteispesuri 1:ltä ruskean massan tornia edeltävälle pesupuristimelle. Kuvassa 14 on pesulinjan prosessikuva pesulaitteineen.



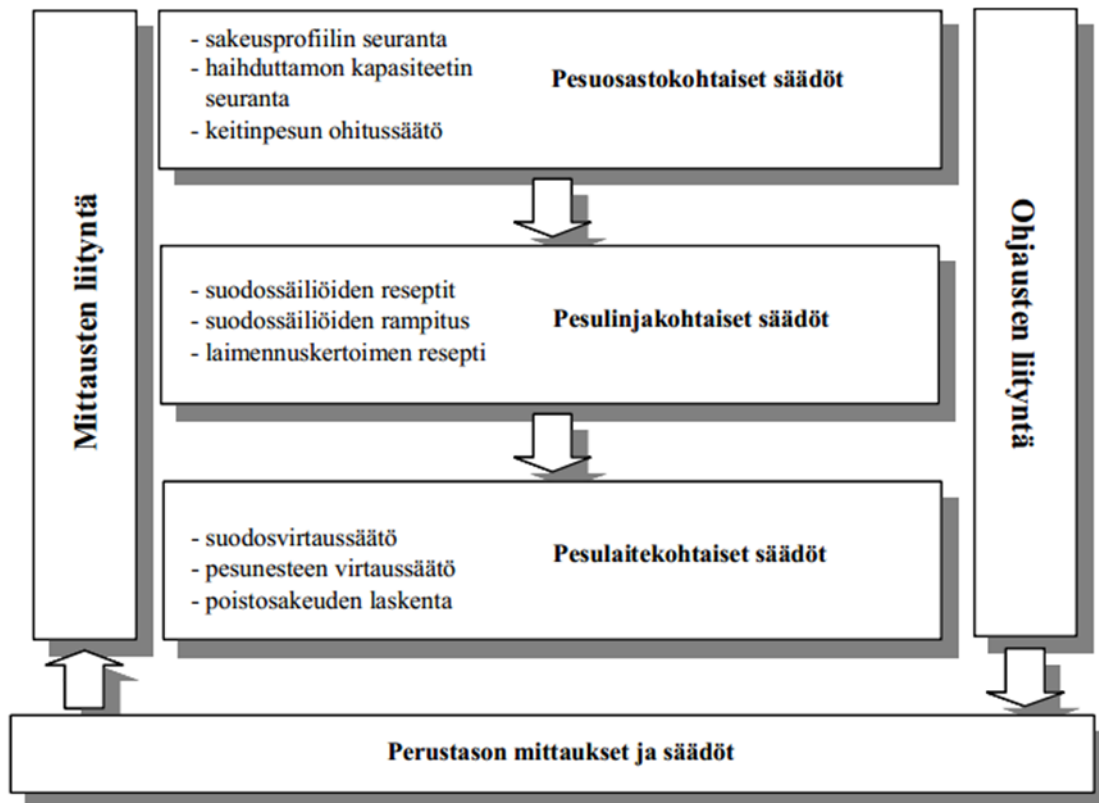
KUVA 14. Pesulinjan prosessikuva (17)

Pesuprosessin hallinta vaatii suuren informaatiomäärän hallintaa. Prosessin hyvän hallittavuuden perustana on riittävä instrumentointi ja sen vaivaton toiminta. Automaatioon liittyvien mittausten, säätöjen, moottoriohjausten, venttiiliohjausten ja lukitusten sekä sekvenssiohjausten avulla pesuprosessia voidaan ajaa turvallisesti ja luotettavasti. Pesulinjan säätöjen tarkoituksena on helpottaa prosessin ohjausta sekä tuottaa käyttäjille lisäinformaatiota. (17.)

Pesulinjan säätöjen tarkoituksena on optimoida eli parantaa pesulinjan toimintaa. Säädöillä pyritään saavuttamaan mahdollisimman pieni pesuhäviö pesulinjalla ottaen huomioon myös haihduttamon, keiton, happivalkaisun ja valkaisuun kustannukset sekä toiminta. Pesulinjan massan pesutulos maksimoidaan parantamalla yksittäisten pesulaitteiden toimintaa. (17.)

7.1 Pesulinjan säädöt

Pesulinjan säädöissä toiminnot on toteutettu tasoittain, ja tasoja on kolme. Tasot on esitetty kuvassa 15. Tasoista alimmalla hierarkialla on pesulaitekohtaiset säädöt. Toisella tasolla on koko pesulinjan hallinta ja optimointi, ylimmällä tasolla on pesuosastokohtaiset säädöt. (17.)



KUVA 15 Pesulinjan säätötasot (17)

Prosessin mittaukset viedään pesulinjan säätöjen käyttöön liittynän kautta. Ohjaukset ja asetusarvot viedään säätimille myös oman liittynän kautta. Pesulinjan säätöjen toiminnan kannalta täytyy alemman tason säädöt olla aina käytössä, ennen kuin ylempien säätötason säätöä voidaan käyttää. (17.)

7.2 Liittyminen perustason säätöihin

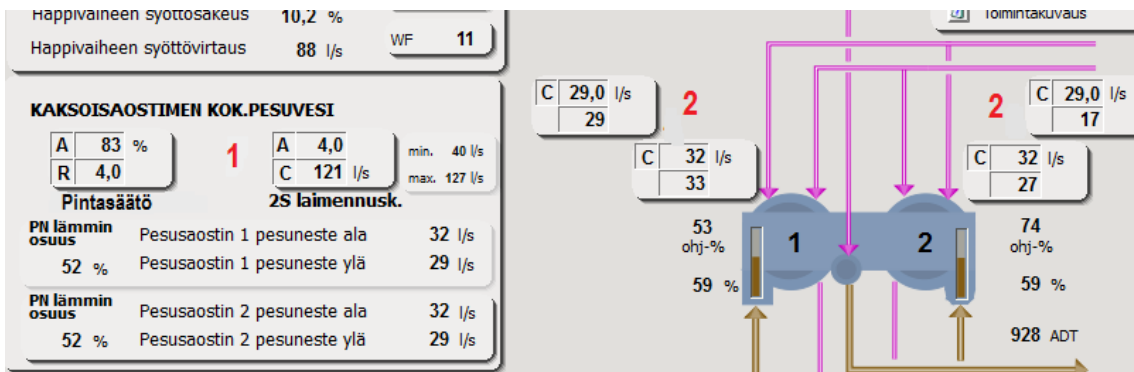
Ylätason säädöt sisältävät yleensä runsaasti laskentaa joiden lopputulokset viedään asetusarvoksi perustasolle tai informaatioksi käyttäjille. Ylätason las-

kentätietoja viedään myös historiatietokantaan, jolloin niitä voidaan hyödyntää myöhemmin, esimerkiksi raportoinnissa. (17.)

Ylätason säädöissä lasketaan tavoitearvoja pesulaitteiden perustason säädöille. Jokaisen pesulaitteen ylätasolla on annostelusäätö, jonka tehtävänä säätää pesureiden laimennuskertoimen halutuksi ja muodostaa sen avulla asetusarvoja seuraaville pesulaitekohtaisille säädöille.

- säteispesuri 1 alasihdin suodosvirtauksen säätö
- säteispesuri 1 yläsihdin suodosvirtauksen säätö
- kaksoissuotimen kokonaispesuveden säätö ja jako molempien rumpujen kuuma- ja lämminvesisäädöille
- välipesurin suodosvirtauksen säätö
- säteispesuri 2 suodosvirtauksen säätö
- pesupuristimen kokonaispesuveden säätö ja jako ylä- ja alasuihkun virtaussäädöille.

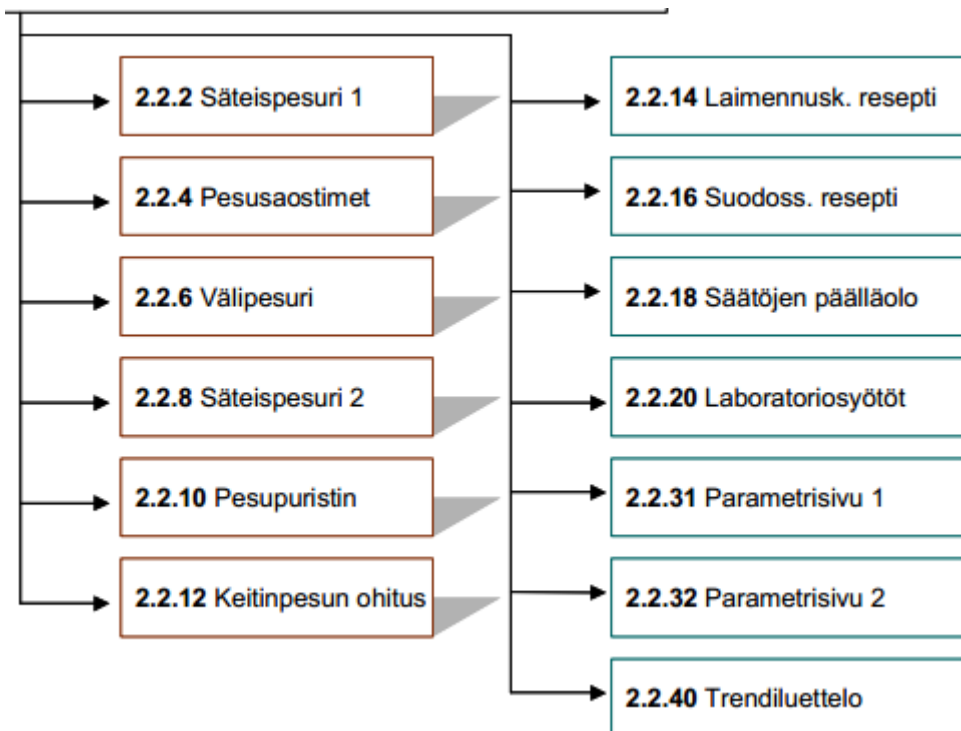
Pesulinjan säädöt ohjaavat koko pesulinjan prosessia näiden pesulaitekohtaisten ohjausten avulla. (17.) Säteispesuri 1:n, kaksoissuotimen, välipesurin ja säteispesuri 2:n säädön toimintaperiaate on samanlainen. Säätö pyrkii pitämään oman suodossäiliön pinnan tavoitearvossaan ohjaamalla pesurin pesulipeän määrää. Jos suodossäiliön pinta laskee, lisätään pesurille pesunestemäärää. Vastaavasti suodossäiliön pinnan noustessa vähennetään pesunestettä. Kuvassa 16 kaksoissuotimen ylätason DNA-näyttö. Siinä numeron yksi kohdalla ovat ylätason pinta- ja laimennuskertoinsäädöt, näiden säätöjen avulla ohjataan kuvassa numeron kaksi kohdissa oleville perustason virtaussäätöpiireille asetusarvoa.



KUVA 16. Kaksoisaostin, ylä- ja perustason säätöpiirit

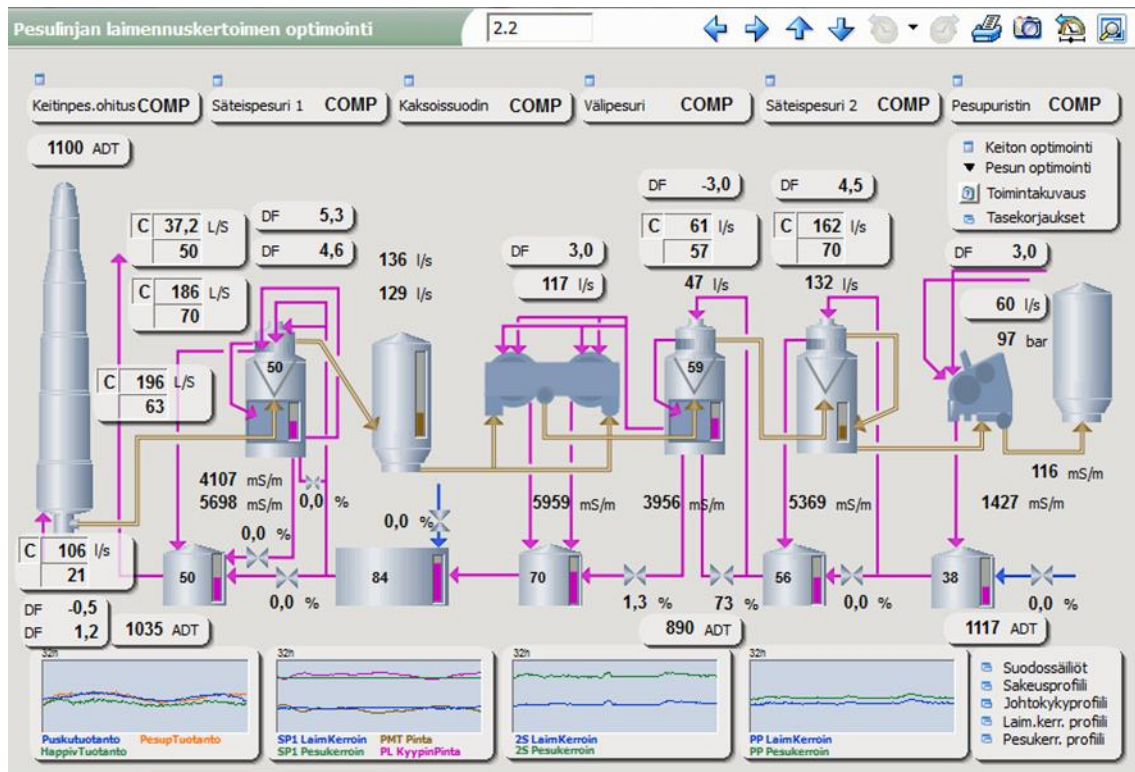
7.3 Pesulinjan säätöjen näytöt

Käyttöliittymällä tarkoitetaan pesulinjan säätöjen yhteydessä olevia ylätason näyttöjä, joiden avulla prosessin toimintaa ja ylätason tekemiä ohjauksia seurataan ja joiden välityksellä käyttäjä voi muuttaa tavoitearvoja. (17.) Kuvassa 17 on esitetty pesulinjan säätöihin liittyvät näytöt.



KUVA 17. Pesulinjan säätöihin liittyvät näytöt (17)

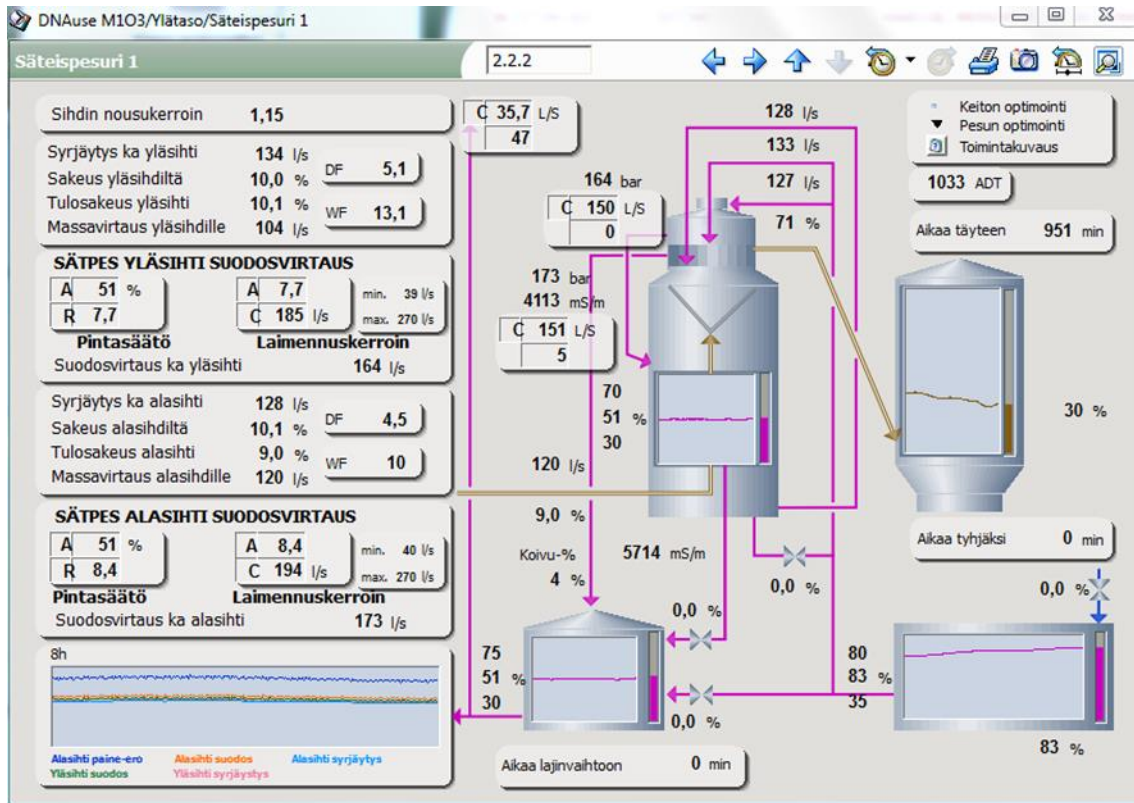
Näytöt on suunniteltu tukemaan käyttäjän toimintaa hänen seurattessaan ja ohjattessaan prosessia. Kuvassa 18 on pesulinjan päänäyttö ja kuvassa 19 on esimerkki pesulaitekohtaisesta ylätason näytöstä. Muiden pesulaitekohtaisten näyttöjen operointiperiaatteet ovat samanlaisia. (17.)



KUVA 18. Pesulinjan päänäyttö (17)

Päänäytössä esitetään pesulinjan tärkeimmät mittaukset, tiedot ohitusventtiileiden tiloista sekä ylätason ohjelmiston laskemat tiedot. Näytön oikean alalaidan painikkeilla saa esille monitori-ikkunoita, joissa kuvataan pesulinjan sakeus-, johtokyky-, laimennuskertoimen- tai pesukerroinprofiilit. Alalaidan painikkeella saa esille myös ikkunan, jossa näkyy suodossäiliöiden pintojen 8 tunnin trendit sekä pintaennusteet. Näytön alalaidassa on vuorokausitrendit muun muassa tuotannosta ja pesukertoimesta. (17.)

Pesulaitekohtaisten säätöjen MetsoDNA:n näytöltä on nähtävissä ylätason säätöjen ohjaukset sekä tarkemmin pesulaiteisiin liittyvää mittaus- ja laskentatietoa.



KUVA 19. Ylätason pesulaitekohtainen näyttö, säteispesuri 1 (17)

Kuvassa 19 näytön alalaidassa olevasta trendistä on kuvattu 8 tunnin käyrät pesu- ja suodos- sekä laimennusvirtauksista. Diffusöörien tiedoissa on myös trendi huippukaavarin kuormituksesta, josta voidaan päätellä diffusöörin sisäinen sakeus. (17.) Näillä pesulaitekohtaisilla ylätason sivuilla näytetään ylätasolla laskettuja tietoja muun muassa suodos- ja pesunestevirtauksista.

7.4 Reseptinäytöt

Reseptinäytöiltä voidaan muokata pesulaitteisiin sekä suodossäiliöihin liittyviä reseptejä. Pesulinjan säädöissä on käytössä kaksi reseptiä, suodossäiliöiden pintaresepti ja laimennuskertoimen resepti. Kuvassa 20 on pesulinjan suodossäiliöiden pintatavoitteen resepti. (17.)



KUVA 20. Suodossäiliöiden pintatavoitteen resepti (17)

Resepteissä määritetään esimerkiksi säteispesureiden suodossäiliöiden pintojen tavoitteet. Laimennuskertoimen tavoitteet pesulaitteille saadaan laimennuskertoimen reseptistä. Molemmista arvot ovat operoitavissa. (17.)

8 TOIMINTAKUVAUSTEN PÄIVITYKSESSÄ KÄYTETYT MATERIAALIT

Toimintakuvausten luominen tai päivittäminen vaatii tekijältä tietämystä prosessin toiminnasta ja automaatiosta. Kuvausten tekeminen on melkein mahdotonta, mikäli ei ole sisäistänyt koko prosessin toimintaa. Tämän takia oli hyvä opiskella ensin prosessin kulku ennen varsinaista työosuutta.

Toimintakuvausten päivityksessä käytetään monia eri työkaluja, joiden osaaminen on edellytys suunnitteluympäristössä työskentelyyn. Tarvitaan kykyä lukea PI-kaavioita ja automaatiopiirien toimilohkokaavioita. On tärkeää tuntea myös käytössä oleva automaatiojärjestelmä. Tässä opinnäytetyössä se oli MetsoDNA. Seuraavaksi esitellään toimintakuvausten päivityksessä käytettyä materiaalia.

8.1 Prosessikuvaukset

Prosessikuvaukset ovat laitetoimittajien tekemiä. Ne sisältävät kaikkien prosessin osa-alueiden yleiskuvauksen, laitteiden sijaintipaikat, suunnitteluperusteet ja pääkomponenttien tekniset tiedot. Prosessin osa-alue on esimerkiksi pesulinjan happivaihe.

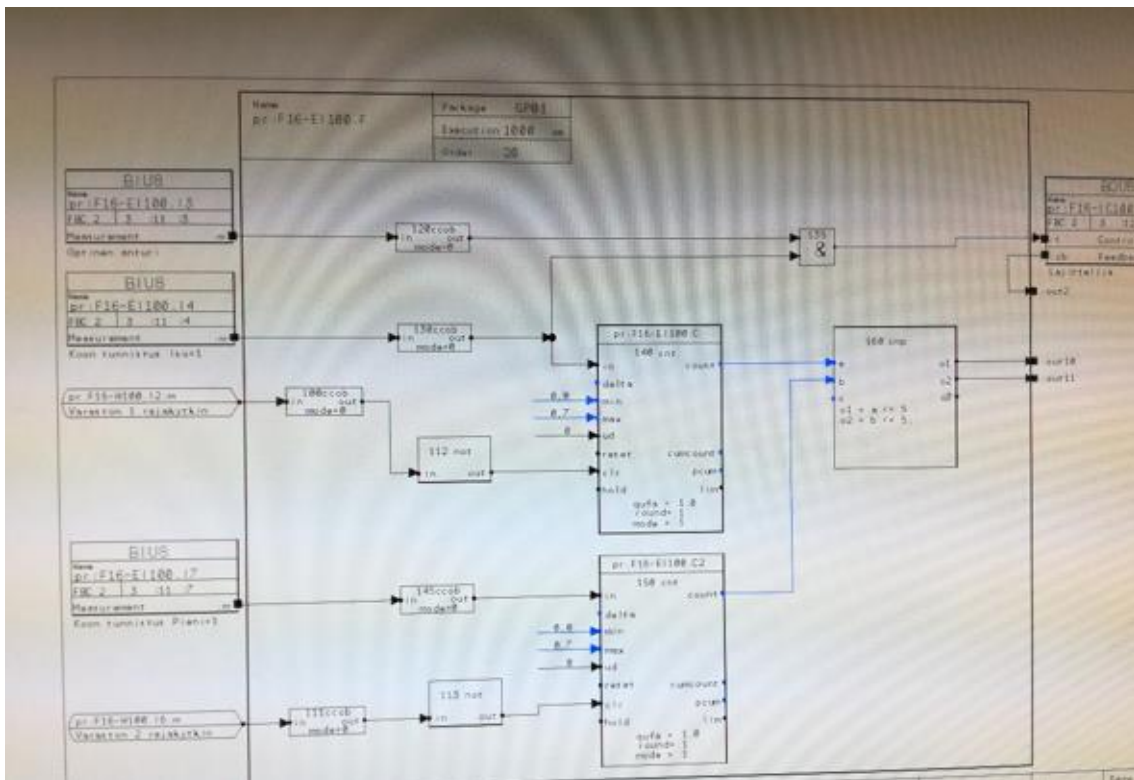
8.2 PI-kaaviot

PI-kaaviosta eli putkisto- ja instrumentointikaaviosta nähdään prosessiin kuuluvat putket, venttiilit, säätöpiirit, laitteet ja mittauspisteet. PI-kaavion avulla selvittää, miten jokin tietty säätöpiiri toimii ja miten sen toiminta vaikuttaa prosessiin. Automaatiopiirin tarkoitus sekä toiminta ilmenevät standardoitujen kirjainkoodien avulla, esimerkiksi LIC-123. L tarkoittaa level, I on indicator ja C control eli kyseessä on pinnankorkeuden säätöpiiri. Numero 123 on position järjestysnumero (12.)

8.3 FbCAD ja DNAuse Editor

FbCAD on AutoCADin päälle rakennettu suunnittelu- ja ylläpitoaktiviteetin työkalu. FbCADiä käytetään suunnittelupalvelimella (EAS) tai suunnittelutyöase-

missa (EAC). FbCADilla suunnitellaan toimilohkokaavioita, jotka ovat metsoDNA- automaatiojärjestelmän ohjaaman prosessin säätöön ja ohjauksiin liittyviä sovelluksia. FbCADilla automaatiopiirille tehty toimilohkokaavio on samalla sekä ajoympäristöön ladattava sovellus että sen graafinen dokumentti. DNAUse Editor on MetsoDNA:n suunnittelutyökalu, jolla tehdään käyttöliittymän grafiikkanäyttöjä. Kuvassa 21 esitetään periaatteellinen esimerkki toimilohkokaaviosta. (9, s. 55.)



KUVA 21. FbCAD-toimilohkokaavio

Toimilohkokaaviot tallennetaan suunnittelupalvelimella (EAS) sijaitsevaan suunnittelutietokantaan tai makasiiniin (Repository), joka on kaikilla suunnittelijoille yhteinen.

8.4 DNA Explorer

DNA Explorer on MetsoDNA:n selainpohjainen suunnittelutyökalu, jota muut suunnitteluympäristössä olevat työkalut tukevat. Se on tarkoitettu tukemaan ensisijaisesti sovelluksen suunnittelun ja ylläpidon osa-alueita. DNA Explorer on

työkalu suunnittelutietokannan olioiden käsittelyyn ja hallintaan joko suoraan tai välillisesti jonkin suunnittelutyökalun kautta esimerkiksi FbCAD:n avulla. (9, s.48–50.)

DNA Explorerilla voidaan suorittaa monipuolisia toimintoja

- käsitellä suunnitteluolioita ja järjestellä niitä prosessialueille ja paketteihin
- hakea suunnitteluolioita tietokannoista
- luoda uusia suunnitteluolioita yksitellen
- ladata paketteja tai olioita ajoympäristöön tai virtuaaliympäristöön
- lukea ajoympäristössä olevia tietoja
- voidaan testata olioiden ajoympäristökelpoisuus
- katsella ja muokata suunnitteluolioiden tietoja
- muokata suunnitteluolioita graafisilla työkaluilla
- raportoida ja tulostaa kirjoittimelle. (9, s. 48–54.)

8.5 Lotus Notes

IBM Lotus Notes on työryhmäohjelmisto. Ohjelmisto sisältää muun muassa asiakirjanhallinnan, sähköpostin ja kalenterin. Notesiin voi myös ohjelmoida omia sovelluksia.

Lotus Notes muodostuu kolmesta ohjelmistosta

- Lotus Notes, järjestelmän käyttäjien ohjelmisto
- Domino Designer, sovelluskehittäjien ohjelmisto
- Domino Administrator, järjestelmän ylläpitäjien ohjelmisto.

Lotus Notesin pääasiallinen tehtävä työryhmäohjelmistona on helpottaa tiedon jakamista tietoverkkoja hyväksikäyttäen. Lotus Notesin työryhmäominaisuudet tarjoavat välineet asiakirjapohjaisen tiedon hallintaan. Viestintäominaisuudet sisältävät esimerkiksi asiakirjojen välittämisen, keskustelufoorumit ja ilmoitustaulusovellukset. Lotus Notes -sähköposti sisältää kalenteri- ja ajanhallintatoiminnot. Työryhmäsovelluksilla tarkoitetaan Notesin sisäisiä sovelluksia, joilla voidaan jakaa tietoja käyttäjien kesken. (18, s. 8–11.)

9 TOIMINTAKUVAUSTEN KÄYTTÖÖNOTTO

Toimintakuvausten päivitys toteutettiin niin, että olemassa olevia toimintakuvauksia käytettiin pohjana. Toimintakuvauksia muokattiin ja päivitettiin aluksi Word-dokumenttina, kunnes kuvaukset saatiin haluttuun sisältöön. Pesulaitteiden ylätason säätöjen toimintaa selvitettiin tutkimalla prosessikuvauksia, toimilohkokaavioita ja jonkin verran PI-kaavioita sekä haastatteleamalla Valmet Automationin henkilökuntaa. Reaaliaikainen tieto säätöjen toiminnasta voitiin kuitenkin saada varmuudella ainoastaan järjestelmään ladatuista ylätason ohjelmista.

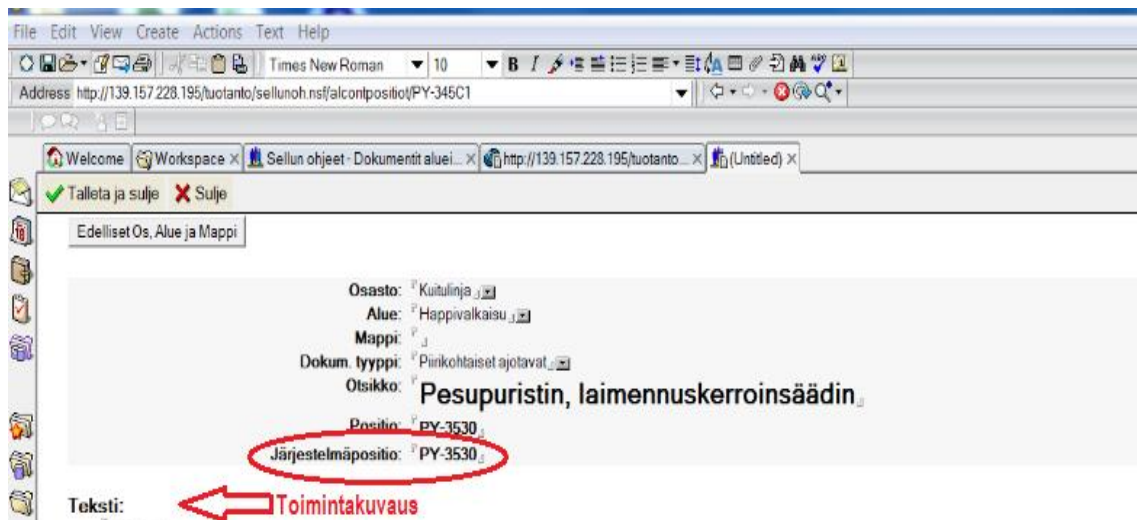
Kun pesulaitteiden ylätason säätöjen toiminnat oli saatu selvitettyä ja niiden toimintakuvaukset päivitettyä sekä tehtyä perustason piirikohtaisiin säätöpiireihin A/C-moodi täydennykset, avattiin Lotus Notes-työryhmäohjelmisto. Word-dokumenteista kopioitiin toimintakuvaukset Lotus Notesiin, jonka avulla ne saatiin sellutehtaan KÄPÄ-palvelimelle eli sellutehtaan käyttöohjesivustolle. Siellä sijaitsee muun muassa kaikki sellutehtaan ajotapakuvaukset. Kuvassa 22 on esitetty KÄPÄ-palvelin näkymä.

The screenshot shows a web interface for 'Sellutehtaan käyttöohjeet' (Washing Machine User Manual). On the left is a navigation menu with 'Selailu' (Browse) selected. The main content area is titled 'Selailu' and displays a tree view of categories: 'Automaatiojärjestelmät', 'Kuitulinja', 'Happivalkaisu', 'Erytisohjeet', 'Häiriötilanteet', 'Käyntiinajo-ohjeet', 'Normaali käynninvalvonta', 'Ohjaukskaaviot', and 'Piirikohtaiset ajotavat'. Under 'Piirikohtaiset ajotavat', a list of parameters is shown, each with a link and a description:

02-FIC-399	Likaislauhde (SLA), virtaus
02-QI-221	Kappa-analysaattori
02-QI-221.1	Puskukappa
02-QI-221.2	Happivaiheen syöttökappa
02-QI-221.3	Happikappa 1
02-QI-221.7	Happikappa 2
04-FIC-401	Vaahdonestoainepumppu 1, virtaus
04-FIC-404	Talkki pesupuristimelle, virtaus
04-LA-427	LMT 2 yläpinta
04-LA-428	LMT 1 yläpinta
05-EQ-5621	Hapen komprimointi, teho
05-FFIC-5504	Happireaktori 2, NaOH-virtaus
05-FFIC-5554	Happireaktori, NaOH-virtaus
05-FFIC-5558	Happireaktori hapetettu valkolipeä, virtaus
05-FFIC-5571	Pesupuristin alasuihku pesunestevirtaus
05-FFIC-5572	Pesupuristin yläsuihku pesunestevirtaus

KUVA 22. KÄPÄ eli sellutehtaan käyttöohjeet (19)

Ylätason pesulaite- ja piirikohtaiset toimintakuvaukset luotiin Notesilla ja kuvassa 23 on esimerkki pesupuristimen laimennuskerroinsäätimen kuvauksen luonnista. Kuvassa 23 on määritelty hierarkian mukaisesti osasto, alue ja dokumentin tyyppi. Kuvassa on ympyröity punaisella lisätty järjestelmäpositio. Lotus Notesin avulla täydennettiin myös olemassa olevia perustason piirikohtaisia säätöpiirejä lisäämällä tekstiin A/C-moodin alle sen toimintaa tarkentavaa tietoa.



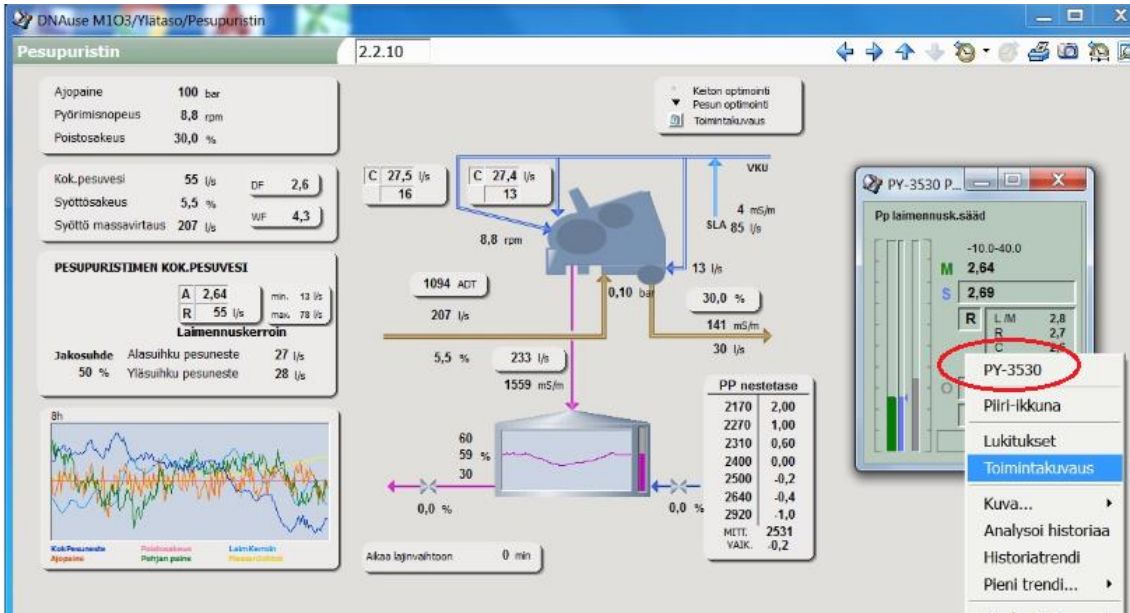
KUVA 23. Lotus Notes

Järjestelmäposition avulla automaatiojärjestelmä osaa hakea oikean toimintakuvauksen KÄPÄ-palvelimelta. Kuvassa 24 on KÄPÄ-palvelimen näkymä luodusta toimintakuvauksesta.

PY-3350	Välipesuri, laimennuskerroinsäädin
PY-3450	Säteisipesuri 2, laimennuskerroinsäädin
PY-345C1	Välipesuri, suodossäiliö pintasäätö
PY-3530	Pesupuristin, laimennuskerroinsäädin
PY-353C1	Säteisipesuri 2, suodossäiliö pintasäätö

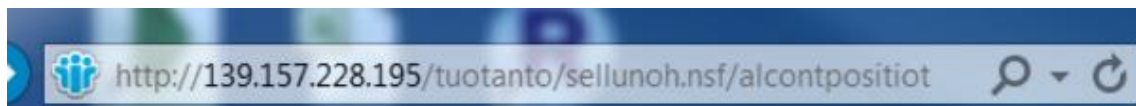
KUVA 24. Pesupuristimen laimennuskerroinsäätimen järjestelmäpositio

Kuvassa 25 on pesupuristimen MetsoDNA:n ylätason näyttö. Kuvasta voidaan todeta, että positio täsmää KÄPÄ-palvelimelle luodun pesupuristimen laimennuskerroinsäätimen järjestelmäpositiota. Napsauttamalla kohdetta hiirellä toimintakuvaus avautuu näytöltä erilliseen ikkunaan.



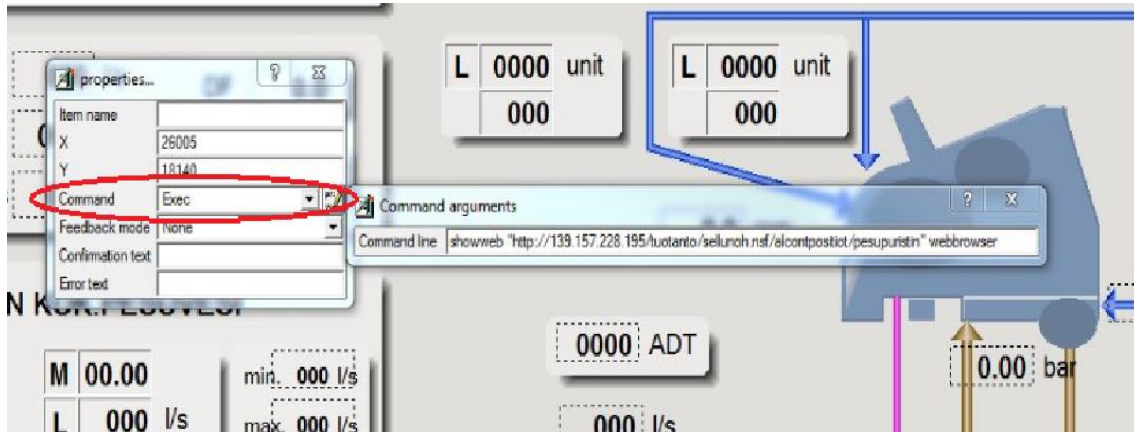
KUVA 25. Pesupuristimen laimennuskerroinsäädin

Jotta pesulaitteiden ylätason toimintakuvaukset saatiin avautumaan MetsoDNA-näytöiltä, käytettiin mtfbtn-painiketta, joka on DNAusen komentoja suorittava lohko. Kun ohjauskaavion mtfbtn-painikkeen Exec-osoitekenttään lisää kuvassa 26 näkyvän osoitteen ja halutun position, painike avaa Web-selaimen ja hakee sen kautta KÄPÄ:n palvelimelta oikean toimintakuvauksen.



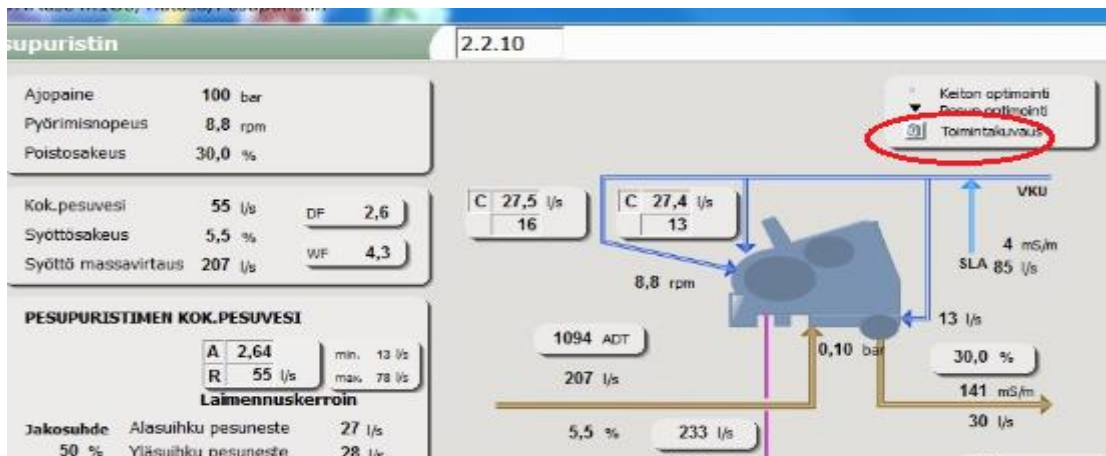
KUVA 26 Osoite

Kuvassa 27 on esimerkki pesupuristimen ylätason toimintakuvauksen luomisesta mtfbtn-painiketta käyttäen. Osoitteeseen on asetettu positioksi KÄPÄssä olevan pesupuristimen toimintakuvauksen järjestelmäpositio, joka on pesupuristin.



KUVA 27. MetsoDNAuse Editor, mtfbtn-painike

Kun Exec- kentän osoite oli muutettu ja ladattu automaatiojärjestelmään, painike avaa Web-selaimen ja hakee sen kautta KÄPÄ:n palvelimelta pesupuristimen ylätason toimintakuvauksen. Kuvassa 28 on esitetty pesupuristimen ylätason näyttö ja siinä ympyröity kohta, josta toimintakuvaus avautuu erilliseen ikkunaan.



KUVA 28. Pesupuristimen ylätason toimintakuvaus

Lopuksi luotiin Lotus Notesin avulla linkkejä pesulaitteiden ylätason säätöjen toimintakuvauksista perustason piirikohtaisiin kuvauksiin ja toisinpäin. Linkitykset tehtiin Notesin Hotspot-toiminnolla. Linkit toimintakuvauksien välillä helpottaa osaltaan käyttäjän työtä sekä selventää säätöjen toimintaa eri asiantuntijoille.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Oulun sellutehtaan pesulinjan pesulaitekohtaisia ylätason säätöjen toimintakuvauksia MetsoDNA-automaatiojärjestelmään ja samalla täydentää perustason piirikohtaisia toimintakuvauksia. Työn tavoitteena oli parannettujen toimintakuvausten myötä helpottaa prosessin ymmärrettävyyttä käyttäjille sekä selittää säätöjen toiminnan rakennetta eri asiantuntijoille.

Työn tuloksena saatiin päivitettyä pesulinjan pesulaitekohtaisten ylätason säätöjen toimintakuvaukset sekä täydennettyä perustason piirikohtaisia toimintakuvauksia. Kuvaukset löytyvät sellutehtaan KÄPÄ:n palvelimelta, josta automaatiojärjestelmä hakee ne järjestelmäposition perusteella ja näyttää ne DNA:n näytöltä.

Nykypäivänä eri prosessien kaikista automaatiopiireistä, ohjelmiston tai laitteiston toiminnoista, tehdään toimintakuvauksia. Automaatiojärjestelmän sisältämät sähköisessä muodossa olevat sanalliset toimintakuvaukset antavat erinomaiset välineet ongelmatilanteiden ratkaisuun.

Toimintakuvaukset antavat tarkempaa tietoa siitä, minkä takia jokin säätöpiiri on toteutettu juuri kuvatulla tavalla. Prosessinhoitajan on helpompi etsiä ongelmakohtia täsmällisten toimintakuvausten avulla kuin alkaa tutkia vaikeita säätöpiiri-kaavioita. Toimintakuvauksista on myös hyötyä, kun tehdään esimerkiksi sovellustasolla jotain muutoksia. Koulutettaessa uusien työntekijöiden on helpompi oppia prosessi ja sen toiminnat toimintakuvausten avulla.

Oulun sellutehtaan pesulinjan ylätason ja perustason säätöjen toimintakuvausten päivittäminen osoittautui haastavaksi ja mielenkiintoiseksi opinnäytetyön aiheeksi. Sellun pesuprosessi oli minulle aivan uusi asia, joten aikaa menikin prosessin opiskeluun. Toimintakuvausten päivittäminen tai luominen oli minulle jokseenkin uutta. Minulla oli kuitenkin aikaisempaa kokemusta MetsoDNA-automaatiojärjestelmästä ja sovellusten tulkitsemisestä.

Haasteiksi osoittautui ylätason säätöjen toiminnan selvittäminen, sillä automaatiojärjestelmän ylätasolla on paljon laskentaa ja muita eri tekijöitä, joiden tulokset viedään perustason säätöpiireille. Ylätason näyttöjen sisältämät vanhat tiedot aiheuttivat myös omat haasteensa, sillä automaatiojärjestelmään aikaisemmin tehtyjen sovellusmuutoksien jälkeen joillakin pesulaitekohtaisilla ylätason näytöillä oli päivittämätöntä tietoa.

Oma osaamiseni MetsoDNA sovellusten tulkinnassa otti hyvän harppauksen ylöspäin. Tilaajan toivomuksesta toimintakuvaukset ovat salassa pidettäviä dokumentteja, joten ne jäävät pelkästään tilaajan käyttöön.

LÄHTEET

1. Stora Enso. Saatavissa: <http://www.storaenso.com/lang/finland/about/>. Hakupäivä 25.1.2017.
2. KnowPulp. 2013. Stora Enso. Sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö.
3. Virkola, N-E (toim.) 1983. Suomen Paperi-insinöörien yhdistyksen oppi- ja käsikirja: Puumassan valmistus II, osa 1. Toinen täysin uudistettu painos. Turku: Suomen Paperi-insinöörien yhdistys ry.
4. Ikäheimonen, Jouni - Juuso, Esko – Leiviskä, Kauko – Murtovaara, Sakari 2000. Sulfaattisellun vuokeitto menetelmät, keiton ohjaus ja massan pesu. Raportti B No 21. Sääntötekniikan laboratorio, Oulun yliopisto, Oulu, Finland. Oulu: Oulun yliopistopaino.
5. Flink, Erkki 2016. StoraEnso Oy. Prosessinhoitajan haastattelu 2.1.2017.
6. Metsäteollisuuden työnantajaliitto 1984. Puusta paperiin M-404 Sellun pesu. Lappeenranta: Etelä-Saimaan Kustannus Oy.
7. Sillanpää, Mervi - Saari, Johanna - Dahl, Olli 1999. Sellun pesun perusmekanismit. Report 236. Department of process engineering, University of Oulu, Oulu, Finland. Oulu: Oulun yliopistopaino.
8. Saarela, Antti 2014. Malliprediktiivisen säädön hyödyntäminen sellun pesun ohjauksessa. Tampere: Tampereen Teknillinen Yliopisto, Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.
9. Ylikunnari, Jukka 2003. TL6031 Automaatiojärjestelmät. Oppimateriaali v.1.0.0. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Saatavissa: <http://www.tekniikka.oamk.fi/~timohei/TL603Z/aineisto/automaatiojarjestelmat.pdf>. Hakupäivä 10.4.2017
10. Seppälä, Jarmo 2010. Kattilalaitoksen piirikohtaisten toimintakuvausten generointi. Tampere: Tampereen Teknillinen Yliopisto, Automaatiotekniikan

koulutusohjelma. Diplomityö. Saatavissa:

<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/6740>. Hakupäivä 10.2.2017.

11. Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. 2008. Helsinki: Tukes. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf Hakupäivä 20.2.2017.
12. Hietanen, Tero. 2006. TL121105 Automaatiotekniikka 1 5op. Syksy 2009. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö. Saatavissa: http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2006u.htm. Hakupäivä 25.2.2017.
13. 2-vaihe pesudiffusööri, prosessi ja toimintakuvaus. 2000. Käyttöohje. Kvaerner Pulping AB, Fiberline Division. Sisäinen dokumentti. Stora Enso Oulun sellutehdas.
14. Kvaerner Kamfab AB. 2002. Säteispesuri 2 Rakenne- ja kunnossapito-ohje. Sisäinen dokumentti. Stora Enso Oulun sellutehdas.
15. Happivalkaisu käyttöohjeet. 2011. Stora Enso Fine Paper. Sisäinen dokumentti. Oulun tehtaas.
16. Kvaerner Kamfab AB. 2002. pesupuristin Asennus- ja huolto-ohjeet. Sisäinen dokumentti. Oulun tehtaas.
17. Pesulinjan kokonaislaimennuskertoimen optimointi. Käyttöohje. 2005. Stora Enso Fine Paper, Oulun tehtaas.
18. Virtala, Ari 2003. Lotus Notes työryhmäohjelmiston peruskirja. Jyväskylä: Docendo Finland Oy Jyväskylä.
19. Sellutehtaas käyttöohjeet. 2012. Stora Enso Fine Paper, Oulun tehtaas.

- LIITE 1 Säteispesuri 1 ylätason säädöt
- LIITE 2 Kaksoissuodin ylätason säädöt
- LIITE 3 Välipesuri ylätason säädöt
- LIITE 4 Säteispesuri 2 ylätason säädöt
- LIITE 5 Pesupuristin ylätason säädöt
- LIITE 6 Säteispesuri 1 yläsihti, suodossäiliö pintasäätö
- LIITE 7 Säteispesuri 1 yläsihti, laimennuskerroinsäädin
- LIITE 8 Säteispesuri 1 alasihti, pesulipeäsäiliö pintasäätö
- LIITE 9 Säteispesuri 1 alasihti, laimennuskerroinsäädin
- LIITE 10 Säteispesuri 1 alasihti suodosvirtaus
- LIITE 11 Säteispesuri 1 yläsihti suodosvirtaus
- LIITE 12 Pesusaostimet, suodossäiliö pintasäätö
- LIITE 13 Pesusaostimet, laimennuskerroinsäädin
- LIITE 14 Pesusaostin 1, kuuma pesuneste, virtaus
- LIITE 15 Pesusaostin 1, lämmin pesuneste, virtaus
- LIITE 16 Pesusaostin 2, lämmin pesuneste, virtaus
- LIITE 17 Pesusaostin 2, kuuma pesuneste, virtaus
- LIITE 18 Välipesuri, suodossäiliö pintasäätö
- LIITE 19 Välipesuri, laimennuskerroinsäädin
- LIITE 20 Välipesuri, suodosohjaus
- LIITE 21 Säteispesuri 2, suodossäiliö pintasäätö
- LIITE 22 Säteispesuri 2, laimennuskerroinsäädin
- LIITE 23 Säteispesuri 2, suodosohjaus
- LIITE 24 Pesupuristin, laimennuskerroinsäädin
- LIITE 25 Pesupuristin alasuihku pesunestevirtaus