

PINNANMITTAUS GRANULAATTISILOISSA

Ultraäänianturin kaikuprofiilin muodon vaikutus muoviteollisuuden raaka-
ainesiilojen pinnanmittauksessa

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö

Kevät 2007

Tommi Tiihonen

ESIPUHE

Suurimmat kiitokset tämän opinnäytetyön valmistumisesta haluan antaa työn yhteysenkilölle Seppo Hietaselle. Hän on sähkösuunnittelijan ominaisuudessa tukenut ja ollut esikuvana varsinkin työn dokumentoinnissa koko projektin aikana.

To Mr. Henry Vandeline, Ph.D. Many Thanks belong to you for latest information to Ultrasonic's.

Lahdessa 23.3.2007

Tommi Tiihonen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TIIHONEN, TOMMI: Pinnanmittaus granulaattisiiloissa

Ultraäänianturin kaikuprofiilin muodon vaikutus muoviteollisuuden raaka-
ainesiilojen pinnanmittauksessa

Mekatroniikan opinnäytetyö 35 sivua, 9 liitesivua

Kevät 2007

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää häiriöiden lähteitä ultraäänimittauksissa. Tarkoitus on ehdottaa yhteenvedossa korjauksia nostamaan mittausten luotettavuutta. Työn toimeksiantaja on Wihuri Wipak Oy Nastolan tehdas, joka valmistaa muovipakkauksia elintarvike- ja lääketieteellisyydelle.

Työn lähdemateriaali oli kirjallisuus, joka käsittelee Milltronicsin ultraäänipinnanmittausta. Lisäksi analysoitiin 185 näytettä vastaanotetuista kaiuista, joka tarkoittaa graafista kuvaajaa kaiusta. Lähettimen muodostama graafinen kuvaaja kaiusta on avain häiriöiden selvittämiseen.

Työn tuloksena on ehdotus mittausten uudelleen järjestelylle hyödyntämään kehittyneempiä laitteita kuin nykyisin. Uudelleen organisointi vapauttaa lähettämiä muuhun käyttöön tuotantolaitokselle. Uudelleen ohjelmoiminen nostaa mittausten luotettavuutta esimerkiksi uusilla mittaustaajuuksilla. Oma käsitys ultraäänimittaukseen on kasvanut ja kyky tulkita ongelmien lähteitä kaikuprofiilista.

Asiasanat: ultraääni, kalibrointi, trendi, kaikuprofiili

Lahti University of Applied Sciences

Faculty of Technology

TIIHONEN, TOMMI: Level measurements in silos

How the form of echo profile affects the level measurements in plastic industry

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 35 pages, 9 appendices

Spring 2007

ABSTRACT

The objective of this thesis was to examine the sources of failures in ultrasonic measurements. The purpose was to make suggestions for increasing the reliability of measurements. The work was commissioned by Wihuri Wipak Oy Nastola plant, which is a producer of plastic packages for food- and medical industry.

First, literature on Milltronics ultrasonic level measurement systems was studied. In addition, more than 185 samples were taken from measurements, i.e. graphic curves of echo profile. Analysis of echo profile gave the best results in solving problems.

The result of the thesis is a suggestion for re-organizing of measurements so that more sophisticated transmitters are exploited than at present. Re-organizing releases older transmitters for secondary use in the plant. Programming increases reliability, for example, in new frequencies of measurement.

Keywords: ultrasound, calibration, trend, echo profile

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	WIPAK WIHURI OY:N YRITYSESITTELY	1
3	MIKSI HUOMIO SIILOMITTAUKSIIN?	2
3.1	Asiantuntijan raportin käsittely 18.10.2005	2
3.2	Asiantuntijalausunto	3
3.3	Oma näkemys	3
4	VÄLINEET	4
4.1	Fluke 87 -yleismittari.....	4
4.2	Philips PM 97 50 MHz:n ScopeMeter.....	4
4.3	DataTakerin DT80 datalogger	5
4.4	DasyLab 2.0 -ohjelmisto	6
4.5	Unigyr®-järjestelmä	8
5	ULTRAÄÄNILÄHETTIMET	8
5.1	Ultraääni	9
5.2	Mittauksen periaate.....	9
5.3	Lähettimien parametreja	10
5.4	MultiRanger, siilot 6 ja 7	12
5.5	Multiranger Plus, siilot 8, 9, 10 ja 11	12
5.6	AiRanger XPL, siilot 1 - 5, 16, 17, 31 ja 32	13
5.7	Airanger DPL Plus, siilot 21 ja 22	13
5.8	AO-10-yksikkö	13
5.9	Paikallinäyttö ja modeemiyhteydet	14
5.10	Ohjelmointilaite	14
6	SENSORIT	14
6.1	Lämpötila-anturi	15
6.2	ST-50	15
6.3	XPS 15 ja XPS 30.....	15

7	KAIKUPROFIILIT	16
7.1	Profilitiedostojen nimeäminen.....	16
7.2	Profilitiedostoon liitetty muu dokumentointi	17
7.3	Valitun kaiun paikallistamiskaavat.....	18
7.4	Kaikki profiilit samassa ikkunassa	19
7.5	Hyvä v.s. huono kaiku	21
7.6	Kaikujen ongelmat.....	22
7.6.1	Kohina	22
7.6.2	Suuntaus.....	23
7.6.3	Häiriökaiut	23
7.7	Jälkivärähtelyhäiriön eliminointi	23
7.8	Perusteet mittaustaaajuuden muutoksille	25
7.9	Mahdolliset muut syyt	27
8	KALIBROINTI	28
9	TEHDYT TOIMENPITEET	28
10	EHDOTUS SEURAAVIKSI TOIMENPITEIKSI	30
10.1	Milltronics DPL	31
10.2	Siilot 6...11.....	31
10.3	Siilot 21 ja 22.....	31
10.4	Multi-W:n paikallinäytöt.....	31
10.5	Puhalluskalvo-osaston XPL.....	32
11	PÄÄTÄNTÄ.....	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET.....	35

1 JOHDANTO

Tämä työn tarkoituksena on kartoittaa Wipak Oy:n Nastolan-tehtaalla ultraääneen perustuvien pinnanmittausten luotettavuuteen liittyviä seikkoja. Lopuksi mittauksille haetaan parannusehdotuksia. Työn selostuksessa on kerrottu työn vaiheissa käytetyt mittalaitteet, havainnot, menetelmät ja lopputulokset.

Ultraäänipinnanmittaus lähettää tässä tapauksessa 27...44 kHz:n akustisen pulssin mitattavaan kohteeseen ja laskee etäisyyden takaisin heijastuneen kaiun viiveestä. Työn kohteena olevissa mittauksissa ultraääneen perustuvalla mittaustavalla mitataan pinnankorkeutta muoviteollisuuden raaka-ainesiiloissa Wipak Oy:n Nastolan-tehtaalla osoitteessa Wipakintie 2, 15561 NASTOLA. Mittauksien ongelmana on suuri poikkeama inventaarioissa (LIITE1).

Sain tilaisuuden tehdä tämän opinnäytetyön, kun vaihtoehtojen kartoitus aloitettiin silloisten epäluotettavien mittauksien tilalle. Työn suoritus on käynyt läpi useita vaiheita käsin mittalangalla pinnankorkeuden tunnustelusta lopulta lähettimen kaikukäyrien tulkitsemiseen oskilloskoopin avulla.

2 WIPAK WIHURI OY:N YRITYSESITTELY

Wipak Wihuri Oy (myöhemmin Wipak) valmistaa korkealaatuisia, joustavia ja puoliläpäiseviä pakkausmateriaaleja ja kalvoja elintarvike- ja lääketieteellisyydelle ja teknisiin tarkoituksiin. Wipak Euroopassa ja sen tytäryhtiö Winpak Pohjois-Amerikassa ovat maailmanlaajuisesti edustettuina pakkausteollisuudessa. Monikerroksisten kalvojen markkinoilla Wipak on teknologiassa maailman johtava valmistaja. Wipakilla on kuusi tuotantolaitosta ja useita yhtiöitä ja toimistoja Euroopassa ja Kaukoidässä. Wipak ja Winpak kuuluvat WIHURI GROUPin pakkausteollisuuden alaisuuteen. (Wipak 2005a.)

Wihuri Oy on teollisuutta ja kauppaa harjoittava kansainvälinen suomalainen monialayritys, ja liiketoiminta on jaettu neljään toimialaryhmään:

Pakkausteollisuuteen, Wihuri Oy Aarnio tukkukauppaa suurtalous- ja jälleenmyyjäasiakkaille, Tekniseen Kauppaan ja Erityistoimialoihin. Wihuri-konsernin liikevaihto vuonna 2005 oli 1,5 miljardia euroa ja henkilöstön määrä noin 4 600. (Wihuri 2005.)

Nastolan-tehdas on perustettu 1950 ja siirtynyt Wihurin omistukseen 1967.

Tuotevalikoima sisältää pakkausmateriaaleja elintarvike- ja lääketeollisuuden käyttöön. Tuotantotilat lääketeollisuuden tuotteille täyttävät ns. puhdistilan vaatimukset. Henkilökuntaa on noin 450 henkeä. (Wipak 2005b).

3 MIKSI HUOMIO SILOMITTAUKSIIN?

3.1 Asiantuntijan raportin käsittely 18.10.2005

Muistiossa palaverista, jonka aiheena oli inventaarierot, olivat läsnä 18.10.2005 A. Hakanen, K. Lehto, P. Nieminen ja S. Martikainen. Palaverissa käsiteltiin inventaarieroja. Aikaisemmin oli vastaanotettu Wavin-Labkon asiantuntijan raportti palaveriin. Palaverissa on päätettävä toimenpiteistä raportin tietojen perusteella, mahdollisten vaihtoehtoisten menetelmien selvittäminen ja niiden kustannukset (LIITE 2).

TAULUKKO 1. Syyskuun suurimmat inventaarioerot (LIITE 2)

Raaka-aine	Poikkeama [kg]	Siilonro.
FA5223	-12600	5 ja 17
LD362HE	-14800	säkkitaravaa, ei summata poikkeamaan
PET yhteensä	-54000	6,8,31 ja 32
HD621CF	-16100	11
Adflex C200F	-26000	säkkitaravaa, ei summata poikkeamaan
Lotader 3210	6900	säkkitaravaa, ei summata poikkeamaan
Yhteensä	-82700	

3.2 Asiantuntijalausunto

Wavin-Labko Oy:n (2005) asiantuntijan raportissa mainitaan suuntauksen tarkistuksen olevan aiheellista kaikissa ongelmasiiloissa. Raportista poiketen MultiRangereista saadaan kaikuprofiili oskilloskoopille vastaavasti kuin muistakin tämän työn kohteena olevissa lähettimissä. Asiantuntijalausunto on kokonaisuudessaan liitteessä 1.

3.3 Oma näkemys

Kun vuoden 2005 lopulla keskustelin kunnossapito-osaston päällikön Jukka Pesosen kanssa mahdollisuudesta saada siilomittauksista aihe opinnäytetyöksi, päätin aloittaa sen opinnäytetyönäni. Työn aloituksen suoritin tutustumalla siiloihin ja lähettimiin sekä laitteiden parametreihin.

4 VÄLINEET

4.1 Fluke 87 -yleismittari

Fluke 87 4-mallin yleismittari on yleinen työväline sähkötekniikassa. Tässä työssä on käytetty lukuisista mittarin ominaisuuksista vain resistanssin mittausta liitoksien ja lämpötila-antureiden kunnontarkastukseen sekä jännitemittausta syöttöjännitteen tarkastukseen.

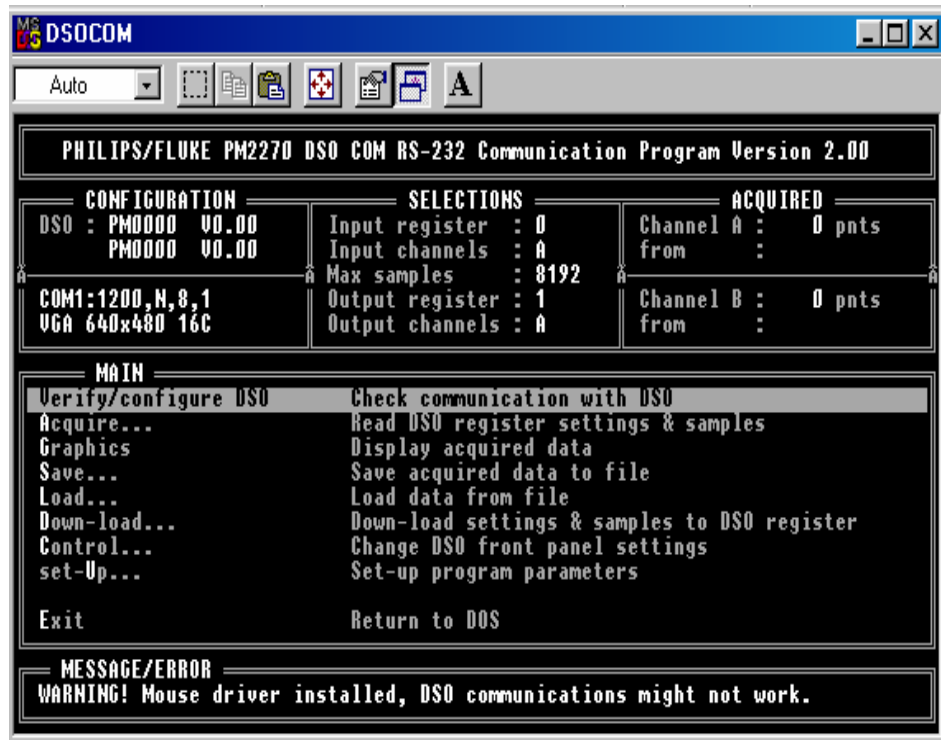
4.2 Philips PM 97 50 MHz:n ScopeMeter

Philipsin valmistama tyyppimerkiltään PM 97 50 MHz:n ScopeMeter on kaksikanavainen digitaalinen muistioskilloskooppi ja yleismittari. Mittari on kuvattuna kuviossa 1. Työn suorittamisessa käytettiin mittalaitteen oskilloskooppi-toimintoa tulkitsemaan pinnankorkeuslähettimien kaikuprofilin muotoa. Periaatteessa kaikki tässä työssä suoritettavat sähkötekniiset mittaukset olisi ollut mahdollista suorittaa tällä laitteella mutta laitteen hieman suurempi koko esti tämän. Välttääkseen laitteen putoamisen kiipeilyä vaativissa kohteissa soveltui Fluke 87 yleismittauksiin paremmin kuin Philips PM 97.



KUVIO 1. Philips PM97 ScopeMeter

Laitteeseen oli liitetty infrapunalla (InfraRed eli infrapuna) toimiva yhteys PC:n sarjaportin kautta kaikuprofiilien tallennusta varten. PC:n päässä olevalla Philips / Fluke PM2270 DSO COM RS-232 Communication Program Version 2.00 -ohjelmalla on tallennettu kaikuprofiileita myöhempää käyttöä varten. Kuviossa 2 on DSOCOMin päävalikko.



KUVIO 2. Päävalikko kaikuprofiilien DSOCOM tallennus- ja analysointi-ohjelmasta

4.3 DataTakerin DT80 datalogger

Työn edetessä oli tarve rajata virhetilanteiden aiheuttajaa DataTakerin DataLogger DT80:n avulla. Laite on mittausviestien keräyslaite omalla muistilla varustettuna, +/-30 V:n sisääntulokanavilla, tallennus- ja ohjelmointisovelluksella ja useilla väylävaihtoehdoilla varustettuna. Laite on kuviossa 3 ja tekniset tiedot ovat tarkemmin valmistajan kotisivuilla. (DataTaker 2007.)



KUVIO 3. Kuvassa DataTakerin DataLogger DT80 (DataTaker 2007)

DataTakeria käytettiin auttamaan rajaamaan häiriötä lähettimen mittaus- ja lähtöpuolen väliltä. Laite kytkettiin lähettimen 4...20 mA:n lähtöviestisilmukkaan mittaamaan sarjaan kytketyn vastuksen yli vaikuttavaa jännitettä. Tämän ja Unigrin signaaleita verrattaessa varmistettiin häiriön olevan varmasti itse mittauksissa.

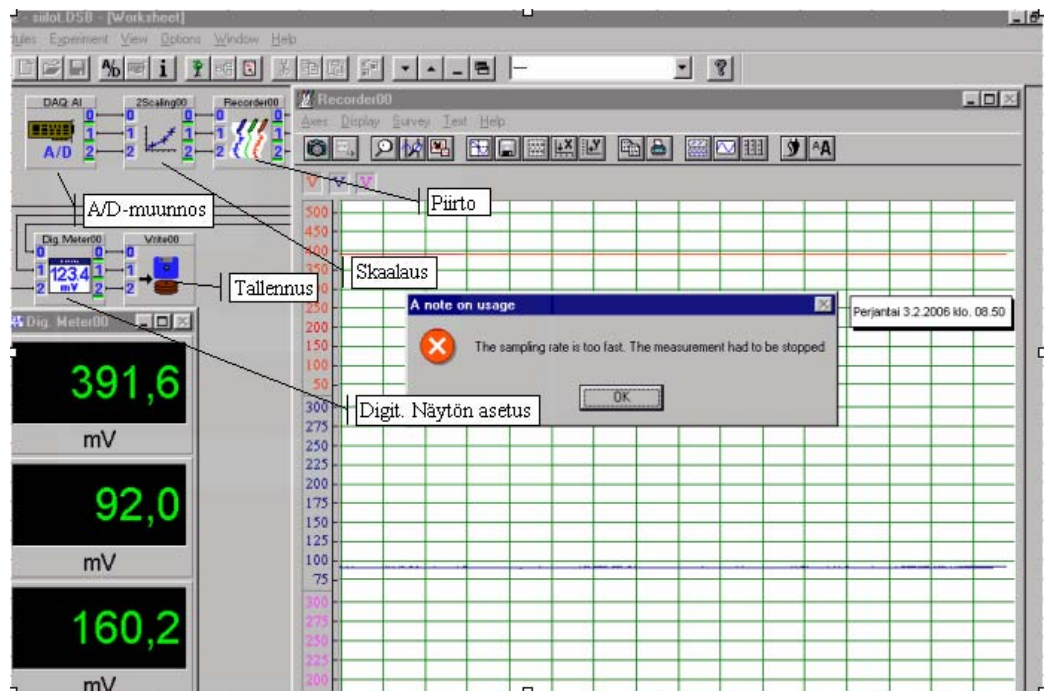
4.4 DasyLab 2.0 -ohjelmisto

DasyLab 2.0 oli käytössä aloittaessani työtä tammikuussa 2006. Sen käyttäminen oli helppoa mutta luotettavuus oli huono kellon jättämän (luokkaa 1 h/vrk) vuoksi ja itse ohjelman kaatuillessa. DasyLab luki mittaukset Dewetronin valmistamalta Dewe-rackilta kolmesta kanavasta jännite-eroa pintalähettimeiden lähtöpiiriin (4...20 mA) sarjaan kytketyn 22 Ω :n vastuksen yli. DasyLabin näyttö on kuviossa 4. Työn alkuvaiheessa etsittiin syitä epätarkkuudelle tallentamalla lähtöviestin arvo ja tutkimalla fyysisiä vaikuttajia sekä vertaamalla niitä mahdollisesti ko. ajanhetkellä näkyviin luottaviin parametreihin lähettimeltä. Kevätalvella 2006 vertailtiin lähettimen antamaa tulosta mittanauhalla pinnasta mitattuun etäisyyteen. Epätarkkuuteen epäiltiin vaikuttavan siilon täytön jälkeisen kupuruuden ja tyhjentyksen aikana ilmenevää koveruutta mitattavassa pinnassa, mutta tämä ei olisi selittänyt suuria 100 %:n poikkeamia siiloa kohden. Tällöin

tehdyt johtopäätökset tukivat vain sensoreiden vaihtamista, mutta siihen ei menty jokaisen ongelmasiilon kohdalla.

DasyLab olisi toimiessaan vastannut täysin nykyisin käytössä olevaa piirto- ja tallennussovellusta tämän työn suorittamisessa. Seuraava toimenpide olisi ollut ratkaista, kuinka mittau tulosten siirto kiinteistövalvontajärjestelmään olisi onnistunut.

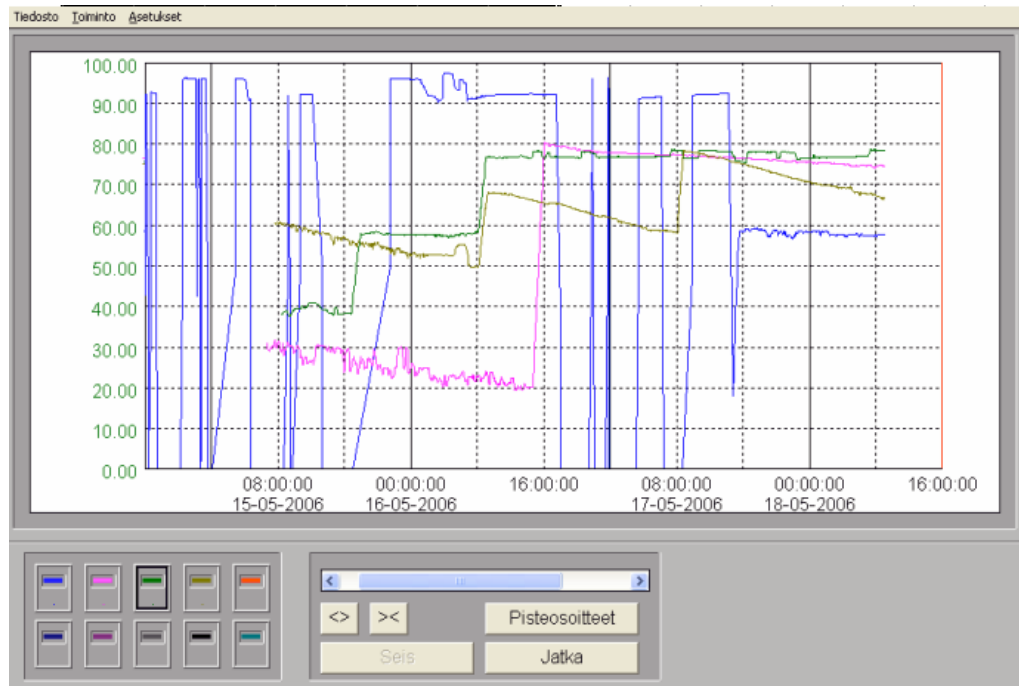
Vasta noin seitsemän kuukauden päästä todettiin lähettimen antamien kaikukäyristä sen itse laskemien luentaparametrien seuraamisen tuottavan hyvin heikon tuloksen. Todettiin tällöin juuri oskilloskoopilla nähtävän kaikuprofiilin olevan avain ongelmien selvittämiseen.



KUVIO 4. DasyLabin ikkuna ohjelmointikuvauksella

4.5 Unigyr®-järjestelmä

Siemens Oy kiinteistövalvontaohjelman InSight-päätteelle on ohjelmoitu siilojen seurantaan oma sivu. Lisäksi on ns. PE- ja MW-siiloille oma trendisivu. Kuviossa 5 on neljä ensimmäistä seurattavaa kanavaa alkaen 14.5.2005 eteeniosaston siiloista 1, 2, 31 ja 32.



KUVIO 5. Siemens Oy:n Unigyr-järjestelmän InSightin ensimmäinen trendisivu

Siemensin kiinteistövalvontajärjestelmään oli kytketty neljä kanavaa ja sitä on aseittain laajennettu kattamaan kaikki 17-siiloa. Lisäksi jokaisesta kanavasta talletetaan asetelluin näytteenottovälein data muistiin. Keväällä 2007 valmistuu kaksi siiloa lisää, joissa täyttöastetta seurataan punnitsemalla.

5 ULTRAÄÄNILÄHETTIMET

Parametreja koskevissa luokittelussa kerrotaan kaikuprofilia muokkaavista parametreista, joihin kuuluu taajuusparametrit, ns. TVT-käyrän parametrit, merkkiä ja ikkunaa koskevat parametrit. Perusparametreihin luetaan kalibrointi- ja

näyttöyksiköitä koskevat parametrit, mittaustavan- ja alueenvalintaparametrit, releasetukset, lähtöviestin muokkaus, täyttö- ja tyhjennysvaimennus, näytönmuunnoskerroin, säiliönmuoto ja sekoittimen siipien ja väreilynpoistosuodattimet. Perusparametrit eivät voi auttaa itse mittauksen ongelmissa, joten niihin ei perehdytä paremmin.

5.1 Ultraääni

Ultraääni on akustista värähtelyä yli 20 kHz:n taajuudesta muutamisiin GHz:ihin. Käyttämämme mittaustekniikka käyttää 27...44 kHz:n taajuuksia. Normaalien ihmisen kuulon taajuusalue 125...8000 Hz ja puheenerottelukyvylle oleellinen alue on 250...4000 Hz. Parhaimmillaan ihmisen kuuloalue voi olla 20...20 000 Hz. Fysikaalisesti ultraääni noudattaa kuultavan äänen käyttäytymistä väliaineessa.

5.2 Mittauksen periaate

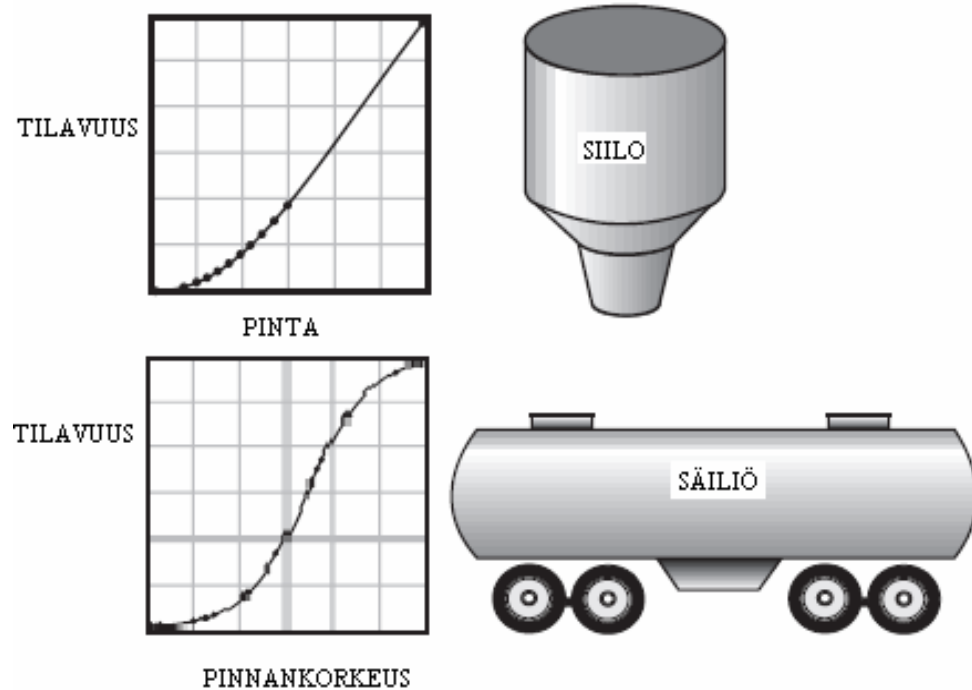
Siilon kanteen EasyAimer-laipalla (suuntauslaippa, pyöriteltävissä 1...360° ja pystysuunnassa 0...27°) asennettu sensori lähettää kiinteällä tai aseteltavalla taajuudella akustisen pulssin. Pulssi heijastuu mitattavasta materiaalista, ja se vastaanotetaan samalla sensorilla. Mittauselektronikka määrittelee oikean kaiun valinta-algoritmin mukaan ja mittaa tämän aikaeron lähetyksestä vastaanotettuun kaikuun.

$$Etäisyys = \frac{\text{Pulssin nopeus} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] * \Delta t [\text{s}]}{2}$$

KAAVA 1. Etäisyyden mittauksen laskentakaava

Pulssin nopeus on äänennopeus mitatussa lämpötilassa. Huoneen lämpötilassa +20 °C:ssa nopeus on 344,1 m/s. Tämä aikaero muutetaan etäisyydeksi, pinnankorkeudeksi, tilavuudeksi ja virtaukseksi lähettimen näyttöön,

releohjauksiin tai uloslähtöön. Tutkimuksen kohteena olevissa mittauksissa lähettimen lähtöviesti 4...20 mA vastaa tilavuutta 0...100 %. Kuviossa 6 on esitetty periaatekuva sensorin mittaaman etäisyyden ja lähettimen laskeman tilavuuden riippuvuudesta eri ohjelmoitavilla säiliömuodoilla.



KUVIO 6. Mitatun pinnankorkeuden ja lasketun tilavuuden riippuvuus eri säiliömuodosta

5.3 Lähettimien parametreja

Taajuusparametrit on erikseen asetettava lyhyelle että pitkälle matkalle. Ne vastaavat lähettimen viritystaajuutta kilohertseissä [kHz]. Tarkoituksena on optimoida kaiun voimakkuus ja minimoida anturin jälkivärähtely. Uusimmat lähettimet tunnistavat siihen kytketyn sensorin ja asettavat sen mukaan esiasetellut taajuudet.

Seuraavassa parametreissa tutkitaan vain viimeistä eli kaikuprofilia. Syy valintaan on se, ettei käyttämämme digitaali-oskilloskooppi pystynyt näyttämään

kuin yhden profiilin kerrallaan. Multi-W:n DPL pystyy näyttämään kaikki käyrät samanaikaisesti SuperSonics-sovellukseen, jota käytettiin syyskuun 2006 alussa tarkastamaan yhteyden DPL:ään. Vuodenvaihteen 2006/2007 jälkeen IR-linkki laitteen ja PC:n välillä ei ole toiminut, joten kaikista kaiuista on profiilit samalla formaatilla.

TVT-profiili (Time Varying Threshold) on graafinen kuvaaja. Sen yli menevät kaikupiikit ovat vaihtoehtoja lähettimen valinnaksi. Työn kohteena olevissa laitteissa TVT-profiilin muokkaus poikkeaa MultiRangereista, joissa ei ole muokkausparametreja DPL:ään, jossa TVT-profiilia voidaan muokata kuudella eri parametrilla. Ohjekirjat käyttävät termiä TVT-käyrä. (Milligan & Vandelinde 2006.)

Merkki on valittavissa oleva profiili, joka kertoo graafisesti, mikä on paras kaiku, jonka kaiun prosessointi on valinnut. Jos merkki on ikkunan sisällä, lähetin käyttää tätä kaikua. Jos merkki on ikkunan ulkopuolella, ikkuna pyrkii siirtymään niin, että uusi kaiku on ikkunan sisällä.

Ikkuna on graafinen kuvaaja. Jokaisen erillisen kaiun on jäätävä ikkunan sisään tai lähtö päivittyy vasta vaimennuksien jälkeen. Epävakaa kaiku, joka heiluu ikkunan sisällä, aiheuttaa kohinaa sen leveyden suhteessa.

Kaikuprofiili on graafinen kuvaaja vastaanotetusta kaiusta, jonka huipuista lähetin tekee valinnan. Se on tärkein graafisista profiileista, muut valinnat osoittavat lähettimen kaiunvalintaa ja – prosessin vaiheita.

Valinta-algoritmit ovat Area, Largest tai First. Lopullinen kaiunvalinta tapahtuu kaiuista, jotka ylittävät TVT-käyrän kolmella eri tavalla:

- kaiun pinta-alan mukaan
- kaiun voimakkuuden mukaan

- ensimmäisen merkittävän kaiun mukaan tai
- edellisten yhdistelminä.

Lisäksi DPL:ssa ja uudemmissa b tarkoittaa parasta (BEST). Esimerkiksi algoritmi bL, joka tarkoittaa vain paras ja laaja-alaisin (best and Largest) kaiku valitaan. Tutkitussa DPL:ssa on ALF – algoritmi käytössä. (Ohjekirja Milltronics Airanger DPL Plus, PL-421FI.)

5.4 MultiRanger, siilot 6 ja 7

Ohjelmoitavien ultraääni-pinnankorkeuslähettimien vanhinta tyyppiä Wipak Nastolan-tehtaalla edustaa siilojen 6 ja 7 yksikanavaiset lähettimet. Tämä lähetin malli sisältää vain perusparametrit mittaukseen, reletoimintoihin ja lähtevän signaalin muodostamiseen. Kaikuprofilia koskevia muokkausparametreja on vain P79, jolla voidaan nostaa kaiun luotettavuutta tietyissä olosuhteissa. P79:llä ei ole suurta vaikutusta, koska kyseinen parametri on kaksiasentoinen. Mittaustaajuus on kiinteä 41,5 kHz. Lähtöviestisilmukkaan 4...20 mA on kytketty käyttöhenkilöstölle paikallinäyttö mahdollistamaan lukemaan siilojen täyttöasteen Multi-W:n valvomon viereiseltä seinältä. Sama silmukka menee Unigyrin analogia sisäänmenoyksikön kautta. Milltronics MultiRangerin tekniset tiedot on esitetty liitteessä 3. (Ohjekirja Milltronics MultiRanger, PL-282SF.)

5.5 Multiranger Plus, siilot 8, 9, 10 ja 11

Siiloissa 7...11 on käytössä edellistä hieman uudempi yksikanavainen lähetinmalli. Se on saanut uuden aseteltavan parametrin P85:n, jolla valitaan kaiunkäsittelyalgoritmi, paras ensimmäinen ja suurin, ensimmäinen tai suurin kaiku. P85:n arvoksi on asetettu 0, eli se tarkoittaa paras ensimmäinen ja suurin kaiku. Nämä kaksi lähetinmallia ovat keskenään vaihtokelpoisia käytössä olevissa mittauskohteissa. Lähtöviestin kulku on vastaava kuin edellisessä lähettimessä.

Milltronics MultiRanger Plussan tekniset tiedot ovat liitteessä 3. (Ohjekirja Milltronics MultiRanger Plus, PL-313SF.)

5.6 AiRanger XPL, siilot 1 - 5, 16, 17, 31 ja 32

Vanhin 10-kanavainen lähetin (XPL) on puhalluskalvo-osastolla. Se mittaa etäisyyden yhdeksästä siilosta ja laske täyttöasteen prosenteissa 0...100 %. Unigyr-järjestelmän yhteensovittaminen käytössä oleviin 10-kanavaisiin lähettämiin vaatii AO-10-yksikön käyttöä. Milltronics AiRanger XPL:n tekniset tiedot ovat liitteessä 3. (Ohjekirja Milltronics AiRanger XPL, PL-336SF, PL-337SF ja PL-338SF.)

5.7 Airanger DPL Plus, siilot 21 ja 22

Siilojen 21 ja 22 pinnanmittauksen toteuttaa AiRanger DPL+, jolla on kaikki samat ominaisuudet kuin edellä kuvatulla AiRanger XPL:lla. Laitteen lisäominaisuuksista mainitaan nopeampi ohjelmointi ja suurempi LCD-näyttö, kaksisuuntainen infrapunalinkki ja siihen ohjelmointisovellukset PC:lle (Dolphin ja SuperSonic). Lisäksi kaiunkäsittelyparametrit ovat laajemmat mahdollistamaan luotettavan mittauksen parametroinnin. Lämpötilakompensoinnin lähde voidaan valita vaihtoehtoisesti kahdesta erillisestä TS-3-anturista, sensoreiden sisäisillä lämpötila-antureilla, TS-3:n ja sensorin lämpötilamittauksen keskiarvoa tai käyttämällä ohjelmoitavaa kiinteää lämpötilaa. Käyttö Unigyr-järjestelmän kanssa vaatii AO-10-yksikön käyttöä. Milltronics Airanger DPL Plussan tekniset tiedot ovat vastaavat kuin Airanger XPL:n. (Ohjekirja Milltronics AiRanger DPL, PL-421FIN.)

5.8 AO-10-yksikkö

Piirto- ja tallennusjärjestelmän käyttäessä virtaviestiä 4...20 mA on 10-kanavaisiin lähettimien AiRanger XPL ja AiRanger CPL+ lähtöväylään kytkettävä AO-10 (10 Channel Output Module). Se tuottaa

mittauskanavakohtaisen analogiaviestin 4...20 mA. Yksikkö kytketään omaan käyttöjännitteeseen 100...230 VAC \pm 15 % 15 VA ja sisääntuloon 4800 baundin yksisuuntainen väylä 10-kanava lähettimeltä. Järjestelmän alkuperäinen AO-10-yksikkö oli asennettu muuntamaan eteeniosaston Milltronics XPL:n pintatiedot sen lähtökanavasta 4..20 mA:n virtaviestiksi modeemille, jonka kytkentäkotelo on Multi-W:n sähkötilassa.

5.9 Paikallisnäyttö ja modeemiyhteydet

Siilojen 6...11 lähtöviesti 4...20 mA:n silmukkaan on kytketty MultiW:n valvomon viereiselle seinälle asennettu näyttöpaneeli kuudelle digitaal näyttölle. Lisäksi tämän luvun otsikossa mainittu modeemiyhteys on kytketty lähtöviestisilmukkaan, mutta sitä ei ole käytetty noin neljään vuoteen. Raaka-ainemäärän seuraaminen oli tehty mahdolliseksi tavarantoimittajalle modeemin välityksellä. Myös Siilojen 1...5, 16, 17, 31, 32 näyttö oli mahdollistettu AO-10:n lähtöviestin kytkemisellä modeemille.

5.10 Ohjelmointilaite

Lähettimen ohjelmointilaite on magneettikiinnitteinen. Kiinnitys tapahtuu pintalähettimen kanteen ja yksisuuntainen liikenne tapahtuu kannessa olevan läpinäkyvän ikkunan läpi. Sen ulkoiset mitat ovat L67, K100 ja S25 mm ja paino 150 g. Valmistusmateriaali on ABS-muovi ja toimintalämpötila-alue $-20...+50$ °C. Käyttö on nopeaa lyhyen käyttökokemuksen jälkeen. Liikenne ohjelmoitavaan laitteeseen tapahtuu laitteen kannessa olevan ikkunan läpi IR-linkin (InfraRed eli infrapuna) avulla. (Ohjekirja Milltronics AiRanger DPL, PL-421FIN.)

6 SENSORIT

Sensori on laite, joka muuttaa energian muodosta toiseen. Lähetysvaiheessa se muuntaa vakiotaajuuden mukaisen, esimerkiksi 315 V:n sähköisen pulssin

samantaajuiseksi akustiseksi pulssiksi. (Vertaukseksi kulutuselektroniikkaan vastaava on kaiutin). Tätä taajuusaluetta (27...44 kHz) kutsutaan ultraäänen taajuusalueeksi. Vastaavasti se muuntaa vastaanotetun akustisen energiapulssin takaisin sähköiseksi pulssiksi. Tätä vastaanotettua pulssia kutsutaan kaiuksi. (Vertaukseksi kulutuselektroniikkaan vastaava on mikrofoni). Milltronicsin sensorit ovat toimintaperiaatteeltaan pietso-sähköisiä, joka on rakenteeltaan keraaminen kide. Kiteen ominaisuuksista on mainittava suuri herkkyys ja toiminta-alue: lähetyspulssin jännite on useita satoja voltteja ja vastaavasti vastaanotettava kaiun tuottama energia on mikrovolteista millivolteihin.

6.1 Lämpötila-anturi

Siiloissa 6...11 on käytössä erillinen lämpötila-anturi, tyypiltään TS-2, positiivinen lämpötilakerroin PTC, CPVC-runkoinen PVC-pinnoitteella, 1”NPT kierrekiinnitys, täysin suljettu rakenne, CSA, FM, BASEEFA-luokitus. Resistanssi on 9,7 k Ω +20 °C.

6.2 ST-50

ST-50 on käytössä olevista sensoreista vanhin malli ja sen tyyppinumerossa maksimi mittausetäisyys ilmoitetaan jaloissa [jalka / ft] 50 ft eli 15 m. Nykyisin ST-50-mallia vastaa tyyppimerkintä XPS 15, joka on parannettu malli ST-50:sta. (Instruction Manual 1998.)

6.3 XPS 15 ja XPS 30

XPS 15 ja XPS 30 korvaavat ST-sarjan, maksimimittausetäisyys ilmoitetaan metreissä [m] tyyppinumerossa ja on tarkoitettu nesteiden ja kiintoaineiden pinnanmittauksiin. Uusista ominaisuuksista voidaan mainita sisäinen lämpötilan kompensointi, lämpötila-alue -40...+95 °C, pieni jälkivärähtely, joka vähentää mittauksen kuolleen alueen leveyttä, kytkentä kahdella johtimella ja korkea kotelointiluokitus. Valittavissa on vaahtomuovinen lähetyspintainen sensori

pölyisiin ympäristöihin. Vaahtomuovinen pinnoite voi parantaa sensorin tehoa ja aluetta. Kaikukeilan kulma 6° ja XPS 30 on käytössä vain neljässä siilossa. (Operation Manual 2005; Milligan & Vandelinde 2006.)

7 KAIKUPROFIILIT

Myöhempää käyttöä varten mittauksesta saadut jatkuvat täyttöastetta kuvaavat trendit kerättiin talteen Unigyriin, 185 kaikuprofiilia tiedostoina ja samalla hetkellä lähettimen profiilia koskevat luentaparametrit täydennettiin taulukkoon. Näiden tukena on lisäksi luvussa 8.1 mainittu taulukko.

7.1 Profiilitiedostojen nimeäminen

Talletettiin jokainen 185:sta eri profiilista kahdeksi eri tiedostomuodoksi. ASCII (.asc) ja sovelluksen DSOCOM:n omalla formaatilla (.wvf) taulukossa 2 esitetyllä tiedoston nimeämistavalla.

TAULUKKO 2. Tiedoston nimeämisavain

	siilonro.	P=% näytöltä tai VAK: lta M=etäisyys[m] T=taajuus SU=suuntaus	arvo ed.yksikölle	kuvan järj.nro.
1. malli	08	P	25	K0
2. malli	16	M	134	K01

Taulukossa 2 on ensimmäisessä mallissa tiedoston nimi 08P25K0. Asc/wvf-tiedoston nimen sisältämän tieto tulkitaan seuraavasti. Siilosta nro8, täyttöaste on 25 %, ensimmäinen profiili ko. tilanteesta.

Toinen malli, jossa on tiedostonimi 16M134K01. Siilosta nro16, etäisyys anturista pintaan on 13,4 m. Etäisyys on ilmoitettu 9,99 m:iin saakka kahdella desimaalilla ja 10 m:n jälkeen yhdellä desimaalilla kuten, esimerkkitapauksessa etäisyys on 13,4 m

7.2 Profiilitiedostoon liitetty muu dokumentointi

Samanaikaisesti kaikuprofiilin kanssa talletettiin profiilia koskevat luentaparametrit ja mahdolliset muut mittaukseen liittyvät seikat, kuten mahdollinen häiriötilanne. Alla olevat lihavoidulla kirjoitetut parametrien arvot täydennettiin mittauspöytäkirjaan sekä edelleen taulukkoon.

Etäisyys: Lähettimen ilmoittama etäisyys, joka on suoraan verrannollinen lähtöviestiin, muuttuu vasta kaiunkäsittely ja -valintaparametrien vaikutuksen jälkeen. Tallennetaan kolmella desimaalilla.

Luotettavuuslukema: Lähettimen laskema luotettavuusluku, joka on suuntaa antava luentaparametri parasta kaikua mittausta haettaessa. Se ilmoitetaan lyhyiden kaikuja suhteena pitkänmatkan kaikuun, esim. 0:18.

Kaiun voimakkuus: Kaiun voimakkuus ilmoitetaan desibeleinä $1\mu\text{V}$:n tehollisarvon yläpuolella.

Kohina: $1\mu\text{V}$:n tehollisarvon yläpuolella oleva kohina, joka ilmoitetaan keskimääräisen kohinan suhteena huippuarvoon. esim. 5:18

Taajuudet: Taajuudet kirjattiin taajuuskokeiluiden alkaessa, joissa tutkittiin taajuuden vaikutusta profiilin muotoon.

7.3 Valitun kaiun paikallistamiskaavat

Kaikuprofiilia analysoidessa tarkastettiin lähettimen valitseman kaiun sijainti laskemalla alla olevilla kaavoilla. Tätä ns. ikkunan ja merkin paikkaa ei tarvitsisi laskea, jos oskilloskoopissa olisi ollut ”verho/hehku”-toiminto.

AiRangerXPL

$$\text{Etäisyys} = \frac{\Delta t * 2 * 10}{5,9} \Rightarrow \frac{\Delta t * 20}{5,9} \Rightarrow \text{Etäisyys} = \Delta t * 3,38983$$

$$\Delta t = \frac{5,9 * \text{Etäisyys}}{20} \Rightarrow \Delta t = \text{Etäisyys} * 0,295$$

MultiRanger

$$\text{Etäisyys} = \frac{\Delta t * 10}{5,9} \Rightarrow \frac{\Delta t * 10}{5,9} \Rightarrow \text{Etäisyys} = \Delta t * 1,69492$$

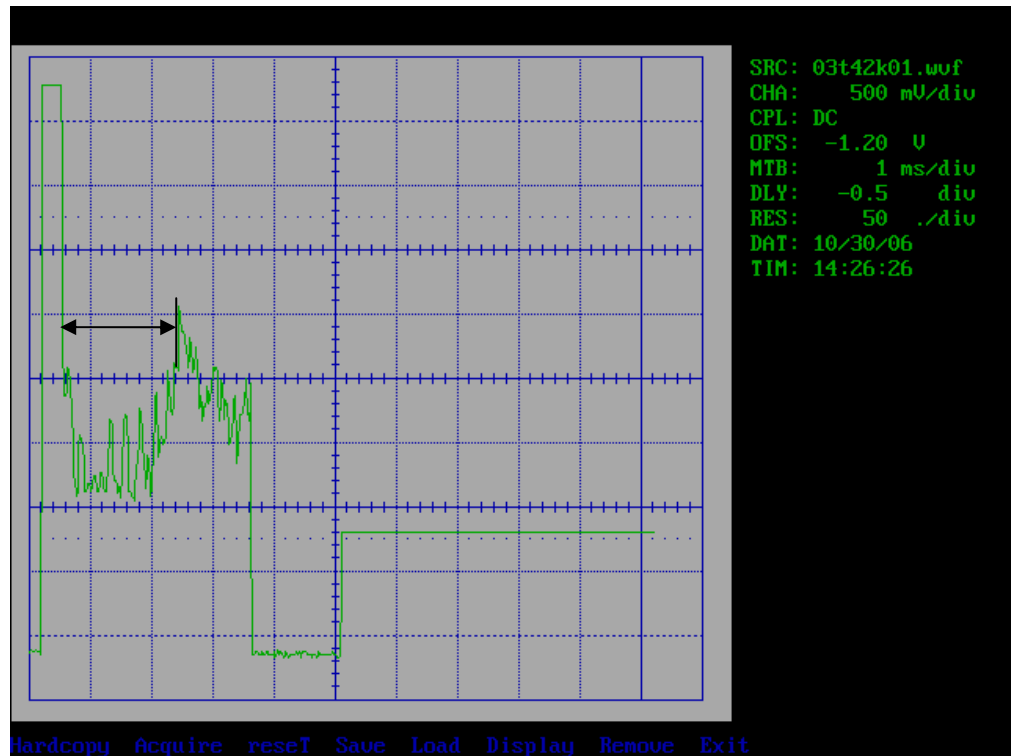
$$\Delta t = \frac{5,9 * \text{Etäisyys}}{10} \Rightarrow \Delta t = \text{Etäisyys} * 0,59$$

Etäisyys[m]

Δt [ms]

KAAVA 2. Kaikuprofiilista laskemalla tarkastettujen kaikujen sijainnin selvittämiseen käytetyt kaavat

Kaavaa Δt :n laskemiseen käytetään paikallistamaan lähettimen valitseman kaiun sijainti kaikuprofiilista epäselvissä tapauksissa, kun tiedetään lähettimeltä luettava etäisyys pintaan -parametri. Paikallistaminen tapahtuu oskilloskoopin näytöltä asettamalla molemmat kursorit päälle ja valitsemalla CURSOR DATA -valikosta Δt . Asetetaan CURSOR1 lähtevän pulssin laskevaan reunaan ja CURSOR2 siirretään, kunnes näytöltä luettava Δt :n arvo vastaa laskettua arvoa.



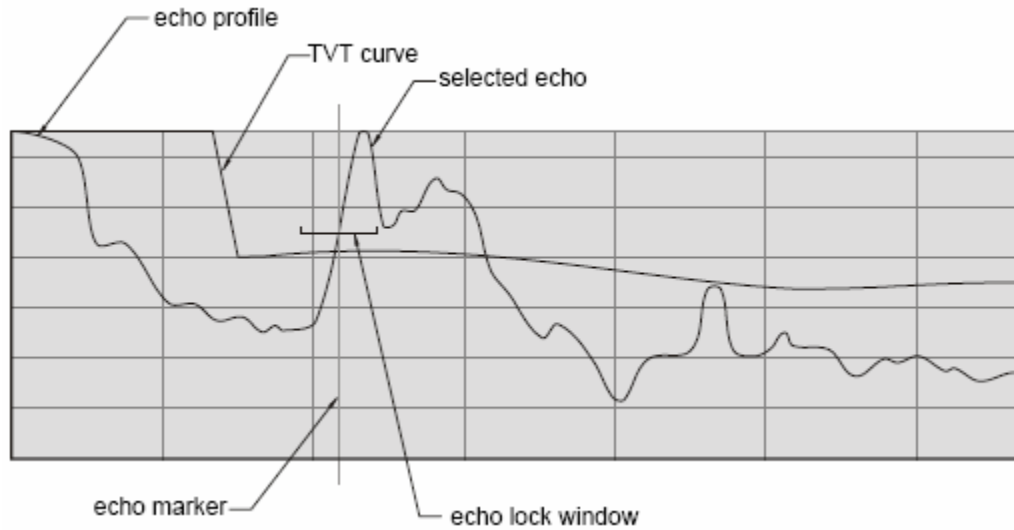
KUVIO 7. Kaiun paikan määrittys. Nuoli kuvaa Δt :ta tai pinnankorkeutta.

$$\Delta t = 6,256 * 0,295 \approx 1,85 \text{ ms}$$

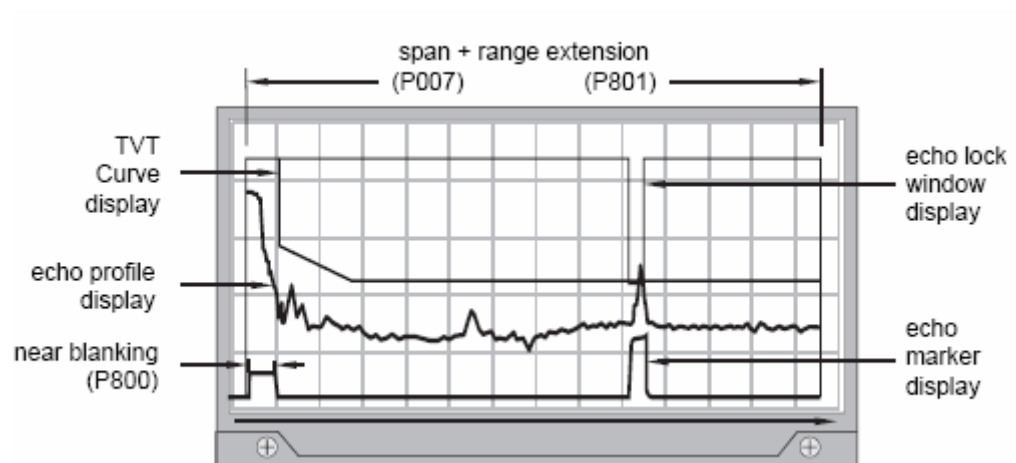
KAAVA 3. Laskulla on tarkastettu valitun kaiun sijainti

7.4 Kaikki profiilit samassa ikkunassa

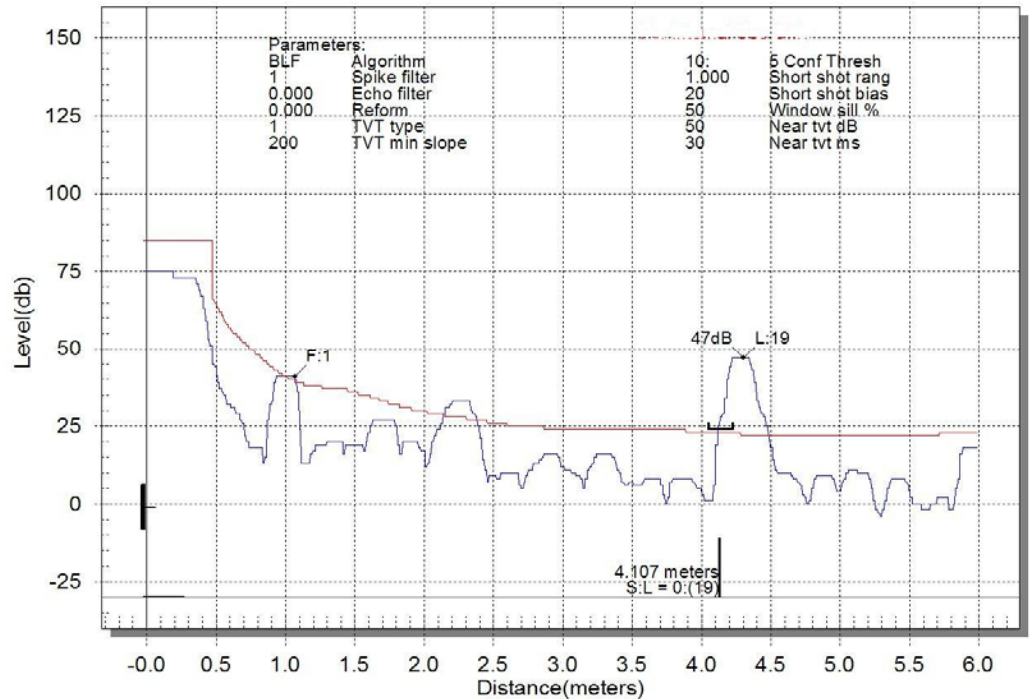
Luvussa 7.3 esitetyt kaavat valitun kaiun paikan määrittämiseen ovat tarpeettomat, jos käytössä on tehokkaampi oskilloskooppi tai DPL ja uudemmat lähettimet SuperSonic-sovelluksella. Kuviossa 8 ja 9 ovat kaikki profiilit samassa kuvassa.



KUVIO 8. Ohjekirjan kuva eri profiileiden kuvaajista



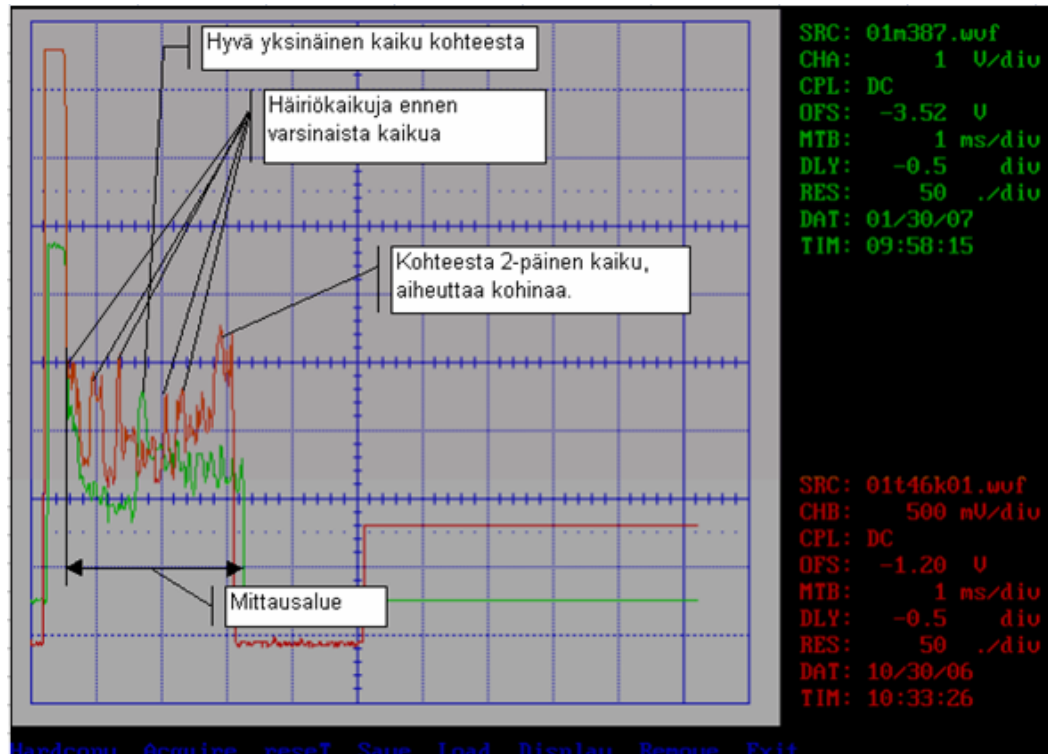
KUVIO 9. Esimerkkikuva oskilloskoopin näytöstä, kun kaikki kuvaajat ovat valittuna



KUVIO 10. Esimerkki SuperSonicin näytöstä. Kuva Milltronicsilta Canadasta viikolla 08/2007

7.5 Hyvä v.s. huono kaiku

Hyvä kaiku on kuviossa 11 vihreällä värillä kuvattu kaiku 1-siilosta. Alkaen vasemmalta oikealle pystysuuntainen palkki kuvaa sensorin lähettämää mittauspulssia. Sen jälkeen oikealla päin on vaimeaa kohinaa, kunnes kaiku mitataan ehjänä ja voimakkaana, jota kuvaa ylöspäin neulamaisena nouseva piikki. Tämän jälkeen seuraa heikkoja kaikuja, jotka ovat heijastuneet siilossa muistakin pinnoista kuin mitattavasta eli puhutaan kaiun kerrannaisista. Profiilin kuvaajan laskiessa pystysuoraan alas loppuu aseteltava mittausalue, joka on 1-siilon 8,98 m (nyt mittausalue on 8,58 m). Punainen kaiku on esimerkki huonosta kaiusta, jolla on kaikki luotettavuutta laskevat tekijät lukuun ottamatta heikkoa kaiun voimakkuutta. Lähetyspulssin jälkeinen porras on sensorin jälkivärähtelyä, lukuisia häiriökaikuja ennen ja lopulta oikea kaiku monihaaraisena huippuna. Monihaarainen huippu aiheuttaa kohinaa, mistä kerrotaan tarkemmin luvussa 7.6.1 Kohina.



KUVIO 11. DSOCOM-sovelluksen ikkuna, jossa on esimerkki hyvä- ja huonolaatuisesta kaikuprofilista

7.6 Kaikujen ongelmat

Lähettimen lähtöviestin suuret vaihtelut tai kohina ilmaisee mittauksessa olevan ongelmia. Seuraavissa luvuissa on selvitetty ongelmien aiheuttajia ja niihin liittyviä tekijöitä.

7.6.1 Kohina

Vastaanotetun ja valinta-algoritmin valitseman kaiun ollessa vaihtelevasti yksi- tai monihuippuinen aiheuttaa se lähtöviestin vaihtelua. Lähtöviestin vaihtelu on laskettavissa kaavalla 2. ilmoitetuilla kaikuprofilista väli haarojen huipusta huippuun ja muuttamalla etäisyydeksi ja edelleen suhteelliseksi tilavuudeksi.

7.6.2 Suuntaus

Luotettavan kaiun vastaanottamiseksi lähtevän pulssin keila on suunnattava oskilloskooppiä apuna käyttäen. Laitteen mukana seuraava ohje kehottaa suorittamaan suuntauksen parhaimman luotettavuuslukeman mukaan.

Kokemuksen mukaan suuntaus on paras suorittaa tarkkailemalla kaiun muotoa, sen voimakkuutta ja sitä mahdollisesti edeltäviä häiriöitä. Suuntauksen tehokas suoritus vaatii kaksi henkilöä, yhden lähettimelle ja toisen siilon henkilö kannelle. Lähettimellä oleva henkilö lukee ja vertaa tuloksia eri suuntauskappaleen asennoista, kun siilon kannella oleva ilmoittaa tehneensä uuden suuntauksen.

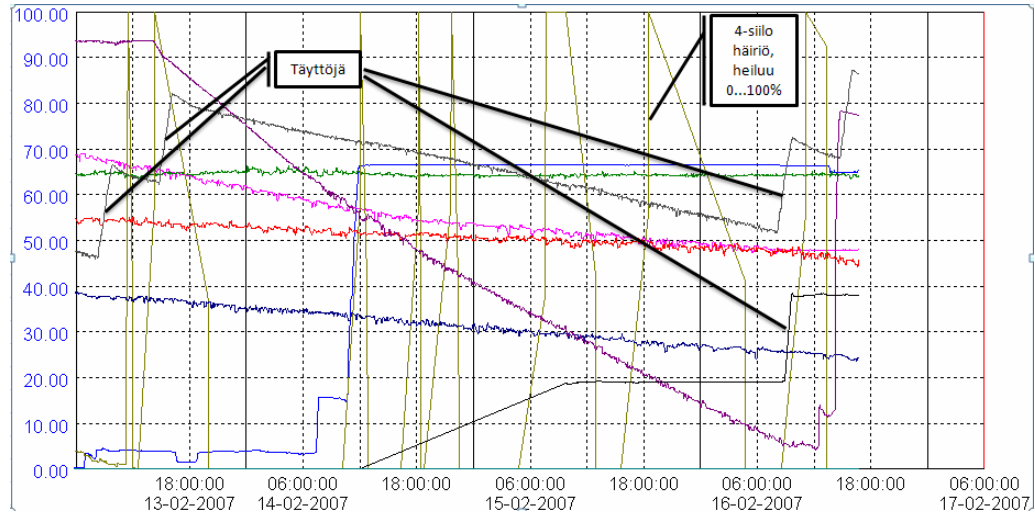
7.6.3 Häiriökaiut

Viimeisenä havaintona työtä suorittaessa oli havaita häiriötilanteiden, joiden suunta on lähes maksimitäyttöön, olevan yhteydessä sensorin jälkivärähtelyyn. Tämän vaikutuksen poistamiseksi olemme laajentaneet mittauksen kuollutta aluetta osassa siiloissa noin kaksinkertaisiksi ohjeidenmukaisesta vähimmäisetäisyydestä.

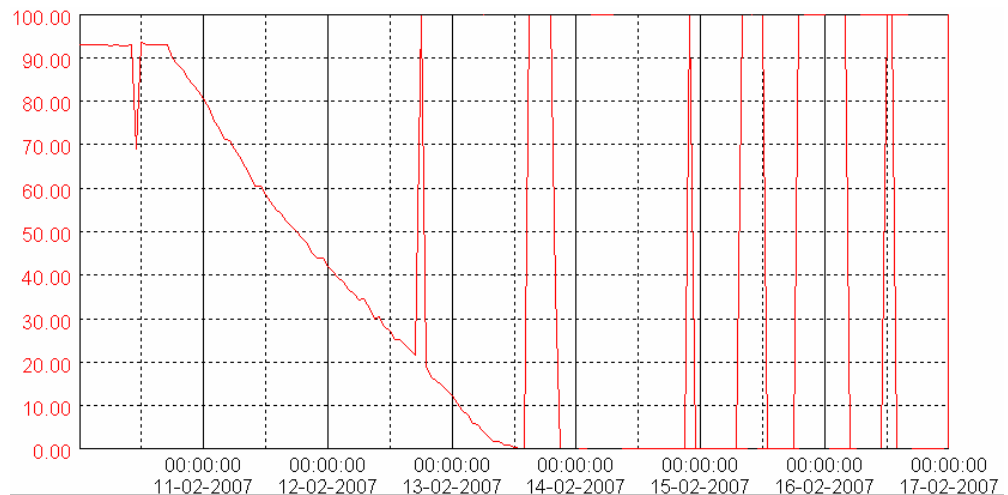
7.7 Jälkivärähtelyhäiriön eliminointi

Tässä on viimeinen esimerkki häiriöstä ja sen ratkaisuprosessista.

Perjantaina 16.2.2007 menin työpaikalleni osallistumaan työn yhteyshenkilön Seppo Hietasen kanssa viimeiseen palaveriin ennen kuin palautan työn. Havaittiin Siemensin InSight -päätteellä häiriön olevan päällä 4-siilossa (ks. kuviot 12 ja 13).



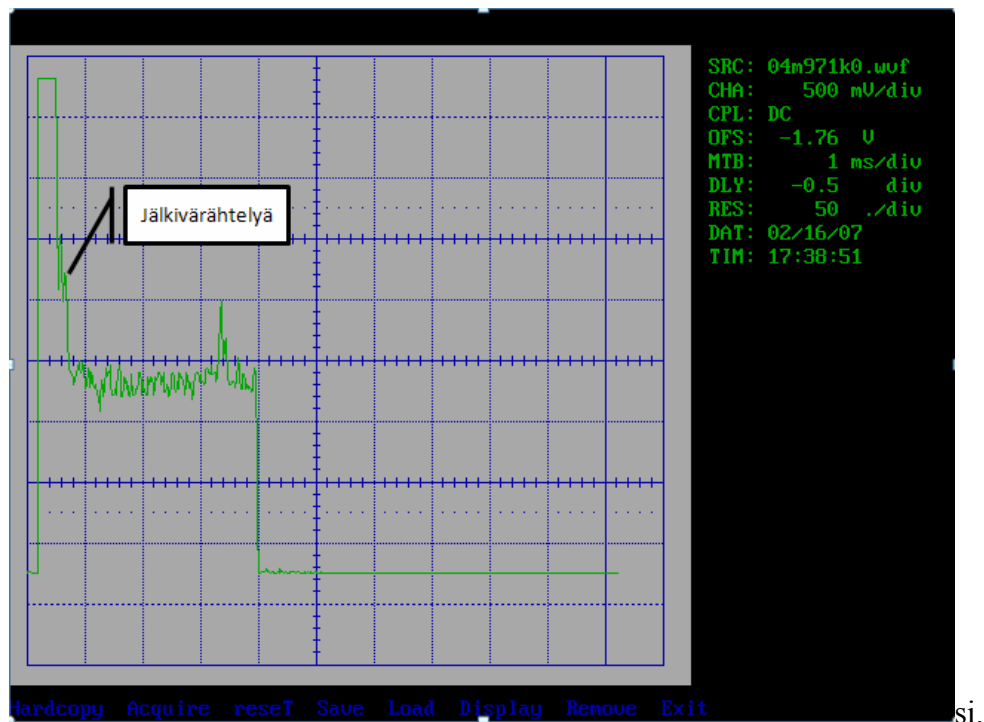
KUVIO 12. Siemens Insight -päänteen trendinäytön kuva, josta havaittavissa 4-siilon täyttöasteen vaihtelut



KUVIO 13. 4-siilon trendi omassa ikkunassa

Kuviossa 13 on 4-siilon trendi omassa ikkunassa. Siilon pinta oli mennyt alas 0 %:iin 13.2.2007, jonka jälkeen häiriötilanne oli alkanut ja jatkui kunnes mittauksen kuollutalue P61 (Milltronics XPL) laajennettiin 0,3 m:stä 0,8 m:iin 16.2.2007 kello 18.00. Sensorityyppi on ST-50 U, jonka mittauksen kuolleen alueen leveys on 0,3 m ohjekirjan mukaan.

Aiheuttaja on tallennettu oskilloskoopin avulla, ja kaikuprofiilin muoto on esillä kuviossa 14. Kaiku olisi ilman jälkivärähtelyä lähettimelle helppo tulkita luotettavasti oikeaksi kaiuksi.



KUVIO 14. Häiriön aiheuttaja on viivalla osoitettuna

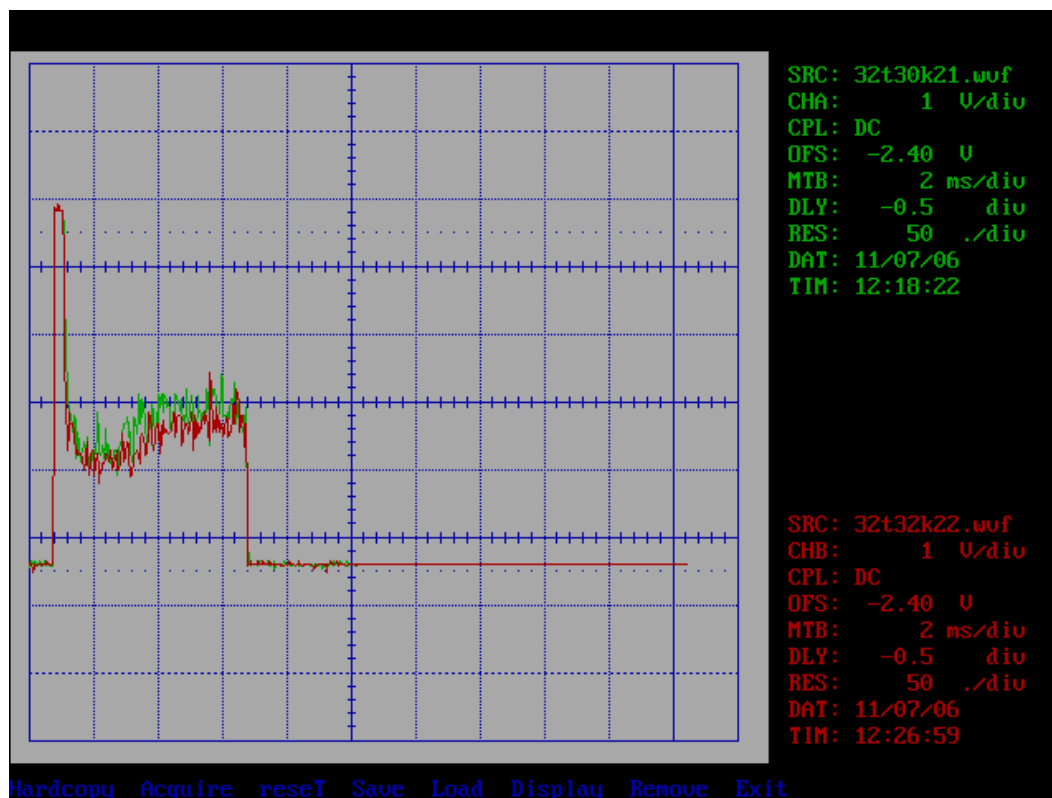
7.8 Perusteet mittaustaajuuden muutoksille

Havaittiin mittaustaajuuden vaikuttavan kaikuprofiilin muotoon ja luotettavuuteen olennaisesti. Lähettimen kiinteän tai sensorikohtaisesti esiasetellun mittaustaajuuden uudelleenvalinta kaikuprofiilin avulla parantaa mittauksia.



KUVIO 15. Siilon 31 nimellisellä 30 kHz:n mittaustaajuudella ja uudella 27 kHz:n mittaustaajuudella

Nimellisellä taajuudella kaikuprofiili on punaisella ja vihreällä värillä on esitetty uudelleen aseteltu 27 kHz:n taajuus. Huomattavaa on 30 kHz:n taajuudella esiin tuleva häiriökaiku ennen oikeaa kaikua. Uudella taajuudella vastaavasti kasvaa kerrannaiskaiun kuvaaja oikean kaiun jälkeen, mutta se on vähäisempi häiriönaiheuttaja. Kuviossa 16 on siilon 32 vastaavat taajuudet. Huomaa käänteiset värit. Uusi 32 kHz:n taajuus korostaa oikean kaiun parempaa suhdetta edeltäviin häiriöihin.



KUVIO 16. Siilon 32 vastaavat taajuudet

7.9 Mahdolliset muut syyt

Mahdollisista muista syistä suuriin inventaariopikkeamiin epäilen myös päivittäin tehtävän raaka-aineinventoinnin suorittamista Multi-W:n valvomon viereiseltä seinältä. Näiden paikallinäytöiksi siilojen 6...11 lähtöviestisilmukkaan 4...20 mA ohjelmoitujen digitaalinäyttöjen kuntoa ei tarkastettu tämän työn yhteydessä, vaan perehdyttiin itse mittauksen ongelmiin. Selvittämättömiin ongelmatilanteisiin, joiden aiheuttaja on mittauksessa, voi syy olla yhteydessä mittauksen väliaineena toimivan ilman kerrostuneisuuteen lämpötila-erojen mukaan. Tällöin ilman kosteus vaihtelee eri kerroksissa ja tämä voi aiheuttaa epävakautta mittausympäristössä.

8 KALIBROINTI

Tässä työssä kalibrointi käsittää lähettimen lähtöviestin 4...20 mA:n skaalausta vastaamaan siilossa olevaa granulaattimäärää tonneissa [t] mitattuna. Itse mittaus on tarkka ja luotettava, kun olosuhteet ja lähettimen ohjelmoiminen on onnistunut.

Kalibrointiin eli skaalaukseen saadaan kertoimen laskemista varten lukuarvot A. Hakasen päivittämästä taulukosta. Siitä selviää kuormakirjan mukaiset painot ja vastaavasti lähettimien paikallinäytön lukemat sekä VAK-trendinäytöltä täyttöasteen muunnoksen prosenteissa. Alla on kaavat kertoimen laskemiseen.

$$\text{Näytönmuunnoskerroin} = \frac{\text{Toimitus(kg)}}{\text{Toimitus} - \% (4 - 20\text{mA})}$$

$$\text{Näytönmuunnoskerroin} = \frac{\text{Paikallinäyttö}}{\% (4 - 20 \text{ mA})}$$

KAAVA 4. Näytön muunnoskerroimen laskukaavat

Laskuesimerkki siilon täytöstä 14.9.2006, kuormakirja ilmoittaa 24 180 kg ja lähettimen lähtöviesti 59,122 %. Kaavan soveltaminen antaa vastaukseksi 0,408985. Laskenta suoritetaan jokaiselle kuormaukselle ja lasketaan keskiarvo saaduista tuloksista.

9 TEHDYT TOIMENPITEET

Puhalluskalvo-osaston Milltronics XPL lähettimeen 1. kanavaan (siilo1) on vaihdettu uusi sensori 23.5.2006. Kyseinen sensori on todettu kyseisen ajankohdan mukaisilla päättelyillä vialliseksi ja voi täten olla toimiva nykyisin tiedossa olevilla keinoilla, joista mainitaan sopivan taajuuden valitseminen ja kuolleen alueen laajennus. Kanavaan 9 (siilo 32) on vaihdettu uusi sensori 7.11.2006. Kanavan 6 (siilo 16) lämpötilan kompensoinnin kaapelivika on

korjattu kaapelissa 11.5.2006. Mittauspiirien kaapeleiden kytkentäliittimet on tarkastettu.

Mittauksen kuolleen alueen laajennuksen vuoksi siilojen 1...4 näytönmuunnoskerroin olisi tulevaisuudessa laskettava uudelleen. Siiloissa kuollut alue P61 on vaihdettu 0,3 m:sta 0,7 m:iin ja siilossa 4 0,3 m:sta 0,8 m:iin.

Siilojen mittauksien kaikuprofiilit on talletettu eri täyttöasteilla sekä taajuus- ja suuntauskokeiluista liitetietoineen. Niiden käyttöä voi jatkaa tulevaisuudessa vertailussa kaikukäyrien kehittymiseen elektroniikan ikääntyessä.

Luvussa 8 ilmoitetulla kaavalla lasketuilla kertoimilla näytön lukuarvo on muutettu näyttämään siilossa olevaa raaka-ainemäärää tonneissa [t/1000 kg]. Kertoimen laskeminen ja sen asettaminen toimintaan kaikkiin siiloihin yksinkertaistaa paikallinäyttöjen luentaa. Aiemmin siiloissa 6, 7, 9, 10 ja 11 ei ollut asetettu kerrointa. Kertoimen arvolla 1,000 se ilmoittaa suhteellisen täytön 0...100 %, kun se on asetettu työn kohteena olevissa siiloissa tilavuuden mittaukseen.

TAULUKKO 3. Vanhat ja uudet näytönmuunnoskertoimet

Eteeni-os.				Multi-W			
siilo nro.	XPL-kanava	vanha kerroin	nykyiset	siilo nro.	DPL-kanava	vanha kerroin	nykyiset
1	1	0,397	0,419	6	MultiRanger	1.000	1,288
2	2	0,397	0,326	7	MultiRanger	1.000	0,796
3	3	0,397	0,355	8	AiRanger	1,240	1,390
4	4	0,425	0,411	9	AiRanger	1.000	0,794
5	5	0,425	0,402	10	AiRanger	1.000	0,692
16	6	0,450	0,457	11	AiRanger	1.000	0,934
17	7	0,450	0,450	21	1	0,570	0,570*
31	8	1,190	1,190**	22	2	0,550	0,550*
32	9	1,207	1,250				

* Ei voi vielä laskea, viimeisimmät Unigr-järjestelmään vasta joulukuussa 2006 mukaan.

** Juuri laskettu uusi arvo 1,8577. Nykyinen arvo toistaiseksi.

Taajuuskokeiluissa valitut uudet taajuudet on asetettu ongelmasiiloihin parantamaan kaikuprofiilia. Taajuuksien valinnan perusteita on selvitetty luvussa 7. Taulukossa 4 on kuvattu nimelliset ja uudet taajuuskokeiluiden avulla valitut taajuudet.

TAULUKKO 4. Kiinteät tai esiasetellut taajuudet ja taajuuskokeiluilla haetut lähetystaajuudet ovat esillä taulukossa siiloittain

Eteeni-os. taajuudet				Multi-W taajuudet			
siilo nro.	XPL kanava	nimelliset	uudet	siilo nro.	DPL kanava	nimelliset	uudet
		lyhyt / pitkä [kHz]	lyhyt / pitkä [kHz]			lyhyt / pitkä [kHz]	lyhyt / pitkä [kHz]
1	1	44 / 44	39 / 39	6	MultiRanger	41,5	kiinteä
2	2	44 / 44	42 / 42	7	MultiRanger	41,5	kiinteä
3	3	44 / 44	42 / 42	8	AiRanger	41,5	kiinteä
4	4	44 / 44	44 / 44	9	AiRanger	41,5	kiinteä
5	5	44 / 44	43 / 43	10	AiRanger	41,5	kiinteä
16	6	44 / 44	44 / 44	11	AiRanger	41,5	kiinteä
17	7	44 / 44	44 / 44	21	1	42,5	42,5
31	8	30 / 30	27 / 27	22	2	42,5	42,5
32	9	30 / 30	32 / 32				

10 EHDOTUS SEURAAVIKSI TOIMENPITEIKSI

Ehdotan seuraavissa luvuissa esitettyjä muutoksia siilojen mittausjärjestelyille. Varasensoreita täytyisi olla 1 kpl/ tyyppi, 1 kpl XPS-15 ja 1 kpl XPS-30. Uusien mittausjärjestelyiden jälkeen vapautuu mahdolliseen muuhun käyttöön kuusi mittalaitetta, joista tarkemmin luvussa 10.2. Kustannukset koostuvat työstä aiheutuneista kuluista ja vähäisistä kaapeleiden kiinnitystarvikekustannuksista.

10.1 Milltronics DPL

Laite siirretään Multi-W:n sähkötilaan pois valvomon vierestä ja kytketään siihen lisäksi siilojen 6...11 mittaukset. Tilaa vapautuu muuhun käyttöön ja monipuolisemman ja tehokkaamman signaalinkäsittelyn vuoksi siihen olisi kytkettävä myös muut osaston siilot 6...11. DPL:n lähtöön kytketty AO-10 jatkaa väylän muutamista nyt kahden mittauksen sijaan siihen kytkettävistä yhteensä kahdeksasta mittauksesta. Samalla olisi selvitettävä ja korjattava IR-linkin vika.

10.2 Siilot 6...11

Mittaukset kytketään samaan paikkaan siirrettävälle Milltronics DPL:ään. Siirrosta vapautuvat kaksi MultiRanger ja neljä MultiRanger Plussaan voidaan käyttää eri sovelluksissa tehtaalla, joista voi mainita esimerkiksi oktabiinien pinnanvalvonta, auki- tai kiinnikelauksen rullan halkaisijan tarkkailu, paikoitus ja nosto-ovien avaus.

10.3 Siilot 21 ja 22

Siilojen 21 ja 22 kaapelit jatketaan tarvittaessa Multi-W:n sähkötilaan ja kytketään sinne siirrettyyn Milltronics DPL:ään. Toteutuneiden muutosehdotusten jälkeen on Multi-W:n siilojen mittaukset keskitetty samaan tilaan.

10.4 Multi-W:n paikallinäytöt

Multi-W:n valvomon viereiseltä paneelilta poistetaan Krohnen valmistamat digitaaliset paikallinäytöt tarpeettomina lopullisessa ratkaisussa. Kun mittauksien luotettavuus on saavuttanut lopullisen tason, niin tuotannonsuunnittelu voi laskea raaka-aineen kulutuksen tarkasti. Näin ollen paikallinäytöt ovat tarpeettomat. Lopullisessa ratkaisussa käytetään AO-10-yksiköiden tuottaman 4...20 mA:n viestiä Unigrille ja siitä edelleen jakeluun eri tahoille tarvittaessa.

10.5 Puhalluskalvo-osaston XPL

Edelleen olevien ratkaisemattomien häiriöiden vuoksi pois lukien mahdollisesti ilman kerrostumisesta johtuvaa häiriötä ehdotan seuraavaa: Milltronicsin XPL-vahvistimen siirto koneen numero 1307 sekoittajatasolle seinän lämpimälle puolelle. Tätä puoltaa ympäristön aiheuttaman kohinan mahdollinen vaimentuminen mittaускаapeloinnin lyhentymisen vuoksi. Lopullisessa ratkaisussa käytetään AO-10-yksiköiden tuottaman 4...20 mA:n viestiä Unigrille ja siitä edelleen jakeluun eri tahoille tarvittaessa.

11 PÄÄTÄNTÄ

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia ja selvittää siilomittauksissa esiintyviä häiriöitä, jotka heikentävät mittauksen luotettavuutta. Saavutettuina asioina voidaan mainita lisääntynyt tietotaito tulkitsemaan Milltronicsin ultraäänimittausten kaikuprofilia. Kaikuprofiilin oikein tulkitseminen selvittää jälkivärähtelyn mahdollisen haitallisen esiintymisen. Jälkivärähtelyn vaikutuksen eliminointi suoritetaan mittausalueen kuollutta aluetta laajentamalla. On havaittu taajuuden vaikutuksen profiileihin ja valittu kokeiluiden perusteella uudet taajuudet. Näytönmuunnoskertoimilla kaikkien lähettimien näytöt kertovat raaka-ainemäärän painoyksikössä tonni[t]. Korjausehdotusten toteutuessa vapautuu kuusi kappaletta ultraäänimittalaitetta muuhun mahdolliseen käyttöön.

Kuluneen reilun vuoden aikana ovat työn sujuvuus, mielenkiinto, kaikuihin ja mittausrakenteisiin liittyvät ongelmat vaihdelleet kuten kaiutkin. Oli usein mahdotonta selvittää häiriötä heti sen ilmetessä, koska työhön käytettävä aika (4 h/viikko pääsääntöisesti perjantaisin) ei täysin soveltunut tähän.

LÄHTEET

DataTaker. 2007. DataTaker- DT80 [verkkójulkaisu]. [11.3.2007]. Saatavissa:

<http://www.datataker.com/products/dt80.html>

Instruction Manual. 1998. XPS / XCT Series Transducers. Siemens Milltronics.

Milligan, S. & Vandelinde, H. 2006. Understanding Ultrasonic Level

Measurement. Siemens Milltronics Process Instruments Inc. Canada:
Peterborough.

Ohjekirja Milltronics Airanger DPL Plus, PL-421FI. Siemens Milltronics Process
Instruments Inc.

Ohjekirja Milltronics AiRanger XPL, PL-336SF, PL-337SF ja PL-338SF.
Siemens Milltronics Process Instruments Inc.

Ohjekirja Milltronics MultiRanger Plus, PL-313SF. Siemens Milltronics Process
Instruments Inc.

Ohjekirja Milltronics MultiRanger, PL-282SF. Siemens Milltronics Process
Instruments Inc.

Operation Manual. 2005. XPS / XCT ECHOMAX. Siemens Milltronics Process
Instruments Inc.

Wavin-Labko Oy. 2005. WIPAK Nastola, Milltronics. Raportti.

Wihuri. 2005. Wihuri konserni [verkkojulkaisu]. [11.3.2007]. Saatavissa:
<http://www.wihuri.com/konserni/>

Wipak. 2005a. Wipak-Partner in packing [verkkojulkaisu]. [11.3.2007].
Saatavissa: <http://www.wipak.com/company/index.html>

Wipak. 2005B. Wipak Oy - Nastola, Finland [verkkojulkaisu]. [11.3.2007].
Saatavissa: http://www.wipak.com/company/wihuri_wipak.html

LIITTEET

LIITE 1. Wavin-Labko Oy:n asiantuntijan laatima raportti Wipak:n Nastolan tehtaiden Milltronics:n siilomittareista syyskuulta 2005

LIITE 2. Muistio palaverista Inventaarioerot 18.10.2005

LIITE 3. Tekniset tiedot

WIPAK, NASTOLA

Vanha XPL

AiRanger XPL laitteeseen kytketty yhdeksän anturia (ST-50), myös siilot 31 ja 32 joiden mittauksessa oli ollut ongelmia. Siilojen korkeudet 10 metristä 16 metriin.

Mittauksen luotettavuuslukemat vaihtelivat 0:9 – 6:3 – 0:41 kaiun voimakkuuden ollessa välillä 30–81. Arvot vaihtelevat mitattavan pinnan muuttuessa mutta luotettavuuslukeman kynnyksarvot joiden täytyy ylittyä, ovat 10:5 ja kaiun voimakkuuden tulisi olla yli 30. Kohinan arvot liikkuvat välillä 10:30 – 24:40 kun normaalit lukemat ovat noin 5:15.

Kanavien 8 ja 9 (siilot 31 ja 32) anturit antoivat virhe ilmoituksen Er.75 eli antureissa tai johdotuksissa on vikaa.

Yhteenvetona

- Kohina pitäisi saada pienemmäksi jos mahdollista ja anturien suuntaus pitäisi tarkistaa. Jos antureita suunnataan, pitäisi se tehdä ensin tyhjässä siilossa ja sitten tarkistaa muutamalla pinnankorkeudella.
- Myös vikaa ilmoittavat anturit ja niiden kaapelointi pitäisi tarkistaa.
- Lisäksi antureiden mitta-alue on mielestäni liian pieni (0,3–15 m). ST-50 toimisi juuri ja juuri matalimmissa siiloissa mutta korkeammassa sen teho loppuu kesken koska kyseessä on kiinteän aineen mittaus.

- Laitteen iän huomioon ottaen vaihtaisin sen antureineen uuteen (Sitrans LU-10 ja XPS-30).

Uusi XPL

AiRanger XPL:ään kytketty kaksi anturia (XPS-15) eli siilot 21 ja 22. Siilojen korkeudet 16 metriä.

Anturi 1 ilmoitti open eli kaapeli irti tai anturi rikki. Anturilta 2 sai välillä aivan pienen kaiun mutta luulen että osa kaiusta jää kohinan alle piiloon. Kohinan arvot olivat 35:52.

Yhteenvetona

- Kohina pitäisi saada pienemmäksi jos mahdollista ja anturien suuntaus pitäisi tarkistaa. Jos antureita suunnataan, pitäisi se tehdä ensin tyhjässä siilossa ja sitten tarkistaa muutamalla pinnankorkeudella.
- Myös vikaa ilmoittava anturi ja sen kaapelointi pitäisi tarkistaa.
- Antureiden mitta-alue liian pieni (0,3–15 m). Siilot 16 metriä korkeita ja mitataan kiinteää ainetta. Vaihtaisin anturit XPS-30:iin.

MultiRangerit

Kuusi kappaletta MultiRangereita, kaksi vanhempaa ja neljä uudempaa. Laite yksinkertaisempi kuin AiRanger-sarja eikä parametreista löydy mitään perustavaa virhettä. Kytketty siiloihin 6-11.

Yhteenvedona

- Anturien suuntaus pitäisi tarkistaa. Kahta vanhempaa laitetta voi manuaalin mukaan suunnata vain kaiun luotettavuuslukemaa seuraamalla, uudemmissa voi käyttää oskilloskooppia. Jos antureita suunnataan, pitäisi
- se tehdä ensin tyhjässä siilossa ja sitten tarkistaa muutamalla pinnankorkeudella. Kohina ei niin suuri kuin XPL:ssä.
- Onko laitteiden synkronointi liittimet yhdistetty toisiinsa? Uudemmissa liitin nro 4 ja vanhemmissa liitin nro 9. Kun synkronointi liittimet yhdistetty, laitteet mittaavat yksi kerrallaan eivätkä mittauspulssit häiritse toisiaan.
- Laitteiden iän huomioon ottaen vaihtaisin ne yhteen Sitrans LU-10:iin ja anturit XPS-30:iin. Analogia- ja relelähtöjä varten löytyy AO-10 ja SAM-20 yksiköt. (Wavin-Labko Oy:n raportti)

MUISTIO

Aihe: Inventaarierot

Aika: 18.10.05 klo 13

Paikka: WNH Budapest

Osallistujat: A.Hakanen, K.Lehto, P.Nieminen, S.Martikainen

1. Siilomittarit

- Asiantuntijalta saatu selvitys mittareista. Nyt pitää päättää mitä tehdään:
- Vaihtoehtoisten menetelmien selvittäminen.
- Kustannukset.

(Pesonen / V.Kanerva)

2. Reunanauhamakkelit

- Muutos kirjausohjelmaan tehty ja toiminnassa.
- Seurataan onko mitään muutoksia verrattuna aikaisempaan.
(A.Hakanen)

3. Kierrätystarkistus

- Laskee valmistuneesta rullasta taaksepäin reseptin kautta paljonko on granulaatteja käytetty.
- Tarkistetaan halkaistun ajon kaavat: meneekö hävikki kahdelle popinalle. Nyt merkitään paljonko ajetaan yhteensä nauhaa. (A.Hakanen)

4. A10:n raaka-aineet
 - Tarkistetaan A10:n koeajojen raaka-aineotot: onko kaikki kirjattu.
 - Nykyinen tilanne: menevätkö kirjaukset oikein

(Anttila/Lehtola – Ahonen/Antila)

5. PA-regranulaattia käytetään tällä hetkellä Oxcolla. M-W:n foodin ajoissa mahdollista käyttää. Medicastilla ei onnistu.

6. PA-regranulaatti erikokoisissa astioissa.
 - Biaxis ei pysty toimittamaan aivan saman kokoisia oktabiineja.
 - Selvitetään saataisiinko kilomerkitä esimerkiksi lähelle kantta kahteen vierekkäiseen seinään isoin numeroin. (S.Martikainen)

7. PA-granulaattien oktabiinien tarkistuspunnitukset
 - Missä ja miten punnitus olisi parasta suorittaa.

8. Borealiksen eteenikuormien tarkistuspunnitukset Kujalassa (A.Hakanen)

9. Syyskuun suurimmat erot.
 - FA5223 - 12,6 tn
 - LD362HE - 14,8 tn
 - PET yhteensä - 54 tn
 - HD621CF - 16,1 tn
 - Adflex C200F - 26 tn
 - Lotader 3210 + 6,9 tn

10. Seuraava palaveri on perjantaina 18.11.05 klo 10 WNH Budapest

LIITE 3, tekniset tiedot

Milltronics MultiRanger tekniset tiedot

Syöttöjännite:	100...230VAC \pm 15% 15VA
Sulake:	¼ A MDL Slo-Blo tai vastaava
Toiminta-alue:	0,3...15 m anturista riippuen
Tarkkuus:	0,25 % /alue tai 6 mm alle 3000 mm:n mitta-alueella.
Erottelukyky:	0,1 % alueesta tai 2 mm, kumpi on suurempi.
Muisti:	EEPROM
Ohjelmointi:	Milltronics:n irrotettava ohjelmointilaite infrapunalinkillä
Näyttö:	Nestekidenäyttö, neljä numeroa, korkeus 18 mm
Toimintalämpötila:	-20 °C...+60 °C
Ympäristön lämpötila:	-20 °C...+50 °C
Kotelointi:	NEMA 4, L160, K240, S82mm.
Paino:	1,8 kg

Ulostulot

Anturi:	41 kHz, huippujännite 315V, pulssin kesto 1ms, pulssin toisto max. 0,3s:n välein.
Analogia:	0..20 mA / 4...20 mA, maks.350 Ω, optiona eristetty ulostulo 4...20mA, maks.500 Ω.
Releet:	3 kpl monikäyttöreleitä ja yksi vaihtokosketinrele 5A / 220VAC ilman induktiivista kuormitusta.

Milltronics MultiRanger Plus:n tekniset tiedot

Syöttöjännite:	100...230VAC \pm 15% 15VA
Sulake:	¼ A MDL Slo-Blo tai vastaava
Toiminta-alue:	0,3...15 m anturista riippuen
Tarkkuus:	0,25 % /alue tai 6 mm alle 3000 mm:n mittausalueella.
Erottelukyky:	0,1 % alueesta tai 2 mm, kumpi on suurempi.
Muisti:	EEPROM
Ohjelmointi:	Milltronics:n irrotettava ohjelmointilaite infrapunalinkillä
Näyttö:	Nestekidenäyttö, neljä numeroa, korkeus 18mm
Toimintalämpötila:	-20 °C...+60 °C
Ympäristön lämpötila:	-20 °C...+50 °C
Kotelointi:	NEMA 4 pölykarbonaattikotelo (CSA 4), L160, K240, S82mm.
Paino:	1,8 kg
Ulostulot	
Anturi:	41,5 kHz, huippujännite 400V, pulssin kesto max. 1ms, pulssin toisto max. 0,3s:n välein.
Analogia:	0..20 mA / 4...20 mA, maks.350 Ω, erotuskyky 0,1% alueesta, optiona eristetty ulostulo 4...20mA, maks.600Ω.
Releet:	5 kpl monikäyttöreleitä ja yksi vaihtokosketinrele 5A / 220VAC ilman induktiivista kuormitusta.

Milltronics AiRanger XPL:n tekniset tiedot:

Syöttöjännite:	100...230VAC \pm 1.15 % 15VA
Sulake:	¼ A MDL Slo-Blo tai vastaava
Toiminta-alue:	maks.60m anturityypistä riippuen keskiverto- olosuhteissa
Mittauspisteet:	maks. 10 pistettä/ lähetin Ohjelmoitava mittaustaaajuus
Tarkkuus:	0,25 % mittausalueesta
Erottelukyky:	0,1 % alueesta tai 2mm, kumpi on suurempi.
Muisti:	EEPROM
Ohjelmointi:	Milltronicsin irrotettava ohjelmointilaite infrapunalinkillä
Näyttö:	Kaksi nestekidenäyttöä, neljä numeroa, korkeus 18mm
Toimintalämpötila:	-20 °C...+60 °C
Ympäristön lämpötila:	-20 °C...+50 °C
Kotelointi:	NEMA 4 pölykarbonaattikotelo (CSA 4), L209, K285, S92mm.
Paino:	2,7 kg

Lisävarusteet:	TIC-10 lämpötilayksikkö, johon kytketty lämpötila-anturit jokaisesta siilosta. Käyttö on tarkoitettu kompensoimaan lämpötilasta riippuvaa akustisen aallon kulkunopeutta väliaineessa. Ohjelmoitavissa on myös yksi yhteinen lämpötilamittaus. Virhe ilman lämpötilakompensointia 0,17 % / °C ja anturin kanssa 0,1 %.
Ulostulot	
Anturien syöttö:	Ohjelmoitavissa, 44 kHz:n anturilla huippujännite 315V, pulssin maks. kesto 1.0 ms, 22 kHz:n anturilla 150 V / 1,7 ms ja 13 kHz:n anturilla 150 V / 1,7 ms. Pulssin toisto max. 0,2s:n välein.
Oheislaitteet:	AO-10 analogiaulostuloyksikkö joka on käytössä. SAM-20 (hälytysyksikkö) ja BIC-yksikkö (tietoliikenneyksikkö)
Tietoliikenne	Vain lähetys moodi, yksi +/-20 mA:n kaksinapainen 4800 baudin ulostulo. Käytössä AO-10:lle tiedonsiirtoon.