



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joni Orava

VÄRÄHTELYMITTAUKSEN TOTEUTTAMINEN

SSAB Hämeenlinnan maalauslinja

Tekniikka
2018

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joni Orava
Opinnäytetyön nimi	Värähtelymittauksen toteuttaminen
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	32
Ohjaaja	Juha Nieminen

Tämä opinnäytetyö tehtiin SSAB:lle, Hämeenlinnan terästehtaan maalipinnoituslinjalle. Linjan jälkipolttolaitoksen puhallin vikaantui äkillisesti ja linja jouduttiin pysäyttämään korjauksen ajaksi. Vian toistuvuuden ennaltaehkäisemiseksi puhaltimen laakeripukkiin asennettiin värähtely- ja lämpötilanmittauslaitteistot.

Värähtelymittauslaitteistona käytettiin VIBREX-mittausjärjestelmää, lämpötilanmittaus toteutettiin vastuslämpötila-antureilla ja PR Electronicsin 5114A ohjelmoitavilla lähettimillä. Automaatiojärjestelmän ohjelmointi tehtiin Siemensin CFC-ympäristössä, joka oli jo linjalla käytössä. Valvomojärjestelmänä oli WinCC:n valvomo-ohjelmisto, johon uudet mittaukset lisättiin.

Lopputuloksena jälkipoltin 1:n puhallinlaitteistossa on kiinteä värähtely- ja lämpötilanmittaus, joita voidaan seurata pitkällä aikavälillä, jolloin laitteiston huoltotarve voidaan ennakoida tulevaisuudessa, mikä osaltaan parantaa linjan käyttövarmuutta, jotta linjaa voidaan ajaa jatkuvatoimisesti.

ABSTRACT

Author	Joni Orava
Title	Implementation of Vibration Measurement
Year	2018
Language	Finnish
Pages	32
Name of Supervisor	Juha Nieminen

This thesis was for the coil coating line of SSAB steel factory line in Hämeenlinna. Due to a sudden failure in the blower system of the finish incinerator, the line had to be stopped. To avoid the failure in future, equipment for measuring vibration and temperature was installed in the bearing block of the blower.

The VIBREX-measurement system was used for vibration measurement. The temperature measurement was done with resistance thermometers and with the PR Electronics 5114A programmable transmitters. The programming of automation was made in the Siemens CFC environment which was already in use in the line. The WinCC-program was used as a monitoring system, to which new measurements were added.

As a result vibration and temperature measurements were installed on incinerator 1, and they can be used to monitor the measurements over a long period of time. With monitoring, the maintenance need of the system can be predicted which improves the dependability of the coating line so it can be driven continuously.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
2	TOTEUTUKSEN KOHDE	7
	2.1 SSAB.....	7
	2.2 SSAB Hämeenlinna	7
	2.2.1 Kylmävalssatut ja sinkityt ohutlevyt.....	8
	2.2.2 Putkituotanto	8
	2.2.3 Maalipinnoitetut ohutlevyt.....	8
	2.3 Hämeenlinnan maalauslinja	9
3	VÄRÄHTELYMITTAUKSEN TARVE	11
	3.1 Jälkipoltin.....	11
	3.2 Mittaussuunnat	12
	3.3 Mittaukset	13
4	VÄRÄHTELYMITTAUKSEN TOTEUTUS	17
	4.1 Valittu mittauslaitteisto.....	17
	4.2 Mittauslaitteiston asennus.....	18
	4.3 Mittauksen liittäminen logiikkaan	21
	4.3.1 Logiikkakortti.....	23
	4.3.2 Automaatio-ohjelma.....	23
	4.3.3 Käyttöliittymä	26
5	TULEVAISUUDEN HYÖDYT TOTEUTETULLA MITTAUKSELLA.....	29
6	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET.....	31

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Maalauslinja.....	10
Kuva 2. Värähtelymittauksien mittaussuunnat.....	12
Kuva 3. Puhaltimen NDE X-mittapisteen nopeusspektrit.....	14
Kuva 4. Puhaltimen laakeripukin NDE-mittapisteen X (pystysuuntainen) nopeusmittaus.....	15
Kuva 5. VIBREX-etupaneeli.....	17
Kuva 6. Jälkipoltin 1:n puhaltimen moottori ja laakeripukki.....	18
Kuva 7. Laakeripukin mittaustaikat.....	19
Kuva 8. Värähtelymittauslaitteisto, lämpötila-anturien lähettimet sekä kytkentäkotelo.....	20
Kuva 9. Värinänmittauslaitteiston asetusalueet.....	21
Kuva 10. Lämpötilalähettimien mittausalueen asetus.....	22
Kuva 11. Analogiatulojen symbolit.....	24
Kuva 12. Analogiatulon skaalaus prosenteiksi.....	24
Kuva 13. Mittausarvon muuttaminen yksiköihin.....	25
Kuva 14. Lämpötilanmittauksen skaalauslohko.....	26
Kuva 15. Uunien ja kattiloiden valvomokuva.....	27
Kuva 16. Mittauksien ponnahdusikkunat.....	28
Kuva 17. Valvontajärjestelmän ikkuna.....	29
Taulukko 1. Mittapisteiden kokonaisvärähtelytasot 27.04.2017.....	13
Taulukko 2. Mittapisteiden kokonaisvärähtelytasot 05.05.2017.....	14
Taulukko 3. Mittapisteiden kokonaisvärähtelytasot 19.05.2017.....	15
Taulukko 4. Analogiakortin mittaustyyppit.....	23

1 JOHDANTO

SSAB on maailmanlaajuinen teräsyhtiö, jonka Hämeenlinnan tehtaalla yhtenä osa-alueena on maalipinnoituslinja. Maalipinnoituslinja on jatkuvatoiminen, joka tarkoittaa sitä, että prosessi pidetään käynnissä koko ajan, poisluettuna äkilliset vikaantumiset, suunnitellut huoltoseisakit ja vuosihuollot. /2/

Keväällä 2017 jälkipolttolaitoksen jälkipoltin 1:n puhaltimen laakeripukin laakerit hajosivat totaalisesti, mikä johti siihen, että linja jouduttiin ajamaan nopeasti pysähdyksiin. Puhaltimessa ei ollut ennestään värähtelymittausta, jolla vika olisi voinut mahdollisesti havaita, joten siihen suunniteltiin ja asennettiin VIBREX-värähtelymittauslaitteisto.

2 TOTEUTUKSEN KOHDE

2.1 SSAB

SSAB on maailmanlaajuinen teräsyhtiö, joka työllistää 15 000 työntekijää 50 maassa. SSAB:n tuotteita ovat pitkälle kehitetyt lujat teräkset, karkaistut ja päällystetyt teräkset, sekä putki-, nauha-, ja levytuotteet. /2/

SSAB osti vuonna 2014 Rautaruukki Oyj:n, jonka tehtaot olivat Raahessa ja Hämeenlinnassa. Raahen tehdas on perustettu 1960-luvun alussa ja se työllistää 2500 työntekijää. Tehdas tuottaa kuumavalssattuja levy- ja nauhatuotteita, jotka kuljetaan junilla Hämeenlinnan tehtaaseen jatkojalostukseen.

2.2 SSAB Hämeenlinna

Hämeenlinnan terästehtaan rakennutti vuonna 1972 Rautaruukki Oyj. Ensimmäisenä tehtaalla alettiin tuottamaan kylmävalssattuja ja sinkittyjä ohutlevyjä. Sen jälkeen rakennettiin erillinen rakennus putkituotannolle, joka käynnistyi vuoden päästä. Maalipinnoitettuja ohutlevyjä alettiin tuottamaan vuodesta 1977 lähtien. Kaikki SSAB:n sinkityt tuotteet valmistetaan Hämeenlinnan tehtaalla. Nykyään tehtaalla työskentelee 900 työntekijää.

Hämeenlinnassa jatkojalostetaan Raahesta tuotuja kuumavalssattuja nauhatuotteita. Nauhat käsitellään ensimmäisenä peittauslinjalla, jossa niiden pinnasta poistetaan epäpuhtaudet ajamalla nauha happoa sisältävän uppopeittausaltaan läpi. Peittauksen jälkeen metallikelat kylmävalssataan, jotta nauhasta saadaan halutun pak-suista.

2.2.1 Kylmävalssatut ja sinkityt ohutlevyt

Kylmävalssauksen jälkeen metallikelat kuljetetaan joko metallipinnoituslinjoille tai hehkutukseen. Hehkutuksessa kelat lämpökäsitellään, jonka jälkeen ne viedään viimeistelyvalssaimelle. Metallipinnoituslinjalla kelat päällystetään sinkillä, joka suojaa metallia korroosiolta. Sinkitys tehdään sinkityslinjoilla, joissa nauha käytetään täynnä sulaa sinkkiä olevassa altaassa.

Viimeistelyvalssauksen tai sinkityksen jälkeen metallikelat kuljetetaan tehtaan sisäisellä kuljetuksella trukeilla ja puominostureilla jatkokäsittelylinjoille. Kelat voidaan pituusleikata rainoiksi eli kapeammiksi nauhoiksi, kelata ja katkaista halutun mittaisiksi keloiksi tai leikata arkeiksi.

2.2.2 Putkituotanto

Hämeenlinnan tehdasalueella sijaitsee omassa rakennuksessaan putkitehdas, jossa käytetään ohutlevytuotannosta kuljetettuja rainoja. Rainat taitetaan asteittain profiiliinsa, jonka jälkeen rainan reunat hitsataan yhteen. Hitsauksen jälkeen putki katkaistaan halutun mittaiseksi katkaisukoneella, joka pystyy suorittamaan tehtävänsä linjan liikkuesssa. Putkituotteiden käyttökohteita voivat olla autojen turvaosat, akselistot, huonekalut, kaapelihyllyt ja työkalut.

2.2.3 Maalipinnoitetut ohutlevyt

Maalipinnoituslinjalla voidaan sinkittyjä metallikeloja joko maalata tai laminoida halutunlaisella muovikalvolla. Hämeenlinnan tehtaalla tuotetaan GreenCoat-brändin tuotteita, joita käytetään yleisimmin katoissa, sadevesijärjestelmissä ja julkisivuissa.

2.3 Hämeenlinnan maalauslinja

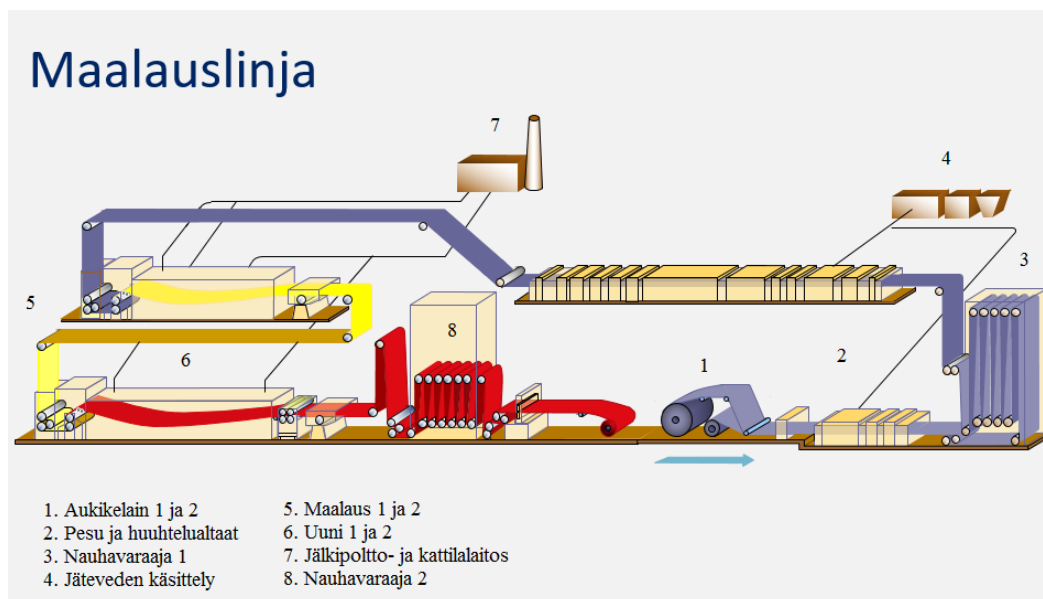
Maalauslinja on rakennettu omaan rakennukseensa. Metallikelat kuljetetaan päätehdasrakennuksesta sisäisellä kuljetuksella kelavarastoon, jossa ne siirretään linjan alkupäässä oleviin kelan siirtovaunuihin puominosturilla, jotka liikuttavat kelat maalauslinjan alkupäähän käytettäviksi.

Jotta prosessia voitaisiin ajaa pysähtymättä, on alkupäässä kaksi kelan aukikelautta, joista toinen syöttää metallinauhaa linjaan ja toinen on valmiudessa. Kelan loppuessa käytössä olevalta aukikelaimelta, liitetään toisen aukikelaimen nauha edellisen loppupäähän puristinliittimellä. Liittämisen aikana linjan alkupäässä sijaitseva nauhavaraja tyhjentää varastoaan, jotta linjan loppupää voi toimia pysähtymättä. Nauhavaraja koostuu useista vastakkaisista teloista, joiden kautta metallinauha kulkee ylös ja alas sekä hissimekanismista, jolla saadaan telojen välimatkaa säätämällä säädettyä varastossa olevan nauhan määrää.

Ennen kuin metallinauhaa voidaan maalata, se pestään kahdessa eri pesualtaassa. Molempien pesualtaiden jälkeen seuraa huuhtelualtaat, joissa huuhdellaan nauha mahdollisimman puhtaaksi. Huuhtelualtaiden vesi puhdistetaan linjan vierellä olevalla vesilaitoksella, jotta se voidaan siirtää eteenpäin.

Maalauslinjan loppupäässä on kaksi maalaushuonetta, joista ensimmäisessä levitetään nauhalle pohjamaali ja toisella pintamaali tai laminoinnin yhteydessä käytettävä liima. Maalit tarvitsevat kuivuakseen lämpökäsittelyn ja se tehdään maalauksen jälkeisillä uuneilla. Maalin kuivumisesta haihtuvien kemikaalien johdosta, uunien poistoilma kierrätetään jälkipolttimen kautta, mikä estää kemikaalien joutumisen ympäristöön.

Kuvassa 1 on kuvattu Hämeenlinnan maalauslinja sekä siihen kuuluvat osa-alueet.



Kuva 1. Maalauslinja.

3 VÄRÄHTELYMITTAUKSEN TARVE

Tuotannon ollessa käynnissä 25.4.2017, SSAB Hämeenlinnan maalauslinjan prosessiin kuuluva jälkipoltin 1:n puhallin rikkoutui yllättäen ja tuotantolinja oli ajettava nopeasti alas. Puhaltimen laakerit olivat hajonneet täysin. Puhallin korjattiin nopealla aikataululla ja suunnittelu toimintavarmuuden parantamisesta alkoi. Suunnittelussa päädyttiin värähtelymittauksen toteuttamiseen, jolla voidaan seurata puhaltimen värähtelyä ja lämpötilaa pitkällä aikavälillä.

Värähtelymittauksella voidaan ennakoida kunnossapidon toimenpiteitä sekä havaita äkkinäisiä muutoksia laitteen toiminnassa, jotta linja voidaan ajaa hallitusti alas. Mittalaitteistolla saadaan selvitettyä puhaltimen värähtely- ja lämpötilakäytäytymistä prosessin lämpötilaan ja puhaltimen kierrosnopeuksiin verraten.

3.1 Jälkipoltin

Tehtaan ympäristöluvassa on, että sen pitää noudattaa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviä 2010/75/EU teollisuuden päästöistä, jonka mukaan, jos tehtaassa pinnoitetaan/maalataan metallia ja liuotinta käytetään yli 5 tonnia vuodessa, on poistokaasujen päästöjä hallittava. Poistokaasujen päästöraja on 100 mg C/Nm³, mikä tarkoittaa 100 milligrammaa hiiltä kuutiometriä kohden. Päästöjä kutsutaan haihtuviksi orgaanisiksi yhdisteiksi (Volatile Organic Compound, VOC).

VOC-päästöt edesauttavat otsonin muodostumista alailmakehässä. Otsoni voi aiheuttaa herkillä ihmisillä erilaisia hengitystie- ja ärsytysoireita. /1/

Maalausprosessissa maalauksen jälkeen, kun pelti kuivataan vyöhykeuneilla nopeasti, eivät kaikki liuotinpäästöt ehdi hävitä. Tämän johdosta on rakennettu jälkipoltin, jonka tehtävänä on hallita VOC-päästöjä. Polttokäsittelyssä VOCit hapetetaan hiilidioksidiksi ja vedeksi nostamalla poistokaasun lämpötila tarpeeksi korkeaksi (800 °C). Hapettumisreaktion varmistamiseksi on viipymisajan oltava riittävä (1 s), mikä tarkoittaa sitä, että polttokäsiteltävän kaasun on oltava sekunnin ajan 800 °C lämpötilassa. Turvallisuuden takaamiseksi on palavan nesteen pitoi-

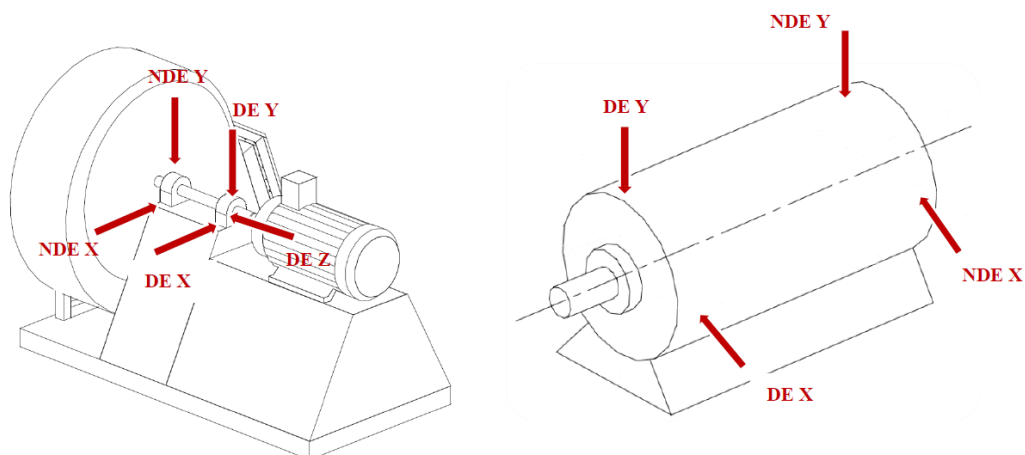
suus poistoilmakanavassa pidettävä alle 20 % LEL (Low Explosive Limit), mikä tarkoittaa viidennestä alemmasta rajasta, jonka alapuolella kaasu-ilmaseos ei ole syttyvää.

Prosessin nopeudesta ja viipymisajan pituudesta johtuen, on jälkipolttimen kammion oltava riittävän suuri. Hämeenlinnan maalauslinjan jälkipolttimen kammion tilavuus on 50 m³ ja polttimen kapasiteetti 5 700 000 kWh, jolla se pystyy käsittelemään ilman seassa olevat liuottimet, joiden määrä saa olla enintään 410 kg tunnissa. Suuren ilmamäärän liikuttamisen vuoksi, on jälkipolttimessa oltava riittävän suuri puhallin. Puhallinta pyörittää 200 kW moottori, jonka toimintavarmuus on yksi linjan tärkeimmistä asioista, jotta linja voi käydä jatkuvasti.

Puhallin koostuu moottorista, laakeripukista sekä suuresta siipipyörästä. Puhaltimen vikaantumisen takia siihen uusittiin laakerit, tiivisteet ja kytkimen joustoelementti 27.4.2017.

3.2 Mittaussuunnat

Jälkipolttimen savukaasupuhaltimen korjauksen jälkeen värähtelytasot olivat edelleen poikkeuksellisen korkeat, joten laitteen toimittaja aloitti tarkemmat seurantamittaukset. Kuvassa 2 on esitetty värähtelymittauksissa käytetyt mittaussuunnat.



Kuva 2. Värähtelymittauksien mittaussuunnat.

Mittapisteet on nimetty DE (Drive End), joka tarkoittaa käytön eli moottorinpuoleista mittausta ja NDE (Non Drive End), joka tarkoittaa puhaltimenpuoleista mittausta. Mittaussuunnat ovat nimettynä X (sivusuunta), Y (pystysuunta) ja Z (aksaalisuunta).

Mittaukset suoritettiin Prüftechnik VIBXpert II-mittalaitteella ja magneettikiinnitteisillä VIB 6.147-kiihtyvyyssantureilla.

3.3 Mittaukset

27.4.2017 suoritettiin ensimmäiset värähtelymittaukset laakeripukille sekä sähkömoottorille. Moottorin pyörimisnopeus mittauksen aikana oli 2400 rpm.

Tuloksissa sovellettiin standardin ISO 10816-3 ryhmää 2 ja luokkaa B, jossa hyväksyttävä värähtelyn tehollisarvon enimmäismäärä on 4,5 mm/s taajuusalueella 10-1000 Hz.

Taulukosta 1 voidaan nähdä, että suurin värähtely tapahtuu moottorin takaosassa ja moottorinpuoleisen laakerin sivuttaissuunnassa. Molemmissa kohdissa värähtelyn tehollisarvo ylittää hyväksyttävän enimmäismäärän. Mittausten perusteella puhaltimen kunnonvalvonnan värähtelymittauksia alettiin tehdä säännöllisesti.

Taulukko 1. Mittapisteiden kokonaisvärähtelytasot 27.4.2017.

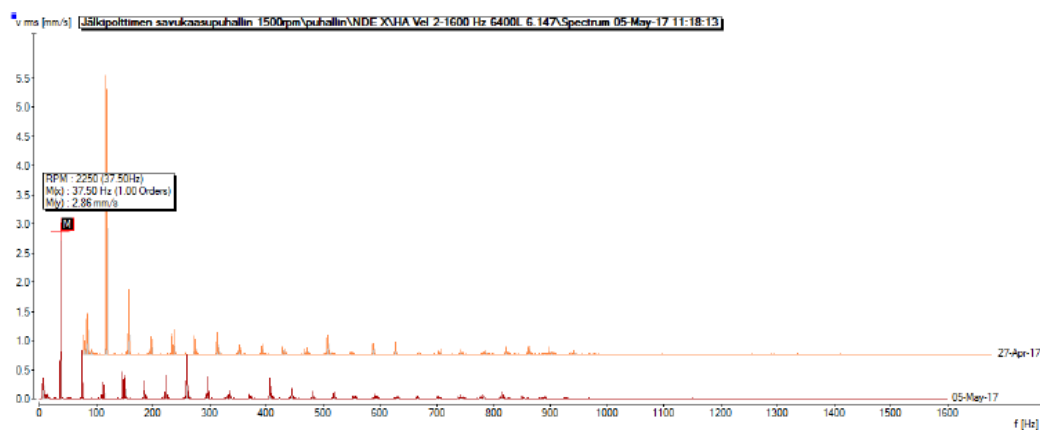
Mittapiste ja mittaussuunta	Sähkömoottori (mm/s)	Laakeripukki (mm/s)	Pintalämpötila (°C)
NDE sivusuunta	4,7	3,7	Normaali 60 - 80
NDE pystysuunta	3,6	3,5	
DE aksiaalisuunta	2,8	3,3	
DE sivusuunta	3,2	5,1	
DE pystysuunta	3,0	3,5	

5.5.2017 suoritettiin seuraavat mittaukset:

Taulukko 2. Mittapisteiden kokonaisvärähtelytasot 05.5.2017.

Mittapiste ja mittaussuunta	Sähkömoottori (mm/s)	Laakeripukki (mm/s)	Pintalämpötila (°C)
NDE X	3,5	3,3	Normaali 60 - 80
NDE Y	2,1	3,1	
NDE Z	-	2,0	
DE X	1,6	2,4	
DE Y	2,5	3,2	
DE Z	1,3	-	

Moottorin pyörimisnopeus mittauksen aikana oli 2250 rpm, joten mittaustulokset eivät ole täysin verrattavissa edelliseen mittaukseen. Värähtelytasot ovat hyväksyttävällä tasolla, mutta se johtuu alhaisemmasta pyörimisnopeudesta. Mittauksien spektrit (**Kuva 3.**) ovat samankaltaiset kokonaistasojen erisuuruudesta huolimatta.



Kuva 3. Puhaltimen NDE X-mittapisteen nopeusspektrit.

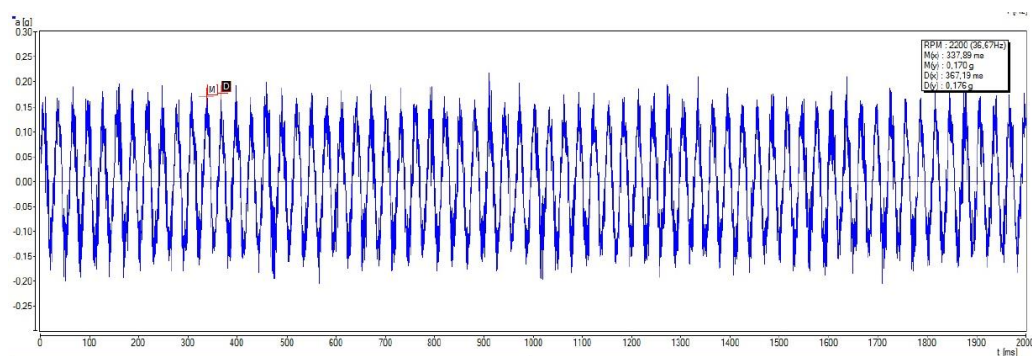
19.5.2017 suoritettiin seuraavat mittaukset:

Taulukko 3. Mittapisteiden kokonaisvärähtelytasot 19.5.2017.

Mittapiste ja mittaussuunta	Sähkömoottori (mm/s)	Laakeripukki (mm/s)	Pintalämpötila (°C)
NDE X	4,7	4,3	Normaali 60 - 80
NDE Y	5,5	2,5	
NDE Z	-	2,4	
DE X	5,1	3,9	
DE Y	3,8	3,4	
DE Z	1,6	-	

Moottorin pyörimisnopeus värähtelymittauksen aikana oli 2250 rpm, joten näistä tuloksista voidaan nähdä, että värähtelytasot ovat nousseet edellisestä. Näiden tulosten perusteella ryhdyttiin toimenpiteisiin ja 30.5.2017 vaihdettiin puhaltimen akseli sekä laakeripukin laakerointi uusittiin.

Seuraava seurantamittaus suoritettiin 13.6.2017. Mittauksien aikana pyörimisnopeus vaihteli 1980-2200 rpm.



Kuva 4. Puhaltimen laakeripukin NDE-mittapisteen X (pystysuuntainen) nopeusmittaus.

Kuvassa 4 on laakeripukin mittapisteen NDE X nopeusmittaus ajan suhteen. Kuvasta voidaan havaita selkeä iskumainen värähtelyhäiriö, joka tapahtuu kerran akselin pyörähdyksellä.

27.6.2017 jälkipolttimen savukaasupuhaltimelle suoritettiin tasapainotus ja siihen kiinnitettiin tasapainotusmassa, jolla saatiin pyörimistaajuuden amplitudi putoamaan 1.5-1.7 mm/s tasosta 0.1-0.3 mm/s tasolle.

Mittauksia suoritettiin määräajoin vielä 4 kuukautta ja värähtelytasot mitattiin myös kytkimen ollessa auki, jolloin moottoria pyöritettiin koko nopeusalueella 0-3000 rpm. Moottorin värähtelykäyttäytyminen oli normaalia. Jotta mittauksia ei tarvitsisi tehdä määräajoin laitetoimittajan toimesta, ratkaisuksi valittiin kiinteään värinänmittauslaitteiston asennus, jolla voidaan seurata pitkän aikavälin mittaustuloksia ja voidaan havaita yleisen värinätason nouseminen. Tällöin voidaan ennakoita kunnossapidon tarvetta sekä välittömästi huomata äkkinäinen vikaantuminen.

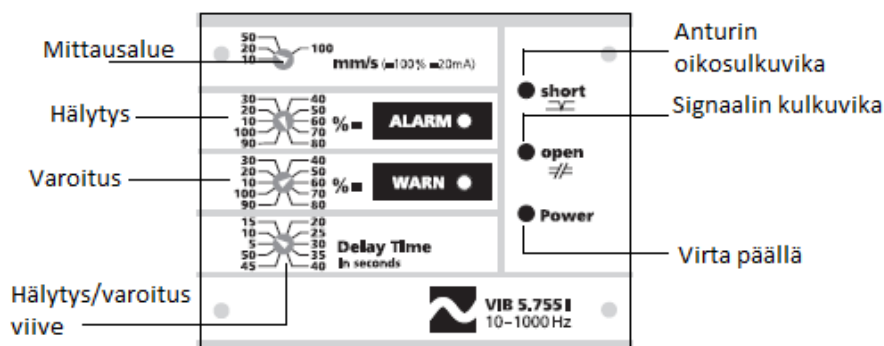
4 VÄRÄHTELYMITTAUKSEN TOTEUTUS

Mittauslaitteiston asennus suoritettiin pääosin linjan käydessä. Logiikkaan kytkeminen vaati kuitenkin linjan pysäyttämisen, koska analogiatulokortin ohjelmointi vaati sen irrottamisen logiikasta. Kaiken muun ollessa valmiina, kytkettiin laitteisto logiikkaan samalla, kun linja oli seis huoltoseisakista johtuen.

4.1 Valittu mittauslaitteisto

Mittauslaitteistokokonaisuudeksi valittiin puhaltimen toimittajan tarjoama VIBREX-monitorointijärjestelmä, jossa on 2 kpl standardinmukaista nopeusmittausta. Konesuojaan ei saa liitettyä lämpötilavalvontaa, joten se toteutetaan asentamalla erilliset lämpötila-anturit ja kytkemällä ne suoraan linja-automaatioon.

VIBREX on 2-kanavainen värinänmittauslaite, jolla voidaan monitoroida jatkuvasti pyöriviä laitteistoja. Siihen voidaan asettaa hälytys- ja varoitusrajat, joilla laite lähettää tiedon kärkitietoina logiikkaan. Kuvassa 5 on laitteen etupaneeli.

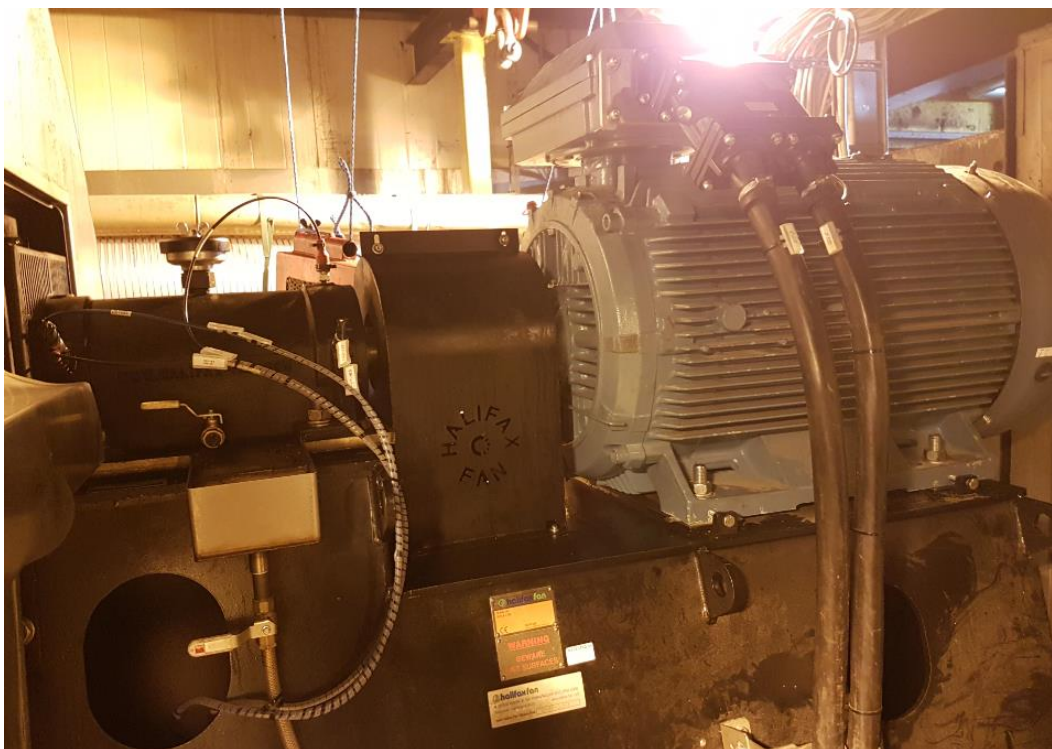


Kuva 5. VIBREX-etupaneeli.

Etupaneelista voidaan asettaa laitteen mittausalue, eli laitteen mittaama maksimiraja. Laite skaalaa suoraan asetetun maksimirajan 100 prosenttiin ja 20 milliampeeriin.

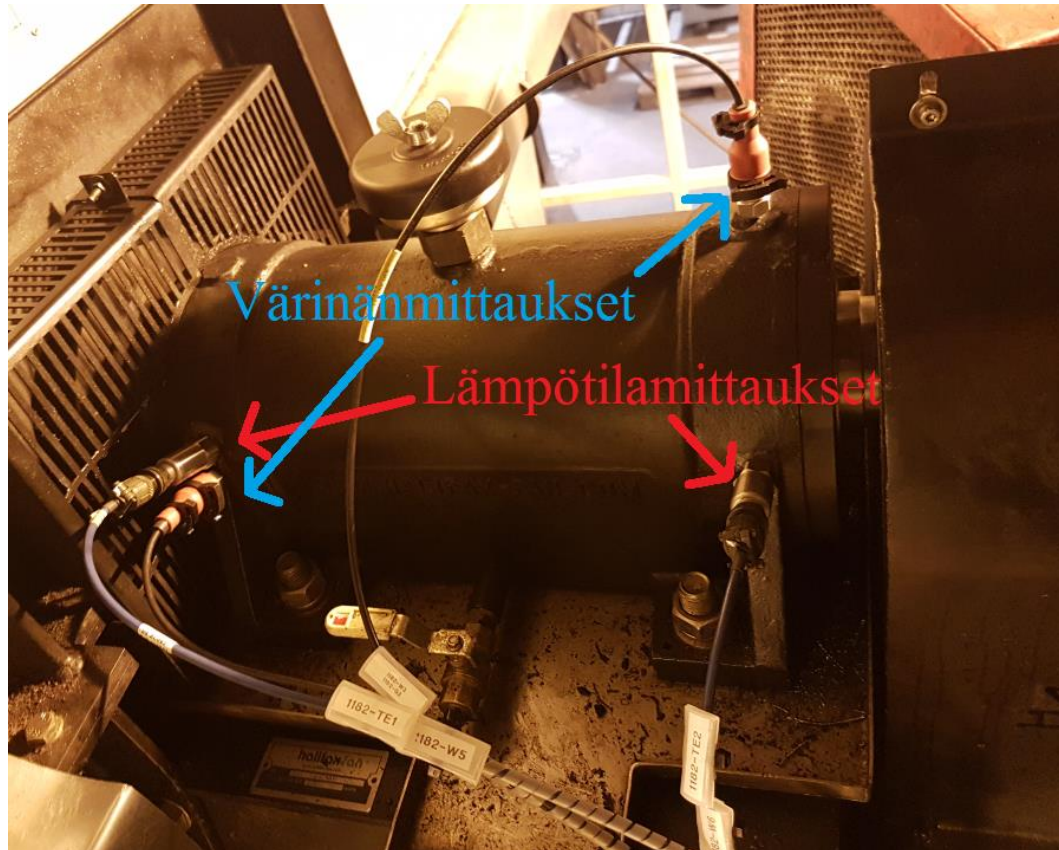
4.2 Mittauslaitteiston asennus

Mittauspaikat laakeripukissa ovat Y-suunnan värähtelymittaus moottorinpuolella sekä X-suunnan värähtelymittaus puhaltimenpuolella. Värähtelymittauksien lisäksi molempiin päihin asennettiin lämpötilamittaukset laakerien lämpötilojen valvomiseksi. Kuvassa 6 on jälkipoltin puhaltimen pyörittämisessä käytettävä laitteisto.



Kuva 6. Jälkipoltin 1:n puhaltimen moottori ja laakeripukki.

Laakeripukkiin asennettujen mittauksien sijainnit ovat kuvassa 7.



Kuva 7. Laakeripukin mittauspaikat.

Mittauslaitteistot asennettiin jälkipolttimen välittömään läheisyyteen. Mittauslaitteisto sisältää VIBREX-monitorointijärjestelmän ja kytkentäkotelon, jonka sisällä on myös lämpötilamittaukseen tarvittavat PR Electronicsin 5114A ohjelmoitavat lähettimet, joilla saadaan lämpötilamittaus yhteen analogiakanavaan. Mittauslaitteisto on kuvassa 8.



Kuva 8. Värähtelymittauslaitteisto, lämpötila-anturien lähettimet sekä kytkentäkotelo.

Värähtelymittauslaitteisto konfiguroitiin siten, että mittausalueena käytetään 0-20 mm/s. Varoitusrajana käytetään 30 %:a, jolloin värinän ylittäessä tason 6 mm/s saa automaatiojärjestelmä varoitusviestin, jolloin voidaan kunnossapidolta pyytää tarkistuskäyntiä. Hälytysrajana on 50 %, jolloin värinän ylittäessä 10 mm/s voidaan tilanteen vakavuudesta riippuen pysäyttää linja tai suorittaa kunnossapidollisia toimintoja. Mittauksessa käytetään 15 sekunnin hälytysviivettä, jolla suodataan esimerkiksi käynnistyksen aikana ilmaantuvista hetkellisistä resonanssialueista johtuvia hälytyksiä. Kuvassa 9 on värinänmittauslaitteiston asetusalueet.

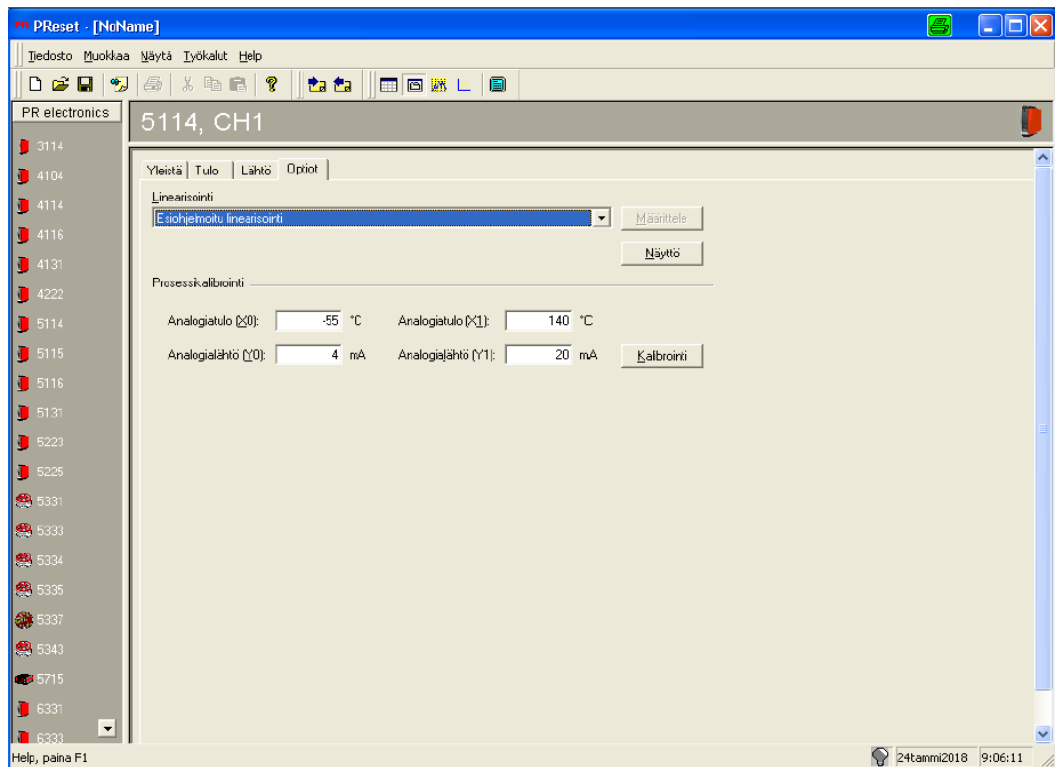


Kuva 9. Värinänmittauslaitteiston asetusalueet.

4.3 Mittauksen liittäminen logiikkaan

Logiikkakorttina oli käytettävissä yksi, Siemensin 300-sarjan 8x12bit analogiatu-
lokortti, jossa oli 4 kanavaa käytettävissä. Värinänmittauslaitteistolta tulevat sig-
naalit tarvitsevat 2 kanavaa, joten lämpötilanvalvontaan jäi 2 kanavaa käytettä-
väksi. Yleisesti käytetty PT100-lämpötilamittaus tarvitsee tarkkaan mittaukseen 3
tai 4 johdinta johtimien resistanssin poislaskemiseksi. Jotta lämpötilamittaus saa-

taisiin siten, että yksi mittaus veisi vain yhden kanavan, asennettiin värähtelymittauslaitteiston yhteyteen ohjelmoitavat lähettimet, jotka mittaavat lämpötilan PT100-antureilta ja lähettävät ne logiikalle. Tällöin yksi lämpötilanmittaus saadaan mahtumaan yhteen kanavaan.



Kuva 10. Lämpötilalähettimeiden mittausalueen asetus.

Mittausalue $-55-140\text{ °C}$ johtuu käytettävästä anturista. Anturina käytettiin Hansford Sensorsin HS-200-lämpötila-anturia, joka perustuu PT100-anturiin. PT100-mittaus perustuu siihen, että anturista mitataan koko ajan resistanssia, joka muuttuu lämpötilan funktiona, jolloin lämpötilan muuttuessa resistanssi muuttuu samassa suhteessa.

4.3.1 Logiikkakortti

Logiikkakorttina on Siemensin AI8x12Bit-analogiakortti, jonka analogiatulojen ohjelmointi tapahtuu kortin kyljessä olevilla neliön muotoisilla moduuleilla, joita kääntämällä asetetaan se, mitä kortti mittaa. Mahdolliset mittaustyypit ovat taulukossa 4.

Taulukko 4. Analogiakortin mittaustyypit.

Aseento	Mittaustyyppi
A	Termopari / resistanssimittaus
B	Jännite
C	Virta (4-johdinkytkentä)
D	Virta (2-johdinkytkentä)

Kortissa on neljä ohjelmointimoduulia, joten yhdellä valitaan kahden analogiakanavan mittaustyyppi. Värähtely- ja lämpötilanmittauksiin käytetään asennon D mittaustyyppiä eli 2-johdinkytkentää.

4.3.2 Automaatio-ohjelma

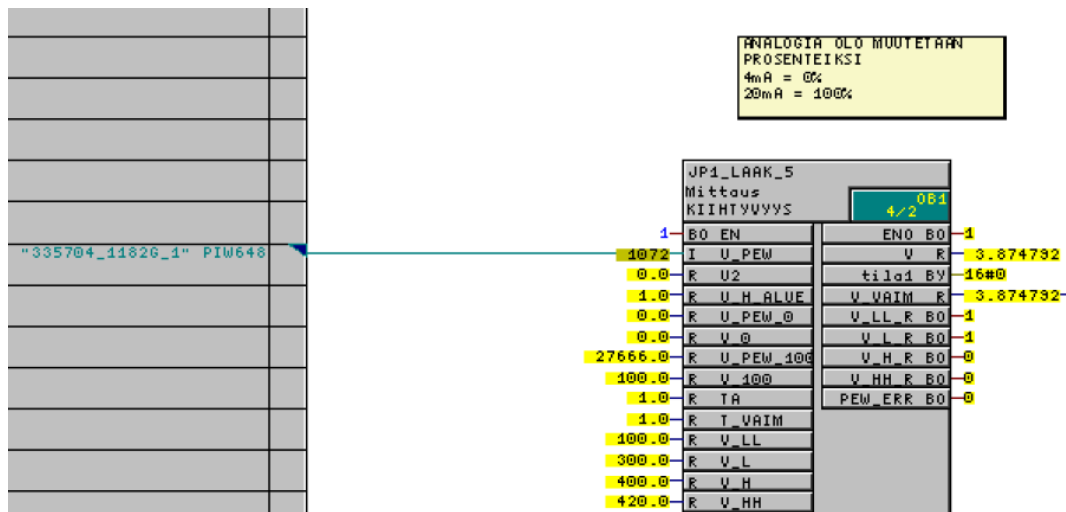
Mittausten hyödyntämiseksi automaatiossa ja mittauksien vieminen valvontajärjestelmään vaatii sen, että mittaustiedot viedään automaation analogiatulokorttiin. Jokainen mittaus tarvitsee yhden kanavan, joka määritetään automaatiojärjestelmässä siihen tarkoitukseen. Kaikki tässä projektissa asennetut analogiatulot ovat milliampeerituloja, joiden arvot ovat 4-20 mA:n välillä. Siemensin tapa käsitellä analogiatuloja on muuttaa ne kokonaisluvuiksi. Siemens skaalaa 4-20 mA:n analogiatulon logiikan sisällä 0-27648.

Analogiatulojen kytkemisen jälkeen täytyy ne ohjelman sisällä nimetä, jotta ne löytyvät helposti, sekä niitä on helppo käyttää ohjelmoinnissa. Kuvassa 11 on mittauksien analogiakanavat.

Address	Symbol	Data type	Comment
PIW 640	piw 640	INT	vanha PMT purettu
PIW 642	33630_1200_GC	INT	Uuni 2_Raitis palautusilma, takaisinkytkentämittaus
PIW 644	335703_1179_1_PDT	INT	Uuni 1 Jälkipoltin_Polttokammion paine
PIW 646	335704_1279_1_PDT	INT	Uuni 2 Jälkipoltin_Polttokammion paine
PIW 648	335704_1182G_1	INT	Jälkipoltin 1 kiihtyvyyssmittaus 1
PIW 650	335704_1182G_2	INT	Jälkipoltin 1 kiihtyvyyssmittaus 2
PIW 652	335704_1182IT_1	INT	Jälkipoltin 1 lämpötilamittaus 1
PIW 654	335704_1182IT_2	INT	Jälkipoltin 1 lämpötilamittaus 2

Kuva 11. Analogiatulojen symbolit.

Siemensin muutettua analogiatulojen milliampeeritiedot kokonaisluvuksi 0-27648 välillä, pitää kokonaisluku skaalata uudestaan erillisellä skaalauslohkolla haluttuihin arvoihin. Yleisimmin käytetään 0-100 %, koska se on helpoin ja selkein raja-alue. Kuvassa 12 on värinänmittauksen analogiatulon skaalaus prosenteiksi.

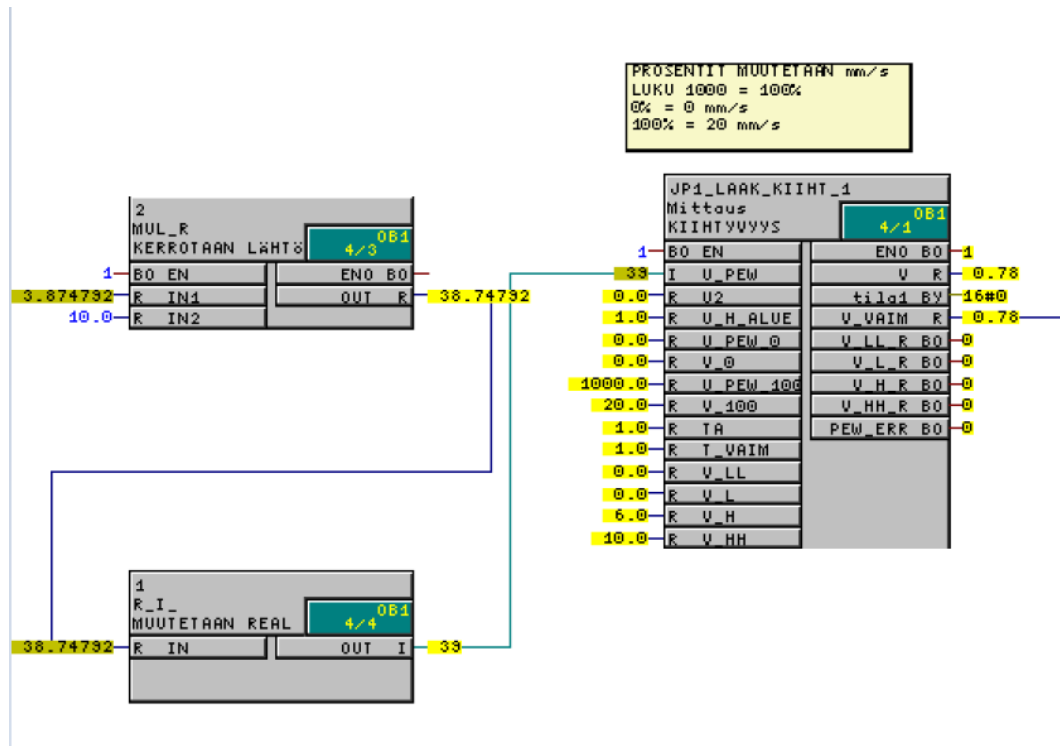


Kuva 12. Analogiatulon skaalaus prosenteiksi.

Skaalauslohkon U_PEW-kanavaan tulee analogiatulokortin mittaustieto 0-27648. Lohkoon asetetaan tuloalue, joka tässä tapauksessa on 0-27648 ja lähtöalue, johon

tulotieto skaalataan. Tässä tapauksessa tuloalue skaalataan alueelle 0-100 %, jotta sitä on helpompi käsitellä seuraavissa kohdissa.

Kuvassa 13 mittausarvo muutetaan värinänmittausyksikköön, jotta tieto voidaan siirtää valvontajärjestelmään.

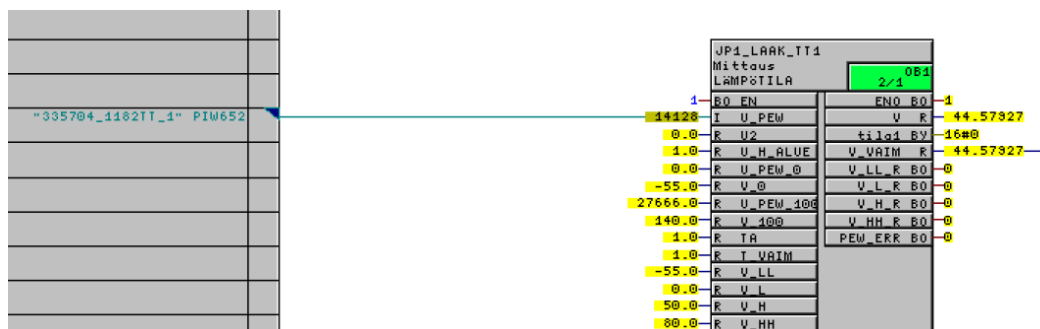


Kuva 13. Mittausarvon muuttaminen yksiköihin.

Mittausarvon skaalauksen 0-100 % jälkeen kerrotaan se vielä kymmenellä, ennen kuin se viedään seuraavalle skaalauslohkolle. Tämä tehdään sen takia, että skaalauslohkon tulo ymmärtää vain kokonaislukuja, joten reaalilukuna tuotavasta prosenttiluvusta jäisi desimaalit kokonaan pois, jolloin mittauksen tarkkuudeksi jäisi vain yksi prosentti. Kymmenellä kertomalla saadaan kokonaislukuun mukaan myös ensimmäinen desimaali, jolloin mittauksen tarkkuus paranee merkittävästi. Tämän olisi voinut tehdä jo ensimmäisessä skaalauslohkossa, mutta jos värinänmittaustietoa tarvitaan jossain muualla ohjelmassa, saadaan se nyt suoraan skaalauslohkon lähdöstä prosentteina.

Kuvan 12 skaalauslohkossa nyt laskettu mittaustieto 0-1000 muutetaan värinänmittauslaitteistoon asetettuun mittausalueeseen 0-20 mm/s. Lohkossa on myös asetettavissa hälytysrajat V_H ja V_HH, näitä käytetään valvontajärjestelmään vietyinä jo aiemmin määritettyinä varoitus- ja hälytysrajoina.

Lämpötilanmittaus tehdään samalla tavalla. Mittausalueen erilaisuudesta johtuen, pitää se huomioida skaalauslohkoa ohjelmoitaessa. Lämpötilanmittauksessa mittausalue määritetään ohjelmoitavissa lähettimissä. Lähettimiin ohjelmoitiin lämpötila-alueeksi -55-140 °C. Lähettimet skaalaavat sitten mitatun lämpötilan milliampeeritiedoksi, jonka logiikka ymmärtää samanlailla kuin värinänmittauksen tapauksessa. Kuvassa 14 lämpötilan mittausarvo skaalataan celsiusasteiksi.

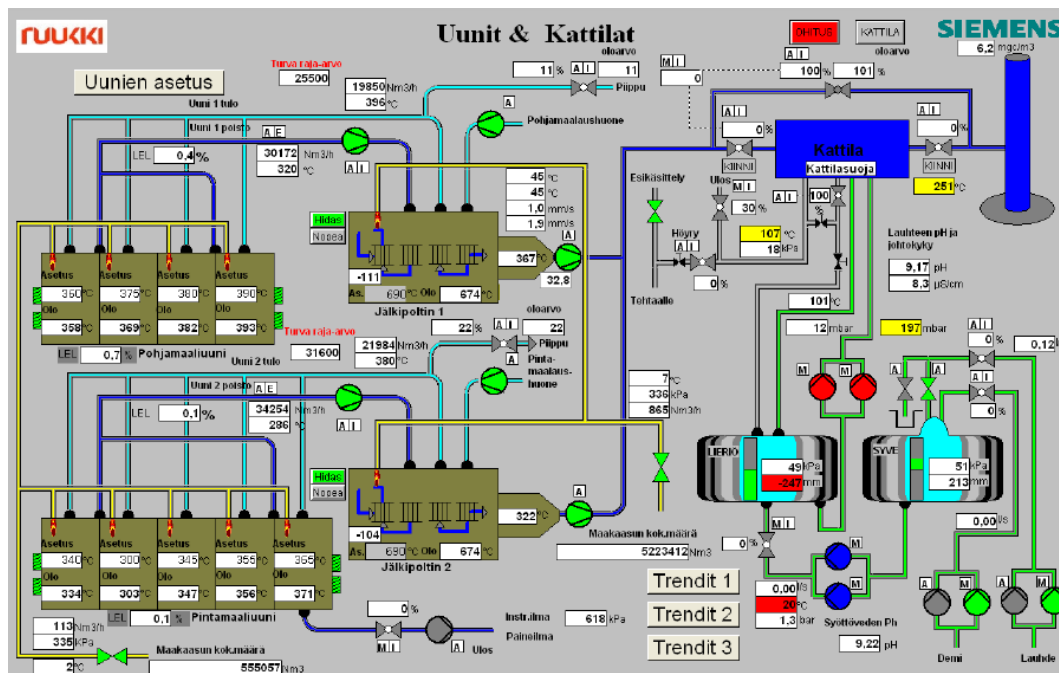


Kuva 14. Lämpötilanmittauksen skaalauslohko.

4.3.3 Käyttöliittymä

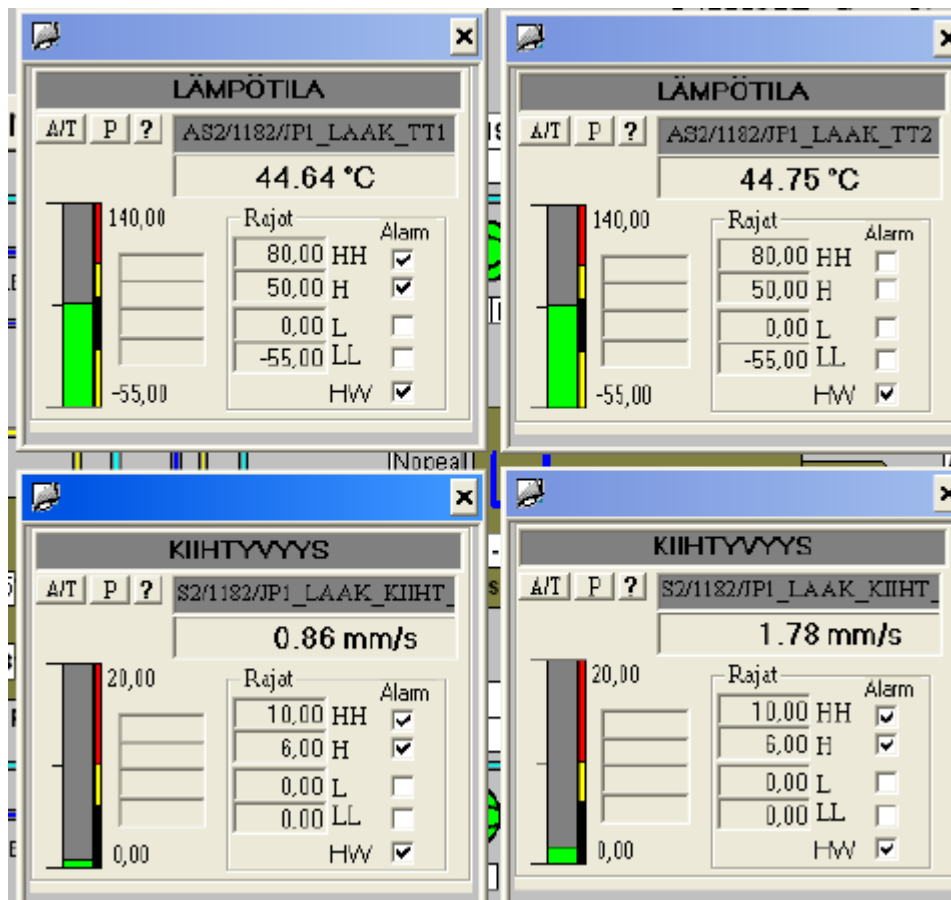
Valvomojärjestelmänä maalauslinjalla käytetään WinCC:n valvomo-ohjelmistoa. Ohjelmiston tarkoituksena on kerätä kaikki linjan tapahtumat ja tila- sekä mittaus-tiedot graafisesti käyttöhenkilöstön näkyville. Linjan suuruudesta johtuen valvomojärjestelmässä on monta eri sivua, joissa on jokaisessa pienempi osa linjaa.

Asennetut lämpötila- sekä värinänmittaukset ohjelmoitiin ”Uunit ja Kattilat” -sivulle, jossa jälkipoltin 1:n sijaitsee. Kuvassa 15 on valvomotiedot uuneista ja kattiloista.



Kuva 15. Uunien ja kattiloiden valvomokuva.

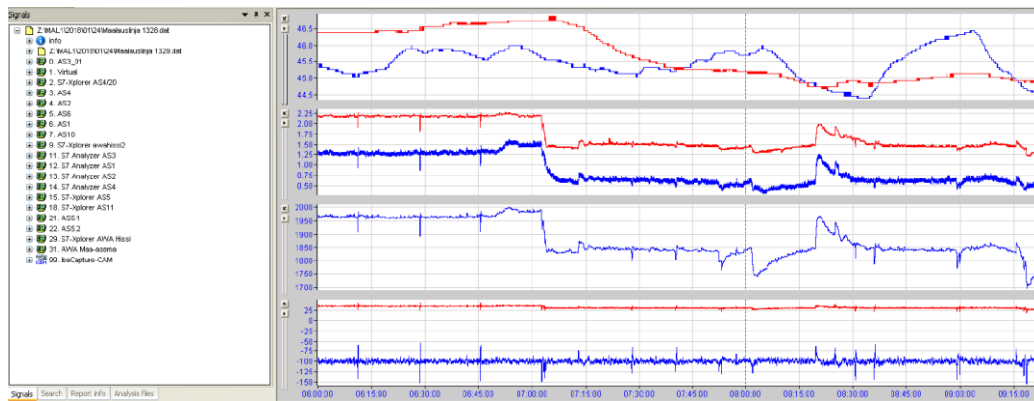
Jos mittauksia on tarve nähdä tarkemmin, voidaan ne avata erillisiksi ikkunoiksi valvomokuvaan. Mittauksien ikkunoista voidaan nähdä graafisesti kuinka lähellä varoitus- ja hälytysrajoja sen hetkiset oloarvot ovat (**Kuva 16.**).



Kuva 16. Mittauksien ponnahdusikkunat.

5 TULEVAISUUDEN HYÖDYT TOTEUTETULLA MITTAUKSELLA

Tehtaalla on käytössä ibaAnalyzer-valvontaohjelmisto, jolla voidaan seurata automaatiojärjestelmän kaikkia mittaustietoja pitkällä aikavälillä. Ohjelmaan voidaan valita automaatiojärjestelmästä halutut mittaukset ja laittaa ne allekkain, jotta voidaan nähdä samalla ruudulla, onko mittausten välillä yhtäläisyyksiä. Näitä tietoja käyttämällä kunnossapidossa voidaan etsiä vikoja, sekä poissulkea niiden mahdollisia aiheuttajia. Kuvassa 17 on seurannassa uudet lämpötilamittaukset, värähtelymittaukset, moottorin pyörimisnopeus ja moottorin käytetty momentti.



Kuva 17. Valvontajärjestelmän ikkuna.

Koska tietoa saadaan kerättyä pidemmältä ajalta, voidaan mittauskäyriä säilyttää ja verrata niitä myöhemmin mitattuihin arvoihin. Tällöin voidaan nähdä, jos esimerkiksi värähtelyn kokonaistasossa on tapahtunut nousua, joka mahdollisesti ennakoii laitteen huoltotarvetta.

6 YHTEENVETO

Jälkipolttolaitoksen kovasta lämpötilasta johtuen myös ympäristön lämpötila on normaalia korkeampi, joten laitteiston lämpötilankestävyys on koetuksella. Nyt asennetuilla mittauksilla voidaan helposti seurata laitteiston käyttäytymistä pitkällä ajanjaksolla, sekä lämpötilanmittauksen tiedoilla hallita laitteiston lämpötilaa, esimerkiksi lisäjähdytyksillä.

Koska jälkipolttolaitoksessa on kaksi jälkipoltinta ja nyt tehdyt asiat tehtiin jälkipoltin 1:n puhaltimelle, niin mittaukset voitaisiin toteuttaa myös jälkipoltin 2:lle. Tällöin saataisiin toimintavarmuutta sekä kunnossapidollisia hyötyjä myös toiselle puhaltimelle.

Erityisesti puhallinkäytöissä värähtelymittaus on hyvä olla, koska niissä pyörimisnopeudet ovat yleensä kovia, lähellä moottorin nimellisnopeutta. Erityisesti tässä työssä käsitelty laitteisto on kooltaan suuri, joten jo pieni epätasapaino, esimerkiksi puhaltimen siipipyörässä, aiheuttaa ei-toivottua värähtelyä. Linjan jatkuvatoimivuuden takia myös värähtelyrasitus on jatkuvaa, mikä pitkällä aikavälillä ei ole koskaan hyvä kiinteille laitteistoille.

Opinnäytetyö oli aiheena hyvin mielenkiintoinen ja työn aikana pääsi näkemään kuinka teollisuudessa, etenkin jatkuvatoimisilla linjoilla, tehdään laitteistouudistuksia ja kehityksiä.

LÄHTEET

/1/ Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) liuottimia käyttävässä pintakäsittelyssä. 23/2008. Helsinki. Suomen ympäristökeskus SYKE. Viitattu 16.1.2018. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38357/SY_23_2008.pdf?sequence=3

/2/ SSAB lyhyesti. Viitattu 27.2.2018. <https://www.ssab.fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhye>

