

Antti Juopperi

**PROSESSITietoJÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN OULUN
ENERGIA OY:N TOPPILAN VOIMALAITOKSILLA**

Metso DNA IA

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Syyskuu 2016	Tekijä/tekijät Antti Juopperi
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi PROESSITIETOJÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN OULUN ENERGIA OY:N TOPPILAN VOIMALAITOKSILLA. Metso DNA IA		
Työn ohjaaja Hannu Puomio		Sivumäärä 42 + 2
Työelämäohjaaja Tommi Kantola		
<p>Opinnäytetyöni aiheena oli selvittää, miten prosessitietojärjestelmää hyödynnetään Oulun Energian Toppilan voimalaitoksilla tällä hetkellä ja miten sitä voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa vielä enemmän. Opinnäytetyöni toimeksiantajana on Oulun Energia, jossa on otettu vuonna 2013 käyttöön Metso DNA IA -prosessitietojärjestelmä.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitkä ominaisuudet ja työkalut ovat voimalaitoksen henkilökunnalle tuttuja ja mitä niistä hyödynnetään voimalaitosten käytössä. Lisäksi selvitettiin, mitä kehitysideoita käyttäjillä on prosessitietojärjestelmän osalta. Samalla selvitettiin, mitä työkaluja ja ominaisuuksia prosessitietojärjestelmässä on olemassa, mutta jotka eivät ole tuttuja henkilökunnalle. Lähtökohdiana työlle oli käyttäjien haastattelut, joista sain selville käyttäjien kokemukset ja kehittämisehdotukset. Myös prosessitietojärjestelmän sähköiset manuaalit sekä voimalaitosalan kirjallisuus olivat tietolähteinä opinnäytetyössä.</p> <p>Työn tuloksena valmistui selvitystyö, jossa perehdyin hyvin laajasti prosessitietojärjestelmään, sen työkaluihin ja ominaisuuksiin sekä järjestelmän ylläpitoon liittyviin asioihin. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää prosessitietojärjestelmään tutustumisessa ja sen työkalujen käytössä. Opinnäytetyössä on esitetty toteutettuja parannuksia sekä kehitysideoita prosessitietojärjestelmän osalta. Lisäksi opinnäytetyössä on pohdittu, mitä uusia ominaisuuksia prosessitietojärjestelmiin tulevaisuudessa olisi mahdollista lisätä, joista olisi hyötyä voimalaitosten käytössä.</p>		

Asiasanat

Info, Metso, Prosessitietojärjestelmä, Voimalaitos, Voimalaitosautomaatio

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska	Date September 2016	Author Antti Juopperi
Degree programme Electricity technic		
Name of thesis PROCESS INFORMATION SYSTEM EXPLOITATION AT OULUN ENERGIA OY TOPPILA POWER PLANTS. Metso DNA IA		
Instructor Hannu Puomio		Pages 42 + 2
Supervisor Tommi Kantola		
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to find out how the process information system is used at Oulun Energia's Toppila power plant nowadays and how it could be more useful in the future. This Bachelor's thesis was made for Oulun Energia, where the Metso DNA IA process information system has been used since 2013.</p> <p>The aim of this Bachelor's thesis was to find out which properties and tools are familiar for power plant employees and which tools are used in power plants operation. Another aim was to find out what improvement ideas employees have about the process information system. At the same time find out what tools and properties are included in the process information system but which are not familiar for employees. The basis for this thesis was the operator's interviews from which I got to know their experiences and improvement ideas. Also the Metso DNA IA process information system online manuals and power plant industry literature were a source of information for my thesis.</p> <p>The result of my thesis was a report completed in which I studied about the process information system very extensively, its tools and properties as well as system maintenance issues. This thesis can be used for getting familiar about the process information system and its tools. The thesis includes improvements which were made and also some improvement ideas for the future.</p>		

<p>Key words Info, Metso, Power plant, Power plant automation, Process information system</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

EAS	Engineering Activity Server, Metso DNA – automaatiojärjestelmän suunnittelupalvelin.
METSO DNA IA	Information Management Activity, Oulun Energian Toppilan voimalaitoksilla käytössä oleva prosessitietojärjestelmä.
NCU	Network Connection Unit, liittää prosessiaseman järjestelmäväylään ja sitä kautta muihin asemiin.
MULTICAST	Tietoliikenteen ryhmälähetys, jossa multicast -kehys lähetetään yhdeltä useammalle ennalta määritetylle ryhmälle.
SOA	Service Oriented Architecture, palvelukeskeinen arkkitehtuuri ohjelmistotekniikassa.
PCSIF	Prosessiasemaliityntä, joka suorittaa tiedonkeruun CIM-IO:lle.
CIM-IO	Kerää datan PCSIF:n avulla, lähettää datan historiatietokantaan ja tarvittaessa myös puskuroi sitä.
LCP	Large Combustion Plant, suuria (50MW ja suuremmat) polttolaitoksia koskeva päästödirektiivi savukaasuille.
SUPO	Suuria polttolaitoksia koskeva päästödirektiivi savukaasuille. Korvaa LCP-direktiivin vuonna 2016.
QAL2	Quality assurance of installation, kiinteästi asennetun mittalaitteen kalibrointi ja validointi referenssimenetelmän avulla.
ONCE	Energiaketjun tiedonhallintajärjestelmä, käytetään Oulun Energialla polttoainetoimitusten hallintaan ja raportointiin.

FORE

PVO–Pool Oy:n käyttämä energianhallintajärjestelmä, jonka avulla pystytään hoitamaan reaaliaikaista tasehallintaa ja laskutusta.

EKONOMAISERI

Syöttöveden esilämmitin, lämmittää kattilaan menevää syöttövettä savukaasulla.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 TOPPILAN VOIMALAITOKSET	2
2.1 Oulun Energia Oy	2
2.2 Energiantuotanto.....	3
2.3 Voimalaitokset Toppila 1 ja 2	4
2.4 Voimalaitosten automaatiojärjestelmä	5
3 PROSESSITIETOJÄRJESTELMÄN ESITTELY	7
3.1 Metso DNA IA	7
3.2 DNA Report	7
3.3 DNA Historian – historiatietokanta prosessidatalle	8
3.3.1 Uuden tiedon lisääminen DNA Historian tietokantaan	9
3.3.2 Signaalin keruu automaatiojärjestelmästä historiatietokantaan	12
3.4 DNAalarm Historian.....	13
4 PROSESSITIETOJÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN TÄLLÄ HETKELLÄ	14
4.1 Kerättävä prosessitieto	14
4.2 Päästölaskenta ja raportointi	16
4.3 Kattiloiden suorituskyvyn seuranta	18
4.4 Höyryturbiinien suorituskyvyn seuranta.....	20
4.5 Lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvonta	22
4.6 Pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn seuranta.....	24
4.7 Laitosten tuotannon valvonta ja raportointi	27
5 PROSESSITIETOJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN	29
5.1 Käyttöhenkilökunnan kokemukset ja kehittämisajatukset	29
5.2 Informaatiojärjestelmän koulutus.....	32
5.3 Päiväkirjasovelluksen kehittäminen.....	33
5.4 Pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn seurannan kehittäminen	34
5.5 Informaatiojärjestelmän kehittäminen tulevaisuudessa	37
6 POHDINTA	39
LÄHTEET	41

KUVIOT

KUVIO 1. Signaalin keruu automaatiojärjestelmästä historiatietokantaan ja tiedon katselu	12
KUVIO 2. Pakkauksen periaatekuva	15

KUVAT

KUVA 1. DNA Report käyttöliittymä	8
KUVA 2. Historiatietokantaan lisättävän prosessipisteen määrittelytiedot FbCAD -sovelluksessa	11
KUVA 3. Sekundääri-ilman virtaussäädin.....	14
KUVA 4. Päästöjenvalvontanäyttö Toppila 2 -laitoksella.....	17
KUVA 5. Toppila 2 kattilan suorituskyvyn valvontanäyttö	19
KUVA 6. Toppila 2 höyryturbiinin suorituskyvyn valvontanäyttö	22
KUVA 7. Toppila 2 lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvontanäyttö.....	23
KUVA 8. Toppila 2 pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn valvontanäyttö	26
KUVA 9. Toppila 2 pumppujen ja puhaltimien toimintapistenäyttö.....	27
KUVA 10. Toppila 1 ja 2 laitosten tuotannon valvontanäyttö	28
KUVA 11. DNA Report -portaalista löytyvä Tag Master -positioselain.....	30

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Polttoaineiden käyttö 2011 – 2015	3
---	---

LIITTEET

Liite 1. Tapahtuma-analyysi raportit

Liite 2. FbCAD -sovellussuunnittelu Toppila 2 syöttövesipumpun tehon laskennasta

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää Oulun Energialla käytössä olevan Metso DNA IA –prosessitietojärjestelmän käyttökokemuksia. Tavoitteena oli myös pyrkiä tuomaan opinnäytetyössä esille järjestelmästä löytyviä ominaisuuksia ja näin antaa työntekijöille enemmän tietoa järjestelmästä sekä sen työkaluista. Lisäksi tavoitteena oli saada selville mahdolliset ongelmakohdat ja kehitysajatukset järjestelmän ja sen työkalujen käytössä, jotta niitä voidaan parantaa jatkossa. Käyttökokemusten selvittäminen tehtiin haastatteleamalla kaikki voimalaitoksella työskentelevät vuorot läpi ja tekemällä vapaamuotoisista haastatteluista muistiinpanoja.

Ensimmäisessä pääluvussa kerrotaan Oulun Energian historiasta ja energiantuotannosta, jossa tarkemmin perehdytään Toppilan voimalaitoksiin. Toisessa pääluvussa esitellään Oulun Energialla käytössä olevaa Metso DNA -informaatiojärjestelmää. Kolmannessa pääluvussa tutkitaan järjestelmässä jo tällä hetkellä olevia laskentoja ja ominaisuuksia, joita henkilökunta voi käyttää apuna työssään. Näitä ovat muun muassa historiatietokantaan kerätyn prosessidatan analysointi, päästölaskennat sekä höyryturbiinien suorituskyvyn seuranta. Neljännessä pääluvussa käydään läpi käyttöhenkilökunnalle suoritettujen haastatteluiden aikana esille tulleita ongelmakohtia ja kehittämisajatuksia. Tässä luvussa kerrotaan myös haastatteluissa esille tulleiden kehittämisajatuksien toteuttamisesta. Viidennessä pääluvussa kerrotaan opinnäytetyön tekemisestä ja sen aikana esille nousseista ajatuksista. Lisäksi luvussa kerrotaan miten työn tekeminen on kasvattanut omaa ammattitaitoani ja näin auttanut minua omassa työssäni sekä miten aion tulevaisuudessa saada järjestelmän tehokkaampaan käyttöön.

Päälähteinä työssä käytettiin prosessitietojärjestelmän mukana toimitettuja sähköisiä manuaaleja sekä Valmet DNA Historian ylläpitokurssilta saatua materiaalia. Lähdemateriaalia löysin myös internetistä sekä voimalaitosalan kirjallisuudesta.

2 TOPPILAN VOIMALAITOKSET

2.1 Oulun Energia Oy

Oulun Energian toiminnan voidaan katsoa käynnistyneen 8. päivä joulukuuta vuonna 1889, kun ensimmäiset sähköiset katuvalot syttyivät Oulussa. Silloin nimeksi tuli Oulun kaupungin sähkölaitos. Toiminta oli aluksi nykymittakaavalla hyvin vaatimatonta, mutta kyseiseen ajankohtaan nähden voidaan mainita, että Oulu otti toisena kaupunkina suomessa käyttöön sähköiset katuvalot. Tampereella oli sähköisiä katuvaloja sytytetty jo vuotta aiemmin. (Oulun Energia Oy 2016a.)

Hiljalleen sähköä alettiin käyttämään myös kotitalouksissa ja vuonna 1939 Oulun kaupunginvaltuusto päätti Merikosken vesivoimalaitoksen rakentamisesta. Työt päästiin aloittamaan vuonna 1940, mutta sota-aika hidasti töiden etenemistä ja ensimmäinen kone kytkettiin verkkoon vuonna 1948. Voimalaitoksen voidaan katsoa valmistuneen kokonaan vasta vuonna 1954, kun kolmaskin kone saatiin kytkettyä valtakunnan verkkoon. (Oulun Energia Oy 2016a.)

Vankkaa asemaa Oulun Energiassa näyttelevä kaukolämpö aloitteli toimintaansa vuonna 1969. Alku oli tässäkin hyvin vaatimatonta, mutta kysyntä alkoi kasvaa nopeasti. Ensimmäinen kiinteä lämpökeskus, Myllytullin lämpökeskus, rakennettiin vuonna 1969. Kaukolämmön kysynnän kasvu jatkui ja lisätehoa tarvittiin. Toppilan lämpövoimalaitoksen Toppila 1 -yksikkö otettiin käyttöön vuonna 1977. Samoihin aikoihin vuonna 1978 vaihtui Oulun kaupungin sähkölaitoksen nimi Oulun kaupungin energialaitokseksi. (Oulun Energia Oy 2016a.)

Oulun Energian historiassa seuraava suuri investointi oli Toppila 2 -yksikön rakentaminen ja käyttöönotto vuonna 1995. Tällöin kaukolämmössä olevia kiinteistöjä oli Oulussa jo lähes 4000. Vuonna 1996 Oulun kaupungin energialaitos muutti nimensä Oulun Energiaksi. Tultaessa 2000 -luvulle, Oulun Energia konserniin perustettiin tytäryhtiöitä, joista ensimmäisenä Oulun Sähkönmyynti Oy vuonna 2001. Vuonna 2012 valmistui Laanilan teollisuusalueelle ekovoimalaitos, joka polttaa yhdyskunta- ja teollisuusjätettä jopa 140 000 tonnia vuodessa. Oulun Energia, joka aiemmin oli toiminut kaupungin liikelaitoksena, yhtiöitettiin vuoden 2014 viimeisenä päivänä Oulun Energia Oy:ksi. (Oulun Energia Oy 2016a.)

2.2 Energiantuotanto

Oulun Energia tuottaa sähköä ja kaukolämpöä lähialueen asukkaille ja yrityksille. Kaukolämmöstä suurin osa tuotetaan Toppilan voimalaitoksilla ja Oulun Energian myymästä sähköstäkin noin 40 prosenttia tuotetaan Toppilassa. Sähköä tuotetaan myös Merikosken vesivoimalaitoksessa, jossa kokonaissähköteho on 40 megawattia. Laanilassa Kemiran teollisuusalueella sijaitseva ekovoimalaitos tuottaa höyryä, jota hyödynnetään Kemiran teollisessa prosessissa sekä kaukolämmön ja sähkön tuotannossa. Kaukolämmön huippu- ja varatehoon on varauduttu rakentamalla öljykäyttöisiä lämpökattiloita eri puolille kaupunkia. Myös Toppilassa sijaitsee kaksi huippu- ja varatehokattilaa, jotka ovat öljykäyttöisiä. (Oulun Energia 2016b.)

Oulun Energia käyttää energiantuotannossaan turvetta, puuta, jätettä, öljyä, biokaasua sekä sähköä. Polttoaineista yli 90 prosenttia tulee lähialueelta, 100 kilometrin säteeltä Oulusta. Turve on eniten käytetty polttoaine 52 prosentin osuudella (TAULUKKO 1.) Puun osuus on kasvanut viime vuosina ja korvannut turvetta. Huomioitavaa on myös jätteen kasvanut osuus polttoaineiden käytöstä, joka osaltaan on vähentänyt turpeen käyttöä. Tämän selittää vuonna 2012 kaupalliseen käyttöön otettu Laanilan ekovoimalaitos. (Oulun Energia 2016c.)

TAULUKKO 1. Polttoaineiden käyttö 2011 – 2015 (Oulun Energia 2016c.)

Polttoaineiden käyttö 2011-2015

Polttoaine	2011	2012	2013	2014	2015
Turve	70 %	59 %	53 %	53 %	52 %
Puu	28 %	27 %	33 %	30 %	28 %
Jäte	-	10 %	12 %	15 %	16 %
Öljy	2 %	3 %	1 %	2 %	4 %
Biokaasu	0,40 %	0,40 %	0,40 %	0,40 %	0,50 %
Sähkö	0,01 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %	0,01 %
Yhteensä	2 970 GWh	2 916 GWh	2 983 GWh	2 497 GWh	2 546 GWh

2.3 Voimalaitokset Toppila 1 ja 2

Toppilassa sijaitsevat Oulun Energian suurimmat voimalaitokset. Nämä ovat vuonna 1977 valmistunut Toppila 1 -yksikkö ja vuonna 1995 valmistunut Toppila 2 -yksikkö. Voimalaitokset käyttävät pääasiallisena polttoaineenaan turvetta sekä puuta. Vaikka polttoaine on sama, eroavat yksiköt toisistaan tekniikaltaan. Toppila 1 -yksikkö on leijukerrospolttoa hyödyntävä vastapainevoimalaitos. Toppila 2 -yksikkö on kiertopetitekniikkaa hyödyntävä väliottolauhdutusvoimalaitos. (Oulun Energia 2016b.)

Toppila 1 -yksikön polttoainetehto on 267 megawattia. Yksikön sähköteho on 65 megawattia ja lämpöteho 150 megawattia. Kattilassa turve ja puu poltetaan leijukerrospolttoa hyödyntäen. (Oulun Energia 2016b.) Leijukerrospoltoissa höyrykattilan sisällä tulipesässä on hiekkaa, jonka keskiraekoko on 1 - 3mm. Hiekkakerroksen korkeus on höyrykattilassa 0,4 – 0,8 m. Hiekkakerros, jota kutsutaan myös petiksi, pidetään leijuvana puhaltamalla pohjalla olevien suuttimien läpi ilmaa. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 154 - 159.) Kuuman hiekan (700 – 900 astetta) päälle syötetään polttoainetta yhteensä kuudesta syöttöpisteestä. Polttoainesiilosta polttoainetta kuljetetaan ensin kolakuljettimilla kattilan sivuille. Molemmilla sivuilla on kolme ryöstöruuvia, jotka jakavat polttoaineen tasaisesti kolmelle sulkusyöttimelle. Sulkusyöttimien kautta polttoaine putoaa pudotusputkiin, joista se heittoilman avulla syötetään tulipesään. Tällä varmistetaan polttoaineen tasainen jakautuminen koko hiekkapetin alueelle.

Kuumaan hiekkapetiin syötetty polttoaine kuivuu nopeasti ja lämpenee syttymislämpötilaan. Polttoaineen palaessa se luovuttaa energiaansa kattilan seinäputkissa kiertävään vesi-höyryseokseen. Kattilassa tuotettu höyry johdetaan tulistukseen, jossa höyryn lämpötila kohoaa. Näin höyryyn saadaan sitoutumaan enemmän energiaa. Tulistunut höyry johdetaan turbiiniin, joka Toppila 1 -yksikössä on vastapaineturbiini. Tämä tarkoittaa sitä, että turbiinin läpi kuljettuaan höyry johdetaan kaukolämmönvaihtimiin. Kaukolämmönvaihtimissa höyryllä on vastapainetta 0,3 – 1,6 baaria, riippuen tuotetun kaukolämmön lämpötilasta. Lämmönvaihtimissa höyry lauhtuu takaisin vedeksi jolloin se voidaan pumpata takaisin prosessin vesi-höyrykiertoon.

Toppila 2 -yksikön polttoainetehto on 315 megawattia. Yksikön sähköteho on 120 megawattia ja lämpöteho 170 megawattia. (Oulun Energia 2016b.) Kattilassa turve ja puu poltetaan kiertopetitekniikka hyödyntäen. Kiertopetikattilassa on tulipesässä hiekkaa kuten leijupetikattilassakin. Erona leijukerrospoltoon on hiekan hienojakoisempi koostumus, keskimäärin 0,1 – 0,5 mm ja suuremmat leijutusnopeudet hiekan alle puhallettavalla ilmalla. Leijutusnopeuden ollessa suurempi ja hiekan hienojakoi-

sempaa ei petistä erotu selvää pintaa. Tulipesästä kaasuvirtauksen mukana poistuu hiukkasia ja hiekkaa, jotka erotetaan savukaasuista sykloneissa ja palautetaan takaisin tulipesään. (Huhtinen ym. 2004, 159.) Polttoainesiloista syötetään polttoainetta etu- ja takaseinälle kolakuljettimilla. Etuseinän kolakuljettimelta polttoaine jaetaan ryöstöruuvien avulla kolmelle sulkusyöttimelle, jotka syöttävät polttoaineen sykloneissa erotetun hiekan joukkoon ja edelleen tulipesään. Takaseinän kolakuljettimelta polttoaine jaetaan myös ryöstöruuvien avulla kolmelle sulkusyöttimelle, joista polttoaine johdetaan pudotustorveja pitkin kolmelle tunkijaruuville. Tunkijaruuvit työntävät polttoaineen tulipesän alaosaan.

Kuuman hiekan joukkoon syötetty polttoaine kuivuu nopeasti ja lämpenee syttymislämpötilaan. Polttoaineen palaessa se luovuttaa energiaansa kattilan seinäputkissa kiertävään vesi-höyryseokseen. Kattilassa tuotettu höyry johdetaan korkeapainetulistimiin, joissa höyryn lämpötila kohoaa. Näin höyryyn saadaan sitoutumaan enemmän energiaa. Tulistunut höyry johdetaan turbiiniin, joka Toppila 2 yksikössä on väliottolauhdutusturbiini. Höyry virtaa ensin turbiinin korkeapainepesän läpi ja palaa tämän jälkeen takaisin kattilaan uudelleen tulistettavaksi. Tätä sanotaan välitulistukseksi. Välitulistuksessa höyry on huomattavasti matalammassa paineessa kuin korkeapainetulistuksessa. Välitulistuksessa höyryn lämpötila kohoaa ja näin siihen saadaan sitoutumaan energiaa. Tulistunut höyry johdetaan takaisin turbiiniin. Väliottolauhdutusturbiini eroaa vastapaineturbiinista siinä, että turbiinin läpi kuljettuaan höyry voidaan johtaa joko kaukolämmönvaihtimiin tai lauhduttimeen. Tällä tavoin voidaan tuottaa sähköä vaikka kaukolämmölle ei olisi tarvetta.

2.4 Voimalaitosten automaatiojärjestelmä

Automaatiolla on ollut merkittävä rooli voimalaitostekniikassa kautta aikojen. 1900-luvulla voimalaitosautomaation toimivuudesta tuli perusedellytys sähköverkkojen pystyssä pysymiselle. Vuosisadan loppupuolella, öljykriisien jälkeen, voimalaitosten käyttämät polttoaineet olivat yhä erikoisempia ja tavoitteena oli tarkempi tehonsäätö sekä hyötysuhteen ja päästöjen ohjaus. (Joronen, Kovács & Majanen 2007, 9.) Voimalaitoksilla käytetään pääasiallisesti samoja automaatiojärjestelmiä kuin prosessiteollisuudessakin, mutta sillä on omat ominaishaasteensa. Voimalaitoksen käytettävyyden ja turvallisuuden vuoksi vaaditaan järjestelmältä vian sietoisuutta, jolloin mikään yksittäinen vika ei saa aiheuttaa turhaa alasajoa tai tehonrajoitusta. Myös häiriöiden leviäminen on voitava estää, jos järjestelmässä esiintyy häiriöitä pitää ne pystyä rajaamaan mahdollisimman pienelle alueelle. Lisäksi järjestelmän on oltava joustava jolloin mikä tahansa prosessiasema voidaan esimerkiksi ohjelmoida, muuttaa, siirtää tai poistaa väylältä muiden asemien toimintaa häiritsemättä. Automaation näkökulmasta voimalaitos on

nopea prosessi, jossa vasteaikojen on oltava riittävän nopeita ja järjestelmän on kyettävä toteuttamaan säätöjä, joissa käytettävän toimilaitteen ajoaika voi olla muutamia sekunteja. (Joronen ym. 2007, 186–187.)

Toppilan voimalaitoksilla on käytössä Metso DNA -automaatiojärjestelmä. Metso DNA on Metson (nykyinen Valmet) tuotekonsepti prosessiautomaatioon. Järjestelmän kirjainyhdistelmä DNA tulee sanoista Dynamic Network of Applications. Automaatiojärjestelmä on siis dynaaminen sovellusverkko, joka perustuu tietämyksen ja informaation vapaaseen verkottamiseen, ohjausautomaatiikkaan sekä sulautettuihin kenttäohjauksiin. Metso DNA on verkko, jossa ohjelmisto- ja laitesovellukset toimivat yhdessä. Tällöin tuotantolaitokset voivat valita joustavasti tarvittavat automaatio- ja informaationhallintasovellukset. (Metso DNA Manuals Collection 2011.)

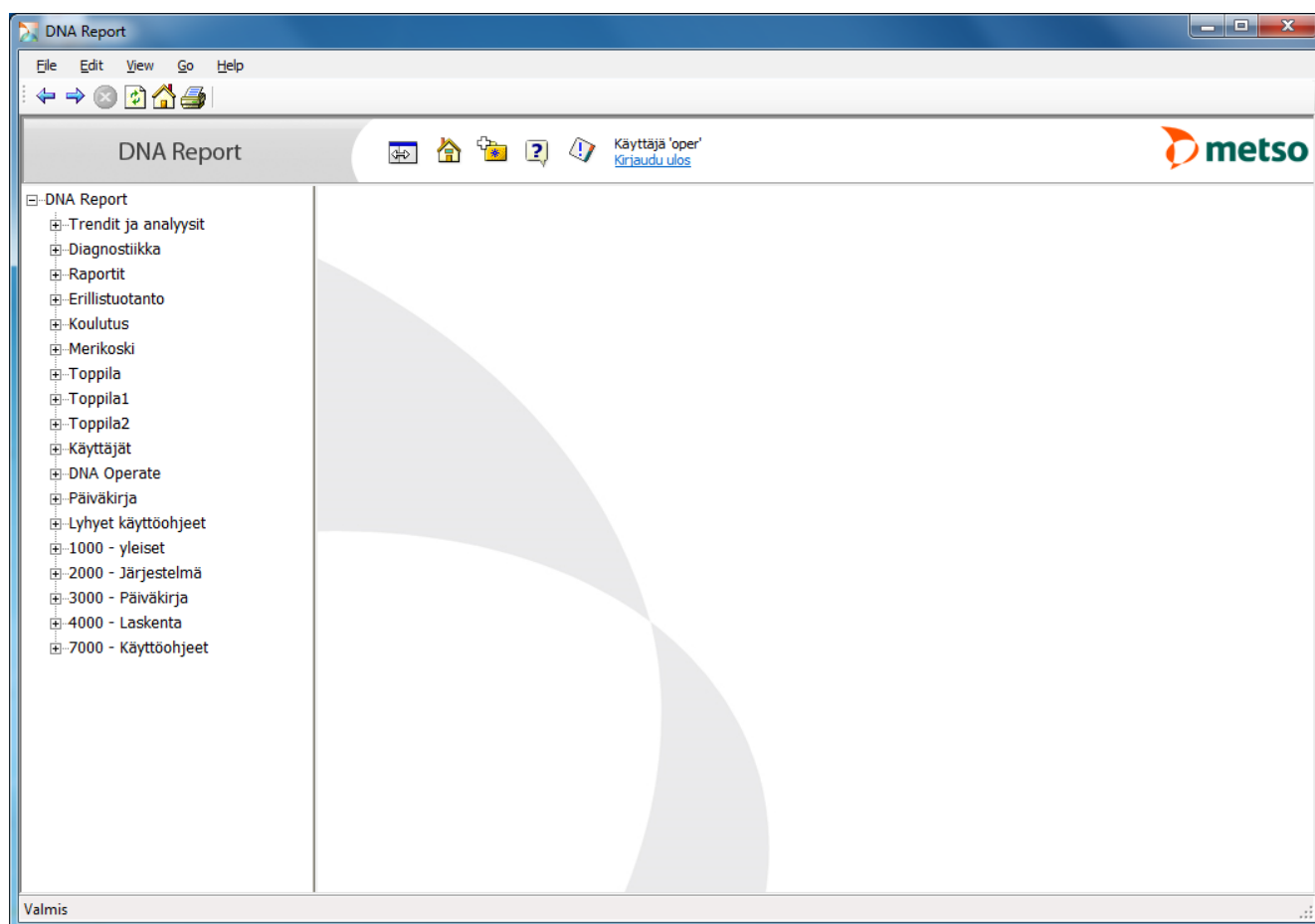
3 PROSESSITIETOJÄRJESTELMÄN ESITTELY

3.1 Metso DNA IA

Oulun Energialla on käytössä Metso DNA IA -prosessitietojärjestelmä. Järjestelmä sisältää prosessi- ja tuotantotietojen informaationhallintatoiminnon. Tietokantoihin tallennettavat tiedot sisältävät mm. prosessi- ja hälytysohjausten historiatietoa sekä näiden perusteella laskettuja tunnuslukuja. (Metso DNA IA 1002 Terminologia 2012.) Järjestelmä muodostaa yhdessä automaatiojärjestelmän kanssa integroidun kokonaisuuden, jossa laitoksen käyttäjät ja automaation ylläpitäjät pystyvät ylläpitämään tiedonkeruun, laskennan sekä näyttöjen ja raporttien määrittelyjä. Järjestelmä antaa työkalut esimerkiksi laitoksen ympäristöosastolle seurata laitoksen päästöjä ja tehdä tarvittavat päästöraportit.

3.2 DNA Report

DNA Report on web-portaali, jota voidaan käyttää raporttien ja trendien katseluun. Portaalissa voidaan lisäksi katsella ja käyttää vapaasti konfiguroitavien linkkien kautta avautuvia erilaisia web-sivuja ja muita dokumentteja. Oulun Energian järjestelmässä portaalin kautta päästään esimerkiksi päiväkirja sovellukseen, jota laitoksen henkilökunta käyttää viestintään. Käynnistettäessä DNA Report portaali, avautuu esille käyttöliittymä (KUVA 1.) Käyttöliittymän vasemmalla puolella on portaalin hierarkiapuu, josta saadaan valittua esimerkiksi raportti, trendi tai linkki. Käyttöliittymän yläosassa on työkalurivi jonka toimintopainikkeilla voidaan esimerkiksi piilottaa hierarkiapuu tai avata ohje. Näytön oikea puoli on varattu raportin tai hierarkiapuun linkeistä avautuvan tiedon esittämiseen. (DNA Report -käyttöohje Collection 2011.)



KUVA 1. DNA Report -käyttöliittymä (Oulun Energian Dna Report -portaali)

3.3 DNA Historian – historiatietokanta prosessidatalle

Modernit prosessit tuottavat suuren määrän reaaliaikaista prosessitietoa, joka on tallennettava ja prosessoitava myöhemmin käytettävää analysointia varten. Metso DNA Historian voi tallentaa tiedot, yhdistää eri prosessiliittymät, tietokannat, laskentaympäristön ja raportoinnin yhteen kokonaisuuteen. Tietokantoihin on mahdollista tallettaa esimerkiksi mittaus tietoja, säätimien asetusarvoja ja ohjauksia, laitteiden tilatietoja ja moottoreiden käyntitietoja. Tallennettua tietoa voidaan hakea DNAdatarajapinnan kautta. Haetusta tiedosta voidaan tehdä esimerkiksi raportteja ja trendejä sekä analysoida prosessin tai jonkin yksittäisen laitteen toimintaa ja kuntoa. Järjestelmä perustuu palvelukeskeiseen arkkitehtuuriin (SOA, Service - Oriented Architecture), mikä mahdollistaa useiden tietolähteiden yhdistämisen samassa käyttöliittymässä. (Toppilan voimalaitosten informaatiojärjestelmä 2012.)

DNA Historian on siis historiatietokanta prosessidatalle, joka perustuu Aspentech InfoPlus.21 tietokantaan. Tietokanta koostuu seuraavista osista:

DNA Historian

- Koostuu useista repositorioista

Repositorio

- Käytetään talletusajan määrittelyyn, sisältää filesetit

Fileset

- Varsinainen tiedosto, johon data tallennetaan (Toppilan voimalaitosten informaatiojärjestelmä 2012.)

Repositorioissa määritellään tietokannan tiedostojen parametrit. Vaadittuja parametreja ovat nimi, polku, koko, puskurit ja talletusaika. DNA Historian sisältää useita repositorioita ja hyvän suorituskyvyn varmistamiseksi erityyppiset tiedot määritellään tallettavaksi eri repositorioihin. Repositorioiden ja filesettien määrä riippuu kerättävästä datasta ja halutusta talletusajasta. Joka repositoriassa on kerrallaan yksi aktiivinen fileset, johon dataa kerätään. Kun fileset saavuttaa sille asetetun maksimikoon tai ajan, vaihtaa se automaattisesti seuraavaan filesettiin. Kun kaikki filesetit on käytetty kertaalleen, tietoa aletaan tallettaa vanhimman filesetin päälle. (Toppilan voimalaitosten informaatiojärjestelmä 2012.) Yhteen repositorioon talletettavien tietojen määrä on suunnitteluvaiheessa mitoitettu niin, että historiatietokannasta löytyy tietoja noin kahden vuoden ajalta.

3.3.1 Uuden tiedon lisääminen DNA Historian tietokantaan

Haluttaessa lisätä esimerkiksi automaatiojärjestelmässä oleva mittaus DNA Historian tietokantaan, löytyy tälle työkalut automaatiojärjestelmän suunnitteluohjelmistosta. Uuden mittauksen lisäys tehdään DNA Explorer suunnittelutyökalun avulla. Suunnittelutyökalu on käytettävissä automaatiojärjestelmän EAS (Engineering Activity Server) -suunnittelutyöasemalla. Mittauksen lisääminen DNA Historian -tietokantaan on käytännössä ihan normaalia sovellussuunnittelua. Lisättävät tiedot määritellään FbCAD (Function Block CAD) -työkalulla, jota käytetään sovellussuunnittelussa apuna myös muissa tehtävissä. Tämä helpottaa tietojen lisäystä DNA Historian -järjestelmään, koska piirien nimet, rajat ym. ovat jo automaatiomäärittelyjen tietokannassa. (Metso DNA Historian positiokonfigurointi 2012.)

Lisättävälle tiedolle täytyy määritellä seuraavat asiat (KUVA 2):

Name

- Tähän määritellään positio, jolla mittaus yksilöidään muista mittauksista. Jos mittaus on valmiiksi automaatiojärjestelmässä, käytetään samaa positiota.

Long tag Name

- Tähän määritellään sama positio kuin ”Name” – kohtaan.

Database loading

- Tämä valitaan ”ON” – tilaan, jolloin tieto saadaan siirrettyä tietokantaan.

Collection variable

- Tähän määritellään tietopisteen nimi jota halutaan kerätä automaatiojärjestelmästä. Erona ”Name” -kohtaan on position edessä oleva ”pr.”, jonka avulla tietopiste löydetään automaatiojärjestelmästä.

Description

- Tähän kirjoitetaan lyhyt vapaavalintainen teksti kuvaamaan kyseistä tietopistettä.

Data source

- Historiatietokannan nimi, lähes aina \$DNAhistorian

History collection

- Valitaan ”ON” -tilaan, jotta ryhmä on päällä ja kerää tietoa

Department

- Tähän määritellään osasto, missä tietopiste on.

Process area

- Prosessialue, käytetään yleensä kansiota mihin tietopiste on talletettu EAS -suunnittelujärjestelmässä.

Collection group

- Määritellään mihin keruuryhmään tietopiste lisätään, määrää keruusyklin.

Unit

- Yksikkö mitä mitataan esim. C (lämpötila), bar (paine), mm (pinta) tai % (prosenttietieto).

Format

- Tässä määritellään datakenttien näyttöformaatti esimerkiksi F10.3. Kirjain F kertoo, että kyseessä on Floating point arvo (käytetään analogiamittauksissa), numero 10. kertoo näytettävien merkkien lukumäärän johon lasketaan mukaan etumerkki ja desimaalipiste. Numero 3. kertoo näytettävien desimaalien lukumäärän.

Interpolation mode

- Valitaan Interpolated, jolloin positiolle interpoloidaan arvoja, vaikkei Significance kohdassa määritelty pakkausraja ylittyisi.

Minimum ja Maximum

- Määritellään rajat mittaukselle, jolloin trendit skaalautuvat oikein

Lower low limit, Low limit, High limit ja Higher high limit

- Määritellään hälytysrajat, eivät vaikuta hälytysten generointiin eivätkä talletukseen.

Repository

- Määritellään historiatietokanta mihin talletetaan, eli repositoryn nimi. Repositoryt nimitään seuraavasti: ”IA + juokseva numero + A / D. Juokseva numero valitaan väliltä 01 - 99 repositoryiden yksilöimiseksi. A / D -kirjain kertoo talletettavan datan tyyppin, A = analogisille ja D = muille.

Archiving

- Valitaan ”ON” -tilaan, jotta tiedot viedään repositoryyn.

Significance

- Määrittää alueen mittausarvon ympärillä, minkä verran arvo voi vaihdella ilman, että sitä tallennetaan tietokantaan. Käytännössä mittausraja tietokannan pakkauksessa, jos arvo ei ylitä aseteltua rajaa ei sitä talleteta levyille.

Time limit

- Pakkauksen pakkotallennusaika, jos arvo ei muutu ”Significance” -kohdassa määritellyn ajan verran, talletetaan tieto joka tapauksessa tässä määritellyn ajan välein tietokantaan.

Compression type

- Valitaan Interpolated. (Metso DNA Historian positiokonfigurointi 2012.)

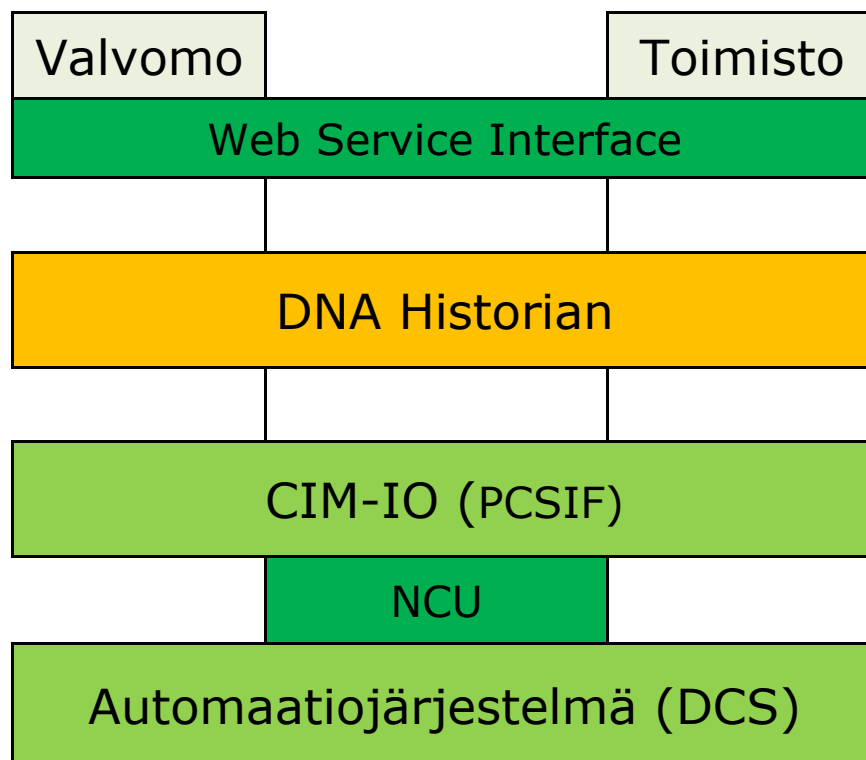
Prompt	Value
Name	1UN50T001:av
Long tag name	1UN50T001:av
Prefix	
Main tag	
Database loading	ON
Collection variable	pr:1UN50T001:av
Port	
Description	LÄHTEVÄ KL-VESI LT
Data source	\$DNAhistorian
History collection	ON
Department	TOPPILA 1
Process area	1UN5 - 1VG MAPPI 13/14
Collection group	A1_10S-AM-AV-06
Unit	CEL
Format	F10.3
Interpolation mode	Interpolated
Minimum	0.000
Lower low limit	0.000
Low limit	0.000
High limit	150.000
Higher high limit	150.000
Maximum	150.000
Repository	IARepos01A
Archiving	ON
Data compression=====	
Significance	0.150000005960464
Time limit <s>	600
Compression type	Interpolated
Rights =====	
Read grant	*
Read deny	
Write grant	*
Write deny	
Operate grant	*
Operate deny	
Audit trail=====	
Audit trail mode	

Function formula:

KUVA 2. Historiatietokantaan lisättävän prosessipisteen määrittelytiedot FbCAD -sovelluksessa (Oulun Energian automaatiojärjestelmä)

3.3.2 Signaalin keruu automaatiojärjestelmästä historiatietokantaan

Metso DNA automaatiojärjestelmä perustuu DCS (Distributed Control System) – Multicast -verkkoon. Tiedonkeruu automaatiojärjestelmästä historiatietokantaan (KUVIO 1) on mahdollista suoraan prosessiasemalta. Verkkoliittynän kautta (NCU) kytkeydytään suoraan automaatiojärjestelmään (DCS). Tämän kautta lähetetään myös Multicast -viestejä prosessiasemaliittynälle (PCSIF). Prosessiasemaliittynä kerää tiedot CIM-IO:lle ja toimii näin loogisenä liittynänä prosessiasemalle ja CIM-IO:lle. CIM-IO kerää tietoa prosessiasemaliittynän (PCSIF) avulla ja pystyy tarvittaessa puskuroimaan tietoa. Tiedon lähetys historiatietokantaan toteutetaan CIM-IO:n kautta. Historiatietokannassa (DNA Historian) määritellään keruuryhmät, joissa yksittäiseen ryhmään voidaan kerätä enintään 200 signaalia. Keruuryhmät voidaan määritellä kerättävän tiedon tyypin mukaan (analoginen, diskrentti) ja valita haluttu keruusyykli. Kerättyä tietoa voidaan tutkia DNA Historian tietokannasta esimerkiksi valvomossa ja toimistokoneilla. Tieto saadaan haettua tietokannasta Web Service Interface -liittynän kautta.



KUVIO 1. Signaalin keruu automaatiojärjestelmästä historiatietokantaan ja tiedon katselu

3.4 DNAalarm Historian

DNAalarm Historian on tietokanta, jota käytetään tapahtumapohjaiselle tiedolle. Tietokannan alustana on Microsoft SQL Server. Tietokantaan tallennetaan prosessista hälytykset, ilmoitukset ja operoinnit. Tietokannan suunnittelussa on huomioitu, että tiedot voidaan luokitella tehokkaasti tyyppien, lähteiden tai prioriteettien mukaan. Tietojen maksimitallennuskapasiteetti on 10 GB tai 800 vuorokautta. Näiden tietojen tallentaminen antaa laitoksen henkilökunnalle tehokkaat työvälineet analysoida tapahtumia esimerkiksi häiriötilanteiden selvittelyssä. Tietokantoihin tallettaminen vähentää myös huomattavasti paperitulosteiden käyttöä ja nopeuttaa tiedon etsinnässä. (Toppilan voimalaitosten informaatiojärjestelmä 2012.)

Talletettujen tietojen analysointi tapahtuu DNA Report käyttöliittymästä löytyvällä Raportit – työkalulla. Raportit – työkalulla voi tehdä seuraavia tapahtuma-analyysi – raportteja:

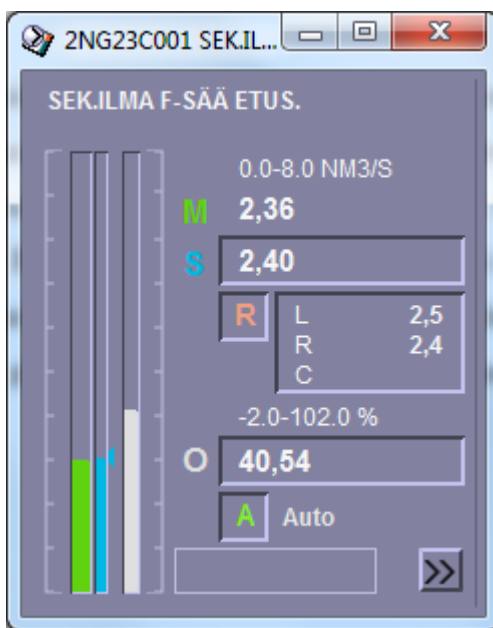
- Tapahtumalistaraportti
 - Tapahtumalistaraportilla saadaan yksityiskohtaisia tapahtumakohtaisia tietoja, kuten tapahtuman aktivointi, tapahtuman passivointi, kuittaus jne.
- Tapahtumien yhteenvetoraportti
 - Yhteenvetoraportti sisältää tapahtumien yhteenvedon valitulta ajanjaksolta ja valituilta tapahtumatyypeiltä.
- Tilastoraportti
 - Tilastoraportilla saadaan esitettyä yleisimmät tapahtumat määritetyltä ajanjaksolta
- Pareto -raportti
 - Pareto -raportilla voidaan tutkia yleisimmin hälytyksiä aiheuttavat positiot ja ne voidaan esittää sekä graafisesti että taulukkona.
- Trendiraportti
 - Trendiraportti sisältää tapahtumien lukumäärän ajallisen jakautumisen.
- Korrelaatoraportti
 - Korrelaatoraportti sisältää vertailuposition tapahtumien ja jokaisen vertailutapahtuman lähiympäristön tapahtumien välisen korrelaation. (Metso DNA Report Alarms and Events Analyzing -käyttöohje 2011.)

Liitteessä 1 esitetään raporttien ulkoasu.

4 PROSESSITIETOJÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN TÄLLÄ HETKELLÄ

4.1 Kerättävä prosessitieto

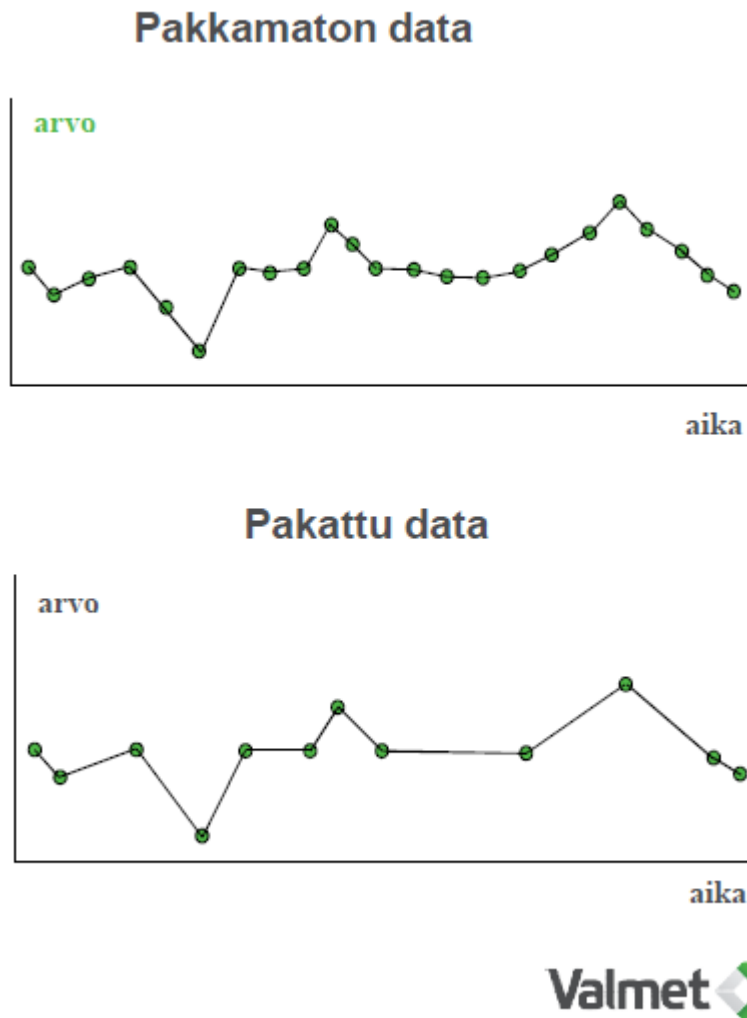
Historiatietokantaan tallennetaan lähes kaikki laitoksella olevat mittaukset. Mittauksia ovat esimerkiksi lämpötila-, paine-, virtaus-, pinnankorkeus-, teho-, virta- ja jännitemittaukset. Laitoksella on myös paljon säätimiä (KUVA 3) jotka säätävät esimerkiksi pinnankorkeutta, lämpötilaa, virtausta tai painetta. Näistä säätimistä kerätään historiatietokantaan säätimen asetusarvo (S), mittaus (M), säätimen ohjauksen arvo (O), automaatti- tai käsiohjaus (A / M) sekä tieto mistä asetusarvo tulee (Local, Remote, Computer). Säätimistä tallennetaan myös mittauksen ja asetusarvon välinen ero sekä säädettävän toimilaitteen asentotieto. Näiden lisäksi moottoreiden käyntitiedot, venttiileiden auki- ja kiinnitiedot, sekvenssien käyntitiedot sekä sekvenssin aktiivinen askel talletetaan historiatietokantaan.



KUVA 3. Sekundääri -ilman virtaussäädin

Kerättävä prosessitieto on Toppilan voimalaitoksilla määritelty kolmelle eri keruutiheydelle. Käytössä olevat keruutiheydet ovat kaksi (2) sekuntia, 10 sekuntia ja 60 sekuntia. Tietoja ei kuitenkaan talleteta näin usein vaan tietojen tallennuksessa käytetään datan pakkausmenetelmää (KUVIO 2). Pakkausmenetelmänä on mukautettu Boxcar – Backslope -algoritmi. Tämä menetelmä toimii siten, että sisään tulevaa tietoa analysoidaan onko sen arvo muuttunut riittävästi edellisestä arvosta. Kun arvo muuttuu riittävästi, talletetaan tietokantaan edellinen arvo. Muutosraja määritellään historiaposition luomisen

yhteydessä kohdassa ”Significance”. Pakkauksessa saatavia hyötyjä ovat levytilan säästyminen, laskennan- ja raporttien muodostamisajan lyheneminen sekä trendien piirron optimointi. (Valmet DNA Historian ylläpitokurssi 2016.)



KUVIO 2. Pakkauksen periaatekuva. Kuvassa vihreällä pisteellä on merkitty talletettu arvo (Valmet DNA Historian ylläpitokurssi 2016.)

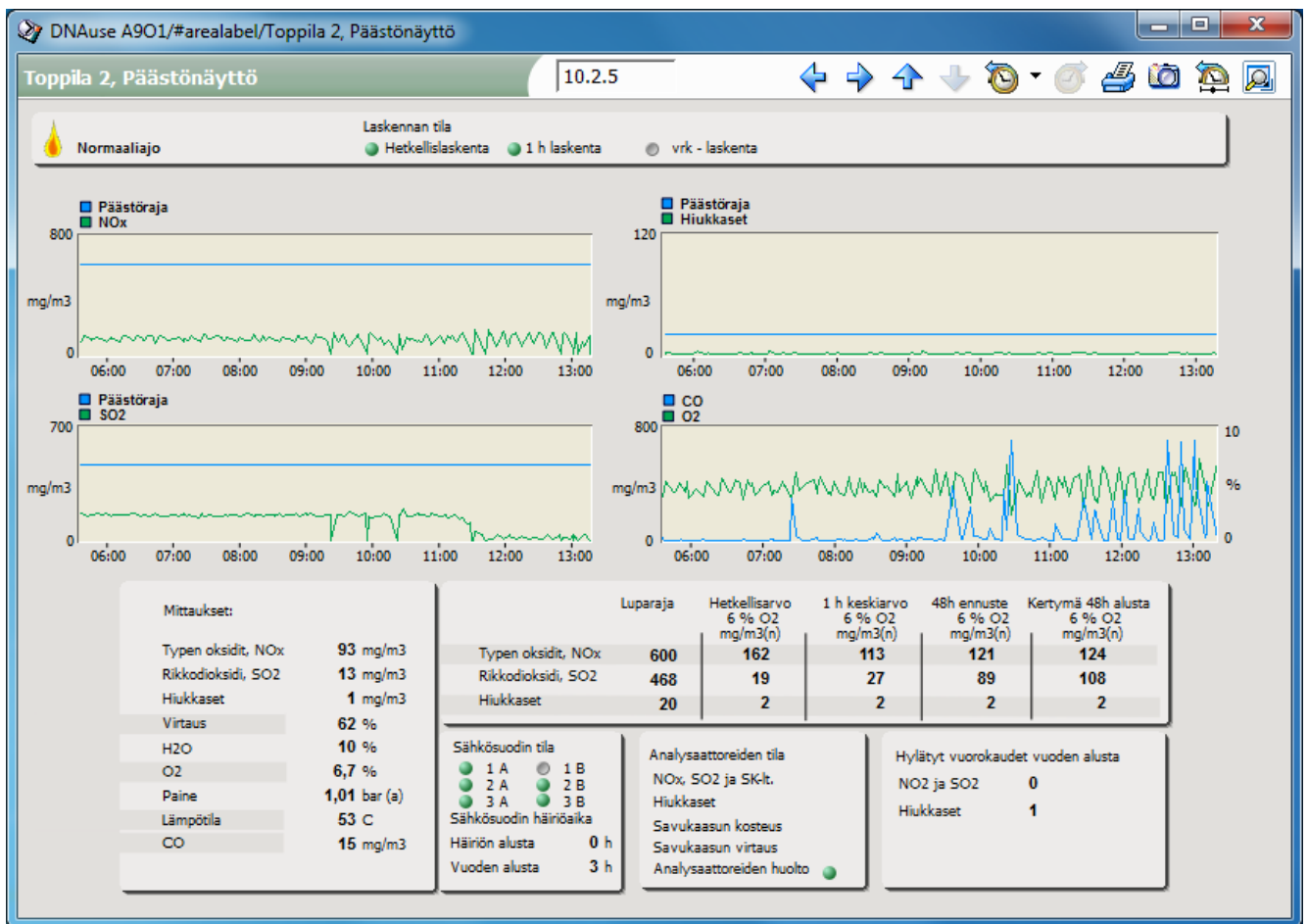
Kerättyä historiatietoa käytetään laitoksella lähes joka päivä prosessin analysointiin. Tiedoista voidaan tehdä esimerkiksi trendejä ja lokiraportteja, joiden avulla laitoksen henkilökunnalla on mahdollisuus vertailla kymmentä eri tietopistettä keskenään yhtä aikaa. Työkaluja käytetään paljon säätimien toiminnan tutkimiseen, jonkin normaalista poikkeavan tapahtuman selvittelyyn ja häiriöihin johtaneiden syiden selvittelyyn. Tietokantaan tallennettuja tietoja voidaan myös tutkia voimalaitoksen ohjauksessa käytettävien ajokuvien historiatila -toiminnolla. Tällöin kuva näyttää ulkoasultaan samalta kuin normaalissakin ajotilanteessa, mutta kuvasta löytyvät mittaukset, säätimet, venttiilit ja moottorit saavat arvot historiatietokannasta valitulta ajalta. Tässä tilassa voidaan havainnollisesti katsoa prosessin toimintaa jälkeenpäin.

4.2 Päästölaskenta ja raportointi

Laitoksen päästöraportoinnissa hyödynnetään prosessitietojärjestelmää ja sen laskentaa. Laskenta suoritetaan Metso DNA LCP Emission Monitoring -sovelluksessa, joka on toteutettu Metso DNA -informaatiojärjestelmässä. Päästöjenvalvontasovellus sisältää pitoisuus- ja kokonaispäästölaskennan Toppila 1- ja Toppila 2 -kattiloille suuria polttolaitoksia koskevan LCP- ja SUPO -asetuksen vaatimusten mukaan. Laskentaan sisältyy myös kiinteästi asennettujen mittalaitteiden laadunvarmennusstandardin EN14181 QAL 2 mukaisen, mitattujen pitoisuusarvojen korjauksen kalibrintifunktiolla sekä kalibrintifunktion voimassaolon valvonnan standardin vaatimusten mukaisesti. Päästölaskentasovellus sisältää virallisen päästölaskennan, jonka perusteella tehdään kuukausi- ja vuosiraportointi viranomaisille. Päästöjen raportoinnista luodaan automaattisesti raportit vuorokausi-, kuukausi-, ja vuositasolle. Näitä raportteja päästään katsomaan DNA Report -portaalin kautta. (Metso DNA LCP Emission Monitoring -tekninen määrittely 2013.)

Molemmilla laitoksilla on jatkuvatoimiset päästömittaukset typen oksideista (NO_x), rikkidioksidista (SO_2) ja pölystä (hiukkaset). Näiden lisäksi savukaasuista mitataan jatkuvatoimisesti virtausnopeus, happipitoisuus (O_2), kosteus (H_2O), paine (bar (a)), lämpötila (C) ja häkäpitoisuus (CO). Päästölaskennat tehdään näiden jatkuvatoimisten päästömittausten perusteella. Laskennasta saatuja arvoja tuodaan käyttöhenkilöstölle havainnollisesti tiedoksi päästöjenvalvontanäytöllä (KUYVA 4). Näytettäviä arvoja ovat seuraavat: hetkellisarvo (yhden minuutin keskiarvo), yhden tunnin keskiarvo, 48 tunnin tarkastelujakson kertymä sekä ennustearvo kuluvalta 48 tunnin tarkastelujaksolta. Päästöjenvalvontanäytöllä esitetään myös päästöarvot trendimuodossa edelliseltä kahdeksalta tunnilta sekä näiden luparajat. (Metso DNA LCP Emission Monitoring -tekninen määrittely 2013.)

Päästöjen pitoisuuslaskennassa lasketaan arvot typen oksideille (NO_x), rikkidioksidille (SO₂) sekä hiukkasille. Päästömittaukselta saatu raaka-arvo korjataan QAL2 -vertailumittauksella määritetyllä kalibroitifunktiolla. QAL2 -korjaus lasketaan myös seuraaville apusuureille: happipitoisuus (O₂), häikäpitoisuus (CO), kosteus (H₂O), lämpötila ja virtaus. Painemittaukselle korjauslaskentaa ei tehdä. QAL2 -kalibroitifunktiolla korjatut päästömittaukset muunnetaan seuraaviin olosuhteisiin: kuiva savukaasu, NTP -tila (lämpötila 273 K, paine 101,3 kPa) sekä 6 % O₂ -pitoisuus. (Metso DNA LCP Emission Monitoring -tekninen määrittely 2013.)



KUVA 4. Päästöjenvalvontanäyttö Toppila 2 -laitoksella

Päästöjenvalvontanäyttö on laitoksen käyttöhenkilökunnalla aina esillä. Kuvasta löytyviltä trendeiltä nähdään tällöin havainnollisesti, jos jokin päästöarvo alkaa nousta tai tehdä aiemmasta poikkeavaa käyrää. Tällöin laitoksen käyttöhenkilöstö voi tehdä muutoksia kattilan poltonhallintaan ennen luparajojen ylitystä. Kuvassa on esitetty trendinä savukaasujen NO_x- ja SO₂ -pitoisuus, savukaasun hiukkas- pitoisuus sekä CO- ja O₂ -pitoisuus.

4.3 Kattiloiden suorituskyvyn seuranta

Kattiloiden suorituskyvyn seuranta toteutetaan Metso DNA -informaatiojärjestelmässä olevalla laskentasovelluksella. Sovelluksen tarkoituksena on laskea, tallentaa ja raportoida kattilan tärkeimmät suorituskykyparametrit. Laskennan pääkomponentteina ovat kattilat ja niihin liittyvät vesi- ja höyrypiirit sekä ilma- ja savukaasupiirit. Laskennat perustuvat standardiin SFS-EN 12952 - 15. Kaasukomponenttien ominaislämpökapasiteetit ja ominaisentalpiat lasketaan standardin mukaisilla sovitteilla tai yleisesti käytettyjen termodynaamisten taulukkotietojen perusteella määritettyjen polynomisovitteiden avulla. Veden ja höyryn entalpialaskennat suoritetaan IAPWS (the International Association for the Properties of water and steam) määrittämien yhtälöiden avulla. (Metso DNA Kattilan suorituskyvyn seuranta 2013.)

Kattilan suorituskyvyn laskenta perustuu jatkuvatoimisiin mittauksiin. Laskentasovelluksessa suoritetaan laskentaa seuraaviin kohteisiin:

Vesi – höyrypiiri

- Sisältää syöttöveden-, ruiskutusveden-, tuorehöyryn-, välitulistushöyryn-, nuohoushöyryn- ja ulospuhallushöyryn lämpötehon laskennan.

Polttoaineet

- Sisältää kiinteän polttoaineen massavirran laskennan, kiinteän polttoaineen tehon laskennan, raskaan- ja kevyen polttoöljyn tehon laskennan, turve- ja puupolttoaineen massavirtauksen ja niiden suhteen laskennan sekä turve- ja puupolttoaineen tehon laskennan.

Palamisilma

- Sisältää kostean ja kuivan palamisilman massavirran laskennan, kuivan palamisilman tilavuusvirtalaskennan, palamisilman lämpötehon laskennan, ilmakertoimen laskennan sekä kaukolämpökäyttöisten ilman esilämmittimien luovuttaman lämpötehon määrän laskennan.

Kiertokaasu

- Sisältää kiertokaasun massavirran laskennan, kiertokaasun lämpötehon laskennan ja kiertokaasun lämpöhäviön laskennan.

Savukaasu

- Sisältää kostean savukaasun massa- ja tilavuusvirran laskennan, savukaasun sisältämän veden massavirran laskennan, savukaasun sisältämän hiilidioksidin (CO₂) massavirran laskennan, lämpöhäviön laskennan, palamattoman polttoaineen (CO) häviötehon laskennan.
- Lisäksi lasketaan kosteassa savukaasussa oleva N₂-, O₂-, CO₂-, H₂O-, SO₂ – ja CO - pitoisuus yksikössä m³/m³.

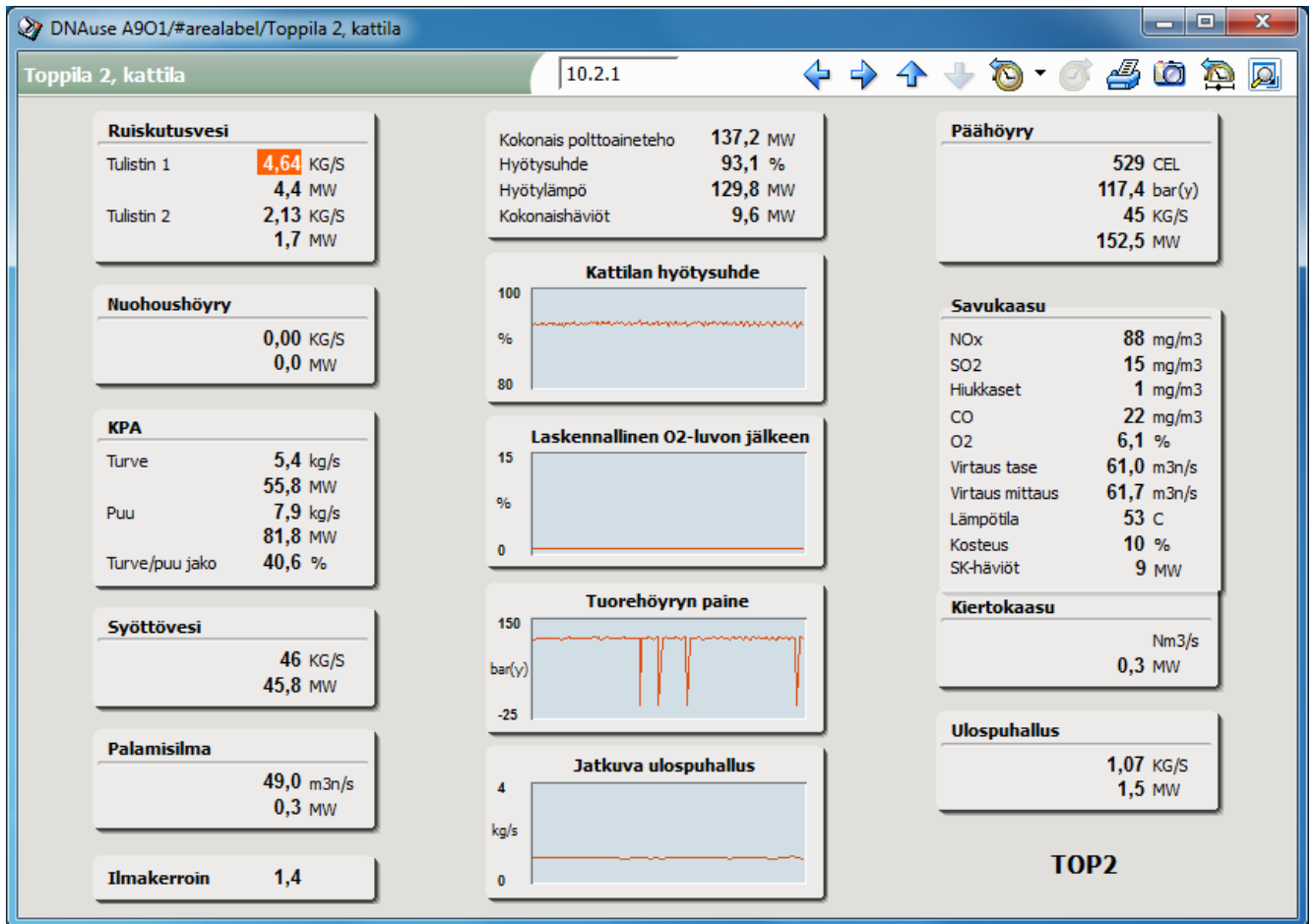
Tuhka

- Sisältää pohja- ja lentotuhkan massavirran sekä lämpöhäviön laskennan.

Kattilatalous

- Sisältää kattilan hyötylämmön laskennan, pääpolttoaineesta riippumattoman tuodun lämpötehon laskennan, polttoaineesta riippumattomien häviöiden laskennan, kattilan kokonaishäviöiden laskennan, kattilaan tuodun lämpötehon laskennan sekä kattilan hyötysuhteen laskennan. (Metso DNA Kattilan suorituskyvyn seuranta 2013.)

Kattilan suorituskykyä voidaan seurata sekä Toppila 1, että Toppila 2 -laitoksille luoduilta ”kattilan suorituskyky” valvontanäytöiltä (KUVA 5). Valvontanäytöille on tuotu osa lasketuista arvoista sekä joitakin mittauksia. Valvontanäytöllä esitetään myös trendimuodossa kattilan hyötysuhde, laskennallinen jäännöshappitaso ilman esilämmittimien jälkeen, tuorehöyryn paine sekä jatkuvan ulospuhalluksen massavirta.



KUVA 5. Toppila 2 kattilan suorituskyvyn valvontanäyttö

4.4 Höyryturbiinien suorituskyvyn seuranta

Höyryturbiinien suorituskyvyn seuranta toteutetaan Metso DNA -informaatiojärjestelmässä olevalla laskentasovelluksella. Höyryturbiinien suorituskyvyn seurantasovelluksessa lasketaan, tallennetaan ja raportoidaan tärkeimmät höyryturbiinin suorituskykyyn liittyvät parametrit. Laskennat perustuvat höyryturbiinin lämpötaseeseen. Laskennan tulokset kertovat, mikä osa turbiiniin sisään syötetystä lämmöstä saadaan hyödynnettyä ja mikä osa kuluu lauhde- ja muihin häviöihin. Kaikki laskennat perustuvat jatkuvatoimisiin mittauksiin. (Metso DNA Höyryturbiinin suorituskyvyn seuranta 2013.)

Höyryturbiinilaskennan perustana on turbiinin massa- ja energiatase. Taserajan sisään virtaavat massa- ja energiavirrat ovat yhtä suuret kuin taserajasta ulos virtaavat massa- ja energiavirrat. Laskennassa oletetaan, että taserajan sisällä ei tapahdu energian varastoitumista. Laskennassa selvitetään väliottojen ja vastapaineen entalpia ja virtaukset. Entalpia ratkaistaan ensisijaisesti lämpötila- ja painemittausten avulla. Kostealla alueella olevien väliottojen entalpia voidaan ratkaista lämmönsiirtimen taseesta, jos massavirtaus on tunnettu. Massavirtauksina käytetään ensisijaisesti mitattuja virtauksia. Väliottojen virtauksia ei mitata jolloin niiden laskenta voidaan suorittaa lämmönvaihtimen taseen perusteella. Tämä edellyttää, että välioton entalpia on tunnettu. Jos joidenkin väliottojen osalta sekä entalpia, että massavirtaus ovat tuntemattomia, ratkaistaan tällöin ensisijaisesti vain lämmönvaihtimien lämpötehot. (Metso DNA Höyryturbiinin suorituskyvyn seuranta 2013.)

Laskentasovelluksessa suoritetaan laskentaa seuraaviin kohteisiin:

Sisään tulevat höyryt

- Sisältää KP -turbiiniin tulevan tuorehöyrytehon laskennan, KP -turbiiniin tulevan tuorehöyryn entalpian laskennan, Toppila 2:n osalta VP -turbiiniin tulevan kuumen välitulistushöyryn höyrytehon laskennan, VP -turbiiniin tulevan kuumen välitulistushöyryn massavirran laskennan sekä VP -turbiiniin tulevan kuumen välitulistushöyryn entalpian laskennan.

Ulos lähtevät höyryt

- Sisältää KP -turbiinista uloslähtevän höyryn massavirtauksen laskennan, KP -turbiinista uloslähtevän höyryn tehon ja entalpian laskennan sekä Toppila 2:n osalta välitulistukseen menevän höyryn tehon laskennan.

Väliotot

- Sisältää väliottojen höyrytehon ja entalpian laskennan sekä niiden väliottojen massavirtauksen laskennan, joita ei ole laskettu lämmönsiirtimien suorituskykylaskennassa.

Lauhdutin (Toppila 2)

- Sisältää lauhduttimeen menevän höyryn massavirran laskennan, höyryn entalpian laskennan ennen lauhdutinta sekä höyryn lämpötehon laskennan ennen lauhdutinta.

Häviöt

- Sisältää lauhduttimen lämpöhäviön laskennan, päälauhteen entalpian laskennan sekä muiden häviöiden laskennan.

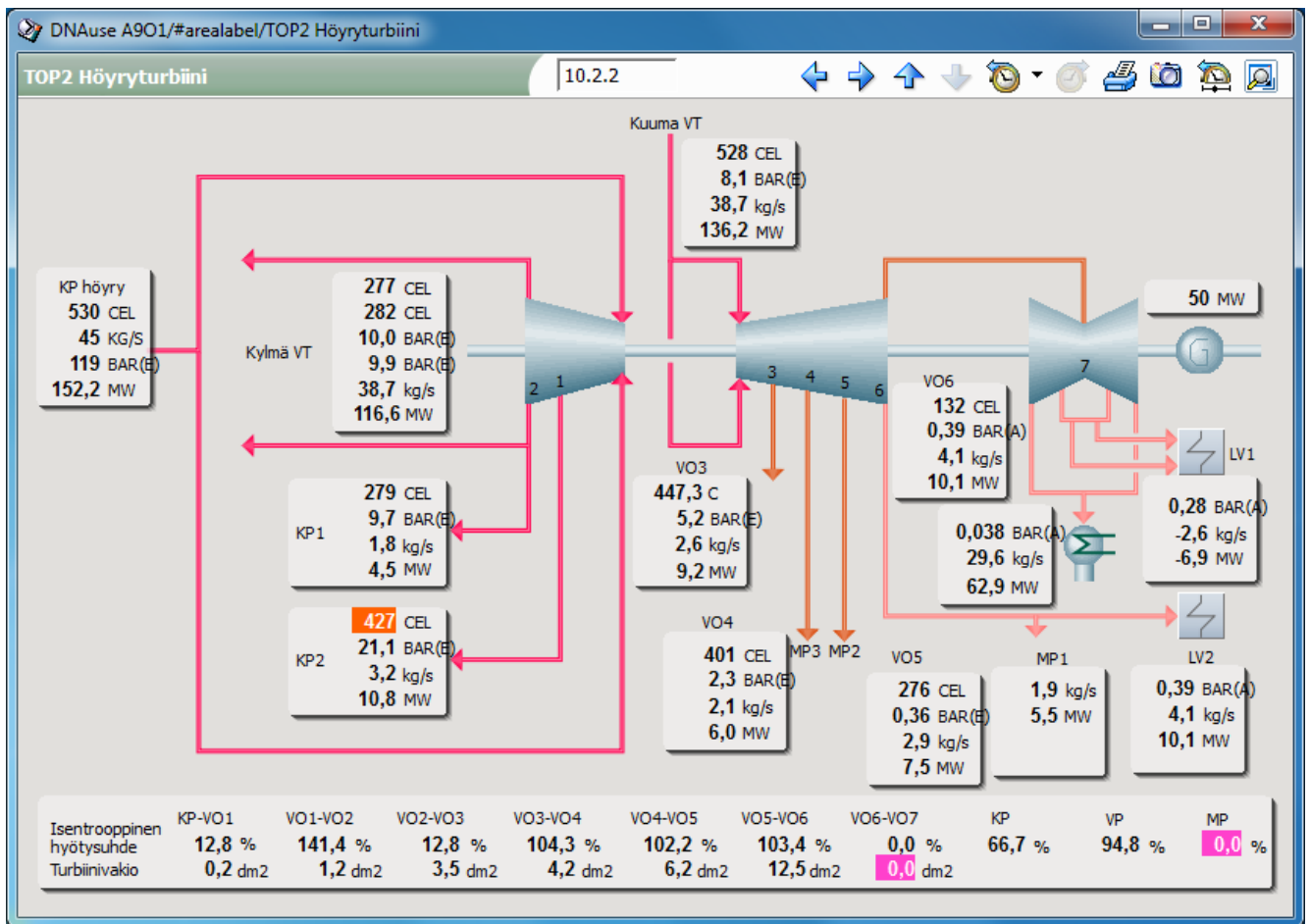
Suorituskyvyn tunnusluvut

- Sisältää väliottojen välisten isentrooppisten hyötysuhteiden laskennan, KP- ja VP -turbiinien isentrooppisten hyötysuhteiden laskennan, turbiinin sisäisen tehon laskennan, ominaislämmönkulutuksen laskennan, mekaanisen hyötysuhteen laskennan sekä kokonaishyötysuhteen laskennan. Lisäksi Toppila 1:n osalta lasketaan rakennusaste.

Turbiinivakio

- Sisältää turbiinivakioiden laskennan väliottojen välille. (Metso DNA Höyryturbiinin suorituskyvyn seuranta 2013.)

Höyryturbiinien suorituskyvyn laskentatuloksia voidaan seurata sekä Toppila 1 että Toppila 2 -laitoksille luoduilta ”höyryturbiinin suorituskyky” valvontanäytöiltä (KUVA 6). Näyttö havainnollistaa turbiinin sen hetkisen ajotilanteen. Näytöltä nähdään esimerkiksi sähköteho, kuinka paljon lämpötehoa johdetaan eri kulutuskohteisiin ja syöttöveden esilämmitykseen. Näytöltä nähdään myös KP- (korkeapaine) ja VP- (välipaine) turbiinien isentrooppiset hyötysuhteet sekä lauhduttimeen menevän lämpöhäviön määrän. Myös väliottojen väliset isentrooppiset hyötysuhteet on tuotu näyttöön. Näytöllä nähdään lisäksi lämmönsiirtimien suorituskykylaskennassa laskettuja arvoja väliottojen höyryvirtaukselle.



KUVA 6. Toppila 2 höyryturbiinin suorituskyvyn valvontanäyttö

4.5 Lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvonta

Lämmönsiirtimien suorituskyvyn seuranta toteutetaan Metso DNA -informaatiojärjestelmässä olevalla laskentasovelluksella. Lämmönsiirtimien suorituskyvyn seurannan tarkoituksena on seurata siirtyviä lämpötehoja ja mahdollistaa kunnonvalvonta laskettujen tunnuslukujen perusteella. Laskennassa ovat mukana laitosten kaukolämmönvaihtimet, syöttöveden korkeapaine-esilämmittimet sekä päälauhteen matalapaine-esilämmittimet. Toppila 2 -laitokselta on lisäksi mukana merivesilauhdutin sekä savukaasulauhduttimet. (Metso DNA Lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvonta 2014.)

Laskennat perustuvat jatkuvatoimisiin mittauksiin. Jokaiselta lämmönsiirtimeltä lasketaan saatujen mittaustietojen perusteella lämmönsiirtimen teho (Q) megawatteina. Lisäksi lasketaan lämmönsiirtimen rekuperaatioaste, jonka arvo kertoo vaihtimen yli olevan todellisen lämpötilaeron suhteena suurim-

paan mahdolliseen lämpötilaeroon. Lämmönsiirtimiltä lasketaan lisäksi asteisuus, joka on höyryn kylästymislämpötilan (sisääntulopaineessa) ja vaihtimesta ulostulevan aineen lämpötilojen erotus. Laskennassa saadaan myös arvot turbiinin väliottojen höyryvirtauksille lämmönsiirtimiin. Virtaus saadaan laskettua lämmönsiirtimien lämpötaseesta. Laskenta tapahtuu jakamalla lämmönsiirtimen teho sisään-tulevan höyryn ja uloslähtevän lauhteen entalpioiden erotuksella. (Metso DNA Lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvonta 2014.)

Lämmönsiirtimen suorituskyvyn laskentatuloksia voidaan seurata sekä Toppila 1, että Toppila 2 -laitoksille luoduilta ”lämmönsiirtimien suorituskyky” valvontanäyttöiltä (KUVA 7). Näyttöillä on selkeästi eroteltu korkeapaine- ja matalapaine-esilämmittimet sekä kaukolämmönvaihtimet osastoittain. Valvontanäyttöä voi helposti seurata lämmönvaihtimien kuntoa ja niiden asteisuutta sekä tehdä näiden pohjalta korjaavia toimenpiteitä prosessissa.

KP1-esilämmitin		TOP2	MP1-esilämmitin		TOP2	LV1-esilämmitin		TOP2
Syöttövesi sisään	160	CEL	Syöttövesi sisään	37	CEL	KL-vesi sisään	58	CEL
Syöttövesi ulos	183	CEL	Syöttövesi ulos	70	CEL	KL-vesi ulos	65	CEL
Teho	4,5	MW	Teho	4,4	MW	Teho	12,6	MW
Rekuperatioaste	99,2		Rekuperatioaste	96,0		Rekuperatioaste	71,9	
Höyryn massavirtaus	1,8	kg/s	Höyryn massavirtaus	1,5	kg/s	Höyryn massavirtaus	5,4	kg/s
Asteisuus	0,2	C	Asteisuus	1,2	C	Asteisuus	2,8	C
KP2-esilämmitin		TOP2	MP2-esilämmitin		TOP2	LV2-esilämmitin		TOP2
Syöttövesi sisään	183	CEL	Syöttövesi sisään	70	CEL	KL-sisään	65	CEL
Syöttövesi ulos	223	CEL	Syöttövesi ulos	110	CEL	KL-vesi ulos	70	CEL
Teho	8,2	MW	Teho	6,7	MW	Teho	9,8	MW
Rekuperatioaste	88,8		Rekuperatioaste	106,3		Rekuperatioaste	55,0	
Höyryn massavirtaus	3,3	kg/s	Höyryn massavirtaus	2,6	kg/s	Höyryn massavirtaus	4,0	kg/s
Asteisuus	-4,9	C	Asteisuus	-2,3	C	Asteisuus	4,5	C
MP3-esilämmitin		TOP2	LV3-esilämmitin		TOP2			
Syöttövesi sisään	110	CEL	KL-sisään	70	CEL			
Syöttövesi ulos	141	CEL	KL-vesi ulos	70	CEL			
Teho	5,5	MW	Teho	0,0	MW			
Rekuperatioaste	113,1		Rekuperatioaste	0,0				
Höyryn massavirtaus	2,0	kg/s	Höyryn massavirtaus	0,0	KG/S			
Asteisuus	-3,7	C	Asteisuus	0,0	C			

KUVA 7. Toppila 2 lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvontanäyttö

4.6 Pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn seuranta

Pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn seuranta toteutetaan Metso DNA -informaatiojärjestelmässä olevalla laskentasovelluksella. Suorituskyvyn seurannan tarkoituksena on seurata laitoksen suurimpien ja tärkeimpien pumppujen ja puhaltimien toimintaa ja niiden suorituskykyä. Laskennassa ovat mukana pumppujen osalta laitosten syöttövesipumput, päälauhdepumput, kaukolämpölauhdepumput (Toppila 2), matalapaine-esilämmittimen lauhdepumppu (Toppila 2) ja kaukolämpöpumput. Puhaltimien osalta laskennassa ovat mukana primääri-ilmapuhaltimet, sekundääri-ilmapuhaltimet, savukaasupuhaltimet ja savukaasunlauhdukslaitoksen puhaltimet (Toppila 2). (Metso DNA Pumppujen ja puhaltimien suorituskyky 2013.)

Laskennat perustuvat jatkuvatoimisiin mittauksiin. Saatujen mittaustietojen perusteella lasketaan pumppujen osalta nostokorkeus, tilavuusvirtaus, ominaiskulutus, hyötysuhde sekä Toppila 2:n syöttövesipumpuille massavirtaus. Puhaltimien osalta laskennassa ovat puhaltimien nostokorkeus, tilavuusvirtaus todellisessa ja suunnittelutilassa, ominaiskulutus sekä hyötysuhde. Toppila 2:n osalta puhaltimien laskennat eivät tuota tällä hetkellä tuloksia puutteellisten mittaustietojen takia. Toppila 2:n osalta myöskään pumppujen ominaiskulutuksen ja hyötysuhteen laskennat eivät tuota tuloksia, kuin kaukolämpöpumppujen osalta, koska tehotietoja ei ole saatavilla.

Nostokorkeus saadaan laskettua vähentämällä pumpun tai puhaltimen jälkeisestä paineesta pumppua tai puhallinta ennen ollut paine sekä huomioimalla mahdollisesti imusuodattimessa tapahtuva painehäviö. Tilavuusvirtauksen laskemiseksi täytyy tietää väliaineen ominaistilavuus todellisissa olosuhteissa. Veden ominaistilavuus pumpuissa saadaan lämpötilan funktiona ja kaasun ominaistilavuus puhaltimissa saadaan laskettua ideaalikaasun tilanyhtälön perusteella. Pumppujen osalta tilavuusvirtaus lasketaan olettaen vesi kokoon puristumattomaksi jolloin tilavuusvirtaus saadaan kertomalla massavirtaus ominaistilavuudella. Puhaltimien osalta tilavuusvirtaus lasketaan todellisessa tilassa käyttäen ideaalikaasun tilanyhtälöä:

$$V_{\text{tod}} = V_{\text{mit}} * (1,013 / p_2) * (T_2 + 273,15 \text{ K}) / 273,15 \text{ K}$$

missä p_2 on paine puhaltimen ulostulossa ja T_2 on kaasun lämpötila puhaltimen sisääntulossa. Tilavuusvirtauksen puuttuessa voidaan se laskea kertomalla massavirtaus ominaistilavuudella. Ominaiskulutus lasketaan käyttäen seuraavaa yhtälöä:

$$P_q = P / V_{\text{tod}}$$

missä P on pumpun tai puhaltimen teho ja V_{tod} on todellinen tilavuusvirtaus. Hyötysuhde lasketaan käyttäen seuraavaa yhtälöä:

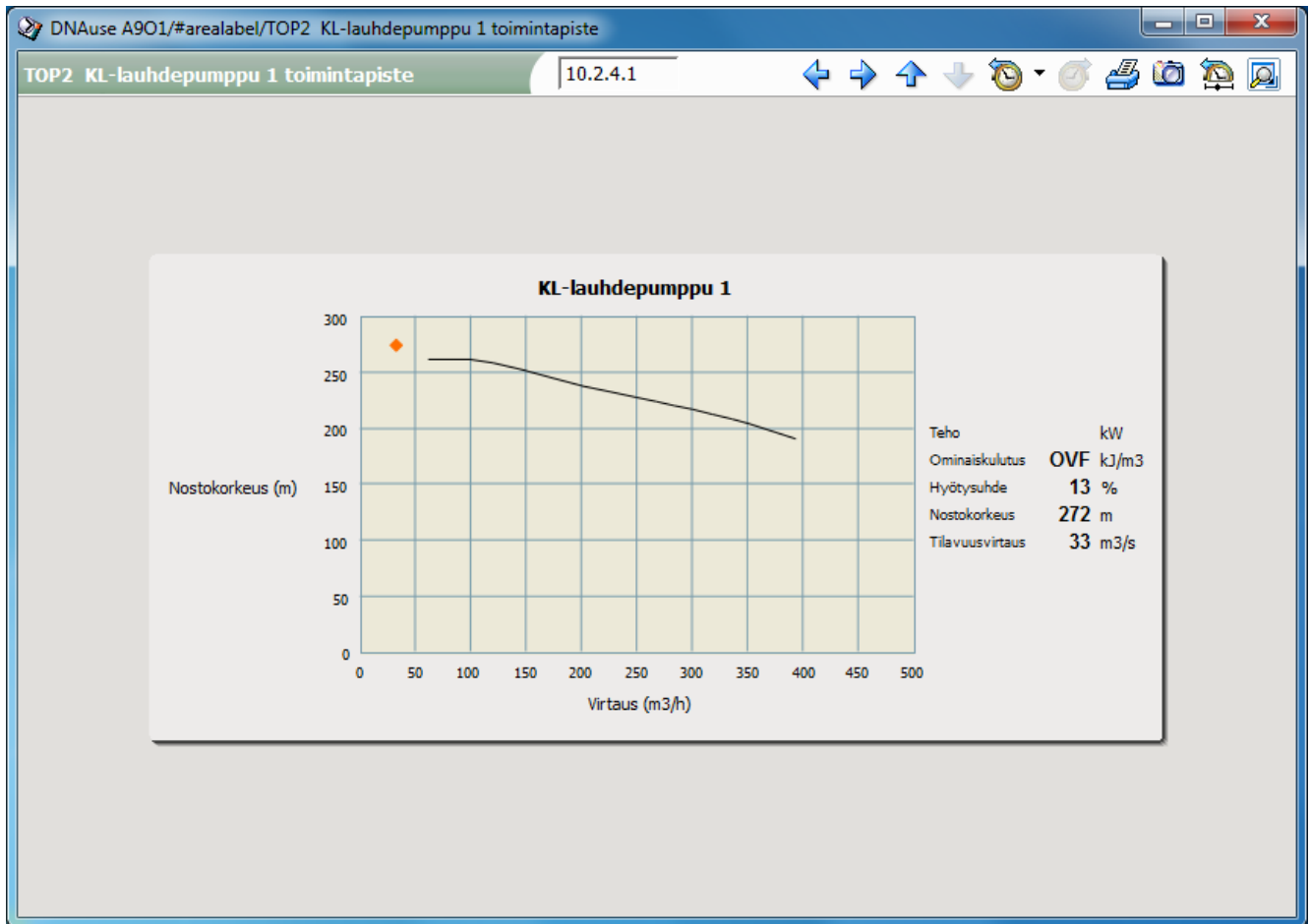
$$\eta = V_{\text{tod}} * \Delta p / P$$

missä V_{tod} on todellinen tilavuusvirtaus, Δp on pumpun tai puhaltimen nostokorkeus (paine-ero pumpun tai puhaltimen yli) ja P on pumpun tai puhaltimen teho. (Metso DNA Pumppujen ja puhaltimien suorituskyky 2013.)

Pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn laskentatuloksia voidaan seurata sekä Toppila 1 että Toppila 2 -laitoksille luoduilta ”pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn” valvontanäytöiltä (KUVA 8). Näytöllä on eroteltu pumput ja puhaltimet sekä tuotu esille laskennassa saatuja tuloksia. Näyttöä voidaan hyödyntää pumppujen ja puhaltimien taloudellisen käytön apuna ja seurata myös laitteiden kuntoa. Näytöstä saatavien tietojen avulla voidaan optimoida pumppujen ja puhaltimien ajotapaa sekä kuormitusta. Lisäksi osasta pumppuja ja puhaltimia on luotu toimintapistenäyttö (KUVA 9), josta sen hetkistä toimintapistettä voidaan havainnollisesti verrata suunniteltuihin arvoihin. Tällä hetkellä Toppila 2 -laitokselta puuttuu tehomittaukset kaikista muista kuin kaukolämpöpumpuista, joten näytöltä ei nähdä laitteiden hyötysuhteita eikä ominaiskulutuksia. Näiden lisäksi puhaltimilta ei ole laskettu arvoja puuttuvien paine - ja tilavuusvirtausmittausten vuoksi. Toppila 1 laitokselta puuttuu myös joistakin laitteista tehomittaukset sekä paine- ja virtausmittaukset, jonka takia ei kaikkia laskentoja voida suorittaa.

TOP2 Pumput ja puhaltimet		10.2.4	
Syöttövesipumppu 1			
Nostokorkeus	130,8 bar		
Tilavuusvirtaus	0,050 m ³ /s		
Ominaiskulutus	36998 kJ/m ³		
Hyötysuhde	35,8 %		
Syöttövesipumppu 2			
Nostokorkeus	0,00 bar		
Tilavuusvirtaus	0,000 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
Päälauhdepumppu 1			
Nostokorkeus	28,2 bar		
Tilavuusvirtaus	0,025 m ³ /s		
Ominaiskulutus	9907 kJ/m ³		
Hyötysuhde	28,5 %		
Päälauhdepumppu 2			
Nostokorkeus	0,0 bar		
Tilavuusvirtaus	0,000 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
KL-lauhdepumppu 1			
Nostokorkeus	26,64 bar		
Tilavuusvirtaus	0,014 m ³ /s		
Ominaiskulutus	13623 kJ/m ³		
Hyötysuhde	19,6 %		
KL-lauhdepumppu 2			
Nostokorkeus	0,00 bar		
Tilavuusvirtaus	0,0 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
MP-esil. lauhdepumppu			
Nostokorkeus	20,9 bar		
Tilavuusvirtaus	0,006 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
Kaukolämpöpumppu 1			
Nostokorkeus	3,0 bar		
Tilavuusvirtaus	0,411 m ³ /s		
Ominaiskulutus	418,8 kJ/m ³		
Hyötysuhde	72,1 %		
Kaukolämpöpumppu 2			
Nostokorkeus	0,00 bar		
Tilavuusvirtaus	0,000 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
SKL - kaukolämpöpumppu			
Nostokorkeus	3,33 bar		
Tilavuusvirtaus	0,469 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
Primääri-ilmapuhallin			
Nostokorkeus	0,0 kPa		
Tilavuusvirtaus	0,00 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
Sekundääri-ilmapuhallin			
Nostokorkeus	0,0 Pa		
Tilavuusvirtaus	0,0 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
Savukaasupuhallin 1			
Nostokorkeus	0,00 Pa		
Tilavuusvirtaus	0,0 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
Savukaasupuhallin 2			
Nostokorkeus	0,0 Pa		
Tilavuusvirtaus	0,00 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
SKL-puhalin 1			
Nostokorkeus	0,0 Pa		
Tilavuusvirtaus	0,0 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		
SKL-puhalin 2			
Nostokorkeus	0,0 Pa		
Tilavuusvirtaus	0,00 m ³ /s		
Ominaiskulutus	0,0 kJ/m ³		
Hyötysuhde	0,0 %		

KUVA 8. Toppila 2 pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn valvontanäyttö



KUVA 9. Toppila 2 pumppujen ja puhaltimien toimintapistenäyttö

4.7 Laitosten tuotannon valvonta ja raportointi

Laitosten tuotannon valvonta ja raportointi on toteutettu Metso DNA -informaatiojärjestelmässä olevalla laskentasovelluksella. Sovelluksen tarkoituksena on valvoa laitosten lämpöasetta ja suorituskykyä sekä raportoida laitoksen tuotanto- ja kulutustietoja. Laskennassa lasketaan kaikki lämpö- ja sähkötehosuureet tehona. Yksikkönä käytetään joko MW (megawatti) tai kW (kilowatti) -yksikköä. Laskennassa ovat mukana Toppilan voimalaitosten sähkötehot ja kaukolämpötehot, hyötysuhteet, rakennusaste sekä käytettyjen polttoaineiden osuudet. Lisäksi lasketaan vara- ja huipputeholaitoksilta (erilistuotanto) tuotettu kaukolämpö. (Metso DNA Tuotannon valvonta ja raportointi 2013.)

Laskennat suoritetaan kerran minuutissa ja saaduista arvoista lasketaan tunti-arvot tietokantaan. Näitä tunti-arvoja käytetään raportoinnissa. Raportointi on toteutettu DNA Report -työkalulla. Osa raportoitavista arvoista tuodaan ulkoisista tietolähteistä kuten esimerkiksi ONCE ja FORE. Toteutettavia raportteja ovat kuukauden polttoaineraportti (ONCE – tiedot), kuukauden tuotanto ja polttoaineen kulutus, erillistuotanto, viranomaisraportti, kaukolämmön nettotuotannot, CO₂ -päästötiedot, taseraportti sekä johtoryhmän tuotantoraportti. (Metso DNA Tuotannon valvonta ja raportointi 2013.)

Tuotannon valvonta ja raportointi laskentasovelluksessa saatuja arvoja voidaan seurata ”Tuotantotilanne” valvontanäytöltä (KUVA 10). Näytöllä on eroteltu Toppila 1 ja Toppila 2 laitokset omiin sarakkeisiin sekä näiden yhteen lasketut arvot. Valvontanäytöltä on selkeästi nähtävissä sen hetkiset ajotilat, päästöarvot, hyötysuhteet sekä kaukolämmön- ja sähkön tuotantotiedot laitoksittain. Valvontanäyttöä on hyvä käyttää apuna tarkasteltaessa sen hetkisiä ajotilanteita ja suunniteltaessa tulevaa tuotantoa. Näytöltä löytyvien mittausten ja laskettujen arvojen avulla voidaan myös pyrkiä optimoimaan tuotantoa muuttuvissa tilanteissa ja saada näin laitosten taloudellista tehokkuutta paremmaksi.

Pääkattilat:		TOP 1	TOP 2	Yhteensä
Hyötysuhde	%	0,0	92,7	
Höyryteho	MW	0,0	132,0	130,8
Kokonaispolttoaineteho	MW	0,0	140,0	139,2
Öljyteho	MW	0,0	0,0	0,0
SO ₂ -päästö 1 min	mg/m ³ n	0,0	32,6	
SO ₂ -päästö 48 h	mg/m ³ n	0,0	189,9	
NO ₂ -päästö 1min	mg/m ³ n	0,0	95,0	
NO ₂ -päästö 48h	mg/m ³ n	0,0	105,9	
Laitoshyötysuhde:	%	0,0	45,6	45,1
Tuorehöyry:				
Virtaus	kg/s	0	45	
Lämpötila	cel	23	529	
Paine	bar(e)	50	119	
Tuorehöyry T1 >> T2	kg/s	0,0		
Syve ennen kattilaa:				
Virtaus	kg/s	25	48	
Lämpötila	cel	19	223	
Paine	bar(e)	0	140	
Lämmöntuotanto:				
Vastapaine, brutto	MW	0,0	21,6	21,6
Reduktio, brutto	MW	0,0	0,0	0,0
Huippukattila 1	MW	0,0		
Huippukattila 2	MW	0,0		
Omakäyttölämpö	MW	0,4	6,9	21,8
Savukaasulauhd.teho	MW		22,5	
Sähkötuotanto:				
Vastapaine, brutto	MW	0,0	13,7	13,7
Lauhde, brutto	MW		36,3	36,3
Apujäähdytin, brutto	MW	0,0		0,0
Omakäyttösähkö	MW	0,2	2,6	7,5
Nettosähkö	MW	-0,7	43	42,1
Loisteho	MVAr	-0,1	11,2	10,8
Ulkoilma:				
Lämpötila	cel		15,7	
Tuulen suunta	AST		149	
Tuulen nopeus	m/s		1,4	
Lämpöakut:				
Latausteho	MW		Kallio 1,7	Teräs 0,1
Purkuteho	MW		0,0	0,0
Lähtevä/palaava kaukolämpö:				
Menoveden lämpötila	cel		70	
Menoveden paine	bar(e)		6,2	
Paluuv veden lämpötila	cel		47,3	
Paluuv veden paine	bar(e)		4,4	
Lähtevä KL-teho	MW		42,5	
Multa:				
Turpeen kosteus PT17	%		45,0	
Lauhdutin 1:n paine	bar		0,037	
Lauhdutin 2:n paine	bar		0,038	
Jäähdytysveden lt.	C		16,0	
Blende	%		65,6	

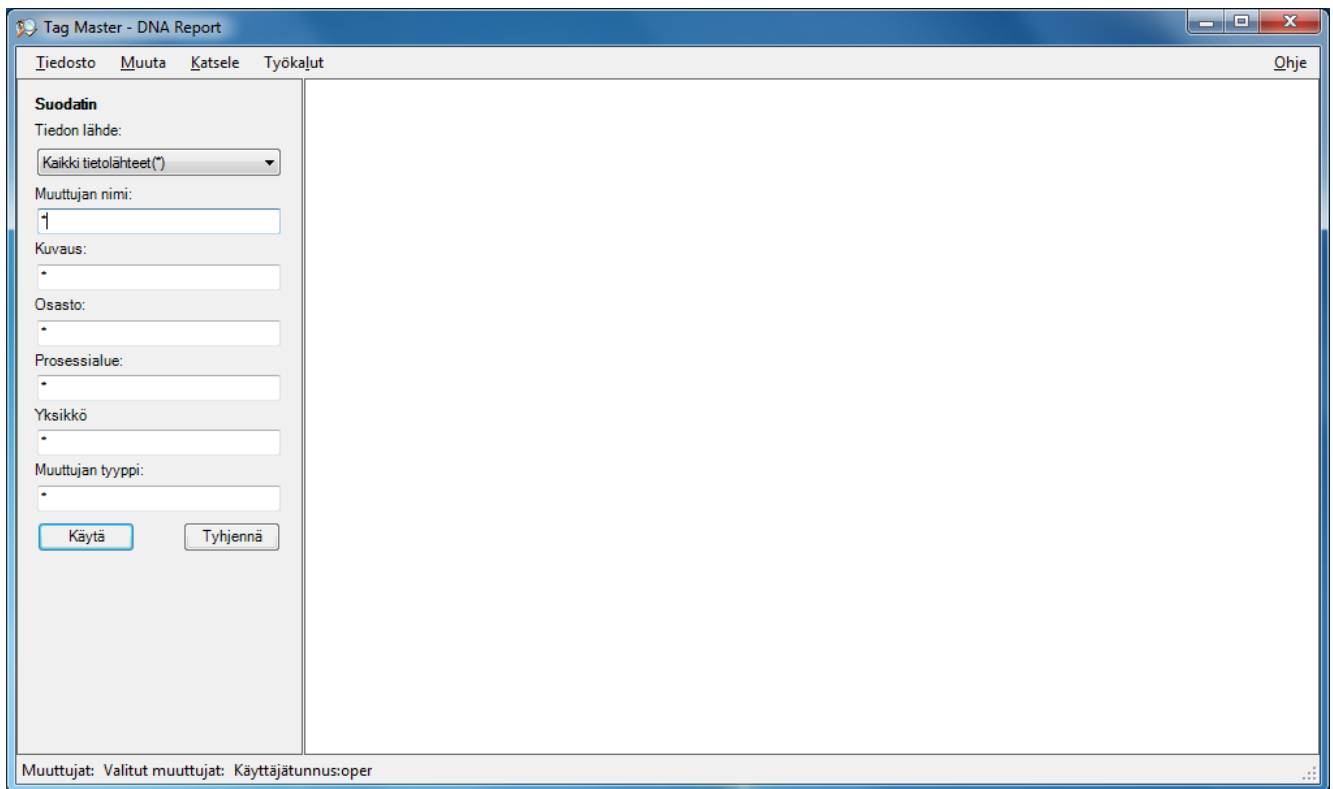
KUVA 10. Toppila 1 ja 2 laitosten tuotannon valvontanäyttö

5 PROSESSITIETOJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

5.1 Käyttöhenkilökunnan kokemukset ja kehittämisajatukset

Lähdin tutkimaan käyttöhenkilökunnan kokemuksia prosessitietojärjestelmän hyödyntämisestä haastatteleamalla kaikki viisi vuoroa. Ensimmäinen asia mikä kaikissa haastatteluissa tuli esille oli epätietoisuus, mikä käytössä oleva Metso DNA -informaatiojärjestelmä on ja mitä kaikkea siihen sisältyy. Kokemukset olivat, että järjestelmästä ei ole saatu riittävästi ohjeistusta eikä koulutusta, jotta tiedettäisiin miten sitä voidaan hyödyntää. Kaikki vuorot kuitenkin käyttivät, osittain tietämättään mitä järjestelmää käyttävät, informaatiojärjestelmää hyödyksi päivittäisessä tekemisessä. Kaikki vuorot kertoivat esimerkiksi lukevansa DNA Report -portaalin kautta löytyvää päiväkirjasovellusta joka päivä. Myös historiatietokantaan tallennettua prosessidataa analysoidaan trendien avulla sekä käyttämällä ajokuvissa historiatila -toimintoa. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)

Käyttöhenkilökunnan kokemukset informaatiojärjestelmästä luoduista valvontanäyttöistä oli, että he ovat jonkin verran selailleet luvussa neljä esiteltyjä valvontanäyttöjä mutta ne eivät ole päivittäisessä käytössä muuta kuin päästönvalvontanäytön osalta. Päästönvalvontanäyttö on laitoksen käydessä esillä valvomossa isommalla monitorilla, jolloin sitä tulee myös seurattua. Muita valvontakuvia on katseltu silloin tällöin, mutta niiden hyödyntämistä prosessin valvonnassa ei käytetä aktiivisesti apuna. Käyttöhenkilökunnalla ei ollut selvää mitä kaikkea informaatiojärjestelmässä tällä hetkellä lasketaan ja mistä voisi saada tietoa lasketuista arvoista ja niiden positioista. Historiatietokantaan tallennetun datan ja laskettujen positioiden etsimiseen käytettävän Tag Master -positioselaimen (KUVA 11) käyttö ei ollut tuttua kaikille käyttäjille. Tapahtumapohjaisen tiedon analysointiin löytyviä työkaluja, jotka löytyvät DNA Report -portaalin kautta oli osassa vuoroja käytetty hyödyksi satunnaisesti. Osalle vuoroista nämä työkalut olivat toisaalta uusi asia, eikä niiden käytöstä ollut kokemuksia. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)



KUVA 11. DNA Report -portaalista löytyvä Tag Master –positioselain

Haastatteluiden aikana tuli heti selväksi ensimmäinen kehittämiskohde informaatiojärjestelmän osalta. Käyttöhenkilökunta haluaisi lisää ohjeistusta ja koulutusta informaatiojärjestelmään liittyen, jotta sitä voitaisiin hyödyntää tehokkaammin. Tällä hetkellä ei käyttöhenkilökunnalla ollut tietoa järjestelmän ominaisuuksista kuin muutamien työkalujen osalta. Näistä käytössä olevista työkaluista ei toisaalta ollut tarkempaa tietoa mihin järjestelmään ne kuuluvat. Haastatteluiden aikana esittelin informaatiojärjestelmästä löytyviä ominaisuuksia ja käyttöhenkilökunta oli sitä mieltä, että hyvällä ohjeistuksella ja heidän aktiivisella tutustumisella järjestelmään voisivat he hyödyntää sitä laitoksen ohjauksessa nykyistä enemmän. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)

Haastatteluiden aikana toisena kehityskohteena tuli esille päiväkirjasovellus. Päiväkirjasovellusta luetiin kaikissa vuoroissa mutta pääasiassa vuoromestari teki uusia kirjauksia vuorojen aikana. Joissakin vuoroissa myös muutkin tekivät kirjauksia, eikä niiden tekemistä koettu erityisen vaikeaksi. Kirjausten todettiin vähentävän huhupuheiden ja epäselvän tiedonkulun määrää ja näin ollen varmistamaan tiedonkulku kaikille samanlaisena. Päiväkirjasovellukseen toivottiin uutta kirjaustyyppiä olemassa olevien lisäksi. Nykyisellään käytössä ovat seuraavat kirjaustyyppit: tuotannonmenetyskirjaus, vuorokirjaus, ympäristökirjaus, mittalaitekirjaus, vuoroesimieskirjaus ja tiedote. Uuden kirjaustyyppin toivottiin ole-

van sellainen, jolla voitaisiin erotella esimerkiksi jonkin laitteen rikkoutuminen tai korjaus muista kirjauksista. Tämä korjaus saisi myös jäädä päiväkirjasovelluksessa oman otsikon alle, erilleen liukuvista vuorokirjauksista, jolloin se olisi aina helposti löydettävissä esimerkiksi vuoron tullessa vapailta takaisin töihin. Näille kirjauksille toivottiin lisäksi kuittausmahdollisuutta, jolloin esimerkiksi rikkoutuneen laitteen tullessa kuntoon voitaisiin korjaus kuitata ja näin se antaisi lisätietoa korjauksen tilasta. Tällaiset kirjaukset olisi tällöin helppo eritellä ja käydä tarpeellisissa palavereissa läpi. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)

Päiväkirjan ja prosessin ajokuvien osalta toivottiin ominaisuutta, jolla esimerkiksi kuvasta poimitusta pumpusta voitaisiin etsiä kaikki päiväkirjaan tehdyt kirjaukset. Tällöin esimerkiksi, jos pumppu olisi otettu sähköttömäksi ja korjaukseen, näyttää se ajokuvissa vikatilaa. Kirjauksen etsimisen avulla voitaisiin helposti etsiä kaikki kirjaukset, jotka liittyvät kyseiseen laitteeseen ja saada näin lisätietoa esimerkiksi korjauksen laajuudesta ja arvioidusta kestosta. Tälle on jo olemassa nykyisellään hakutoiminto suoraan kuvista, mutta se vaatii, että kirjausta tehdessä on laitteen positio määritelty siihen tarkoitettussa paikassa. Tällä hetkellä voidaan esimerkiksi ajokuvasta poimitusta moottorista tehdä suoraan kirjaus päiväkirjaan, jolloin sen positio ja kuvausteksti tulevat automaattisesti oikein. Tähän toivottiin lisättäväksi myös tämä uusi kirjaustyyppi, jolloin huollossa olevan laitteen kirjauksen teko olisi nopeaa ja kirjaus jäisi erilleen muista vuorokirjauksista. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)

Tehdessäni haastatteluita ja esitellessäni informaatiojärjestelmän ominaisuuksia huomattiin, etteivät prosessista luoduissa valvontanäytöissä esitettävät lasketut arvot vaikuta kaikki luotettavilta. Myöskään esimerkiksi pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn valvontanäytössä ei kaikista laitteista ole tehotietoja saatavilla, jolloin ei niiden hyötysuhteita tai ominaiskulutuksia voida laskea. Myöskään puhaltimista ei ollut saatavissa tarvittavia mittaustietoja, jotta hyötysuhdelaskennat voitaisiin tehdä. Lisäksi joihinkin kuviin oli tuotu esille väärä mittaustietoja, jolloin esimerkiksi lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvontanäyttöä ei voida täysin hyödyntää prosessin analysoinnissa. Valvontakuviin toivottiin laskentojen tarkistusta sekä puuttuvien mittausten ja laskentojen lisäystä, jotta kuvista löytyvät arvot olisivat luotettavia ja näin hyödynnettävissä prosessin muuttuvissa ajotilanteissa. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)

Historiatietokantaan tallennetun prosessitiedon analysointi oli käyttäjille nykyisellään ihan normaalia päivittäistä prosessin analysointia. Tässä apuna käytettiin trendejä sekä ajokuvista suoraan löytyvää historiatila -toimintoa. Nämä ominaisuudet koettiin hyödyllisiksi prosessin analysoinnissa ja häiriötilanteisiin johtaneiden syiden selvittämisessä. Niitä ei kuitenkaan pidetä täysin luotettavina, koska esi-

merkiksi historiatila -toimintoa käytettäessä kaikki tapahtumat eivät näy juuri siinä järjestyksessä kuin ne ovat oikeasti tapahtuneet. Tämä johtuu siitä, että samasta kuvasta löytyviä mittauksia, säätimiä, moottoreita, venttiileitä ja pintakytkimiä on määritelty eri keruutiheyksille. Tällöin joissakin tilanteissa voi esimerkiksi pumpun jälkeinen paine jo nousta, vaikkei pumpulta ole vielä käyntitietoa nähtävissä. Joissakin häiriötilanteiden selvittelyissä ei myöskään mittauksista luotuja trendejä ole täysin voitu hyödyntää, koska keruutiheydet ovat tiheimmillään kaksi (2) sekuntia, jolloin jokin yksittäinen nopea tapahtuma on voinut jäädä tallentamatta tietokantaan. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)

5.2 Informaatiojärjestelmän koulutus

Tehdessäni haastatteluita voimalaitoksen käyttöhenkilökunnalle tuli heti ensimmäisenä asiana esille epätietoisuus mitä informaatiojärjestelmä sisältää ja mikä se on. Kaikki olivat yhtä mieltä siitä, että järjestelmästä kaivattaisiin koulutusta ja ohjeistusta, jotta sitä voitaisiin hyödyntää tehokkaammin. Haastatteluiden aikana kerroin järjestelmästä ja sen ominaisuuksista sekä mistä löytyy ohjeita ja lisätietoja järjestelmän käyttöön. Toiveena oli kuitenkin, että käyttöhenkilökunta saisi koulutusta ja selkeän ohjeistus- ja tietopaketin järjestelmän ominaisuuksista. Tällä tavoin he voisivat opiskella järjestelmän käyttöä ja sen eri työkaluja rauhassa. Järjestelmän ja sen työkalujen tullessa tutuiksi voisivat he tulevaisuudessa hyödyntää sitä tehokkaammin. (Käyttöhenkilökunnan haastattelut 2016.)

Uskon, että tästä opinnäytetyöstä on mahdollisuus saada selville informaatiojärjestelmän ominaisuuksia ja sen rakennetta yleisesti. Opinnäytetyötä voisi käyttää myös mahdollisesti myöhemmin pidettävää koulutusta varten lähdemateriaalina. Opinnäytetyöstä voisi laatia esimerkiksi PowerPoint –esityksen, jonka alussa tuotaisiin esille yleistä tietoa informaatiojärjestelmästä. Lisäksi esitykseen voitaisiin koota käyttöhenkilökunnan työssä hyödyllisten ominaisuuksien esittelyä ja vinkkejä niiden käyttöön. Koska koulutustilaisuuksissa kaikkea ei kuitenkaan aina opita kerralla, voisi olla järkevää jakaa esitysmateriaali osallistujille mukaan. Näin he voisivat tutustua informaatiojärjestelmästä löytyviin työkaluihin lisää myöhemmin ja niiden käytöstä tulisi sujuvampaa.

5.3 Päiväkirjasovelluksen kehittäminen

Päiväkirjasovellus oli käyttöhenkilökunnalle tuttu työkalu, ja kaikki kertoivat lukevansa sitä lähes päivittäin. Yleinen mielipide oli kuitenkin, että kirjauksia tekee pääasiassa vuoromestari. Joissakin vuoroissa myös muut tekivät kirjauksia, mutta niiden tekeminen ei ollut muodostunut rutiiniksi. Päiväkirjan aktiivisemmalla käytöllä uskottiin huhupuheiden ja epäselvän tiedonkulun vähenevän, ja näin oikea tieto tavoittaisi kaikki tasapuolisesti. Ne, jotka päiväkirjaa käyttivät, eivät pitäneet sitä erityisen vaikeana käyttää, mutta jostakin syystä sen hyödyntämistä vuorojen väliseen tiedonkulkuun ei kuitenkaan käytetä aktiivisesti hyödyksi. Päiväkirjasovellukseen tuli eniten kehittämisehdotuksia osittain varmasti siitä syystä, että se oli kaikille tuttu työkalu ja näin ollen siihen oli helppo keksiä parannuskohteita.

Päiväkirjasovellukseen toivottiin uutta kirjaustyyppiä, joka erottaisi jonkin laitteen rikkoutumisen tai muun epänormaalien toiminnan muista kirjauksista. Lähdin tutkimaan DNA Report -portaalin kautta löytyvien hallintatyökalujen avulla, olisiko siellä olemassa valmiina kirjaustyyppiä, joka sopisi tällaisten kirjausten tekemiseen mutta jota ei ole vielä otettu käyttöön. DNA Report -portaaliin piti kirjautua pääkäyttäjätunnuksilla, että sain hallintatyökalut näkyville. Hallintatyökaluista löytyvällä Diary Configurator -sovelluksella pääsin tutkimaan päiväkirjasovelluksen kirjaustyyppiä ja niiden määrittelyjä. Kirjaustyypeistä löytyi *poikkeamakirjaus*-niminen kirjaustyyppi, joka mielestäni sopi hyvin edellä esitettyjen tilanteiden kirjaamiseen. Tätä kirjaustyyppiä ei ollut valittu aktiiviseksi ja näin ollen sitä ei ollut mahdollista käyttää aiemmin.

Päätin lähteä luomaan poikkeamakirjauksesta haastatteluissa esille tulleiden toiveiden pohjalta sopivaa kirjaustyyppiä. Aluksi poikkeamakirjaukselle piti määritellä kirjauksen sijoitus eli otsikko minkä alta DNA Report -portaalista avatussa päiväkirjanäkymässä kyseinen kirjaus tulisi näkymään. Aiemmin kirjauksien sijoitukseen oli käytetty ainoastaan *Vuoro-*, sekä *Tiedotteet*-otsikkoa. Uusi kirjaus haluttiin näkymään erillään muista kirjauksista ja siksi päädyin luomaan sille uuden otsikon jonka nimeksi tuli *Poikkeamakirjaukset*. Tällöin tehtäessä uusi poikkeamakirjaus, tulee se näkymään päiväkirjanäkymässä heti ensimmäisenä. Tämän jälkeen asetuksista valitsin pakollisiksi tiedoiksi poikkeamakirjaukselle sisällön voimassaolon alku- ja loppuajan. Näillä määritellään se kuinka kauan kirjaus tulee näkymään *Poikkeamakirjaukset*-otsikon alla. Kun määritelty sisällön voimassaolon loppu-aika saavutetaan, löytyy kirjaus *Vuoro*-otsikon alta ja siltä kohdalta mikä vuoro on ollut kyseessä kirjauksen luontihetkellä.

Uudelle kirjaustyypille oli toivottu myös ominaisuutta jolla kirjauksen voisi kuitata esimerkiksi laitteen korjauksen valmistuttua. Poikkeamakirjausta tehdessä voidaan ennen kirjauksen tallentamista valita, että kirjaus vaatii kuittauksen. Tällöin vielä kuittaamattoman ja näin ollen keskeneräisen kirjauksen vasemmalla puolella näkyy päiväkirjasovellusta lukiessa sininen merkki. Saatuani nämä määrittelyt tehtyä kokeilin tehdä muutamia testikirjauksia uudella kirjaustyypillä. Kirjaukset tulivat oikein näkyville oman poikkeamakirjaukset-otsikon alle ja näin ne erottuivat heti muista päiväkirjan kirjauksista. Tehdessäni testikirjauksia huomasin, että kirjaukselle ei voinut valita syytä miksi esimerkiksi laite on rikkoutunut. Lähdin tutkimaan Diary Configurator -sovelluksen avulla olisiko sieltä mahdollista saada kirjausta tehdessä esille listaa syistä, jotka ovat johtaneet poikkeavaan tilanteeseen. Sovelluksesta löytyi ominaisuus, jolla pystyin valitsemaan poikkeamakirjaukselle näkyviin tilanteeseen johtaneen syyn ja sen hetkisen ajotilanteen. Syyksi voi valita jonkin seuraavista: onnettomuus, laitteiston rikkoutuminen, laitevika tai toimintahäiriö, ohjelmistovika, automaatiohäiriö, operointivirhe, muu inhimillinen syy, huoltotoimet, päästörajan ylittyminen tai syyn voi jättää valitsematta. Ajotilanteelle on mahdollista valita normaaliajo, ylösajo, alasajo, seisokki tai poikkeuksellinen ajotilanne. Kirjausta tehdessä on siinä paljon muitakin valintoja ja pakollisia kohtia, jotka olivat automaattisesti valittu, kun kirjaustyypin otettiin käyttöön.

5.4 Pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn seurannan kehittäminen

Kolmantena kehityskohteena tulivat esille pumppujen ja puhaltimien suorituskyvyn seuranta-äyttöä esitellessäni puutteelliset tiedot laitteiden hyötysuhteista ja ominaiskulutuksista. Seuranta-äyttöön kerätyistä suurimmista pumpuista ja puhaltimista ei ole tuotu järjestelmään kaikkien sähkömoottoreiden ottamia tehotietoja. Toppila 2:lla tehotiedot on tuotu ainoastaan kaukolämpöpumpuista (paluu- ja menovesipumppu). Toppila 1:llä tehotiedot on tuotu useammasta moottorista mutta ne puuttuvat toiselta syöttövesipumpulta, molemmilta päälauhepumpuilta sekä toiselta kaukolämmön menovesipumpulta. Tämä johtaa siihen, että näistä laitteista joista ei ole tehotietoja saatavilla ei voida laskea hyötysuhteita ja ominaiskulutuksia. Tutkiessani asiaa selvisi, että lähes kaikista moottoreista, joista tehotiedot puuttuvat, on järjestelmässä olemassa mittaustieto niiden ottamasta virrasta. Tämä mittaustieto on esitetty prosentteina moottoreiden nimellisvirrasta.

Lähdin kartoittamaan tapoja, joilla voisin tuoda järjestelmään esille moottoreiden tehotiedot. Ensimmäisenä ajatuksena oli, että tehotiedot voitaisiin laskea, jos selvitetään moottoreiden nimellisvirta ja muutetaan mitattu prosenttiarvo ampeereiksi (A). Tällöin pitää tietää myös moottoreiden tehokertoimet

($\cos \varphi$) sekä syöttöjännitteet, jotta voidaan laskea moottorin ottama teho. Toinen tapa olisi asentaa jokaiselle moottorille tehomittausyksikkö, josta saataisiin tarkasti tietää moottoreiden ottama sähköteho. Tämä on tietysti kallein vaihtoehto, koska tehomittaus pitäisi asentaa monelle moottorille ja näin ollen tämä ei tuntunut järkevältä vaihtoehdolta. Kolmas vaihtoehto olisi selvittää moottoreiden nimellistehot. Kun tiedossa on moottoreiden ottama virta prosentteina, voidaan tällöin laskea moottorin ottama teho, koska se vastaa prosentteina samaa arvoa nimellistehosta kuin nimellisvirrasta. Näin ollen esimerkiksi virtamittauksen näyttäessä arvoa 50 % nimellisvirrasta ja moottorin nimellistehon ollessa 500 kW (kilowattia), voitaisiin tästä laskea moottorin ottama tehotieto, joka olisi tällöin 250 kW.

Päädyin käyttämään tehotietojen laskennassa kolmatta vaihtoehtoa. Aluksi tein listan moottoreista, joista ei tehotietoa ole järjestelmässä saatavilla. Listattuani moottorit joista tehotietoa ei ollut saatavilla, täytyi niistä etsiä nimellistehot. Tässä käytin apuna PowerMaint-ohjelmaa, joka on kunnossapidon työkalu tehtyjen töiden dokumentointiin sekä uusien töiden vastaanottoon. PowerMaint-ohjelmaan on myös pyritty tallettamaan tekniset tiedot voimalaitoksilta löytyvistä laitteista, kuten venttiileistä, toimilaitteista, moottoreista, pumpuista, vaihdelaatikoista ja mittauksista. Halusin myös varmistaa, ettei PowerMaint-ohjelmassa ole vanhentuneita tietoja ja kävin tarkistamassa arvot moottoreiden tyyppikilvistä. Näin sain listattua moottoreiden tehotiedot ja pystyin aloittamaan tehotietojen lisäyksen järjestelmään.

Listattuani moottorit joista tehotiedot puuttuvat, oli seuraavana tehtävänä positoida tehotiedot laitoksella käytetyn AKZ -positiointistandardin mukaisesti. Positoinnissa mittaukselle luodaan oma, muista positioinneista eroava tunnus, jolla se erotetaan järjestelmässä kaikista muista mittauksista ja laskennoista. Position muoto on esimerkiksi seuraava *2RL11E301*, jossa ensimmäinen numero kertoo yksikön järjestysnumeron eli millä alueella prosessia kyseinen prosessipiste sijaitsee. Numeron ollessa 2 (kaksi), sijaitsee se Toppila 2 -laitoksella. Seuraavat kaksi kirjainta kertovat järjestelmän ja sen toimintaryhmän eli mihin prosessin osaan se kuuluu. Esimerkin kirjaimet *RL* kertovat, että se kuuluu syöttövesijärjestelmään ja siellä tarkemmin välille syöttövesisäiliö – ekonomaiseri. Seuraavat kaksi numeroa ovat järjestelmän alaryhmän tai rinnakkaisryhmän numerot, joiden avulla samalla laitoksella olevat ja samaan järjestelmään liittyvät laitteet erotetaan toisistaan. Periaatteena numeroinnissa on, että numerointi kasvaa virtaussuunnassa, samoin kuin laitenumerointi. Numeroiden jälkeen tulee kirjain, joka kertoo laitelajin eli mikä laite tai mittaus on kyseessä. Esimerkissä oleva *E* kuvaa tämän tiedon liittyvän laitteen sähköiseen mittaus- tai ohjaustietoon. Viimeiset kolme numeroa kertovat laitteen tai mittauksen numeron. Esimerkissä oleva numerosarja *301* kertoo, että kyseessä on laitteen päätötehon arvo.

Saatuani kaikille tehotiedoille positiot luotua aloitin tehotietojen lisäyksen automaatiojärjestelmään. Tehotietojen lisäyksen tein automaatiojärjestelmän suunnittelupalvelimella (EAS). Käytin apunani FbCAD-sovellusta, jolla voidaan tehdä automaatiojärjestelmän sovellussuunnittelua. Laskennan tein siten, että moottorin ottama nimellisvirta prosentteina jaettiin 100:lla ja kerrottiin tämän jälkeen nimellisteholla. Näin tulon yksiköksi saatiin kW, joka on havainnollinen yksikkö kertomaan, paljonko omakäyttösähköä tiettyjen laitteiden käyttöön kuluu. Otin myös sovellukseen mukaan kyseisen moottorin käyntitiedon, jota käytin ehtona sille, että laskennan tulos viedään järjestelmään. Jos kyseinen moottori ei ole päällä, niin tehon arvoksi kirjoitetaan 0 (nolla) (LIITE 2). Moottoreita, joista järjestelmään tuli pelkästään virranmittaus, oli kaikkiaan 11 kappaletta ja näille kaikille saatiin näin tehotiedot.

Lisättyäni kaikki tehotietojen laskennat järjestelmään täytyi ne seuraavaksi lisätä historiatietokantaan. Ensimmäiseksi täytyi päättää, kuinka tiheälle keruutiheydelle uudet tiedot halutaan historiatietokannassa tallettaa. Tämän jälkeen historiatietokannasta täytyi etsiä keruuryhmä, missä on tilaa lisätä uusia positioita. Keruuryhmiä pääsee tutkimaan DNA Report -portaalin kautta pääkäyttäjätunnuksilla. Kun keruuryhmä oli valittu, täytyi vielä tutkia mihin repositorioon tiedot lisätään. Repositorion valinnassa kiinnitin huomiota siihen, kuinka nopeasti kyseisen repositorion filesetit ovat täyttyneet ja kuinka kauan prosessidataa on saatavilla. Kun historiatietokannan talletuspaikka oli valittu, loin uusille positioille historiamoduulit ja latasin ne historiatietokantaan.

Kun positiot oli lisätty historiatietokantaan, oli seuraavana vuorossa hyötysuhde- ja ominaiskulutuslaskentojen käyttöönotto. Laskennat pyörivät tietokantapalvelimella, joka Oulun Energiolla on nimetty INFOsrv1:ksi. Palvelimella pyöriviä laskentoja pääsee tutkimaan esimerkiksi ottamalla etätyöpöytäyhteyden kyseiselle palvelimelle pääkäyttäjätunnuksilla. Kun lähdin ottamaan laskentoja käyttöön, piti ensin selvittää, missä laskentaprojektissa kyseiset laskennat tehdään. Kun oikea projektikansio oli löytynyt, pystyin avaamaan kyseisen projektin kansioista ”Visual C# project file” -tiedoston, jossa laskennat on tehty C#-kielellä. Laskennassa käytetään muuttujanimiä, jotka on määritelty kyseiseen projektiin liittyvässä excel -tiedostossa. Excel-tiedostossa muuttujanimelle on määritelty positio, joka löytyy historiatietokannasta ja näin saadaan haettua arvot laskentojen suorittamiseksi.

Aloittaessani laskentojen käyttöönoton, lisäsin ensin uudet tehotiedot excel -listaan ja tallensin sen. Tämän jälkeen etsin Visual C# project file -tiedostosta kyseisen laitteen laskennat mille olin ottamassa käyttöön hyötysuhde- ja ominaiskulutuslaskentoja. Nämä laskennat olivat jo lähes valmiina C#-koodissa, mutta ne oli jätetty vielä kommentteiksi, koska tehotietoja ei ollut aiemmin saatavilla. Poistin kyseisen koodin edestä ”//” – merkit, jolloin laskennan sai pois kommentteista. Tämän jälkeen tallensin

laskennan ja työkaluista löytyvällä ”DNACalc Excel Import” -komennolla toin uudet muuttujat ja positiot laskennan käyttöön. Seuraavaksi koodi käännettiin ”Build Solution” -komennolla. Lopuksi laskenta otettiin käyttöön ”DNACalc Deployment” -komennolla, joka käynnisti laskentasovellukset uudelleen. Laskentojen uudelleen käynnistyttyä kävin katsomassa DNA Report -portaalista löytyvän ”Calculation instances” -sivun kautta, että kaikki laskennat olivat käynnissä eikä mikään laskenta ollut mennyt häiriöön.

Uusia hyötysuhde- ja ominaiskulutuslaskentoja saatiin luotua yhteensä kuudelle pumpulle. Näitä olivat Toppila 1:n puolelta päälahdepumput 1 & 2 sekä Toppila 2:n puolelta syöttövesipumput 1 & 2, päälahdepumppu 1 ja kaukolämpölahdepumppu 1. Osalle laitteista, joille tehotieto saatiin, ei kuitenkaan pystytty laskentoja ottamaan käyttöön puutteellisten mittaustietojen vuoksi. Tulevaisuudessa voisi olla järkevää miettiä joidenkin uusien mittauksien asentamista ja tuomista automaatiojärjestelmään, jolloin hyötysuhteita voitaisiin laskea useammalta laitteelta.

5.5 Informaatiojärjestelmän kehittäminen tulevaisuudessa

Informaatiojärjestelmän kehittäminen ja sen tehokkaampi käyttö tulevat varmasti olemaan tulevaisuudessa tärkeä osa voimalaitosten käyttöä. Tietoa kerätään jo nykyisin paljon ja uskon, että sen määrä tulee vielä lisääntymään tulevaisuudessa. Erilaisten sovellusten ja käyttäjäystävällisten toimintojen kehittyessä tulee kerätyn tiedon ja ennusteiden hyödyntäminen antamaan työkaluja voimalaitosten aiempaa energiatehokkaampaan ja taloudellisempaan käyttöön. Tällaisia sovelluksia, joita käyttäjät voisivat hyödyntää, voivat olla esimerkiksi laskentasovellukset, joissa käyttäjä voi simuloida eri ajotilanteita ja saada näin jo etukäteen selville taloudellisimman ajotavan. Myös graafisten ja selkeiden näyttöjen kautta voitaisiin tuoda esille sen hetkisen tilanteen tunnuslukuja ja näin ollen ohjeistaa käyttäjää esimerkiksi muuttamaan joitakin asioita prosessissa paremman hyötysuhteen saavuttamiseksi.

Tällä hetkellä suurimpana haasteena informaatiojärjestelmän tehokkaammalle käytölle on haastatteluidenkin aikana esille tullut tietämättömyys järjestelmästä. Tärkein asia olisi saada kaikille käsitys, mikä informaatiojärjestelmä on ja mitä ominaisuuksia se sisältää. Tämän lisäksi olisi hyvä tehdä selkeät ohjeet eri työkalujen käyttöön, jolloin niiden perusominaisuudet tulisivat tutuiksi ja rohkeus kokeilla uusiakin ominaisuuksia kasvaisi. Tämän kautta voitaisiin saada lisää ideoita miten informaatiojärjestelmää voitaisiin hyödyntää tehokkaammin Oulun Energia Oy:n voimalaitoksilla.

Toinen kehittämiskohde tulevaisuudessa on informaatiojärjestelmässä suoritettavien laskentojen tarkastelu. Järjestelmässä tehdään paljon laskentaa prosessista saatujen mittaustietojen perusteella ja saatuja laskentatuloksia käytetään edelleen muissa laskennoissa hyödyksi. Tämä on selkeästi tällä hetkellä ongelma, koska useat laskennat eivät vaikuta luotettavilta ja niiden antamat arvot voivat heittää todella paljon oikeasta tilanteesta. Virheellisten laskentojen ongelma ei koske pelkästään kyseistä laskentatulosta vaan se voi heijastua useisiin muihinkin laskennantuloksiin. Lisäksi jo muutama virheellinen laskenta luo epäilyksen muidenkin laskentojen oikeellisuudelle ja näin ei saatuja arvoja uskalleta käyttää välttämättä hyödyksi prosessin analysoinnissa.

Kolmas kehittämiskohde liittyy tietojen tallennukseen ja käytettyjen talletusaikojen määrittelyyn. Lähes kaikki järjestelmässä olevat tiedot on jo lisätty historiakeruuseen mutta joiltakin osa-alueilta tietoja vielä puuttuu historiakeruusta ja ne olisi tärkeää saada lisättyä sinne. Tällöin prosessin analysointi olisi tarkempaa, kun kaikki historiatiedot olisi saatavilla. Myös historiakeruussa olevien tietojen keruutiheyden (2s, 10s, 60s) määrittelyt kannattaisivat viimeistään järjestelmän uusinnan tai päivittämisen yhteydessä ottaa tarkasteluun. Nykyisin tietoja on lisäilty kaikille kolmelle keruutiheydelle ja tämä tekee historiatilanteiden tutkimisesta haastavaa, kun tiedot eivät ole samalla tiheydellä kerättyjä. Esimerkiksi jokin yksittäinen tilanne on voinut jäädä kokonaan historiakeruun ulkopuolelle, jos se on sattunut pitkän keruutiheyden omaavalle laitteelle tai mittaukselle. Paras tilanne saavutettaisiin, jos kaikki tiedot olisivat samalla keruutiheydellä.

6 POHDINTA

Opinnäytetyöni aihe oli mielestäni hyvä ja sen tekemisen aikana olen päässyt tutustumaan informaatiojärjestelmään erittäin laajasti. Vaikka olin järjestelmää käyttänyt jo aikaisemminkin, avautui opinnäytetyön tekemisen aikana paljon uusia ominaisuuksia ja työkaluja, joita olen voinut hyödyntää työssäni. Aiemmin omat tietoni ja kokemukseni olivat hyvin yhteneväiset käyttöhenkilökunnan haastatteluisilla esille tulleiden asioiden kanssa. En tiennyt kovin tarkasti, mitä kaikkea informaatiojärjestelmä pitää sisällään ja miten voisin hyödyntää sitä laajemmin omassa työssäni. Olin lähinnä käyttänyt päiväkirja-sovellusta, analysoinut kerättyä prosessidataa trendien ja historiatila -toiminnon avulla sekä etsinyt joidenkin tapahtumien syitä tapahtumapohjaisen historiatiedon avulla. Oman kokemukseni karttuessa informaatiojärjestelmän toiminnasta ja rakenteesta, olen pystynyt tutkimaan esimerkiksi laskennoista löytyviä ongelmakohtia. Myös uusien historiatietokantaan lisättävien prosessipisteiden tekeminen on tullut tutuksi ja pystyn selkeästi määrittelemään, mihin repositorioon ja mihin keruuryhmään mahtuu tietoa, ja missä keruuryhmässä on muita samaan prosessialueeseen lisättyjä prosessipisteitä.

Opinnäytetyön tekemisen aikana ovat tulleet esille informaatiojärjestelmän kouluttamisen haasteet. Voimallaitoksella työskentelee käyttöhenkilökuntaa viidessä vuorossa ja näin ollen pelkästään yhden koulutuskerran järjestämisellä ei tavoiteta kuin pieni osa käyttäjistä. Kaikille vuoroille pitäisi pystyä järjestämään erikseen vähintään yksi koulutuskerta ja todennäköisesti tällöinkin vielä jää joitakin yksittäisiä henkilöitä koulutuksen ulkopuolelle. Tällöin koulutusmateriaalin selkeys ja käyttökelpoisuus korostuu, jotta henkilöt, jotka eivät voi osallistua koulutukseen, voivat myöhemmin muiden opastuksella tutustua järjestelmään.

Tulevaisuudessa minulla on tarkoitus tätä opinnäytetyötä lähdemateriaalina käyttäen laatia selkeä ja havainnollinen koulutusmateriaali informaatiojärjestelmän työkaluista ja ominaisuuksista. Ajatuksena on, että materiaali jaetaan kaikille koulutukseen osallistuneille ja materiaalista voidaan helposti katsoa ohjeita järjestelmän käyttämiseen myös myöhemmin. Koulutus tullaan järjestämään kaikille vuoroille erikseen ja ajatus on, että koulutuksessa kaikki pääsisivät kokeilemaan järjestelmän käyttöä. Lisäksi henkilöille jotka eivät koulutukseen pääse osallistumaan, voidaan tarvittaessa järjestää opastusta järjestelmän käyttöön.

Uskon, että järjestelmän tullessa tutummaksi sitä voitaisiin hyödyntää jo aiemminkin mainitun prosessin optimoinnin ohella myös laitteistojen kunnonvalvonnassa. Esimerkiksi tapahtumapohjaisen tiedon analysointiin käytettävien työkalujen avulla voidaan saada selville joissakin laitteissa piilevät viat, jotka eivät kuitenkaan vielä ole haitanneet prosessin ohjausta. Näillä työkaluilla voidaan myös etsiä eniten hälytyksiä aiheuttaneet laitteet tai mittaukset ja näin ollen tätä voitaisiin hyödyntää oikeiden hälytysrajojen määrittelyssä. Lisäksi tällöin saataisiin vähennettyä prosessinohjaajien työtä häiritsevät turhat hälytykset.

LÄHTEET

DNA Report – käyttöohje Collection. 2011. rev. 6. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P. & Pakkanen, H. 2004. Höyrykattilatekniikka. 6., muuttamaton painos. Helsinki: Edita Prima Oy

Joronen, T., Kovács, J. & Majanne, Y. 2007. Voimalaitosautomaatio. 1. painos. Helsinki: Copy-Set Oy

Metso DNA Report Alarms and Events Analyzing – käyttöohje. 2011. rev 1. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA Manuals Collection. 2011. Fi V.14.1 build 1.2. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA Historian positiokonfigurointi. 2012. Koulutusmateriaali. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA LCP Emission Monitoring – tekninen määrittely. 2013. rev. 2.2. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA Kattilan suorituskyvyn seuranta. 2013. rev 1. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA Höyryturbiinin suorituskyvyn seuranta. 2013. rev 1. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA Lämmönsiirtimien suorituskyvyn valvonta. 2014. rev 1. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA Pumppujen ja puhaltimien suorituskyky. 2013. rev 1. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Metso DNA Tuotannon valvonta ja raportointi. 2013. rev 1. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Oulun Energia Oy 2016a. Historia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.oulunenergia.fi/oulunenergia-konserni/konsernin-esittely/historia> Luettu: 9.2.2016

Oulun Energia Oy 2016b. Voimalaitokset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.oulunenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/voimalaitokset> Luettu: 15.2.2016

Oulun Energia Oy 2016c. Energialähteet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.oulunenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/energialahteet-lahelta> Luettu: 25.4.2016

Toppilan voimalaitosten informaatiojärjestelmä, Info 2011. 2012. Versio 1.3. Sähköiset manuaalit. Metso Automation Oy. Tampere.

Valmet DNA Historian ylläpitokurssi. 2016. Koulutusmateriaali. Valmet Automation Oy. Tampere.

DNA Report tapahtuma-analyysi sisältää seuraavat raportit:

Tapahtumalistaraportilla saadaan yksityiskohtaisia tapahtumakohtaisia tietoja, kuten tapahtuman aktivointi, tapahtuman passivointi, kuittaus jne.

Tapahtumalistaraportti



Alku aika: 24.8.2016 13:13:48
Loppu aika: 24.8.2016 21:13:48

Tulostusaika: 24.8.2016 21:13

Rajoitus: 5000

Rivien kokonaismäärä: 3650

Tyyppi	Aika	Pr.taso	Lähde	Alue	Positio	Kuvaus	Tapahtuma
Hälytys	24.8.2016 21:13:32.318	++++	P	KATT 2	2NA41T001	HÖYRYN LT TUL 2 JÄL	Mitt. > yläraja
Hälytys	24.8.2016 21:11:49.641	++++	P	KATT 2	2RL52F001	RUISK-V VIRT TUL 1	Mitt. > yläraja
Hälytys	24.8.2016 21:11:36.295	--	P	KATT 2	2NP01C001XC18	TOP2 T-LINJA 1	TURVERAJOITUS
Hälytys	24.8.2016 21:11:24.916	--	P	APUJ 1	1VE10U201XU01	TURP SUL J-PPU ESIV.	SUORITTAMATTA
Hälytys	24.8.2016 21:11:24.916	--	P	APUJ 1	1VE50U201XU01	KATT SUL J-PPU ESIV.	SUORITTAMATTA
Hälytys	24.8.2016 21:11:20.157	++++	P	KATT 2	2NM41T001	Ö-LT HÖ-ESILÄMM JALK	MITT. < ALARAJA
Hälytys	24.8.2016 21:11:14.913	Re	P	APUJ 1	1VE10U201XU01	TURP SUL J-PPU ESIV.	SUORITTAMATTA
Hälytys	24.8.2016 21:11:14.913	Re	P	APUJ 1	1VE50U201XU01	KATT SUL J-PPU ESIV.	SUORITTAMATTA
Hälytys	24.8.2016 21:10:33.266	Re	P	KATT 2	2NP01C001XC18	TOP2 T-LINJA 1	TURVERAJOITUS
Hälytys	24.8.2016 21:10:29.381	--	P	JÄRJHÄ	1NM01U201XU01	RASKASÖLJYPPUT ESIV	SUORITTAMATTA
Hälytys	24.8.2016 21:10:19.374	Re	P	JÄRJHÄ	1NM01U201XU01	RASKASÖLJYPPUT ESIV	SUORITTAMATTA
Hälytys	24.8.2016 21:09:50.275	--	P	KATT 2	2NP01C001XC18	TOP2 T-LINJA 1	TURVERAJOITUS
Hälytys	24.8.2016 21:09:36.246	Re	P	KATT 2	2NP01C001XC18	TOP2 T-LINJA 1	TURVERAJOITUS
Hälytys	24.8.2016 21:09:22.599	--	P	KATT 2	2RL52F001	RUISK-V VIRT TUL 1	Mitt. > yläraja
Hälytys	24.8.2016 21:09:19.244	--	P	KATT 2	2NP01C001XC18	TOP2 T-LINJA 1	TURVERAJOITUS
Hälytys	24.8.2016 21:08:22.647	--	P	KATT 2	2NA41T001	HÖYRYN LT TUL 2 JÄL	Mitt. > yläraja
Hälytys	24.8.2016 21:08:10.662	--	P	KATT 2	2NP20W001	TURPEEN MÄÄRÄ	MITT. < ALARAJA

Tapahtumien yhteenvetoraportti sisältää yhteenvedon määritetyn aikajakson tapahtumista.

Tapahtumien yhteenvetoraportti



Alkuaika: 24.8.2016 13:07:04

Loppuaika: 24.8.2016 21:07:04

Tulostusaika: 24.8.2016 21:19

Rajoitus: 5000

Rivien kokonaismäärä: 629

Tyyppi	Alkuaika	Loppuaika	Kuitt.aika	Pr.taso	Alue	Positio	Kuvaus	Tapahtuma	Luku
Hälytys	24.8.2016 21:06:52	24.8.2016 21:17:45		++++	KATT 2	2NR10P005	PETIPAININE	MITT. < ALARAJA	2
Hälytys	24.8.2016 21:06:47	24.8.2016 21:17:50		+++	PKUL 1	0TD87P002	PAININE-ERO	TULOSIGN. VIKA	4
Hälytys	24.8.2016 21:06:45	24.8.2016 21:06:47		+	PKUL 1	0TD87P003	PAININE-ERO	Mitt. > yläraja	1
Hälytys	24.8.2016 21:06:45	24.8.2016 21:06:47		+++	PKUL 1	0TD87P003	PAININE-ERO	Mitt. > yl yllr	1
Hälytys	24.8.2016 21:06:15	24.8.2016 21:08:03	24.8.2016 21:06:16	++++	KATT 2	2NR31Q003	SK:N CO PUH.1 JÄLK	Mitt. > yläraja	1
Hälytys	24.8.2016 21:05:52	24.8.2016 21:06:31	24.8.2016 21:06:16	++++	KATT 2	2NP02C001XC18	TOP2 T-LINJA 2	TURVERAJOITUS	1
Hälytys	24.8.2016 21:05:20	24.8.2016 21:07:35	24.8.2016 21:06:16	++++	KATT 2	2NR20Q001	SK:N O2 ENNEN EKO	MITT. < ALARAJA	1
Hälytys	24.8.2016 21:04:49	24.8.2016 21:08:22	24.8.2016 21:06:16	++++	KATT 2	2NA41T001	HÖYRYN LT TUL 2 JÄL	Mitt. > yläraja	1
Hälytys	24.8.2016 21:04:40			+	A6A151	665UM01P201	HAUKIPUDAS PAININE-ERO	MITT. < ALARAJA	1

Tilastoraportti sisältää kaikkein yleisimmät tapahtumat määritetyltä aikajaksolta.

Tilastoraportti



Alkuaika: 24.8.2016 13:22:57

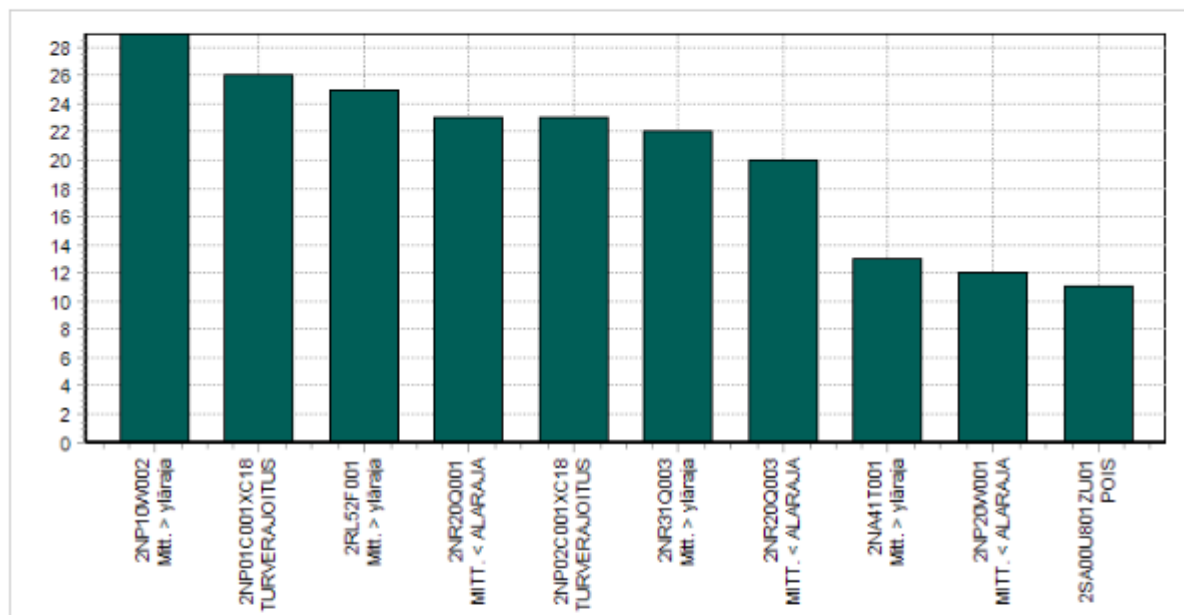
Loppuaika: 24.8.2016 21:22:57

Tulostusaika: 24.8.2016 21:22

Rajoitus: 5000

Rivien kokonaismäärä: 272

Pylväiden lukumäärä:



Tyyppi	Pr.taso	Lähde	Positio	Kuvaus	Tapahtuma	Luku- määrä
Hälytys	++++	P	2NP10W002	TURPEEN MÄÄRÄ	Mitt. > yläraja	29
Hälytys	++++	P	2NP01C001XC18	TOP2 T-LINJA 1	TURVERAJOITUS	26
Hälytys	++++	P	2RL52F001	RUISK-V VIRT TUL 1	Mitt. > yläraja	25
Hälytys	++++	P	2NR20Q001	SK:N O2 ENNEN EKOA	MITT. < ALARAJA	23
Hälytys	++++	P	2NP02C001XC18	TOP2 T-LINJA 2	TURVERAJOITUS	23
Hälytys	++++	P	2NR31Q003	SK:N CO PUH.1 JÄLK	Mitt. > yläraja	22
Hälytys	++++	P	2NR20Q003	SK:N O2 ENNEN EKOA	MITT. < ALARAJA	20

Pareto -raportti sisältää useimmin hälyttävät positiot. Tiedot on esitetty sekä graafisesti että taulukkona.

Pareto-raportti



Alkuaika: 24.8.2016 13:24:32

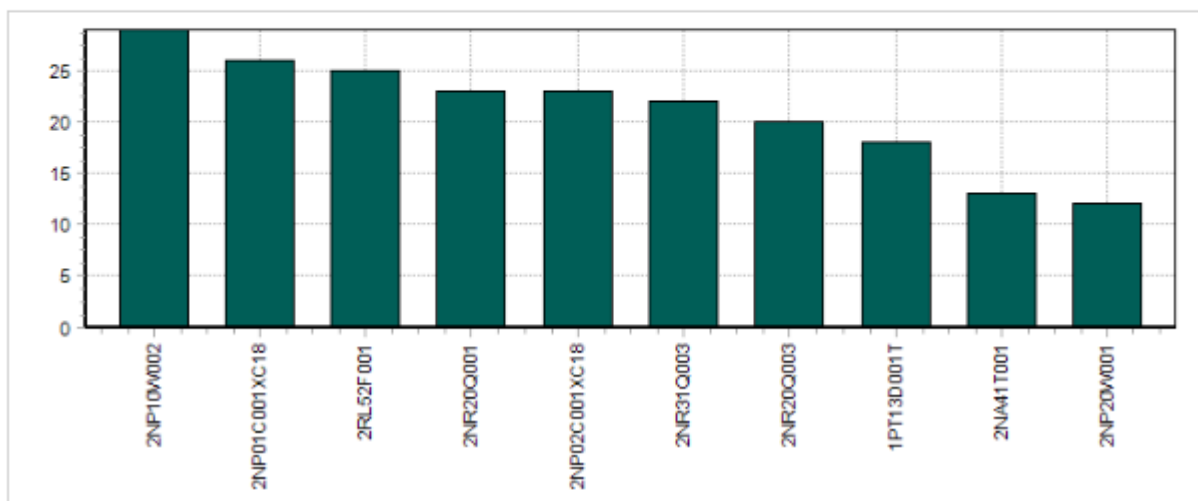
Loppuaika: 24.8.2016 21:24:32

Tulostusaika: 24.8.2016 21:24

Rajoitus: 5000

Rivien kokonaismäärä: 228

Pylväiden lukumäärä: 10



Tyyppi	Positio	Kuvaus	Lukumäärä
Hälytys	2NP10W002	TURPEEN MÄÄRÄ	29
Hälytys	2NP01C001XC18	TOP2 T-LINJA 1	26
Hälytys	2RL52F001	RUIISK-V VIRT TUL 1	25
Hälytys	2NR20Q001	SK:N O2 ENNEN EKOJA	23
Hälytys	2NP02C001XC18	TOP2 T-LINJA 2	23
Hälytys	2NR31Q003	SK:N CO PUH.1 JÄLK	22
Hälytys	2NR20Q003	SK:N O2 ENNEN EKOJA	20
Hälytys	1PT13D001T	JAKOKULJETIN SIILO 2	18
Hälytys	2NA41T001	HÖYRYN LT TUL 2 JÄL	13

Trendiraportti sisältää tapahtumien lukumäärän ajallisen jakautumisen.

Trendiraportti

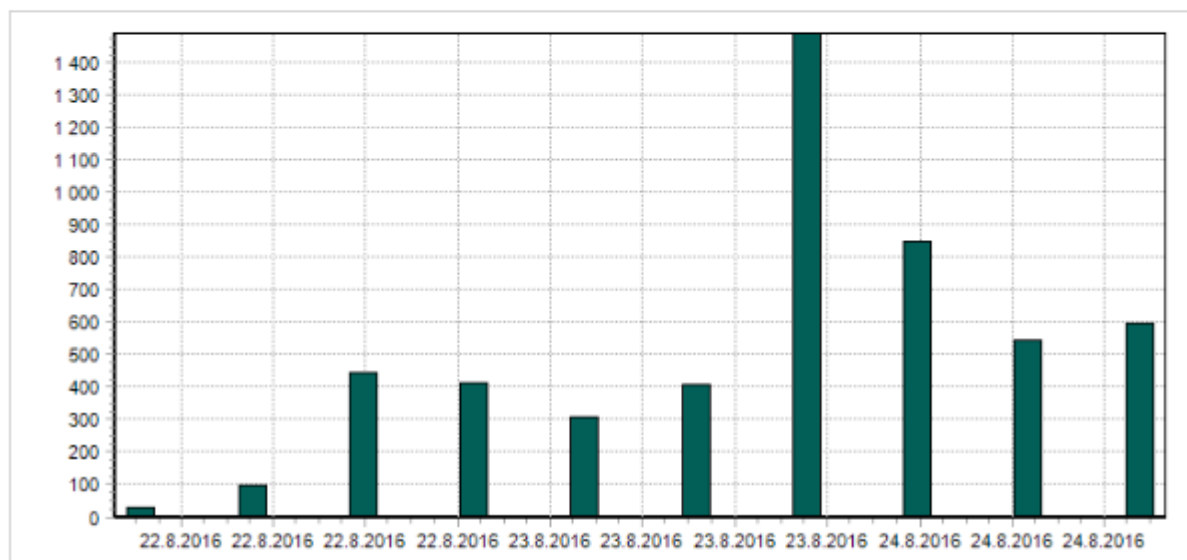


Alkuaika: 21.8.2016 21:26:25

Loppuaika: 24.8.2016 21:26:25


Tulostusaika: 24.8.2016 21:29

Jaksojen lukumäärä 10



Alkuaika	Tapahtumien lukumäärä
21.8.2016 21:26:25	28
22.8.2016 4:38:25	97
22.8.2016 11:50:25	447
22.8.2016 19:02:25	413
23.8.2016 2:14:25	309
23.8.2016 9:26:25	407
23.8.2016 16:38:25	1494
23.8.2016 23:50:25	850
24.8.2016 7:02:25	543
24.8.2016 14:14:25	597

Korrelaatoraportti sisältää vertailuposition tapahtumien ja jokaisen vertailutapahtuman lähiympäristön tapahtumien välisen korrelaation. Raportin tietojen avulla voidaan päätellä, minkä tyyppisiä tapahtumat ovat ennen vertailuposition tapahtumia ja niiden jälkeen.

Korrelaatoraportti									
Alkuaika: 19.8.2016 12:00:00						Tulostusaika: 26.8.2016 13:17			
Loppuaika: 26.8.2016 12:00:00		Rivien kokonaismäärä: 15		Vertailutapahtumien lukumäärä: 69					
Rajoitus: 5000	Tyyppi	Pr.taso	Lähde	Alue	Positio	Kuvaus	Tapahtuma	Lukumäärä	Suhde %
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10W002	TURPEEN MÄÄRÄ	Mitt. > yläraja	33	43.5
	Ilmoitus	++++	P	ILMTO2	2NP10C001 XC11	KOLAKULJ.1 SÄÄTÖ	AUTOMAATILLA	5	5.8
	Ilmoitus	++++	P	ILMTO2	2NP10C001 XC12	KOLAKULJ.1 SÄÄTÖ	KÄSIN	3	4.3
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10C001	TURP F-SÄÄTÖ LINJA1	SÄÄTÖHÄIRIÖ	4	4.3
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10C001 W	HIHNAVAAKA	SÄÄTÖHÄIRIÖ	4	4.3
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10DW91 1	VAAKAPOIKK EAMA	Tulosign. vika	4	4.3
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10E901	TURVETEHO LINJA 1	Tulosign. vika	4	4.3
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10F001	TURPEEN MÄÄRÄ LINJA1	Tulosign. vika	4	4.3
	Hälytys	++++	P	ALUE2	2NP10Q902	POLTTOARV O/O2	SÄÄTÖHÄIRIÖ	4	4.3
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10W001	TURPEEN MÄÄRÄ	Tulosign. vika	4	4.3
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10W001	TURPEEN MÄÄRÄ	Mitt. > yläraja	2	2.9
	Hälytys	++++	P	JÄRJ	2NP10W910	VAAKA MUUTOSNOPEUS	MITT. < ALARAJA	3	2.9
	Hälytys	++++	P	KATT 2	2NP10W001	TURPEEN MÄÄRÄ	MITT. < ALARAJA	1	1.4

FbCAD -sovellussuunnittelu Toppila 2 syöttövesipumpun tehon laskennasta.

