

# KUNNONVALVONTATYÖKALUJEN KEHITTÄMINEN TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄÄN

Laura Mäkinen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011

Paperikoneteknologia  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) MÄKINEN, Laura	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 10.05.2011
	Sivumäärä 65	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi KUNNONVALVONTATYÖKALUJEN KEHITTÄMINEN TIEDONKERUUJÄRJESTEMÄÄN		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) FONSELIUS, Jaakko		
Toimeksiantaja(t) UPM Kymmene Oyj, Jokilaakson tehtaat		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Savcor Wedge - tiedonkeruujärjestelmän työkaluja automaatiokunnossapidon tarpeisiin UPM-Kymmene Oyj:n Jokilaakson tehtailla. Savcor Wedge on prosessidatan hallintaan ja prosessivaihteluiden analysointiin tarkoitettu ohjelmistotyökalu. Tavoitteena on luoda helppokäyttöiset ja selkeät käyttöliittymät, joita peruskäyttäjänkin on helppo ymmärtää. Kehittämiskohteiksi on valittu kapasiteetti- ja yleistettävyyssyistä Jämsänkosken paperikone 4:n (PK4) puristinosa ja paperikone 6:n (PK6) rullain. PK4:n alueella on mahdollisuus nopeaan mittausdataan on-line 100 millisekunnin tasolla ja PK6:n alueella 200 millisekunnin tasolla sekä 10 millisekunnin tasolla. Työn tuloksia on tarkoitus monistaa mahdollisuuksien mukaan myös muille konelinjoille.</p> <p>Työn alussa kartoitettiin jo olemassa olevia ja uusia ideoita haastatteleamalla tehtaan omien automaatioasentajien ja operaattoreiden lisäksi myös muiden UPM:n tehtaiden kunnossapito-osaajia. Haastattelujen pohjalta poimittiin parhaat ideat, joita lähdettiin toteuttamaan.</p> <p>Työn tuloksena PK4:n puristinosaalle ja PK6:n rullaimelle luotiin taustatarkkailukaaviot, joilla pystytään mm. valvomaan puristimen ja rullaimen liikeaikoja jatkuva-aikaisesti. Muita seurattavia kohteita ovat säätimien lähtöjen ja säädettävien suureiden suhteen seuranta ja yksittäisten suureiden seuranta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Savcor Wedge, automaatiokunnonvalvonta, taustatarkkailu, tiedonkeruujärjestelmä		
Muut tiedot		



Author(s) MÄKINEN, Laura	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 06052011
	Pages 65	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title DEVELOPMENT OF CONDITION MONITORING TOOLS TO THE PROCESS DIAGNOSTIC SYSTEM		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor(s) FONSELIUS, Jaakko		
Assigned by UPM Kymmene Oyj, Jämsä River mills		
Abstract <p>The aim of this study was to develop Savcor Wedge process diagnostic system to correspond to the needs of automation maintenance department. Savcor Wedge is a tool for process data handling and process fluctuation analyses. The aim is to create user interfaces which have a clear appearance and which are easy to use for a basic user. The press section of the paper machine 4 (PM4) and the reel of the paper machine 6 (PM6) were chosen to this work because of capacity and generalizability reasons. At the PM4 there is possibility to use measurement data on-line up to 100 ms and at the PM6 up to 200 ms and 10ms. The results of this study are supposed to be used also at the other machine lines if possible.</p> <p>In the beginning new and already existing ideas were collected by interviewing the faculty of Jämsä River mills in the automation department and operators at the PM4 and PM6. There were interviews made also to the other UPM paper mill's experts of condition monitoring. From these interviews the best ideas were selected to develop during this study. As a result a background monitoring schemas were created to the PM4 press section and PM6 reel to monitor on-line for example the motion times of the press section and the reel. Other examples of the monitoring targets are to monitor the ratio between the controller output and measured variable and to monitor the single variables.</p>		
Keywords Savcor Wedge, automation condition monitoring, background monitoring		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	4
2 UPM-KYMMENE OYJ MAAILMALLA JA SUOMESSA .....	4
2.1 UPM- Kymmene Oyj .....	4
2.2 Paperiliiketoiminta-alue .....	5
2.3 Jokilaakson tehtaat .....	6
Automaatiotoiminta ja mekatroniikka .....	7
2.4 UPM Jämsänkoski .....	8
3 PURISTINOSAN JA RULLAIMEN TOIMINTA .....	8
3.1 Puristinosan toiminta .....	9
3.1.1 Puristustapahtuma .....	9
3.1.2 Jämsänkosken PK4:n puristinosan toiminta .....	10
3.2 Rullaimen toiminta .....	15
3.2.1 Rullaustapahtuma yleisesti .....	15
3.2.2 PK6:n rullaimen toiminta .....	15
4 KUNNONVALVONTA .....	19
4.1 Kunnonvalvonta yleisesti .....	19
4.2 Automaatiokunnonvalvonta .....	20
4.3 PK4:n puristinosan ja PK6:n rullaimen kunnonvalvonta .....	23
5 SAVCOR WEDGE - OHJELMISTOTYÖKALU .....	24
5.1 Savcor Wedge .....	24
5.2 Kaaviot .....	25
5.3 Trendit .....	26
5.4 Kaavat ja analysointityökalut .....	26
5.5 Taustatarkkailu .....	27
5.6 Tietokannat ja yhteydet Savcor Wedgeen .....	28
6 TAUSTATARKKAILUKAAVIoidEN SUUNNITTELU JA LUOMINEN .....	31
6.1 Taustatarkkailu kaavioiden suunnittelu .....	31
6.2 Valvottavien suureiden ja laskentakaavojen määrittäminen .....	31
6.3 Suureiden ja laskentakaavojen määrittäminen PK4:n puristinosalle .....	34
6.3.1 Suureiden määrittäminen PK4:n puristinosalla .....	34
6.3.2 Liikeaikojen jatkuva-aikainen seuranta .....	35
6.3.3 Asemamittausten eroarvolaskenta .....	37
6.3.4 Säätimien lähtöjen seuranta .....	39

6.3.5 Säätimien lähtöjen ja painemittauksen suhteen seuranta .....	40
6.4 Suureiden ja laskentakaavojen määrittäminen PK6:n rullaimelle.....	42
6.4.1 Suureiden määrittäminen PK6:n rullain .....	42
6.4.2 Alkurullaimen ja rullausvaunun asemaero.....	43
6.4.3 Alkurullaimen kulmaero .....	44
6.4.4 Rullausvaunun kuormitusero P-olo & Q-olo .....	45
6.4.5 Olo- ja ohjearvojen suhdelaskenta .....	46
6.4.6 Liikeaikalaskennat .....	48
6.4.7 Yksittäisten painemittausten seuranta .....	49
6.4.8 Vapaasti ohjelmoitavissa olevat vapaat kanavat.....	50
6.5 Käyttöliittymien käyttäjäystävällisyys .....	51
7 TULOKSET.....	51
8 YHTEENVETO .....	53
9 JATKOPOHDINTA .....	54
LÄHTEET .....	56
LIITTEET.....	58
Liite 1. Kuvat taustatarkkailukaavioista .....	58

## KUVIOT

KUVIO 1. UPM Kymmene Oyj:n paperikapasiteetti maittain '000 tonnia .....	6
KUVIO 2. Organisaatiokaavio Jokilaakson tehtaat .....	7
KUVIO 3. Veden poistuminen puristinosalla. ....	10
KUVIO 4. PK4:n kolmenippipuristimen rakenne.....	11
KUVIO 5. Ensimmäisen ja toisen puristimen ajokuva. ....	12
KUVIO 6. Kolmannen puristimen ajokuva. ....	14
KUVIO 7. Valmet OptiReel. ....	16
KUVIO 8. OptiReel-rullaimen pääosat. ....	17
KUVIO 9. Esimerkki Savcor Wedge kaaviosta .....	25
KUVIO 10. Esimerkki Savcor Wedge trendistä.....	26
KUVIO 11. Esimerkki taustatarkkailuikkunasta.....	28
KUVIO 12. Jämsänkosken prosessidatojen tietokannat ja niiden väliset yhteydet.....	29
KUVIO 13. Jämsänkosken prosessidatat PK4 MetsoDNA yhteydet.....	30
KUVIO 14. Historiasymbolit. ....	30
KUVIO 15. Seurattavat liikeajat PK4:n puristinosalla.....	35
KUVIO 16. PK4:n ensimmäisen puristimen ja kolmannen puristimen liikeaikojen taulukointi.....	36
KUVIO 17. PK4:n toisen puristimen liikeaikojen taulukointi .....	36
KUVIO 18. Esimerkki liikeaika hälytyksestä .....	37
KUVIO 19. PK4:n toisen puristimen asemamittausten eroarvolaskenta.....	38
KUVIO 20. Esimerkki 2. puristimen aseman eroarvon varoituksesta ja hälytyksestä. ....	39

KUVIO 21. Valvonta 3. puristimen hoitopuolen kuormitussäätimestä.....	40
KUVIO 22. Esimerkki säätimien lähtöjen ja painemittauksen suhteen seurannasta ..	41
KUVIO 23. Esimerkki XY- kuvaajan hyödyntämisestä .....	41
KUVIO 24. Alkurullaimen asemaerovalvonta .....	43
KUVIO 25. Rullausvaunun asemaerovalvonta.....	44
KUVIO 26. Alkurullaimen kulmaerolaskenta .....	45
KUVIO 27. Rullausvaunun kuormitusero P-olo.....	46
KUVIO 28. Rullausvaunun kuormitusero Q-olo .....	46
KUVIO 29. PK6 rullaimen ohjauskäyrät .....	47
KUVIO 30. Rullausvaunun karan käyttöpuolen olo- ja ohjearvojen suhdelaskenta ....	47
KUVIO 31. Esimerkki alkurullaimen liikeseqvenssin bittikuviosta.. .....	48
KUVIO 32. Alkurullaimen liikeaika hidastusrajalta kiskoille .....	48
KUVIO 33. Alkurullaimen kuormituspaineen valvonta. ....	50

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Yhtiön tunnusluvut 2009 ja 2008.....	5
--	---

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön lähtökohtana oli halu kehittää UPM Jokilaakson Savcor Wedge - tiedonkeruujärjestelmän työkaluja automaatiokunnossapidon tarpeisiin. Järjestelmä on aiemmin ollut pääosin ainoastaan tuotannon trendi- ja raportointijärjestelmänä. Ohjelman ominaisuudet toisivat uusia mahdollisuuksia myös automaatio- ja mekaniikkalaitteiden vianselvitykseen ja kunnonvalvontaan. Tavoitteena opinnäytetyössä oli luoda helppokäyttöiset ja selkeät käyttöliittymät, joita peruskäyttäjänkin on helppo ymmärtää. Kehittämiskohteiksi oli valittu kapasiteetti- ja yleistettävyyssyistä Jämsänkosken paperikone 4:n (PK4) puristinosa ja paperikone 6:n (PK6) rullain. PK4:n alueella on mahdollisuus nopeaan mittausdataan on-line 100 millisekunnin tasolla ja PK6:n alueella 200 millisekunnin tasolla sekä 10 millisekunnin tasolla.

PK4:n puristinosan ja PK6:n rullaimen automaatiokunnonvalvonnan kehittämisen lisäksi tavoitteena oli kartoittaa mahdollisuuksia myös koko tehtaan näkökulmasta. Työn tuloksia on tarkoitus hyödyntää mahdollisuuksien mukaan myös muilla konelinoilla.

## 2 UPM-KYMMENE OYJ MAAILMALLA JA SUOMESSA

### 2.1 UPM- Kymmene Oyj

UPM on biometsäteollisuusyhtiö, jonka liiketoiminnan kulmakiviä ovat kuituun ja biomassaan pohjautuvat liiketoiminnat sekä uusiutuvat raaka-aineet ja tuotteet. Yhtiön liiketoiminta koostuu kuudesta liiketoiminta-alueesta: energia, sellu, metsä ja sahat, paperi, tarrat sekä vaneri. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2009 noin 7,7 miljardia euroa ja liikevoitto 187 miljoonaa euroa (ks. taulukko 1). Yhtiöllä on tuotantolaitoksia 15 maassa ja henkilöstöä noin 23 000. Päämarkkina-alueita ovat Eurooppa, Aasia ja Pohjois-Amerikka. (UPM vuosikertomus 2009.)

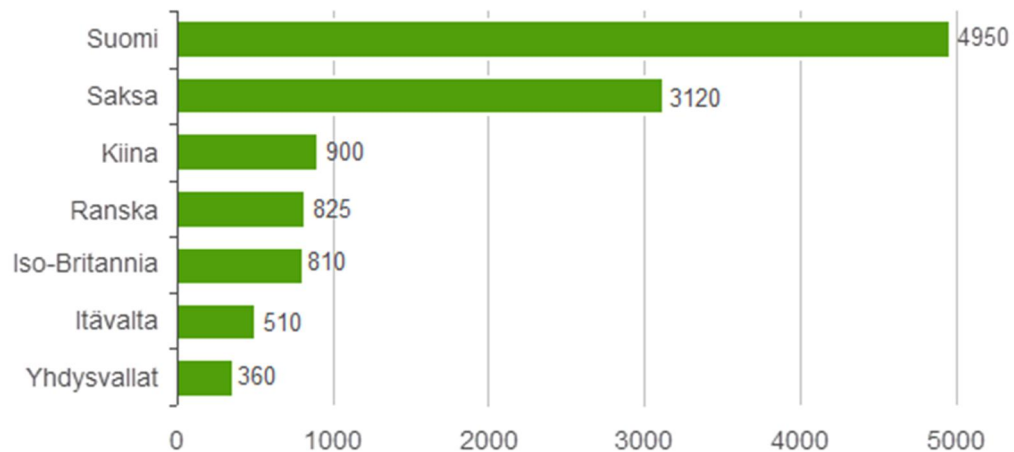
TAULUKKO 1. Yhtiön tunnusluvut 2009 ja 2008 (UPM vuosikertomus 2009).

	2009	2008
Liikevaihto, € milj.	7 719	9 461
EBITDA, € milj.	1 062	1 206
- % liikevaihdosta	13,8	12,7
Liikevoitto, € milj.	135	24
- ilman kertaluonteisia eriä, € milj.	270	513
Voitto ennen veroja, € milj.	187	-201
- ilman kertaluonteisia eriä, € milj.	107	282
Tulos osaketta kohti, €	0,33	-0,35
- ilman kertaluonteisia eriä, €	0,11	0,42
Osinko per osake, €	0,45	0,40
Velkaantumisaste kauden lopussa, %	56	71

## 2.2 Paperiliiketoiminta-alue

UPM on maailman johtava graafisten papereiden valmistaja. Paperiliiketoiminnan tuotteita ovat aikakaus- ja sanomalehtipaperit sekä hieno- ja erikoispaperit. Paperiliiketoiminnan liikevaihto oli vuonna 2009 noin 5,8 miljardia euroa, mikä on 72 % koko konsernin liikevaihdosta. Koko konsernin henkilöstöstä noin 53 % työskentelee paperiliiketoiminnan alaisena. Paperitehtaita konsernilla on yhteensä 19, joista 7 sijaitsee Suomessa, 4 Saksassa, 2 Iso-Britanniassa ja loput Itävallassa, Yhdysvalloissa ja Kiinassa. Tehtaissa on toiminnassa yhteensä 42 paperikonetta. Yhtiön koko paperin valmistuskapasiteetti oli vuonna 2010 yhteensä 11,5 miljoonaa tonnia, josta 57 % tuotetaan Suomen ulkopuolella (ks. kuvio 1). (UPM vuosikertomus 2009; UPM Paperi - Edelläkävijä kestävässä asiakasratkaisussa 2010.)





KUVIO 1. UPM Kymmene Oy:n paperikapasiteetti maittain '000 tonnia (UPM vuosikertomus 2009).

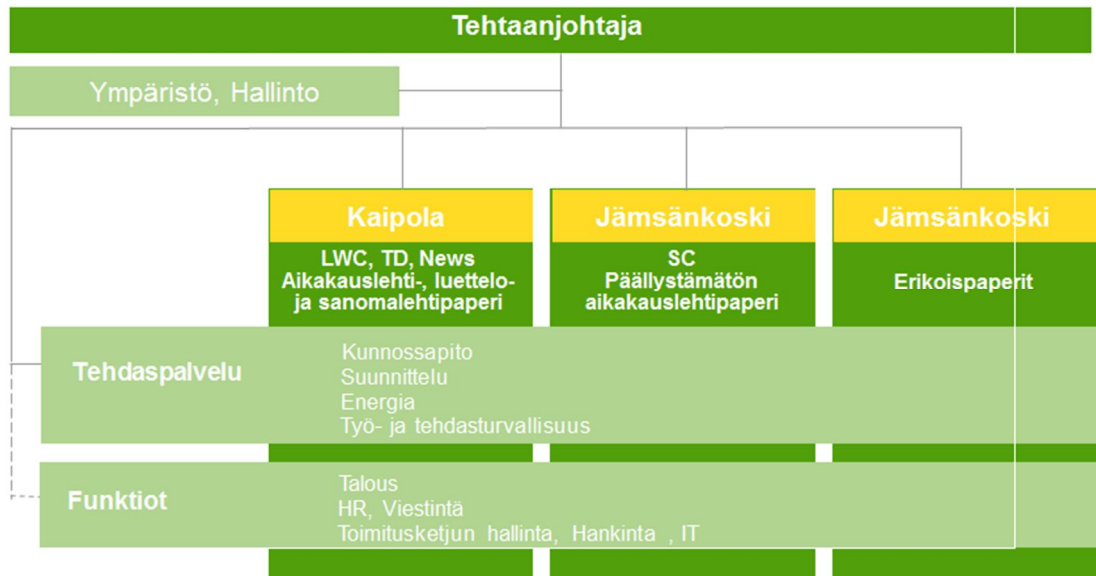
### 2.3 Jokilaakson tehtaot

UPM:n Jokilaakson tehtaot sijaitsevat Jämsässä, eteläisessä Keski-Suomessa. Jokilaakson tehtaot koostuvat kolmesta erillisestä tuotantoyksiköstä; Kaipola, SC ja Erikoispaperit. Tehtaita on kaksi ja tuotantoyksiköistä SC- ja Erikoispaperiyksiköt sijaitsevat Jämsänkosken tehtaalla, josta on matkaa Kaipolan tehtaalle noin 15 km. (UPM-Kymmene Oy:n verkkosivut 2011.)

Tehtailla on yhteensä seitsemän paperikonetta, joiden vuotuinen tuotantokapasiteetti on noin 1 640 000 tonnia. Kaipolan tehtaan yhteydessä olevalla siistämöllä käsitellään jopa 70 % Suomessa talteen otetusta keräyspaperista. Molempien tehtaiden omat voimalaitokset tuottavat sähköä ja höyryä. Pääraaka-aineena tehtailla käytetään kuusikuitupuuta, saharaketta ja kotikeräyspaperia. Tehtaiden tuotannosta yli 90 % menee vientimarkkinoille. Tehtailla työskentelee yhteensä 1150 henkilöä. (UPM Jokilaakson tehtaot 2010.)

Jokilaakson tehtaiden organisaatiota johtaa tehtaanjohtaja, joka vastaa kaikista kolmesta tuotantoyksiköstä. Lisäksi tehtaiden tehdaspalvelu, joka pitää sisällään kun-

nossapidon, suunnittelun, energian sekä työ- ja tehdasturvallisuuden, kattaa myös kaikki tuotantoyksiköt (ks. kuvio 2). Automaatiokunnossapito on yksi osa tehdaspalvelua. (UPM Jokilaakson tehtaat 2010.)



KUVIO 2. Organisaatiokaavio Jokilaakson tehtaat (UPM Jokilaakson tehtaat 2010).

### Automaatiotoiminta ja mekatroniikka

Automaatiokunnossapito toimii alueryhmittäin. Eri paperikonealueilla ja muilla vastaavilla alueilla on omat kunnossapitohenkilöstönsä, jotka ovat erityisesti perehtyneet juuri oman alueensa laitteistoon. Alueryhmien lisäksi on asiantuntijoita, jotka ovat erikoistuneet johonkin tiettyyn osa-alueeseen. Asiantuntijat tukevat alueryhmien toimintaa ongelmatilanteissa. (Puonnas 2011.)

Automaatiokunnossapito vastaa tehtaan tuotantolaitteiden sähkö- ja instrumenttikunnossapidota sekä niihin liittyvistä ohjausjärjestelmistä. Automaatiossa työnjärjestelyt hoitaa aluemestari ja hän vastaa alueensa kaikista automaatiolaitteista sekä niiden kunnosta että kehittämisestä. Mekatroniikkahuollon toimintaa tukee ja tarkastukset laatii mekatroniikkaryhmä, jonka työn tavoitteena on mekatroniikkaongelmien ratkaisu. Mekatroniikkahuolloista vastaavat myös aluemestarit (automaatio/mekaaninen). (JokiNet 2011.)

## 2.4 UPM Jämsänkoski

UPM Jämsänkoski valmistaa SC-aikakauslehtipaperia sekä erikoispapereita, joita ovat tarran pinta- ja taustapaperi sekä pakkauspaperi. UPM:n Jämsänkosken tehtaalla on yhteensä neljä paperinkonetta: paperikoneet 3, 4, 5 ja 6. Tehtaan vuotuinen tuotantokapasiteetti on noin 880 000 tonnia. Paperikoneista paperikone 3 (PK3) ja paperikone 4 (PK4) valmistavat erikoispapereita. Paperikone 5 (PK5) ja paperikone 6 (PK6) päällystämätöntä SC-aikakauslehtipaperia. Pääraaka-aineina käytetään pääasiassa kuusikuitupuuta ja sellua. (UPM Jokilaakson tehtaot 2010.)

### Jämsänkosken PK4

Jämsänkosken PK4:lla valmistetaan tarran pinta- ja taustapaperia sekä pakkauspaperia. Koneen leveys on 5,22 m ja valmistettavan paperin grammapainot ovat 60 – 135 g/m<sup>2</sup>. Raaka-aineena käytetään lyhyt- ja pitkäkuitusellua sekä lisäksi täyteaineita ja päällystyspigmenttejä. Koneen suunniteltu nopeus on 900 m/min. PK4 on vuodelta 1974 oleva Ahlströmin paperikone, johon on tehty uusinnat vuosina 1983 ja 2007. PK4:llä on aikaisemmin valmistettu hienopaperia ja MFC-aikakauslehtipaperia. (UPM Jokilaakson tehtaot 2010.)

### Jämsänkosken PK6

Jämsänkosken PK6:lla valmistetaan SC-aikakauslehtipaperia. Kone on leveydeltään 9,35 m ja suunniteltu nopeus 1700 m/min. Valmistetun paperin grammapainot ovat 39 -56 g/m<sup>2</sup>. Raaka-aineena käytetään kuumahierrettä, sellua ja täyteaineita. Paperi kalanteroidaan kolmella superkalanterilla. PK6 on Valmetin vuonna 1992 rakentama paperikone. (UPM Jokilaakson tehtaot 2010.)

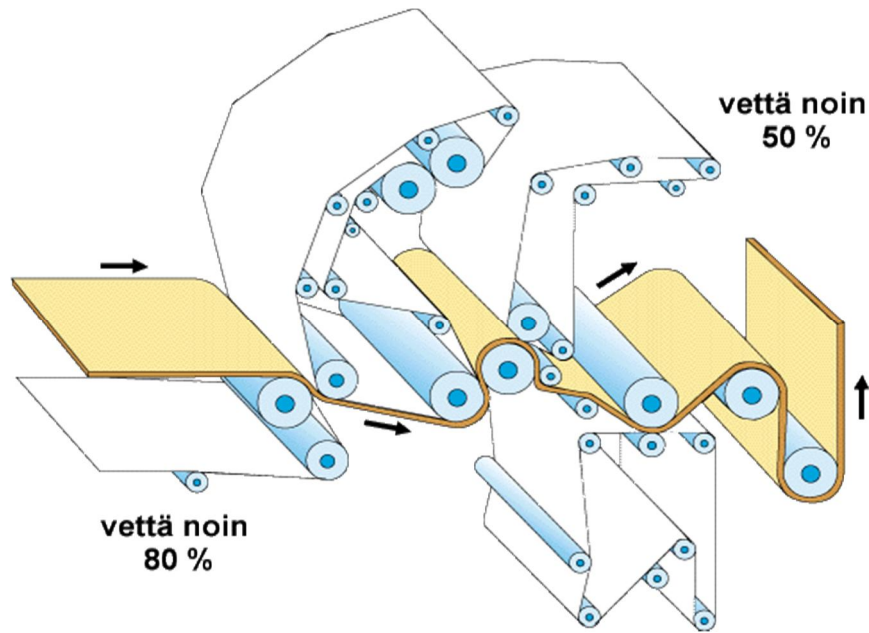
## 3 PURISTINOSAN JA RULLAIMEN TOIMINTA

### 3.1 Puristinosan toiminta

#### 3.1.1 Puristustapahtuma

Puristinosan tehtävänä on poistaa mahdollisimman paljon vettä paperirainasta ja tiivistää rainaa. Pyrkimyksenä on saavuttaa riittävän suuri märkälujuus, jotta rainan siirto kuivatusosalle onnistuisi ilman rainan katkeamista. Rainan tulee tiivistyä lujien kuitujen välisten sidosten muodostumiseksi rainaa kuivattaessa. Ennen puristinosaa rainassa on vettä noin 80 % ja puristinosan jälkeen noin 50 % (ks. kuvio 3). Aluksi puristamisen on oltava varovaista rainan rikkoutumisen estämiseksi. Liian voimakas tai nopea puristus aiheuttaa hienoaineitten huuhtoutumista rainasta ja pahimmassa tapauksessa rikkoo jo muodostuneen kuituverkon. Vaiheittainen puristus toteutetaan käyttämällä useita puristinnippejä. Puristuspainetta voidaan lisätä asteittain kun raina on mennyt ensimmäisen puristinnipin lävitse. Yleensä puristuspainetta viimeisessä nipissä ei voida nostaa niin korkeaksi kuin laitteelle teknisesti olisi mahdollista, koska liian korkea paine aiheuttaa rainan liiallista paksuuden laskua, mikä ei ole paperin ominaisuuksien kannalta suotavaa. Myös huopien kestoikä lyhenee ja puristimen herkkyys värähtelylle kasvaa korkeilla puristuspaineilla. (KnowPap 2005.)

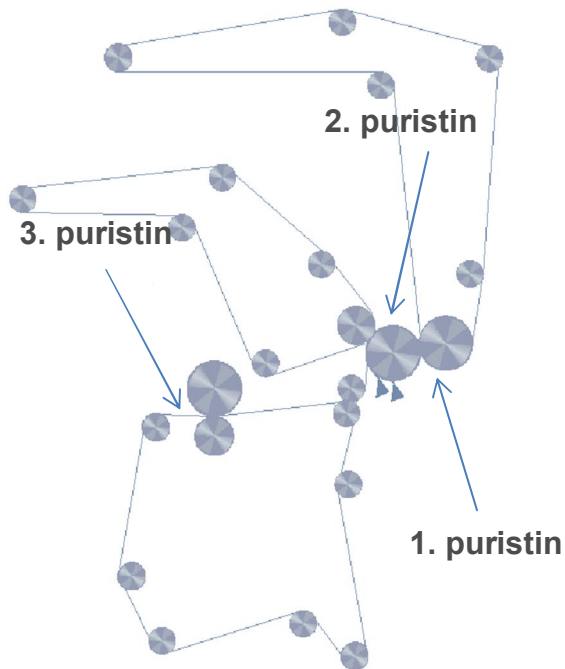
Yleensä märkäpuristus tapahtuu puristamalla kahta telaa toisiaan vasten. Paperirata kulkee telanipin lävitse yhdessä yhden tai kahden puristinhuovan kanssa. Siihen, kuinka hyvin vesi siirtyy paperista huopaan ja siitä edelleen telalle, vaikuttavat useat muuttujat. Tärkeimpiä muuttujia ovat puristuspaine, puristusaika, huovan- ja telan pintarakenne, lämpötila, massan koostumus ja jauhatusaste, koneen nopeus sekä viivakuorma. Märkäpuristus myös vaikuttaa paljon paperin ominaisuuksiin. Puristimen geometria, telat ja telojen pinnoitteet, huovat ja viivapaineyhdistelmät valitaan koneen ajonopeuden ja valmistettavan paperilajin mukaan. Paperin laatuominaisuuksia, joihin märkäpuristus vaikuttaa voimakkaasti, ovat paperin sileys ja symmetria, hienoainejakauma, pintalujuus, kosteus ja kosteusprofiilit, huokoisuus sekä bulki. (KnowPap 2005.)



KUVIO 3. Veden poistuminen puristinosalla (KnowPap 2005).

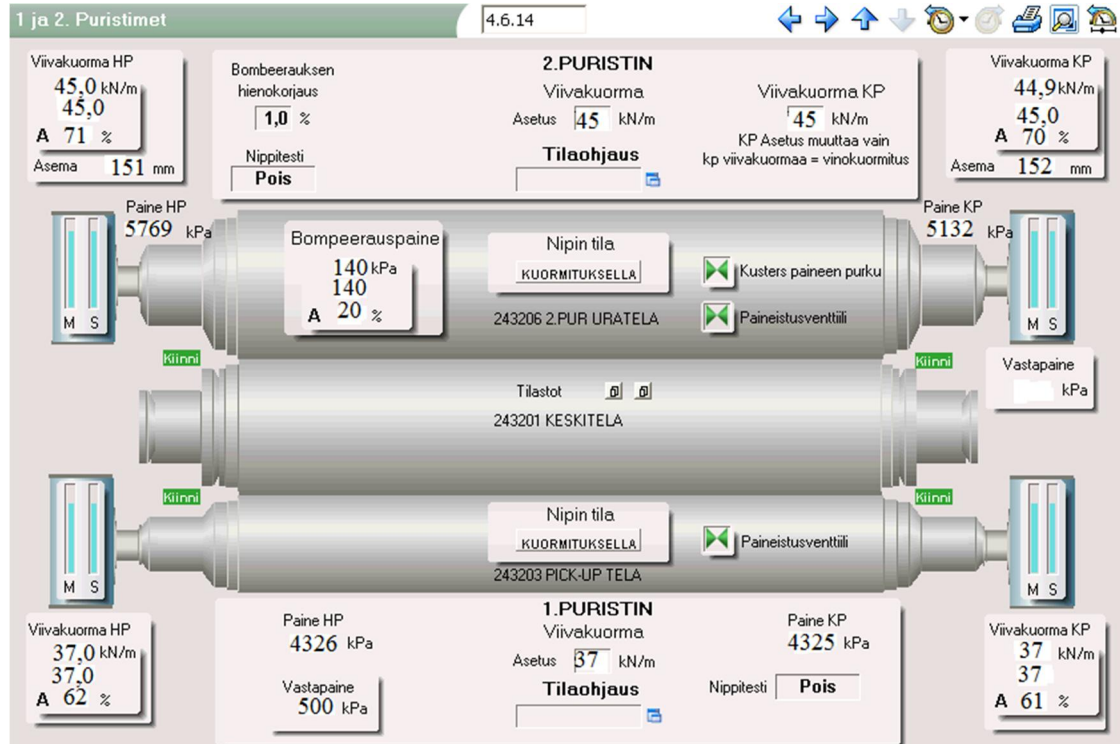
### 3.1.2 Jämsänkosken PK4:n puristinosan toiminta

Jämsänkosken PK4:n puristinosaa on alun perin vuodelta 1974 peräisin oleva Ahlströmin kolmenippipuristin (ks. kuvio 4). Puristinosaa on uusittu vuonna 1994, jolloin uusittiin mm. kuormitushydrauliikka ja logiikkaohjaus. Vanha logiikkaohjaus muutettiin Metso DNA-automaatiojärjestelmään vuonna 2010. (Harju 2011.)



KUVIO 4. PK4:n kolmenippipuristimen rakenne

Ensimmäisessä puristinnipissä vettä puristetaan pois paperirainasta painamalla pick-up-telaa keraamista keskitelaa vasten (ks. kuvio 5). Pick-up-tela on tyypiltään kolmi-vyöhykkeinen imutela. Ensimmäisen puristimen kuormitus säädetään viivakuorman säädön avulla. Viivakuormalle annetaan asetusarvo kN/m, jonka mukaan hoitopuolen ja käyttöpuolen viivakuormasäätimet säätävät telan viivakuorman (ks. säädön toimintajärjestys 3. puristimen kuvasta kuvio 6.). (Harju 2011.)



KUVIO 5. Ensimmäisen ja toisen puristimen ajokuva. *Huom! Arvot muokattu.*

1. puristimella, kuten kaikilla muillakin puristinnipeillä on kolme erillistä tilaa, joihin kukin puristinnippi pystytään ohjaamaan (ks. kuvioissa 5 ja 6 näkyvä nippin tila). Seisokki- ja huoltotilanteissa nippi avataan kokonaan auki - tilaan, jolloin päästään suorittamaan tarvittavat huoltotyöt ja vaihtamaan esim. puristinhuopia. Kevennystilassa nippi on kevyesti kiinni ja kuormitus on huomattavasti normaalia ajotilannetta pienempi. Kuormitustilassa nippi on kiinni ja paperirainaa puristetaan niin paljon kuin mahdollista ilman, että puristustapahtuma rikkoo paperirainan rakennetta. Puristinosan rakenteellisten syiden takia 1. puristinta ei ole mahdollista avata koneen käydessä. Tästä syystä 1. puristinnippi pidetään kiinni myös ratakatkojen aikana. Kun konetta ajetaan ylös seisokin jäljiltä, 1. puristin suljetaan ennen puristimen käynnistämistä. (Harju 2011.)

Toinen puristinnippi koostuu keskitelasta ja taipumakompensoidusta uratelasta. Taipumakompensoidussa uratelassa on kaksi kammiota: paineellinen (+)-kammio ja lähes paineeton (-)-kammio. (+)-kammion tarkoituksena on ponnistaa telan vaippaa sisääkselista pois päin. Telan kuormituksen jakautumista säädetään telan sisäistä pai-

netta muuttamalla. Ulkoisen kuormituksen pysyessä vakiona, telan sisällä vallitsevan paine-eron suuruus määrää kuinka suuri on telan keskikohtaan kohdistama paine. Mitä suurempi on paine-ero, sen suurempi on myös puristusvoima telan keskellä. Tätä telan tynnyrimäisyyttä kutsutaan bombeerausukseksi ja vallitsevaa painetta bombeerauspaineksi. (KnowJoki 2006.)

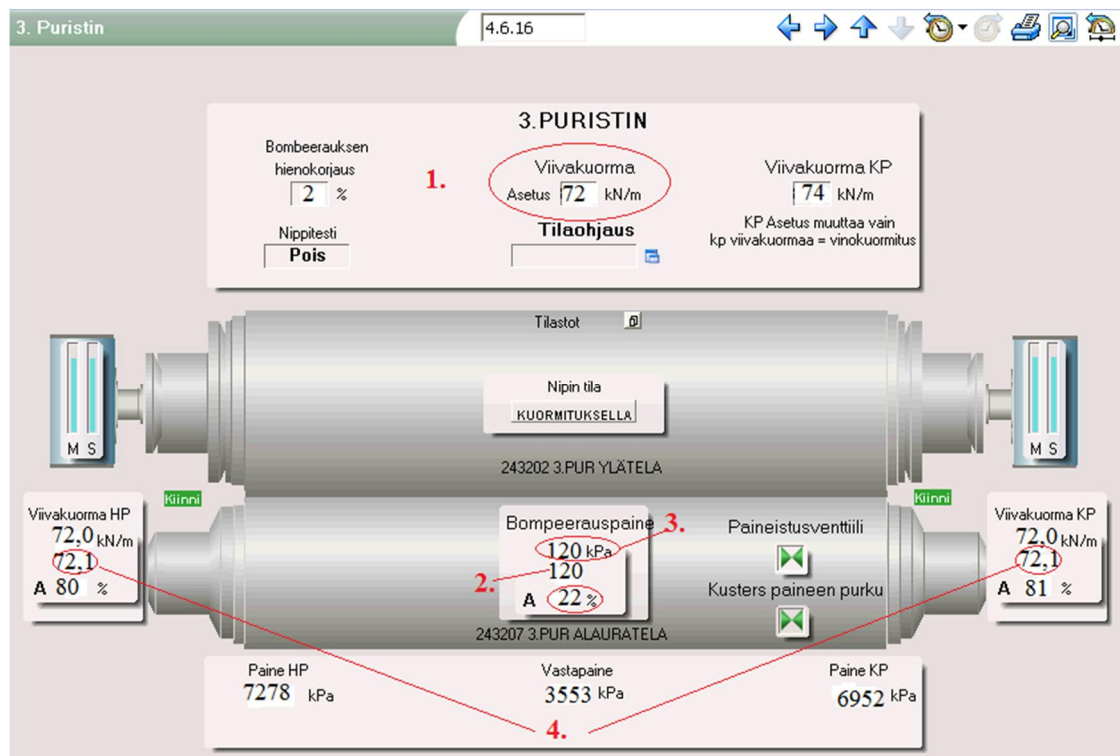
2. puristimella on käytössä viivakuormasäädön lisäksi asemamittaus ja -säätö, jotka mittaavat ja ohjaavat puristimen kiinniajoa. Asemasäätö perustuu telan hoito- ja käyttöpuolten asemamittauksien eron seurantaan. Säätö toimii siten, että kun puristinta aletaan ajamaa kiinni, käyttöpuolen asemaa ei säädetä vaan säätö tapahtuu telan hoitopuolella. Hoitopuoli pyrkii seuraamaan käyttöpuolen liikettä, mutta mikäli hoito- ja käyttöpuolten ero kasvaa liian suureksi, pystyy säädin suoristamaan telaa lisäämällä tai vähentämällä hoitopuolen ohjearvoa maksimissaan 10 % suuntaan tai toiseen. Mikäli asemamittauksien ero säädöstä huolimatta kasvaa liian suureksi, aukeaa puristin uudelleen. Kun 2. puristin ajetaan kevennys- tai kuormitustilaan, tallentuvat säätimien lähdöt puristimen ohjelman muistiin. Näin tapahtuu siinä vaiheessa kun puristin on ollut kevennys- tai kuormitustilassa 75 s. Aika on valittu siten, että sekä säätö on varmasti ehtinyt rauhoittua ennen arvojen tallennusta. Näihin talletettuihin säätimien lähtöihin lisätään ohjearvoa 10 %, jonka jälkeen ne jäävät odottamaan puristimen seuraavaa kevennykselle tai kuormitukselle ajoa. Seuraavan kerran kun puristinta ollaan ajamassa kiinni, käytetään noita arvoja puristimen kiinniajossa pakko-ohjuksena. Kun pakko-ohjaus on ollut päällä 75 s, säätimet vapautetaan ja ne korvataan viivakuormasäädöllä. (Harju 2011.)

2. puristimella viivakuorma ja bombeerauspainet säädetään siten, että viivakuormalle annetaan ensin asetusarvo kN/m, joka sitten muutetaan skaalaustaulukon avulla paineeksi kPa. Tämä paine toimii bombeerauspaineen asetusarvona. Tämän asetusarvon mukaan säädetään bombeerauspainet. Bombeerauksen oloarvo kPa muutetaan jälleen viivavoimaksi muuntotaulukon avulla ja tämä arvo antaa asetusarvon viivakuormasäätimille. (Harju 2010.)



Poiketen ensimmäisestä ja kolmannelta puristimesta, 2. puristin ajetaan koneen käynnistystilanteessa kiinni vauhdissa, koneen jo käydessä. Ratakatko tilanteessa 2. puristin menee kevennystilään. Esimerkiksi silloin kun painetaan hätä seis- painiketta, 2. puristimella tehdään pika-avaus, jolloin puristinnippi avataan suoraan kuormitustilasta. Avaus saadaan tapahtumaan normaalia avaustilannetta nopeammin käyttämällä suoraan hydraulikkakoneikon painetta. (Harju 2011.)

Kuten 2. puristimella, myös 3. puristimessa on taipumakompensoitu uratela, jota painetaan keraamista ylätelaa vasten (ks. kuvio 6). Puristimen kiinniajo tapahtuu pelkästään viivakuorman ja bombeerauspaineen säädön avulla, eikä siinä ole asemamit-tausta tai – säätöä kuten 2. puristimella. Muuten säätö tapahtuu samoin kuin 2. pu-ristimella. (Harju 2011.)



KUVIO 6. Kolmannen puristimen ajokuva. Säädön toimintajärjestys. *Huom! Arvot muokattu.*

Ratakatkotilanteessa 3. puristin pidetään kiinni ja se on mahdollista avata ainoastaan kun kone on pysäytetty, johtuen samantyyppisistä rakenteellisista ominaisuuksista

kuin 1. puristimella. Koneetta ylös ajettaessa 3. puristin myös suljetaan ennen koneen käynnistämistä, kuten 1. puristin. (Harju 2011.)

Sekä toisella että kolmannella puristimella on myös vinokuormitusmahdollisuus. Vinokuormituksessa käyttöpuolen viivakuormaa voidaan muuttaa. Käyttöpuolen viivakuorman muutos muuttaa myös hoitopuolen kuormitusta, mutta päinvastaiseen suuntaan. Eli mikäli käyttöpuolen viivakuormaa nostetaan, laskee hoitopuolen viivakuorma samassa suhteessa. Tämä on välttämätöntä, jotta puristimen kokonaisviivoima pysyisi samana. Lisäksi toisella ja kolmannella puristimella on myös bombeeraus hienokorjausmahdollisuus. Hienokorjauksessa muutetaan bombeerauspaikkeen ja viivakuorman suhdetta. (Harju 2011.)

## **3.2 Rullaimen toiminta**

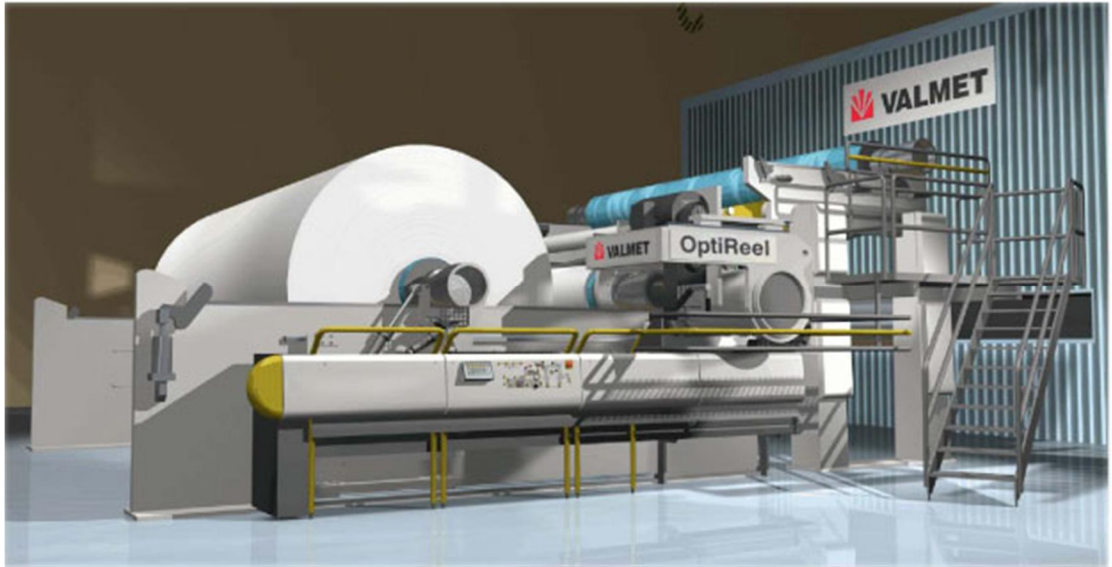
### **3.2.1 Rullaustapahtuma yleisesti**

Paperikoneen jatkuva prosessi katkeaa ensimmäistä kertaa rullaimella, jolloin siirrytään jaksoittain tapahtuvaan toimintaan. Rullaimella paperirata kierretään vasten rullainsylinteriä tampuuriraudan ympärille. Rullaimen tehtävänä on vastaanottaa ja varastoida tampuurirauta, rullata paperi rullalle virheettömästi, vaihtaa paperi täydeltä rullalta tyhjälle tampuuriraudalle, luovuttaa täysi konerulla vaimentimelle ja pysäyttää se mekaanisella jarrulla. (KnowJoki 2006.)

### **3.2.2 PK6:n rullaimen toiminta**

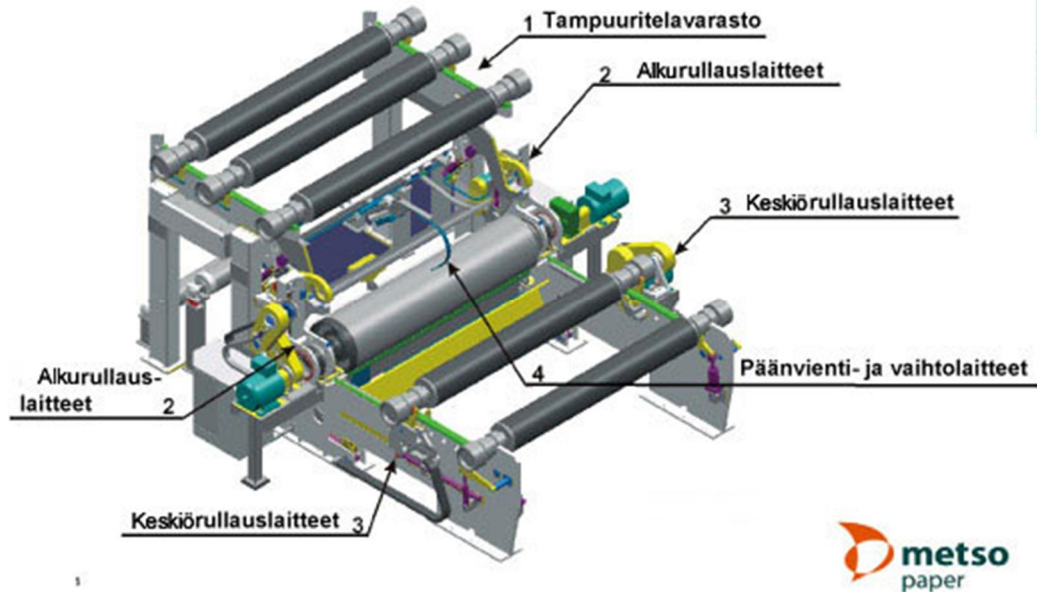
Jämsänkosken PK6 rullain on tyypiltään Valmet OptiReel keskiö veto-pintavetorullain (ks. kuvio 7). PK6:n rullain on ensimmäinen tuotantokoneella käyttöön otettu OptiReel- rullain heti ensimmäisen koekoneelle rakennetun prototyypin jälkeen. Tästä

johtuen se eroaa hieman uudemmissa OptiReel-rullaimista. PK6 rullaimella on käytössä Damatic XD- automaatiojärjestelmä. (KnowJoki 2006.)



KUVIO 7. Valmet OptiReel (KnowJoki 2006).

Tyypillisesti OptiReel-tyyppisessä rullaimessa rullainsylinteri on keskitasossa. Rullaus tapahtuu kahdessa vaiheessa, ensin alkurullauslaitteessa ja sitten rullausvaunussa (ks kuvio 8). Alkurullauslaitteella ja rullausvaunulla on molemmilla omat keskiökäyttönsä ja rullauksen aikana tapahtuu käytön vaihto. Tampuurin vaihdon suoritus tapahtuu vetämällä valmis rulla irti rullaussylinteristä ja tuomalla tyhjä tampuurirauta valmiin rullan tilalle. Tämän jälkeen rata katkaistaan ja suoritetaan päällepuhallus. (KnowJoki 2006, OptiReel-rullaimen mekaaninen kunnossapito 2004.)



KUVIO 8. OptiReel-rullaimen pääosat. Kuvassa rullausvaunua ja muita toisorullauslaitteita on kutsuttu keskiörollauslaitteiksi. (KnowJoki 2006.)

Alkurullauslaite vastaanottaa tyhjän tampuurin tampuuritelavarastolta ja lukitsee tyhjän tampuurin lukitusleukojen väliin. Tampuuri käännetään vaihtoasentoon tai päänvientitilanteessa päänvientiasentoon. Alkurullaus suoritetaan liukujohteiden avulla laakeroitujen alkurullauskelkkojen varassa. Kelkkoja liikuttavien hydraulisynterierien avulla säädetään viivakuorma rullauksen alkuvaiheessa. Sylinterien varsien puolelle johdetaan kuormituspaine, jonka säätö tapahtuu paineensäätöproportionaaliventtiilin avulla. Käytössä on yksi venttiili, josta paine jaetaan käyttö- ja hoitopuolille. Sylinterien mäntien puolelle johdetaan vastapaine yhdellä yhteisellä paineensäätöproportionaaliventtiilillä. Sekä kuormituksen että vastapaineensäätöventtiilit ovat tyypiltään Moog PQ – säätöproportionaaliventtiilejä. Alkurullauslaitteella on oma käyttönsä, jonka tehtävänä on kiihdyttää tyhjä tampuuri ratanopeuteen ja tuottaa keskiömomentti rullauksen alussa. Alkurullauskelkan asemaa ja kulmaa seurataan asema- ja kulma-antureiden avulla. (KnowJoki 2006; OptiReel-rullaimen mekaaninen kunnossapito 2004; Hirsilä 1997.)

Rullaussylinteri poimii radan pään päänviennin aikana ja valvoo ratanopeutta kiinnirullauksen aikana. Rullauksen aikana paperirata siirretään rullaussylinterillä tampuu-

ritelalle. Rullaussylinteri muodostaa nipin yhdessä tampuurin kanssa, ottaa vastaan viivakuorman, ylläpitää ratakireyttä, poistaa ilmaa sekä lisätä sylinterin ja paperin välistä kitkaa. (KnowJoki 2006.)

Ilmakaapimen tarkoituksena on puhdistaa rullaussylinterin pinta ja estää paperia kiertymästä rullaussylinterin ympärille ratakatkotilanteessa. Kun paperirata ajetaan rullaimen alla olevaan pulpperiin, on ilmakaapimen tehtävänä vapauttaa paperirata rullaussylinterin pinnasta. Ratakatko- ja päänvientitilanteessa kaavin käynnistyy automaattisesti. (KnowJoki 2006.)

Rullausvaunu vastaanottaa tampuurin alkurullauksen jälkeen ensiörollauslaitteelta. Viivakuorma rullaussylinterin ja tampuurin välillä säädetään rullausvaunulla niin, että saavutetaan optimaalinen tampuurin rakenne. Rullausvaunun tehtävänä on luovuttaa täysi konerulla vaimennin- ja jarruasemalle pysäytystä varten. Kun rullaus on siirtynyt ensiörollauslaitteelta toisiovaunulle, keskiökäyttö huolehtii asetusarvonmukaisesta kehävoimasta. Rullausvaunut ovat käyttö- ja hoitopuolelle laakeroitu liukujohdeiden varaan eikä niiden välillä ole mekaanista yhteyttä. Rullausvaunujen liikuttelu tapahtuu hydraulisylinterien avulla. Käyttö- ja hoitopuolilla sylinterien varsien puolille johdetaan kuormituspaine, joka säädetään paineensäätöproportionaali venttiileillä ja sylinterien mäntien puolelle johdetaan vastapaine, jota myös säädetään omalla käyttö- ja hoitopuolen yhteisellä paineensäätöproportionaaliventtiilillä. (KnowJoki 2006, Hirsilä 1997.)

Vaihto- ja päänvientitilanteessa radan katkaisu tehdään terävaihtolaitteella, joka korvaa vanhat alapuoliset vaihtopuhallusputket ja siinä on pitkä radan poikkisuuntainen katkaisuterä. Terävaihtopalkki toimii kotiasemassa ollessaan pulpperisuojana, päänvientitilanteessa päänvientipuhallusputken runkona ja vaihtolaitteena vaihdossa. Radan katkaisussa teräpalkki nostetaan yläasentoon ja katkaisuterä katkaisee radan ja nostaa radan samalla uuden tampuurin ympärille. (Terävaihtolaite 2005.)

Irtivedettävällä rullalla pidetään nippi painolaitteen avulla. Painolaite voi olla joko harjalaite tai pitkätela. PK6 rullaimella käytössä on harjalaite, joka vaihdonaikana

painaa valmistuvan tampuurin pintaa pintakerrosten irtoamisen estämiseksi. (KnowJoki 2006.)

Jarru ja sähkökäyttö pysäyttävät valmiin konerullan pyörimisliikkeen hydraulikkasyylinterin ja jarrukengän avulla. Tämän jälkeen konerulla on valmis seuraavaa osaprosessia varten. (KnowJoki 2006.)

Koneen molemmille reunoille on asennettu korkeapaineisella vedellä toimivat vesileikkurit, joiden tarkoituksena on poistaa paperin reunoissa olevat rataviat ja profiilivirheet ja taata virheetön rullaus sekä jälkikäsittely. Paperiradan reunoista leikataan pois kapeanauha. Käytetyn veden paine on noin 800 bar. (KnowJoki 2006.)

PK6 rullaimen viivakuorman hallinta perustuu painemittauksiin, toisin kuin kehittyneemmällä Optireel-rullaimilla, joilla viivakuorman hallinta perustuu voimamittauksiin. Kuormitukset on toteutettu painesäädöllä ja Moogin p/Q-venttiileillä. Rullausvaunuissa on hoito- ja käyttöpuolille omat kuormituspaineen säätöventtiilit. Vastapaineelle on oma venttiilinsä ja liikkeet tahdistetaan jakomoottorin avulla. (Hirsilä 1997.)

## **4 KUNNONVALVONTA**

### **4.1 Kunnonvalvonta yleisesti**

Kunnonvalvonta on koneen tai laitteen käynninaikana suoritettavaa kunnon määrittämistä erilaisin teknisin mittausmenetelmin ja analysein. Pyrkimyksenä on saada ennakoivaa tietoa alkavasta vikaantumisesta odottamattomien laiterikkojen ja seisokkien välttämiseksi. Tavoitteena on myös määrittää koneen tai laitteen jäljellä oleva käyttöikä. Tällöin tarvittavat korjaukset pystytään suorittamaan suunnitelluissa

seisokeissa. Toimivan kunnonvalvonnan tavoitteena on kehittää kunnossapitoa kokonaisvaltaisesti suositusten ja havaintojen perusteella tehtävien tarpeellisten toimenpiteiden kautta (Kunnossapito 2007, 14-15). (Mäkelä & Turunen 2008.)

Kunnonvalvonta voi olla joko jatkuva-aikaista tai määrävalein suoritettavaa. Määrävalein suoritettavassa kunnonvalvonnassa kunnonvalvoja käy lävitse ennalta suunnitellun valvontakierroksen ja esim. telojen laakeritiedot rekisteröidään kannettavalle värähtelyanalysaattorille. Jatkuva-aikainen kunnonvalvonta taas on, jonkin laitteiston prosessin taustalla suorittamaa tarkkailua, joka esimerkiksi hälyttää tiettyjen sille annettujen rajojen ylittyessä. Kunnonvalvonta voi olla myös aisteihin perustuvaa, jolloin havainnoidaan esim. jonkin koneenosan käyttäytymisessä tapahtuvia muutoksia. (Mäkelä ym. 2008.)

Kunnonvalvonta on merkittävä keino vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen (Salmi 2006). Kunnonvalvonnalla saavutettavia hyötyjä ovat esim. turvallisuushyödyt, kustannussäästöt, ekologiset hyödyt, tehokkaampi tuotannon käyttö ja parempi laatu sekä takuukysymykset ja tuotekehitys (Salmi 2006). Kunnossapito voi vaikuttaa yrityksen tuottavuuteen kahdella eri tavalla: tuotannon määrään vaikuttamalla ja tuotteen hintaan vaikuttamalla. Tuotannon määrään vaikuttavat esim. suunnittelemattomat seisokit, joita on mahdollista vähentää kunnonvalvonnan avulla. Kunnossapitokustannukset näkyvät suoraan tuotteen hinnassa ja kunnonvalvonnalla on mahdollista pienentämään kustannuksia esim. yllättävien laiterikkojen aiheuttamien ylityökustannusten osalta. (Keep it running 1998, 14-15.)

## **4.2 Automaatiokunnonvalvonta**

Nykypäivän paperikoneissa ohjauksessa automaatiolla on yhä merkittävämpi rooli, ja siten myös automaatiokunnossapidon merkitys on lisääntynyt huomattavasti. Kun paperikoneita halutaan ajaa mahdollisimman kannattavasti, on myös automaatiolaitteiden vikaantuminen minimoitava. Automaatiokunnossapidon tehtävänä on pitää

tehtaan koneet käynnissä automaatiolaitteiden osalta. Mittauskohteita ja suureita on yleensä paljon ja automaatiojärjestelmät sekä kenttälaitteet ovat hyvin kriittisiä koneen ajamisen kannalta. Automaatiokunnossapito kohdistuu pääasiassa lähettiin, kuten paine-, pinta-, virtaus-, sakeus-, pH-, ja lämpötilalähettämiin sekä kenttäkoteloihin, venttiilien ohjausyksiköihin, järjestelmävyliin ja valvomolaitteisiin. (Mäkelä ym. 2008.)

Automaatiokunnonvalvonnalla parannetaan automaatiolaitteiden toimintavarmuutta ehkäisemällä laitteiden äkillistä vioittumista. Kunnonvalvonta perustuu yleensä alkan vikaantumisen havaitsemiseen mitattavassa suureessa. Pyrkimyksenä on pystyä havaitsemaan normaalista poikkeavat muutokset mitattavassa suureessa. Kunnonvalvonnan avulla saadaan juuri ne laitteet jotka tarvitsevat huoltoa seisokkityölistoihin ja välttyään turhilta suunnittelemattomilta seisokeilta. Kenttälaitteissa voi usein olla piileviä vikoja, joita ei huomata tarpeeksi ajoissa, ennen laitteen vioittumista toimintakelvottomaksi. (Mäkelä ym. 2008.)

Fysikaalisia suureita mitataan laitteista käynnin aikana siten, että mittauksia tehdään säännöllisesti ja että eri kerroilla suoritettavat mittaukset ovat keskenään vertailukelpoisia. Vertailukelpoisuus on välttämätöntä, jotta suureet pystytään asettamaan samalle asteikolle ja seurata niiden kehittymistä trendinä. Kun laitteesta seurataan useampia kuin yhtä suuretta, lisääntyy analyysien luotettavuus huomattavasti. Tällaista valvontaa kutsutaan moniparametrivalvonnaksi. Tyypillisimpiä kunnonvalvontaohjelmistoilla valvottavia suureita ovat paine-, pinta-, lämpötila-, ja virtauslähettimet. Kenttälaitteiden kunnonvalvontaohjelmistojen avulla pyritään parantamaan kenttälaitteiden diagnostiikkatietojen analysointia ja vikojen vakavuuden arviointia. Kun analyysit ja arviot vian vakavuudesta on tehty huolella, pystytään aikataulutamaan tulevat suunnitellut seisokit oikein. Seisokkisuunnittelun päätavoitteena on suunnittelemattomien seisokkien vähentäminen, resurssien tehokas käyttö ja huollon keskittäminen sitä tarvitseviin kriittisiin kohteisiin. Näin saavutetaan laitteiden parempi toiminta ja siten myös parempi ohjaus- ja säätökyky. Kun laitteen diagnostiikkatiedot saadaan suoraan kunnonvalvontajärjestelmästä, saavutetaan merkittäviä säästöjä myös ennakoivassa kunnossapidossa. (Mäkelä ym. 2008.)



### **Kunnonvalvontaohjelmistot**

Tunnetuimpia markkinoilla olevia kunnonvalvontaohjelmistoja ovat esim. Metso Fieldcare, Emerson AMS ja Siemens PDM. Ohjelmistojen avulla mahdollistetaan kunnossapidon kohdistaminen tarpeellisimpiin töihin ja kohteisiin, kuten säätöpiirien viritykseen ja säätöjen toiminnan optimointiin. (Mäkelä ym. 2008.)

Metso Fieldcare – kunnonvalvontaohjelmisto FDT (Field Device Tool) – sopimukseen perustuva kenttälaitteiden hallintajärjestelmä. FDT – sopimuksella mahdollistetaan kenttäväylälaitteiden integrointi osaksi automaatiojärjestelmää. Fieldcare - järjestelmää on mahdollista käyttää kenttälaitteiden konfigurointiin, diagnostiikkaan ja ennakoivaan kunnossapitoon. Fieldcare - ohjelmistoa voidaan käyttää erilaisissa kenttäväyläympäristöissä ja eri käyttöjärjestelmissä. Kunnonvalvonta antaa hälytyksiä valvottavien kenttälaitteiden alkaessa oireilla ja laitteet on mahdollista huoltaa ennen kuin viasta on aiheutunut tuotannon katkos. Ennakoivaa kunnossapitoa pystytään tehostamaan ohjelman tarjoamalla menneen ja nykyhetken toimintatietojen analysoinnilla. (Mäkelä ym. 2008.)

Säätöventtiilien diagnostiikkatietojen tutkiminen on yksi kaikista hyödyllisimmistä kunnonvalvontaohjelmistojen ominaisuuksista. Älykkäistä venttiiliohjaimista on esimerkkinä esimerkiksi Metso Endress + Hauser Oy:n ND9000, josta saatavat tiedot on mahdollista jakaa kolmeen eri osa-alueeseen; monitorointi, elinkaaridiagnostiikka ja online- diagnostiikka. Elinkaaridiagnostiikassa eri tiedot on ohjelmoitu DTM (Device Tool Manager) laite- ja valmistajakohtaiseen rajapintasovellukseen. Sovelluksesta saadaan tärkeää tietoa ennakoivaan kunnossapitoon ja se toimii liittymänä laitteen konfigurointiin, kalibrointiin ja diagnostiikkiin. Venttiilin ohjausyksiköstä pystytään saamaan elinkaaridiagnostiikkatietoa esim. venttiilin timantti, erilaiset säätöpoikkeamat, lepokitka, luistiventtiilin asento sekä venttiilin avautumisen kuorma. Venttiilin timantti on tilastollisten diagnostiikkamittausten visuaalinen yhteenveto, joka näyttää yhdellä silmäyksellä sallittujen rajojen sisä- ja ulkopuolella olevat venttiilin ominaisuudet. Kokemukset venttiilien timanttinäytöistä ovat osoittaneet näyttöjen hyödyllisyyden ennakoivassa kunnossapidossa. (Mäkelä ym. 2008.)

Kunnonvalvontaohjelmistoja käytettäessä ennakoivaan kunnossapitoon tarvitaan henkilöitä ohjelmiston ylläpitämiseksi ja valvomiseksi. Kenttälaitteiden diagnostiikkatietojen analysointi vaatii vahvaa osaamista paperikoneiden kenttälaitteista ja perehtymistä ohjelmistoihin. Kunnonvalvojan on pystyttävä tunnistamaan erilaiset vika-tilanteet ja myös arvioimaan niiden vakavuus laitteen eliniän kannalta (Kuntoon perustuva kunnossapito 2009, 369). Tässä kohtaa henkilöstön ammattitaidolla on suuri merkitys. Ohjelmiston valvonta ja ylläpito on pitkäjänteisyyttä vaativaa työtä, mikä aiheuttaa ongelmia erityisesti dynaamisissa kunnossapitoympäristöissä kuten esim. ulkoistettu kunnossapito, jossa työntekijöiden vaihtuvuus saattaa olla suurta. Vasta kun nämä asiat ovat kunnossa voi kunnonvalvontaohjelmistoista mahdollista saada todellista hyötyä. (Mäkelä ym. 2008.)

### **4.3 PK4:n puristinosan ja PK6:n rullaimen kunnonvalvonta**

#### **PK4:n puristinosan kunnonvalvonta**

PK4:n puristinosalla kunnonvalvonta perustuu normaalin mekaanisen kunnossapidon lisäksi lähinnä värähtelymittauksiin ja määrääjain suoritettaviin öljyanalyysiin. Öljyanalyyseissä käytetään mm. hiukkaslaskentaa. Tätä varten on käytössä erillinen hiukkaslaskin, jolla öljynäytteet voidaan analysoida. Lisäksi suoritetaan esim. myös satunnaisia nippivoimien tarkastuksia. (Lahtinen 2011.)

#### **PK6:n rullaimen kunnonvalvonta**

PK6:n rullaimella tavallisten mekaanisten kunnossapito töiden lisäksi suoritetaan myös esim. öljynäytteistä hiukkaslaskentaa.

PK6:n rullaimen automaatiokunnonvalvonnan kannalta tärkeimpiä analysoitavia kohteita ovat rullaimen vaiheajat, mittausvärähtely, katkotilanteiden tallennus, vaihtokatkosten tilastointi sekä vaihtokatkotilanteen tallennus ja vertaaminen normaaliin tilanteeseen. Vaihtokatko tilanteessa seurataan paineenmuutoksia, kuormitusten

painevaihtelua nipin kuormitustilanteessa, ensiöhaarukoiden lukkotilannetta ja vastapainetta sekä toisiohaarukoiden kuormituspainetta. (Jam PK6 kunnonvalvonnan määrittelyt 2011.)

Diagnostiikan kannalta merkittäviä seurattavia kohteita ovat vaiheajat, hydrauliiikka-venttiilien toimintahäiriöt, kuormitusten painevaihtelu nipin kuormitustilanteessa, ensiöhaarukoiden lukkotilanne ja vastapaine sekä toisiohaarukoiden kuormituspainetta. (Jam PK6 kunnonvalvonnan määrittelyt 2011.)

## **5 SAVCOR WEDGE - OHJELMISTOTYÖKALU**

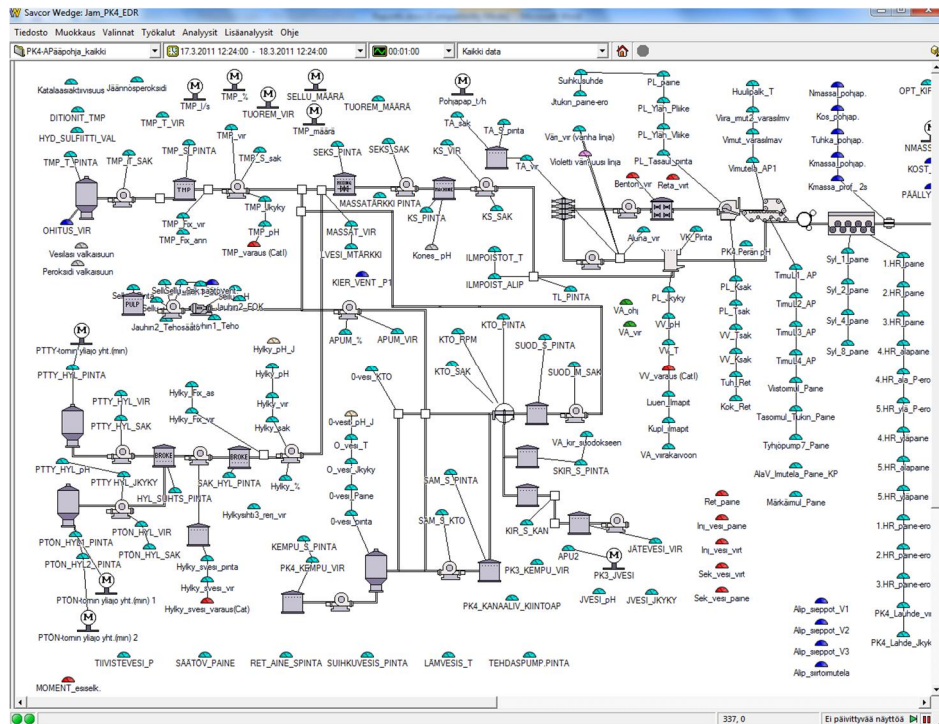
### **5.1 Savcor Wedge**

Savcor Wedge on prosessidatan hallintaan ja prosessivaihteluiden analysointiin tarkoitettu ohjelmistotyökalu. Ohjelmisto on yleisesti käytössä Euroopan paperiteollisuudessa. Alun perin Wedgen on kehittänyt KCL (Oy Keskuslaboratorio, Centrallaboratorium Ab), mutta nykyisin se on Savcor Forest Oy:n omistama ja ylläpitämä. Ohjelmaa käytetään tyypillisesti parantamaan tuotannon tehokkuutta ja vähentämään lopputuotteen laatuvariaatiota. Wedge-ohjelma mahdollistaa tuotantoinsinööreille ja operaattoreille prosessin muutosten järjestelmällisen seurannan ja analysoinnin matemaattisten työkalujen avulla. Wedge-ohjelman avulla on mahdollista mm. tiivistää suuria määriä prosessidataa, tarkastella dataa eri näkökulmista kuvaajien avulla sekä etsiä ja selvittää häiriöitä nopeasti. Ohjelman avulla voidaan myös parantaa prosessin tuntemusta, helpottaa prosessin häiriöiden huomaamista, nopeuttaa ongelmien ratkaisua, lyhentää häiriöiden vaikutusaikaa, pitää tuote tasalaatuisena, pidentää laitteiden elinikää sekä parantaa tuottavuutta. (Paunonen, Saarela & Ritala 1999; Wedge 6.1 käyttöopas 2007.)

Ohjelman korkeataajuinen datankeruumahdollisuus tukee datankeruuta 100 Hz taa-juudelle asti. Nopea näytteenottoväli on usein edellytys ongelmien diagnosoinnille paperikoneilla, kun kyseessä on nopeasti muuttuvat suuret. (Savcor Forest 2011.)

## 5.2 Kaaviot

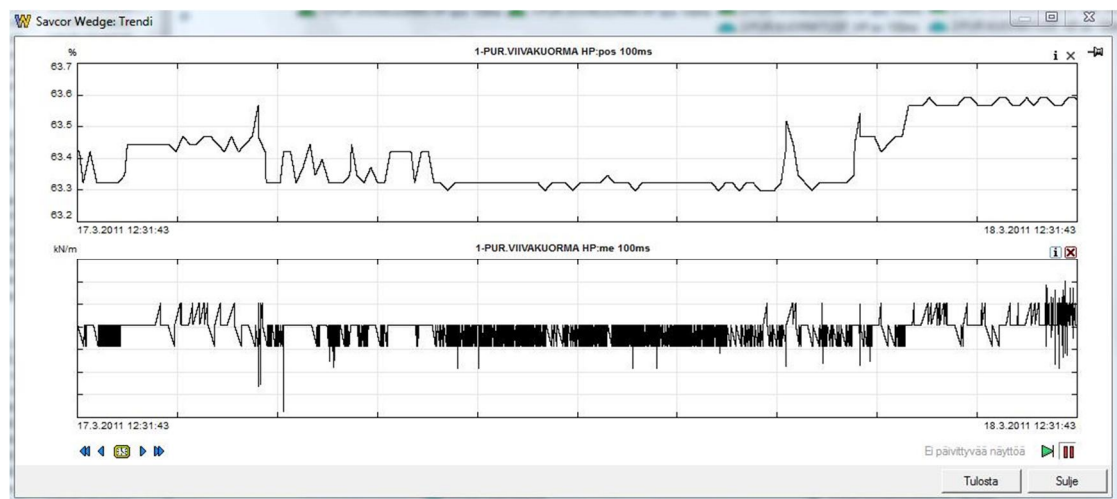
Kaavio on kuva- ja mittauskomponenteista koostuva malli todellisesta prosessista. Mittauskomponentilla tai mittauksella tarkoitetaan jostakin järjestelmästä (esim. automaatiojärjestelmästä) luettavaa signaalia. Kaavioon kerätään ne mittaukset joita halutaan seurata. Mittausten tuonti Wedge-palvelimelle kuvataan tarkemmin luvussa 7 (Tietokannat ja yhteydet Savcor Wedgeen). Usein kaavio koostuu esimerkiksi paperikoneen paperinvalmistusprosessiin kuuluvista mittauksista. Tässä tapauksessa kaaviot on koottu PK4:n puristinosan ja PK6:n rullaimen automaatiokunnonvalvonnan ja diagnostiikan kannalta merkittävistä mittauksista. (Wedge 6.1 käyttöopas 2007.)



KUVIO 9. Esimerkki Savcor Wedge kaaviosta

### 5.3 Trendit

Kaaviosta valitaan haluttu aikataso ja aikaväli, jotta voidaan tarkastella mittauksen sisältämää dataa. Yleensä dataa tarkastellaan graafisesti trendimuodossa. Trendillä tarkoitetaan graafista esitystä tietyinä ajanjaksona siten, että yhden mittauksen peräkkäiset pisteet on yhdistetty viivalla. Trendien avulla pystytään tarkastelemaan prosessin tapahtumia. (Wedge 6.1 käyttöopas 2007.)



KUVIO 10. Esimerkki Savcor Wedge trendistä

### 5.4 Kaavat ja analysointityökalut

Savcor Wedge- ohjelmassa on käytössä useita erilaisia laskentakaavoja ja analysointityökaluja kerätyn datan analysointia varten. Wedge- ohjelman taustalla on käytössä Matlab- ohjelmisto laskentojen suorittamista varten. Ohjelmaan on koottu kaavakokoelma, joka helpottaa laskenta kaavojen käyttöä, mikäli MATLAB- komennot eivät ole käyttäjälle tuttuja. Kaavakokoelmasta on mahdollista lisätä valmis laskennallinen mittaus kaavioon. Laskennallisten mittausten avulla pystytään tekemään esim. signaalin suodatusta. MATLAB- syntaksin ja funktioiden tuntemus antaa huomattavasti

lisää mahdollisuuksia laskennallisten mittausten käytössä, koska kaavakokoelmaan on kerätty vain muutamia hyödyllisiä esimerkkejä laskennallisista mittauksista.

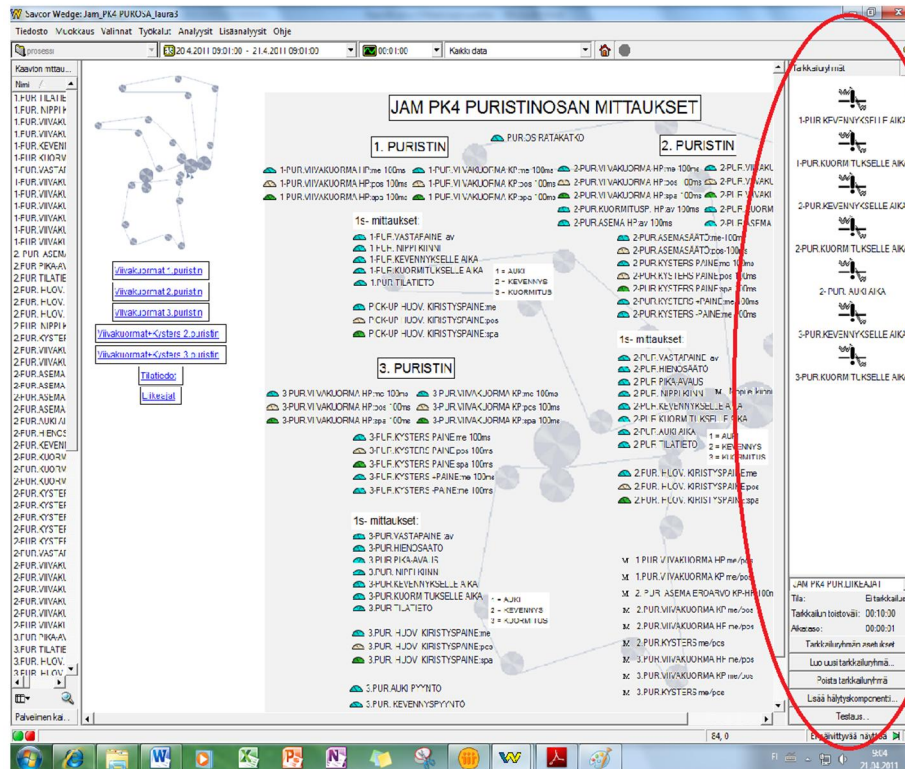
(Wedge 6.1 käyttöopas 2007.)

Laskennallisten mittausten lisäksi muita datan analysointi mahdollisuuksia ovat mm. datan esikäsittelytoiminnot, XY-kuvaajan käyttö, histogrammi, ristikorrelaatio ja aaltomuodon tunnistus. (Wedge 6.1 käyttöopas 2007.)

## 5.5 Taustatarkkailu

Wedge- ohjelman taustatarkkailuominaisuus on tarkoitettu prosessin automaattiseen seurantaan. Häiriötilanteessa käyttäjä voi seurata Wedge- käyttöliittymän kautta järjestelmän muodostamia hälytyksiä. Mitattavalle suurelle tai määritetylle laskennalle voidaan määrittää ylä- ja alaraja, joiden ylittyessä ohjelma tekee hälytyksen. Haetusta datasta voidaan työkalujen avulla karsia pois ne datan osat joita ei haluta tarkkailla. Tällaisia datan osia voivat olla esimerkiksi paperikoneen katko- ja seisokkitilanteissa kerätty normaalista ajotilanteesta poikkeava data. Ohjelman tarjoamista analysointityökaluista taustatarkkailussa pystytään suoraan hyödyntämään ainoastaan MATLAB- komennoilla toimivia laskennallisia mittauksia, joihin on mahdollista asettaa selvät ylä- ja alarajat. (Paunonen ym. 1999, Wedge 6.1 käyttöopas 2007.)

Yksittäistä valvottavaa mittausta tai laskentaa, joka on lisätty taustatarkkailuun ja jolle on määritelty hälytysrajat, kutsutaan tasohälytyskomponentiksi. Tasohälytyskomponentit puolestaan voidaan jakaa erillisiin tarkkailuryhmiin, joille pystytään määrittämään omat asetukset. Tarkkailuryhmäkohtaisesti on mahdollista määrittää esimerkiksi kuinka usein tarkkailua suoritetaan (tarkkailun toistoväli), kuinka pitkä ajanjakso kerrallaan tietokannasta haetaan ja kuinka nopeataajuista haettava data on (aikataso). (Wedge 6.1 käyttöopas 2007.)



KUVIO 11. Esimerkki taustatarkkailuikkunasta ympyröitynä punaisella. Ikkunan sisällä nähtävissä tasohälytyskomponentteja.

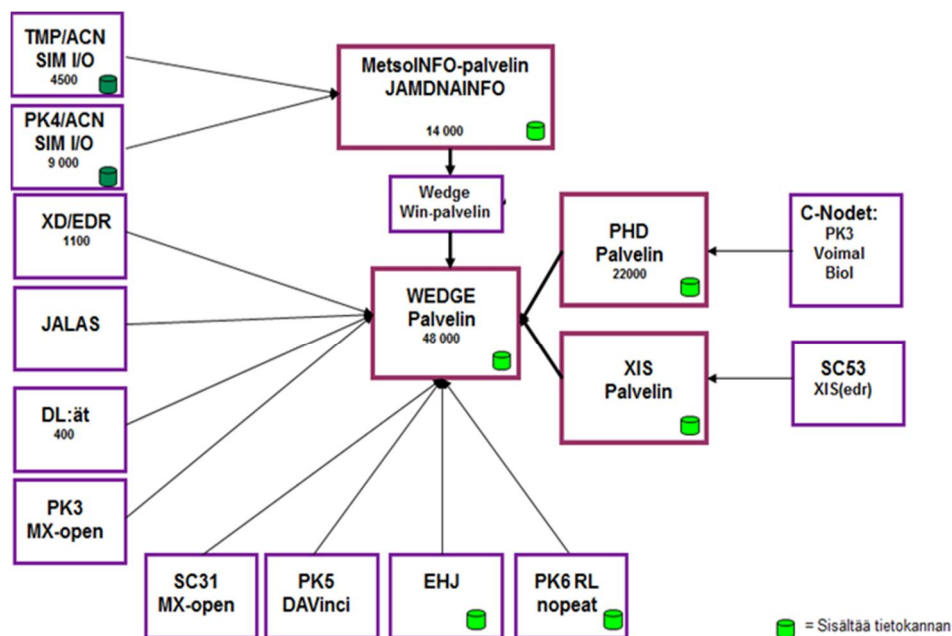
Yksittäisten tasohälytyskomponenttien hälytysrajat ja muita ominaisuuksia, kuten hälytystilanteessa annettava ilmoitus, on mahdollista nähdä ja muokata yksittäisen tasohälytyskomponentin ominaisuudet-ikkunasta.

## 5.6 Tietokannat ja yhteydet Savcor Wedgeen

Wedge-prosessidiagnostiikkajärjestelmä mahdollistaa useiden erilaisten tietolähteiden hyödyntämisen. Yleisimmät tietokannat, joita käytetään prosessinohjausjärjestelmien yhteydessä, ovat tuettuja. Näitä tuettuja tietokantoja ovat esim. Metso DNA IA, Honeywell PHD ja Microsoftin SQL-kanta. Wedgen analysointityökaluja on siis mahdollista käyttää ulkoisten historiakantojen päällä. Wedge palvelimelle tallennetuista ASCII-tiedostoista voidaan hakea dataa Wedge-järjestelmään analysointia varten. Prosessidataa voidaan kerätä myös järjestelmän mukana tulleeseen WDB-

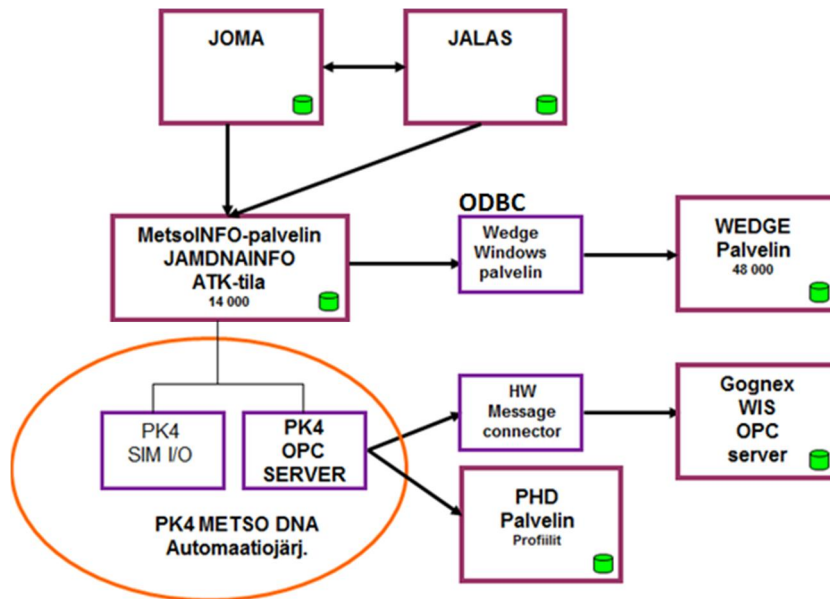
tietokantaan (Wedge Data Base). WDB- tietokanta on laajalti käytössä hitaampien mittausten osalta. Lisäksi on mahdollista käyttää tietolähteenä ns. Remote- tietolähdettä, joka on Wedge-järjestelmässä sijaitseva DAS-palvelimen tietolähde. Tällaisia tietolähteitä ovat sekä PK4IA- että JAM\_PK6\_Nopeat- tietolähteet, joita tässä työssä on käytetty suurimmalta osin taustatarkkailukaavioiden sisältämien mittausten tietolähteenä (ks. kuvio 12). (Häkkinen 2011, 76.)

PK4:lla on käytössä MetsoDNA-automaatiojärjestelmä ja metsoDNA IA (Information Management Activity), joka sisältää prosessi- ja tuotantotietojen informaationhallintatoiminnon. Tiedonsiirto Wedge- prosessianalyysipalvelimelle tapahtuu ODBC (Open DataBase Connectivity) -ajurin avulla (ks kuvio 13). Ajuria käyttäen Wedge ottaa yhteyden DNAhistorian tietokantaan. Tietokannasta haetaan aikapohjaista prosessidatata taginimellä sekä tarvittavalla aikaleimalla. Siirrettävät tiedot määritellään MetsoDNA- järjestelmään historiamuuttujasymboleiden avulla (ks. kuvio 14) ja konfiguroidaan Wedge-ohjelmistoon. Historiasymboleilla määritellään myös tiedonkeruu historiatietokantaan. (PK4 infotoimitus 2006, FbCAD-ohje 2010.)



KUVIO 12. Jämsänkosken prosessidatojen tietokannat ja niiden väliset yhteydet (PK4 infotoimitus 2006).





KUVIO 13. Jämsänkosken prosessidatat PK4 MetsoDNA yhteydet (PK4 infotoimitus 2006).



KUVIO 14. Historiasymbolit. Kuvassa vasemmalla analog-, keskellä discrete- ja oikealla textsymboli (FbCAD-ohje 2010).

PK6:lla nopean prosessidatan siirto Wedge- palvelimelle tapahtuu liittämällä mA- tai jännitesignaali antureiden tai ohjattavien laitteiden välille. Käytössä on National Instrumentsin laitteisto ja ohjelmisto. Signaali liitetään PXI-6225- korttiin. Kortteja on käytössä kolme, joista jokaisessa on käytössä 32 analogista ja 8 digitaalista kanavaa. Suurin osa mittausdatasta tuodaan järjestelmään mA- signaalina. Poikkeuksena on PK6 nopeisiin mittauksiin tämän työn aikana tuodut Argus- mittalaitteiston kanavat,

jotka tuodaan järjestelmään jännitesignaalina. PK6:n alueella on käytössä ABB:n Argus CC/4C sähkökäyttöjen käyttöönottoon tarkoitettu mittalaite, jonka kanavia hyödynnettiin työn aikana mm. binääritietojen tuomisessa Wedge-tiedonkeruujärjestelmään PK6:n rullaimella.

## **6 TAUSTATARKKAILUKAAVIoidEN SUUNNITTELU JA LUOMINEN**

### **6.1 Taustatarkkailu kaavioiden suunnittelu**

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää UPM Jokilaakson Savcor Wedge - tiedonkeruujärjestelmän työkaluja automaatiokunnossapidon tarpeisiin. Tarkoituksena opinnäytetyössä oli luoda helppokäyttöiset ja selkeät käyttöliittymät, joita peruskäyttäjänkin on helppo ymmärtää.

Wedge-järjestelmän taustatarkkailun tarkoituksena on havaita hitaasti ajan myötä kehittyvää vikaantumista. Suureen muuttumista pitkällä aikavälillä on usein vaikeaa, ellei jopa mahdotonta, havaita ilman vertailua suureen aikaisempiin mittaustasoihin. Vertailu on aiemmin hoidettu täysin manuaalisesti. Wedge-järjestelmän taustatarkkailulla ei haluta toistaa jo automaatiojärjestelmien yhteyksissä olevia hälytyksiä, jotka kertovat usein ainoastaan jo akuuteista ongelmista ja vioista. Taustatarkkailulla pyritään näiden vikojen havaitsemiseen ja diagnosoimiseen jo ennen kuin vika aiheuttaa ongelmaa prosessin toiminnassa tai jopa aiheuttaa prosessin pysähtymisen. Taustatarkkailun piiriin valittiin vain sellaisia suureita ja laskentoja, joilla tähän tavoitteeseen on mahdollista päästä.

### **6.2 Valvottavien suureiden ja laskentakaavojen määrittäminen**

Opinnäytetyön alussa haastateltiin useita esimiehiä, asentajia ja operaattoreita, jotka työskentelevät Jämsänkoseken tehtaalla sekä automaatiokunnossapidossa että tuotannossa. Tällä tavoin kartoitettiin ja koottiin jo olemassa olevat ja uudet ideat taustatarkkailuun liitettävistä suureista ja laskennoista. Lisäksi tehtiin myös kyselyitä aiheesta muiden UPM:n tehtaiden ammattilaisille. Haastatteluiden ja kyselyiden tuloksista poimittiin parhaat ideat joita lähdettiin toteuttamaan.

PK4:n puristiosalla ei ollut aiemmin lainkaan käytössä Wedge- prosessikaaviota automaatiokunnossapidon kunnonvalvonnan ja diagnostiikan tukena. PK4:n puristinosan Wedge- kaavion teko aloitettiin siis täysin puhtaalta pöydältä. PK6:n rullaimen diagnostiikassa ja kunnonvalvonnassa oli jo ennestään käytössä Wedge- prosessikaavio, johon oli kerätty laajalti automaatiokunnossapidon kannalta olennaisia mittauksia rullaimesta. Tarkoituksena PK6:n rullaimella olikin enemmän vain jalostaa jo Wedgeen tuotua olemassa olevaa dataa. Sekä PK4:n puristimen että PK6:n rullaimen alueelta puuttuivat jatkuva-aikaiset liikeseurannat, jotka haluttiin toteuttaa molemmissa ympäristöissä.

Haastateltaessa muiden UPM Kymmene Oyj:n tehtaiden kunnossapito-osaajia esille tulleita käytössä olevista kunnonvalvontajärjestelmistä yksi esimerkki oli LabVIEW. Lisäksi kunnonvalvontaan mainittiin käytettävien automaatiojärjestelmiä, kuten TP Alcont- automaatiojärjestelmää. Näillä järjestelmillä seurataan mm. venttiilien olo- ja ohjearvoja, automaatiöväylien kuntoa, anturihälytyksiä, prosessiasemien kuormituksia. Tähän mennessä järjestelmistä saatu hyödyllisin informaatio oli ollut mekaanisen kulumiseen liittyvä tieto, kitkojen muuttumiseen reagointi, välyksien muuttuminen sekä tampuuritelojen suoruuden valvonta.

Haastatteluissa esille tulleita ideoita olivat mm. paineiden olo- ja ohjearvojen seuranta, käyttöjen virtojen ja nopeuksien seuranta, paluuöljyjen hiukkaslaskenta, värähtelymittausten hyödyntäminen.

Mielipiteet siitä, pitäisikö kunnonvalvonnan olla osa automaatiojärjestelmää vai voiko se olla täysin erillinen, jakaantuivat kovasti. Erillisen järjestelmän hyötynä on sen

riippumattomuus automaatiojärjestelmästä. Automaatiojärjestelmään integroidun kunnonvalvonnan hyötynä puolestaan on, että hälytykset saadaan suoraan automaatiojärjestelmän seurattavalle hälytyslistalle.

Järjestelmään luotiin valmiiksi mahdollisuus tuoda hälytykset myös sähköpostiin. Järjestelmä lähettää halutuille sähköpostilistalla oleville henkilöille ryhmäsähköpostin kautta hälytysinformaatiota sisältävän sähköpostin kahden tunnin viiveellä tapahtuneesta hälytyksestä. Sähköpostit suunniteltiin lähetettäväksi PK4:n ja PK6:n alueilla vastuussa oleville automaatiomestareille ja automaatiokunnossapitoinsinööreille.

PK6:n rullaimelle Savcorin aikaisemmin tekemä prosessikaavio sisälsi paljon erilaisia makrolinkkejä, joiden tarkoituksena koota yhteen oleellista informaatiota ja helpottaa kaavion käyttöä. Näiden makrojen ongelmana kuitenkin on, että jälkeenpäin on mahdotonta tietää, miten ja millä asetuksilla makro on tehty. Yleisesti ottaen makrolinkit helpottavat satunnaisen käyttäjän kaavion käyttöä, mutta enemmän kaaviota käyttävälle niistä ei ole mainittavaa hyötyä. PK4 puristimen kaavioon tehtiin muutamia linkkejä, joista on helppo yhtä painiketta painamalla saada esille esim. viimeisimmän viikon kaikkien puristimien liikeajat samassa trendi-ikkunassa. PK6 alueelle oli jo ennestään tehty muutama linkki Savcor Forest Oy:n toimesta, ja ne sisälsivät paljonkin hyvää informaatiota. Nämä linkit säilytettiin myös uudessa kaaviossa.

Tasohälytyskomponentit on jaettu ryhmiin joille on määritelty kullekin omat datan haun asetukset, jotta kaikki datan haku ei tapahdu samanaikaisesti. Tämä on tehty helpottamaan serverin kuormaa. Dataa haetaan suurimmaksi osaksi 10 min välein ja haettava datajakso on pituudeltaan 12 min. Suuri osa taustarkkailusta tehdään sekuntitason datalle, jotta haettavien datapisteiden määrä ei kasvaisi liian suureksi. Osalla laskennoista kuitenkin vaatii nopeamman näytteenottovälin, jotta valvonta olisi luotettavaa. Tällaisia ovat esim. nopeasti tapahtuvat laitteiden liikkeet, joita seurataan esim. asema- ja kulmaerolaskennoilla (kyseiset laskennat kuvattu alla olevissa kappaleissa).

## 6.3 Suureiden ja laskentakaavojen määrittäminen PK4:n puristinosalle

### 6.3.1 Suureiden määrittäminen PK4:n puristinosa

PK4:n puristinosan osalta automaatiokunnossapidolla ei ollut ennestään käytössään automaatiokunnossapidon tarpeisiin soveltuvaa Wedge-prosessikaaviota vikadiagnostiikan apuna. Suureiden määrittäminen aloitettiin kokonaan puhtaalta pöydältä listamalla puristinosalla olemassa olevat mittaukset, jotka oli mahdollista tuoda Wedge-järjestelmään.

Jo ennen työn aloittamista PK4:n puristinosan osalta oli tehty alustavia suunnitelmia siitä, minkä tyyppisiä asioita puristinosalla haluttaisiin valvoa. Kunnonvalvontaan haluttiin liitettävän esim. proportionaaliventtiilien ja painemittausten diagnostiikkaa sisältäen puristimen kuormitukselta kevennykselle -siirtymisen ja kevennykseltä kuormitukselle -siirtymiseen kuluvat liikeajat.

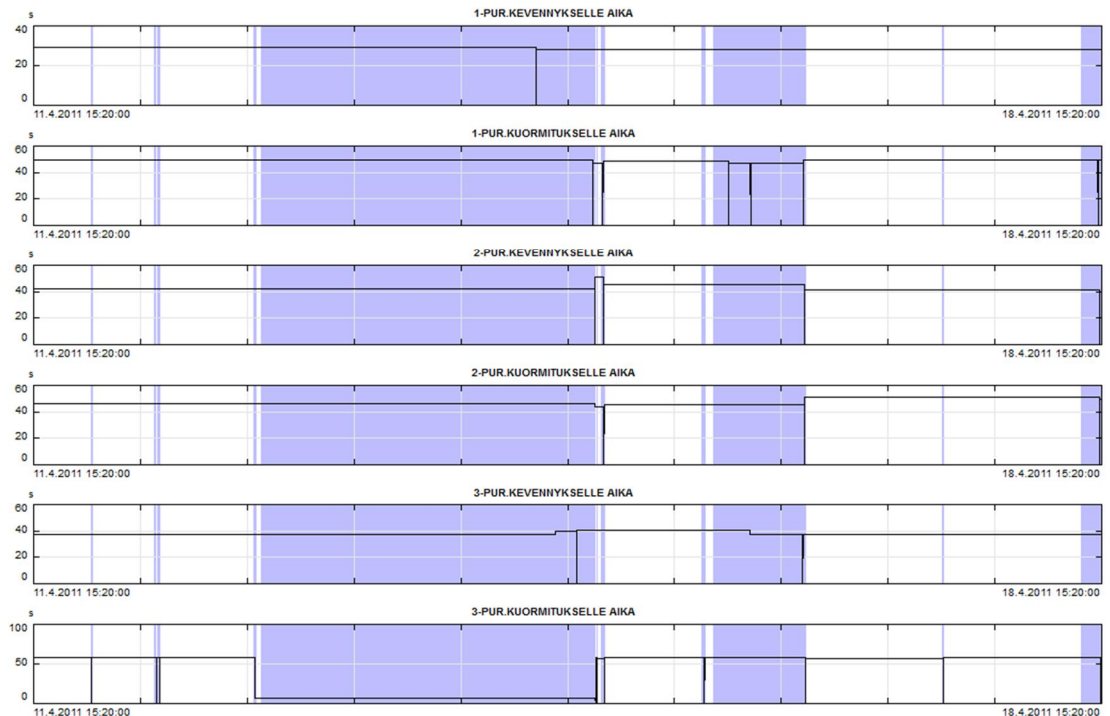
Automaatioasentajien haastatteluissa esille tulleita kunnonvalvontaideoita olivat mm. säätimien laitaan ajautumisen seuranta, säätimen lähdön ja paineen oloarvon suhteen seuranta sekä vastapaineiden normaalia matalammasta tasosta ilmoittava hälytys. PK4:n alueen tuotannontyöntekijöitä haastateltaessa ainoa esille tullut ongelma, johon kaivattiin ratkaisua, oli 2. puristimen pika-avaustilanteessa ilmenneet puristinhuopien vaurioitumiset, jotka johtuivat puristimen vinossa aukeamisesta. PK4:n puristinosan osalta uusia käyttökelpoisia ideoita ei tullut esille muille tehtaille suoritetuissa kyselyissä.

PK4:n puristinosalla kuormituspainet pysyvät yleensä miltei vakiona eikä niitä muuteta esim. sen mukaan, minkälaista paperia kulloinkin koneella ajetaan. Paperirainaa puristetaan jatkuvasti niin paljon, kuin laiteteknisesti vain on mahdollista. Kuormituspainet riippumattomuus ajossa olevasta paperilajista helpottaa taustatarkkailun toteutusta, koska painetasot ovat ainoastaan puristimen tilasta riippuvaisia.

Kuten jo aikaisemmin on mainittu, kaikki PK4:n puristinosan data vietiin Wedgeen käyttämällä DNAhistorian tietokantaa, josta data haetaan taginimen ja aikaleiman perusteella. Tietojen määrittäminen tietokantaan tehdään historiasymboleiden avulla.

### 6.3.2 Liikeaikojen jatkuva-aikainen seuranta

Liikeaikojen piteneminen voi tapahtua pikku hiljaa käyttäjän huomaamatta. Ajan piteneminen kertoo kitkojen kasvusta ja mahdollisesta alkavasta vikaantumisesta. PK4:n puristimella ei aikaisemmin ollut lainkaan käytössä liikeaikojen seuranta. Liik-  
keiden suorittamiseen kuluva aika ei ole juurikaan seurattu edes visuaalisesti havainnoimalla. Automaatiojärjestelmään lisättiin puristinnippien auki-tilasta keven-  
nystilaan ja kevennystilasta kuormitustilaan menemiseen kuluvien aikojen laskenta sekunteina. Lisäksi 2. puristimelle lisättiin myös nipin avautumisajan seuranta sekun-  
teina (ks. kuvio 15).



KUVIO 15. Seurattavat liikeajat PK4:n puristinosalla. Taustavärillä trendissä näkyvät puristinosan ratakatkot.

Liikeajoista tehtiin taulukoinnit, joka lisättiin myös puristinosan operointinäyttöihin (ks. kuvio 16 ja 17). Liikeajat lisättiin taustatarkkailu kaavioon jatkuva-aikaiseen seurantaan, ja niille asetettiin yläraja, jonka ylittyessä tapahtuu hälytys. Puristimen liikeajat lisättiin taustatarkkailuun sekuntitason datana.

1 PURISTIN				3 PURISTIN			
Kevennykselle kesto		Kuormitukselle kesto		Kevennykselle kesto		Kuormitukselle kesto	
MM:dd hh:mm	mm:ss:ms	MM:dd hh:mm	mm:ss:ms	MM:dd hh:mm	mm:ss:ms	MM:dd hh:mm	mm:ss:ms
04-14 21:18	00:28.001	04-18 13:44	00:49.018	04-16 15:18	00:37.008	04-20 05:35	00:55.021
03-30 16:38	00:29.002	04-16 15:24	00:49.016	04-16 07:00	00:37.016	04-18 14:09	00:01.000
01-01 00:00	00:00.000	04-16 07:05	00:47.015	04-15 03:45	00:40.018	04-18 14:08	00:44.008
01-01 00:00	00:00.000	04-16 03:37	00:47.011	04-15 00:22	00:39.007	04-18 14:08	00:02.000
01-01 00:00	00:00.000	04-15 07:51	00:48.022	03-30 20:41	00:37.009	04-18 14:07	00:56.010
01-01 00:00	00:00.000	04-15 06:14	00:47.021	03-30 07:37	00:38.011	04-17 13:23	00:58.016
01-01 00:00	00:00.000	04-07 14:42	00:49.010	03-30 03:23	00:38.011	04-16 15:43	00:56.016
01-01 00:00	00:00.000	04-05 13:59	00:47.031	01-01 00:00	00:00.000	04-15 23:50	00:57.010
01-01 00:00	00:00.000	03-30 21:25	00:49.014	01-01 00:00	00:00.000	04-15 08:06	00:57.018
01-01 00:00	00:00.000	03-26 09:55	00:48.025	01-01 00:00	00:00.000	04-15 06:56	00:56.023
01-01 00:00	00:00.000	03-25 20:52	00:49.023	01-01 00:00	00:00.000	04-15 06:42	00:57.014
01-01 00:00	00:00.000	03-21 14:02	00:50.021	01-01 00:00	00:00.000	04-13 01:08	00:06.003
01-01 00:00	00:00.000	03-20 00:18	00:49.018	01-01 00:00	00:00.000	04-13 01:08	00:51.023
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	04-12 10:11	00:57.014
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	04-12 09:36	00:57.008
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	04-11 23:24	00:57.019
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	04-11 04:59	00:57.028
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	04-11 03:12	00:58.018
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	04-11 01:14	00:57.018
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	04-10 22:37	00:58.035

KUVIO 16. PK4:n ensimmäisen puristimen ja kolmannen puristimen liikeaikojen taulukointi

2 PURISTIN					
Aukaisuaika		Kevennykselle kesto		Kuormitukselle kesto	
MM:dd hh:mm	mm:ss:ms	MM:dd hh:mm	mm:ss:ms	MM:dd hh:mm	mm:ss:ms
04-18 11:08	01:03.015	04-18 14:00	00:39.013	04-18 14:01	00:49.010
04-16 01:12	01:05.029	04-16 15:35	00:41.008	04-18 14:01	00:01.001
04-15 07:31	01:12.022	04-15 08:00	00:45.014	04-16 15:37	00:51.014
04-14 11:50	21:38.818	04-15 06:34	00:51.020	04-15 08:02	00:45.018
04-13 02:03	01:06.018	04-07 14:49	00:42.017	04-15 08:02	00:01.000
04-07 13:18	01:05.029	04-05 14:00	00:38.011	04-15 06:36	00:43.018
04-05 13:44	01:05.026	03-30 21:25	28:17.510	04-07 14:51	00:46.018
03-30 21:25	00:07.003	03-26 10:04	00:43.010	04-07 14:51	00:01.002
03-30 02:35	01:06.021	03-25 20:55	00:38.998	04-05 14:03	00:46.011
03-26 07:03	01:07.027	03-25 00:30	00:37.017	03-30 21:54	00:46.017
03-25 20:46	01:10.023	03-21 14:29	00:44.009	03-26 10:06	00:46.010
03-25 00:25	01:06.021	03-20 00:21	00:39.013	03-25 20:57	00:45.017
03-21 10:25	01:06.030	03-19 07:50	00:39.015	03-25 20:57	00:02.002
03-20 00:07	01:05.018	01-01 00:00	00:00.000	03-25 00:32	00:46.013
03-19 07:25	01:06.012	01-01 00:00	00:00.000	03-25 00:32	00:01.000
03-14 16:56	01:06.027	01-01 00:00	00:00.000	03-21 14:31	00:45.013
03-10 06:17	01:08.021	01-01 00:00	00:00.000	03-21 14:30	00:02.000
03-09 14:15	00:40.014	01-01 00:00	00:00.000	03-20 00:22	00:47.018
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	03-20 00:22	00:01.001
01-01 00:00	00:00.000	01-01 00:00	00:00.000	03-19 07:52	00:45.011

KUVIO 17. PK4:n toisen puristimen liikeaikojen taulukointi

Hälytystilanteessa hälytyspainikkeesta painettaessa ilmestyy hälytyslistalle tieto liian pitkästä liikeajasta (esim. 1. puristin kevennykselle aika liian pitkä) ja käyttäjällä on mahdollisuus yhdellä painalluksella päästä näkemään tapahtuma trendinä. Samalta hälytyslistalta myös kuitataan hälytys (ks. kuvio 20).

The screenshot shows the Savor Wedge software interface. The main window displays a list of alarms (Hälytykset) with columns for alarm name, start time (Aikuksa), end time (Loppuuka), and status (Kutattu). A detailed view of a specific alarm is shown in the foreground, titled 'JAM PK4 PURISTINOSAN MITTAUKS'. This view includes a table of alarm data and a section for 'Hälytyksen aiheuttanut mittaus: 3-PUR KUORMITUKSELLE AIKA LIIAN PITKÄ'. The interface also shows a list of measurement points (Tarkkailuyhmitt) on the right side.

Hälytyksen nimi	Aikuksa	Loppuuka	Kutattu
3-PUR KUORMITUKSELLE AIKA...	21.03.2011 01:57:59	21.03.2011 02:00:00	✓
3-PUR KYSTERS me-pos	21.03.2011 01:58:17	21.03.2011 01:59:16	✓
1-PUR VIIVAKUORMA HP me-pos	20.03.2011 00:21:36	20.03.2011 00:21:40	✓
1-PUR VIIVAKUORMA HP me-pos...	20.03.2011 00:21:34	20.03.2011 00:21:45	✓
1-PUR VIIVAKUORMA HP me-pos	20.03.2011 00:09:28	20.03.2011 00:19:37	✓
1-PUR VIIVAKUORMA HP me-pos...	20.03.2011 00:09:28	20.03.2011 00:19:37	✓
1-PUR VIIVAKUORMA HP me-pos	20.03.2011 00:09:27	20.03.2011 00:09:27	✓
1-PUR VIIVAKUORMA HP me-pos...	20.03.2011 00:09:27	20.03.2011 00:09:27	✓
1-PUR VIIVAKUORMA HP me-pos...	20.03.2011 00:07:42	20.03.2011 00:07:42	✓

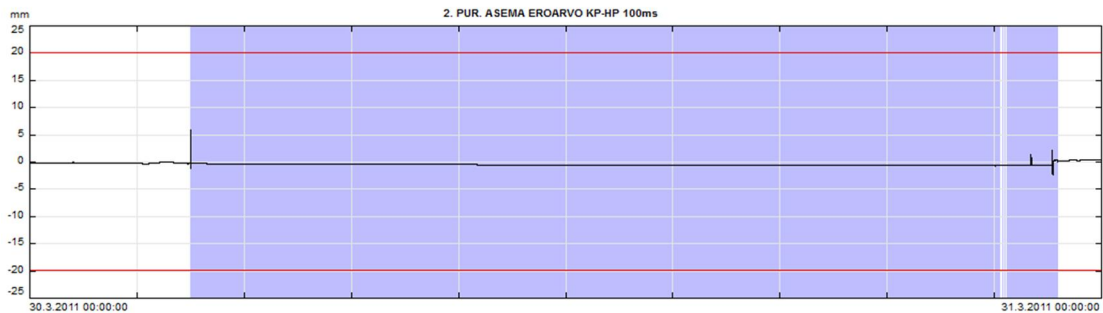
KUVIO 18. Esimerkki liikeaika hälytyksestä

### 6.3.3 Asemamittauksien eroarvolaskenta

2. puristimella nipin kiinniajossa käytetään asemasäätöä, jonka on tarkoitus varmistaa, että nippi menee kiinni suorassa. Automaatiojärjestelmässä on rajat siitä kuinka suuri ero käyttö ja hoitopuolen asema-antureiden välillä saa olla. Mikäli eroarvo nipin kiinniajotilanteessa kasvaa liian suureksi, aukeaa nippi uudelleen. Nipin avaustilanteessa tällaista valvontaa ei ole. Pika-avaustilanteessa käytetään erillistä linjaa, johon tuodaan koko hydraulikkoneikon paine. Tällä tavoin saadaan nipin avaustapahtu-



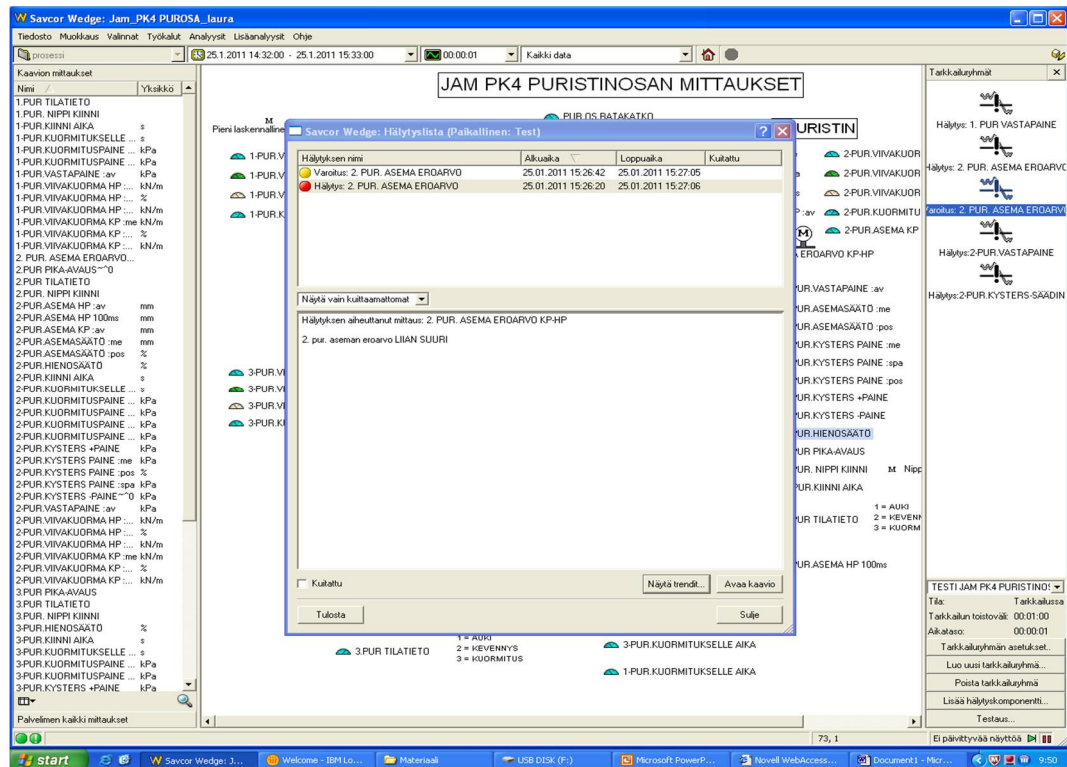
maa nopeutettua normaaliin avaustapahtumaan verrattuna. Nipin avaustilanteessa liiallinen vinous aiheuttaa puristinhuovan repeytymisen ja mahdollisia muita ongelmia. Avaustapahtumaa säädetään ainoastaan venttiilejä kuristamalla. Puristimen käyttöpuolella sijaitsee telan käyttö, joten käyttöpuoli vaatii avaustilanteessa aina suuremman voiman, johtuen sen hoitopuolta suuremmasta painosta.



KUVIO 19. PK4:n toisen puristimen asemamittausten eroarvolaskenta

Eroarvolaskenta lisättiin taustatarkkailuun kahtena erillisenä tasohälytyskomponenttina. Toisella komponenteista on huomattavasti tiukemmat hälytysrajat, joiden ylityessä taustatarkkailu ei tee varsinaista hälytystä vaan ainoastaan varoittaa normaalista poikkeavasta arvosta. Näiden rajojen ylittyessä ei vielä ole vaaraa esim. puristinhuovan rikkoutumisesta. Toinen tasohälytyskomponentti on rajoiltaan huomattavasti varoituksen antavaa tasohälytyskomponenttia suurempi ja se antaa varsinaisen hälytyksen kun aletaan lähestyä niin suuria eroarvoja, että puristinhuovan rikkoutuminen on mahdollista. Tässä tapauksessa tiedetään, että esim. pika-avauslinjojen kuristusta olisi syytä säätää seuraavassa seisokissa vaurioiden ennaltaehkäisemiseksi. Käytetty data on 100ms- tason dataa, jotta kaikki asemamittausten eroarvossa esiintyvät piikit olisi mahdollista saada rekisteröityä. Sekuntitason data on tässä tapauksessa liian hidasta liikkeen nopeuteen nähden erityisesti pika-avaus tilanteessa.

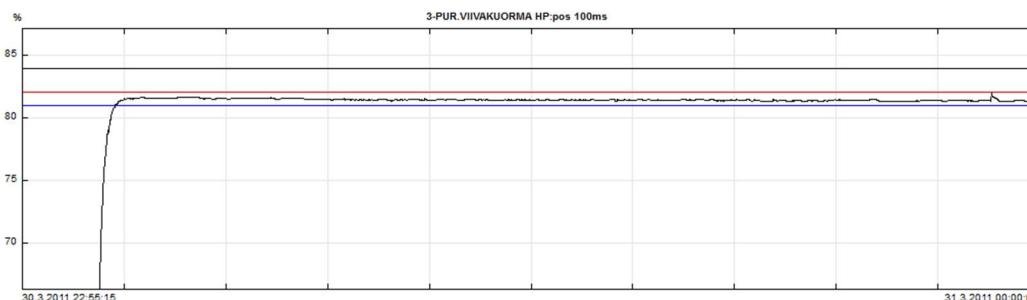
Hälyttäessään varoituskomponentti on hälytyskomponentista poiketen väriltään keltainen eikä punainen. Hälytys- tai varoitus tilanteessa taustatarkkailu antaa tiedon 2. pur. asema eroarvo liian suuri (ks. kuvio 21).



KUVIO 20. Esimerkki 2. puristimen aseman eroarvon varoituksesta ja hälytyksestä.

### 6.3.4 Säätimien lähtöjen seuranta

Automaatiojärjestelmässä on hälytykset säätimien laitaan ajautumisista, mutta näiden hälytysten rajat ovat huomattavan korkeat ja tekevät hälytyksen ainoastaan kun säädin on jo pahasti vioittunut. Tällainen hälytys ainoastaan nopeuttaa vian paikallistamista kun vika on jo akuutti ja vaatii välitöntä korjausta. Taustatarkkailuun lisättiin alemmat hälytysrajat säätimien lähdoille, jotta olisi mahdollista reagoida ennen kuin säädin on jo kokonaan ajautunut laitaan. Tällä seurannalla pystytään havaitsemaa hitaasti kohti laitaa ajautuva säädin esim. kun kyseessä on vuoto tai kitkan lisääntyminen venttiilissä. Valvottavia säätimiä on puristinosalla yhteensä yhdeksän; 1., 2. ja 3. puristimien viivakuormasäätimet HP ja KP, 2. ja 3. puristimien Küsterssäätimet sekä 2. puristimen asemasäädin.

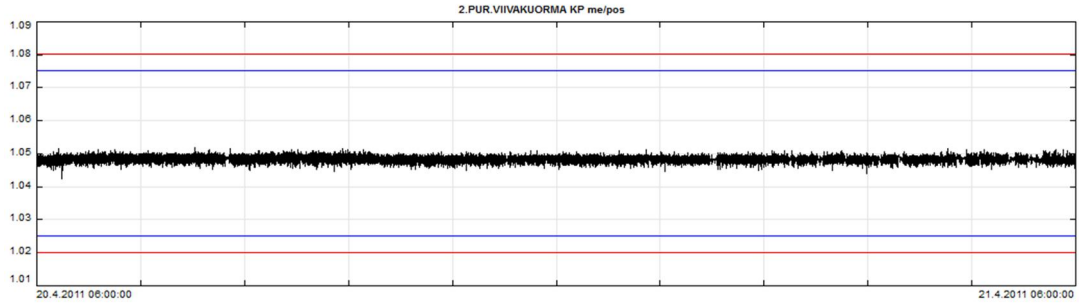


KUVIO 21. Valvonta 3. puristimen hoitopuolen kuormitussäätimestä. Esimerkki säätimien lähtöjen seurannasta.

Hälytystilanteessa hälytyslistalle ilmestyy esim. ilmoitus 3-pur. viivakuormasäädin HP korkea lähtö vastaavasti kuten edellä kuvioissa 18 ja 20. Taustarkkailussa käytettiin sekuntitason dataa.

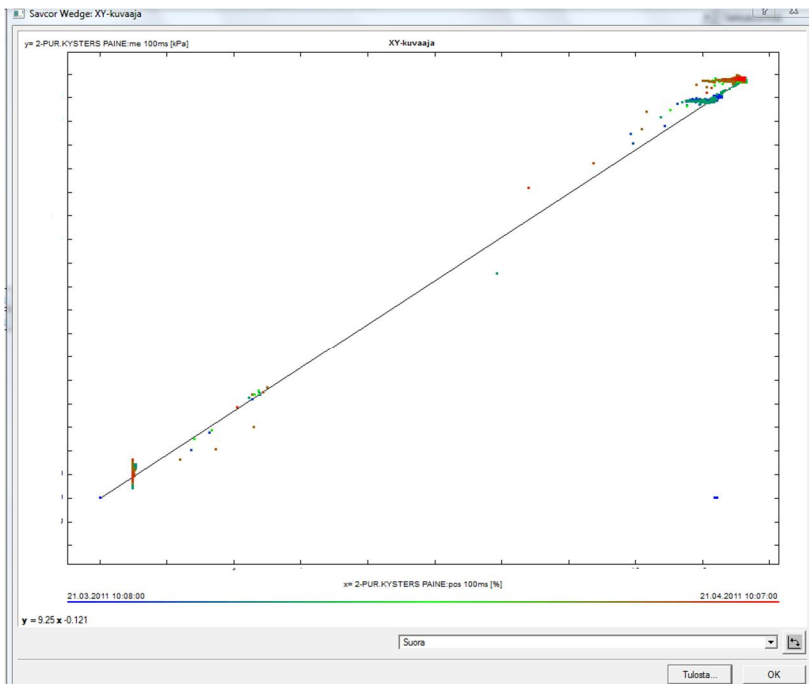
### 6.3.5 Säätimien lähtöjen ja painemittauksen suhteen seuranta

Taustatarkkailuun lisättiin säätimien lähtöjen seurannan lisäksi myös säätimien lähtöjen ja painemittauksien suhteen laskentaan perustuva valvonta. Mikäli mittaus muuttuu erisuhteessa säätimen lähtöarvon, kanssa voidaan päätellä, että kyseessä on mahdollisesti esim. sylinterivuoto tai mahdollinen korttirikko. Korttirikon mahdollisuus on PK4:n puristimella kohtalainen, johtuen tarvittavien signaalinmuunnoskorttien määrästä. Järjestelmään on kytketty kolme peräkkäistä korttia. MetsoDNA-automaatiojärjestelmän liityntäkortin lisäksi käytössä on kaksi muunninkorttia. Korttirikkotapauksessa mittaus alkaa välittömästi näyttää nollaa. Mikäli kyseessä on sylinterin öljyvuoto, samalla säätimen ohjearvolla ei enää saavutetakaan haluttua painearvoa ja suhde muuttuu. Suhdelaskennalla voidaan päästä kiinni myös mahdolliseen venttiilin kitkoihin ja jumittamiseen.



KUVIO 22. Esimerkki säätimien lähtöjen ja painemittauksen suhteen seurannasta

PK4:n puristinosalla säätimien lähdöt ja painemittaukset ovat keskenään lineaarisia, joten suhde pysyy lähes vakiona riippumatta esim. siitä onko puristinnippi kiinni vai auki. Lineaarisuus tarkistettiin laittamalla säädön lähtö ja paine XY- kuvaajaan käyttäen Savcor Wedgen kyseistä ominaisuutta (ks. kuvio 23).



KUVIO 23. Esimerkki XY- kuvaajan hyödyntämisestä

## 6.4 Suureiden ja laskentakaavojen määrittäminen PK6:n rullaimelle

### 6.4.1 Suureiden määrittäminen PK6:n rullain

PK6:n rullaimen alueelle taustarkkailulle määritetty tavoite oli saada käyttöön jatkuva-aikainen vaiheajojen diagnostiikkatyökalu. Tarkoituksena oli päästä valvomaan liikkeiden kestoa ja liike-eroja. Lisäksi tarkkailuun haluttiin liittää proportionaaliventtiilien tarkkailu sekä mittalaitteiden reagointinopeuden muuttumisen havainnointi. Olennaista oli pyrkiä määrittämään ero normaalin ja epänormaalin tilan välillä.

PK6:n rullaimella oli jo ennestään käytössä Wedge-prosessikaavio ja tarkoituksena oli jatkojalostaa jo Wedgeen tuotua mittausdataa.

### Suodatukset

Suodatukseksi kutsutaan yleensä signaalin perään kytkettyä korjausta, jolla muutetaan signaalin ominaisuuksia taajuustasossa. Signaalia suodatettaessa on pyrkimyksenä useimmiten signaali-kohinasuhteen parantaminen. Liukuvan keskiarvon suodatuksessa kukin piste korvataan vierekkäisten pisteiden keskiarvolla. SIGNAALIN KÄSITTELY-kirja PK6 rullaimen alueella osalla mittaussignaaleissa esiintyi huomattavasti kohinaa. Kohinaa suodatettiin pois Wedgen laskennallisilla suodattimilla. Enimmäkseen käytössä oli liukuvan keskiarvon suodatus, jota yleisesti käytetään mittausten häiriökohinan poistoon (ks kaava 1.).

$$\text{smooth}(x1, \text{ones}(\max(1, t * \frac{60}{dT}), 1)) \quad (1) \text{Liukuvan keskiarvon suodatus}$$

(x1= suure, t= suodatusaika, dT= välittää MatLabille mittauksen aikataason sekunteina)

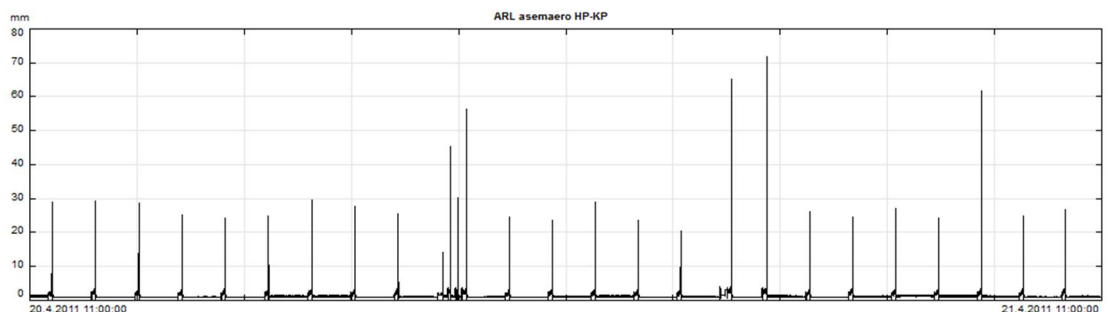
#### 6.4.2 Alkurullaimen ja rullausvaunun asemaero

Alkurullaimella ja rullausvaunuissa on käytössä asemamittaukset, jotka mittaavat alkurullaimen ja rullausvaunujen asemaa sekä käyttö- että hoitopuolilla. Molemmat laitteista pyritään pitämään ohjauksella mahdollisimman suorina. Laitteiden päiden toisistaan eroava liike aiheuttaa merkittäviä ongelmia rullaustapahtumaan. Erolaskennoissa on eroarvosta otettu itseisarvo käyttämällä MatLab *abs* (absolute value)-funktioita (ks kaava 2.), jolloin kaikki piikit eroarvolaskennassa näkyvät positiivisina.

$$abs(x1 - x2) \quad (2) \text{ MatLab abs-funktio}$$

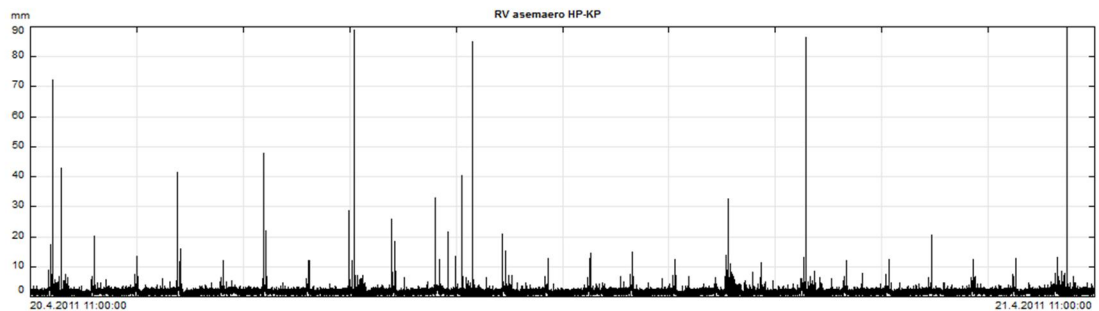
( $x1$ =suure 1,  $x2$ = suure 2)

Kuten jo edellä on mainittu (ks. luku 3.), alkurullauslaite vastaanottaa tyhjän tampo-ritelan ja alkurullaus suoritetaan laakeroitujen alkurullauskelkkojen varassa. On tärkeää, että alkurullaimen liikkeessa sen molemmat päät liikkuvat yhtäaikaaisesti. Mikäli esim. kitkat jostain syystä lisääntyvät, näkyvät ne asemaerolaskennassa. Alla olevassa kuviossa 24. näkyy esimerkki alkurullaimen asemaero valvonnasta. Trendissä näkyvät piikit ajoittuvat alkurullaimen liikkeellelähötöilanteeseen, jolloin kitkat ovat suurimmillaan. Taustatarkkailuun on määritelty yläraja piikkien suuruudelle, jolloin järjestelmä hälyttää normaalia suuremmista asemaero arvoista. Hälytystilanteessa taustatarkkailu antaa hälytyksen liian suuresta asemaerosta.



KUVIO 24. Alkurullaimen asemaerovalvonta

Rullaavaunu vastaanottaa tampuurin alkurullauksen jälkeen alkurullauslaitteelta (ks. luku 3.). Myös rullaavaunulla molempien päiden yhtäaikainen ja liike on tärkeää. Kasvanut asemaero kertoo ongelmasta jommankumman vaunu liikkeessä ja se voi johtua esimerkiksi kitkojen lisääntymisestä. Alla olevassa kuviossa 25. näkyy esimerkiksi rullaavaunun asemaero valvonnasta. Trendissä näkyvät piikit ajoittuvat rullaavaunun liikkeellelähtötilanteeseen, jolloin kitkat ovat suurimmillaan. Taustatarkkailuun on määritelty yläraja piikkien suuruudelle, jolloin järjestelmä hälyttää normaalia suuremmista asemaero arvoista. Hälytystilanteessa taustatarkkailu antaa hälytyksen liian suuresta asemaerosta.



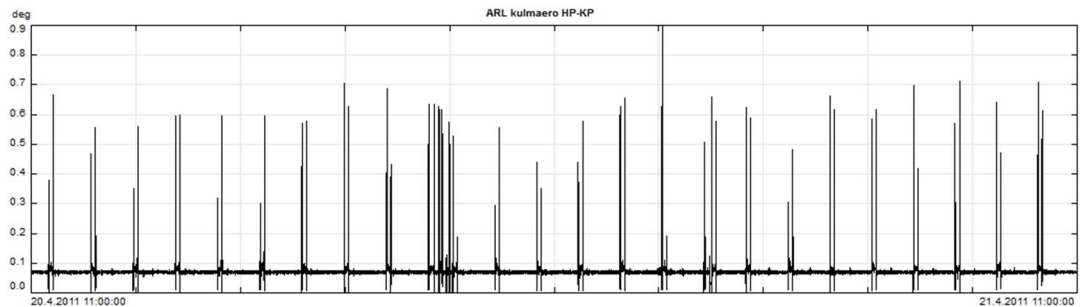
KUVIO 25. Rullaavaunun asemaerovalvonta

Käytetty data on 200ms- tason dataa, jotta kaikki asemamittausten eroarvossa esiintyvät piikit olisi mahdollista saada rekisteröityä. Sekuntitason data on tässä tapauksessa liian hidasta liikkeen nopeuteen nähden erityisesti pika-avaus tilanteessa.

#### 6.4.3 Alkurullaimen kulmaero

Alkurullaimelta tampuuri käännetään vaihtoasentoon tai päänvientitilanteessa päänvientiasentoon. Kääntötilanteessa kääntökulmalla on merkitystä. Alkurullaimen kulmaa mitataan sekä käyttö- että hoitopuolilta. Kulman tulisi olla molemmilla puolilla yhtä suuri. Mikäli kulmaan tulee eroa, kertoo se mahdollisesta vikaantumisesta tai ongelmasta rullausprosessissa. Kulmaerolaskennalla päästään valvomaan näitä muu-

toksia. Alla kuviossa 26. näkyy esimerkki alkurullaimen kulmaerovallonnasta. Trendissä näkyvät piikit ajoittuvat alkurullaimen liikkeellelähtötilanteeseen, jolloin kitkat ovat suurimmillaan. Taustatarkkailuun on määritelty yläraja piikkien suuruudelle, jolloin järjestelmä hälyttää normaalia suuremmista asemaero arvoista. Hälytystilanteessa taustatarkkailu antaa hälytyksen liian suuresta kulmaerosta.



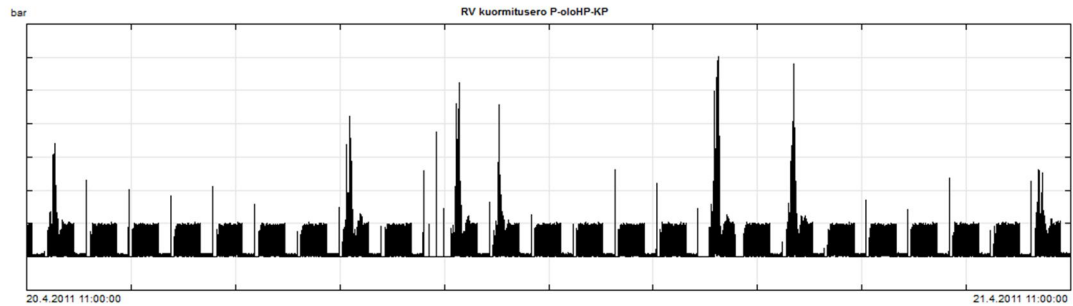
KUVIO 26. Alkurullaimen kulmaerolaskenta

Käytetty data on 200ms- tason dataa, jotta kaikki asemamittausten eroarvossa esiintyvät piikit olisi mahdollista saada rekisteröityä. Sekuntitason data on tässä tapauksessa liian hidasta liikkeen nopeuteen nähden erityisesti pika-avaus tilanteessa.

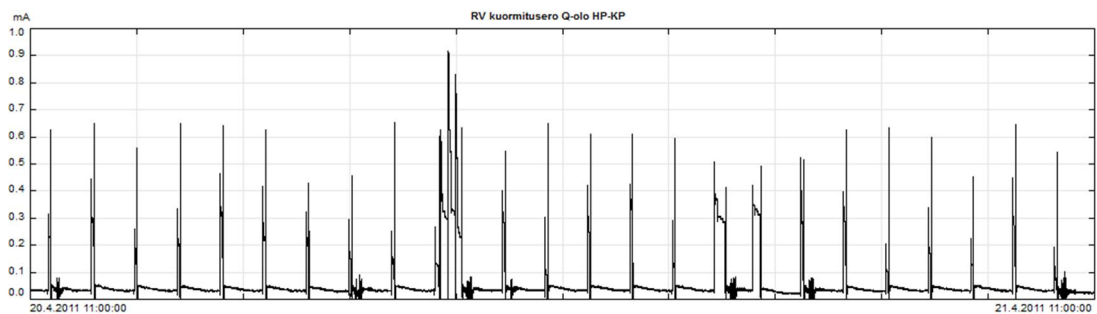
#### 6.4.4 Rullausvaunun kuormitusero P-olo & Q-olo

Toisin kuin alkurullaimella, rullausvaunun kuormituksella on omat venttiilinsä käyttö- ja hoitopuolille. Koska kyseessä on kaksi erillistä linjaa ja venttiiliä, voi esim. venttiilin jumittaminen tai sylinterivuoto aiheuttaa kuormituseroa hoito- ja käyttöpuolten välille. P-oloarvolla tarkoitetaan vallitsevaa kuormituspainetta kPa ja Q-oloarvolla venttiilin karan asemaa mA. Alla olevassa kuviossa 27 näkyy esimerkki rullausvaunun käyttö- ja hoitopuolien kuormituserovalvonnasta ja kuviossa 28 rullausvaunun karan asemaerosta.





KUVIO 27. Rullausvaunun kuormitusero P-olo

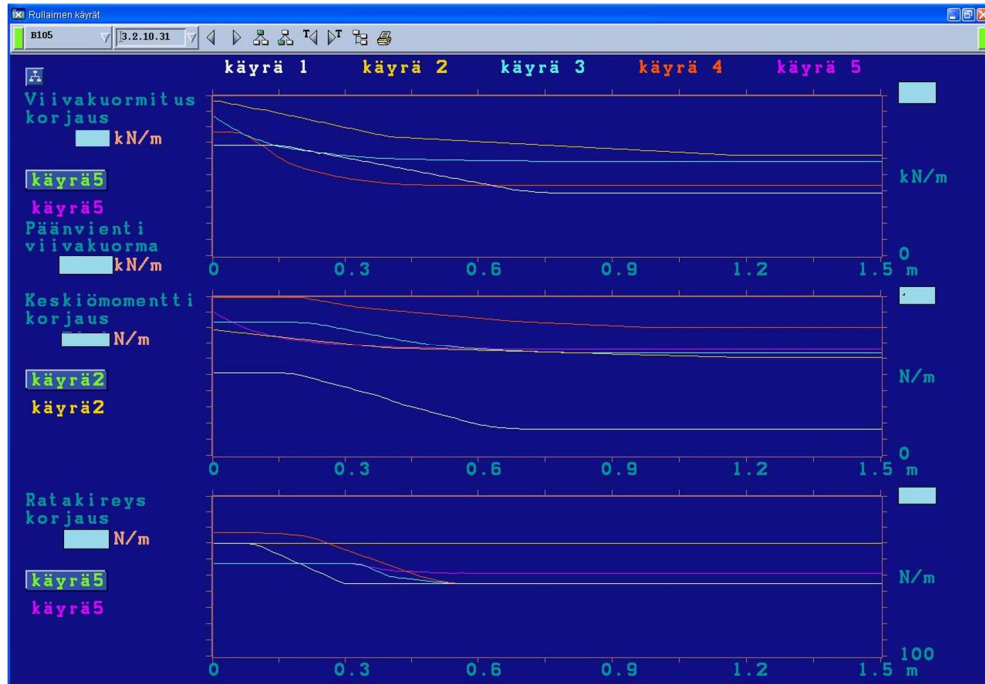


KUVIO 28. Rullausvaunun kuormitusero Q-olo

Käytetty data on 200ms- tason dataa, jotta kaikki asemamittausten eroarvossa esiintyvät piikit olisi mahdollista saada rekisteröityä. Sekuntitason data on tässä tapauksessa liian hidasta liikkeen nopeuteen nähden erityisesti pika-avaus tilanteessa.

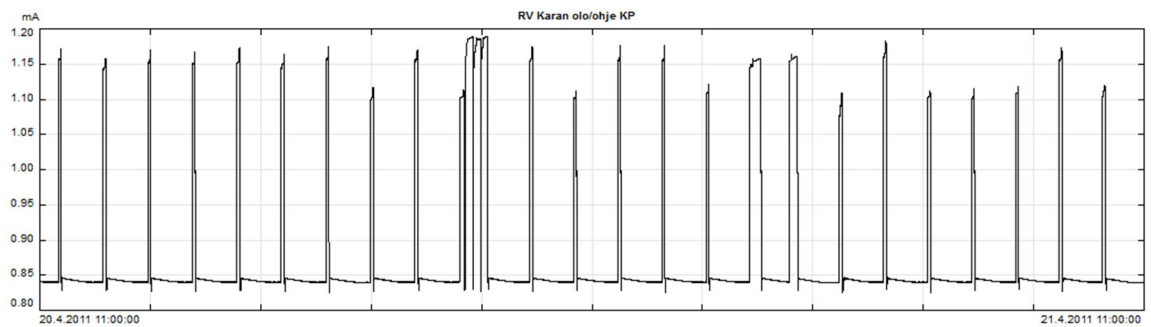
#### 6.4.5 Olo- ja ohjearvojen suhdelaskenta

PK6:n rullaimella ohjaukset seuraavat annettua ohjaukscäyrää (ks. kuvio 29). Käytössä on erilaisia käyriä, joita voidaan muuttaa ajotavan mukaisesti. Suhdelaskennalla seurataan kuinka hyvin ohjauksen antama ohjearvo toteutuu.



KUVIO 29. PK6 rullaimen ohjaukset

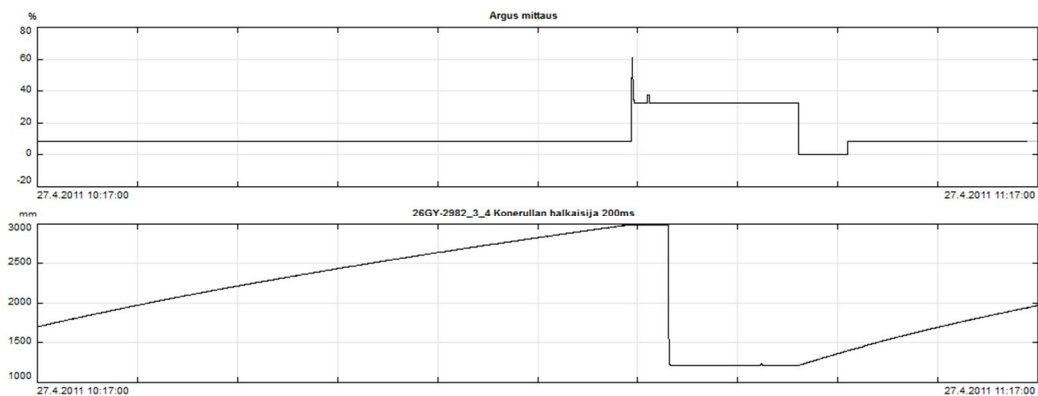
Suhdelaskennalla on mahdollista päästä kiinni esim. mahdollisten kitkojen lisääntymisen ja sylinterivuotojen lisäksi esim. nolapisteen siirtymiin. Nolapisteen siirtymällä tarkoitetaan mittauksen nolla-asetuksen muuttumisen aiheuttamaa virhettä koko mittausalueeseen (Hirsilä 1997). Siirtymä näkyy suhdelaskennassa suhteen muutoksena, koska mittaus ei enää seuraakaan ohjauksetä samassa suhteessa kuin ennen siirtymää. Alla kuviossa 30 on esimerkki rullausvaunun proportionaaliventtiilin karan olo- ja ohje arvojen suhdelaskennasta.



KUVIO 30. Rullausvaunun karan käyttöpuolen olo- ja ohje arvojen suhdelaskenta

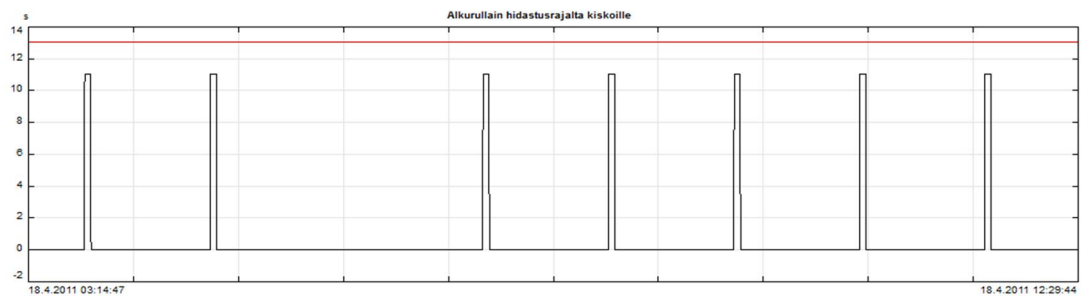
### 6.4.6 Liikeaikalaskennat

PK6 rullaimen liikeaikalaskennat toteutettiin käyttämällä hyväksi binäärisiä rajatietoja sekä bittikuvioita (ks. kuvio 31). Bittikuviot tuotiin PK6 nopeisiin mittauksiin käyttäen hyväksi jo olemassa olevia Argus- mittalaitteen kanavia. Käytössä oli rajatiedoista kootut bittikuviot, joiden avulla saatiin tuotua useita rajatietoja järjestelmään yhtä kanavaa pitkin.



KUVIO 31. Ylemmässä trendissä esimerkki alkurullaimen liikesekvenssin bittikuvioista. Alla on vertailun vuoksi näkyvillä konerullan halkaisija.

Rajatietojen avulla mittauksesta rajattiin se osa, jonka kestoa haluttiin seurata. Matlab-funktioiden avulla summattiin rajatietojen välinen aika sekunteina. Taustatarkkailuun käytetty data on sekuntitason dataa.



KUVIO 32. Alkurullaimen liikeaika hidastusrajalta kiskoille

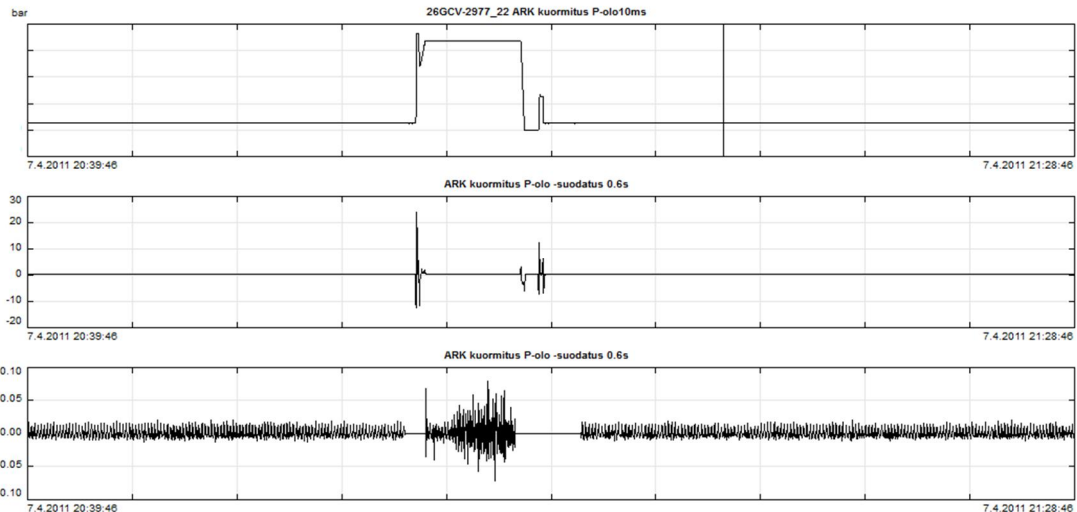
#### 6.4.7 Yksittäisten painemittausten seuranta

Yksittäisten painemittausten seurannalla pyritään seuraamaan painemittausten tasoja ja niiden muutoksia. Mittausten seuranta on pyritty rajaamaan kuormitustilanteisiin, jolloin mahdolliset muutokset ovat paremmin nähtävissä. Mittausta on mahdollista viivästyttää (ks. kaava 3.). Tästä on apua kun halutaan rajata pois virheellistä dataa, jota esiintyy esim. ratakatkotilanteen jälkeen.

$delay(x1,t,dT)$  (3) Mittauksen viivästäminen

(x1=Viivästettävä suure, t= viivästysaika sekunteina, dT= välittää MatLabille mittausdatan aikataason sekunteina)

Alla esimerkki kuviossa 33, jossa näkyy alkurullaimen kuormituspaineen valvonta. Ylimmässä trendissä näkyy alkuperäinen mittaus. Alkurullain siirtyy kuormitukselle kohdassa, jossa paineen taso muuttuu. Keskimmaisessä trendissä samalle mittaukselle on tehty 0,6 s liukuvan keskiarvon suodatus, joka on vähennetty alkuperäisestä mittauksesta. Näin jäljelle jää vain vaihtelu keskiarvosta. Alimmassa kuvassa kuormitukselle ja takaisin siirtymisestä aiheutuvat piikit on poistettu ja jäljelle on jäänyt trendin keskelle ainoastaan kuormitustilanne.



KUVIO 33. Alkurullaimen kuormituspaineen valvonta. Ylimpänä alkuperäinen mittaus, keskellä 0,6 s suodatus vähennettynä alkuperäisestä mittauksesta ja alimpana sama kuin keskellä piikit poistettuina.

#### 6.4.8 Vapaasti ohjelmoitavissa olevat vapaat kanavat

PK6 alueella oli tarvetta vapaasti ohjelmoitaville kanaville, joita olisi mahdollista käyttää hyödyksi ongelmatilanteissa. Ongelmatilanteissa on hyödyllistä olla mahdollisuus liittää tiedonkeruujärjestelmään mittaus, joka ei normaalisti välttämättä ole lainkaan seurannassa tai on tuotu järjestelmään ainoastaan hitaampana datana. Kun käytössä on vapaasti ohjelmoitavat kanavat, ei ongelmatilanteessa tarvitse lähteä kentälle viemään erillistä mittalaitetta, vaan data voidaan tuoda suoraan käytössä olevaan järjestelmään ja sitä pystytään myös vertailemaan muiden järjestelmässä olevien tietojen kanssa.

PK4:n alueella, jossa käytössä on DNA- automaatiojärjestelmä, uusien mittausten lisääminen järjestelmään on huomattavasti helpompaa nopeampaa kuin PK6:n alueella, joten PK4:n osalta vapaista kanavista ei ole vastaavanlaista hyötyä.

Ongelmana vapaiden kanavien suhteen on, että niihin ei ole mahdollista saada näkyviin kulloinkin mittauksessa olevan suuren nimeä, eikä yksikköä, joten niiden on oltava datan tulkitsijalla itsellään tiedossa.

## 6.5 Käyttöliittymien käyttäjäystävällisyys

Yksi tärkeimmistä kriteereistä käyttöliittymiä suunniteltaessa oli kiinnittää erityistä huomiota käyttäjäystävällisyyteen. Monet käytössä olevista Wedge-käyttöliittymistä ovat ensisilmäykseltä erittäin vaikeaselkoisia. Ohjelmassa on mahdollisuus käyttää linkityksiä, joilla pystytään tietoa jaottelemaan erillisille sivuille. Tämä kuitenkin hankaloittaa tiedon käsittelyä, mikäli halutaan vertailla mittauksia jotka ovatkin erillisillä sivuilla. Liiallinen määrä mittauksia yhdellä sivulle tekee kaaviosta epäselvän näköisen ja vaikeasti hahmotettavan.

Käyttäjäystävällisyyttä pyrittiin lisäämään myös makrolinkkien avulla. Linkkien määrä pyrittiin kuitenkin pitämään mahdollisimman pienenä.

## 7 TULOKSET

Jämsänkosken PK4:n puristinosalle luotiin taustatarkkailu kaavio, jolla on mahdollista seurata puristinnoppien kiinnimeno- ja aukeamisaikoja jatkuva-aikaisesti. 2. puristimen käyttö- ja hoitopuolen asemaerojen valvonnalla pystytään jatkossa toivottavasti huomaamaan puristimen avaustilanteessa käytettyjen venttiilien säädöntarve ennen kuin puristimen vino aukeaminen pääsee aiheuttamaan huopavaurioita.

Taustatarkkailuun lisättiin säätimien lähtöjen seurannan lisäksi myös säätimien lähtöjen ja painemittauksien suhteen laskentaan perustuva valvonta. Mikäli mittaus muuttuu erisuhteessa säätimen lähtöarvon, kanssa voidaan päätellä, että kyseessä on mahdollisesti esim. sylinterivuoto tai mahdollinen korttirikko. Mikäli kyseessä on sylinterin öljyvuoto, samalla säätimen ohjearvolla ei enää saavutetakaan haluttua painearvoa ja suhde muuttuu. Korttirikko tapauksessa mittaus alkaa välittömästi näyt-

tää nolaa. Suhdelaskennalla voidaan päästä käsiksi myös mahdolliseen kitkojen lisääntymiseen venttiilissä.

PK6:n rullaimelle tehtiin tavoitteiden mukaisesti jatkuva-aikainen liikeaikojen seuranta, jonka avulla pystytään seuraamaan rullaimen eri liikkeiden kestoja ja liike-eroja. Muita toteutettuja laskentoja olivat suureiden olo- ja ohjearvojen suhdelaskenta, asema- ja kulmaerolaskennat sekä yksittäisten painemittausten seuranta. Näillä seurannoilla pystytään havaitsemaan esim. mahdollisia sylinterivuotoja, kitkojen lisääntymisiä sekä nollapisteen siirtymää.

Ongelmia taustatarkkailun testaamiseen aiheutti se, että dataa vikatilanteista ei ollut saatavilla. Sekä PK4:n puristinosan että PK6:n rullaimen toiminta on ollut hyvää ja esim. venttiilien toiminnassa ei ole esiintynyt ongelmia. PK4:n puristinosalla laskentojen toimivuus osoittautui hyväksi kun koneella tehdyn ajotavan muutos aiheutti useita hälytyksiä. Hälytykset aiheutuivat ratakatkotilanteessa käytetystä painikkeesta, jolla puristin on mahdollista ajaa uudelleen kuormitukselle ennen kuin ohjaukset ovat kunnolla asettuneet kevennykselle menon jälkeen. Tämä aiheutti muutosta puristimen säätimien lähtöihin ja puristimen liikeaikoihin. Nämä hälytykset olisivat kuitenkin voineet johtua myös esim. säätimen kalvon vioittumisesta. Operaattoreista johtuvat hälytykset eivät tietenkään ole toivottuja, joten vastaavat hälytykset rajattiin pois käyttämällä rajatietona painetun painikkeen IO- tietoa. Nykyään mikäli kyseistä painiketta painetaan, jättää taustatarkkailu mahdolliset hälytysrajojen ylitykset huomiotta.

Kun tätä opinnäytetyötä tehtiin, yrityksessä siirryttiin Windows XP- käyttöjärjestelmästä Windows 7- käyttöjärjestelmään. Savcor Wedge versio 6.1 ei ole tuettu Windows 7 - käyttöjärjestelmällä ja työtä tehdessä ohjelman uudesta versiopäivityksestä käytiin vasta neuvotteluja.

Ongelmia aiheutti myös palvelimen ruuhkautuminen taustatarkkailuun liittyvistä kyselyistä. Haettavien datapisteiden määrä kasvoi palvelimelle liian suureksi. Tästä johtuen taustatarkkailua ei ollut mahdollista ottaa käyttöön siinä laajuudessa kuin olisi

haluttu. Myös tarkkailu kyselyiden taajuutta jouduttiin laskemaan huomattavasti alkuperäiseen suunnitelmaan verraten. Taustatarkkailuun lisättiin lopulta vain ne mittaukset ja laskennat joiden koettiin olevan kaikista hyödyllisimpiä kunnonvalvonnallisesti. Kaikkiin valvontoihin kuitenkin jätettiin näkyviin työtä tehdessä voimassa olleet suureiden ja laskentojen ns. normaalirajat, jotta dataa voitaisiin tulkita myöhemmin esim. visuaalisesti trendejä havainnoimalla. Toinen vaihtoehto on käyttää taustatarkkailun testiominaisuutta määräjain. Testiominaisuudella taustatarkkailua voidaan käyttää tarkastamaan vanhaa dataa halutulta ajanjaksolta.

Käyttäjäystävällisyys tavoitteiden suhteen jouduin tekemään kompromissin selkeyden ja kaavioiden tuodun tiedonmäärän suhteen. Käyttöliittymistä olisi haluttu tehdä yksinkertaisemmat ja selkeämmät, mutta suuresta tiedon määrästä johtuen olisi tavoitteeseen pääsemiseen vaadittu mittausten linkitys useammalle sivulle. Useammalle sivulle linkittäminen taas huonontaa kaavioiden käytettävyyttä diagnostiikkaa tehdessä.

## **8 YHTEENVETO**

Mikäli yritys haluaa menestyä nykyisessä markkinatilanteessa, on sen jatkuvasti pyrittävä kehittämään ja tehostamaan toimintaansa. Nykypäivänä paperikoneilla ohjauksen ja automaation merkitys on yhä suurempi, mikä lisää myös automaatiokunnossapidon merkitystä. Automaatiolaitteiden vikaantumisen minimoinnilla on näin ollen yhä suurempi rooli, kun paperikoneita pyritään ajamaan mahdollisimman kannattavasti.

Työ aloitettiin kartoittamalla jo olemassa olevia ja uusia kunnonvalvontaideoita automaatio- ja mekatroniikkalaitteiden osalta. Kaikki ideat listattiin ja niistä valittiin parhaat ideat toteutettaviksi. Tämän jälkeen aloitettiin taustatarkkailukaavioiden suunnittelu ja luominen.



Tuloksena PK4:n puristinosalle ja PK6:n rullaimelle saatiin luotua jatkuva-aikaiset liikeseurannat, olo- ja ohjearvojen suhdelaskennat, asema- ja kulmaerolaskentoja, säätimienlähtöjen valvontaa, sekä yksittäisten painemittausten valvontaa. Mekatroniikka puolella jatkuva-aikaista kunnonvalvontaa suorittavia järjestelmiä on ollut muutamia käytössä, mutta automaatiolaitteiden osalta jatkuva-aikaista kunnonvalvontaa tehtiin nyt ensimmäistä kertaa.

Tulevaisuudessa työn tuloksia pyritään monistamaan mahdollisuuksien mukaan myös muille konelinjoille. Se käytettäväkö Savcor Wedge - tiedonkeruujärjestelmän taustatarkkailuominaisuutta tulevaisuudessa hyödyksi kunnonvalvonta toteutuksissa riippuu lähinnä siitä, onko sen rajoitteita mahdollista poistaa. Keskustelua on ollut mm. palvelinuusinnasta. Mahdollisessa palvelinuusinnassa tulisi huomioida taustatarkkailun vaatima laskentatarve.

## 9 JATKOPOHDINTA

Jatkossa suositeltavaa olisi valvontaan lisätä ainakin PK4 puristimen hydraulikkakoneikkojen öljyjen lämpötilojen seuranta ja lisätä puuttuvat vastapaineiden häviämishälytykset DNA- automaatiojärjestelmään. Useissa keskusteluissa tuli esille, että huolimatta hyvistä laitteista, öljyanalyyysien tekeminen ei ole parhaalla mahdollisella tasolla ja sitä olisi syytä parantaa. Olisi syytä miettiä olisiko on-line hiukkaslaskurin hankinta kannattavaa vai olisiko mahdollisesti kannattavampaa vain parantaa nykyistä öljynäytteidenottoa.

Esille tuli myös muutamia ehdotuksia Savcor Wedge - tiedonkeruujärjestelmän kehittämiseen. Tuotannon puolelta toivottiin omaa kaaviota koko tehtaan energian käytöstä ja höyrynkulutuksista jne. Myös jätevesien osalta toivottiin kaaviota, joka palvelisi mm. antureiden likaantumisen seurannassa.

Samantyyppisten kunnonvalvontatoteutusten tekeminen muille konelinjoille olisi hyvinkin mahdollista. Kunnonvalvontaan käytetyn mittausdatan ei suurimmalta osin

tarvitse olla sekuntitasoa nopeampaa. Esimerkiksi säätimien ja painearvojen valvontaan sekuntitason datankeruu riittää hyvin. Rullaimella monet liikkeet ja tapahtumat ovat kuitenkin niin nopeita, että nopeampi datankeruu on diagnostiikan kannalta tärkeää. Kerätyn datan nopeuden merkitys kasvaa huomattavasti rullaimen kaltaisessa ympäristössä, jossa esim. vaihtotapahtuma on hyvin nopea verrattuna esim. puristimella tapahtuviin suureiden muutoksiin.

Jotta näitä valvontoja pystyttäisiin toteuttamaan, olisi kunnonvalvontaan todennäköisesti saatava jokin muu ohjelmisto tai työkalu kuin nykyinen Savcor Wedge, johtuen serverin soveltumattomuudesta suurien datapistemäärien käsittelyyn.

## LÄHTEET

Aumala, O., Ihalainen, H., Jokinen, H. & Kortelainen J. 1998. Mittaussignaalien käsittely. 3.p. Tampere: Klingendahl Paino Oy.

Biometsteollisuuden edelläkävijä. 2010. Viitattu 20.3.2011. UPM- Kymmene Oyj. PowerPoint-esitys.

FbCAD-ohje. 2010. Metso Automation Oy. FbCADin käyttöohje. Viitattu 2.4.2011. PDF-tiedosto.

Harju, S. 2011. Automaatioasentaja UPM- Kymmene Oyj Jämsänkoski. Haastattelu 26.2.2011.

Hirsilä, P.1997. Kiinnirullaimen kunnonvalvonta. Insinööriyö. Jyväskylän teknillinen oppilaitos, Koneosasto, Koneautomaatio.

Häkkinen, J. 2011. Polttolaitteiden tiedonkeruujärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne, Automaatiotekniikan koulutusohjelma.

JokiNet. 2011.Yrityksen intranet. Viitattu 21.4.2011. UPM- Kymmene Oyj.

Keep it running. Industrial Asset Management. 1998. Scandinavian Center for Maintenance Management. Loviisa: Painoyhtymä Oy.

KnowJoki. 2006. UPM Jokilaakson tehtaiden oppimisympäristö. UPM Kymmene Oyj.

KnowPap 7.0. 2005. Paperitekniikan ja automaation oppimisympäristö. VTT.

Kunnossapito. 2007. Kunnossapidon oppikirja. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 10 4.p. Helsinki: KP-Media OY, 14-15.

Kuntoon perustuva kunnossapito. 2009. Käsikirja. Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 13 1.p. Kerava: KP-Media OY.

Lahtinen, J. 2011. Automaatioasentaja UPM- Kymmene Oyj Jämsänkoski. Haastattelu 26.2.2011.

Mäkelä, M. & Turunen, T. 2008. Tehokkuutta paperikoneiden automaatiokunnossapitoon. Promaint 5, 20-23.

OptiReel-rullaimen mekaaninen kunnossapito. 2004. Metso Paper. Kunnossapidon koulutusmateriaali.

Paunonen, S., Saarela, O. & Ritala, R. 1999. Automatic process diagnostics. VTT Technical research center of Finland. VTT Symposium. PDF-tiedosto.  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/1999/S196.pdf>

PK4 info-toimitus. 2006. UPM Jämsänkosken PK4 info- järjestelmän toimitukseen liittyvät dokumentit.

Puonnas, M. 2011. Automaatiokehityspäällikkö UPM- Kymmene Oyj Jämsänkoski. Haastattelu 21.4.2011.

Salmi, I. 2006. Paperikonelinjan kunnonvalvonnan kehittäminen. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Tekniikka ja liikenne, Paperikoneteknologian koulutusohjelma.

Savcor Forest Oy. 2011. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 24.3.2011.

[http://joomla.savcor.com/forest/index.php?option=com\\_content&task=view&id=90&Itemid=118](http://joomla.savcor.com/forest/index.php?option=com_content&task=view&id=90&Itemid=118)

Terävaihtolaite. 2005. Koulutusmateriaali UPM Jämsänkoski PK6 OptiReel. Metso Paper Oy.

UPM Jokilaakson tehtaat. 2010. Viitattu 20.3.2011. UPM- Kymmene Oyj. PowerPoint-esitys.

UPM Kymmene Oyj. 2010. Yrityksen verkkosivut. Viitattu 20.3.2011.

[http://w3.upmkymmene.com/upm/internet/cms/upmcmfsi.nsf/\\$all/fd5a1ebfd0065302c2256e67004eece3?OpenDocument&gm=menu,6,11,0&smtitle=Suomi](http://w3.upmkymmene.com/upm/internet/cms/upmcmfsi.nsf/$all/fd5a1ebfd0065302c2256e67004eece3?OpenDocument&gm=menu,6,11,0&smtitle=Suomi).

UPM Paperi - Edelläkävijä kestävässä asiakasratkaisuissa. 2010. 20.3.2011. UPM- Kymmene Oyj. PowerPoint-esitys.

UPM vuosikertomus. 2009. Viitattu 20.3.2011 UPM- Kymmene Oyj. PDF-tiedosto.

Wedge 6.1 käyttöopas. 2007. Savcor Forest Oy. Viitattu 22.4.2011. PDF-tiedosto.



Saver Wedge: PK6 rullain 5  
 Tiedosto Muokkaus Ylläpito Työkälu Analyysi Lisäanalyysi Ohje  
 5.5.2011 13:40:00 - 6.5.2011 13:40:00  
 00:01:00 Keski data

### JAM PK6 RULLAIMEN MITTAUKSET

**Kiinteä skaalaus Automaattinen skaalaus**

**ALKURULLAUS**

- 265M-2977\_1 Akurullainen asema hp 200ms
- 265E-2979\_1 Akurullainen kulma hp 200ms
- 265S-2975\_2 Akurullausajoyhtö kytkön korni HP 10ms
- 265GZ-2977 Akurullaläite kuomukävelä 10ms
- 265S-2979\_1 Raa - akurullaläitekuomukävelä 10ms
- 265S-2979\_2 Raa - akurullaläitekuomukävelä 10ms
- 265S-2979\_3 Raa - akurullaläitekuomukävelä 10ms
- 265S-2979\_4 Raa - akurullaläitekuomukävelä 10ms
- 266S04\_1 Akurullainen momentti 10ms
- 265CV-2977\_21 ARK-kuomutus P-ohje 200ms
- 265CV-2977\_22 ARK-kuomutus P-ohje 200ms
- 265CV-2977\_23 ARK-kuomutus Q-ohje 10ms
- 265CV-2977\_31 ARK-vaatapanne P-ohje 200ms
- 265CV-2977\_32 ARK-vaatapanne P-ohje 200ms
- 265CV-2977\_33 ARK-vaatapanne Q-ohje 10ms
- 28PT-2961\_1 ARK-syötöpanne 200ms

**RULLAUSVAUNU**

- 265E-2982\_1 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_11 Rullausvaunun HP P-ohje 200ms
- 265CV-2982\_12 Rullausvaunun HP Q-ohje 200ms
- 265CV-2982\_2 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_31 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_32 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_33 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_34 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_35 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_36 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_37 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_38 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_39 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_40 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_41 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_42 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_43 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_44 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_45 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_46 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_47 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_48 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_49 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_50 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_51 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_52 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_53 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_54 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_55 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_56 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_57 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_58 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_59 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_60 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_61 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_62 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_63 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_64 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_65 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_66 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_67 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_68 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_69 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_70 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_71 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_72 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_73 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_74 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_75 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_76 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_77 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_78 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_79 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_80 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_81 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_82 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_83 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_84 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_85 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_86 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_87 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_88 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_89 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_90 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_91 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_92 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_93 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_94 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_95 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_96 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_97 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_98 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_99 Rullausvaunun asema hp 200ms
- 265CV-2982\_100 Rullausvaunun asema hp 200ms

**PAÄNVIENI- JA VAHTOLAITTEET**

- 28PT-2962\_1 Teipinvalvonta laukauspane HP 200ms
- 28PT-2962\_2 Teipinvalvonta laukauspane HP 200ms
- 265S-2962\_1 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_2 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_3 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_4 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_5 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_6 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_7 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_8 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_9 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_10 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_11 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_12 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_13 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_14 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_15 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_16 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_17 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_18 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_19 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_20 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_21 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_22 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_23 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_24 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_25 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_26 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_27 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_28 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_29 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_30 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_31 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_32 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_33 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_34 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_35 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_36 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_37 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_38 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_39 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_40 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_41 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_42 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_43 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_44 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_45 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_46 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_47 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_48 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_49 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_50 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_51 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_52 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_53 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_54 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_55 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_56 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_57 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_58 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_59 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_60 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_61 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_62 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_63 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_64 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_65 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_66 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_67 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_68 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_69 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_70 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_71 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_72 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_73 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_74 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_75 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_76 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_77 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_78 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_79 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_80 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_81 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_82 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_83 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_84 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_85 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_86 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_87 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_88 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_89 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_90 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_91 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_92 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_93 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_94 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_95 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_96 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_97 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_98 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_99 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms
- 265S-2962\_100 Raa - katkaisulaite kotiasema HP 10ms

**ARGUKSEN KANAAT**

- PK6 nopea Argus KAN1
- PK6 nopea Argus KAN2
- PK6 nopea Argus KAN3
- PK6 nopea Argus KAN4
- PK6 nopea Argus KAN5
- PK6 nopea Argus KAN6
- PK6 nopea Argus KAN7
- PK6 nopea Argus KAN8
- PK6 nopea Argus KAN9
- PK6 nopea Argus KAN10
- PK6 nopea Argus KAN11
- PK6 nopea Argus KAN12

**SKAALAUKSET**

- Skalaus KAN1 (BIN)
- Skalaus KAN2 (BIN)
- Skalaus KAN3 (8 kuv/kehys)
- Skalaus KAN4 (SCSI/Viikela Z6 SP)
- Skalaus KAN5 (RV ASEMA HP)
- Skalaus KAN6 (RV ASEMA HP)
- Skalaus KAN7 (RV ASEMA HP)
- Skalaus KAN8 (RV ASEMA HP)
- Skalaus KAN9 (8 kuv/asetus)
- Skalaus KAN10 (ALKU/L ASEMA KP)
- Skalaus KAN11 (26X1671 bn1)
- Skalaus KAN12 (26X1671 bn2)

**MUUT**

- 26VIT-2776\_1 Kuvatuosan loppu koreymäus HP 10ms
- 26VIT-2776\_2 Kuvatuosan loppu koreymäus HP 10ms

159,0  
 Ei palitettavia näyttöjä  
 13:42  
 06.05.2011