

Kimmo Kanttura

# Massatärkkelyksen lieton jälkeisen kiinto- ainepitoisuuden mittaaminen optisella anturilla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

8.3.2015

Tekijä(t) Otsikko  Sivumäärä Aika	Kimmo Kanttura Massatärkkelyksen lieton jälkeisen kiintoainepitoisuuden mittaaminen optisella anturilla  39 sivua + 5 liitettä 8.3.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessiautomaatio
Ohjaaja(t)	Automaatio työsuunnittelija Mikko Forsell Lehtori Markku Inkinen
<p>Tämä insinöörityö tehtiin UPM Kymin paperitehtaalle. Insinöörityön tavoitteena oli testata Satron VC optisen sakeuslähettimen toimivuutta massatärkkelyksen lieton jälkeisen kiintoainepitoisuuden mittaamisessa.</p> <p>Aluksi mietittiin sopivaa kohdetta, jossa voitaisiin testata kyseistä optista sakeuslähettä.</p> <p>Sopivan kohteen löydyttyä suunniteltiin anturin vaatimalle asennusyhteelle soveltuva paikka putkilinjastosta. Seuraavaksi alettiin suunnitella mittauksen vaatimia sähköisiä kytkentöjä.</p> <p>Tämän jälkeen suunniteltiin Metso-DNA järjestelmään vaadittavia muutoksia, jotta anturin näyttämä mittausarvo trendeineen saataisiin näkymään DNA-näyttöpäätteillä.</p> <p>Asennusyhde hitsautettiin suunnitellulle paikalle putkilinjaan ja tehtiin suunnitellut muutokset DNA-järjestelmään sekä vaadittavat kytkennät.</p> <p>Kun kaikki valmistelemaan vaiheen työt oli tehty, asennettiin anturi paikalleen ja kytkettiin mittausjärjestelmä toimintaan.</p> <p>Käyttöönoton jälkeen vuorossa oli toiminnan seuranta, kalibrointia ja havaittujen ongelmien ratkaisuyrityksiä. Ongelmien ratkaisuyrityksissä oli tavoitteena pitää laite mahdollisimman yksinkertaisena.</p> <p>Työn perusteella todettiin, että Satron VC optinen sakeuslähetin ei pystynyt kyseisessä kohteessa riittävän luotettavasti ilman jatkuvia huoltotoimenpiteitä mittaamaan massatärkkelyksen kiintoainepitoisuutta.</p>	
Avainsanat	Kiintoainepitoisuus, massatärkkelys, optinen sakeuslähetin

Author(s) Title	Kimmo Kanttura Measuring the solid contents of mass starch after slurried with the optical consistency transmitter
Number of Pages Date	39 pages + 5 appendices 8 March 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Process Automation Engineering
Instructor(s)	Mikko Forsell, Work Planner, Automation Markku Inkinen, Senior Lecturer
<p>This Bachelor's Thesis was made for UPM Kymi paper mill. The aim of this Bachelor's Thesis was to test Satron VC optical consistency transmitter in measuring the solid content of mass starch after the slurry phase.</p> <p>First, a decision about the appropriate items to be tested with the optical consistency transmitter was made.</p> <p>When a suitable location for the nozzle required by the transmitter designed from the pipeline was found, the next phase was to plan the electrical connections required for the measurement.</p> <p>To enable the reading of the sensor measured value to appear on DNA display terminals, some changes to Metso DNA system had to be designed.</p> <p>The nozzle was welded on the planned site of the pipeline and the designed changes in the DNA system were made, as well as the necessary connections.</p> <p>After all the pre-phase of the work was done, the sensor was installed and connected to the measuring system operations.</p> <p>The introduction was followed by performance monitoring, calibration and attempts to solve the problems identified. The aim for these attempts was to keep the device as simple as possible.</p> <p>Based on the thesis, it was found that the Satron VC optical consistency transmitter was not able to measure the solids content of mass starch at the location with sufficient reliability.</p>	
Keywords	The solids content, mass starch, optical consistency transmitter

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	UPM	3
2.2	UPM Kymi	3
2.3	Kymi integraattina- tuotantolaitokset	4
3	Taustasyyt	5
4	Massatärkkelys täyteaineen valmistuslaitteistot	6
5	Optiset sakeuden mittausmenetelmät	9
5.1	Satron VC optinen sakeuslähetin	12
5.1	Tekninen erittely	13
5.2	HART-protokolla	15
6	Metso DNA-automaatiojärjestelmä	18
7	Mittauksen suunnittelu ja rakentaminen	23
7.1	Mekaaninen suunnittelu ja rakentaminen	23
7.2	Sähköinen suunnittelu	24
7.3	Mittauksen rakentaminen	26
8	Käyttöönotto	26
8.1	Anturin käyttöönottoon liittyvä virittäminen	27
8.2	Mittauksen toiminnan seuranta	27
8.3	Anturin tarkempi kalibrointi	28
8.4	Mittauksen tason korjaus	30
8.5	Mittausalueen muutos	31
9	Ongelmat ja ratkaisuyritykset	32
9.1	Anturin irrotus ja puhdistus	33
9.2	Toiminta puhdistuksen jälkeen	33
9.3	Anturin toinen irrotus ja puhdistus	34

9.4	Toiminta toisen puhdistuksen jälkeen	35
9.5	Likaantumisongelman ratkaisuyritys	35
9.6	Toinen ehdotus likaantumisongelman ratkaisemiseksi	36
10	Johtopäätökset ja pohdinta	38
	Lähteet	40

#### Liitteet

Liite 1. Tärkkelysjauheen annosteluruuvien täyttösekvenssi 62KS-1830

Liite 2. Liettosekvenssi 1 62KS-1831

Liite 3. Satron VC optinen sakeuslähetin: asennus- ja käyttöönotto-ohje

Liite 4. DNA- järjestelmään tehty mittausohjelma

Liite 5. Tietyn vahvuisen tärkkiliuoksen takaisinsirontasignaali lämpötilan funktiona

## Lyhenteet

UPM	UPM-Kymmene Oyj
WFC	Wood Free Coated Paper
WFU	Wood Free Uncoated Paper
PCC	Precipitated Calcium Carbonate
KAP	Kiintoainepitoisuus.
PK 8	Paperikone 8
LED	Light Emitting Diode
SWG	Stone Grounwood Pulping
TMP	Thermomechanical Pulping
PWG	Pressurised Groundwood Pulping
CTMP	Chemi- Thermomechanical Pulping
DNA	Metso DNA- automaatiojärjestelmä
HART	Highway Addressable Remote Transducer

## 1 Johdanto

Tämä insinööriö on tehty UPM Kymin paperitehtaalle. Työn tavoitteena oli testata Satron Instrumentsin valmistaman optisen sameus- ja kiintoainemittarin soveltuvuutta massatärkkelyksen lieton jälkeisen kiintoainepitoisuuden mittaamisessa. Massatärkkelyksen liettolaitteisto sijaitsee paperitehtaan raaka-aineosastolla ja paperitehtaan molemmat paperikoneet käyttävät massatärkkelystä jatkuvasti painopaperin valmistuksessa.

Offset-painokoneiden kehittyminen on vaatinut painopapereilta suurempia Z-suuntaisia eli paksuussuuntaisia ljujuuksia. Painokoneiden ajonopeuden kasvaessa ja käytettäessä tahmeampia painovärejä, paperin pintaan kohdistuu enemmän kohtisuoria rasisitusvoimia. Paperi halkeaa eli palstautuu, mikäli painokoneen aiheuttamat rasisitusvoimat ovat suurempia kuin paperin Z-ljujuus. Tämän vuoksi palstautumislujuus on tärkeä ominaisuus offset-papereilla. Paperin Z-suuntaiseen ljujuuteen vaikutetaan kuitujen välisellä sitoutumisella. Z-ljujuuteen vaikuttavat massankäsittely ja massatyyppe, kemikaalit sekä paperikoneen osaprosessit, kuten kuivatus. Kemikaaleista tärkkelyksellä on oleellisin vaikutus palstautumislujuuteen. [1]

Palstautumislujuutta voidaan parantaa massaliimauksen avulla. Käytetyin kemikaali on tärkkelys, joka lisätään massan sekaan liuoksena. Tärkkelys parantaa paperin ljujuusominaisuuksia muodostamalla sidoksia rainan keskelle vaikuttamatta muihin ominaisuuksiin. Tärkkelys sisältää vapaita hydroksyyliiryhmiä, joiden avulla se muodostaa vetysidoksia kuitujen kanssa. Massaliimausta käytettäessä voidaan usein alentaa jauhatustasastetta ja säästää energiaa, sillä tärkkelys parantaa ljujuutta massan jauhatuksen tavoin. [1]

Paperin kuivaljujuutta ja sitoutumista lisätään kuivalujaliimoilla. Kuivalujaliimatparantavat raaka-aineen sitoutumista kuituverkossa. Kuidut pystyvät luontaisesti muodostamaan sidoksia, mutta esimerkiksi täyteaineiden sitoutumiskyky on heikko ja niiden sitoutumista pyritään parantamaan. Kuivalujaliimoista yleisin on luonnosta saatava selluloosamolekyylä muistuttava tärkkelys. [1]

Tärkkelystä esiintyy kaikissa kasveissa, mutta pääasiassa sitä tuotetaan perunasta, vehnästä, ohrasta ja maissista. Se on selluloosan tavoin glukoosipolymeeri ja sen glukoo-

siketjut ovat joko haaroittuneita (amylopektiini) tai suoria (amyloosi). Tärkkelyksen liukoisuusominaisuudet johtuvat amyloosin ja amylopektiinin määrästä tärkkelyksessä. Tärkkelys muodostuu glukoosimonomeereista. Luonnontilainen tärkkelys on kylmään veteen liukenematon, anioninen ja huonosti retentoituva. Kaikki luonnontärkkelykset ovat kuumaliukoisia ja niitä liuotetaan keittämällä. Keitettäessä veden ja tärkkelyksen seosta, tärkkelyksen viskositeetti kasvaa. Tärkkelyksen modifiointi vaikuttaa liukoisuuteen sekä reologisiin ominaisuuksiin. Tärkkelyksestä tehdään kationinen emäksisissä olosuhteissa ja korotetussa lämpötilassa eetteröintireaktiolla. Tärkkelysliimoilla saadaan lisättyä sidosten lukumäärää sekä voidaan vaikuttaa sidosten jakaumaan. Suoraketjuinen amyloosi sitoutuu sellukuitujen pintaan kuten sellumolekyylit. Haaraketjuinen amylopektiini muodostaa kolmiulotteisen sidosverkoston sitoutumalla kuituihin ja tärkkelysmolekyyleihin. Suurin osa tärkkelyksen muodostamista sidoksista on hydroksyyliyhmiä muodostamia vetysilloja sellukuitujen, tärkkelyksen ja esimerkiksi täyteaineiden välillä. Vesiliuoksessa muodostuu vetysidoksia hydroksyyliyhmiä ja vesimolekyylin välille, eli tärkkelys muodostaa vetysidoksen veden kanssa. Vesimolekyylit hajoavat kuivatuksessa, jolloin vetysidos muodostuu kuidun ja tärkkelyksen välille. Tällöin tärkkelys toimii kuivaluonnetin tavoin paperissa. [1]

Ennen tämän insinööriyden aloittamista massatärkkelyksen lieton jälkeistä kuiva-ainepitoisuutta ei mitattu millään on-line mittarilla. Kiintoainepitoisuuden määrittäminen kyseisessä kohteessa perustui täysin laskutulokseen, joka saadaan aikaiseksi punnitsemalla liettimään annostellun jauheen paino ja mittaamalla liettimään syötettävän veden määrä virtausmittarilla. Normaalitytilanteessa laskennallinen määrittely toimii kelvollisesti, mutta esimerkiksi syöttöruuvien holvaantuessa laskennallinen tulos voi olla virheellinen, joka puolestaan aiheuttaa kiintoainepitoisuuden vaihtelua. Kiintoainepitoisuuden vaihtelu puolestaan saattaa pahimmillaan haitata paperikoneiden ajettavuutta.



## 2 UPM

UPM-Kymmene Oyj on maailman suurimpia metsäteollisuusyhtiöitä. Yhtiö syntyi 1996, kun Repolan tytäryhtiö Yhtyneet Paperitehtaat (engl. United Paper Mills, UPM) ja Kymmene fuusioituivat. Yhtiöön sulautui myös Finnmap. Yhtiön nimestä käytetään yleisesti lyhennettä UPM. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Helsingissä. UPM:n tuotteet perustuvat uusiutuviin raaka-aineisiin ja ovat kierrätettäviä. [2]

UPM:n liiketoimintarakenne muodostuu seuraavista liiketoiminta-alueista: UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatac, UPM Paper Asia, UPM Paper ENA (Eurooppa ja Pohjois-Amerikka) ja UPM Plywood. UPM:n liikevaihto vuonna 2013 oli yli 10 miljardia euroa. Yhtiön palveluksessa on noin 21 000 henkilöä. Yhtiöllä on toimintaa 65 ja tuotantolaitoksia 14 maassa. UPM:n osakkeet on listattu NASDAQ OMX Helsingin pörssissä. [3]

### 2.1 Paperiliiketoiminta

UPM:n paperiliiketoiminta valmistaa sanoma- ja aikakauslehtipapereita sekä hieno- ja erikoispapereita useisiin erilaisiin loppukäyttökohteisiin. UPM:llä on 21 paperitehdasta Suomessa, Saksassa, Isossa-Britanniassa, Ranskassa, Itävallassa, Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Maailman johtavana painopaperivalmistajana UPM tarjoaa asiakkailleen uusiutuvasta materiaalista valmistettuja tuotteita. UPM Paperin liikevaihto vuonna 2012 oli 7,2 miljardia euroa. [3]

### 2.2 UPM Kymi

UPM Kymi (Kuva 1) on energiatehokas sellun, energian ja paperin tuotannon tehdasintegraatti, joka työllistää noin 600 henkilöä. Valmistettavia tuotteita ovat päällystetty- ja päällystämätön hienopaperi sekä valkaistu koivu- ja havusellu. Paperin tuotantokapasiteetti on 830 000 tonnia ja sellun vastaava noin 530 000 tonnia vuodessa. Sähköomavaraisuus 80 %; biopolttoaineiden osuus sähköntuotannosta yli 90 %. 2014- 2015 UPM investoi 160 miljoonaa euroa uuteen sellun kuivauskoneeseen, havukuitulinjan modernisointiin, uuteen kuorimoon sekä energiatehokkuuden parantamiseen. [4]

### 2.3 Kymi integraattina – tuotantolaitokset

Kymin paperitehtaan tuotantolinjat ja niiden valmistamat tuotteet

- PK 8 ja päällystyskone: päällystetty ja päällystämätön hienopaperi (WFC / WFU)
- PK 9: päällystämätön hienopaperi (WFU)
- Arkkisali: A4-toimistopaperit (WFU), päällystetyt isot arkit (WFC) ja päällystämättömät isot arkit (WFU). [4]

Kymin sellutehdas

- Kaksi kuitulinjaa, joista ensimmäinen tuottaa mäntysellua ja toinen koivusellua.
- Kemikaalien talteenottoa varten talteenottolaitos.
- Kuivauskone muualle kuljetettavien sellupaalien valmistusta varten. [4]

Kymin Voima Oy:n biopolttoainevoimalaitos tuottaa bioenergiaa.

Omistajat: Pohjolan Voima Oy 76 % (UPM osuus), KSS Energia Oy (24 %). [4]

PCC-laitos (Schaefer Kalk Finland Oy)

PCC:n (saostetun kalsium karbonaatin) valmistus, paperin täyteaine. [4]



Kuva 1. Valokuva Kymin tehdasalueesta. [4]

### 3 Taustasyyt

Ajatus kyseisen tyyppisestä projektista lähti alun perin liikkeelle massatärkin kuiva-ainepitoisuuden vaihteluista ja sitä kautta suunnittelemattomista ratakatkoista paperikoneilla. Suuri katkojen määrä vaikutti merkittäväällä tavalla myös paperikoneiden materiaalihokkuuteen, joka puolestaan näkyi paperikoneiden kyseisen kuukauden toiminnallisessa tuloksessa negatiivisesti. Kyseiset ongelmat näkyivät merkittävästi myös toiminnallisessa tuloksessa, jonka vuoksi tuotantopuolen vastuhenkilöt ottivat mieluusti vastaan ehdotuksia vastaavia ongelmia mahdollisesti aiheuttavien tekijöiden havaitsemiseksi riittävän aikaisessa vaiheessa. Sinä aikana, kun kyseisten ongelmien mahdollisia aiheuttajia kartoitettiin, tehtaalla oli käymässä Satron Instrumentsin tuotekehityspäällikkö Olli Ruosaari, joka esitteli heidän valmistamaansa optista sakeuslähetintä. Kyseistä lähetintä ei siinä vaiheessa paperitehtaalla ollut käytössä vielä missään kohteessa, minkä vuoksi heräsi ajatus kokeilla kyseistä lähetintä jossakin ajo-ongelmiin mahdollisesti vaikuttaneissa kohteissa. Kyseisiä sakeuslähettimiä oli silläkin hetkellä käytössä sellutehtaan puolella. Sellutehtaan puolella olevat lähettimet olivat varustettuja erillisellä näyttöyksiköllä, joten laitekannan yhtenäisyyden vuoksi paperitehtaallekin tuleva laitteisto päätettiin tilata varustettuna erillisellä näyttöyksiköllä. Aluksi mahdollisia kohteita

oli kolme kappaletta, joista PK 8:n käyttöinsinööri piti tärkeimpänä paperikoneelle tulevaa raakaveden syöttölinjaa. Satron Instrumentsin edustaja kuitenkin totesi, että kyseinen lähetin ei sovellu tähän kohteeseen liian suurikokoisen putken ja liian suuren virtausmäärän takia. Tämän jälkeen jäljelle jäi kaksi mahdollista kohdetta. Nämä mahdolliset kohteet kyseisen laitteen kokeilulle olivat täyteaineet bentoniitti ja massatärkkelys. Näistä kahdesta vaihtoehdosta tuotantopuolen vastuuhenkilöt valitsivat tärkeemmän eli massatärkkelyslinjan.

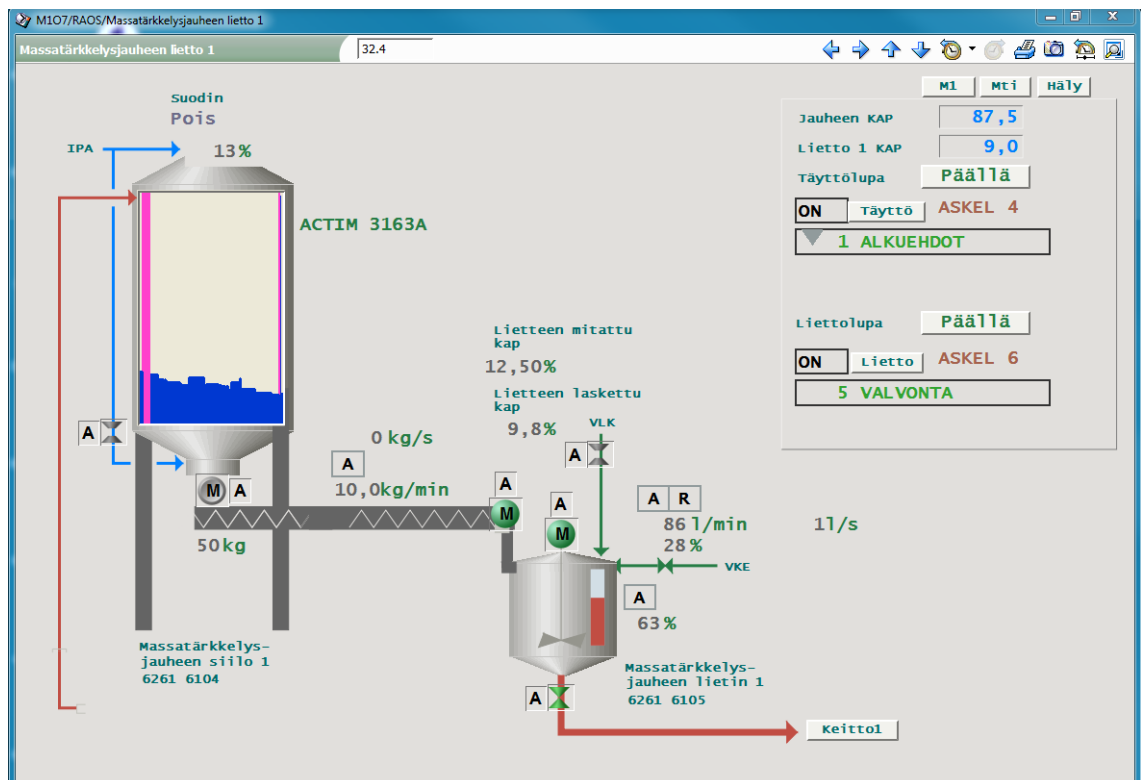
#### **4 Massatärkkelys täyteaineen valmistuslaitteistot**

Kymin paperitehtaan raaka-aineosastolla sijaitsee kaksi toisistaan täysin riippumatonta laitteistoa, joilla pystytään valmistamaan paperikoneille täyteaineena käytettävää massatärkkelystäyteainetta. Näistä tärkeämpi on massatärkkelys keitto 1-laitteisto, jolla nimellä se myös DNA-järjestelmässä esiintyy. Toinen on nimetty massatärkkelys keitto 2-nimellä, eikä sitä ole ollenkaan kytketty DNA-järjestelmään. Käytännössä massatärkkelys keitto 2-laitteisto on tarkoitettu varajärjestelmäksi, jota käytetään vain silloin kun massatärkkelys keitto 1-järjestelmä jostakin syystä on poissa käytöstä. Varalaitteisto on tarpeellinen siksi, että paperitehtaan molemmat paperikoneet ollessaan tuotannolla jatkuvasti käyttävät massatärkkelystä ja sen puuttuminen aiheuttaisi ensiksi suuria ongelmia paperikoneiden ajettavuuteen ja myöskin valmistettavan paperin laatuun. Tässä projektissa rakennettu mittaus liittyy ainoastaan massatärkkelys keitto 1-järjestelmään, joten kaikki tässä kappaleessa olevat prosessikuvaukset ja valokuvat kohdistuvat ainoastaan kyseiseen järjestelmään.

Prosessijärjestystä ajatellen kyseisen laitteiston ensimmäinen osa on varastosilo (Kuva 2), johon rekka-autot aina tarpeen mukaan tuovat massatärkkelysjauhetta. Siilon yläosassa sijaitsee pinnanmittausanturi, joka koko ajan tarkastelee siilon pinnankorkeutta. Kyseinen pintamittaus on kytketty DNA-järjestelmään, joten massatärkkelysjauheen määrä ja myöskin jauheen käsin syötetty laatu ovat koko ajan nähtävissä DNA-näyttö-päätteiltä. Siilon pohjalla sijaitsee sulkusyötin ja fluidiventtiilit, joiden tehtävänä on toimittaa jauhe punnituskaukaloon.

Punnituskaukalon yhteydessä sijaitsee vaaka, joka punnitsee sulkusyöttimen annosteleman jauheen painon. Vaakan mittausalue on 0-150 kilogrammaa. Punnituksen tasoitetun

keskiarvon perusteella vaakasäädin säätelee ruuvikuljettimen pyörimisnopeutta. Ruuvikuljettimen pyöritysmoottori on taajuusmuuttajan ohjaama ja sen ohjausalue on 1.0-75 Herziä. Liettoprosessin ollessa käynnissä automaattijolla vesiventtiilin avautumisen edellytyksenä on, että ruuvikuljetin pyörii. Pyöriessään ruuvikuljetin siirtää jauheen liettosäiliön yläpuolelle, josta se sitten putoaa liettosäiliöön. Ruuvikuljettimen pyöriessä järjestelmä avaa vesilinjassa olevaa laimennusvesiventtiiliä sopivassa suhteessa annosteltuun jauhemäärään nähden, jotta massatärkkelys- lietteen kiintoainepitoisuus saataisiin halutulle tasolle. Liettotapahtuman käynnistys ja pysäytys on toteutettu sekvenssiohjauksella. [Liite 1 ja 2]



Kuva 2. Kaaviokuva massatärkkelyksen lietto 1- laitteistosta

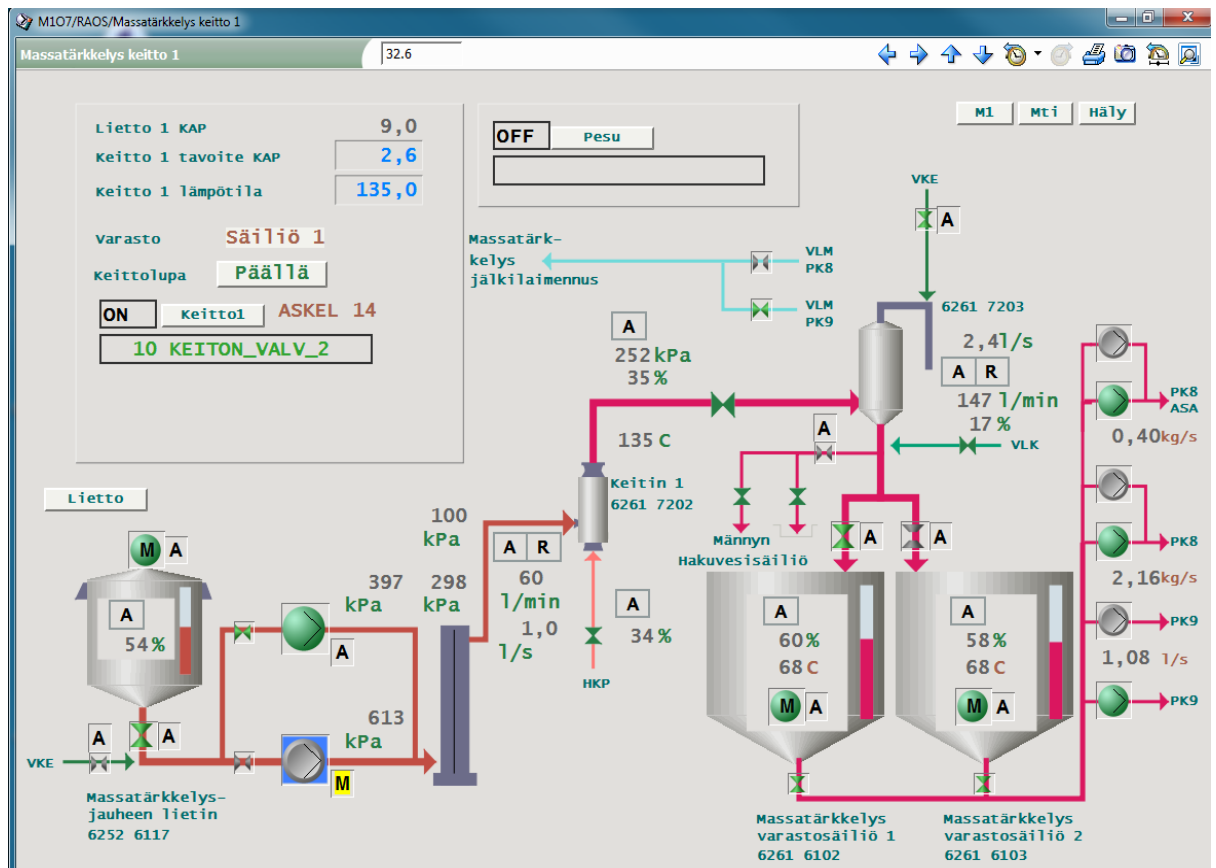
Liettotapahtuman ollessa käynnissä liettimen (Kuva 3) pohjalla pyörii koko ajan va-kiokierroksilla sähkömoottorin käyttämä sekoitin, joka sekoittaa massatärkkelys jauheen veteen. Liettimessä on pintasäätö, joka ollessaan automaattijolla pyrkii pitämään lietti-men pinnankorkeuden halutulla tasolla jauhetta annostelemalla. Laimennusvesi annos-tellaan suhteessa jauheen määrään siten, että lieton jälkeinen KAP on asetusarvon mu-kainen. Normaalitilanteessa lieton jälkeisen KAP:in asetusarvona käytetään yhdeksää

prosenttia. Liettimen pohjassa on automaattinen venttiili, jonka läpi massatärkki liete kulkee mennessään pumpuille. Niin kauan kuin yläpuolella olevassa kuvassa 2 näkyvä lietolupa on päällä, niin lietto tapahtuu automaattisesti pinnankorkeuden mukaan.



Kuva 3. Valokuva liettimestä

Lietettä eteenpäin suodatuksen kautta keittimelle kuljettavia pumppuja on kaksi kappaletta (Kuva 4), joista järjestelmän ollessa käytössä toinen on aina päällä ja toinen varapumppuna. Pumppujen jälkeen liete kulkee suodattimen läpi, jossa siitä poistetaan mahdollisia epäpuhtauksia. Suodatuksen jälkeen liete menee keittimeen, jossa se kuumentaan höyryllä 135 Celsiusasteeseen, jotta se kiehuu ja samalla saavuttaa lopputuotteelle asetetut ominaisuudet. Keiton jälkeen, ennen varastosäiliöihin pumppaamista massatärkkelystä vielä laimennetaan vedellä niin paljon että sen lopullinen kiintoainepitoisuus varastosäiliössä ja siitä eteenpäin putkilinjassa paperikoneille pumpattaessa olisi kolme prosenttia.



Kuva 4. Kaaviokuva massatäkkelyksen keitto 1- valmistuslaitteistosta

## 5 Optiset sakeuden mittausmenetelmät

Optisia sakeuden mittausmenetelmiä on ollut käytössä jo 1980-luvulta lähtien, jolloin kehitettiin ensimmäisiä sakeuslähettimiä sakeusalueelle 0–2 prosenttia. Käytössä on useita eri mittaustapoja kuten takaisinsironnan, vaimenemisen ja polarisaation mittaaminen. Mittauksessa on myös sovellettu lukuisia erilaisia valon lähteitä kuten halogeenia, valodiodia (LED), laseria ja ksenonia. [5]

Optiset mittausmenetelmät perustuvat valon käyttäytymiseen massassa. Massaan kohdistetusta valonsäteestä osa kulkee kuiduista läpi, osa absorboituu niihin ja osa heijastuu takaisin. Näiden suhteellinen osuus vaihtelee massan koostumuksesta riippuen, eikä suhde ole ennalta määriteltävissä. Anturit mittaavat joko kuitujen läpi kulkenutta tai takaisin heijastunutta valoa. Puukuidut sekä useat kiintoainepartikkelit ovat optisesti

anistrooppisia ja ne voivat muuttaa valon polarisaatiota. Tätä ilmiötä voidaan myös käyttää hyväksi sakeusmittauksessa. Massan optiset ominaisuudet on havaittu vaihtelevan hyvin paljon puulajin ja massan valmistustavan mukaan. Massan kuiva-aine koostuu selluloosasta, ligniinistä, hemiselluloosasta ja täyteaineista. [5]

On pystytty osoittamaan, että sellukuitu on hyvin kidemäistä ja siksi se taittaa, heijastaa, siroaa ja depolarisoi valoa tehokkaasti. Mekaanisten massojen sisältämä hemiselluloosa ja ligniini ovat olemukseltaan amorfisia. Lisäksi ligniini absorboi tehokkaasti valoa, aallonpituudesta riippuen infrapunaa vähiten ja ultraviolettia eniten. Kuidut eivät myöskään ole tasaisesti jakautuneet sulppuun, vaan niillä on taipumus takertua toisiinsa muodostaen verkostoja ja flokkeja. Massan joukkoon sekoitettavat täyteaineet ja eri valmistusprosessien yhteydessä massaan joutuneet kemikaalit ja lika vaikuttavat kaikki erilailla massan optisiin ominaisuuksiin. [5]

Massan sisältämä vesi vaikuttaa valon kulkuun pienentämällä sen intensiteettiä absorption takia Beer'in lain mukaan. Valon intensiteetti sen kuljettua vesikerroksen läpi voidaan laskea kaavalla 1. [5]

$$I = I_0 e^{-\mu * l * c} \quad (1)$$

, missä  $I_0$  = valon alkuperäinen intensiteetti

$\mu$  = absorptiokerroin

$l$  = vesikalvon paksuus

$c$  = mitattavan massan sakeus.

Absorptiokerroin  $\mu$  riippuu suuresti käytettävän valon aallonpituudesta. Optisissa sakeuslähettimissä käytetyillä valon aallonpituuksilla 780 ... 1000 nm absorptiokerroin vaihtelee välillä 0,003 ... 0,45  $\text{cm}^{-1}$ . Aallonpituuksien rajoittuminen lähi- infrapuna- alueelle johtuu pääsääntöisesti fyysisistä rajoituksista ja komponenttien hinnoittelusta. [5]

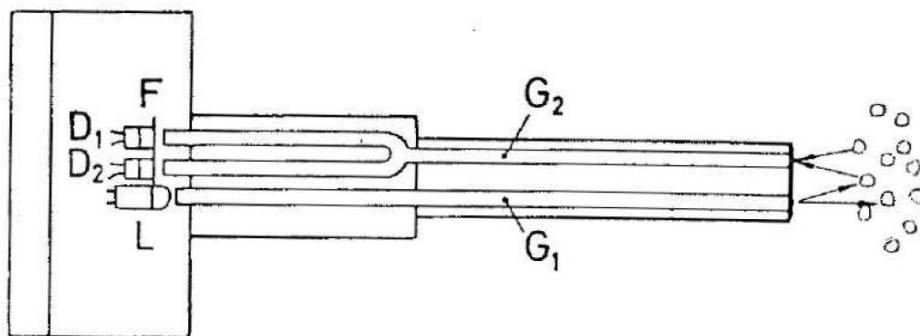
Valon takaisinsirontaan perustuvassa menetelmässä on ennen käytetty valonlähteenä hehkulamppua, mutta nykyään voidaan käyttää infrapunavaloa emittoivaa valodiodia (LED). Massan läpi kulkenut valo johdetaan fotodiodi detektorille. Mittausmenetelmä sopii asennettavaksi joko prosessiin tai ohivirtausputkistoon ja sitä voidaan käyttää sakeuden mittauksessa aina neljän prosentin massoille asti. Massan sakeutuessa ohivirtaus-



putkiston ja anturin mittaushaarukan tukkeutuminen rajoittavat menetelmän käyttöä korkeammilla sakeuksilla. Kyseinen menetelmä soveltuu käytännössä vain puhtaille täyteaineettomille massoille, sillä se on erityisen herkkä freenes- luvun muutoksille ja mustalipeäjäännöksille. [5]

Valon sirontaan perustuvassa mittauksessa massanäytteeseen kohdistetun valon intensiteetti pienenee eksponentiaalisesti kaavan 1 mukaan. Valon kohdatessa kuituja tai muuta kuiva-ainetta osa siitä siroaa takaisinpäin detektorille. Takaisin sironnut valo kulkee saman vesikerroksen läpi vaimentuen edelleen. Heijastunut valo kerätään yhdellä tai usealla detektorilla. Detektorilla muodostunut signaali valon keskimäärin kulkemasta matkasta on kääntäen verrannollinen kuiva-aineen määrään sulpussa ja sitä kautta massan sakeuteen. Menetelmä sopii asennettavaksi ainoastaan yli 100 mm putkistoissa, jotta mittausta häiritsevät valon heijastukset putken seinämästä voidaan estää. Valonlähteenä voidaan käyttää hehkulamppua tai lähi-infrapuna-alueella toimivaa valodiodia. [5]

Valon takaisinsirontaa mittaavat lähettimet (Kuva 5) ovat herkkiä väri- ja vaaleusmuutoksille sekä täyteaineille. Tämän vuoksi nämä mittarit soveltuvat lähinnä puhtaiden massojen sakeuden mittaamiseen. Täyteaineriippuvuus johtuu siitä, että kooltaan pienetkin täyteainepartikkelit ovat optisesti suuria ja niillä on merkittävä vaikutus signaaliin. [5]



Kuva 5. CONS-EL:n toimintaperiaate. [5]

Anturin geometriaa muuttamalla voidaan vaikuttaa mittaustulokseen. Tällä tarkoitetaan valolähteen sijaintia ja asentoa massavirtaukseen nähden ja lähettimen detektoreiden lukumäärän muuntelua. Käyttämällä kahta valoallonpituutta ja laskemalla näiden kahden aallonpituuden vasteiden osamäärä voidaan vähentää virtausnopeus- ja täyeyne-riippuvuutta. Mittaus on riippumaton prosessiolosuhteiden muutoksista, kuten turbulenssista virtausnopeudesta, paineesta, lämpötilasta ja pH:sta. Aivan pienillä, alle 0,5 m/s nopeuksilla esiintyy virtausnopeusriippuvuutta, jolloin virtaus ei ole turbulenttinen ja lasin eteen pääsee syntymään laminaarisen virtauksen aiheuttama vesikerros. [5]

Metso Automationin vanhimman, 1980-luvulla kehitetyn optisen sakeuslähettimen Cons-El:n toimintaperiaate on esitetty kuvassa 5. Valonlähteenä lähettimessä käytetään hehkulamppua, josta valo johdetaan mittauspisteeseen kuidusta koostuvalla valojohteella (G1). Massasta takaisin sironnut valo johdetaan toisen valojohteen (G2) avulla kaistanpäästösuotimien (F) kautta kahdelle detektorille ( $D_1$  ja  $D_2$ ). Kaistanpäästösuotimien aallonpituudet on valittu siten, että toisen (1000 nm) aallonpituudella vesi absorboi voimakkaasti valoa ja toisen aallonpituudella (900 nm) vaimeneminen on vähäistä. Lähtösignaali muodostetaan detektorisignaalien osamäärästä. [5]

Polarisoidun valon depolarisoitumiseen perustuvassa anturissa mittaus perustuu valon polarisaatiotason kääntymiseen sen kulkiessa massan läpi. Polarisaatiomittauksessa valonlähteenä käytetään halogeenilamppua, puolijohdelasaria tai valodiodia. Mittaus ei ole herkkä massan väri- tai vaaleusmuutoksille ja täyeyneitä se pystyy käsittelemään kohtuullisesti. Polarisaatiomittauksen käyttöä rajoittavat soveltumattomuus lajittelematoman massan mittaamiselle ja alhainen sakeusalue. Menetelmä soveltuu alle kahden prosentin sakeusalueelle. [5]

### 5.1 Satron VC optinen sakeuslähetin

Satron VC on optinen sakeuslähetin (Kuva 6). Se on suunniteltu puhtaiden lisäaineettomien massojen sakeuden mittaamiseen 0 ... 7 %:n Cs sakeusalueella, joita on pääasiallisesti mekaanisissa prosesseissa (SWG, TMP, PWG ja CTMP). Lähettimen käyttämän valon aallonpituus on 880 nm. Mittaus perustuu valon takaisinsirontaan. Tyypillisiä sovelluksia ovat lajitinmittaukset, latenssinlähdöt, suotimienpoistot ja monet muut. [6]

## 5.2 Tekninen erittely

### **Alkupisteen ja mittausalueen viritys**

Alkupisteen viritys: Viritetty alueenleveys voidaan vapaasti sijoittaa määritellylle mittausalueelle halutun option mukaisesti käyttäen analysaattorin omia näppäimiä (näyttöoptio) tai HART 275/375- käyttäjäliityntää.

### **Vaimennus**

Portaattomasti säädettävissä 0,01 ... 60 s.

### **Toistettavuus**

0,01 % Cs.

### **Lämpötilarajat**

Ympäristö: -30 ... +80 °C

Prosessi: -30 ... +140 °C

Kuljetus ja varastointi: -40 ... +80 °C.

### **Lähtöviesti**

3-johdin (3W), 4-20 mA.

### **Syöttöjännite ja kuormitettavuus**

- 24 VDC, - 10 %, +15 %, 100 mA
- 115/230 VAC, -15 % ... +10 % (laitetekotelo)

### **Kosteusrajat**

0 ... 100 % RH;

**EMC direktiivi 2004/108/EC-EN61326-1:2005**

## Paineluokka

- PN25

## Viritys

Asiakkaan tilaamalle alueelle minimi vaimennuksella. Jos aluetta ei ole määritelty, lähetin viritetään maksimi alueelle.

## I/O- liitännät

### bout1-3

Rele, maadoittava kontakti

Maksimi jännite	35 V
Maksimi virta	50 mA
Maksimi vuotovirta	10 A

### bin1-3

NC (ei kytkentää)	OFF
0 – 2 V	ON

Minimiarvot käytettävälle kytkimelle

Jännite	16 V
Virta	4 mA
Vuotovirta	1 mA

### Virtalähtö 1

Alue	3,5 – 23 mA
Maksimi kuorma	600
Tehdasasetus	4 – 20 mA

### Virtalähtö 2

Sisäinen tehonsyöttö

Virtalähtö 2:lla on sama maa kuin binääri IO:lla

Maksimi kuormitus	400
Alue	3,5 – 23 mA

Tehdasasetus                    4 – 20 mA  
Ulkoisen tehonsyöttö  
Virtalähtö 2 on galvaanisesti erotettu

Maksimi käyttöjännite        35 VDC  
Alue                                3,5 – 23 mA  
Tehdasasetus                    4 – 20 mA  
Maksimi eristysjännite        100 VDC

### Prosessiliitännät

- Yhteet G1- liitänäkiertheellä. [6]



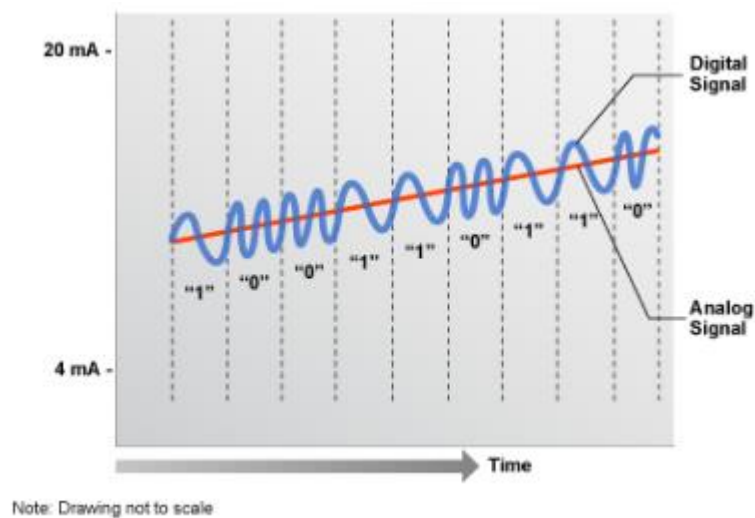
Kuva 6. Kuva asennusyhteestä, erillisestä näyttöyksiköstä ja anturista. [6]

### 5.3 HART-protokolla

HART (Highway Addressable Remote Transducer) on kenttälaitteprotokolla, jossa perinteisen analogisen tasavirtaviestin rinnalla piirissä kuljetetaan laite- ja prosessitietoa digitaalisessa muodossa. Protokolla voidaan löyhästi suomentaa kieleksi, jolla kaksi laitetta keskustelelevat keskenään. [7]

HART käyttää ns. half-duplex-tyyppistä tiedonsiirtoa, eli digitaalisignaali kytketään päälle lähetyksen ajaksi. Muulloin laite vastaanottaa viestiä samalta linjalta, jolle se lähettää. Digitaalinen signaali koostuu 1200 Hz:n ja 2200 Hz:n taajuuksista. Nämä vastaavat tiloja 1 ja 0. Lähetin moduloi silmukavirtaa symmetrisellä sini- tai trapetsiaallolla, jonka amplitudi on  $\pm 0,5$  mA. [7]

Koodaustapana käytetään Bell 202-tiedonsiirtostandardiin perustuvaa FSK-tekniikkaa. Digitaalisignaalin keskiarvo on nolla, minkä ansiosta se ei häiritse analogista tasavirtaviestiä (Kuva 7). [7]



Kuva 7. Kaaviokuva HART-signaalin ja analogisen virtaviestin suhteesta. [7]

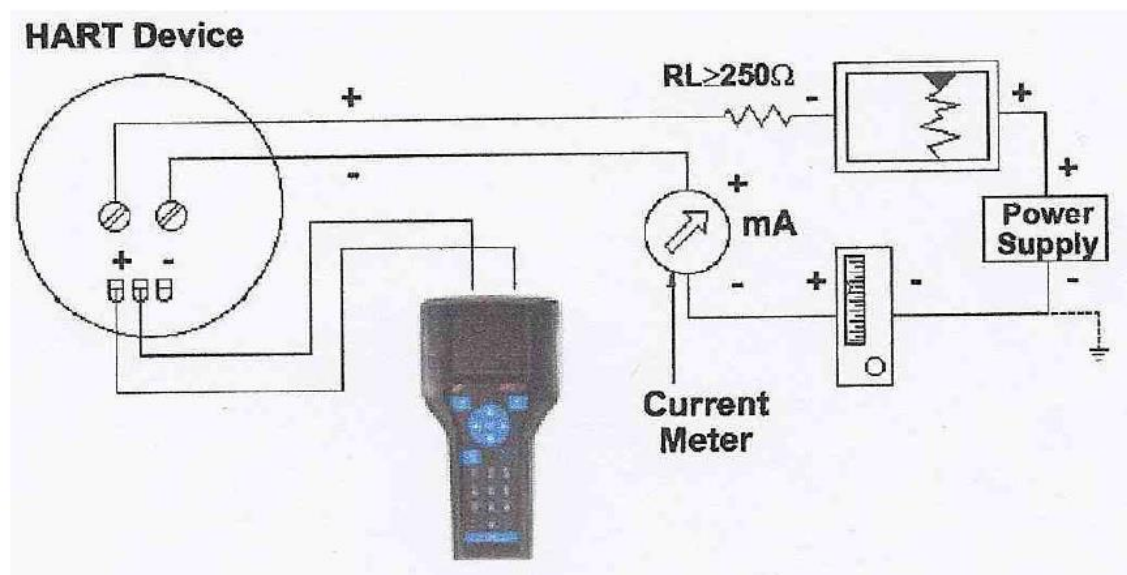
HART-protokollassa tiedon siirto on kahden suuntaista, eli dataa voidaan sekä vastaanottaa, että lähettää laitteelta tai laitteelle mistä signaalintien kohdasta tahansa. Toisin sanoen, HART-laitetta voidaan ohjelmoida muualtakin kuin itse laitteen välittömästä läheisyydestä ja ilman johtimien irrotusta. HART-kommunikaattori eli ohjelmointilaitte liitetään linjaan laitteen rinnalle (Kuva 8), mikäli linjan resistanssi on riittävän suuri. Mikäli resistanssi jää liian pieneksi, on linjaan lisättävä kuormavastus sarjaan. [7]

HART-sanomakehys koostuu seitsemästä osasta ja sitä edeltää tahdistusjakso, jonka avulla vastaanottajan modeemi ja sarjaliikennevastaanotin tahdistetaan. Tämän jakson kaikki bitit ovat ykkösiä. Tahdistusosan pituus vaihtelee viiden ja 20 tavun välillä. [7]

Tahdistusosan jälkeen vuorossa on start-tavu, jota seuraa yhden tai viiden tavun mittainen osoite. Yhden tavun osoite on käyttäjän aseteltavissa oleva, pitkä kertoo valmistajan, laitetyypin ja laitteen sarjanumeron. Yleensä käytetään pitkää osoitetta. [7]

Seuraavaksi annetaan tavun mittainen komento. Pakollisia standardiin sisältyviä komentoja on 14 ja lisäksi joukko vapaaehtoisia komentoja, jotka ohjelmointilaitteen tulee tuntea. Pakollisilla komennoilla haetaan viimeisimmät mittaustiedot ja hallinnoidaan lähettimen tekstimuotoisia tietoja. Vapaaehtoisilla voidaan esimerkiksi hallita laitteen analogista lähtöä. Vapaaehtoiset komennot kirjoittaa laitteen valmistaja määrämuotoiseen kuvaustiedostoon. Kuvaustiedosto mahdollistaa ohjelmointilaitteelle kenttälaitteen komentamisen peruskäskyjä laajemmin. [7]

Komennon jälkeen kerrotaan datan pituus tavuina yhden tavun mittaisella viestillä. Näiden jälkeen tulee varsinainen, 0...25 tavun mittainen mittaustieto-osa sekä tarkistus-tavu. Sarjaliikennekäytössä orjalaite antaa ennen mittaustietoa kahden tavun status-paketin. Mittaustulokset ja asetusrivot siirretään IEEE 754- muodossa 32-bittisenä liukulukuna. [7]



Kuva 8. Kommunikaattorin kytkentä suoraan laitteeseen. [7]

HART-protokolla on mahdollistanut laitteiston etäohjelmoinnin ja virittämisen. Kaukoasettelu parantaa turvallisuutta erityisesti räjähdysvaarallisissa tiloissa, kun kantta ei tarvitse avata päästäkseen ohjelmoimaan laitetta. Lisäksi kunnossapidollinen tehokkuus kasvaa, kun laitteen ohjelmoimiseksi ei tarvitse hakeutua laitteen viereen. Erityisesti tästä hyödytään, kun laitteisto on hajallaan pitkien matkojen päässä. [7]

HART-protokollaa voi käyttää myös täysdigitaalisen tiedon siirtoon ilman analogista milliampeeriviestiä. Tällöin samaan silmukkaan voidaan liittää useita lähettämiä. Viestien kohdistus oikealle laitteelle tapahtuu osoitteiden avulla. Itse säätäminen voidaan hoitaa paikallisesti pienissä kokonaisuuksissa ja siirtää mittaustieto digitaalisesti muualle tallennettavaksi, jolloin kaapelointi yksinkertaistuu. [7]

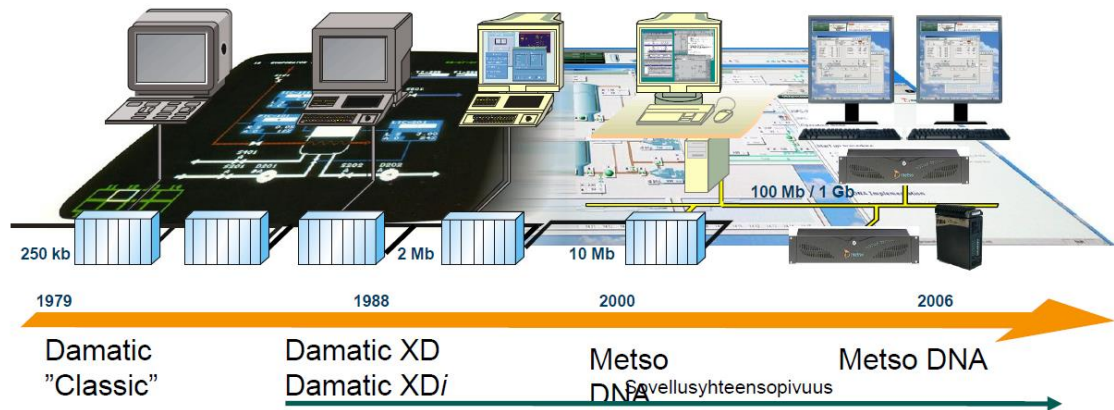
Paremmiin puhelinmodeemistandardina tunnetun Bell 202:n ansiosta HART-signaalia voidaan siirtää sovittimien avulla myös puhelinlinjaa pitkin. Myös suoraan tietokoneen RS-232-porttiin liitettäviä modeemeja on olemassa. Tällä tavoin tiedon keruu logiikalle tai muulle ohjausjärjestelmälle yksinkertaistuu kaapeloinnin osalta edelleen, kun erillistä apujännitettä ei tarvita. [7]

HART-protokollaa on pidetty monessa yhteydessä väliaikaisena ratkaisuna, mutta se on yhteensopivuutensa ansiosta vakiinnuttanut asemansa yhtenä suosituimmista, ellei jopa suosituimpana tiedonsiirtoprotokollista. Suosiota on lisännyt myös tutun ja turvallisen virtaviestin käyttömahdollisuus. Oikeampaa olisi ehkä sanoa, että HART-protokollan käyttömahdollisuus virtaviestin rinnalla on mahdollistanut koko protokollan yleistymisen. Sitä hyödynnetään kuitenkin varsin suppeasti vieläkin, vaikka käyttökokemuksen lisääntyessä soveltaminen onkin lisääntynyt. [7]

## **6 Metso DNA- automaatiojärjestelmä**

Metso Automation on suuri toimija maailmanlaajuisesti prosessiautomaatio alalla. Prosessiautomaatio- yksikön suurimpia asiakkaita ovat paperi- ja selluteollisuus, öljyn- ja kaasunjalostus sekä voimalaitokset. Metso on toimittanut asiakkaille noin 4500 automaatiojärjestelmää (Kuva 9). [8]





Kuva 9. Metson automaatiojärjestelmien kehityskulku.

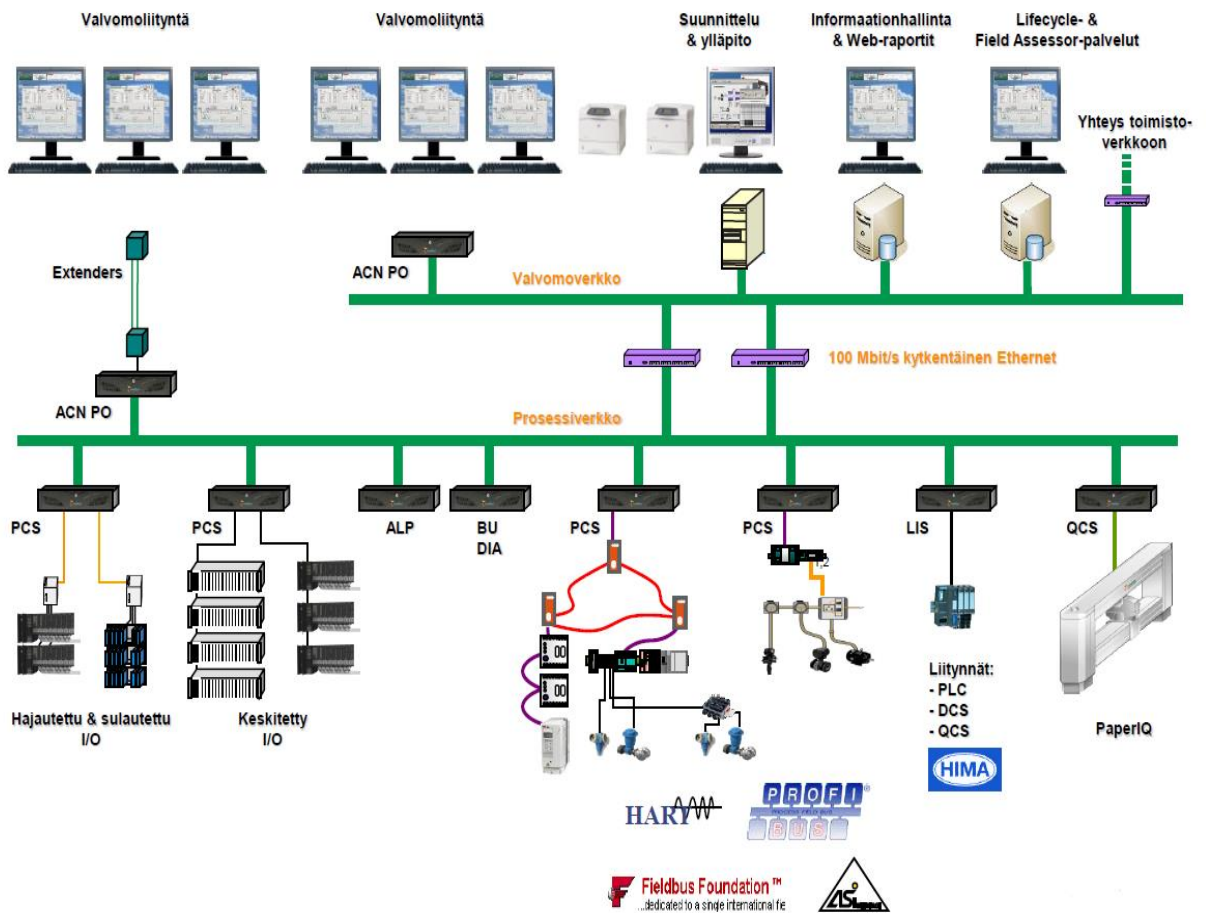
Metson toimittamat Metso DNA-automaatiojärjestelmät ovat peruskomponenteiltaan hyvin samanlaisia keskenään. Asiakkaan tarpeet määrittävät järjestelmän laajuuden, mutta useimmiten järjestelmiin kuuluvat ainakin seuraavat osat: suunnittelutyöasema, operointiasema, hälytysasema, varmennusasema, tiedonkeruuasema ja prosessiasema sekä sen ohjaamat tulo- ja lähtöliitännät. [8]

Valvomoverkon koneet voivat olla tavallisia toimistokoneita, mutta kuitenkin niin, että suunnitteluasema ja tiedonkeruuasema ovat palvelimia. Valvomoverkon koneet voivat olla vaihtoehtoisesti asiakkaan hankkimia, mutta prosessinohjausverkon tietokoneet ovat aina Metson toimittamia. Verkko liikenne järjestelmässä on rajoitettua ja yhteys internetiin on estetty tietoturvan lisäämiseksi. Joissain tapauksissa suunnitteluasema on sijoitettu verkossa eristetylle alueelle, jotta siihen voidaan saada etäyhteys internetin välityksellä. [8]

Operointiasemia käytetään vain ja ainoastaan prosessin ohjaukseen (Kuva 10). Niiden käyttö muihin toimintoihin on estetty. Hälytysasema (ALP) huolehtii prosessin hälytyksistä, tallentaa hälytykset ja jakaa ne oikeille operointiasemille. Prosessiasema (PCS) hoitaa varsinaisen prosessin ohjauksen I/O:n tai kenttäväylien välityksellä. Varmennusasema (BU) pitää yllä muun muassa kopioita automaatioverkkoon kuuluvien asemien konfiguraatitiedoista. Tiedonkeruuasema (IA) hoitaa prosessidatan tallentamisen, säilyttämisen ja siitä muodostettujen grafiikoiden esittämisen. [8]

Suunnittelutyöasema on tarkoitettu nimensä mukaisesti suunnitteluun. Siitä löytyy ohjelmat automaatiosovellusten muokkaamiseen ja järjestelmän ylläpitoon. Suunnittelutyöaseman ja järjestelmän välisenä linkkinä toimii DNA Explorer-sovellus. [8]

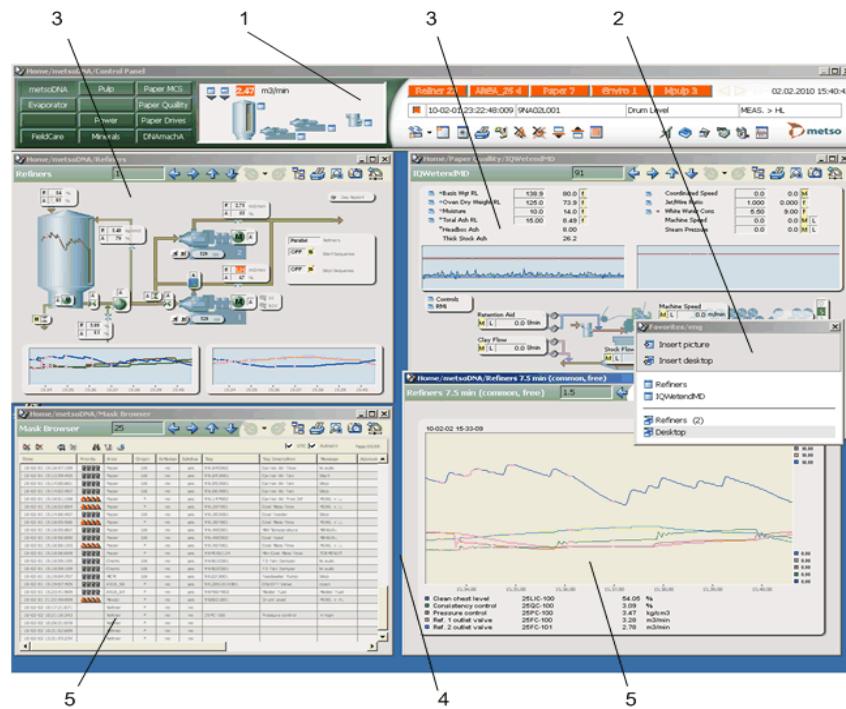
Automaatiojärjestelmää ohjaavat sovelluspiirit, jotka siirtävät mittauksia ja ohjauksia prosessiasemien ja I/O:n välillä. Piireihin määritellään myös lukitukset, hälytysrajat ja muu logiikka. DNA Explorerilla hallitaan näitä prosessiasemille ladattuja sovelluspiirejä. [8]



Kuva 10. Kaaviokuva Metso DNA- järjestelmässä usein käytetystä verkkorakenteesta.

## Metso DNAuse- käyttöliittymän työpöydän rakenne

DNAusen yhden työpisteen monitoreilla näkyviä ikkunoita toimintoiheen kutsutaan työpöydäksi. Työpöydän keskeiset osat ovat:



Kuva 11. Metso DNAuse- käyttöliittymän työpöydän rakenne. [9]

### 1 Ohjauspaneeli

Ohjauspaneelissa esitetään yhden alueen yleiskuva tietoineen. Aluetta voidaan vaihtaa napsauttamalla toisen alueen valintapainiketta. Ohjauspaneelin kautta voidaan myös suorittaa koko työpöytää koskevia yleisiä operointeja. Häiriötilanteissa ongelman selvitys aloitetaan ohjauspaneelin tapahtumien käsittelytoimintojen kautta. Työpöydällä voi olla esillä useita ohjauspaneeleita samanaikaisesti. [9]

### 2 Suosikit- ikkuna

Suosikit-ikkuna sisältää usein käytettyjen kuvien valintapainikkeita. Haluttu kuva saadaan esiin yhdellä hiiren napautuksella. Suosikit-ikkunan sisältöä voidaan helposti muuttaa. [9]

### **3 Kuvaikkunat**

Kuvaikkunoiden kuvissa ja työpöydälle avattavissa työkaluissa on prosessin hallintaan tarvittavia yksityiskohtaisempia tietoja ja niiden kautta voidaan vaikuttaa prosessiin. Kuvia on mahdollista avalla useilla eri toiminnoilla, mikä mahdollistaa työpöydän tehokkaan käytön tilanteen mukaan. [9]

### **4 Työalue**

DNAusen työpöydälle jäävää tyhjää tilaa kutsutaan työalueeksi, joka on tarkoitettu kuvaikkunoiden sekä erilaisten työkaluikkunoiden ja valintaikkunoiden käyttöön. Ohjauspaneeli sijaitsee oletusarvoisesti monitorin ylälaudassa. Jos työpöytä käytetään usean monitorin kautta, ikkunoita voidaan siirtää monitorilta toiselle. Työpöytä voidaan näin vapaasti muokata tilanteiden vaatimusten tai eri käyttäjien tarpeiden mukaan. [9]

### **5 Työpöydän työkalut**

Työpöydälle avattavia työkaluja ovat mm. trendianalyysi- ja erilaiset kunnossapitotyökalut. Tapahtumaselaimessa näkyvät aikajärjestyksessä prosessista tulleet tapahtumat ja niiden tilat. Trendianalyysityökaluun voidaan siirtää kuvien mittauksia vedä ja pudota-menetelmällä, jolloin työkalu piirtää arvojen historiakäyrät. [9]

## 7 Mittauksen suunnittelu ja rakentaminen

### 7.1 Mekaaninen suunnittelu ja rakentaminen

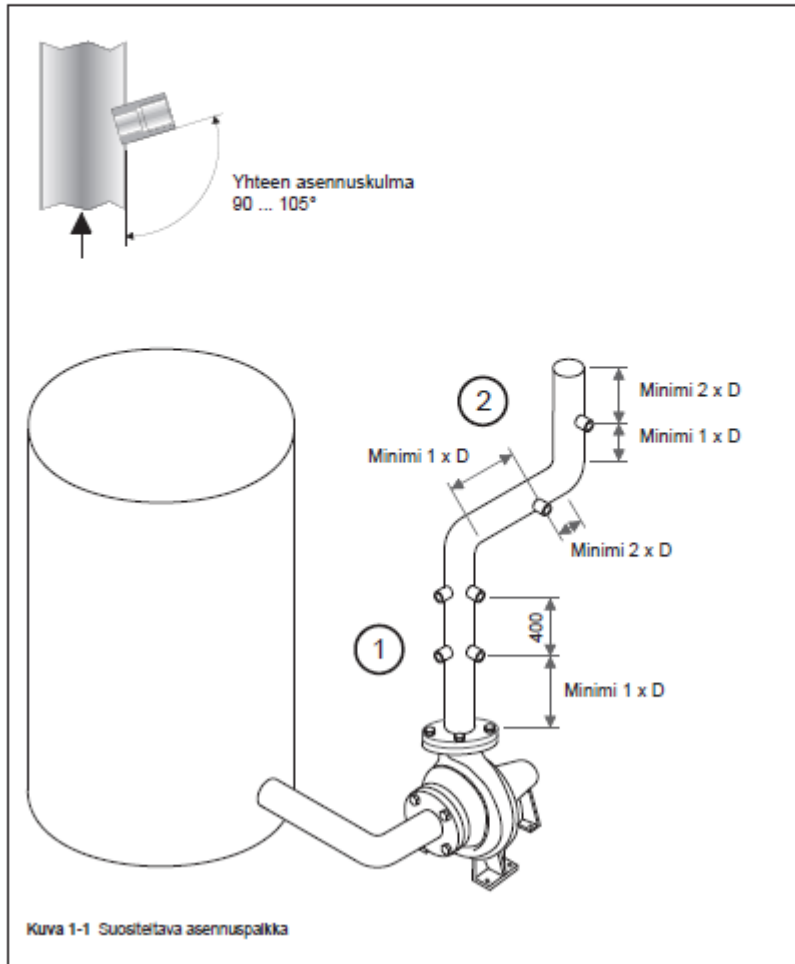
Kun mitattava raaka-aine oli selvillä, niin seuraavana toimenpiteenä oli selvittää putkilinjastossa soveltuvin kohde kyseiselle lähettimelle. Tässä tehtiin tiivistä yhteistyötä laitteen toimittajan edustajan kanssa, koska hän oli muissakin tehtaissa asennellut mittauksia massatärkkelyslijnjoin, oli hänellä hyvä tietämys kyseisen raaka-aineen ominaisuuksista eri käsittelyvaiheiden jälkeen. Teknisten tietojen perusteella kyseinen anturi soveltuu mittauksiin sakeusalueella 0–7 prosenttia, joten tässä tapauksessa varmistettiin vielä valmistajan edustajalta anturin soveltuminen tähän kohteeseen, jossa mittausalueeksi suunniteltiin 0-12 prosenttia. Kun valmistajan edustajalta saatiin varmistus anturin soveltumisesta tässä kohteessa valitulle mittausalueelle jatkettiin suunnittelua. Aluksi ajatuksena oli asentaa lähetin keittimen jälkeiseen putkeen. Tutkittaessa keittimen jälkeistä putkilinjastoa todettiin DNA-näyttöpäätteillä näkyvissä olevien lämpötilamittausten perusteella että massatärkkelys on kyseisessä putkilinjastossa lämpötilaltaan sopimatonta optiselle sakeusanturille. Massatärkkelys on keiton jälkeen optisilta ominaisuuksiltaan sellainen, että sen lämpötila pitää olla 20–55 Celsiusasteen välillä, jotta sen kiintoainepitoisuutta kyetään mittaamaan kyseisellä sirontaan perustuvalla optisella anturilla. [Liite 5] Näinollen päätettiin anturi sijoittaa putkeen ennen keitintä alla olevan asennuspaikan valintaohjeen (Kuva 12) mukaisesti. Lähettimen tuleva paikka merkattiin putkeen, jotta voitiin osoittaa asennusyhteen tuleva paikka. Lähettimen paikan valinnan jälkeen lähettimen vaatima asennusyhde hitsattiin putkeen ohjeiden mukaiseen 90 ... 105° asennuskulmaan.

## 1 ASENNUS

## 1.1 Asennuspaikan valinta

Asennusohje: kuva 1-1

- lähetin tulee pääsääntöisesti asentaa turbulenssivirtaukseen.
- suositeltavin asennuspaikka ①
- vaihtoehtoinen asennuspaikka ②

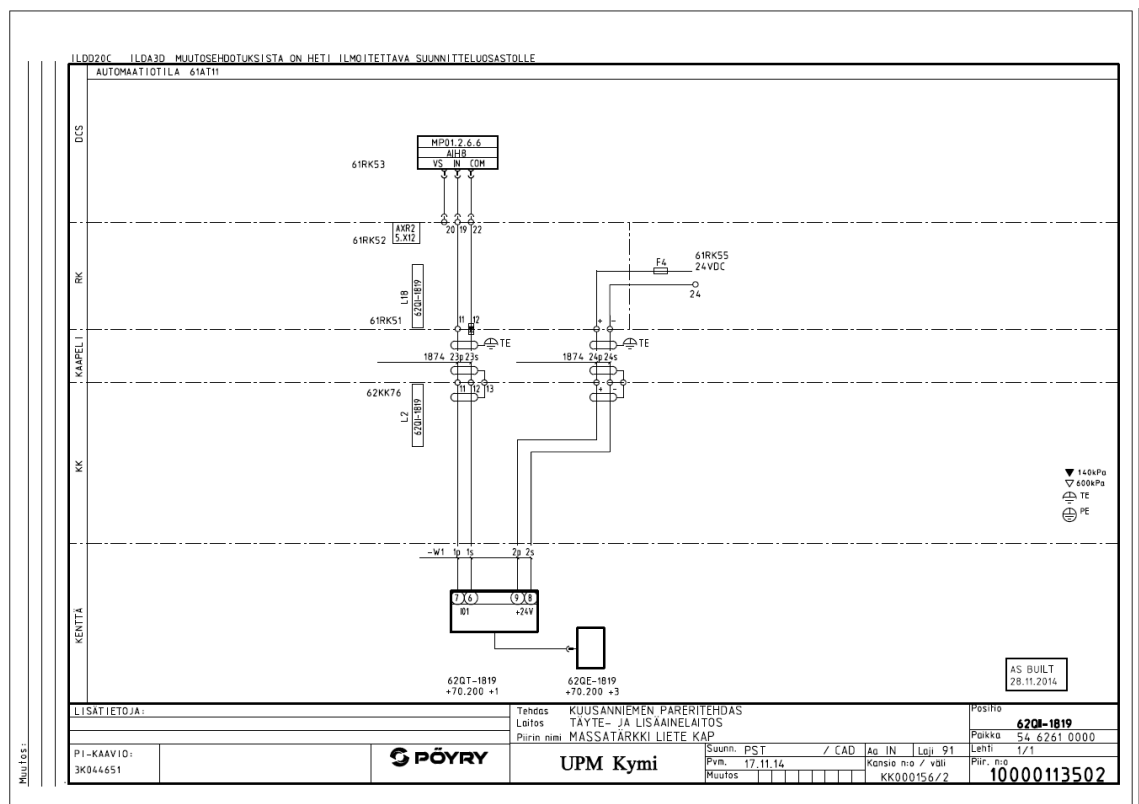


Kuva 12. Lähettimen asennuspaikan valintaohje. [6]

## 7.2 Sähköinen suunnittelu

Kymin paperitehtaan raaka- aineosastolla ja myös molemmilla paperikoneilla on käytössä Metso DNA-automaatiojärjestelmä, niin oli alusta lähtien selvä, että kyseinen mitaus oli liitettävä DNA-järjestelmään. Suunnitteluvaiheessa tämä oli tietenkin koko ajan otettava huomioon. Ensin oli suunniteltava lähettimen vaatimat kytkennät mukaan lukien lähettimen vaatima 24 V DC jännitesyöttö. [Liite 3] Suunnittelun yhteydessä havaittiin,

että läheisessä kenttäkoteloissa oli sopivasti tarjolla sillä hetkellä käyttämättömänä olleita valmiiksi kaapeloituja runkokaapelipareja, joita voitiin hyödyntää lähettimen kytkennässä DNA- järjestelmään. Seuraavaksi kyseisen runkokaapelin toiset päät merkattiin suunnitelmaan automaatiotilassa sijaitsevista järjestelmäkaapeista. Tämän jälkeen oli vuorossa vapaan kanavan etsiminen mittaukselle soveltuvalta DNA-kortilta ja myöskin lähimmän vapaan +24 V jännitesyötön etsiminen järjestelmäkaapeista eli ns. ristikytkentäsuunnittelu. Näiden toimien jälkeen vuorossa oli kuvien (Kuva 13) piirittäminen. Kuvien piirron yhteydessä kyseisen mittauksen positiotunnukseksi valittiin 62QI-1819. Mittauspiiriin nimeksi valittiin MASSATÄRKKI LIETE KAP, jolla nimellä se DNA-järjestelmästä on löydettävissä.



Kuva 13. Instrumentti piirikaavio.

### 7.3 Mittauksen rakentaminen

Kuvien valmistumisen jälkeen asennettiin erillinen näyttöyksikkö seinälle kenttäkotelon lähelle ja tehtiin tarvittavat kytkennät lähettimen ja DNA-järjestelmän välille. Myöskin lähettimen kaapeli kytkettiin näyttöyksikköön valmiiksi ja vedettiin lähelle anturin tulevaa asennuspaikkaa. Lopuksi lähetin asennettiin putkeen ja kytkettiin omalla kaapelillaan näyttöyksikköön. Ennen virran kytkemistä järjestelmään oli vielä tehtävä vastaava ohjelma DNA-järjestelmään [Liite 4]. Ohjelmassa mittauksen mittausalueeksi valittiin aluksi 0–12 prosenttia. Ohjelman tekemisen lisäksi myös kahteen DNA-järjestelmän näyttöön oli tehtävä muutokset, jotta anturin lukema saatiin näkymään raaka-aineosaston valvomossa sijaitsevalla DNA-näyttöpäätteellä ja myöskin tarvittaessa kaikilla muilla järjestelmään kuuluvilla näyttöpäätteillä. Näiden muutosten lisäksi kyseinen mittauspiiri oli vielä liitettävä mukaan DNA-järjestelmän trendien keruuseen, jotta sen toimintaa oli helpompi seurata. Kun kyseinen mittauspiiri saatiin onnistuneesti liitettyä trendien keruuseen, niin näyttöpäätteelle oli mahdollisuus hakea sen näyttämä lukema halutulta aikajaksolta.

## 8 Käyttöönotto

Kun kaikki kytkennät oli tehty, ohjelma valmis ja haluttuihin DNA-näyttöihin tehty muutokset, oli aika ottaa uusi mittaus käyttöön. Käytännössä tämä tarkoitti jännitesyötön kytkemistä erilliseen näyttöyksikköön, jonka kautta myös anturi saa tarvitsemansa käyttöjännitteen. Jännitesyöttö laitteeseen kytkettiin asentamalla 24 V:n jännitesyötöistä vastaavaan DNA-järjestelmäkaappiin sulakkeenpitimeen 300 mA lasiputkisulake ja painamalla se paikalleen. Toimenpiteen jälkeen todettiin, että erilliseen näyttöyksikköön oli ilmestynyt valot ja myöskin jonkinlainen lukema, joka osoitti että kytkennät olivat oikein tehdyt. Tämän jälkeen todettiin, että myös lähistöllä sijaitsevalta Metso DNA-järjestelmän kenttäpäätteeltä valittaessa massatärkkelyksen lietto1-sivu, kyseinen anturin näyttämä lukema oli myöskin näkyvissä. Näin ollen voitiin todeta, että myöskin järjestelmään mittauksen näyttöä varten rakennettu ohjelma sekä näyttöön tehdyt muutokset olivat toimivia.



## 8.1 Anturin käyttöönottoon liittyvä virittäminen

Kun mittaus oli saatu toimintaan ja anturin mittaama sakeus näkyville oli vuorossa anturin virittäminen. Ensin oli tarkoituksena tehdä anturille vain alustava viritys, jotta mittausarvo saataisiin alueelleen. Tämä toteutettiin katsomalla DNA-päätteeltä massatärkkelyksen lieton jälkeisen kiintoainepitoisuuden laskettu arvo. Kyseinen arvo vaihtelee useita prosentteja sekä ylös- että alaspäin, joten arvosta oli ensin haarukoitava jonkinlainen keskiarvo, jotta saatiin kelvollinen lukema anturin kalibrointia varten. Kun lukema oli tiedossa, syötettiin se erillisen näyttöyksikön näppäimistön avulla anturille kalibrointipisteeksi. Näytepisteitä oli vain yksi, niin kyseistä kalibrointitapaa kutsutaan yksipistekalibroinniksi. Käytännössä tämän anturin ollessa kyseessä kyseinen kalibrointitapa on kuitenkin lähempänä kaksipistekalibrointia, koska kyseisessä anturissa on jo tehtaalla valmistuksen jälkeen valmiiksi syötettynä veden (H<sub>2</sub>O) kiintoainepitoisuutta (nolla prosenttia) vastaava lukema.

## 8.2 Mittauksen toiminnan seuranta

Kun anturi saatiin kalibroitu yksipistevirityksellä näyttämään 0,5 prosentin tarkkuudella samaa lukemaa kuin laskennallinen arvo, niin tämän jälkeen oli tarkoituksena jättää anturi muutaman viikon ajaksi mittaamaan ja seurata mittauslukeman käyttäytymistä suhteessa laskettuun arvoon. Seurantajakson pituudeksi suunniteltiin viikkoja sen takia että kyseinen liettoprosessi on luonteeltaan melkoisen epästabiili, joka puolestaan aiheuttaa mittaukseen ja myös mittausolosuhteisiin melko suuria vaihteluita. Lisäksi paperikoneiden mahdollisilla seisokeilla on myös suuri vaikutus kyseiseen prosessiin. Seurantajakson aikana mittaus käyttäytyi enimmäkseen loogisesti seuraten jonkinlaisella viiveellä laskennallisen arvon muutoksi. Kyseisen seurantajakson aikana anturi poistettiin kerran paikaltaan. Tässä yhteydessä anturin ja asennusyhteen väliin ruuvattiin vastaavilla kier-teillä ja halkaisijalla varustettu yhteen jatke (Kuva 14). Kyseisen jatkeen avulla anturin mittauspää saatiin pois keskemältä putkea lähemmäs putken seinämää. Tällä toimenpiteellä oli tarkoitus ehkäistä anturin mittauspään likaantumista.



Kuva 14. Valokuva anturista, yhteen jatkeesta ja asennusyhteestä

### 8.3 Anturin tarkempi kalibrointi

Muutamien viikkojen mittaisen seurantajakson jälkeen oli vuorossa anturin tarkempi kalibrointi. Tämä toteutettiin kolmipistekalibrointina. Tavallaan kyseisen anturin kohdalla tämä kylläkin oli paremminkin neljäpistekalibrointi (neljäs piste on anturiin valmiiksi syötetty veden arvo). Jotta kyseinen kalibroititoimenpide saatiin toteutettua, tarvittiin kolme kappaletta näytteitä putkilinjasta, jossa kyseinen anturi mittaa kiintoainepitoisuutta. Kohta, josta näytteet saatiin otettua, sijaitsee samassa putkilinjassa noin 0,5 metriä lähempänä keitintä kuin mittausanturi, joten siltä osin näytteenotto kohta oli sopiva. Kyseinen yhde ei kuitenkaan ollut varsinaisesti tarkoitettu näytteenottoon, vaan kyseessä oli aivan tavanomainen palloventtiilillä varustettu yhde, johon vain liitettiin sopivan kokoista letkuliitintä käyttäen sopivan mittainen letku näytteenottoa varten.

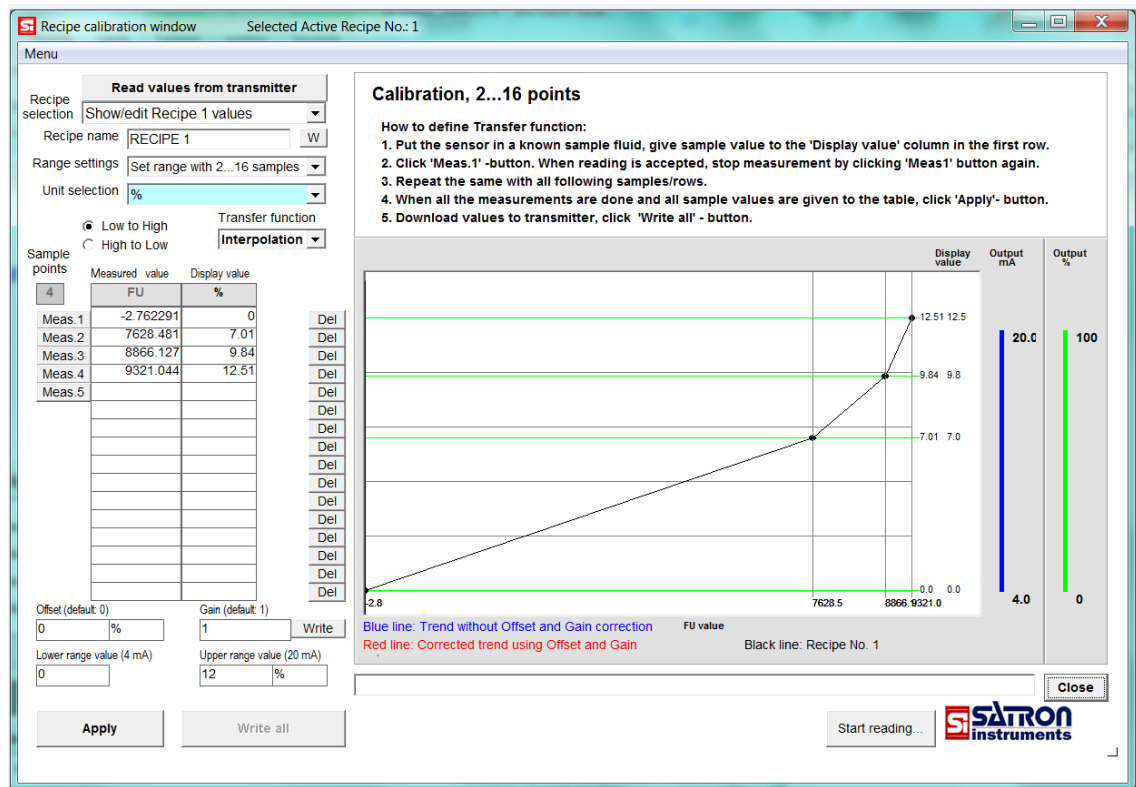
Ensimmäinen näyte otettiin liettoprosessin ollessa normaalitilassaan, eli toisin sanoen lieton jälkeisen kiintoainepitoisuuden tavoitearvona oli yhdeksän prosenttia. Näytteenoton jälkeen näytenpurkkiin merkattiin anturin näytteenottohetkellä näyttämä lukema. Tämän jälkeen näytenpurkki toimitettiin tehtaan laboratorioon käsiteltäväksi, jotta saatiin sel-

ville kyseisen näytteen todellinen kiintoainepitoisuus. Laboratoriossa näytteen huolellisen sekoittamisen jälkeen laitettiin sopiva määrä näytettä analysaattoriin, joka asetetun ajan lämmitti näytettä kuivattaen siitä veden pois. Näin saatiin selville näytteeseen sisällynyt kuiva-ainepitoisuus. Laboratoriosta saatua tulosta vertailtiin anturin näytteenottohetkellä näyttämään lukemaan, jotta voitiin todeta anturin näytön virhe.

Toista näytettä otettaessa lieton jälkeisen kiintoainepitoisuuden tavoitearvoksi muutettiin aluksi kahdeksan prosenttia. Tämän jälkeen odotettiin, että prosessi saavutti kyseisen asetetun arvon ja tämän jälkeen tavoitearvoksi muutettiin edelleen seitsemän prosenttia. Kiintoainepitoisuudesta oli tarkoitus ottaa seitsemän prosentin kohdilla toinen kalibrointinäyte, joten kyseisen tavoitearvon asettamisen jälkeen oli vain odotettava riittävän pitkän aikaa, jotta ensin liettoprosessi asettui lähelle asetettua arvoa ja tämän jälkeen oli vielä odotettava, että myös anturin lukema asettui kyseistä kiintoainepitoisuutta vastaavaksi. Tämän jälkeen itse näytteenotto ja näytteen käsittely toteutettiin samalla tavalla kuin ensimmäisenkin näytteen kohdalla.

Kolmas näyte otettiin anturin mittausalueen ylärajan läheltä, eli tavoitteena oli noin 12 prosentin kiintoainepitoisuus. Tässäkin tapauksessa lieton jälkeisen kiintoainepitoisuuden tavoitearvoa nostettiin prosentti kerrallaan ylöspäin, kun tavoitearvo saavutti halutun lukeman (12 prosenttia). Muutoin näytteenotto ja näytteen käsittely toteutettiin vastaavalla tavalla, kuin muidenkin näytteiden kohdalla.

Kun kaikki näytteet oli otettu ja laboratoriossa saatu niiden vastaavat todelliset lukemat, niin vuorossa oli kyseisten arvojen syöttäminen anturille. Käytännössä tämä toteutettiin liittämällä laitteen toimittajan edustajan mukana ollut kannettava tietokone HART-liittimiin sopivalla välikaapelilla erilliseen näyttöyksikköön. Tietokoneessa valmiina olleen Satronin oman kalibrointiohjelmiston avulla tämä oli helppo toteuttaa. Arvojen syöttämisen jälkeen ohjelmiston avulla muodostettiin käyrä kyseisten kalibrointipisteiden välillä (Kuva 15), joka kuvasti mittauksen lineaarisuutta.

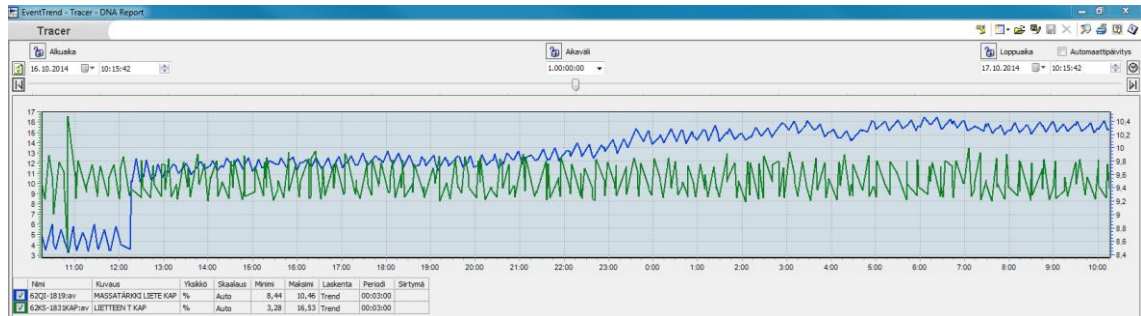


Kuva 15. Ohjelmiston muodostama anturin kalibroitikäyrä

#### 8.4 Mittauksen tason korjaus

Muutamien viikkojen kuluttua anturin kolmepistevirityksestä näytti siltä, että mittarin näyttämä lukema oli järjestelmällisesti pienempi kuin laskennallinen arvo. Ennen tätä havaintoa yhteen jatke oli poistettu anturin ja asennusyhteen väliltä, koska sillä ei havaittu olevan vaikutusta anturin likaantumiseen. Erityisesti jatkeen poistamisen jälkeen anturin näytön ja lasketun arvon välillä oli yli prosentin suuruinen eroavaisuus. Tämän eron todentamiseksi otettiin putkilinjasta näyte, joka toimitettiin laboratorioon käsiteltäväksi. Laboratoriotulosten perusteella todettiin, että mittarin näyttämä lukema oli noin 1.1 prosenttia alhaisempi kuin otetun näytteen laboratoriotulokset. Reilun viikon päästä otettiin uusi näyte ja sen laboratoriotulosten perusteella todettiin, että mittarin näyttämä lukema oli noin 0,9 prosenttia alhaisempi kuin laboratoriotulosten lukema. Näiden kahden tilanteen perusteella todettiin, että mittarin näyttämä lukema on noin yhden prosentin alhaisempi kuin massatärkkelyksen todellinen kiintoainepitoisuus. Anturille oli jo tehty kolmepistekalibrointi, niin kyseinen virhe päätettiin korjata tasokorjausta käyttäen. Eli käytännössä

erillisen näyttöyksikön näppäimistöä käyttäen syötettiin anturin offset-arvoksi +1.0. Kyseisen toimenpiteen jälkeen todettiin näyttämän vastaavan melko hyvin laskennallista arvoa (Kuva 16). Kuvasta 16 on nähtävissä mittausarvo ennen ja jälkeen tasokorjauksen. Tasokorjaus tehty klo.12.15.



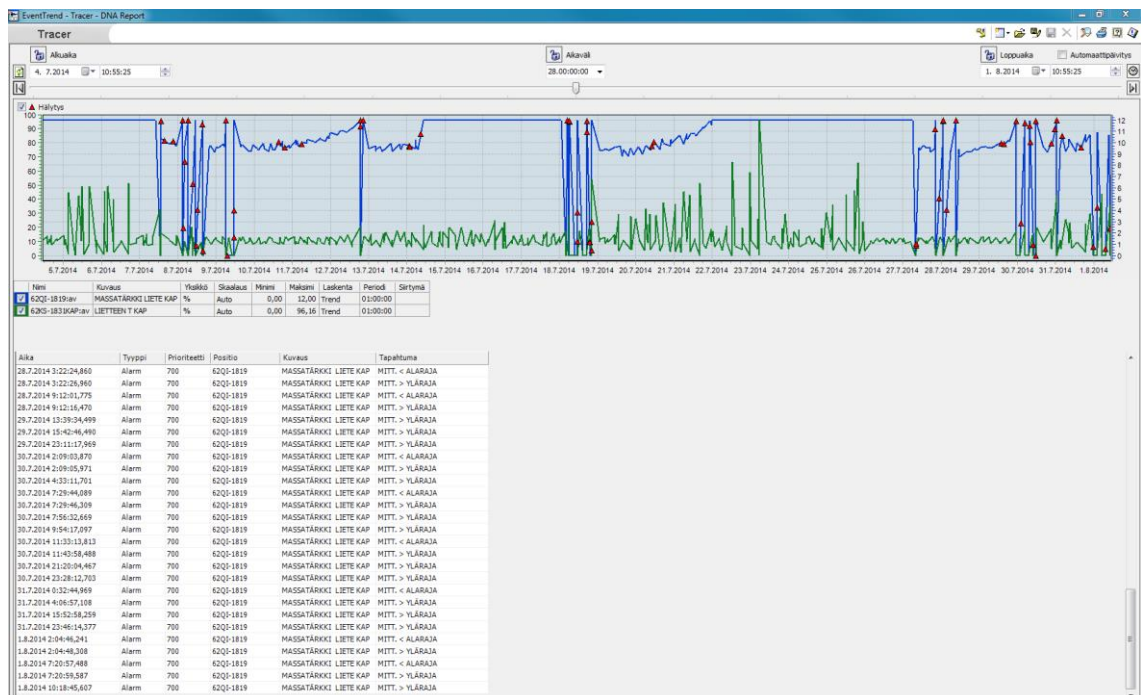
Kuva 16. Käyrä mittausarvon muutoksesta tasokorjauksen yhteydessä.

## 8.5 Mittausalueen muutos

Mittarin näyttö usein seurantajakson aikana lähestyi maksimiarvoaan (12 prosenttia), katsottiin tarpeelliseksi muuttaa mittauksen mittausaluetta. Kokemukseen perustui tieto, että prosessin toimiessa normaalisti massatärkkelyksen lievon jälkeinen kiintoainepitoisuus on suuruusluokkaa 9,5 prosenttia, niin haluttiin tämä lukema mittausalueen keskiarvoille. Näin haluttiin toimia jotta anturin mittauksen tarkkuus olisi parhaimmillaan kiintoainepitoisuuksilla, jotka ovat lähellä yhdeksää prosenttia. Kolmipistekalibroinnin yhteydessä otetun korkeimman kiintoainepitoisuuden näytteen todellinen lukema oli 12,4 prosenttia, niin voitiin valmistajan edustajalta saadun ohjeen perusteella mittausalueen yläraja nostaa 12,5 prosenttiin. Mittausalueen alarajan lukemaksi asetettiin seitsemän prosenttia. Aluksi kyseiset muutokset tehtiin anturille käyttäen erillisen näyttöyksikön näppäimistöä. Seuraavaksi vastaavat muutokset oli tehtävä myös DNA-ohjelmaan. Ohjelman muutoksen yhteydessä myös ohjelmassa olevat hälytysrajat muutettiin vastaamaan uutta mittausaluetta.

## 9 Ongelmat ja ratkaisuyritykset

Seuraavan useiden viikkojen mittaisen toiminnallisen seurantajakson aikana mittauksessa alkoi esiintyä paljon heilahteluja. Seurantajakson alkuvaiheessa mittauksen heilahtelut vaikuttivat johtuvan prosessin tilan vaihteluista. Mittausarvon suuret vaihtelut aiheuttivat myös paljon hälytyksiä. Alla olevassa kuvassa 17 optisen anturin mittausarvon (MASSATÄRKKI LIETE KAP) muutoksia kahdeksan vuorokauden tarkastelujakson aikana kuvaa sininen käyrä. Vihreä käyrä puolestaan kuvaa vastaavan laskennallisen arvon (LIETTEEN T KAP) muutoksia saman ajanjakson aikana. Käyrässä näkyvä punainen kolmio on mittauksesta aiheutunut hälytys. Käyrien alla olevassa hälytyslistassa on listattuna kaikki kyseisestä mittauksesta tarkastelujakson aikana aiheutuneet hälytykset. Hälytyslistasta voidaan myös nähdä, onko kyseinen hälytys liittynyt mittausarvon ylä- vai alarajaan. Yhteensä kyseisiä hälytyksiä on 27 kappaletta, joka on reilun viikon tarkastelujaksolle melkoinen määrä. Hälytyksistä 19 kappaletta on ylärajahälytyksiä ja vastaavasti kahdeksan kappaletta alarajahälytyksiä. Kyseiseen mittaukseen liittyvät hälytykset olivat lähes joka viikko hälytysmäärien listan kärjessä, joten kyseiset hälytykset päätettiin ohjelmaa muokaten ottaa pois käytöstä.



Kuva 17. Käyrä mittausarvon muutoksista ja lista hälytyksistä.

Myöhemmin seurantajakson aikana mittausarvo lähti nousemaan kohti maksimiarvoaan. Saavutettuaan maksimiarvonsa mittaus myös jäi näyttämään maksimiarvoaan. Tässä vaiheessa alettiin epäillä, että anturia vaivaa likaantumiseen liittyvä ongelma.

### 9.1 Anturin irrotus ja puhdistus

Kun mittaus ensimmäisen kerran oli reilun viikon näyttänyt jatkuvasti maksimiarvoaan, päätettiin anturi irrottaa putkesta ja tutkia mahdollista likaantumista ja samalla myöskin puhdistaa anturin mittauspää. Anturin rakenne ja asennusyhteessä oleva palloventtiili mahdollistavat anturin irrottamisen putkesta liettoprosessin ollessa käynnissä. Irrotuksen jälkeen mittauspään lasissa ei ollut silmin havaittavissa merkkejä likaantumisesta, mutta mittauspään lasi kuitenkin puhdistettiin juoksevalla vedellä. Anturin ja asennusyhteen rakenne yhdessä mahdollistavat anturin asentamisen myöskin takaisin paikalleen putkeen prosessin käydessä, mutta tässä tapauksessa käytännössä tämä ei onnistunut. Paikalleen asennuksen esti putkistossa vallitseva yli viiden baarin paine, jonka vuoksi anturia ei käsin jaksanut työntää paikalleen. Anturin asennus takaisin putkeen prosessin käydessä olisi vaatinut siihen suunnitellun työvälineen, jota ei ollut käytettävissä, joten ainoaksi vaihtoehdoksi jäi liettoprosessin pysäyttäminen. Liettoprosessin pysäyttämisen ja sen jälkeisen odottelun jälkeen paine putkessa laski ja anturi voitiin asentaa takaisin paikalleen.

### 9.2 Toiminta puhdistuksen jälkeen

Kun anturi oli jälleen paikallaan ja kytkettynä toimintaa, alkoi uusi seurantajakso. Noin tunnin päästä mittauslukema heilui vielä lähellä maksimiarvoaan (12,5 prosenttia). Vasta noin neljän tunnin päästä mittauslukema alkoi laskea kohti vastaavaa laskennallista arvoa. Seuraavana päivänä mittauslukema näytti seuraavan hyvin laskennallista arvoa. Muutaman viikon kuluttua mittauslukema alkoi jälleen vähän kerrallaan nousta kohti maksimiarvoaan saavuttaen lopulta maksimiarvonsa ja jääden näyttämään sitä.

### 9.3 Anturin toinen irrotus ja puhdistus

Kun mittaus oli jälleen yli viikon verran näyttänyt maksimiarvoaan (12,5 prosenttia), niin irrotettiin anturi uudelleen tarkastelua ja puhdistusta varten. Tällä kertaa anturin mittauspäässä lasin päällä havaittiin massatärkkelystä (Kuva 18). Kyseinen massatärkkelys oli tuoretta massaa, joka juoksevan veden alla huuhdeltuna lähti helposti pois. Massatärkkelyksen poiston jälkeen mittapään lasissa ei silmin havaittu muita likaantumiseen viittaavia esiintymiä. Puhdistuksen jälkeen anturi asennettiin edellä mainitulla tavalla takaisin paikalleen ja kytkettiin toimintaan.



Kuva 18. Valokuva anturin mittapähän tarttuneesta massatärkkelyksestä.



#### 9.4 Toiminta toisen puhdistuksen jälkeen

Kuten ensimmäisenkin puhdistuksen jälkeen, niin myös tällä kertaa kesti lähes puolet työpäivästä, ennen kuin mittaus asettui näyttämään lopullista arvoaan. Seuraavana päivänä havaittiin, että kyseisen mittauksen taso suhteessa laskennalliseen keskiarvoon oli järjestelmällisesti yli prosentin verran korkeampi. Seuraavan viikon aikana ero laskennalliseen keskiarvoon verrattuna myös järjestelmällisesti vain suureni, kunnes mittausluku taas lopulta saavutti maksimiarvonsa (12,5 prosenttia), johon lukemaan mittaus myös sitten lopulta jäi. Tämän perusteella todettiin, että meillä on kyseisen anturin osalta suuria ongelmia likaantumisen kanssa. Kyseisten ongelmien esiintyminen vaikutti olevan jossakin määrin sattumanvaraista, eikä niitä oikein selkeästi pystytty kohdistamaan mihinkään tiettyyn prosessissa tapahtuvaan muutokseen.

#### 9.5 Likaantumisongelman ratkaisuyritys

Mittauksen osalta näytti selvästi, että ongelmat liittyivät anturin mittapään ja erityisesti varsinaisen lähettimen ja vastaanottimen suojana olevan lasin likaantumiseen, oli aika ruveta selvittämään ratkaisuvaihtoehtoja. Anturin edellisen irrotuksen yhteydessä suojalasissa ei ollut puhdistuksen jälkeen silmin nähtävissä likaa, josta pääteltiin että anturi on liian herkkä pienillekin epäpuhtauksille. Anturin valmistajan edustajan kanssa neuvoteltuamme päätimme kokeilla heidän uudempaa versiotaan kyseisestä anturista, jonka oli määrä olla vähemmän herkkä pienille epäpuhtauksille. Kyseinen uudempi versio on rungoltaan ja liitännöiltään aivan samanlainen kuin alkuperäinenkin. Erot vanhempaan malliin löytyvät laitteen sisältä. Uudemmassa mallissa on suuremman valaistusvoimakkuuden tuottava lähetin ja vastaavasti myös suuremmalle valomäärälle suunniteltu vastaanotin. Tuotetun ja vastaanotetun valon määrä on suurempi, niin vastaavasti kyseisestä valomäärästä suurempi prosentti voi absorboitua lietteeseen matkalla häiritsemättä silti mittausta. Vanhan anturin irrotus ja uudemman asennus ja kytkentä paikalleen toteutettiin samalla tavalla kuin aikaisemminkin vanhaa anturia puhdistettaessa.

Kun uusi anturi oli asennettu paikalleen ja kytketty toimintaan, oli aika tehdä sille alustava viritys, jotta se saatiin mittausalueelleen. Tämä toteutettiin yksipistevirityksenä käyttäen vertailuarvona senhetkistä laskennallisen arvon keskiarvoa.

Näiden toimenpiteiden jälkeen oli jälleen tarkoitus useiden viikkojen ajan seurata kyseisen mittauksen käyttäytymistä. Muutaman viikon ajan mittaus käyttäytyi aivan kuten oli tarkoituskin, ja näin ollen alettiin jo suunnitella anturille tarkempaa kolmipisteviritystä. Ennen tarkempaan viritykseen ryhtymistä mittaus alkoi kuitenkin käyttäytyä samalla tavoin kuin aikaisemminkin, eli käytännössä mittausarvo hilautui määrätietoisesti kohti maksimiarvoaan ja saavutettuaan sen jäi myös näyttämään sitä. Tämän käyttäytymisen perusteella todettiin, että tässä kyseisessä tapauksessa uudempikaan anturimalli ei ratkaise anturia vaivaavaa likaantumisongelmaa, vaan on edelleen jatkettava ratkaisun etsimistä kyseiseen ongelmaan.

#### 9.6 Toinen ehdotus likaantumisongelman ratkaisemiseksi

Anturin valmistajan edustajalta tuli ehdotus likaantumisongelman ratkaisemiseksi samanlaisella anturilla, johon valmistuksen yhteydessä on rakennettu valmiiksi putkisto ja suutin mittapään suojalasin puhdistamiseksi paineilman avulla (Kuva 19). Käytännössä tämä olisi tarkoittanut anturin vaihtamista kyseisen tyyppiseen anturiin. Rakenteeltaan tämäkin anturityyppi on sellainen, että se olisi sellaisenaan käynyt putkessa jo hitsattuna olevaan asennusyhteeseen ja myöskin sähköisten liitännöiden osalta se olisi käynyt suoraan ilman muutoksia nykyisen anturin paikalla. Ainoa lisäys nykyiseen asennukseen olisi ollut tarve saada anturiin syötettyä paineilmaa. Testausvaiheessa tämä oli tarkoitus toteuttaa liittämällä käsikäyttöisellä palloventtiilillä varustettu instrumentti- ilmaletku anturin paineilмалиittimeen. Tällä järjestelyllä olisi voitu anturin mittapään likaantuessa ja mittausarvon noustessa maksimiarvoonsa avaamalla käsin palloventtiili, todeta pystyykö paineilma riittävän tehokkaasti puhdistamaan mittapään suojalasin. Kyseisen anturin paineilmasuuttimessa on takaiskuventtiili, jonka tarkoituksena on estää massan mahdollinen virtaaminen paineilmajärjestelmään päin.

Takaiskuventtiiliin takia putkilinjan, jossa anturi sijaitsee ja paineilman syöttölinjan välillä täytyy olla riittävän suuri paine-ero. Käytännössä tämä tarkoittaa vähintään yhden baarin suuruista paine-eroa. Tässä tapauksessa mitattavassa putkilinjassa vallitseva paine oli 5,6 bar ja vastaavasti instrumentti- ilmajärjestelmän painetaso on luokkaa kuusi baaria. Eli tässä tapauksessa paine- ero oli suuruusluokkaa 0,4 baaria, joka ei ole ollenkaan riittävä paineilma puhdistuksen toiminnalle. Seuraavaksi selviteltiin mahdollisuutta saada anturia liitettyä korkeampipaineiseen paineilмалиitäntään. Korkeampaa paineilman pai-

netta ei lähistöllä ollut tarjolla, joten korkeamman paineen järjestäminen anturille oli vaa-  
tinut erillisen paineen korotusjärjestelmän. Kyseinen järjestelmä olisi ollut melko moni-  
mutkainen ja myös nostanut kustannuksia, joten kyseinen kokeilu jätettiin pois ratkai-  
suvalikoimasta. Ajatuksena kun oli löytää yksinkertainen ja helppohoitoinen mittalaite.



Kuva 19. Valokuva ilmapuhallussuuttimella varustetun anturin mittapästä.

### 9.7 Likaantumisongelman toinen ratkaisuyritys

Tarkastelujakson aikana havaittiin, että uudempikin anturityyppi kärsi likaantumisen aiheuttamista ongelmista, joten oli yritettävä keksiä siihen ratkaisua. Muutamien viikkojen kuluttua ongelmien havaitsemisesta päätettiin kokeilla lyhempää (35 mm) pituista jatketta anturin ja asennusyhteen välille. Lyhemmän jatkeen avulla oli tarkoitus saada anturin mittapää vain hieman ylemmäs putken seinämästä. Pidempää jatkettahan oli jo kokeiltu vanhemman anturityypin kanssa ja todettu kyseisen yhdistelmän kärsivän likaantumisongelmasta. Puolestaan anturin ollessa asennettuna putkeen kokonaan ilman jatketta saattaa anturin mittapää olla hieman sisempänä kuin putken seinämä. Mikäli käy näin, niin kyseinen syvennys, jossa mittapää sijaitsee on tietenkin melko herkkä keräämään massaa täytteekseen. Jos kyseinen syvennys täyttyy massalla, niin silloin tietenkin myös anturin mittapäässä on massaa ja näinollen anturin mittaama sakeusarvo ei vastaa

todellisuutta. Kyseisen mittaista jatketta ei anturin valmistajallakaan ollut valmiina varastossa, vaan tässä tapauksessa se täytyi erikseen valmistaa tätä kokeilua varten. Ennalta sovitun asennusajankohdan koittaessa oli kyseinen liettoprosessi sopivasti pysähdyksissä. Tämän takia prosessia ei tarvinnut erikseen pysäyttää, vaan anturi voitiin suoraan ruuvata irti putkesta ja tämän jälkeen asentaa jatke anturin ja sen asennusyhteen väliin ja lopuksi vain ruuvata anturi takaisin paikalleen ja kytkeä se toimintaan.

## 10 Johtopäätökset ja pohdinta

Heti aluksi on todettava, että kyseinen projekti osoittautui paljon ennakoarvioita haasteellisemmaksi, minkä vuoksi myös aikataulu venyi paljon pidemmäksi kuin alun perin oli suunniteltu. Aikataulun venymiseen vaikutti myös muutosten jälkeisten seurantajaksojen pituus. Toimittajan edustajan osallistuminen projektiin oli erittäin tärkeässä roolissa siksi, että hänellä oli eniten kokemuseräistä tietämystä kyseisen mitattavan aineen ominaisuuksista ja niiden muutoksista valmistusprosessin eri vaiheissa. Myöskin itse anturin ja erillisen näyttöyksikön osalta tarvittiin toimittajan edustajan osaamista. Hänellä oli myös käytettävissään kannettava tietokone, jossa oli valmiiksi asennettuna ohjelmistot anturin eri tietojen tutkimiseen ja myöskin kalibrointiin. Kyseessä oli paperitehtaan ensimmäinen kyseisen valmistajan optinen sakeusmittari, niin kyseisen ohjelmiston hankkimista Kymin paperitehtaalle ei kustannussyistä oikeastaan edes harkittukaan, koska tehtaalla on käytössä HART-kommunikaattoreita. Kun ohjelmistolla varustettua tietokonetta ei ollut käytettävissä, oli kaikki anturille tehtävät ohjelmalliset toimenpiteet toteutettava käyttäen erillisen näyttöyksikön näppäimistöä. Suurin osa ohjelmallisista toimenpiteistä pystyttiin kyllä tekemään erillisen näyttöyksikön näppäimistön ja näytön avulla, mutta nämä toimenpiteet oli aika paljon hankalampi toteuttaa tällä tavalla. Näin siksi, että kyseisen laitteen käyttöliittymä on hieman monesta muusta laitteesta poikkeava, jonka vuoksi melko paljon aikaa kului pelkästään sen opetteluun.

Parhaimmillaan kyseinen anturi vaikutti olevan tarkka mittauksissaan ja reagoivan rauhallisesti kiintoainepitoisuuden muutoksiin. Näinä hetkinä suunniteltiin leikkimielellä jopa kyseisen mittauksen ottamista kiintoainepitoisuuden säätöpiirin säädön lähtökohdaksi. Vastaavasti likaantumisen vaivatessa anturia tuntui mittausarvo aivan itsestään kohoavan ylöspäin kohti maksimiarvoaan, jolloin mittauksen lukemaan ei voinut luottaa ollenkaan. Likaantumiseen liittyvät ongelmat vaivasivat anturia aika ajoin, eikä niitä oikein

suoraan pystytty liittämään prosessin tilan muutoksiin. Myöskin mittauksen rauhallinen reagointi muutoksiin osoittautui ajan kuluessa säätöä ajatellen jo liiankin rauhalliseksi.

Suunniteltaessa johonkin kohteeseen optista mittausta, on ensiksi selvitettävä luotettavasti mitattavan aineen optiset ominaisuudet. Tämän jälkeen on selvitettävä mitattavan aineen kiintoainepitoisuuden vaihteluväli kyseisessä kohteessa. Näiden tietojen perusteella valitaan kohteeseen parhaiten sopiva anturityyppi optisten antureiden eri perustyypeistä. Erityyppiset anturit käyttäytyvät eri tavoin ja ovat eri tavoin herkkiä häiriötekijöille. Esimerkiksi mittauskohdassa putken sisällä olevat ilmakuplat voivat tehdä mittauksesta epäluotettavan muilla kuin sirontaan perustuvilla antureilla. Tämän takia niillä asennuskohdan oikea valinta on erittäin tärkeässä asemassa. Tässä tapauksessa käytetty valon sirontaan perustuva mittausmenetelmä ei ole herkkä ilmakuplille, mutta vaatii vastaavasti toimiakseen kunnolla halkaisijaltaan yli 100 mm putken, joka tietenkin oli asennuksessa huomioitava. Mitattaessa valon sirontaan perustuvalla anturilla massatärkkelyksen kiintoainepitoisuutta, tärkein mittaukseen vaikuttava tekijä on lietteen lämpötila, jonka on oltava 20–55 Celsiusastetta. [Liite 5]

Lopputuloksena voidaan todeta, että kyseinen mittalaite ei ainakaan tässä kohteessa vaikuta olevan kovinkaan soveltuva ratkaisu. Mikäli mittauksen haluttaisiin olevan luotettava, pitäisi anturi irrottaa putkesta ja puhdistaa ainakin kerran viikossa. Näin suuri huoltotarve puolestaan kuormittaisi liikaa kunnossapitohenkilöstöä. Mikäli kyseisen tyyppisellä anturilla haluttaisiin luotettavasti mitata massatärkkelys massan kiintoainepitoisuutta, niin olisi mietittävä anturille muita asennuspaikkoja. Tällainen olisi esimerkiksi itse lietin. Kyseinen asennuspaikka vaatisi lisää mekaanista rakentelua ja myöskin toisenlaisen anturin, joka toimisi myös upotettuna nesteeseen. Myöskään luotettavuudesta tässäkin kohteessa ei voisi olla täysin varma ilman testausta. Näiden kustannuksia, työmäärää ja työaikaa merkittävästi lisäävien vaikutusten takia tässä projektissa ei tätä vaihtoehtoa enää testattu.

Kyseinen optinen sakeusanturi on monessa kohteessa varmaankin kustannustehokas ratkaisu kiintoainepitoisuuden ja sakeuden online mittaamiseen, silloin kun olosuhteet sen toiminnalle ovat kohdillaan.

Mikäli projektin aikataulu ja tuntimäärä olisivat riittäneet, niin kyseistä anturia olisi vielä varmaankin kokeiltu sijoitettuna suoraan liettimeen. Koska aikataulullisesti tätä vaihtoehtoa ei ehditty kokeilla, niin sen mahdollinen kokeilu jäänee muiden päätettäväksi.

## Lähteet

[1] Lyytikäinen, Johanna. 2012. Palstautumislujuusmittauksen mittausepävarmuus; vaikutus paperikoneen massatärkkelyksen annosteluun. Kandidaatintyö. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto.

[2] Wikipedia. 2014. UPM. Verkkodokumentti. <http://fi.wikipedia.org/wiki/UPM>. Luettu 3.1.2015.

[3] UPM. 2014. UPM yritysesittely. Verkkodokumentti. <http://www.upm.com/FI/UPM/Pages/default.aspx>. Luettu 3.1.2015

[4] Niemi, Irma. 2014. UPM Kymi yleisesittely v2. Sisäinen dokumentti. Powerpoint-dokumentti.

[5] Ruosaari, Olli. 2003. Kiertyvän tiivisteiden kehittäminen prosessi-instrumentin akseli-parin välille. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu, Konetekniikan osasto

[6] Satron Instruments Oy. 2014. Satron VC BCs220 tekniset tiedot rev. 3. Sisäinen dokumentti.

[7] Sunila, Arto. 2009. Instrumentoinnin koestusohje. Opinnäytetyö. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu.

[8] Karpatskij, Tomas. 2014. Kenttälaitteiden kunnonvalvonta Metso DNA- järjestelmällä ja Metson palvelupotentiaali. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

[9] MetsoDNA CR Manuals. Collection 2010 Fi V.13.1 build 2 11.4.2011. Sisäinen dokumentti.

## Tärkkelysjauheen annosteluruuvin täyttösekvenssi 62KS-1830

### Yleistä:

- Sekvenssin tarkoitus on huolehtia, että annosteluruuvissa on riittävästi tärkkelysjauhetta annostelun alkaessa liettimeen.

### Askel 1

**Nimi:** Alkuehdot

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 0s

**Toimenpiteet:**

**Etenemisehdot:**

- Annosteluruuvin paino 62WI-1804 on alle täytön aloitusrajan (25 kg),
- Täyttölupa on annettu

### Askel 2

**Nimi:** Alustus

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 30s

**Toimenpiteet:**

- Varastosiilon fluidiventtiilit 62KHS-1802 automaatile
- Massatärkkelysjauheen sulkusyötin 5462616301 automaatile
- Liettimen 1 pinta 62LICA-1820 automaatile

**Etenemisehdot:**

- Varastosiilon fluidiventtiilit 62KHS-1802 automaatilla
- Massatärkkelysjauheen sulkusyötin 5462616301 automaatilla
- Liettimen 1 pinta 62LICA-1820 automaatilla

Hälytys mikäli ehdot eivät ole täyttyneet viiveajan (30 sekuntia) kuluessa ja siirtyminen häiriöaskeleeseen.

**Askel 3**

**Nimi:** Aloitus

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 30s

**Toimenpiteet:**

- Tärkkelysjauheen annostelun säätöpiiri 62WICS-1804 manuaalille
- Massatärkkelysjauheen sulkusyötin 5462616301 käynnistyy
- 62WICS-1804 pakko- ohjaukselle täytön ajaksi

**Etenemisehdot:**

- Tärkkelysjauheen annostelun säätöpiiri 62WICS-1804 manuaalilla
- Massatärkkelysjauheen sulkusyötin 5462616301 käy.
- 

Hälytys mikäli ehdot eivät ole täyttyneet viiveajan (30 sekuntia) kuluessa ja siirtyminen häiriöaskeleeseen.



**Askel 4****Nimi:** Täyttö**Odotusaika:** 0s**Valvonta-aika:** 300s**Toimenpiteet:****Etenemisehdot:**

- Annosteluruuvin paino 62WICS-1804 yli täytön lopetusrajan (90 kg).

Hälytys mikäli ehdot eivät ole täyttyneet viiveajan (300 sekuntia) kuluessa ja siirtyminen häiriöaskeleeseen.

**Askel 5****Nimi:** Valmis**Odotusaika:** 0s**Valvonta-aika:** 30s**Toimenpiteet:**

- Massatärkkelysjauheen sulkusyötin 5462616301 pysähtyy

**Etenemisehdot:**

- Ehto "Säädölle" askeleeseen siirtymiselle:
  - Massatärkkelysjauheen sulkusyötin 5462616301 ei käy.
  -

Hälytys mikäli ehdot eivät ole täyttyneet viiveajan (30 sekuntia) kuluessa ja siirtyminen häiriöaskeleeseen.

**Askel 6****Nimi:** Häiriö**Odotusaika:** 0s**Valvonta-aika:** 0s**Toimenpiteet:**

- Massatärkkelysjauheen sulkusyötin 5462616301 pysähtyy
- Tärkkelysjauheen annostelun säätöpiiri 62WICS-1804 manuaaliohjaus poistetaan (tämän sekvenssin tekemä ohjaus) (= automaatille)
- Liettimen 1 pinta 62LICA-1820 manuaaliohjaus poistetaan (tämän sekvenssin tekemä ohjaus) (= automaatille)
- 62WICS-1804 täytön aikainen pakko-ohjaus poistetaan (minuutin päästöhidastus).

**Etenemisehdot:**

Häiriöaskeleesta tulostuu kysymys "JATKETAANKO TÄYTTÖÄ KYLLÄ / EI". Mikäli käyttäjä vastaa EI poistuu ohjausjärjestelmän päätteeltä täyttölupa-tieto. Mikäli käyttäjä vastaa KYLLÄ siirrytään askeleeseen "Aloitusehdot". Mikäli täyttölupa ei ole voimassa siirrytään "Lopetus" askeleeseen.

Vastattaessa kysymyksiin askeleiden häiriötiedot nollautuvat.

**Askel 7****Nimi:** Säädölle**Odotusaika:** 0s**Valvonta-aika:** 0s

**Toimenpiteet:**

- Tärkkelysjauheen annostelun säätöpiiri 62WICS-1804 manuaaliohjaus poistetaan (tämän sekvenssin tekemä ohjaus) (= automaatille)
- Liettimen 1 pinta 62LICA-1820 manuaaliohjaus poistetaan (tämän sekvenssin tekemä ohjaus) (= automaatille)
- 62WICS-1804 täytön aikainen pakko- ohjaus poistetaan (minuutin päästöhidastus)
- Nollataan sekvenssin häiriötieto
- Siirtyminen askeleeseen 1.

**Etenemisehdot:****Askel 8****Nimi:** Lopetus**Odotusaika:** 0s**Valvonta-aika:** 0s**Toimenpiteet:**

- Nollataan sekvenssin häiriötieto
- Lopetetaan sekvenssi (sekvenssi OFF).

## **Liettosekvenssi 1 62KS-1831**

### **Askel 1**

**Nimi:** Alku

**Odotusaika:** 0s

**Toimenpiteet:**

**Etenemisehdot:**

- Annosteluruuvin paino 62WI-1840 on yli aloitusrajan (15 kg)
- Liettimen 1 pinta 62LICA-1820 alle aloitusrajan (50 %)
- Annosteluruuvin täyttösekvenssi 62KS-1830 askeleessa 1
- Liettolupa on annettu
- Liettimen pesuvesiventtiili 62FHS-1821 kiinni

### **Askel 2**

**Nimi:** Alustus

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 30s

**Toimenpiteet:**

- Massatärkkelysjauheen annosteluruuvi 1 5462614603 automaatile
- Massatärkkelysliettimen 1 sekoitin 5462616004 automaatile
- Massatärkkelyksen keittolinja 1 lieteventtiili 62FHS-1806 automaatile
- Liettimen pesuvesiventtiili 62FHS-1821 automaatile.

**Etenemisehdot:**

- Massatärkkelysjauheen annosteluruuvi 1 5462614603 automaatilella
- Massatärkkelysliettimen 1 sekoitin 5462616004 automaatilella

- Massatärkkelyksen keittolinja 1 lieteventtiili 62FHS-1806 automaatilla
- Liettimen pesuvesiventtiili 62FHS-1821 automaatilla

Mikäli ehdot eivät ole toteutuneet 30 sekunnin kuluessa, annetaan hälytys aika-valvonnan ylityksestä

### **Askel 3**

**Nimi:** Aloitus 1 (tyhjä lietin)

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 120s

**Toimenpiteet:**

- Liettimen sekoitin 5462616004 käyntiin
- Jos liettimen pinta 62LICA-1820 alle alarajan (18 %) niin:
  - Liettimen pesuvesiventtiili 62FHS-1821 avautuu.

**Etenemisehdot:**

- Liettimen pinta 62LICA-1820 yli 22 %

Hälytys mikäli ehdot eivät ole täyttyneet viiveajan (120 sekuntia) kuluessa ja siirtyminen häiriöaskeleeseen.

### **Askel 4**

**Nimi:** Aloitus 2

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 40s

**Toimenpiteet:**

- Liettimen pinnansäätöpiiri 62LICA-1820 automaatille
- Liettimen laimennusvesi 62FFIC-1805 remotelle ja automaatille

- Tärkkelysjauheen säätöpiiri 62WICS-1804 remotelle ja automaatille
- Massatärkkelysjauheen annosteluruuvi 1 5462614603 käynnistyy
- Liettimen pesuvesiventtiili 62FHS-1821 sulkeutuu.

**Etenemisehdot:**

- Liettimen pinnansäätöpiiri 62LICA-1820 automaatilla
- Massatärkkelysjauheen annosteluruuvi 1 5462614603 käy
- Liettimen pesuvesiventtiili 62FHS-1821 kiinni.

Hälytys mikäli ehdot eivät ole täyttyneet viiveajan (40 sekuntia) kuluessa ja siirtyminen häiriöaskeleeseen.

**Askel 5**

**Nimi:** Valvonta

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 0s

**Toimenpiteet:**

**Etenemisehdot:**

- Liettolupa poistettu tai
- Liettimen pinta 62LICA-1820 yli ylärajan (90 %)
- Siirtyminen häiriöaskeleeseen mikäli:
  - Liettimen laimennusveden virtaus 62FFIC-1805 poikkeaa asetusarvostaan +/- 5 % yli 30 sekunnin ajan
  - Tärkkelysjauheen virtaus 62WICS-1804 poikkeaa asetusarvostaan +/- 3,5 % yli 30 sekunnin ajan.

**Askel 6****Nimi:** Keskeytys**Odotusaika:** 0s**Valvonta-aika:** 40s**Toimenpiteet:**

- Liettimen pinnansäätöpiiri 62LICA-1820 manuaalille
- Liettimen laimennusvesi 62FFIC-1805 manuaalille ja ohjaus 0 %
- Tärkkelysjauheen säätöpiiri 62WICS-1804 manuaalille ja ohjaus 0 %
- Massatärkkelysjauheen annosteluruuvi 1 5462614603 pysähtyy.

**Etenemisehdot:**

- Ehto askeleeseen 1 siirtymiselle:
  - Liettimen pinnansäätöpiiri 62LICA-1820 manuaalilla
  - Liettimen laimennusvesi 62FFIC-1805 manuaalilla ja ohjaus 0 %
  - Tärkkelysjauheen säätöpiiri 62WICS-1804 manuaalilla ja ohjaus 0 %
  - Massatärkkelysjauheen annosteluruuvi 1 5462614603 seis.

Hälytys mikäli ehdot eivät ole täyttyneet viiveajan (40 sekuntia) kuluessa ja siirtyminen häiriöaskeleeseen.

**Askel 7****Nimi:** Häiriö**Odotusaika:** 0s**Valvonta-aika:** 0s

**Toimenpiteet:**

- Liettimen pinnansäätöpiiri 62LICA-1820 manuaalille
- Liettimen laimennusvesi 62FFIC-1805 manuaalille ja ohjaus 0 %
- Tärkkelysjauheen säätöpiiri 62WICS-1804 manuaalille ja ohjaus 0 %
- Massatärkkelysjauheen annosteluruuvi 1 5462614603 pysähtyy
- Liettimen pesuvesiventtiili 62FHS-1821 sulkeutuu.

**Etenemisehdot:**

Häriöaskeleesta tulostuu kysymys ”JATKETAANKO LIETTOA KYLLÄ/ EI”. Mikäli käyttäjä vastaa EI poistuu ohjausjärjestelmän päätteeltä ”liettolupa- tieto”. Mikäli käyttäjä vastaa KYLLÄ siirrytään askeleeseen ”Aloitusehdot”. Mikäli liettolupa ei ole voimassa siirrytään seuraavaan askeleeseen.

Vastattaessa kysymyksiin askeleiden häiriötiedot nollautuvat.

**Askel 8**

**Nimi:** Lopetus

**Odotusaika:** 0s

**Valvonta-aika:** 0s

**Toimenpiteet:**

- Nollataan sekvenssin häiriötieto
- Lopetetaan sekvenssi (sekvenssi OFF)



**SATRON VC optinen sakeuslähetin****BCs220AV**  
Revisio 1  
15.5.2013

## Asennus- ja käyttöönotto-ohje

*Sisältö:***1. AENNUS**

1.1	Asennuspaikan valinta	s. 2
1.2	Lähettimen asennus	s. 3
1.3	Lähettimen mitat	s. 5
1.4	Sähkökytkennät	s. 6

**2 KÄYTTÖNOTTO**

2.1	Käyttöönotto VoAdvisor konfigurointiohjelmiston avulla	s. 8
2.2	Käyttöönotto lähettimen omilla näppäimillä	s. 8
2.3	Käyttöönotto erillisnäyttöyksikön avulla	s. 9

**3 VALIKOIDEN KÄYTTÖOHJE**

3.1	Konfigurointi	s. 10
3.2	Uusi näyte	s. 12
3.3	Kalibrointi	s. 12
3.4	Diagnostiikka	s. 13

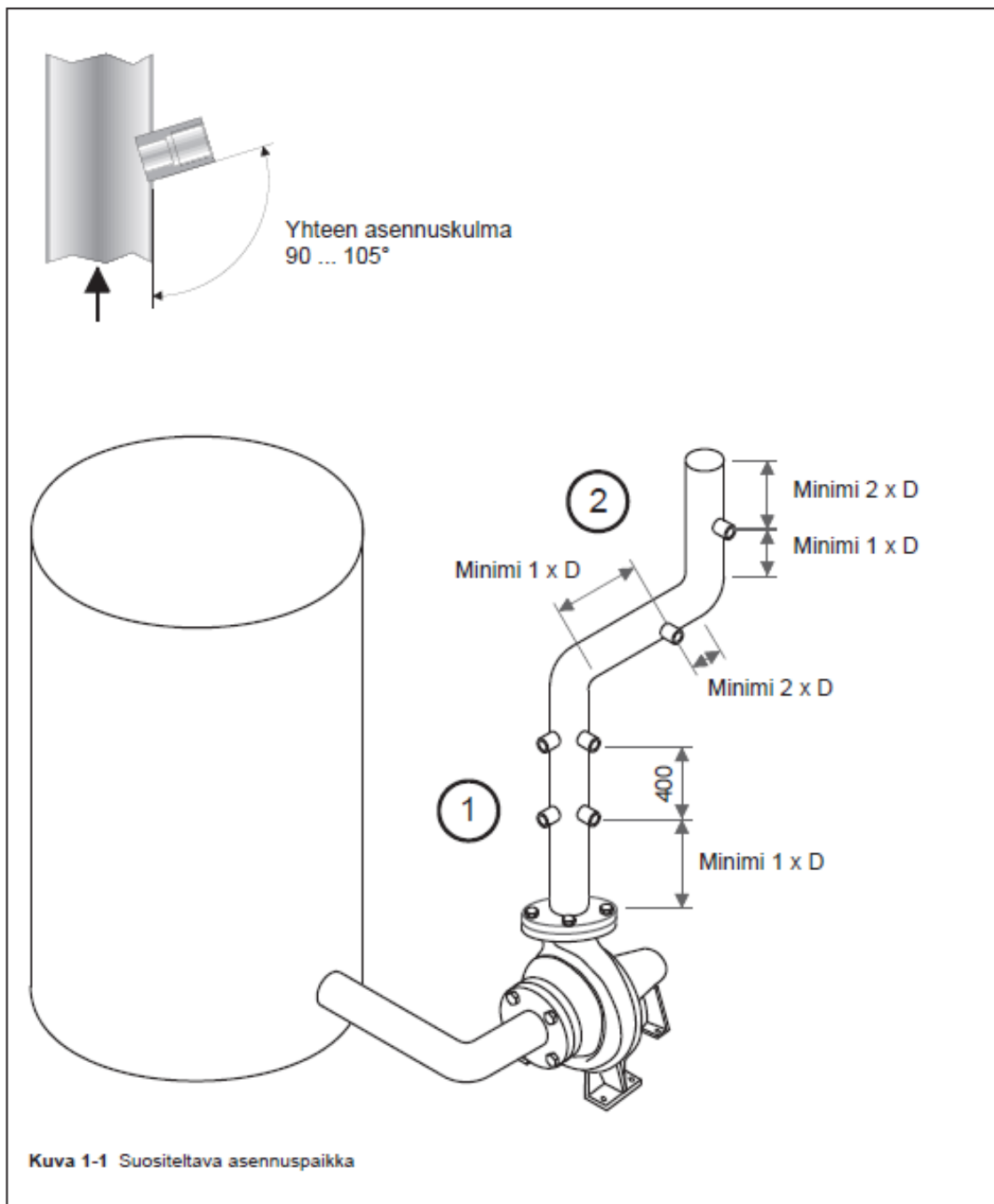
**4 ASETUKSET**

4.1	Perusasetukset	s. 15
4.2	Näytepisteen tallennus	s. 15
4.3	Laboratoriotuloksien tallennus	s. 15
4.4	Käyttöönottokalibrointi	s. 16
4.5	1-pistekalibrointi	s. 16
4.6	2-pistekalibrointi	s. 16
4.7	Tasokorjaus	s. 17
4.8	Herkkyyskorjaus	s. 17
4.9	Aika ja päivämääräasetukset	s. 17



**SATRON VC** optinen sakeuslähetinBCs220AV  
15.5.2013**1 ASENNUS****1.1 Asennuspaikan valinta****Asennussuositukset:** kuva 1-1

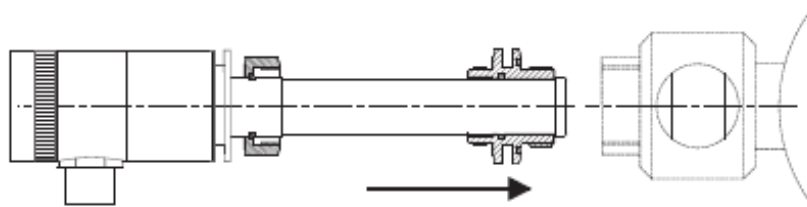
- lähetin tulee pääsääntöisesti asentaa turbulenssi-  
virtaukseen.
- suositeltavin asennuspaikka ①
- vaihtoehtoinen asennuspaikka ②



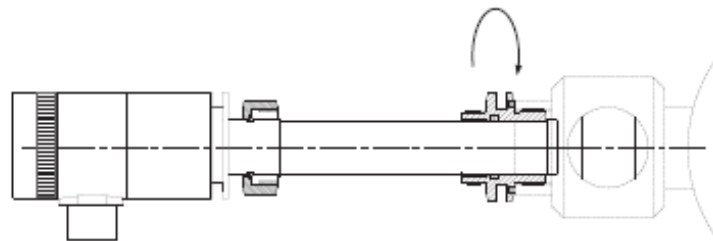
## SATRON VC optinen sakeuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013

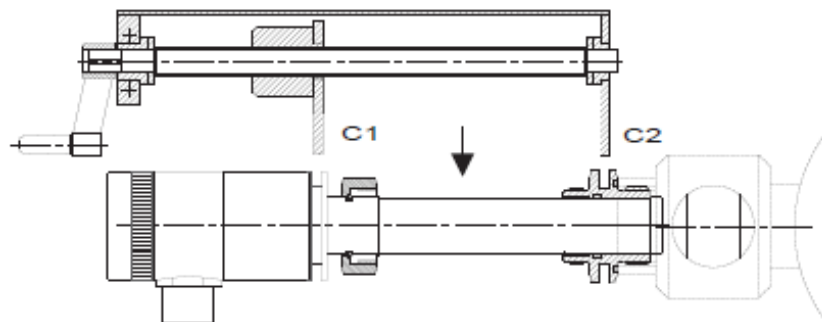
### 1.2 Lähettimen asennus



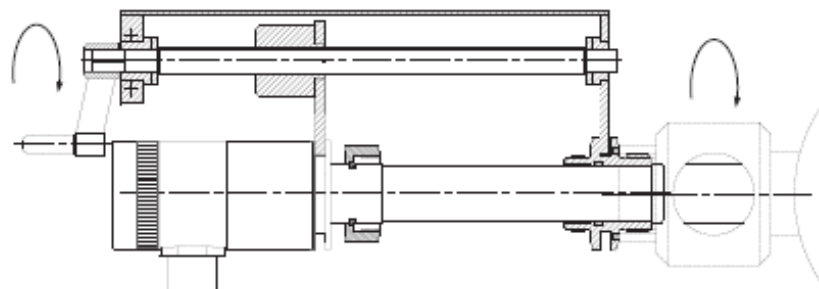
1. Varmista, että asennusventtiiliin sisällä ei ole kovettunutta prosessiainetta, joka voisi vaurioittaa lähetintä asennusvaiheen aikana.



2. Kierrä lähetin asennusventtiiliin.



3. Aseta asennustyökalu lähettimen päälle, niin että työkalussa olevat hahlot C1 ja C2 menevät lähettimessä oleviin uriin kuvan mukaisesti.

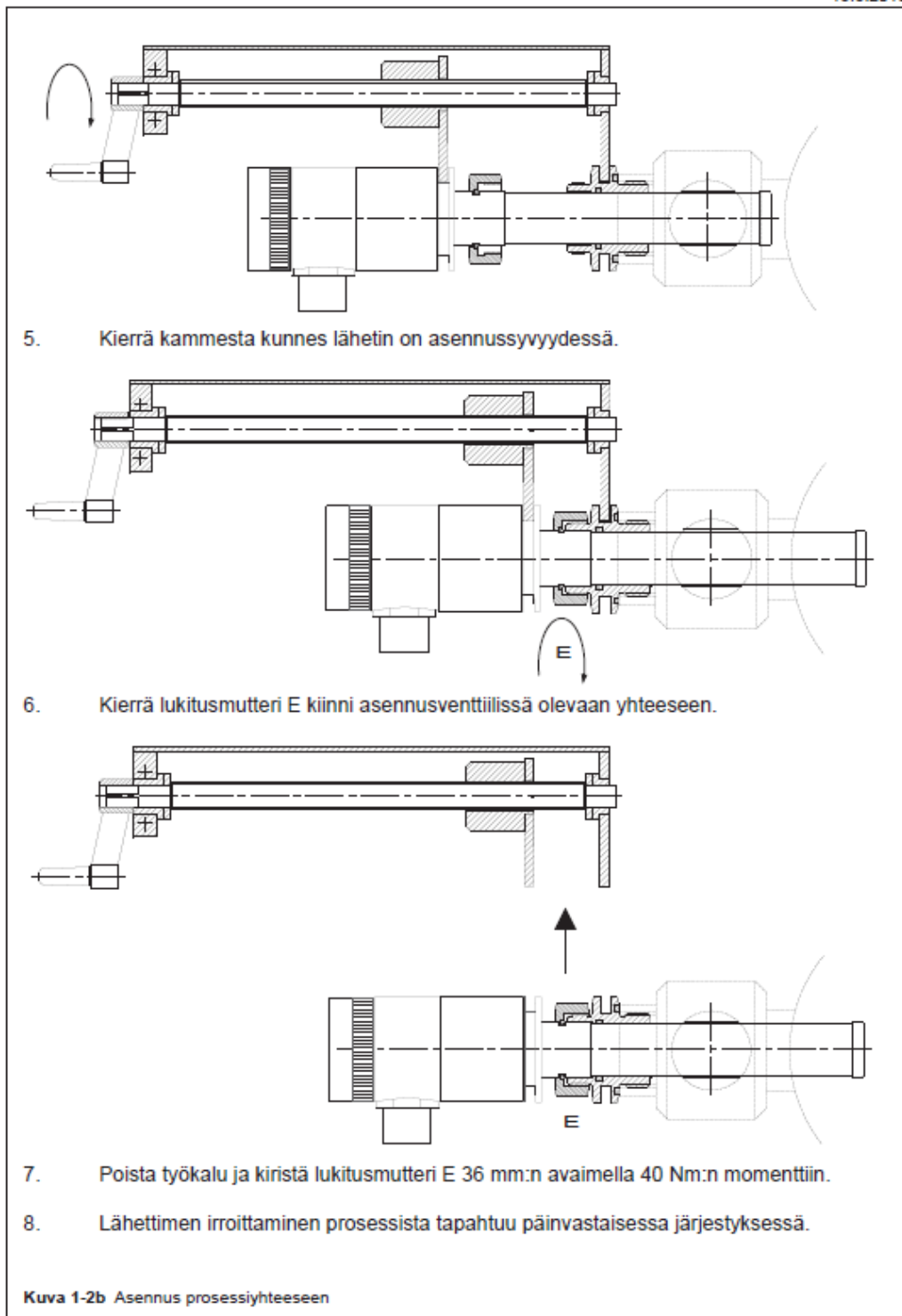


4. Avaa asennusventtiili täysin auki ja kierrä kammien avulla lähetin kiinni asennusventtiiliin. Tue työkalua sen selkäosasta samalla kun kierrät kampea.

Kuva 1-2a Asennus prosessiyhteeseen

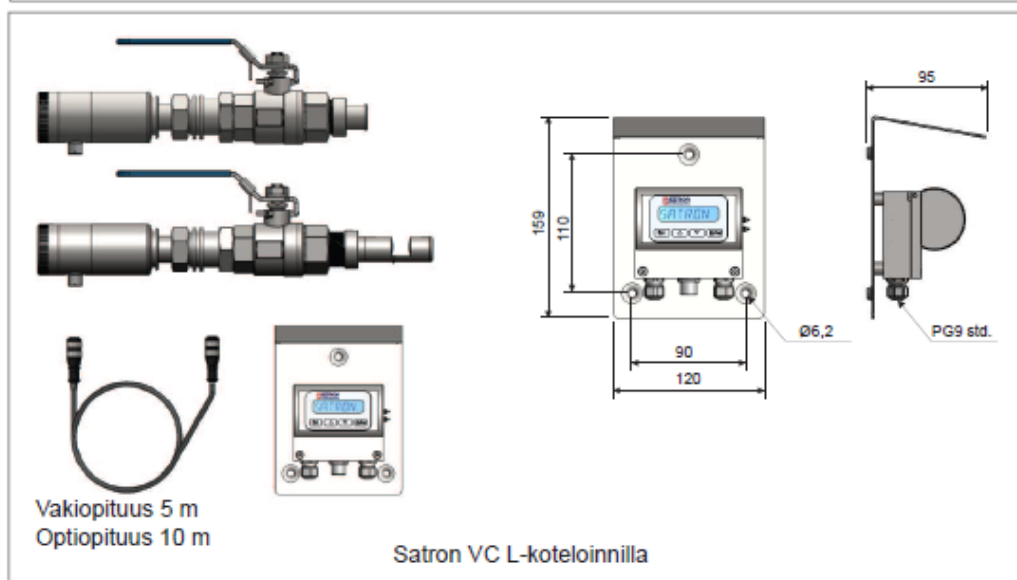
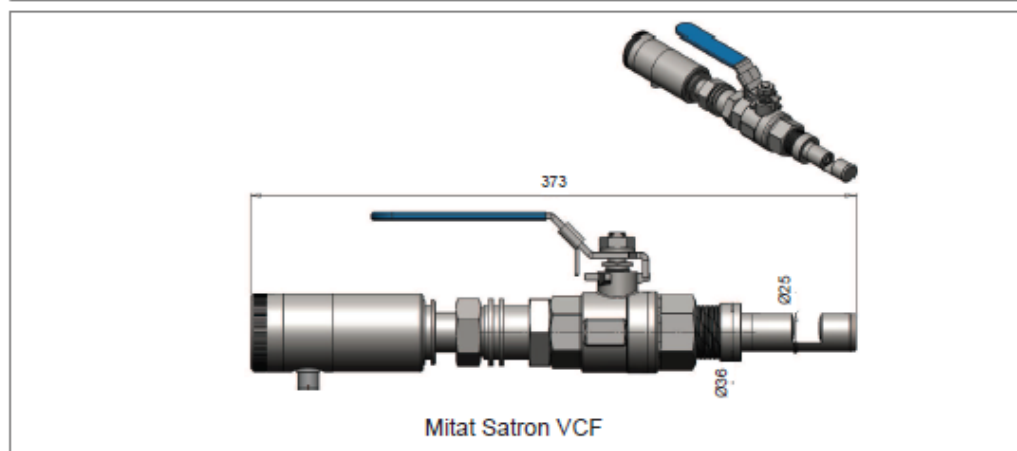
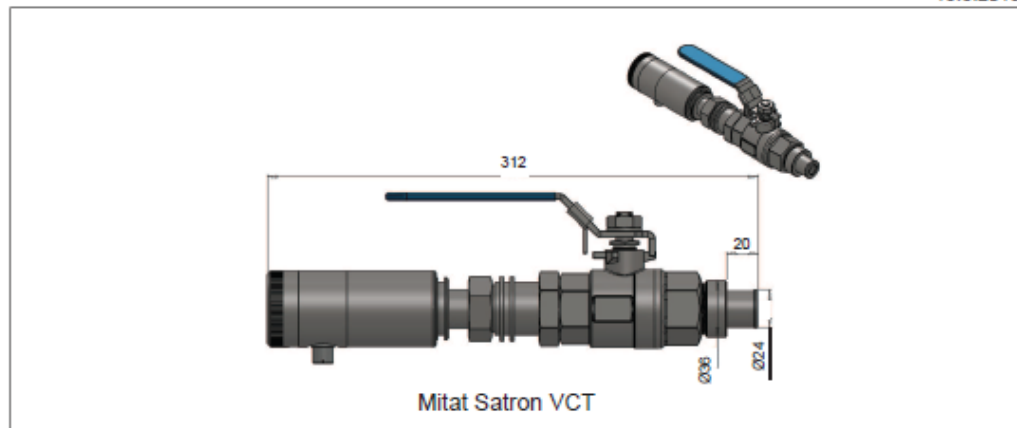
**SATRON VC** optinen sakeuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013



**SATRON VC** optinen sakeuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013



## SATRON VC optinen sateuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013

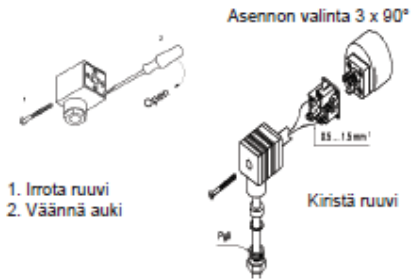
### 1.4 Sähkökytkennät

Analysaattorin syöttöjännite ja kuormitettavuus kuvan 1-10 mukaisesti.

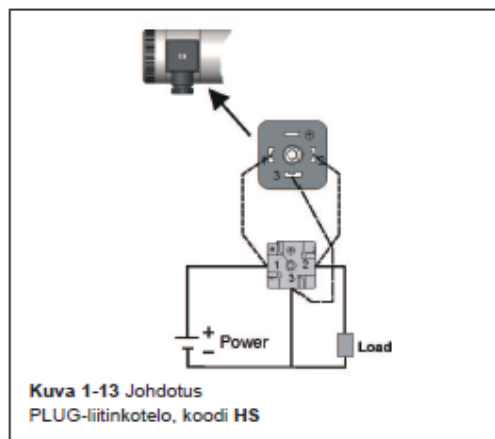
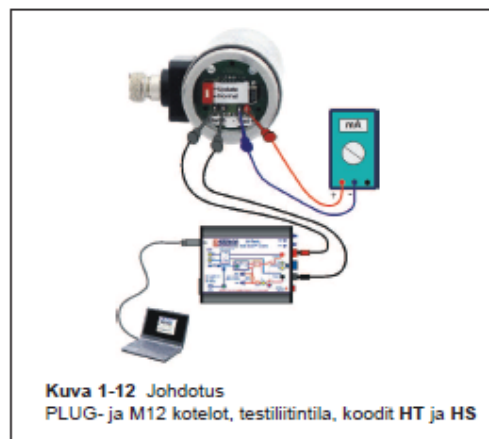
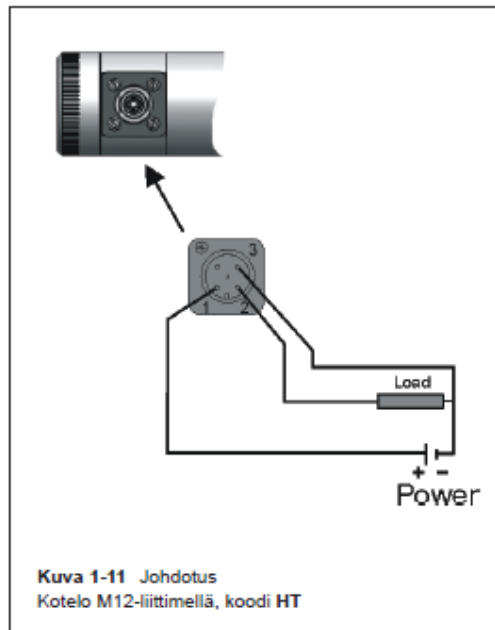
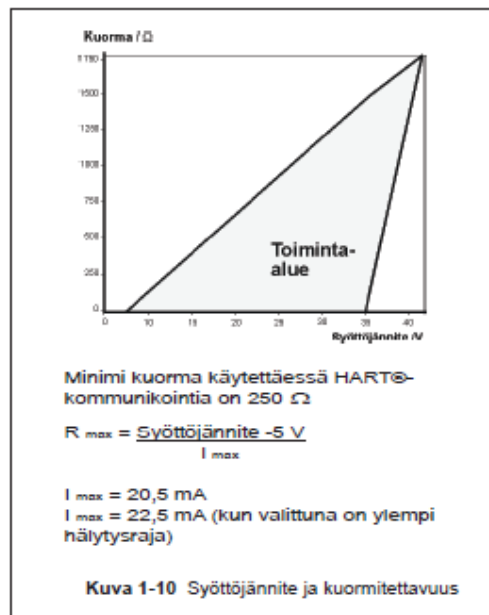
Signaali-kaapeliksi suosittelemme kierrettyä parikaapelia.

Signaali-kaapelia ei saa viedä lähelle korkeajännitteisiä kaapeleita, suuria sähkömoottoreita tai taajuusmuuttajia.

Kaapelin vaippa maadoitetaan jännitteen syöttöpäästä tai käytettävän säätöjärjestelmän valmistajan suosituksen mukaisesti.



Kuva 1-9 PLUG-liittimen kytkentärasian irrotus



### SATRON VC optinen sateuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013

**Kuva 1-14** Johdotus  
Erilliselektroniikan kotelo, koodi L

## SATRON VC optinen sakeuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013

### 2 KÄYTTÖÖNOTTO

#### 2.1 Käyttöönotto VoAdvisor konfigurointiohjelmiston avulla

Mikäli halutaan käyttöön kaikki älykkään analysaattorin toiminnot, niin suosittelemme käyttöönnotossa käytettäväksi Satronin VoAdvisor-ohjelmaa. Ohjelman, HART-modeemin ja PC:n voit tilata Satron Instruments Oy:ltä.



Kuva 2-1 VoAdvisor - ohjelma

#### 2.2 Käyttöönotto lähettimen omilla näppäimillä

Näytön valikoiden käytöstä oma erillinen osuutensa tässä käyttöohjeessa. Katso kappale 4.



##### Näytöllinen kotelo, koodi N

Käyttötilitymän toiminnot :

- Esc - Nouseaan takaisinpäin kohti päävalikon alkua.
- ▲ - Askeleetaan valikossa samaa tasoa ylöspäin tai kasvatetaan asetettavaa parametria.
- ▼ - Askeleetaan valikossa samaa tasoa alaspäin tai pienennetään asetettavaa parametria.
- Enter - Liikutaan syvemmälle valikossa tai hyväksytään komento, parametrien asetus.

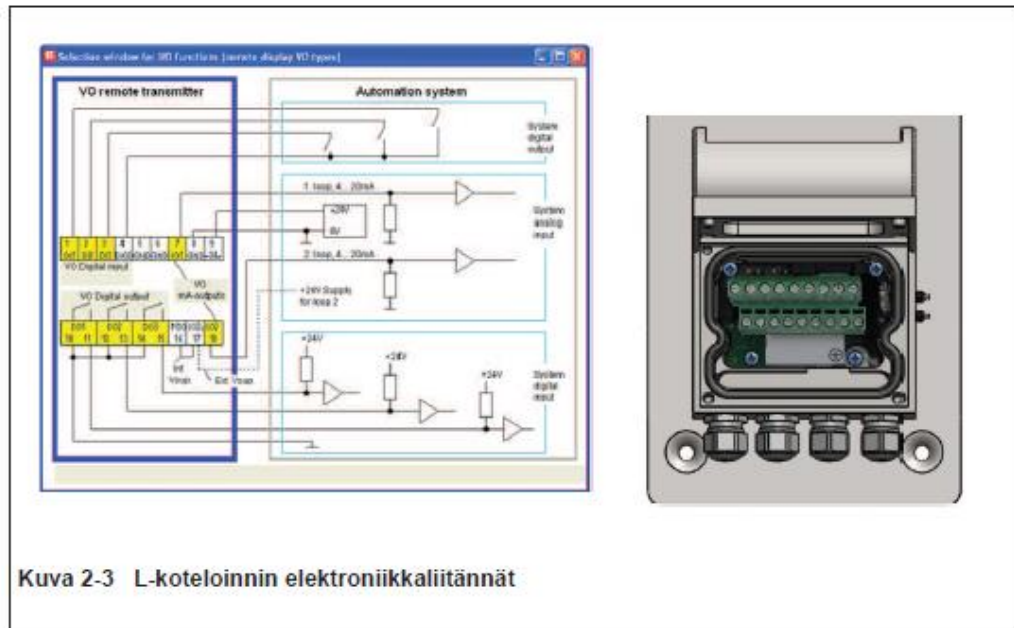
Kuva 2-2 Näytöllinen VC lähetin



### 2.3 Käyttöönotto erillisnäyttöyksikön avulla

Satron VC sateuslähetin voidaan varustaa erilliselektronikalla (L-kotelointi), näyttöyksikkö voi maksimissaan olla 15 m etäisyydellä anturiyksiköstä. Näyttöyksikössä on liitinrima, johon voidaan liittää 3 binäärituloa, 3 relelähtöä ja kaksi mA-lähtöä. Kaikki liitännät voivat olla samanaikaisesti käytössä.

Näyttö- ja anturiyksikön välistä signaalikaapelia ei saa asentaa lähelle korkeajännitteisiä kaapeleita, suuria sähkömoottoreita tai taajuusmuuttajia.



Kuva 2-3 L-koteloinnin elektroniikkaliitännät



Kuva 2 - 4 VC anturielementin testaus- ja päivitysliitännät

Kotelon sisällä olevat DIP-kytkin ja USB-portti ovat ainoastaan analysaattorin ohjelmapäivityksiä varten.

**Käytä USB-porttia ainoastaan analysaattorin ohjelman päivityksiin!**

### 3. VALIKOIDEN KÄYTTÖOHJE

VC-lähtetimen koteloointioptiossa **N** käyttöliittymänä toimii näyttö ja näppäimistö. Tältä voidaan mm. asettaa prosessimuuttajat halutulla yksiköllä näytölle ja suorittaa lähtetimen konfigurointi. Lisäksi käyttöliittymän kautta voidaan suorittaa diagnostiikkarutiinit, sekä laiteinformaation selailu.



#### NÄYTTÖ:

Näyttönä on kahdeksan merkin taustavaloillinen LCD-näyttö, jossa voidaan esittää tietoja sekä kirjaimin että numeroin.

#### NÄPPÄIMET:

Valikoissa liikutaan YLÖS/ALAS -nuolinäppäimillä ja ENTER- ja ESC -näppäimillä.

#### ENTER [ ]:

Liikutaan syvemmälle valikossa tai hyväksytään komento, parametrien asetus.

#### YLÖS [ ]:

Nuolilylös-näppäimellä askelletaan valikoissa samaa tasoa ylöspäin tai kasvatetaan asetettavaa parametria.

#### ALAS [ ]:

Nuolialas-näppäimellä askelletaan valikoissa samaa tasoa alas tai pienennetään asetettavaa parametria.

#### ESC [ ]:

Noustaan takaisinpäin kohti päävalikon alkua tai perutaan toimenpide.

#### 3.1 PERUSNÄYTTÖ

Lähtetimen käynnistyessä näyttöön tulevat MITTAUSARVOT.

Valikossa liikutaan YLÖS/ALAS -näppäimillä, valikossa ei ole käyttäjän aseteltavissa olevia muuttujia.

ALAS-näppäimen painalluksella saadaan seuraavat parametrit järjestyksessä (mikäli ne on konfiguroinnissa asetettu käyttöön).

	käyttäjän viritystiedoksi valittu yksikkö (% Cs)
	ensimmäisen mA-piirin arvo
	anturipään lämpötila
	elektronikan lämpötila
	aktiivisen reseptin nimi

Ylävalikossa on kuusi alivalikkoa: Configuration, New Sample, Calibration, Diagnostics ja Advanced -valikot. Näihin alavalikoihin päästään painamalla ESC-näppäintä 3 sekunnin ajan.

#### 3.1 KONFIGUROINTI

Lähtetimen konfigurointiasetukset.

RCP SEL

Käytössä olevan reseptin valinta.

RECIPE 1

Resepti valitaan vaihtoehtoista RECIPE (1 ... 4).

Perus tehdasviritys on tallennettu reseptiin 1.

Suorittaessasi uuden kalibroinnin on suositeltavaa käyttää uutta reseptiä.

MAOUTPUT

Virtalähdön (mA-piirin) asetukset.

LRV

Mittausalueen alaraja (4 mA)

URV

Mittausalueen yläraja (20 mA)

DAMPING: (Vaimennus)

Aikavakio, sekunteina, ulostulon vaimennus. Aikajänne on 0.000 sekunnista 60 sekuntiin. Aseta haluttu arvo

YLÖS/ALAS nuolilla ja hyväksy asetettu arvo painamalla ENTER tai paina ESC jos haluat arvon pysyvän muuttamattomana.

AVERAGE: (Keskiarvo)

Aikavakio Hz lähdön keskiarvoksi, alue on 1...50 Hz. Asettelu tapahtuu YLÖS/ALAS -näppäimillä ja hyväksyntä ENTER tai paluu muuttamatta ESC.

ALARMTYP: (Hälytysvirta)

Hälytysvirta (3,7 mA tai 22,5 mA).

SYSTEM CONFIGURATION

(Järjestelmän konfigurointi)

Konfiguroidaan parametrit joilla on vaikutusta järjestelmään, kuten kieli ja päiväys.

TAG: (Positiotunnus)

Positiotunnus, joksi voidaan antaa vapaamuotoista tekstiä merkki kerrallaan. Valitaan ENTER-näppäimellä, jonka jälkeen kursori on vasemmassa laidassa. Merkin valinta tapahtuu ENTER-näppäimellä (oikealle) ja ESC-näppäimellä (vasemmalle), ja merkistöä selataan merkki kerrallaan YLÖS/ALAS-näppäimillä kunnes haluttu merkki löytyy. Kun kursori on siirretty oikeaan laitaan, voidaan valita siirtyminen takaisin SYSTCONF -valikkoon, joko tallentamalla annettu positiotunnus ENTER-näppäimellä tai poistamalla muuttamatta tunniste-koodia. Varmistuksesta pääsee takaisin editointiin ESC-näppäimellä. Yläpilkku kertoo missä kohdassa kursori on, pisteen kohdalla kursori kuitenkin häviää. Käytettävissä on kirjainten ja numeroiden lisäksi runsaasti erikoismerkkejä.

## SATRON VC optinen sateuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013

### SETCLOCK: SETCLOCK

Aika ja pvm(pp.kk.vvvv -hh.mm.ss) asetukset

### HART: HART

Tässä valikossa tehdään Multidrop-toiminnan asetukset. Multidrop-toiminnassa kaikkien multidrop-väylään asetettujen lähetimien lähtöviesti asetuu 4 mA:iin. Osoitteella 0 on käytössä 4...20 mA:n virtasilmukka, jolloin lähetin toimii normaalisti 4...20 mA signaalilla.

### DISPLAY: (Näyttö) DISPLAY

BACKLIGHT: Valitaan taustavalon voimakkuus valitsemalla OFF, LOW, MEDIUM tai HIGH.  
ANGLE: valitaan näytön lukusuunta  
NORMAL: Lähetin asennettuna vaaka-asentoon prosessiiliitynnän osoittaessa oikealle.  
ROTATED: Kääntää tekstin 180° NORMAL-asentoon verrattuna.

### PASSWORD: (Salasana) PASSWORD

Lähettimeen asetetaan salasana 0...999 tästä valikosta. Jos salasana on valittu, mitään parametrejä tai asetuksia ei voida tehdä lähettimelle, ellei oikeaa tunnuslukua ole syötetty tässä valikossa. Tunnusluku ei ole käytössä, kun PASSWORD on 000 (oletusarvo). PASSWORD kirjoitetaan kuten TAG. Asettamalla PASSWORD 1...999 tulee tunnusluku voimaan. Jos salasana unohtuu, ota yhteys Satron Instruments Oy:n

### FACTORY: (Tehdas) FACTORY

Palauttaa tehdasasetukset. Tässä valikossa varoitusteksti kertoo konfiguroinnin häviämisestä tämän toiminnon jälkeen. Tehdasasetusten palautuksen jälkeen laite käynnistää itsensä automaattisesti uudelleen.  
Toimenpiteen peruuttamiseksi on painettava ESC.

### LANGUAGE: (Kieli) LANGUAGE

Valitaan näytön kieli. Valittavissa on englanti (ENGLISH) ja ranska (FRANCAIS).

### T UNIT: (Lämpötilayksikkö) T UNIT

Valitaan lämpötilayksikkö. Valittavissa on Celsius (°C) ja Fahrenheit (°F).

### PV UNIT: (Näytön yksikkö) PV UNIT

Valitaan yksikkö, joka halutaan olevan näytöllä prosessiarvona. (mg/l, % CS ...)

### LED CURR: LED CURR

(Valolähteen voimakkuuden asetus)  
Valitaan virtamäärä, jota LED käyttää (%)

### INFO INFO

Laiteinformaatio-valikon valinta tapahtuu valikon ylätasolta ENTER näppäimellä. Selaus tapahtuu painamalla YLÖS/ALAS nuolinäppäimin, ESC näppäimellä palataan takaisin ylätasolle. Tässä valikossa ei voida muuttaa tietoja.

### MANUFACTURER: MANUFACTR

Valmistajan nimi. (SATRON) ei voi muuttaa.

### DEVICE TYPE: DEV TYPE

Tuotteen tyyppikoodi. Ei voi muuttaa.

### VERSION: VERSION

Lähettimen elektronikan ja ohjelmiston versio numerot. Valitaan painamalla ENTER. Poistutaan painamalla ESC. UP/DOWN-näppäimillä voi valita joko CPU HW, CPU SW, CPU FW, ADC HW-ADC SW tai MAN REV revisionumero tai CPU ID-numero tästä alivalikosta.

### ASSEMBLY NUMBER: ASSM NUM

Lähettimen kokoonpanonumero. Valitaan painamalla ENTER, Poistutaan painamalla ESC.

### SERIAL NUMBER: SER NUM

Sarjanumero. Ei voi muuttaa.

### OPERATION TIME: OP TIME

Käyttötilalaskurin arvo tallennetaan 1 tunnin välein. Kun laskurin arvo on <100 tuntia, arvo tallennetaan 1 min. välein.  
Käyttötilalaskurin arvo esitetään seuraavasti:  
HH: MM: SS, kun laskurin arvo <100 tuntia  
HHHH: MM, kun laskurin arvo <100000 tuntia  
HHHHHHHH, kun laskurin arvo ≥ 100000 tuntia

### I/O CONFIGURATION I/O CONF

(I/O-konfigurointi)

Parametrien määrittäminen I/O-toiminnoilla varustetuille VC-lähettimelle (kotelotyyppi N ja L).  
Satron Instruments suosittelee VoAdvisor -ohjelmiston käyttöä näiden asetusten muuttamiseen!

### I/O I

Asetusvalikko tuloille/lähdöille, I/O 1...3 (kotelotyyppi N) tai tuloille PIN 1...3, lähdöille DOUT 1...3 ja IO2 (kotelotyyppi L)

### TYPE: TYPE

Valitse toiminto (kotelotyyppi N)  
Kun "NONE" on valittuna I/O on pois päältä. Käyttääksesi digitaalista tuloa valitse DIN1. Käyttääksesi digitaalista lähtöä, valitse DOUT1. Käyttääksesi toisen konfiguroitavan virtalähdön ulkoista syöttöä valitse IO2 EXT (vain I/O 2). Käyttääksesi toista konfiguroitavaa virtalähtöä valitse IO2 (vain I/O 3)

### FUNCTION: FUNCTION

Digitaalisen tulon / lähdön toimintoasetukset

HI LIMIT digitaalinen lähtö siirtyy tilaan [ON] kun valitun suureen (SOURCE) arvo ylittää arvon HI LIMIT.

LO LIMIT digitaalinen lähtö siirtyy tilaan [ON] kun valitun suureen (SOURCE) arvo alittaa arvon LO LIMIT.

## SATRON VC optinen sakeuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013

ERROR AL digitaalinen lähtö siirtyy tilaan [ON] kun laite on vikatilassa.  
 WARNG AL digitaalinen lähtö siirtyy tilaan [ON] kun laite on varoitustilassa.  
 ERWNG AL digitaalinen lähtö siirtyy tilaan [ON] kun laite on virhe- tai varoitustilassa.  
 HOLD kun digitaalinen tulo on päällä [ON] niin laitteen kaikki analogiset ja digitaaliset lähdöt pysyvät muuttumattomina kunnes tulo on poissa [OFF].  
 NONE ei toimintoa.  
 OFT ACKN digitaalisen tulon tila [ON] kuittaa overfeed timerin.  
 RECIPE+1 digitaalisen tulon tila [ON]  
 RECIPE+2 kasvattaa aktiivisen reseptin numeroa yhdellä(RECIPE+1) tai kahdella (RECIPE+2) jos reseptiksi on valittu I/O SEL.  
 TRB ZERO digitaalisen tulon tila [ON] nolaa sameuden tehdasarvon.  
 DATA LOG digitaalisen tulon tilan ollessa [ON] datan talletus lokiin on sallittu jos parametrin DATA LOG arvoksi on valittu DIG I/O.  
 FLSH ON digitaalisen tulon tila [ON] asettaa huuhtelun tilaan [ON].  
 FLSH OFF digitaalisen tulon tila [ON] asettaa huuhtelun tilaan [OFF].  
 FLSH OVT digitaalinen lähtö toimii huuhtelun ohjauksena.

SOURCE: SOURCE

Valitse lähde, jossa digitaalinen ulostulo vaihtaa suuntaansa.

PV on käyttäjän valitsema prosessiarvo. (arvo joka on "U":n takana näytössä).

MA on ensimmäinen lähtöviesti (mA).

ST on anturin lämpötila 5 mm:n optisen linssin takana.

RANGE-% näyttää 0 to 100 % arvon korreloiden viestiä 4...20mA.

ON DELAY: ON DELAY

On delay viivettä voidaan käyttää digitaalisen lähdön määrityksissä OFF-asennosta ON-asentoon. Aika voidaan määrittää sekunneissa alueella 0...300s. Oletusarvoisesti viive ei ole käytössä.

OF DELAY: OF DELAY

Off delay viivettä voidaan käyttää digitaalisen lähdön määrityksissä ON-asennosta OFF-asentoon. Aika voidaan määrittää sekunneissa alueella 0...300s. Oletusarvoisesti viive ei ole käytössä.

OF TIMER: OF TIMER

Ajastin rajoittaa aikaa, jonka digitaalinen lähtö voi olla jatkuvasti ON-tilassa.

Aika voidaan valita sekunneissa alueella 1...80000s. Oletusarvoisesti viive ei ole käytössä

HUOM! Ajastin ei toimi, mikäli digitaalinen lähtö on ohitettu HOLD toiminnolla, tai kun käytetään I/O TEST-toimintoa DIAGNOST-valikossa.

IO2 SOURCE: IO2 SRC

Toisen virtalähdön lähde (PV,ST, ET, ...).

IO2 LRV: IO2 LRV

Toisen virtalähdön alaraja (4 mA).

IO2 URV: IO2 URV

Toisen virtalähdön yläraja (20 mA).

IO2 DAMPING: IO2 DRMP

Toisen virtalähdön vaimennuksen aikavakio (0 ... 60 s).

3.2 UUSI NÄYTE NEW SRMP

Uusi näyte valikko

START: START ?

Näytepisteen ottaminen lähettimen muistiin.

SAMPLE H<sub>2</sub>O: SAMP L H2O

Vesiarvon ottaminen lähettimen muistiin.

3.3 KALIBROINTI CALIBRAT

Lähettimen kalibrointiasetukset

RECIPE: RECIPE

Aktiivisen reseptin asetukset.

OFFSET: OFFSET

Käyttäjän valitseminen yksiköihin tehtävä offset-korjaus (oletusarvo 0.0)

GAIN: GAIN

Käyttäjän valitseminen yksiköihin tehtävä vahvistuskorjaus (oletusarvo 1.0)

USER.PNTS: USERPNTS

Pisteparitaulukko jossa mittauksen tehdasyksiköt muutetaan käyttäjän valitsemiksi yksiköiksi.

POINT.CNT kalibrointien pisteiden luku määrä 1 ... 16.

Pisteparin tuloarvo annetaan joko näppäimistöltä lukuarvona (EDIT) tai tallentamalla reaaliaikainen mittaus (SAMPLE).

Pisteparin lähtöarvo (käyttäjän valitsema yksikkö) annetaan lukuarvona näppäimistöltä.

Katso kappale viritysesimerkki tästä käyttöohjeesta saadaksesi lisätietoa täydellisestä uudelleen kalibroinnista.

USER MODE: USERMODE

Valitse interpolointi tapa pisteiden välillä.

INTERPL valitse lineaarinen interpolointi.

SPLINE valitse spline-käyrän mukainen interpolointi.

TEXT: TEXT

Käyttäjän valitsema nimi reseptille

## SATRON VC optinen sakeuslähetin

BCs220AV  
15.5.2013

SAMPLES: **SAMPLES**

Näytehistoria (10 kpl). Laboratorioarvojen syöttö.

SAMPLE 01: **SAMPL 01**

Tallennettu näyte 1.

SAMPLE 09: **SAMPL 09**

Tallennettu näyte 9.

SAMPLE H<sub>2</sub>O: **SAMPLH2O**

Vesiarvo.

CALIBRATE: **CALIBRAT**

Kalibrointi näytepisteillä (1/2-piste).

SAMPLE 01: **SAMPL 01**

SAMPLE 09: **SAMPL 09**

SAMPLE H<sub>2</sub>O: **SAMPLH2O**

Kalibrointiin (1/2-piste) soveltuvien näytteiden luettelo (tallennetut näytteet joille on syötetty laboratorioarvo).

CALIBRATION HISTORY: **CALIBRAT**

Lähettimen kalibrointihistoria.

**01 2013-**

pvm / aikaleimattu luettelo tehdyistä kalibroinneista.

### 3.4 DIAGNOSTIIKKA **DIAGNOST**

(Tässä alavalikossa voidaan tutkia lähettimen sisäisiä vikoja, ohjata lähetin antamaan kiinteää virtaa ja kalibroida lähetin.)

STATUS: **STATUS**

Tässä kohdassa näytetään ja nollataan kertyneet virheet yksi kerrallaan ja nollataan ne. Ellei virheitä ole, näytetään teksti OK. Mahdolliset virheilmoitukset: hälytys merkitsee vakavaa virhettä, joka aiheuttaa virhetilan myös virtaviestiin ja näytön vilkkumisen.

LOOPTEST: **LOOPTEST**

Lähetin ohjataan antamaan kiinteää virtaviestiä. Ensimmäinen ENTER siirtää lähettimen pois normaalitilasta, seuraava ENTER siirtää lähettimen antaman ulostulon 4 mA:iin ja seuraava ENTER 20 mA:iin. Seuraava ENTER painallus antaa oletusarvona 12 mA, jota voidaan muuttaa halutuksi painamalla nuolinäppäimiä YLÖS/ALAS. Viimeinen ENTER siirtää lähettimen takaisin normaalitilaan. Testauksen tarkoituksena on referenssimittarin avulla testata lähettimen virtalähdön tarkkuus.

TRB TRIM: **TRB TRIM**

Lähettimen viritys tehdasyksiköissä (FU).

TRB ZERO	mittauksen nollaus
	Mittauksen viritys kahdella pisteellä
LRW.TRIM	alemman pisteen viritys
UPR.TRIM	ylemman pisteen viritys
REMOVE	virityksen poisto

SENSOR TEMPERATURE TRIM: **ST TRIM**

Tässä kohdassa voidaan kalibroida lämpötila-anturi, joka mittaa optisen mittapään lämpötilaa. Suurin sallittu korjaus on 10°C.

LOOP CALIBRATION: **LOOPCAL**

Kalibroidaan lähettimen antama virtaviesti. Ensimmäinen ENTER siirtää lähettimen pois normaalitilasta, seuraava ENTER ohjaa lähettimen ulostulon omasta mielestään 4 mA:han, arvo pitää asettaa vastaamaan referenssimittarin lukemaa painamalla YLÖS/ALAS -nuolinäppäimiä. Seuraava ENTER painallus ohjaa lähettimen ulostulon 20 mA, joka pitää taasen asettaa referenssimittarin lukeman mukaiseksi. Hyväksytään uusi lukeman ENTER -näppäimellä. **Huom!** Kalibroinnin onnistumiseksi on käytettävä riittävän tarkkaa referenssi-mittaria.

I/O TEST: **I/O TEST**

Digitaalisten tulojen ja lähtöjen sekä toisen virtalähdön testaus. Tulojen tila näytetään näytöllä ja lähtöjen tilaa voi muuttaa.

HARDWARE: **HARDWARE**

VOLTAGES	laitteen jännitidiagnostiikka
I/O COMM	laitteen I/O-kommunikaation diagnostiikka (vain kotelomalli L)

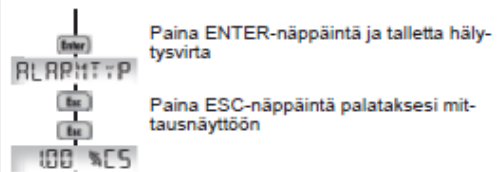
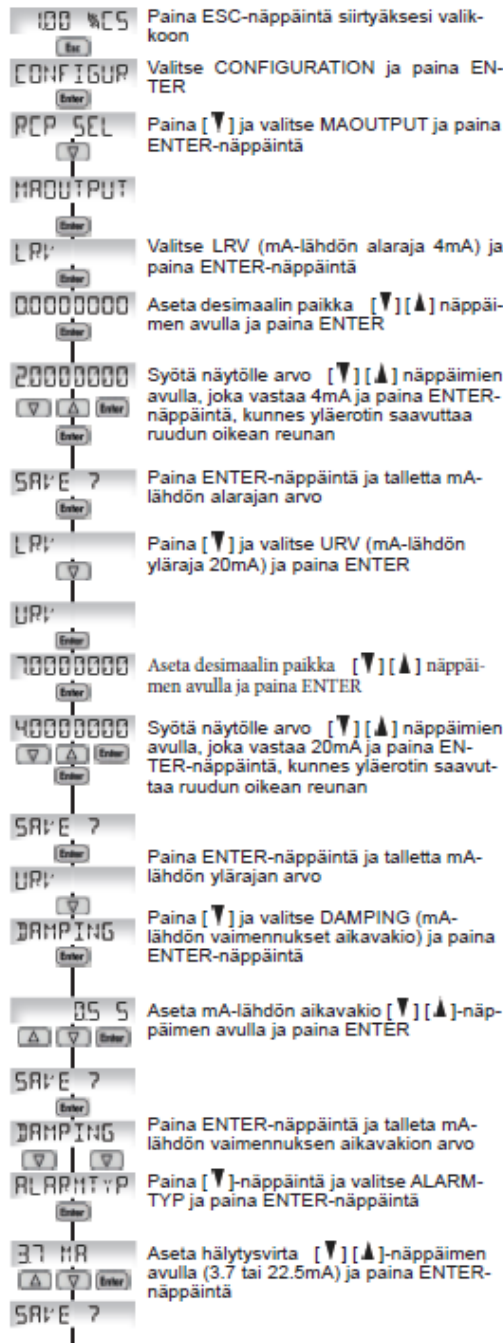
LOG: **LOG**

ADD TXT	tekstin (8 merkkiä) lisäys tapahtumalokiin
DATA LOG	datalokin tilan valinta:
CYCLIC	jatkuva (oletusarvo)
DIC I/O	valitaan digitaalituloilla
OFF	pois käytöstä

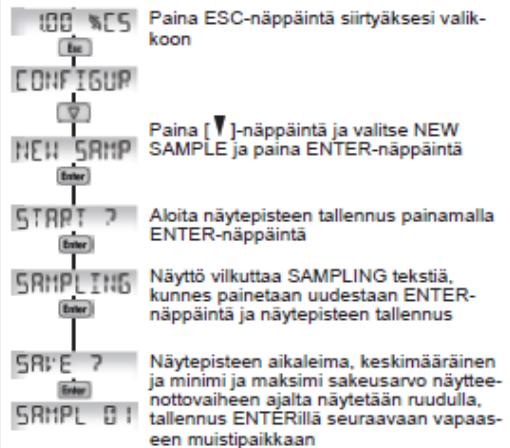


## 4. ASETUKSET

### 4.1 Perusasetukset



### 4.2 Näytepisteen tallennus

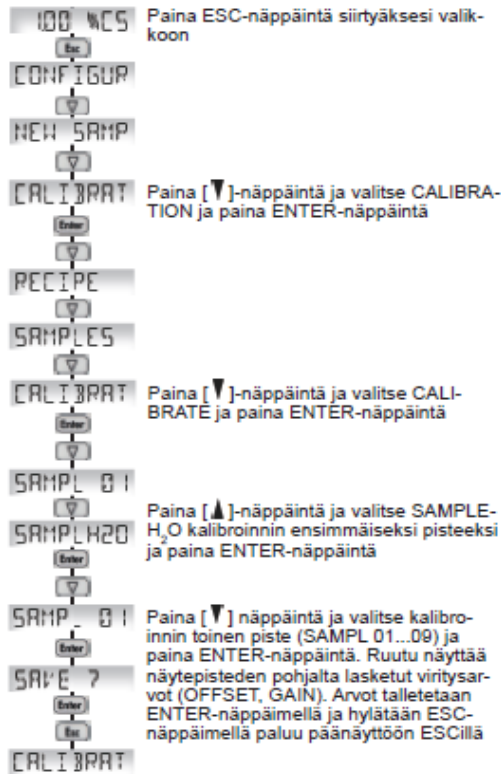


### 4.3 Laboratoriotuloksien syöttö

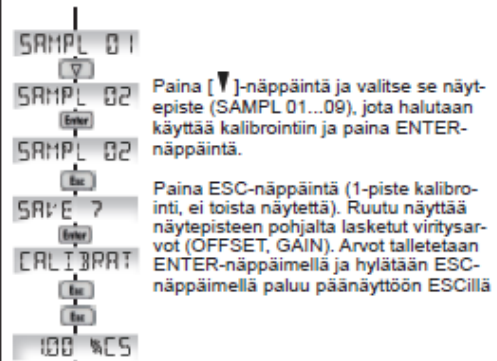
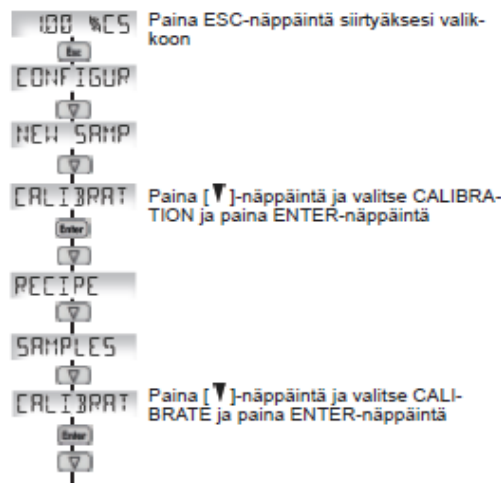


#### 4.4 Käyttöönottokalibrointi

2-piste kalibrointi vesi- ja näytepisteen avulla

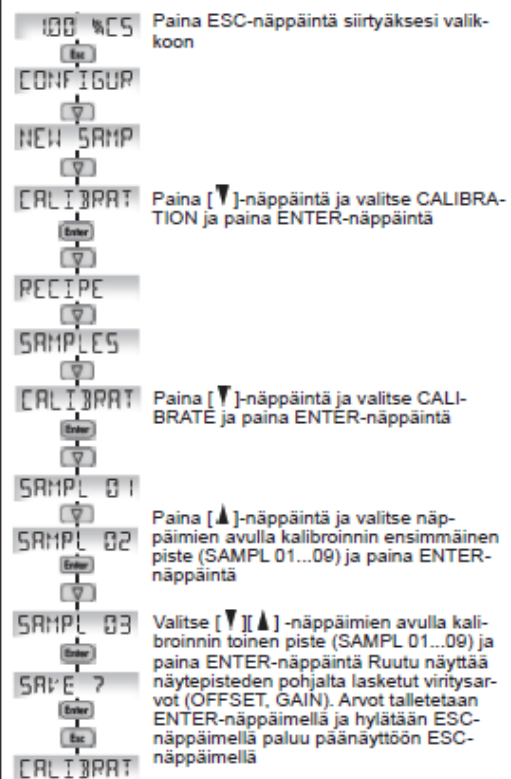


#### 4.5 1-piste kalibrointi



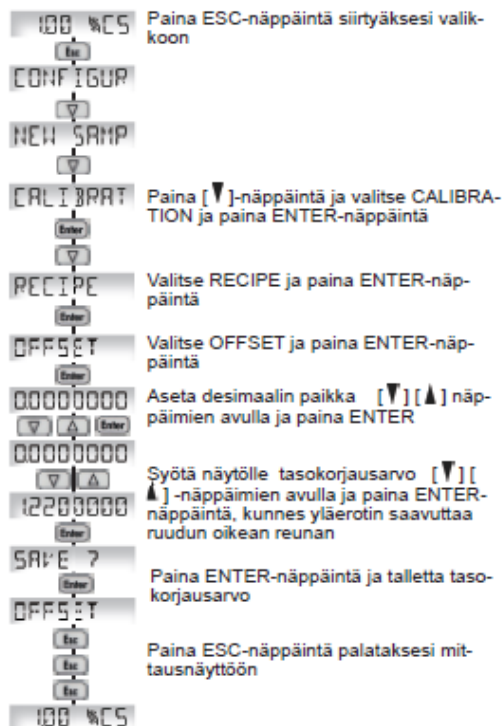
#### 4.6 2-piste kalibrointi

2-piste kalibrointi kahden näytepisteen avulla

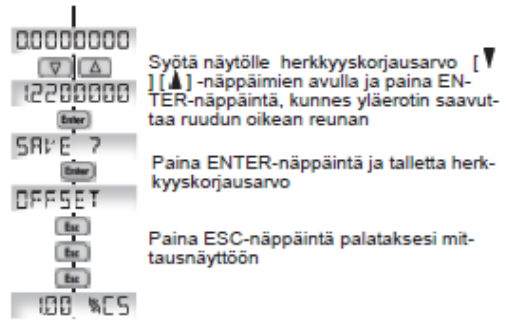
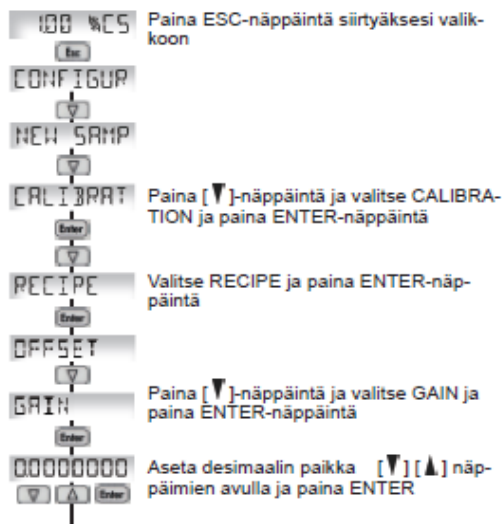




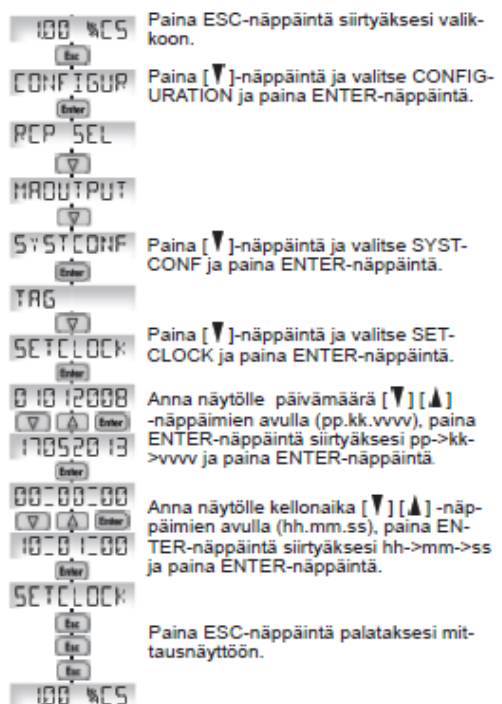
#### 4.7 Tasokorjaus (OFFSET)



#### 4.8 Herkkyyskorjaus (GAIN)



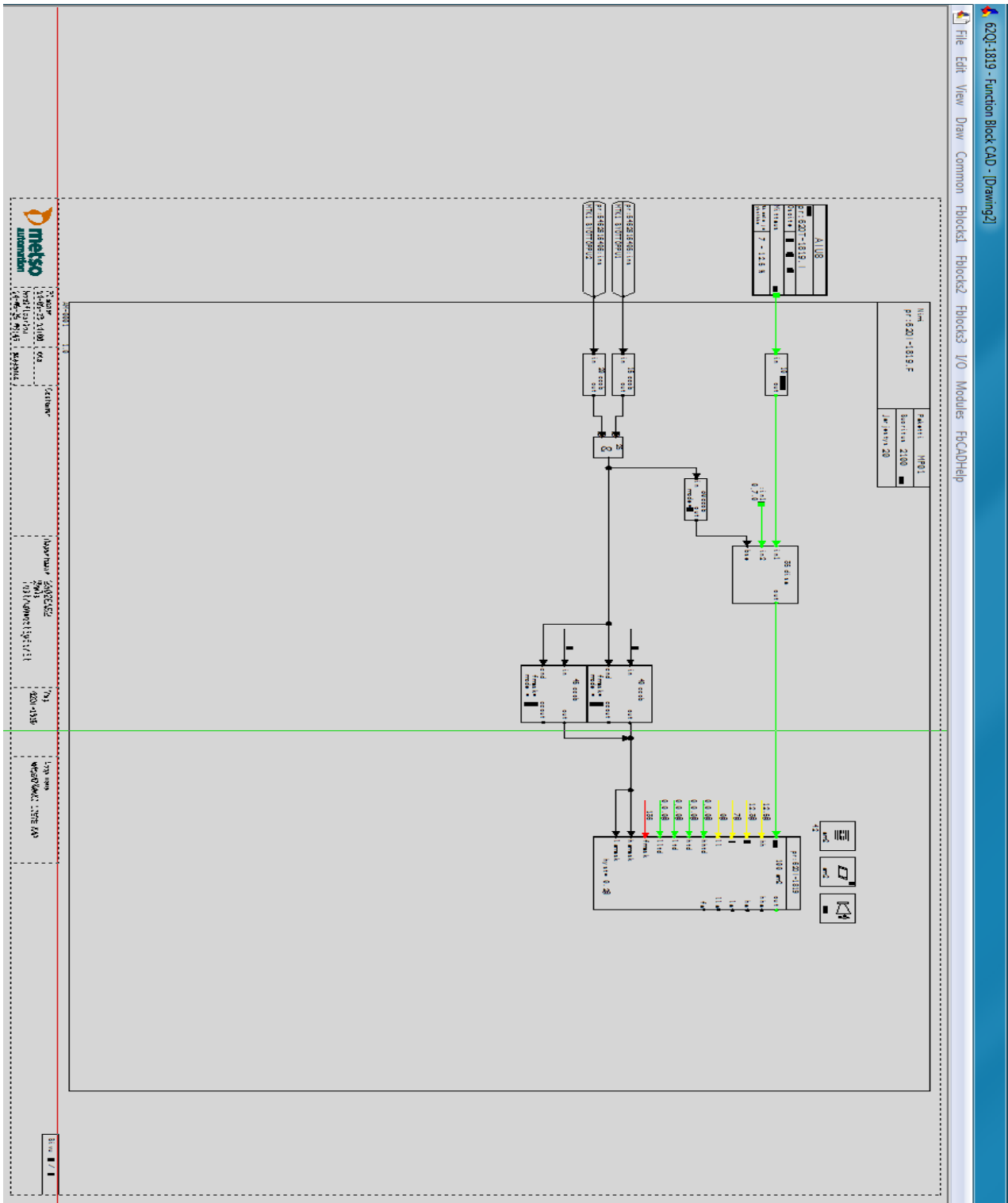
#### 4.9 Aika ja päivämäärä asetukset





Satron Instruments Oy  
[www.satron.com](http://www.satron.com)  
PL 22, 33901 Tampere  
Puh. 0207 464 800, Telefax 0207 464 801

### DNA- järjestelmään tehty mittausohjelma



**Tietyn vahvuisen tärkkiliuoksen takaisinsirontasignaali lämpötilan funktiona**