

Petri Taipale

Goss Newliner -painokoneen ratojenhallinta

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikka

Koneautomaatio



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaation suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Petri Taipale

Työn nimi: Goss Newsliner -painokoneen ratojenhallinta

Ohjaaja: Martti Lehtonen

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 45

Liitteiden lukumäärä: 6

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selkeyttää sekä kehittää I-print Oy:n Goss Newsliner -painokoneen radanhallintaan liittyviä toimintoja ja laitteita. Tehtävänä oli tutkia painokoneen ajettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ja ongelmia, sekä niiden mittausmenetelmiä. Tutkimuksen perusteella selvitettiin nykyisin painokoneelta saatavia mittauksia, sekä mitä mittausmenetelmiä voitaisiin lisätä ajettavuuden seurantaan kohtuullisilla kustannuksilla.

Painokoneella tehtiin tutkimuksen perusteella erilaisia ajettavuuteen liittyviä käytännön mittauksia normaalin tuotannon aikana, sekä erikseen järjestetyillä koeajoilla. Tutkimustuloksia analysoitiin ja verrattiin teorialtutkimuksessa esille tulleisiin seikkoihin. Tutkimustulosten toivotaan vähentävän painokoneella esiintyviä häiriöitä, sekä tuovan painokoneella työskenteleville painajille uusia näkökulmia ongelmatilanteita ratkottaessa.

Asiasanat: painokone, ajettavuus, ratajännitys

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Automation Technology
Specialisation: Machine Automation

Author: Petri Taipale

Title of the thesis: Runnability of the Goss Newsliner printing press

Supervisor: Martti Lehtonen

Year: 2011 Number of pages:45 Number of appendices:6

This Bachelor's thesis was commissioned by I-print Oy, which is located in Seinäjoki. The purpose of this study was to clarify and develop paper runnability of the Goss Newsliner printing press. The task was to investigate the printing press runnability factors and problems and their measurement methods. The study investigated derived measurements of the current printing machine as well as measurement methods to increase the runnability monitoring at a reasonable cost.

Runnability of the press was examined with the practical measurements during the normal production and with separately arranged test runs. The results were analyzed and compared to the current set values. The results of the study are expected to reduce faults and interruptions of production. The experiences will also be used to give printers understanding in solving the problems in web tension.

Keywords: printing press, runnability, web tension

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKO

1 JOHDANTO	10
1.1 Työn tavoite ja toteutustapa	10
2 PAINOKONEEN RADANHALLINTA	11
2.1 Radanhallinnan perusteet	11
2.2 Painokoneen ajettavuuteen vaikuttavat tekijät	12
3 MITTAUSMENETELMÄT	15
3.1 Yleistä	15
3.2 Ratajännitys	15
3.3 Kohdistusmittaus	16
3.4 Telanopeudet	16
3.5 Vektorissat ja nipit	17
4 GOSS NEWSLINER -PAINOKONEEN JÄRJESTELMÄ	18
4.1 Yleistä	18
4.2 Rullapukit	18
4.3 Ratajännitysmittaukset	19
4.4 Vetotelat	19
4.5 Ongelmat radanhallinnassa	21
4.6 Kehitystarpeet	22
5 TUTKIMUKSET JA TOTEUTUKSET	23
5.1 Lähtökohtia mittauksiin	23
5.2 Ratakireyden mittalaitteiden valinta	25
5.3 Ratakireysmittausten lisäys	26
5.4 Mittaukset olemassa olevalla järjestelmällä	28
5.5 Mittaukset ulkoisella mittalaitteella	30
5.5.1 Outfeed pois käytöstä	33

5.5.2	Outfeed nopeussäädöllä	34
5.5.3	Outfeed vakiojännityssäädöllä	35
5.5.4	Outfeed jännityserosäädöllä.....	36
5.5.5	Outfeed-telan asetusarvon muutos nopeussäädöllä.....	37
6	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	38
6.1	Radanhallinnan tärkeimmät osa-alueet	38
6.2	Painoyksiköiden U1 - U4 outfeed-telan toiminta	38
6.3	Painoyksikön U0 ratajännitysmittaukset	40
6.4	RTF- ja nippitelojen nopeudet	41
6.5	Painoyksikön U3 rataan lisättävät ratajännitysmittaukset.....	41
6.6	Painokoneen kunnossapito ja puhtaus.....	42
7	YHTEENVETO.....	43
	LÄHTEET.....	44
	LIITTEET.....	45

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Aura	Kolmikulmainen metallilevy, jonka avulla raina taitetaan. Näin syntyy ensimmäinen, radan suuntainen taite.
Johdintela	Paperiradalla oleva tela, joka pyörii vapaasti radan mukana.
Kääntötanko	Kääntötangot ovat kaksi kulmittain asennettua tankoa, joiden avulla paperiraina siirretään painoradan puolelta toiselle
Nippi	Telojen välinen kontaktissa oleva alue.
Offset	Epäsuora laakapainomenetelmä; painokuva painetaan painolevyltä aluksi kumipeitteiselle sylinterille ja vasta tästä paperille.
Ratajännitys	Paperiradan koneensuuntainen vetojännitys.
Printa	Honeywell Oy:n valmistama ja toimittama painokoneen ohjausjärjestelmä
RFB-tela	Rataa kääntötangoille vetävä tela
RTF-tela	Taittolaitteen auran yläpuolinen vetotela
Rullapukki	Laite, jolla paperirataa syötetään painokoneelle.
Tabloid	Sanomalehden formaatti, jonka koko on puolet broadsheet koosta (280 mm * 400 mm)

Vetorissa	Vapaasti pyörivä rulla, jolla painetaan paperirataa vetävää telaa vasten.
Vetotela	Paperiradalla oleva tela, jolla on mekaaninen tai sähköinen veto.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Radan käänö kääntötangostolla	13
Kuva 2. Ratajännityksen mittaustapoja	16
Kuva 3. Painoyksikön ylärakenne	20
Kuva 4. Taittolaitteen auran rakenne	21
Kuva 5. Ratajännitykset taittolaitteella ennen RTF-teloja.....	23
Kuva 6. Ratajännitykset ennen ja jälkeen painoyksikön.....	24
Kuva 7. Ratajännitysprofiili painokoneella.....	24
Kuva 8. Voima-anturi sekä vahvistin	26
Kuva 9. Lisättävät mittaustelat	27
Kuva 10. Mittaustelan kalibrointi	27
Kuva 11. Ratajännitysprofiili painokoneen startissa	29
Kuva 12. Ratajännitysprofiili rullanvaihoissa	30
Kuva 13. Mittauksissa käytetty mittalaite	31
Kuva 14. Mittauspisteet sekä niiden sijainnit painokoneella.....	32
Kuva 15. Outfeed -tela pois käytöstä	33

Kuva 16. Outfeed nopeussäädöllä	34
Kuva 17. Outfeed vakioratajännitysohjauksella	35
Kuva 18. Outfeed ratajännityserosäädöllä	36
Kuva 19. Outfeed-telan nopeudensäätö	37
Kuva 20. Outfeed -telan nopeudenmuutoksen vaikutus ratajännitykseen.....	37
Kuva 21. Ratajännitystasot eri ajotavoilla, nopeuksilla 9600 ja 16800 kpl/h	39
Kuva 22. Rajajännitysheittelet eri ajotavoilla, nopeuksilla 9800 ja 16800 kpl/h	39

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana on I-print Oy, joka on Ilkka-Yhtymä Oyj:n täysin omistama tytäryhtiö. Henkilöstöä yhtiössä on keskimäärin 75. I-print Oy toimii Ilkka-Yhtymän muiden tytäryhtiöiden tuotantolaitoksena. Konsernin tuotteiden lisäksi I-print Oy painaa huomattavan määrän valtakunnallisten asiakkaiden tuotteita. (Halonen 2011.)

Työ on tehty I-print Oy:n sanomalehtipainoon Lehtitehtaalle. Lehtitehtaan päätuotteet ovat coldset-tekniikalla painetut tabloid- ja broadsheet-tuotteet lisäpalveluineen. Goss Newsliner -painokone on käyttöön otettu 1997. Painokoneen maksimi sivumäärä on 80 broadsheet-sivua ja maksimi tuotantonopeus 140000 kpl/h. (Halonen 2011.)

1.1 Työn tavoite ja toteutustapa

Työn tavoitteena on selkeyttää ja kehittää Goss Newsliner -painokoneen radanhallintaa liittyviä seikkoja painamisen aikana.

Aluksi selvitettiin yleisesti, mitkä ja miten erilaiset toiminnot tai laitteet vaikuttavat painokoneen radanhallintaan. Tämän jälkeen selvitettiin, mitä erilaisia mittausmenetelmiä voitaisiin painokoneella hyödyntää painoradan käyttäytymisen selvittämiseksi. Seuraavaksi käytiin läpi Goss Newslinerin nykyiset painokoneen radanhallintaan liittyvät toiminnot ja laitteet.

Tutkimus- ja toteutusosuudessa painokoneella tehtiin erilaisia mittauksia, painokoneen ohjausjärjestelmästä saatavilla mittauksilla sekä erillisillä mittauslaitteilla. Tämän jälkeen on selvitetty mitä mittauksia painokoneelle voitaisiin lisätä, jotta radanhallinnasta saataisiin selkeämpää ja yksilöllisempää tietoa käyttäjille.

2 PAINOKONEEN RADANHALLINTA

2.1 Radanhallinnan perusteet

Painoprosessiin vaikuttavat tekijät voidaan jakaa karkeasti kahteen eri tekijään, laadullisiin eli painettavuustekijöihin sekä tuotannollisiin eli ajettavuustekijöihin, joihin tässä työssä pääosin on keskitytty. Tärkeimmät ajettavuuteen vaikuttavat tekijät ovat paperin ja painokoneen väliset vuorovaikutukset eli ratajännitys ja radan hallittavuus sekä offsetkoneella värin ja kostutusveden vuorovaikutusten hallittavuus. Ajettavuushäiriöt johtuvat paperissa tai painokoneessa olevista häiriöistä tai siitä, että paperin ja painokoneen vuorovaikutuksissa saavutetaan ääriarvoja. Ajettavuushäiriöt esiintyvät ratakatkoina, kohdistusvirheinä, radan lepatuksena sekä laskostumisena. (Meinander, Jantunen & Ylinen, 1982 6-9.)

Ajettavuuden kannalta on tärkeää miten painokone kuormittaa paperirataa. Kaikki painokoneen osat, jotka koskettavat paperirataa, vaikuttavat radassa vallitsevaan jännitykseen. Ratajännitykselle annetaan tietty ratajännitystaso rullajarrun, painoyksiköiden ja vetotelojen avulla. Tämän jännitystason valintaan vaikuttaa radan hallittavuus ja katkoalttius. Ratajännityksessä tapahtuu kahden tyyppisiä ratajännitysvaihteluita, jaksollisia ratajännityshäiriöitä sekä ratajännityshuippuja. Jaksollisia ratajännityshäiriöitä syntyy kaikista painokoneen teloista ja sylintereistä, joiden kanssa paperirata joutuu kosketuksiin, lisäksi paperirullan epäpyöreys ja tasapainotus aiheuttaa niitä. Jaksollisia ratajännityshäiriöitä esiintyy aina painokoneen pyöriessä. Ratajännityshuiput syntyvät, kun koneella tapahtuu äkillinen muutos, kuten rullanvaihto, koneen nopeuden hidastus tai kiihdytys. Ongelma johtuu telojen ja paperirullan hitaudesta. (Meinander, Jantunen & Ylinen 1982, 8-10.)

Radan hallittavuuden heikkeneminen voi ilmetä radan lepattamisena, rataa muodostuvina vekkeinä tai että rata vaeltelee sivusuunnassa. Radan lepatus johtuu radassa esiintyvistä ratajännityshäiriöistä tai paperin tarttumisesta teloihin ja kumi-
peitteisiin. Vekinmuodostus voi johtua johdintelojen taipumisesta tai niiden likai-

suudesta sekä epätasaisesta ratajännitysprofiilista. Radan hallittavuuden ylläpitämiseksi tarvitaan tietty ratajännitystaso. Mikäli ratajännitys on liian alhainen, rata alkaa helposti lepattamaan tai kulkeutua sivusuunnassa. Liian suuri ratajännitys lisää taas ratakatoaluttuutta. (Oittinen & Saarelma 1998, 213-224.)

Offsetpainatuksessa myös värin ja kostutusveden vuorovaikutus vaikuttavat ajettavuuteen. Offsetprosessi perustuu värin ja veden sekoittumattomuuteen. Vesimäärän lisääminen voi nostaa paperin kitkaa painoyksiköiden jälkeen. Kohdissa, missä paperirata joutuu kosketuksiin suuremmalla nopeudella pyörivien toisten paperiratojen tai vetotelojen kanssa, lisääntynyt kitka voi aiheuttaa jännityshuipun, joka aiheuttaa ratakaton. Lisääntynyt vesimäärä heikentää myös paperin, ja ääritapauksessa painoyksikköön kanavoitunut vesi voi aiheuttaa paperiradan yli heikon vesivyöhykkeen, joka aiheuttaa ratakaton. (Juhola, Komppa, Koskinen, Lindqvist & Linna 1991, 23-52.)

2.2 Painokoneen ajettavuuteen vaikuttavat tekijät

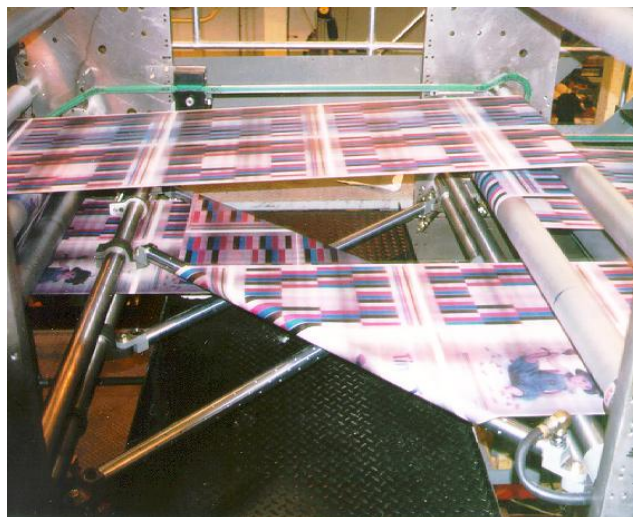
Paperirullassa esiintyvä epäpyöreys ja tasapainottomuus vaikuttaa huomattavasti ratajännitykseen. Heiluritela vaikuttaa vain hyvin vähän rullasta peräisin oleviin ratajännityshäiriöihin, koska se toimii hitaasti ja kompensoi ainoastaan hitaat jännitysvaihtelut. Painonipit sen sijaan tasoittavat rullan aiheuttamat jännityshuiput, joten painoyksiköiden jälkeen ne eivät enää aiheuta vaarallisia huippuja. Jos ajettava rulla jarrutetaan eri tavalla ajon aikana kuin uutta rullaa rullanvaihdon aikana, syntyy vaihdossa jännityshäiriö myös silloin, kun rulla siirtyy jarrutustavasta toiseen. Tämä jännityshäiriö esiintyy noin 10 sekuntia rullanvaihdon jälkeen ja kestää noin 1 sekunnin. (Meinander, Jantunen & Ylinen 1982, 40-44.)

Paperirata ja johdintelat muodostavat värähtelevän järjestelmän. Värähtelyjen taajuus riippuu telojen pyörimisnopeudesta ja amplitudi häiriöiden suuruudesta. Johdintelojen aiheuttamat ratajännityshäiriöt riippuvat telojen laakereiden kunnosta, telojen tasapainotuksesta sekä telojen lukumäärästä. Myös johdintelojen puhtaus

vaikuttaa ajettavuuteen. On erittäin tärkeää, että johtotelat ovat suorassa linjassa koneen linjaan nähden. Vinossa olevat johdintelat lisäävät ratakatkojen mahdollisuutta sekä radan stabilointi saattaa olla vaikeaa. (Meinander, Jantunen & Ylinen 1982, 44-45.)

Vetotelat vaikuttavat ratajännitykseen kahdella tavalla: paperin ja telan nopeuserolla sekä aiheuttamalla jännityshäiriöitä vastaavalla tavalla kuin johdintelat. Painoyksiköiden jälkeiset vetotelat pyörivät yleensä noin kaksi prosenttia suuremmalla kehänopeudella kuin paperirata. On tärkeää että vetotelojen rihlaukset eivät ole tukossa. Rihlausten tukkoisuus vaikuttaa ratajännitykseen. Myös paperirainaa vetoteloihin painavien vetorissojen kunto ja käytettävä puristusaine on tärkeää oikean vedon kannalta. (Meinander, Jantunen & Ylinen 1982, 45-46.)

Kääntötangot ovat kaksi kulmittain asennettua tankoa, joiden avulla paperiraina siirretään painoradan puolelta toiselle. Kääntötangot ovat kiinteitä, joten ne eivät pyöri paperiradan mukana. Tangoissa on reikiä, joista puhalletaan ilmaa kitkan vähentämiseksi. On tärkeää että tangot ovat puhtaita ja puhallusreiät auki. (Käyttöohjekirja Goss kääntötangot 1997.)



Kuva 1. Radan käänö kääntötangostolla

Paperin tarttuminen kumikankaaseen aiheuttaa sekä ratajännityshäiriöitä että radan lepattamista. Vastakkaisten peitesylintereiden kumikankaiden välisten nippien pitää olla oikeat. Liian tiukka nippi aiheuttaa radan puskemista.

Painokoneen jarrutus ja kiihdytys aiheuttavat suuria satunnaisia ratajännityshäiriöitä. Lisäksi ratajännitystaso voi olla erilainen painokoneen nopeuden eri tasoilla. (Juhola, Komppa, Koskinen, Lindqvist & Linna 1991, 23-52.)

3 MITTAUSMENETELMÄT

3.1 Yleistä

Ajettavuushäiriöiden selvittämiseksi voidaan painokoneella mitata ratajännitystä, kohdistusvirheitä, radan lepatusta, nippien puristuksia sekä painokoneen telojen nopeuseroja.

3.2 Ratajännitys

Ratajännitystä voidaan mitata joko kiinteillä antureilla, jotka mittaavat johdintelojen kuormitusta, tai erilaisilla antureilla, jotka mittaavat ratajännitystä suoraan paperiradalta. Johdintelojen kuormitusantureita sijoitetaan kiinteästi painokoneen eri kohtiin, ja niillä mitataan keskimääräistä ratajännitystä. Johdintelojen kuormitusantureita käytetään yleensä vain ratajännitystason mittaamiseen, mutta niillä voi myös mitata vaihteluja, joiden taajuus on 10 Hz:iin saakka, mutta silloin on otettava huomioon, että mittaustela aiheuttaa häiriöitä mittaussignaaliin, ja näin ollen signaalia ei kannata esimerkiksi taajuusanalysoida. Satunnaisia jännityshäiriöitä, jotka aiheutuvat esimerkiksi rullanvaihdosta, voidaan kuitenkin mitata myös tämän tyyppisillä antureilla. Usein signaali suodatetaan kuitenkin niin että se näyttää ainoastaan ratajännitystason. Suoraan paperiradasta mittaavat ratajännitysanturit ovat yleensä pistemittaavia, toisin sanoen niillä voidaan mitata ratajännitystä rajoitetulta rataosuudelta. Lisäksi nämä laitteet yleensä mittaavat hyvin nopeasti, joten ne soveltuvat myös ratajännitysvaihtelujen mittaukseen. (Meinander, Jantunen & Ylinen 1982, 77-82.)



Kuva 2. Ratajännityksen mittaustapoja

3.3 Kohdistusmittaus

Kohdistuksen mittaus ja säätö on perustunut aikaisemmin painojäljen visuaaliseen tarkastukseen. Nykyisin on käytössä järjestelmiä, joilla pystytään lukemaan painoyksiköillä painettuja merkkejä liikkuvasta paperiradasta. Kyseinen järjestelmä soveltuu myös prosessin ohjaukseen. Järjestelmästä saadaan tietoa kehä- että sivuttaissuuntaisista kohdistusheitoista. (Meinander, Jantunen & Ylinen 1982, 77-82.)

3.4 Telanopeudet

Painokoneella olevien vetotelojen nopeutta voidaan mitata takometreillä tai encodeereilla. Nopeuden esittäminen käyttäjille on hankalaa, sillä se muuttuu jonkin verran ajon aikana nopealla syklillä. Helpoin tapa nopeuden seurantaan on luoda mitauksista trendit. Sijoittamalla telojen nopeustrendit samaan kuvaajaan voidaan seurata, että telojen nopeudet kasvavat selektiivisesti loppua kohden.

3.5 Vetorissat ja nipit

Vetorissojen puristusaine paperirataan on tärkeää radanhallinnassa. Painaja sää-
tää paineen käsikäyttöisellä paineensäätäjällä ajotapaan nähden sopivaksi. Mitta-
ustapana olisi mahdollisuus mitata vetorissoihin vaikuttava paine painelähtimellä
sekä siirtää mittaus ohjausjärjestelmään. Nippien mittaaminen radan liikkua on
hankalaa. Mittaaminen pitää suorittaa koneen ollessa pysähtyneenä.

4 GOSS NEWSLINER -PAINOKONEEN JÄRJESTELMÄ

4.1 Yleistä

Goss Newsliner - painokoneella oleva ratajännitysjärjestelmä on lähes samanlainen kuin edellä on kuvattu. Radan kulussa on erilaisia tekijöitä, jotka vaikuttava radanhallintaan. Kaikki alkaa paperirullasta, joka sijaitsee rullapukissa. Rullasta paperirata vedetään seuraavassa järjestyksessä: rullapukin telasto, heiluritela, johtotelat, ratajännitystela, painoyksikön kumitelat, ratajännitystela, outfeed-tela, johtotelat, RBF-telasto, rekisteritelat, johtotelat, kääntötanko, johtotelat, ylempi RTF-tela, alempi RTF-tela, aura, nielutelat, nippitelat, katkaisusylinteri, taittosylinteri, naukkarisylinteri, siipipyörät, luovutushihna. Kirjallisuudessa väitetään että viimeisin elementti, joka vaikuttaa ratajännitykseen on taittolaitteen naukkarisylinteri. (Liite 1)

4.2 Rullapukit

Rullapukille asetellaan tietty jännitystaso, jolla määritellään paperiradan perusjännitystaso. Jännitystaso määritellään heiluritelan vastapainetta muuttamalla (1 - 4 bar). Rullaa jarrutetaan kahdella eri tavalla. Normaalin ajon aikana rullaa jarruttaa hihnajarru. Hihnoiden nopeutta ohjataan DC-käytöllä. Hihnat pyörivät samaa nopeutta kuin painokone. Nopeutta korjataan heiluritelan asennon mukaan. Mikäli tela alkaa nousemaan nollakohdasta, vähennetään nopeutta, ja kun se alkaa laskemaan lisätään nopeutta. Rullan vaihdon aikana jarrutus siirtyy karajarrulle, joka saa säätöarvonsa kuten hihnajarrukin. (Käyttöohjekirja Goss CT50 Rullapukki 1997.)

4.3 Ratajännitysmittaukset

Painokoneella on ratajännitysteloja jokaisen painoyksikön ala- ja yläpuolella, viidellä painoyksiköllä yhteensä 10 kappaletta. Ratajännitystelojen mittaukset on siirretty Printa-ohjausjärjestelmään analogiatietona.

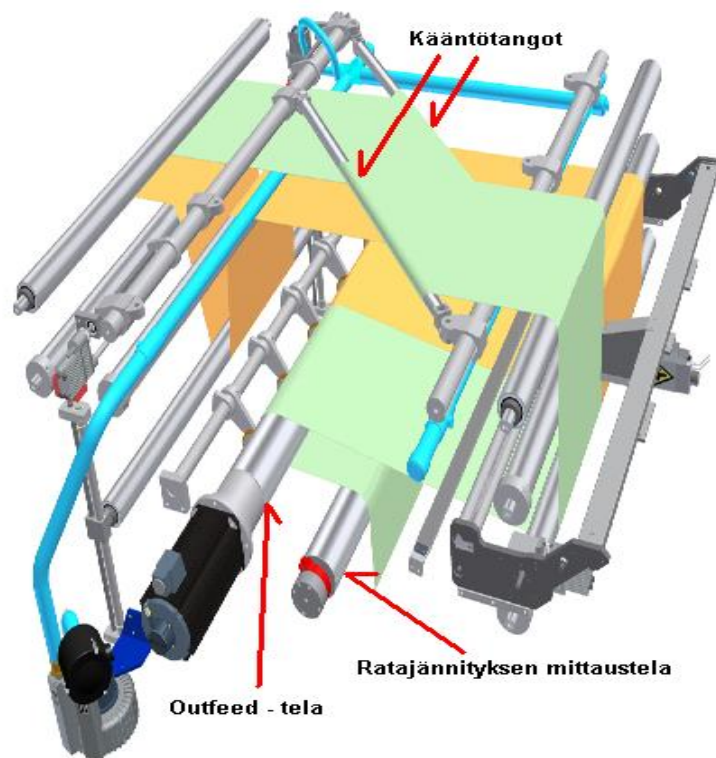
Neljän painoyksikön mittauslaitteet ovat Strainstallin valmistamia. Johdintelan kuormitusta mitataan telan molemmissa päissä olevilla voima-antureilla, joiden maksimi kuormitettavuus on 200 kg. Voima-anturit ovat tyypiltään Strainstall 2854 ja niiden toimintaperiaatteena on venymäliuskat herkkyydeltään 1,1 mV/V. Voima-anturit on liitetty rinnakkain saman valmistajan vahvistimeen. Vahvistin antaa ulostulona 0 – 10 V, joka on kalibroitu niin, että 10 V:in ulostulo saadaan 84 kg:n kuormalla. Vahvistin laskee molempien voima-antureiden arvot yhteen. Nollasäädöllä on säädetty telan paino pois. Printa-järjestelmässä käytetään mittayksikkönä 0 – 100 %, joka vastaa arvoa 0 – 84 kg.

Uusimmalla painoyksiköllä on ABB valmistamat ratajännitysmittaukset (load cell), niiden tekniikka on kehittyneempää kuin Strainstallin valmistamat. Voima-anturit ovat tyypiltään PRFL 101, joka maksimi kuormitettavuus on 0,5 KN. Anturit on liitetty ABB:n vahvistimeen PFEA 112-20. Vahvistin antaa ulostulona 0 – 10 V. Mittaustulo tuodaan järjestelmään kilogrammoina, jossa se muutetaan newtoneiksi. Tämän jälkeen arvo muutetaan vielä käytettävän rataleveyyden mukaisesti dN/m. ABB-vahvistimelta saadaan nähtyä johdintelan kuormitukset erikseen molemmista antureista, mutta tietoa ei ole viety ohjausjärjestelmään. Painoyksikön yläpuolisten ratajännitysmittausten tiedot on viety myös outfeed-käyttöille, jotka säätelevät ratajännitystä ajon aikana. (Käyttöohjekirja Goss HT70 Painoyksikkö 1997.)

4.4 Vetotelat

Outfeed-tela sijaitsee painoyksikön yläpuolella. Telan nopeutta ohjataan AC-servokäytöllä. Outfeed-telan tehtävänä on vetää rataa painoyksiköltä sekä syöt-

tää sitä eteenpäin RFB-telastolle sekä kääntötangostolle. Outfeedin ohjaustavaksi voidaan valita kolme eri tapaa: Nopeusmoodi, jolloin tela pyörii asetetun prosenttiarvon koneen nopeutta nopeampaa. Ratajännitysmoodi, jolloin tela pitää painoyksikön jälkeisellä mittaustelalla vakioratajännityksen. Ratajännitysero-moodi, jolloin tela pitää painoyksikön ala- ja yläpuolisella mittaustelalla asetellun ratajännityseron.

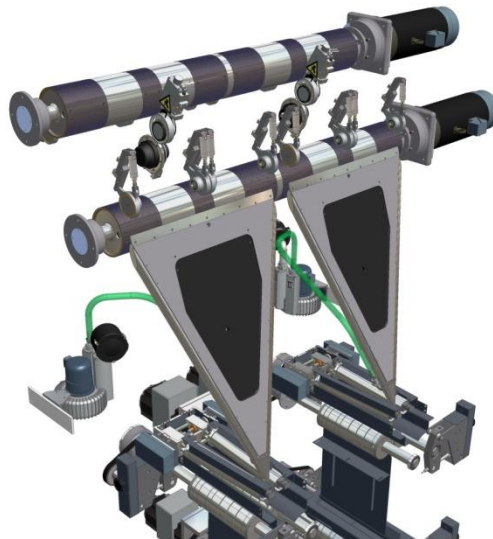


Kuva 3. Painoyksikön ylärakenne

RFB-telasto sijaitsee painoyksikön ja taittolaitteen välissä ja sen tarkoituksensa on syöttää paperirataa kääntötangostolle. Telastolla sijaitsee myös paperiradan halkaisuterät. Telastoa ohjataan AC-servokäytöllä. Telan ylinopeutta voidaan säätää 0 – 0.5 prosentin välillä.

RTF-teloilla rataa syötetään taittolaitteelle. Teloilla on myös halkaisuterät. Telat pyörivät mekaanisesti painokoneen nopeuden mukaan. Jokaisella telalla on tämän lisäksi taajuusmuuttajalla ohjattu moottori, jonka avulla telan ylinopeutta voidaan

säätää. Mikäli moottori otetaan kokonaan pois käytöstä ja lukitaan se niin, ettei se pääse pyörimään koneen mukana, pyörivät vetotelat silloin 2 prosenttia nopeampaa, kuin painokone. Mitä lujempaa telan moottoria pyöritetään, sitä hiljempaa ohjattava tela pyörii. (Käyttöohjekirja Goss J-2.3.3 taittolaitte 1997.)



Kuva 4. Taittolaitteen auran rakenne

Nippitelat sijaitsevat taittolaitteella auran jälkeen, ja niillä ohjataan auralla taitettuja paperiratoja katkaisusylinterille. Nippitelojen nopeuden ohjaus on samanlainen, kuin RTF-telojenkin. Nippitelojen vetorenkaiden halkaisijat kasvavat alaspäin mentäessä. Tällä toimenpiteellä saadaan nippitelojen ylinopeudet kasvamaan katkaisusylinteriä kohti mentäessä. Lisäksi vetotelojen puristusta voidaan säätää. (Käyttöohjekirja Goss J-2.3.3 taittolaitte 1997.)

4.5 Ongelmat radanhallinnassa

Painokoneella ilmenee ajoittain häiriöitä, jotka tekevät radanhallinnasta haastavaa. Suurimmat yksittäiset ongelmat johtuvat laitteiden teknisistä vioista, rullavioista, käytettävästä paperilaadusta sekä painokoneen puhtaudesta ja säädöistä. Häiriöt esiintyvät ratakatkoina, kohdistusheittoina, radan lepattamisena tai vekkiiintymise-

nä, radan vaeltamisena tai radan karkaamisena taittolaitteella. Painajien mukaan suurimmat ongelmat esiintyvät, kun tuote ajetaan kahdelle auralle tai tuotteen ajamiseen käytetään useampaa kuin kahta painoyksikköä.

4.6 Kehitystarpeet

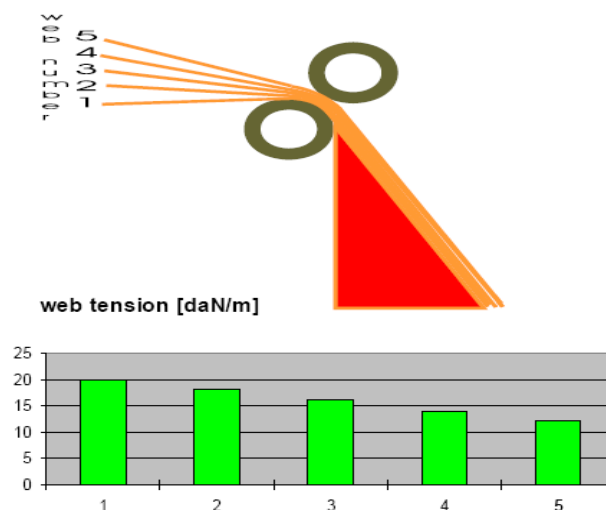
Painajat tarvitsisivat työkaluja, joiden avulla he pystyisivät nopeasti ja luotettavasti kohdistamaan radanhallinnassa esiintyvän häiriön. Työkalut voisivat olla seuranta- ja diagnostiikkanäyttöjä, joiden avulla he näkisivät esimerkiksi trendikäyrän avulla painokoneen nopeudet sekä paperiradan ratajännitykset. Teknisten laitevikojen vähentämiseksi on ainoastaan vain yksi keino, tehokas laitteiden ennakkohuolto sekä laitteiden säännöllinen kalibrointi. Halkaisu- ja katkaisuterien pitää olla terävät sekä niiden säädöt on oltava kohdillaan. Katkaisusylinterillä olevien katkaisuterien sekä niiden kumisten vastakappaleiden on oltava hyvässä kunnossa. Myös painokoneen telojen ja rihlausten puhtaus vaikuttaa ajettavuuteen. Lisäksi painajat tarvitsisivat tietoa siitä, miten koneen ajettavuuteen vaikuttavat säätötavat ja -arvot toimivat käytännössä. (I-print Oy painajat 2010.)

5 TUTKIMUKSET JA TOTEUTUKSET

5.1 Lähtökohtia mittauksiin

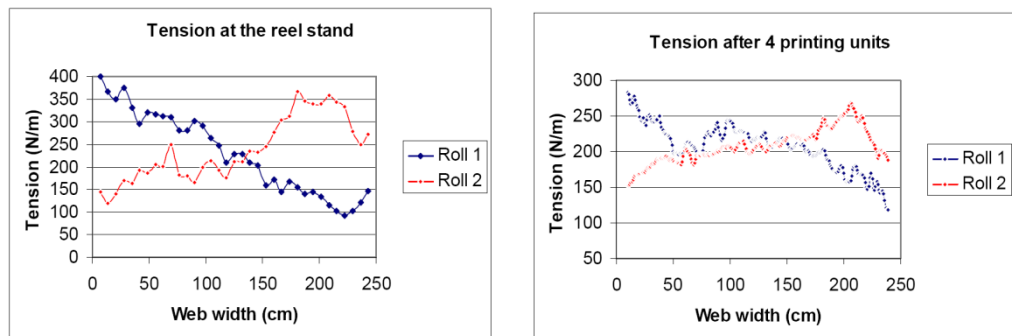
Lähtökohtia mittaustulosten analysointiin löytyi julkaistusta kirjallisuudesta kyseiseen aiheeseen varsin vähän, varsinkin suomen kielellä. Suomessa VTT on tehnyt jonkin verran tutkimuksia painokoneen radan käyttäytymisestä sekä julkaissut myös niistä raportteja. Tietoa on hyödynnetty lähinnä sanomalehtipaperin valmistuksessa. Vuonna 2007 tämän työn tekijä osallistui Honeywellin järjestämään seminaariin, jossa yhden esitelmän piti VTT Markku Parola aiheesta painokoneen ajettavuus. Kyseisen esitelmän pohjalta saatiin laadittu viitteitä antavan kuvan siitä, miten ratajännitys käyttäytyy painokoneella. Ratajännitykseen vaikuttaa hyvin paljon erilaisia muuttujia, eikä tämän takia esimerkiksi eri valmistajien painokoneiden ratajännitysprofileja voi verrata toisiinsa.

Yksi mielenkiintoinen asia on päällekkäisten ratojen käyttäytyminen taittolaitteella ennen auraa. Radat tulevat auralle vetotelojen kautta. Paperiratoja painetaan vetotelaa vasten kumisilla rissapyörillä, joiden painetta voidaan säätää. Kuva 5 esittää, miten ratajännitys eroaa eri paperirainoilla. (Parola, 1997.)



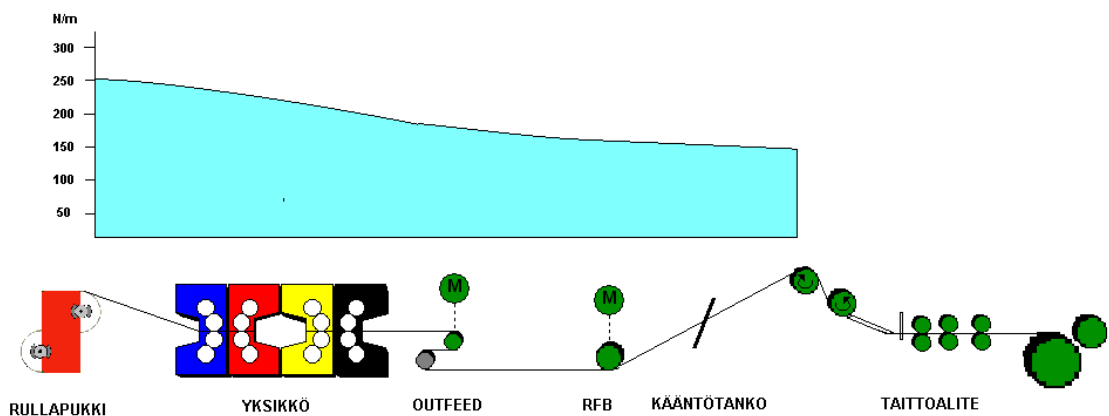
Kuva 5. Ratajännitykset taittolaitteella ennen RTF-teloja (Parola, 1997.)

Ratajännitys muuttu painoyksikön läpi mennessä jonkin verran. Radan ratajännitys paperin koko leveydellä on aina erilainen, johtuen paperin kosteusprofiilista sekä siitä onko se niin sanottu päätyrulla vai keskirulla. Yleisesti ratajännitys alenee hiukan painoyksikön läpi mennessä. Suurin muutos tapahtuu kuitenkin ratajännitysprofiilin tasaantumisenä. Kyseisessä esimerkissä piirretty profiilit etu ja taka päätyrullasta, jolloin niiden jännitysprofiili on käänteinen. (Parola, 1997.)



Kuva 6. Ratajännitykset ennen ja jälkeen painoyksikön (Parola, 1997.)

Edellä käsiteltyjen asioiden perusteella on saatu laadittua lähtökohta ratajännitysprofiilista. Profiili on sovitettu Goss Newsliner –painokoneeseen.



Kuva 7. Ratajännitysprofiili painokoneella

5.2 Ratakireyden mittalaitteiden valinta

Painokoneelle päätettiin asentaa lisää ratajännitysmittauksia. Mittausjärjestelmiä kyseltiin yhdeltä koko järjestelmän toimittajalta sekä yhdeltä venymäliuskavahvistimien toimittajalta. Koko järjestelmää tarjosi ABB. ABB tarjosi Pressductor radiaali kuormakennoja (PFRL 101A - 0.5 kN) sekä niille sopivan vahvistimen (PFEA 111). Kyseisiä mittausjärjestelmiä on I-printillä käytössä ennestään kaksi kappaletta. Tecsisin venymäliuskavahvistimen toimittajana oli OEM. OEM tarjosi TecSis: in valmistamaa vahvistinta. Tyypiltään EZE11, johon voidaan kytkeä I-Printillä varastossa olevia Strainstall 2854 -venymäliuska-antureita. ABB:n edustaja Mikko Ylönen kävi paikan päällä tekemässä laskelmat, siitä riittääkö 0.5 kN kuormakenno yrityksen käyttöön. (Ylönen 2010.) (Liite 6)

Mittauksia vertailtiin yhden paperiradan osalta, johon tarvitaan kolme mittaustelaa. Mittaukset tarvitsivat yhteensä kuusi voima-anturia sekä kolme vahvistinta. I-printillä oli varastossa valmiina riittävä määrä voima-antureita, jotka voitiin liittää OEM:n vahvistimiin suoraan. Kyseiset ylimääräiset anturit ovat jääneet varastoon painokoneen asennuksen aikaan vuonna 1997. Kyseisiä antureita ei ole enää myynnissä, joten niiden nykyarvoa oli vaikea arvioida. Toiminnaltaan ja ominaisuuksiltaan ABB:n laitteisto vei voiton. ABB:n hyviä puolia oli antureiden tarkkuus sekä se että vahvistimelta voitiin ottaa ulostulo erikseen molemmilta telalla olevilta antureilta. Lopullinen päätös tehtiin kuitenkin hinnan perusteella, lisäksi voitiin hyödyntää varastossa olevat anturit. ABB:n laitteistolla hinta olisi ollut noin neljä kertaa kalliimpi, kuin ratkaisulla johon päädyttiin.



Kuva 8. Voima-anturi sekä vahvistin

5.3 Ratakireysmittausten lisäys

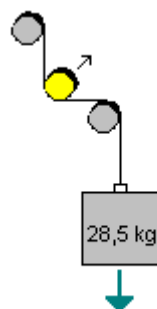
Aluksi mittaustelojen asennukset tehdään yhdelle paperiradalle, johon lisätään kolme kappaletta mittauksia. Jokainen mittaustela vaati kaksi voima-anturia, joten yhteensä asennukseen tarvitaan kaikkiaan kuusi anturia. Voima-antureiden vahvistimeksi valittiin Tecsisin valmistama laite. Vahvistimia tarvitaan yksi kappale mittaustelaa kohden. Yksi mittausteloista asennetaan painoyksikön päälle outfeed-telan jälkeen. Mittauksella voidaan havainnollistaa paperiradan käyttäytymistä ennen ja jälkeen outfeed-telan, kun se nopeutta tai ohjaustapaa muutetaan. Kaksi mittaustelaa asennetaan taittolaitteelle auran yläpuolelle enne RTF-teloja. Toisen telan kautta kulkee suora rata ja toisen kautta käännetty rata, mikäli kaikki radat ajetaan samalle auralle. Näillä mittauksilla voidaan todeta miten päällekkäiset radat käyttäytyvät, kun vetotelojen nopeutta tai rissojen puristusta muutetaan. Mittaustelat jouduttiin tilaamaan, koska vanhoihin teloihin muutoksen tekeminen olisi ollut työlästä. Voima-anturit asennetaan paikoilleen telaan ennen niiden asennusta koneeseen. Voima-antureihin on merkitty nuolella voiman suunta. Telan molempien päiden anturit on asennettava samaan suuntaan paperin vetosuunnan mukaisesti.



Kuva 9. Lisättävät mittaustelat

Vahvistimet asennetaan mahdollisimman lähelle voima-antureita, koska niiden signaalitaso on erittäin alhainen, eivätkä pitkät johdotukset ole mahdollisia jännitealenemisen takia. Vahvistimelta ratajännitystieto kytketään painokoneen sähkötilassa oleville prosessiasemille 0 - 10 voltin analogiatietona. Koska prosessiaseman analogiatulokorttiin voidaan liittää vain milliampeeriviestejä, pitää jännitetiedon rinnalle liittää 500 ohmin vastus muuttamaan jänniteviesti virtaviestiksi. Tämän lisäksi Printa-järjestelmään pitää luoda liitintiedot kyseiselle mittaukselle (Liite 2.)

Mittaukset on kalibroitava kytkentöjen jälkeen. Zero-säädöllä säädetään mittaus näyttämään nolaa. Kalibroinnilla poistetaan telan oma paino pois mittauksesta. Tämän jälkeen mittaustelaa kuormitetaan 28,5 kilon painolla, joka asennetaan hihnojen avulla, niin että telan kuomituskulma on sama, kuin ajettavan paperiradankin. Mittaus säädetään Gain-säädöllä näyttämään 3,3 voltia.



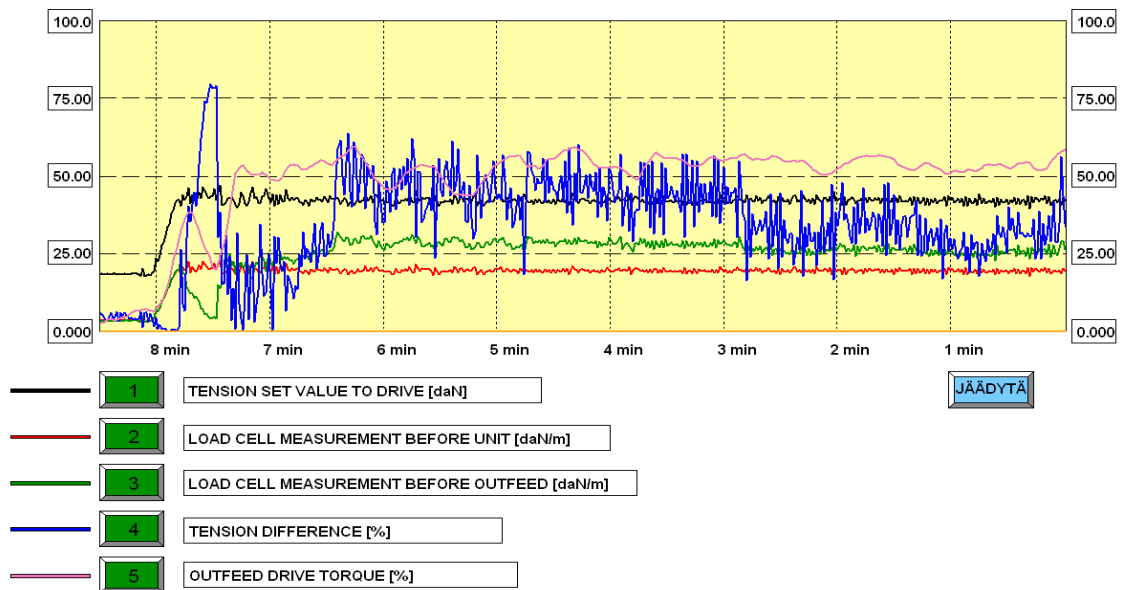
Kuva 10. Mittaustelan kalibrointi

Printa-ohjausjärjestelmässä mittaustiedot on ensin skaalattava todellisen mittaus tuloksen saamiseksi. Skaalaus tehdään lohko-ohjelmoinnissa AILI4-lohkolla. Tämän jälkeen mittaustietoa voidaan käyttää ohjelmoinnissa todellisella arvolla. (LIITE 3.)

Tämän jälkeen järjestelmässä luodaan mittauksista trendinäyttö ohjausjärjestelmän operointinäytölle. Apuna käytetään järjestelmässä valmiina olevaa trendinpiiritoimintoa. Tämän lisäksi lisätään ratakuvaan kyseisten mittausten arvot. (LIITE 4 ja 5.)

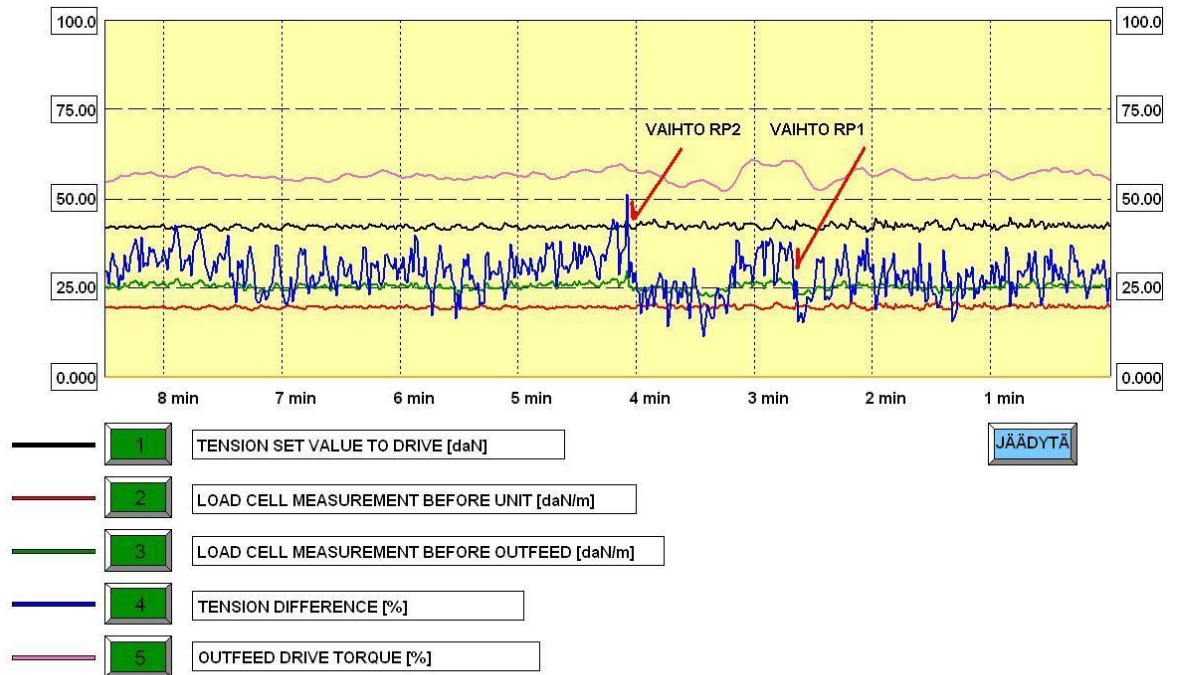
5.4 Mittaukset olemassa olevalla järjestelmällä

Mittaustietoja kerättiin painokoneen uusimmalta painoyksiköltä U0, joka on asennettu vuonna 2008. Mittaukset kerättiin painokoneen ohjausjärjestelmässä olevalla trendinäytöllä. Trendinäytöllä näkyy valittujen tietojen arvo noin kahdeksan viimeisen minuutin ajalta. Mittauksissa oli mukana jännityksen asetusarvo (0 - 20 daN) kanava 1, jännityksen mittausarvo ennen painoyksikköä (0 - 50 daN/m) kanava 2, jännityksen mittausarvo outfeed-telan jälkeen (0 - 50 daN/m) kanava 3, jännitysero mittausten välillä (-15 - 25 daN/m) kanava 4 sekä outfeed-moottorin vääntömomentti (0 - 50 %) kanava 5. Mittausten aikana tuotetta ajettiin taittolaitteelle 1, painoyksiköiltä U0 ja U1. Rullapukkeina oli käytössä RP1 ja RP2. Rullapukilta 1 ajettiin 1600 mm leveä paperia. Rullapukille oli aseteltu 63 %:n ratajännitys. Rullapukilta 2 ajettiin 1200 mm leveä rata käyttöpuolelta. Rullapukille oli aseteltu 49 %:n ratajännitys. Taittolaitteen vetotelojen nopeuksien korjaukset olivat ylhäältä alaspäin 0,97 %, 1,00 % ja 1,52 %. Mittauksessa 1 trendinkeruu käynnistettiin koneen nopeuden ollessa 300 cml/h. Tämän jälkeen painokoneen nopeus kiihdytettiin 9800 cml/h. Ratajännitys ennen painoyksikköä käyttäytyi kiihdytystilanteessa rauhallisesti vakioituen noin 5000 cml/h nopeudessa. Ratajännitys outfeed-telan jälkeen oli huomattavasti rauhattomampi, vakioituen vasta 9800 cml/h nopeudessa.



Kuva 11. Ratajännitysprofiili painokoneen startissa

Mittauksessa 2 painokoneen nopeus oli 25550 cylr/h. Molemmat rullapukit tekivät vaihdot noin minuutin sisällä. Ensimmäinen vaihtoi rullapukki 2, joka näkyy myös painoyksikön U0 yläpuolella ratajännityksen lievänä laskuna. Rullapukin RP1 vaihdossa näkyy samanlainen ilmiö, mutta ratajännitys vakioituu nopeammin. Mittauksen perusteella voi päätellä, että myös muiden painoyksiköiden rullanvaihdot näkyy ratajännitys muutoksena mitattavassa painoyksikössä.



Kuva 12. Ratajännitysprofiili rullanvaihoissa

5.5 Mittaukset ulkoisella mittalaitteella

Mittaus toteutettiin viikolla 46 yhdellä paperiradalla, jossa rata kulkee rullapukki neljältä painoyksikön kolme kautta taittolaitteelle kaksi. Painoyksikölle on vaihdettu uudet peitteet viikolla 38. Testi ajettiin 1600 mm leveällä ja 45 gramman paperilla. Rullapukin ratajännitys arvo oli koko testin ajan 75 %. Mittaukset tehtiin Metrix OX-7104 -oscilloscoopilla, jossa on neljä mittauskanavaa. Mittauksissa käytettiin oscilloscope- sekä recorder-toimintoja.

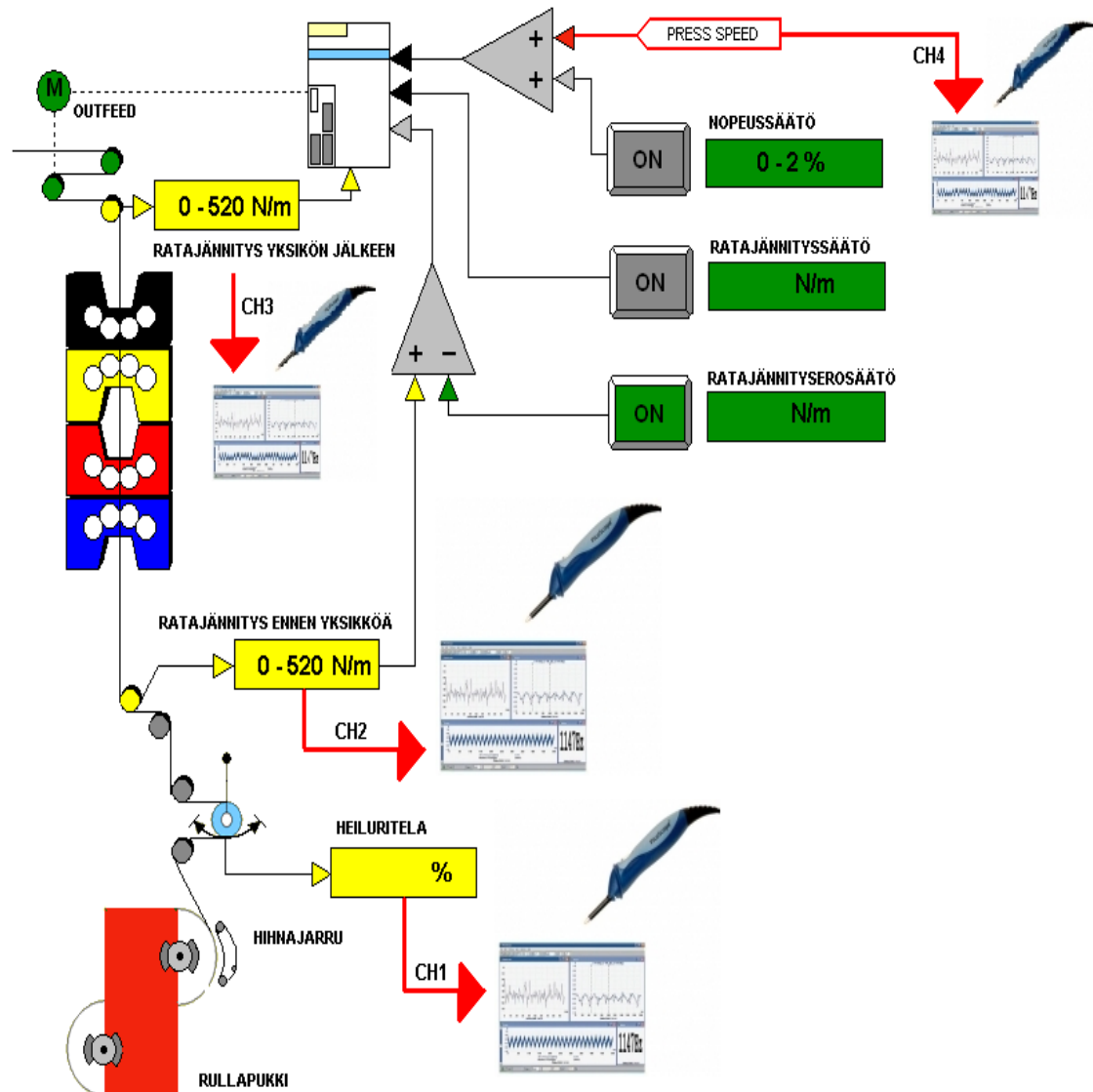
Kaikki mittaukset toteutettiin samalla ajotavalla, kaikille outfeed-telan neljälle eri ajomoodeille. Painokoneen nopeus nostettiin ensin 600 cylr / h, jonka jälkeen koneen nopeus kiihdytettiin 9600 cylr / h, kyseistä nopeutta ajettiin noin 60 sekuntia. Tämän jälkeen nopeus nostettiin 16800 kpl / h, kyseistä nopeutta ajettiin noin 60 sekuntia. Tämän jälkeen nopeus laskettiin takaisin 9800 kpl / h ja pidettiin se siinä noin 60 sekuntia. Lopuksi koneen nopeus pudotettiin nolnaan. Mittaukset tallennettiin noin 300 sekunnin ajalta, jolloin mittausväli oli 27 millisekuntia.

Lisäksi tehtiin mittaus, missä painokoneen nopeus oli koko testin ajan 9800 kpl/h. Outfeed-telan ohjausmoodiksi oli valittu nopeussäätö. Testin aikana outfeed-telan nopeusohjetta muutettiin 0.1 ja 0.5 % välillä.



Kuva 13. Mittauksissa käytetty mittalaite

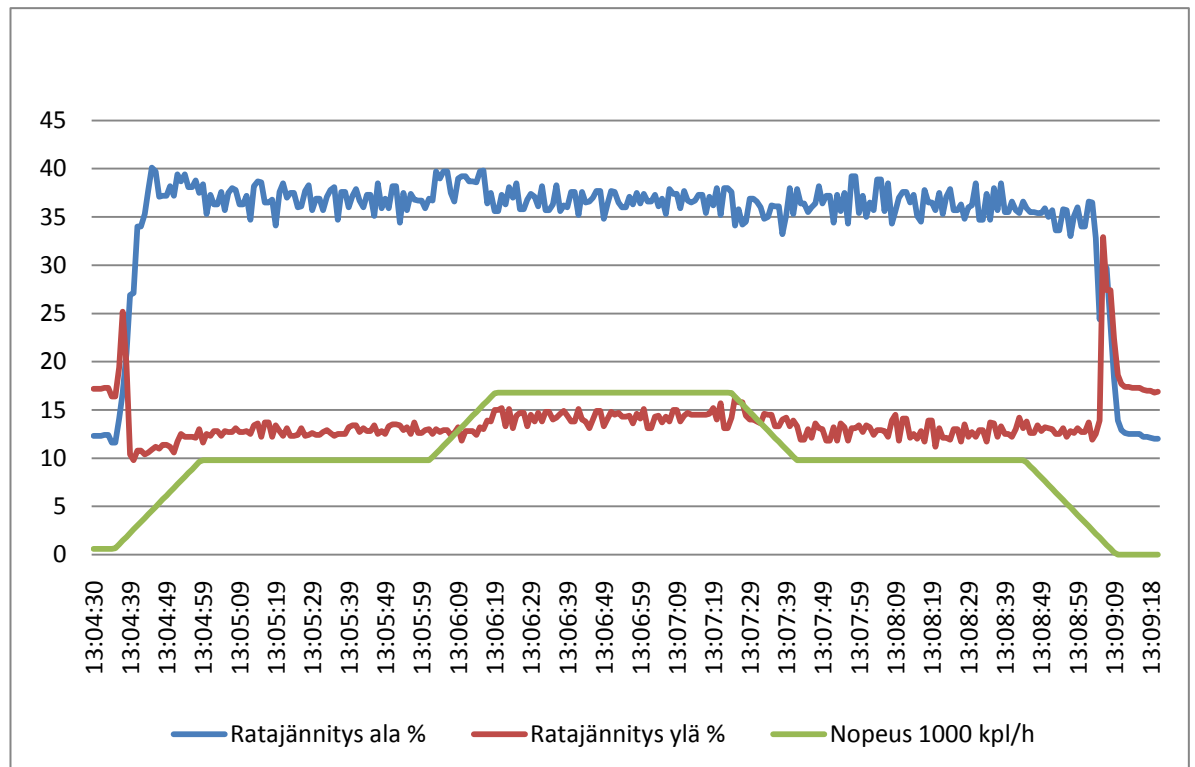
Mittauskanavaan CH1 liitettiin rullapukin heiluritelan asentotieto, kanavaan CH2 painoyksikön ratajännitystieto, kanavaan CH3 painoyksikön yläpuolinen ratajännitystieto sekä kanavaan CH4 painokoneen nopeustieto.



Kuva 14. Mittauspisteet sekä niiden sijainnit painokoneella

5.5.1 Outfeed pois käytöstä

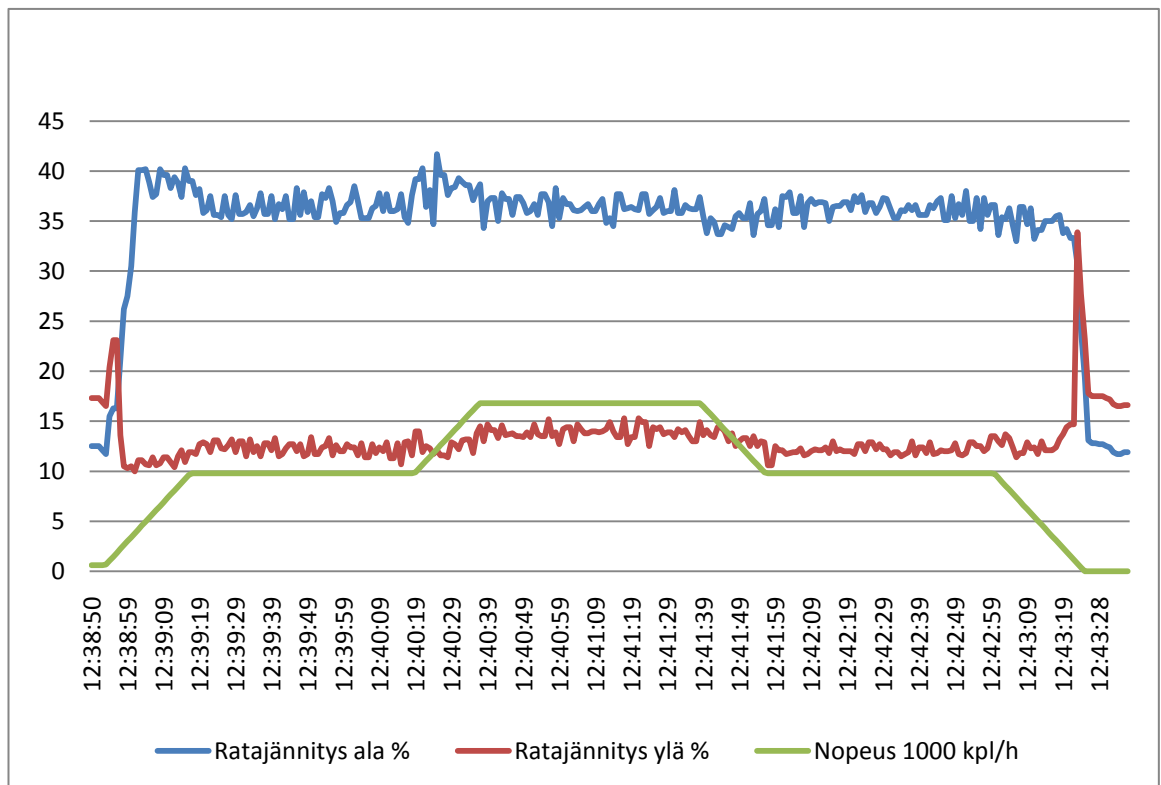
Outfeed-telan ohjaukset kytkettiin pois ohjauspöydästä sekä telalla olevat rissat lukittiin yläasentoon. Tällöin tela pyöri vapaasti radan mukana.



Kuva 15. Outfeed-tela pois käytöstä

5.5.2 Outfeed nopeussäädöllä

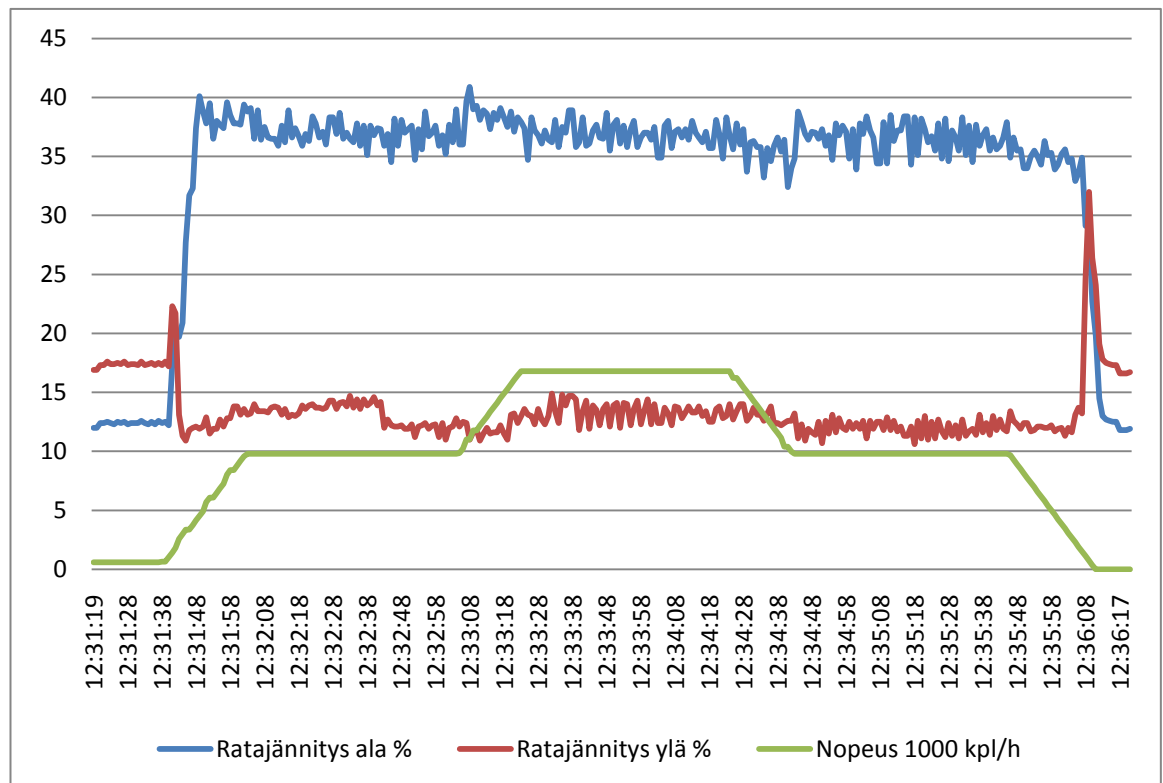
Outfeed-tela kytkettiin nopeusohjaukselle, jolloin outfeed-tela pyöri 0,2 % painokoneen nopeutta nopeampaa.



Kuva 16. Outfeed nopeussäädöllä

5.5.3 Outfeed vakiojännityssäädöllä

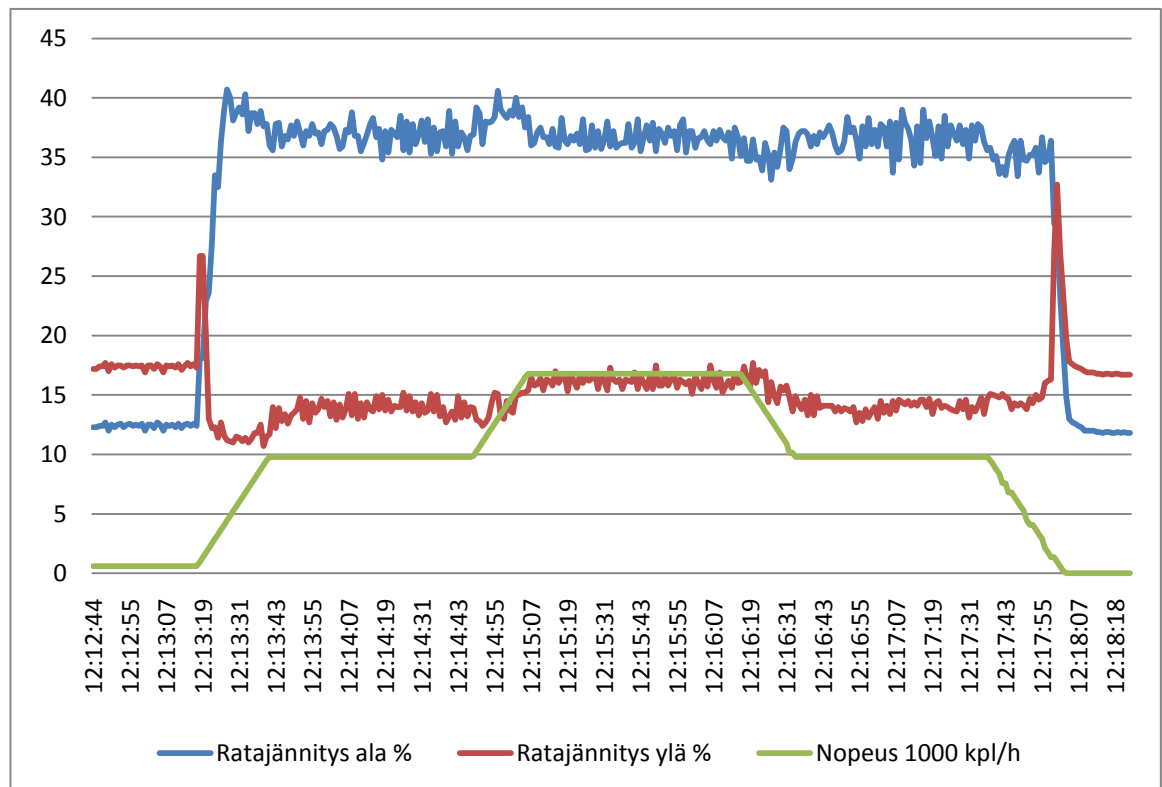
Outfeed kytkettiin vakioratajännitysohjauksella, jolloin outfeed piti painoyksikön yläpuolella 12 %:n vakiojännityksen.



Kuva 17. Outfeed vakioratajännitysohjauksella

5.5.4 Outfeed jännityserosäädöllä

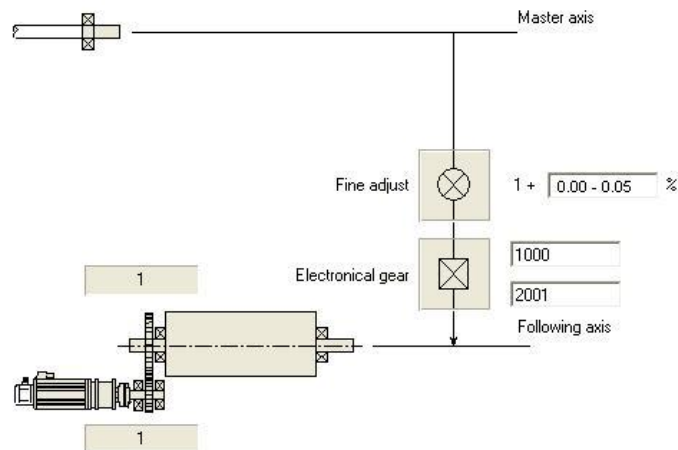
Outfeed-tela kytkettiin ratajännitysero-ohjaukselle, jolloin outfeed piti tornin ala- ja yläpuolen ratajännityseron vakiona 38 %.



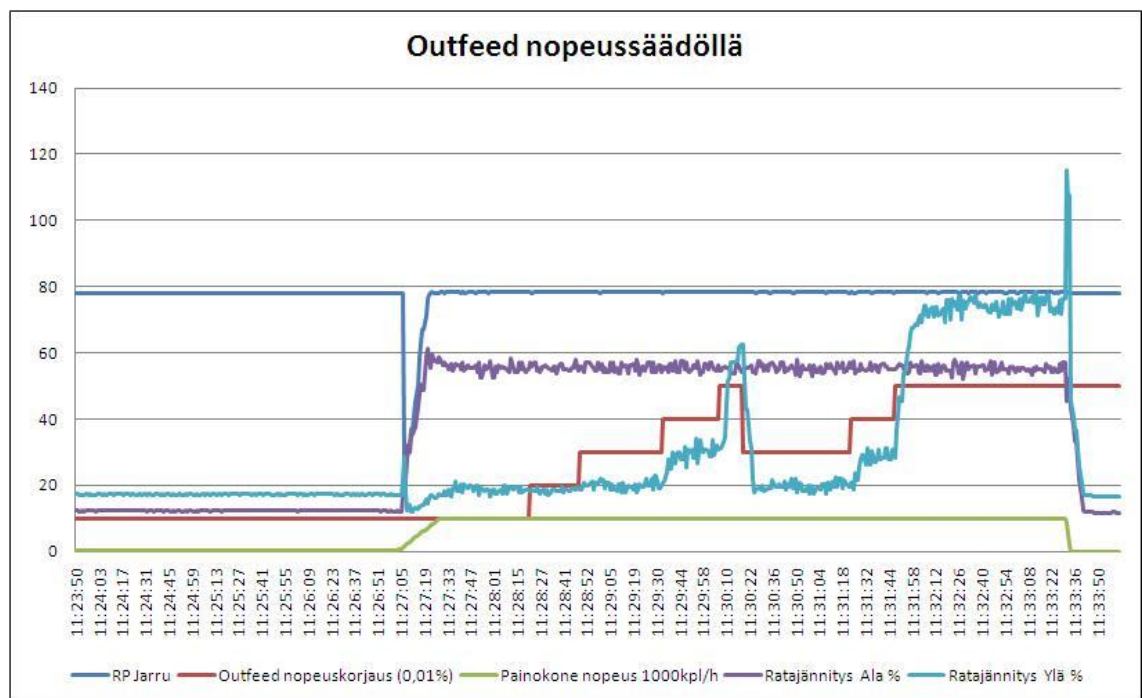
Kuva 18. Outfeed ratajännityserosäädöllä

5.5.5 Outfeed-telan asetusravon muutos nopeussäädöllä

Outfeed-telan ohjaukseksi valittiin nopeussäätö. Asetusravoa muutettiin 0.1 - 0.5 % välillä.



Kuva 19. Outfeed-telan nopeudensäätö



Kuva 20. Outfeed-telan nopeudenmuutoksen vaikutus ratajännitykseen

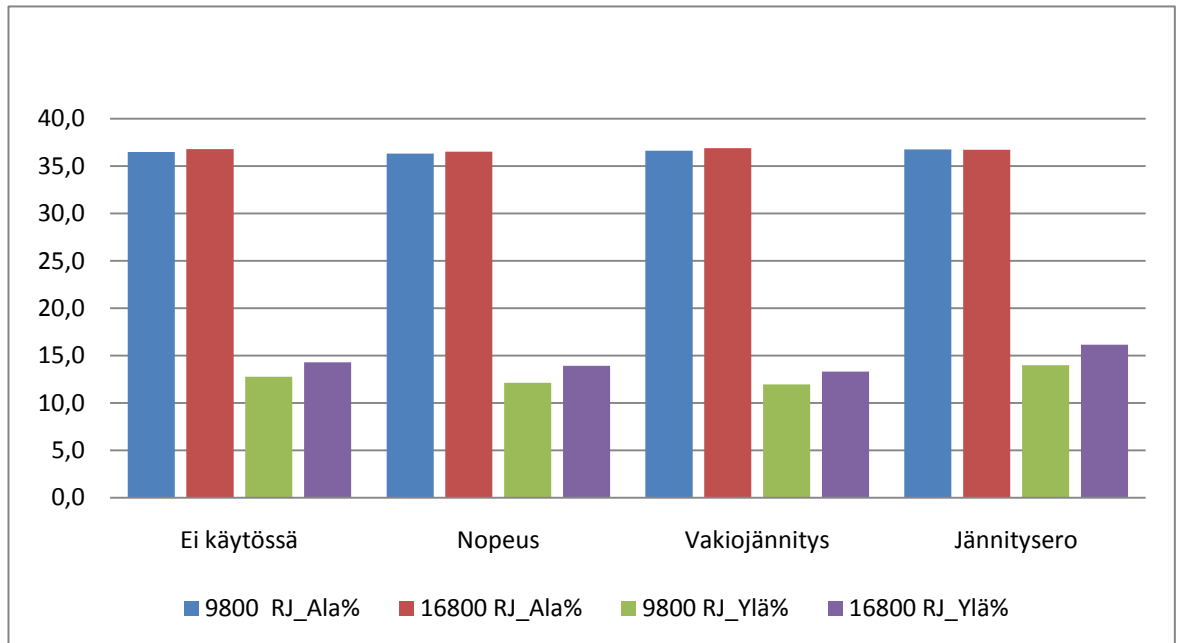
6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Radanhallinnan tärkeimmät osa-alueet

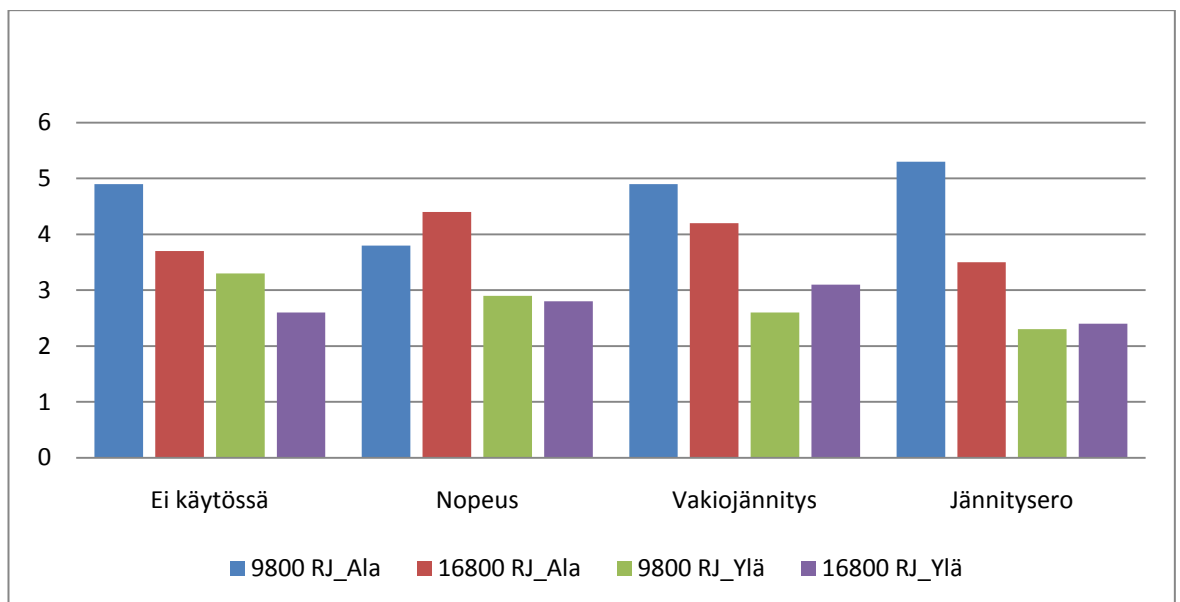
Tutkimuksen perusteella saatiin selvitettyä painokoneen radanhallintaan vaikuttavia tekijöitä. Radanhallintaan liittyviin ratakatkoihin vaikuttaa hyvin paljon paperin ja rullien laatu, painokoneen puhtaus sekä radanhallintaa liittyvien laitteiden kunto. Vanhojen ja uuden painoyksikön ratajännityssäätöjen toiminatavat ja ohjaukset erosivat huomattavasti toisistaan. Myös taittolaitteen vetotelojen oikeilla nopeuksilla oli erittäin suuri merkitys radanhallinnassa.

6.2 Painoyksiköiden U1 - U4 outfeed-telan toiminta

Outfeed-telan toiminnalla ei ole radan ajettavuuteen kovinkaan suurta merkitystä. Erikseen järjestetyn koeajon aikana tehtyjen ratajännitysmittausten perusteella on lähes sama, millä toimintamoodilla outfeed-telaston ohjaus on. Painokoneen käynnistys- ja pysäytysvaiheessa ei ole myöskään havaittavissa huomattavaa eroavaisuutta ratajännityksen käyttäytymiselle eri ajotavoilla. Normaalisti tuotannon aikana outfeed on kytketty ratajännitysero-ohjaukselle ja eroarvon asetus on 38 %. Tällöin painoyksikön jälkeen pidetään ratajännitystaso 38 prosenttiyksikköä pienempänä, kuin ennen painoyksikköä. Ohjauspiirissä on kuitenkin määritelty 12 % minimiarvo painoyksikön jälkeiselle ratajännitykselle. Jotta säätöpiiri alkaisi todella säätämään painoyksikön jälkeistä ratajännitystä eroarvon perusteella, pitää ennen painoyksikköä olevan ratajännitysarvon olla enemmän kuin 50 %. Tämä ratajännitysarvo ei yleensä toteudu, kuin 1600 mm leveällä paperilla, jolloin rullapukille on aseteltu muita paperileveyksiä suurempi perusjarru.



Kuva 21. Ratajännitystasot eri ajotavoilla, nopeuksilla 9600 ja 16800 kpl/h



Kuva 22. Rajajännitysheittelet eri ajotavoilla, nopeuksilla 9800 ja 16800 kpl/h

6.3 Painoyksikön U0 ratajännitysmittaukset

U0-painoyksikön ratajännityssäädöt eroavat täysin muiden yksiköiden toimintatavoista. Kyseinen yksikkö on käyttöön otettu 2008, kun muut yksikön on käyttöön otettu 1997. Yhdentoista vuoden aikana mittaukset ovat kehittyneet jonkin verran, mutta mitään radikaalia muutosta ei ole kuitenkaan tapahtunut.

U0-yksiköllä tornin jälkeen pidetään suurempaa ratakiireyttä kuin tornia ennen, kun taas muilla yksiköillä toiminta on päinvastainen. Tämä ero johtuu siitä, että painoyksiköt puskevat rataa enemmän. Painoyksikön outfeed-telan toiminta on täten paljon kriittisempää kuin muilla yksiköillä. Todennäköisesti radan ajaminen yksiköltä on hankalaa, mikäli outfeed-tela kytketään kokonaan pois käytöstä. Startissa tornin jälkeen ratajännitys käyttäytyy myös erilailla kuin muilla yksiköillä. Aluksi ratajännitys nousee, mutta tekee tämän jälkeen nopean heilahduksen alaspäin, jonka jälkeen kuitenkin tasaantuu nopeasti.

Ratajännitys ilmoitetaan myös erilailla käyttäjille, kuin muilla yksiköillä. Ratajännityksen mittaustela mittaa vetävän voiman kilogrammoina. Järjestelmässä arvo muutetaan deganewtoneiksi (dN). Tämän jälkeen arvo muutetaan vielä paperin levyden mukaisesti arvoksi dN/m, jota arvoa käytetään myös outfeed-telan säädöissä.

U0-yksikön ratajännitysvahvistimen näytöltä näkee mittaustelan molempien päiden mittausrivot erikseen, lisäksi tiedot saadaan myös kytkettyä jänniteviestinä ulos. Mittausta voitaisiin hyödyntää rullapukilla olevan akselinkulmasäätötelan automaattiseen säätämiseen. Helpointa säätäminen olisi 1600 mm leveällä paperirullalla. Kapeammilla rullan leveyksillä säätäminen olisi huomattavasti hankalempaa.

6.4 RTF- ja nippitelojen nopeudet

RTF- ja nippitelojen nopeuksilla on suuri merkitys radanhallittavuuteen. Telat pyöriivät 0 – 2 prosenttia nopeampaa kuin painokone. Mikäli telastoilla ei ole riittävää nopeutta, alkaa rata liikkumaan auralla sivusuunnassa, eikä sen stabilointi tahdo onnistua. Tämän lisäksi vetävien telojen nopeuksien pitäisi kasvaa loppua kohden. Mikäli nopeudet eivät kasva tasaisesti, alkavat vetävillä teloilla olevat rissat repimään paperia.

Painajille olisi hyvin tärkeää, että he tietäisivät vetävien telojen todelliset nopeudet. Tällä hetkellä he näkevät vain asetusarvon, joiden mukaisesti telojen pitäisi pyöriä. Todellisten nopeustietojen välittäminen painajille vaatisi nopeusanturin asentamisen vetäville teloille. Anturi voisi olla takometri tai encoder-tyyppinen. Nopeuden esittäminen numeerisena arvona on hankalaa, koska teloilla olevat taajuusmuuttajat säätelevät nopeutta koko ajan. Lisäksi nopeuksien erot ovat niin pieniä että selvää nopeuseroa on vaikea esittää. Paras tapa esittää nopeuksien erot on luoda ohjausjärjestelmään trendinäyttö, johon kaikki nopeudet piirretään jollain sopivalla aikajaksolla. Tämä helpottaisi painajia näkemään mikäli jonkin telan nopeussäädössä on ongelmia.

Toisena mahdollisuutena olisi korvata nykyiset differentiaalivaihteistot sekä niiden ohjauskäytöt erillisillä servo-käyttöillä. Servo-moottorit asennettaisiin suoraan RTF-telojen päihin sekä nippiteloille menevän akselin päähän. Servo-käytöt liitettäisiin muiden painokoneen servo-käyttöjen kanssa samaan väylään, jolloin ohjattavien telojen nopeutta voitaisiin säätää 0 – 2 % painokoneen nopeutta nopeampaa.

6.5 Painoyksikön U3 radalle lisättävät ratajännitysmittaukset

Painoyksikön U3 radalle tullaan asentamaan kolme ratajännitysmittaustelaa lisää. Yksi teloista asennetaan painoyksikön yläpuolelle outfeed-telan jälkeen. Kaksi muuta telaa asennetaan taittolaitteelle auran yläpuolelle oleville teloille. Kyseisten

mittausten sekä yksiköllä jo olevien mittaustelojen tiedot siirretään ohjausjärjestelmään, jossa niistä piirretään trendinäytöt. Mittausten avulla radan käyttäytymistä painokoneella voidaan tutkia tarkemmin ja monipuolisimmin. Varsinkin taittolaitteella olevien säätöjen vaikutusta paperirataan pystytään seuraamaan huomattavasti paremmin.

6.6 Painokoneen kunnossapito ja puhtaus

Painokoneen puhtaudella ja ennakkohuollolla on suuri merkitys radanhallinnassa. Johto- ja vetotelojen, kääntötankojen, rihlausten sekä auran pitäminen puhtaana sekä peitteiden riittävä vaihtoväli helpottaa huomattavasti radanhallintaa. Ennakkohuollolla on varmistettava, että halkaisuterät ovat teräviä ja oikeissa säädöissä sekä vectorissat riittävän hyväkuntoisia. Taittolaitteen katkaisusylinterin katkaisuterät ja vastakumit ovat myös tärkeässä roolissa radanhallinnassa. Laitteiden säätöjen tarkastaminen sekä uudelleen kalibrointi riittävän väliajoin on erittäin tärkeää. Tärkeimpiä säätöä ja kalibrointia vaativia laitteita ovat nippitelojen puristusten näytöt sekä rullapukit. Johtotelojen suoruus sekä niiden laakeroinnin kunnan tarkastus on myös tehtävä tietyllä aikavälillä.

7 YHTEENVETO

Työssä tutkittiin painokoneen painoratojen radanhallintaa sekä käyttäytymistä. Työ oli todella mielenkiintoista sekä hyvin painokoneen radanhallintaan liittyviin toimintoihin perehdyttävää. Kaikki työssä mukana olleet olivat aktiivisesti mukana tutkimuksissa sekä koeajoissa. Ongelmia työssä aiheutti lähinnä aiheeseen liittyvän kirjallisuuden sekä muun teoreettisen aineiston huono saatavuus. Tutkimusten avulla saatiin selkeytettyä monia epäselviä asioita. Outfeed-telojen toiminnalla ei ole radanhallinnassa kovinkaan suurta merkitystä, kun taas taittolaitteen vetotelojen oikeat nopeudet helpottavat huomattavasti radanhallintaa. Tutkimusten perusteella tehtiin myös päätös lisätä kolme kappaletta ratajännityksenmittausta yhdelle painoradalle. Mittausten avulla uskotaan saatavan vielä lisää tietoa radanhallinnan ongelmista ja käyttäytymisestä. Tulevaisuudessa on myös mahdollista, että radanhallintaan liittyviä mittauksia käytettäisiin jollain tavalla hyödyksi laitteiden säätöpiireissä.

LÄHTEET

Juhola, H., Komppa, A., Koskinen, T., Lindqvist, U. & Linna, H. 1991. Sanomalehtipaperi ja painatus. Porvoo: Uusimaa Oy.

Meinander, S., Jantunen, J. & Ylinen, R. 1982. Paperin ja painokoneen ajettavuus rainaoffsetpainatuksessa. Espoo: VTT offsetpaino.

Oittinen, P. & Saarelma, H. 1998. Papermaking science and technology. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Halonen, A. 2011. I-print Oy. Haastattelu 26.11.2010

Painajat. 2010. I-print Oy. Haastattelu marraskuu 2010

Ylönen, M. 2010. ABB Oyj. Haastattelu 26.11.2010

Parola, M. 1997. Ajettavuus painokoneella seminaariesitys, Kuopio:VTT

Käyttöohjekirja Goss J-2.3.3 taittolaitte, 1997, Goss Graphic System Limited, Yrityksen sisäinen ohje – ei julkisesti saatavilla

Käyttöohjekirja Goss CT50 Rullapukki, Goss Graphic System Limited, Yrityksen sisäinen ohje – ei julkisesti saatavilla

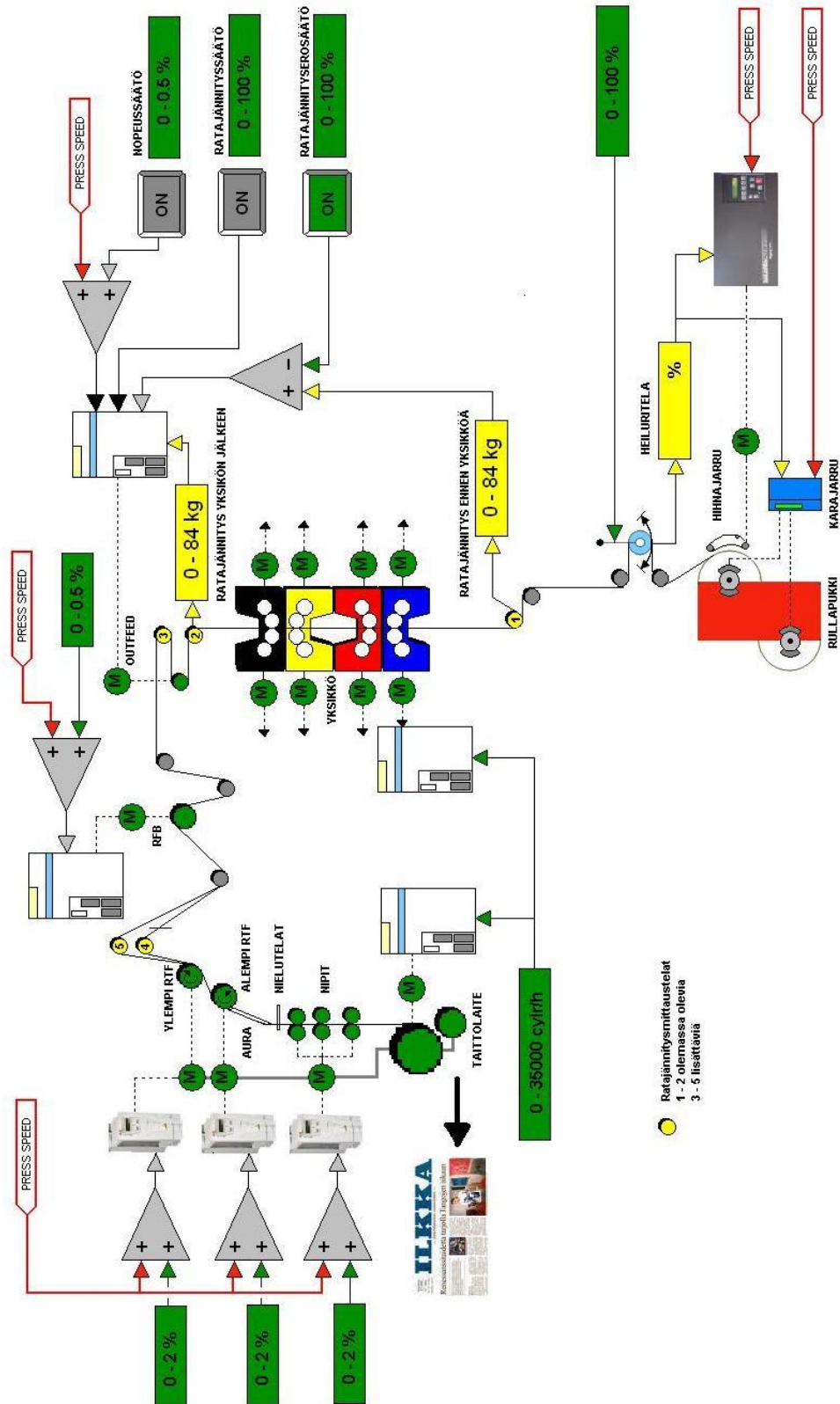
Käyttöohjekirja Goss HT70 Painoyksikkö, Goss Graphic System Limited, Yrityksen sisäinen ohje – ei julkisesti saatavilla

Käyttöohjekirja Goss kääntötangot, Goss Graphic System Limited, Yrityksen sisäinen ohje – ei julkisesti saatavilla

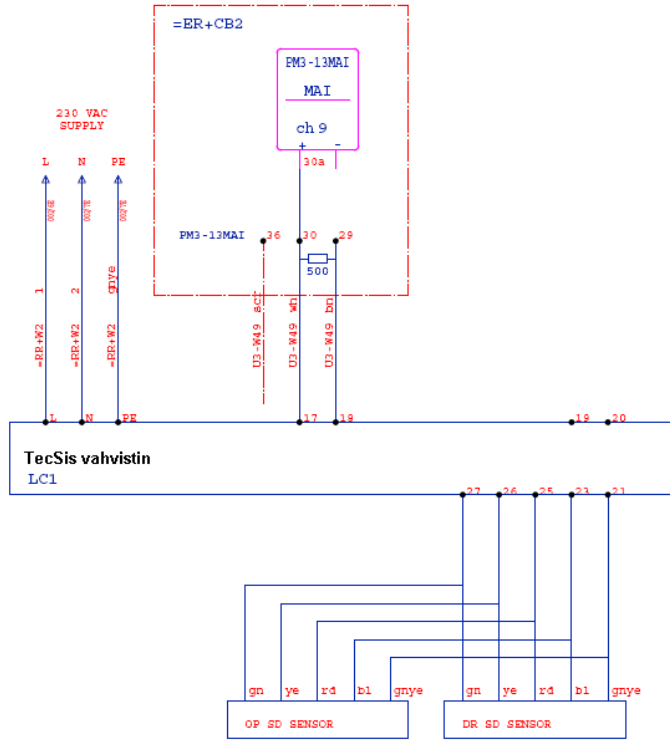
LIITTEET

- LIITE 1 Radan toimintakaavio
- LIITE 2 Mittauksen kytkentä sekä liittimen luonti Printa- järjestelmä
- LIITE 3 Mittauksen skaalauslohko sekä lausekielinen ohjelma
- LIITE 4 Trendi- ja mittausarvonäytöt
- LIITE 5 Trendin luonnin lohko- ja lausekieliohjelma
- LIITE 6 ABB voima-anturin mittausalueen riittävyyden tarkastus

LIITE 1



LIITE 2



Kortit - , HT70

Vim. päivitetty: 11.06.2010
Kortin tyyppi: MAI/10V/N
Korttipaikka: 14
Asema: PMU3
Lohko/liittimet

Tiedonsiirtosykli: 1000 ms Tiedonsiito avon muutoksesta

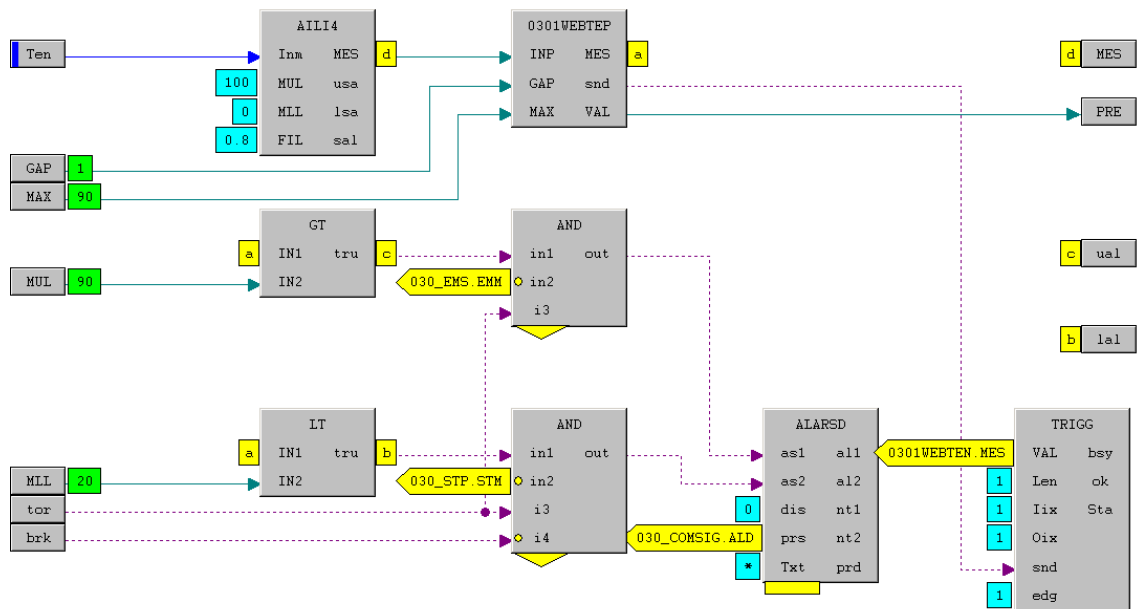
Yleistä
Varmennustyyppi: normaali
Sarjanumero:

Ajurit: MAI
Korttikuva / tyyppi: 0 / 2

Tunnus	LOHKO	LIITIN	Kuvaus
0:	030 CCCUR1	ME1	
1:	030 CCCUR1	ME2	
2:	030 CCCUR1	ME3	
3:	030 CCCUR1	ME4	
4:	030 CCCUR1	ME5	
5:	030 CCCUR1	ME6	
6:	030 CCCUR1	ME7	
7:	030 CCCUR1	ME8	
8:			
9:	0302WEBTEN	TEN	

Iallenna
Kopioi
Lisä
Muuta
Aktivoi kentät

LIITE 3



```

(*****)
(* 10.10.2010 Tension to Pictures *)
(* *)
(*****)
{$I\AC_CONF\TMP\PA\SCBEGIPAS}
{$R-}
procedure_0303WEBTEP( INP : real; (* AI Input 0..100 *)
                    GAP : real; (* Hysteresis *)
                    MAX : real; (* Max value *)
                    var MES : real; (* Tension to Video *)
                    var snd : byte; (* Trigger *)
                    var VAL : real); (* Actual value *)
VAR K: Real;
    B: Real;
    Y: Real;

begin
BlockBegin;

    B:=MAX/4;
    K:= MAX/80;

    Y:=K*INP+B;

    If Y<0 then Y:=0;

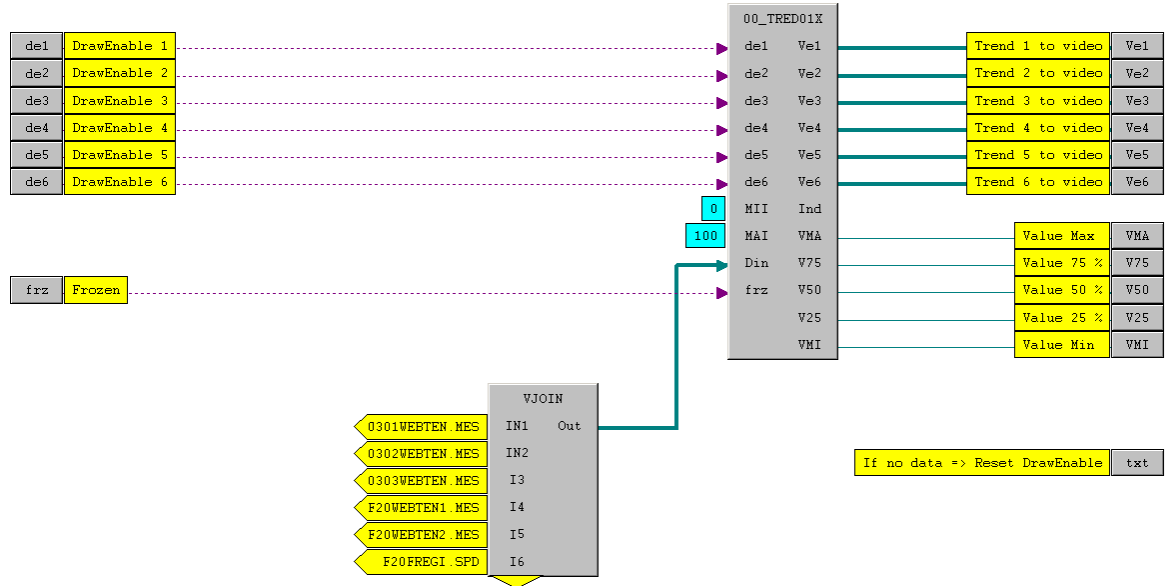
    If ABS(Y-VAL)>GAP then begin
        MES:=Y;
        snd:=NOT(snd);
    end;

    VAL:=Y;

BlockEnd;
end;
end.

```


LIITE 5



(\$I C:\AC_CONF\TMP\PASCBEGL.PAS)
 (\$R-)

```

procedure _030TRED01X( de1 : byte; (* DrawEnable 1 *)
                      de2 : byte; (* DrawEnable 2 *)
                      de3 : byte; (* DrawEnable 3 *)
                      de4 : byte; (* DrawEnable 4 *)
                      de5 : byte; (* DrawEnable 5 *)
                      de6 : byte; (* DrawEnable 6 *)
                      MII : real; (* MinValue In *)
                      MAI : real; (* MaxValue In *)
                      var Din : arr_6_real; (* Data In *)
                      var frz : byte; (* Frozen *)
                      var Ve1 : arr_500_real; (* Data vector 1 *)
                      var Ve2 : arr_500_real; (* Data vector 2 *)
                      var Ve3 : arr_500_real; (* Data vector 3 *)
                      var Ve4 : arr_500_real; (* Data vector 4 *)
                      var Ve5 : arr_500_real; (* Data vector 5 *)
                      var Ve6 : arr_500_real; (* Data vector 6 *)
                      var Ind : word; (* Index *)
                      var Cu1 : arr_500_real; (* Curve 1 *)
                      var Cu2 : arr_500_real; (* Curve 2 *)
                      var Cu3 : arr_500_real; (* Curve 3 *)
                      var Cu4 : arr_500_real; (* Curve 4 *)
                      var Cu5 : arr_500_real; (* Curve 5 *)
                      var Cu6 : arr_500_real; (* Curve 6 *)
                      var Tx1 : arr_50_char; (* Text for curve 1 *)
                      var Tx2 : arr_50_char; (* Text for curve 2 *)
                      var Tx3 : arr_50_char; (* Text for curve 3 *)
                      var Tx4 : arr_50_char; (* Text for curve 4 *)
                      var Tx5 : arr_50_char; (* Text for curve 5 *)
                      var Tx6 : arr_50_char; (* Text for curve 6 *)
                      var i,j : word;
begin
  BlockBegin;

  if Ind < 1 then Ind := 1;
  else if Ind > 500 then Ind := 1;

  Tx1 := 'RATAJANNITYS ENNEN PAINOYKSIKKOJA [daN/m]';
  Tx2 := 'RATAJANNITYS PAINOYKSIKON JALKEEN [daN/m]';
  Tx3 := 'RATAJANNITYS OUTFEED-TELAN JALKEEN [daN/m]';
  Tx4 := 'RATAJANNITYS TAITTOLAITTEELLA SUORARATA [daN/m]';
  Tx5 := 'RATAJANNITYS TAITTOLAITTEELLA KAANNETTYRATA [daN/m]';
  Tx6 := 'PAINOKONEEN NOPEUS [cyr/h]';
  
```

if ODD(NOT(frz)) then begin

```

  Cu1[Ind] := Din[1];
  Cu2[Ind] := Din[2];
  Cu3[Ind] := Din[3];
  Cu4[Ind] := Din[4];
  Cu5[Ind] := Din[5];
  Cu6[Ind] := Din[6];

  i := Ind;
  j := 500;
  while i > 0 do begin
    Ve1[j] := Cu1[i];
    Ve2[j] := Cu2[i];
    Ve3[j] := Cu3[i];
    Ve4[j] := Cu4[i];
    Ve5[j] := Cu5[i];
    Ve6[j] := Cu6[i];
    i := i - 1;
    j := j - 1;
  end;
  i := 500;
  while j > 0 do begin
    Ve1[j] := Cu1[i];
    Ve2[j] := Cu2[i];
    Ve3[j] := Cu3[i];
    Ve4[j] := Cu4[i];
    Ve5[j] := Cu5[i];
    Ve6[j] := Cu6[i];
    i := i - 1;
    j := j - 1;
  end;

  Ind := Ind + 1;
end;

if ODD(NOT(de1)) then fillchar(Ve1,SizeOf(Ve1),0);
if ODD(NOT(de2)) then fillchar(Ve2,SizeOf(Ve2),0);
if ODD(NOT(de3)) then fillchar(Ve3,SizeOf(Ve3),0);
if ODD(NOT(de4)) then fillchar(Ve4,SizeOf(Ve4),0);
if ODD(NOT(de5)) then fillchar(Ve5,SizeOf(Ve5),0);
if ODD(NOT(de6)) then fillchar(Ve6,SizeOf(Ve6),0);

BlockEnd;
end;
end.

```

LIITE 6

Customer	I-Print			ABB
ABB reference	Mikko Ylönen			
Project - application	Telat 292-294			LoadCell Calculator
Material info	Material info			
Deflection angles	(α) 10 °	(β) 78 °		
No of segments	1			
Tare	50 kg			
Tension(T)	min	normal	max	
(kN)	0.64	0.64	0.64	20.10.2009 9:04:26
Recommended load cell, based on max tension		PFRL 101 A 0.5 kN		
Mounting angle	(γ)	25 °		
<u>In measuring direction on each load cell</u>		<u>min</u>	<u>normal</u>	<u>max</u>
Measured force	(Fr)	-0.38 kN	-0.38 kN	-0.38 kN
Force from tare	(FrT)	-0.1 kN		
Resulting force	(Frtot)	-0.48 kN	-0.48 kN	-0.48 kN
<u>In transverse direction on each load cell</u>		<u>min</u>	<u>normal</u>	<u>max</u>
Force from tension	(Fv)	0.23 kN	0.23 kN	0.23 kN
Force from tare	(FvT)	0.22 kN		
Resulting force	(Fvtot)	0.45 kN	0.45 kN	0.45 kN
Measured force to web tension ratio				
(2*Fr/T)	-119 %			
(WrapGain)	0.84			
Measured force to load cell nominal load ratio				
(Fr/Fnom)	76 %			