



KIINTOAINEEN PINNANMITTAUS PELETTISILOSSA

Matias Rasi

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2012
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

RASI, MATIAS: Kiintoaineen pinnanmittaus pellettisiilossa

Opinnäytetyö 35 s., liitteet 2 s.
Maaliskuu 2012

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa pinnanmittauslaitteisto pellettisiiloon Wennstrom THT Oy:lle sekä tutkia, voiko suunniteltua laitteistoa käyttää pölyävissä olosuhteissa. Pelleteistä irtoava pöly voi häiritä pinnanmittauksissa käytettävän laitteiston toimintaa. Vaikeuksia voi tuottaa myös aineen kasautuminen siilon reunoille epätoivotulla tavalla. Työhön kuului esittää ratkaisuehdotuksia näihin sekä mahdollisesti muihin työn edetessä aiheutuviin ongelmiin.

Pinnanmittauslaitteistona päädyttiin käyttämään laser-anturia ja telematiikka-järjestelmää, joka lähetti mittausdatan palvelimelle Sveitsiin. Laitteisto asennettiin käytössä olevaan pellettisiiloon, jossa tehtiin mittauksia noin kuukauden verran. Verkkopalvelun kautta pystyttiin tarkastelemaan lähetettyjä tietoja ja anturin asentamisen jälkeen seuraamaan pellettisiilon pintaa. Laitteisto saatiin toimimaan muuten hyvin, mutta siilon täyttöjen aikana pelleteistä irtoava pellettipöly häiritsi mittauksia kohtalaisen paljon.

Työssä käytetyn pinnanmittauslaitteiston tiedonsiirto toimii moitteestomasti ja laser-anturi mittaa etäisyyden tarkasti. Laitteistolla voidaan mitata pölyämättömien aineiden pinnankorkeuksia, mutta mittaustulosten perusteella laitteistoa ei voi käyttää sellaisenaan paljon pölyävien pellettisiilojen pinnanmittauksiin. Käytettyyn laitteistoon täytyy tehdä muutoksia anturin linssin puhtaana pitämiseksi, jos laitteistoa halutaan käyttää pölyävissä ympäristöissä. Jatkotoimenpiteenä anturille kehitetään suojus muoviputkesta tai vastaavasta materiaalista ja anturilla tehdään lisätestauksia.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Automation Engineering

RASI, MATIAS: Level Measurement in Pellet Silo

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 2 pages
March 2012

The goal of this bachelor's thesis was to design and implement a level measurement unit for a pellet silo and examine if it is possible to use the designed hardware for dusty environments. There usually occurs some dust and material accumulation to the edges of the silo during a level measurement of pellets or other solids. This can complicate the measurement and one part of this bachelor's thesis was to propose solutions for these and other possible occurring problems.

The chosen hardware for the measurement was a laser sensor and a telemetry unit which sent the measurement data to a server in Switzerland. The hardware was installed in a silo in use and measurements were made for about a month. Reviewing the data and the level of the silo was done via web portal. The hardware was functioning properly but the pellet dust occurring during silo fillings was disturbing the measurements.

The findings indicate that the level measurement method used in this thesis cannot be used in its current form for measuring pellet silos with a lot of dust. One solution might be trying to develop a way to keep the sensor lens clean. Different laser sensors or even different method of level measurement may also be tested. For further action a plastic cover will be made for the sensor and more tests will be made.

Key words: Measurement technology, automation technology

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | MENETELMIÄ KIINTOAINEIDEN PINNANMITTAUKSEEN..... | 7 |
| 2.1 | Ultraääneen perustuva pinnanmittaus | 7 |
| 2.2 | Luotilanka | 9 |
| 2.3 | Laser | 9 |
| 2.4 | Radiometrinen pinnanmittaus | 10 |
| 2.5 | Venymäliuska | 12 |
| 2.6 | Kapasitiivinen pinnanmittaus | 12 |
| 3 | KIINTOAINEMITTAUSTEN ONGELMAT | 14 |
| 3.1 | Kiintoaineen epätasainen levittäytyminen..... | 14 |
| 3.2 | Pöly..... | 15 |
| 4 | PELLETIT JA PELLETTISILOT | 16 |
| 4.1 | Pelletit..... | 16 |
| 4.2 | Pellettisiilot | 17 |
| 5 | KÄYTETTÄVÄ LAITTEISTO | 18 |
| 5.1 | IFM Electronics O1D100 | 18 |
| 5.2 | Sensile NETRIS® | 20 |
| 5.3 | Sensile H200 | 21 |
| 5.4 | Laitteiston signaalien sovittaminen..... | 22 |
| 6 | TYÖN TOTEUTUS..... | 23 |
| 6.1 | Laitteiston testaus..... | 23 |
| 6.1.1 | O1D100-anturin testaus | 23 |
| 6.1.2 | Sensile NETRIS Z:n testaus O1D100-anturin kanssa | 25 |
| 6.1.3 | Sensile NETRIS Z:n konfigurointi internetissä | 27 |
| 6.2 | Laitteiston testaus pellettisiilossa | 28 |

| | |
|---|----|
| 6.2.1 Testauksessa käytettävä pellettsiilo | 28 |
| 6.2.2 Käytännön testaukseen käytettävän laitteiston kokoonpano..... | 29 |
| 6.3 Mittaukset ja testitulokset..... | 31 |
| 7 POHDINTA..... | 33 |
| LÄHTEET | 34 |
| LIITTEET..... | 36 |

1 JOHDANTO

Kiintoaineiden pinnanmittaus on tietyiltä osin hankalampaa kuin nesteiden pinnanmittaus. Ongelmia tuottaa muun muassa kiintoaineen holvaantuminen ja mitattavassa tilassa leijaileva pöly. Holvaantuminen aiheuttaa mittauserätarkkuutta, kun mitattava aine kasaantuu epätasaisesti säilytystilaan. Pöly voi puolestaan häiritä käytettäviä antureita.

Erilaisia tekniikoita kiintoaineiden pinnanmittaukseen on olemassa useampia. Tässä työssä esitellään yleisimpiä menetelmiä ja käydään läpi niiden hyviä ja huonoja puolia. Käsiteltävät mittaamenetelmät ovat ultraääneen perustuva pinnanmittaus, luotilanka, laseriin perustuva pinnanmittaus, radiometrinen pinnanmittaus, venymäliuska ja kapasitiivinen pinnanmittaus.

Opinnäytetyössä suunnitellaan Wennstrom THT Oy:n toimeksiannosta pinnanmittauslaitteisto pellettisiiloon ja tutkitaan pinnanmittaustavan soveltuvuutta mittaukseen sekä esitetään ratkaisuja ongelmiin, joita mittauksissa esiintyy. Laitteistoa testataan sekä erikseen että käytössä olevassa pellettisiilossa.

Wennstrom THT on Ylöjärveltä käsin toimiva pienehkö alle 20 työntekijän yritys, joka keskittyy polttoainejakelulaitteiston asennuksiin ja huoltoihin. Yritys tarjoaa myös ratkaisuja polttoainesäiliöiden automaattiseen etäpinnanvalvontaan. Wennstrom THT on Sensile Technologiesin tuotteiden maahantuoja ja käyttää Sensilen laitteistoa etäpinnanvalvonnassa. Wennstrom THT haluaa laajentaa Sensile Technologiesin laitteiston käyttömahdollisuuksia myös kiintoaineiden pinnanmittauksiin.

Sensile Technologies on sveitsiläinen yritys, joka tarjoaa ratkaisuja säiliöiden etäpinnanvalvontaan. Säiliöiden anturit liitetään Sensilen valmistamaan telematiikkajärjestelmään, joka lähettää dataa Sveitsissä sijaitsevalle palvelimelle. Pintatietojen tarkasteluun Sensile Technologies tarjoaa internetissä käytettävän Oillink-verkkopalvelun.

2 MENETELMIÄ KIINTOAINIEN PINNANMITTAUKSEEN

Kiintoaineiden pinnanmittaukseen on olemassa erityyppisiä menetelmiä. Seuraavassa on esitelty muutamia yleisimmistä menetelmistä.

2.1 Ultraääneen perustuva pinnanmittaus

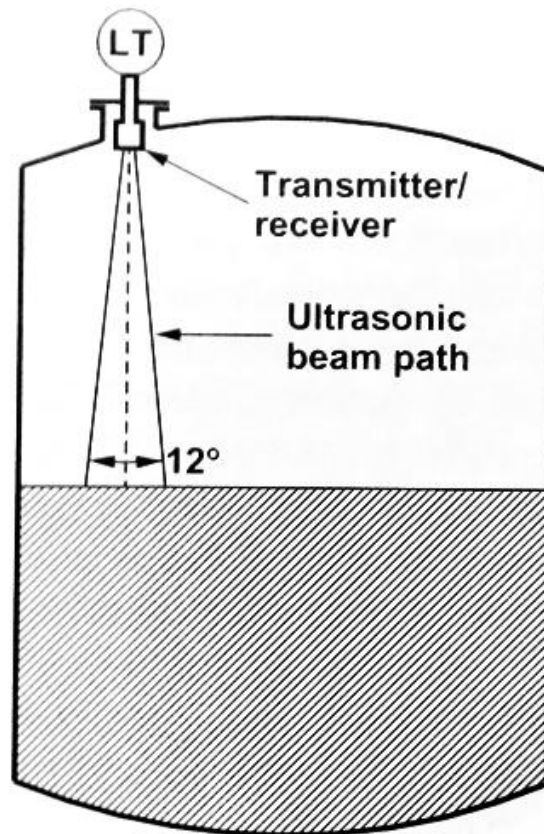
Ultraääneen perustuvaa mittausta voidaan käyttää sekä kiintoaineille että nesteille. Säiliön yläosaan sijoitetaan ultraäänilähetin ja -vastaotin (kuva 1). Nesteiden pinnankorkeutta mitattaessa anturi voidaan asentaa myös säiliön pohjaan pinnan alapuolelle. Kummassakin tapauksessa täytyy tietää äänen nopeus väliaineessa. (Smith 2009, 224)

Äänen nopeus kaasussa voidaan laskea seuraavalla tavalla:

$$v = \left[\frac{\gamma RT}{M} \right]^{1/2},$$

jossa v = nopeus, $\gamma = c_p/c_v$ (ominaislämpökapasiteetit vakiopaineessa ja -tilavuudessa), R = moolinen kaasuvakio, T = lämpötila ja M = moolimassa.

Anturilta lähetetään sinimuotoinen ultraääni-impulssi ja se heijastuu takaisin aineen pinnasta. Pinnankorkeus voidaan päätellä impulssin kulkuajasta, koska se on suoraan verrannollinen kuljettuun matkaan. Matalia taajuuksia (n. 5 kHz) käytetään kiintoainemittauksiin ja korkeita taajuuksia (30 kHz tai yli) enimmäkseen nesteille. (Little 2008; Smith 2009, 223-224)



KUVA 1. Ultraäänimittaus (Kuva: Smith 2009, 224)

Yhtenä hyötynä mittauksessa on se, että laitteisto voidaan asentaa siten ettei se ole kosketuksissa lainkaan mitattavaan aineeseen. Tekniikkaa voidaan käyttää myös avosiiloissa ja mittaus on edullinen toteuttaa. Ultraääni vaatii väliaineen, jossa se kulkee (yleensä ilma). Muutokset väliaineessa vaikuttavat mittaukseen, joten esimerkiksi siilossa oleva pöly voi aiheutua ongelmaksi. Myös mitattavan aineen korkea lämpötila voi vaikuttaa mittaustuloksiin. Lisäksi kiintoainemittauksissa ongelmia voi tuottaa aineen epätasainen pinta, joka aiheuttaa signaalin heijastumisen väärään suuntaan. Tämä puolestaan aiheuttaa epätoivottuja signaalin kaikuja. Heijastuneita kaikuja ei sinällään voida poistaa, mutta hyvin toteutettu laitteisto pystyy erittelemään väärät signaalit oikeista ohjelmistollisesti. (Little 2008)

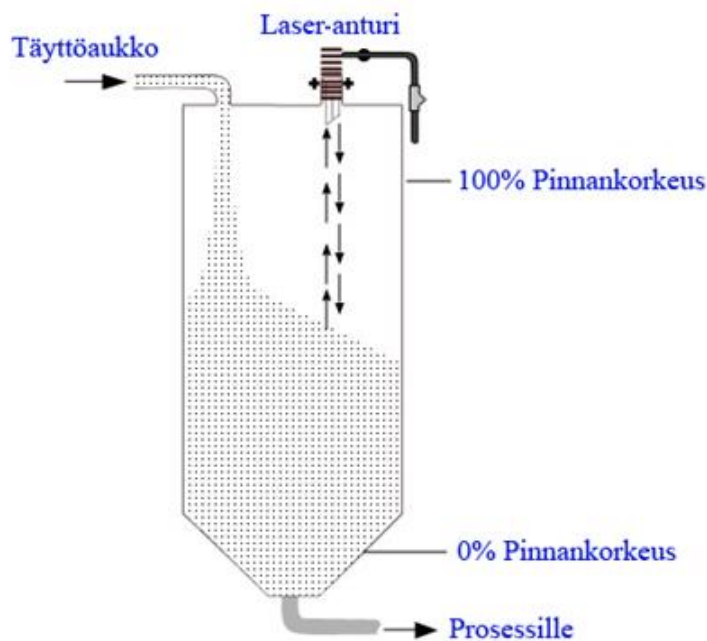
2.2 Luotilanka

Luotilankaan perustuvassa mittauksessa säiliöön lasketaan kaapelin päässä oleva luoti. Laskettaessa luotia mitataan samalla kuinka paljon kaapelia on purettu. Moottori purkaa kaapelia, kunnes luoti saavuttaa mitattavan aineen pinnan. Tämän jälkeen kaapeli kelataan takaisin.

Tätä tekniikkaa käytettäessä ei kyetä jatkuvaan pinnanmittaukseen. Lisäksi haittapuolena on osien kuluminen. Jos tarvitaan suhteellisen tarkkaa mittausta, jonka ei tarvitse olla jatkuvaa, on pinnanmittaus luotilangalla varteenotettava vaihtoehto. (Little 2008)

2.3 Laser

Laser-pintamittarit lähettävät lasersäteen kohti mitattavan materiaalin pintaa ja mittaavat ajan, jonka säteeltä kestää kulkea materiaalille ja takaisin mittarille. Aineen etäisyys lasketaan puolittamalla kulunut aika ja kertomalla se lasersäteen nopeudella. Laser-anturi asennetaan säiliön yläosaan (kuva 2).

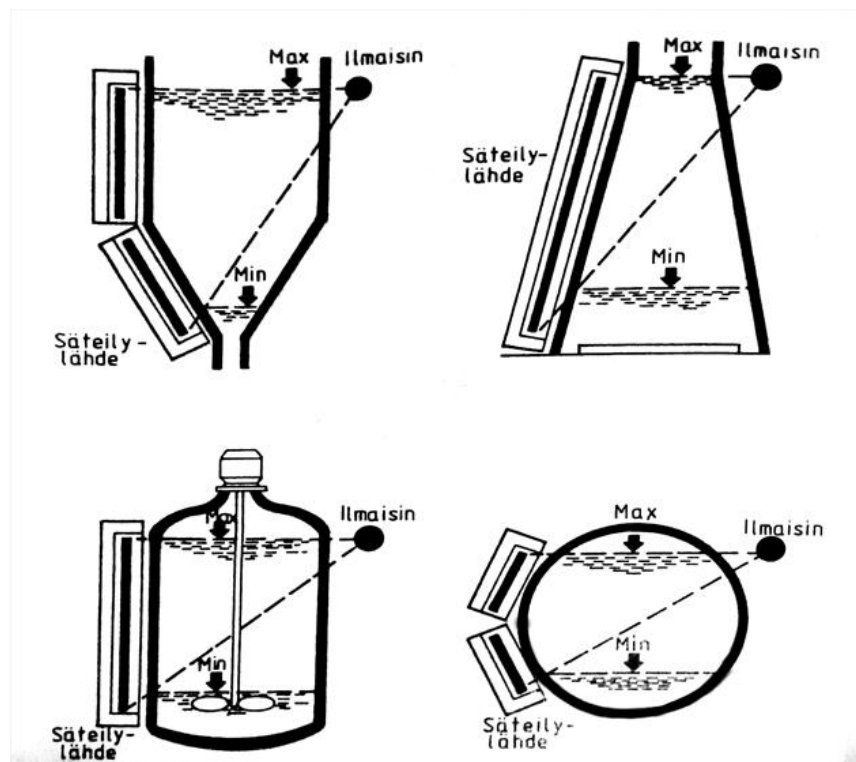


KUVA 2. Laser-anturin toiminta (Kuva: AutomationWiki 2010, muokattu)

Ultraäänimittauksen tavoin myös laserin hyötynä on koskemattomuus mitattavaan pintaan. Lisäksi laserilla voidaan mitata pitkiä matkoja ja kapeampia alueita kuin ultraäänimittauksella ja lasermittaus on äärimmäisen nopea. Myöskään säiliön olosuhteet, kuten paine ja lämpötila eivät vaikuta mittaukseen. Huonoina puolina voidaan mainita heijastavien pintojen ja pölyisten mittaustilojen aiheuttamat ongelmat. Tarkan mittaustuloksen saavuttamiseksi laserlähettimen linssi täytyy pitää puhtaana. (Little 2008; Laser Level Measurement 2010)

2.4 Radiometrinen pinnanmittaus

Radiometrisessä pinnanmittauksessa (kuva 3) käytetään säteilylähteenä radioaktiivista ainetta, kuten cesiumia, kobolttia tai kaliforniumia. Säteilylähteet sijoitetaan säiliön toiselle puolelle ja säteilyn ilmaisimien toiselle puolelle. Mittaus perustuu yleisimmin gammasäteilyn absorptioon. Gammasäteily läpäisee mitattavaa materiaalia huonommin kuin ilmaa, joten pinnan noustessa säteilyn ilmaisimelle pääsee vähemmän säteilyä. Jos pinnanmittauksen pitää olla jatkuvaa, tulee joko säteilylähteen tai -vastaanottimen olla muodoltaan pitkä. (Little 2008)



KUVA 3. Radiometrisen mittauslaitteiston asennustapoja (Kuva: Räsänen 1993, 46)

Säteilylähteen teho mitataan säteilyn intensiteetillä. Yleensä sitä mitataan millicurieina (mCi): yksi gramma radiumia emittoi yhden curien säteilyä. Säteilylähde voi olla jopa 20 curieta, mutta yleensä se on paljon vähemmän. Ilmaisimelle tulevan säteilyn määrä ei muutu pinnankorkeuteen nähden lineaarisesti, mutta pinnankorkeus voidaan laskea ohjelmallisesti ja lähettää eteenpäin signaali, joka käyttäytyy lineaarisesti pinnankorkeuteen nähden. (Smith 2009, 237)

Teollisuudessa käytetään kahdentyyppisiä säteilyn ilmaisimia: ionikammioita ja tuikeilmaisimia. Ionikammio on pitkä putki (n. 3 metriin asti), joka on täytetty korkeassa paineessa olevalla inerttikaasulla (kaasu, joka ei reagoi kemiallisesti muiden aineiden kanssa). Kammion keskellä on elektrodi, johon johdetaan pieni jännite. Tällöin gammasäteet ionisoivat kaasun ja tuottavat hyvin pienen määrän virtaa.

Tuikeilmaisimissa on materiaalia, joka reagoi gammasäteilyyn tuottamalla fotoneita eli valohiukkasia. Valomonistinputki muuttaa fotonit sähkövirraksi, joka on verrannollinen ilmaisimelle tulevaan gammasäteilyyn. Tuikeilmaisimien on yleensä n. 30 senttimetriä pitkä, mutta niitä voidaan koota tarvittaessa päällekkäin. Tuikeilmaisimet ovat kalliimpia, mutta noin 10 kertaa tarkempia kuin ionikammiot. (Smith 2009, 237-238)

Laitteisto sijoitetaan täysin erilleen mitattavasta aineesta säiliön sivuille, eivätkä säiliön sisäiset olosuhteet vaikuta mittaukseen. Lisäksi radiometrinen mittaustapa on hyvin tarkka. Haittoina on kuitenkin laitteiston kallis hinta ja radioaktiivisten aineiden luvanvaraisuus. Luvan lisäksi radiometristä mittausta käyttävissä laitoksissa on oltava vaaditun pätevyyden omaava vastuuhenkilö. (Räsänen 1993, 43-47; Smith 2009, 236-240; Nuclear Level Measurement 2010)

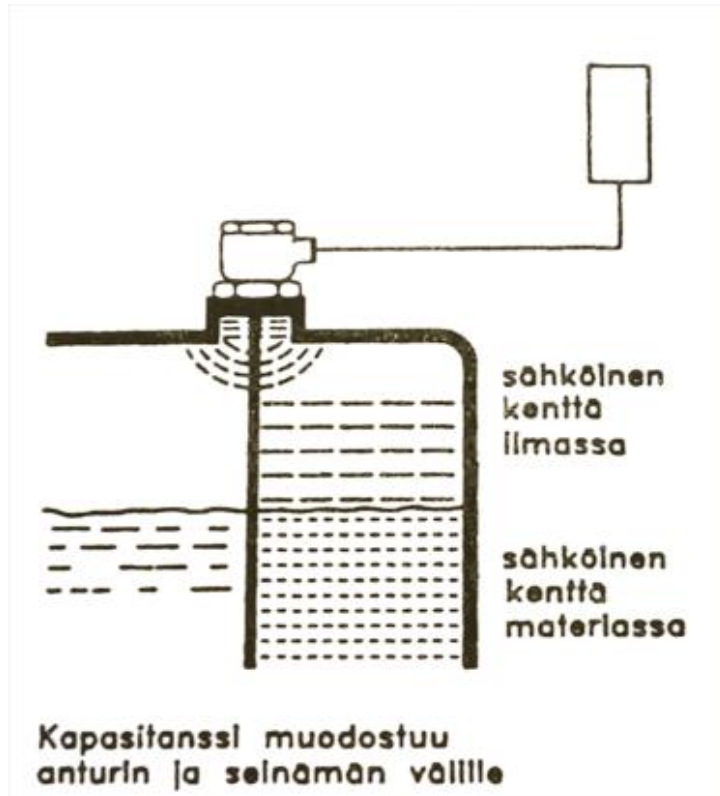
2.5 Venymäliuska

Jos pinnan mittaaminen suoritetaan punnitsemalla säiliö, voidaan käyttää venymäliuskoja. Venymäliuska-anturissa on metallijohde, jonka muoto muuttuu sitä venytettäessä tai puristettaessa. Muodon muuttuessa muuttuu myös johteen resistanssi, joka voidaan mitata. Venymäliuskat voidaan asentaa esimerkiksi suoraan siilon tukijalkoihin.

Venymäliuskojen avulla voidaan mitata suhteellisen tarkasti siilon sisällön paino. Liuskojen asentaminen voi kuitenkin osoittautua kalliiksi ja jos siilo tai säiliö, jonka sisältöä mitataan sijaitsee ulkona, tuulinen sää voi vaikuttaa mittaustulokseen. (Räsänen 1993, 41; Little 2008)

2.6 Kapasitiivinen pinnanmittaus

Nesteiden lisäksi rakeisille aineille voidaan käyttää kapasitiivista pinnanmittausta (kuva 4). Kapasitiivinen pinnankorkeusanturi on kondensaattori, joka koostuu periaatteessa kahdesta vastakkaisesta levystä, joiden välissä on eriste (mitattava aine). Käytännössä kapasitiivisessa pinnankorkeuden mittauksessa anturina on yleensä sauva metallisäiliön keskellä, jolloin säiliön seinämä muodostaa sauvan kanssa kondensaattorin ”levyt”.



KUVA 4. Kapasitiivinen pinnankorkeuden mittaus (Kuva: Pihkala 2004, 98)

Kapasitiivista pinnanmittausta voidaan käyttää jatkuvaan pinnanmittaukseen tai pintakytkimissä. Myös aggressiivisten aineiden mittaus onnistuu kapasitiivisilla antureilla eivätkä vaikeat olosuhteet kuten korkea lämpötila tai paine vaikuta mittauksiin. Mittauksen häiriötekijöitä voivat olla esimerkiksi anturin likaantuminen tai mitattavan aineen permittiivisyyden muuttuminen lämpötilan mukaan. Kiintoaineita mitattaessa myös kiintoaineen kosteuden muutos voi vaikuttaa mittaustulokseen. (Pihkala 2004, 98; Little 2008)

3 KIINTOAINEMITTAUSTEN ONGELMAT

Kiintoaineiden pinnanmittauksissa esiintyy sellaisia ongelmia, joita nesteiden pintaa mitattaessa ei ole. Seuraavassa on esitelty lyhyesti kaksi yleisesti esiintyvää asiaa, joiden on arvioitu tuottavan mahdollisesti ongelmia tämän opinnäytetyön toteuttamisen yhteydessä.

3.1 Kiintoaineen epätasainen levittäytyminen

Toisin kuin nesteet, kiintoaineet levittäytyvät silossa tai säiliössä yleensä epätasaisesti. Normaalisti siilot ovat kartion muotoisia ja aineen purku tapahtuu silon alaosasta keskeltä. Tällöin pinta laskee keskeltä ja reunoilla pinta on keskikohtaa korkeammalla. Vastaavasti säiliöön voi muodostua kekoja, kun säiliötä täytetään. Säiliöstä saatava pinnankorkeuslukema voi siis vaihdella paljonkin mittauskohdasta riippuen käytettäessä yhtä anturia. Anturin sijoituksessa pitäisikin ottaa huomioon se, ettei anturia asenneta liian reunalle eikä liian keskelle siloa tai säiliötä.

Aineen holvaantumisen tarkoitetaan sitä, että purkausaukkoon muodostuu pysyvä silta aineen kasaantuessa säiliön reunoille. Holvaantumiseen vaikuttaa muun muassa säiliössä vaikuttava kosteus, irtoaineen tiheys, palakoko ja -muoto sekä palakokojen jakauma. Pellettejä käytettäessä holvaantuminen on suhteellisen yleinen ilmiö.

Tarkoissa mittauksissa holvaantumisen ja kiintoaineen epätasaisen levittäytymisen tuottamia ongelmia voidaan ratkaista esimerkiksi käyttämällä monipistemittausta, jolla saadaan muodostettua kolmiulotteinen kuva säiliön pinnasta. Yleisesti käytössä ovat myös pneumaattiset vasarat, jotka tuottavat tärinää alhaisella taajuudella ehkäisten tällä tavalla kasojen muodostumista ja holvaantumista. Jos tarvitaan tieto pelkästään aineen määrästä, on säiliön painoon perustuva mittaus yksi mahdollinen ratkaisu.

3.2 Pöly

Kuivat kiintoaineet pölyävät helposti varsinkin säiliötä täytettäessä. Herkät anturit voivat tuottaa epätarkkoja tuloksia tai eivät toimi ollenkaan, jos mitattavassa tilassa on kovin pölyistä ja myös anturien pinnalle on tarttunut pölyä. Pölyämisongelma koskee myös tätä työtä, sillä pelletit pölyvät jonkin verran ja laser-anturien linssien täytyy pysyä puhtaana parhaan mittaustuloksen saavuttamiseksi. Pelleteistä lähtevä pöly on hienojakoista puupölyä.

4 PELLETTIT JA PELLETTISIILOT

4.1 Pelletit

Pelletit ovat polttoainepuristetta, joka on valmistettu metsäteollisuuden sivutuotteista kuten sahanpurusta, hiontapölystä ja kutterista. Raaka-aineiksi on käytetty pääasiassa kuusta ja mäntyä. Puun omien sideaineiden lisäksi pellettien valmistuksessa on mahdollista käyttää luonnon muita sideaineita kuten peruna- ja maissitärkkelystä, jotka lisäävät pellettien käsittelykestävyyttä. Tarvittavien sideaineiden määrä on kuitenkin vain noin prosentin luokkaa massasta.

Puupelletit ovat sylinterimäisiä, normaalisti 10 - 30 mm pitkiä ja niiden läpimitta on 6 - 12 mm (kuva 5). Niiden energiasisältö on korkea, koska pelletit ovat tiiviitä ja niiden kosteusprosentti on alhainen. Ne ovat myös ekologinen energiavaihtoehto, koska puu on uusiutuva luonnonvara.



KUVA 5. Puupellettejä (Kuva: Juha Rautanen, Motiva Oy 2011)

Puupellettejä voidaan käyttää pientalojen lämmitykseen öljylämmityksen sijasta. Pientalojen lisäksi pellettejä käytetään myös maatilojen ja suurkiinteistöjen lämmitykseen. Pellettien kokonaiskulutus onkin kasvanut Suomessa vuosittain viimeisen kymmenen vuoden aikana. ”Suomessa on lähes 25 000 pientaloa, jotka lämpiävät pellettillä sekä yli tuhat suurempaa kohdetta.” (Pellettienergiayhdistys 2011) (Lämpöä puusta puhtaasti ja... 2009, Motiva Oy 2011, Pelletin raaka-aineet 2010)

4.2 Pellettisiilot

Irtotavarana kuutio pellettejä painaa 600 - 750 kg, joten tonni pellettejä vaatii noin puolitoista kuutiota tilaa. Keskikokoisen 130 - 150 m³ pientalon lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden tarpeeseen tarvitaan suunnilleen viisi tonnia puupellettejä vuodessa, eli noin seitsemän ja puoli kuutiota. Pellettisiilojen koko pientalokäyttöön onkin usein 7 - 8 kuutiota ja hankittaessa pelletit irtotavarana siiloilla on myös tietty vähimmäistilavuus. Pienimmät, ns. viikkosiilot, ovat tilavuudeltaan 150 - 500 litraa ja nimensä mukaisesti niiden yksi täyttö riittää keskikokoisessa pientaloudessa noin viikon tarpeisiin.

Pellettien käytön yleistyessä pellettejä käytetään yhä suuremmissa kohteissa ja suurimpien kohteiden pellettisiilojen tilavuus voi olla yli 100 m³. Pellettisiilojen koosta riippumatta niiden pohjassa on oltava tietty kaltevuus, vähintään 45 astetta. Kaltevalla pohjalla vähennetään pellettien kasaantumista ja holvaantumista. Pellettien kuljetus siilosta polttimelle tapahtuu yleensä ruuvikuljettimen avulla tai imusiirojärjestelmällä. (Lämpöä puusta puhtaasti ja... 2009)

5 KÄYTETTÄVÄ LAITTEISTO

Käytettäväksi laitteistoksi valittiin IFM Electronicsin valmistama laser-anturi ja tiedonvälitykseen Sensile Technologiesin valmistama NETRIS Z. Käytännön testeissä tiedonvälitykseen käytettiin Sensile H200:aa. Valinnat tehtiin sen perusteella, että Wennstrom THT:lla oli IFM Electronicsin anturi valmiina ja Wennstrom THT maahantuo ja markkinoi Sensile Technologiesin valmistamaa laitteistoa.

5.1 IFM Electronics O1D100

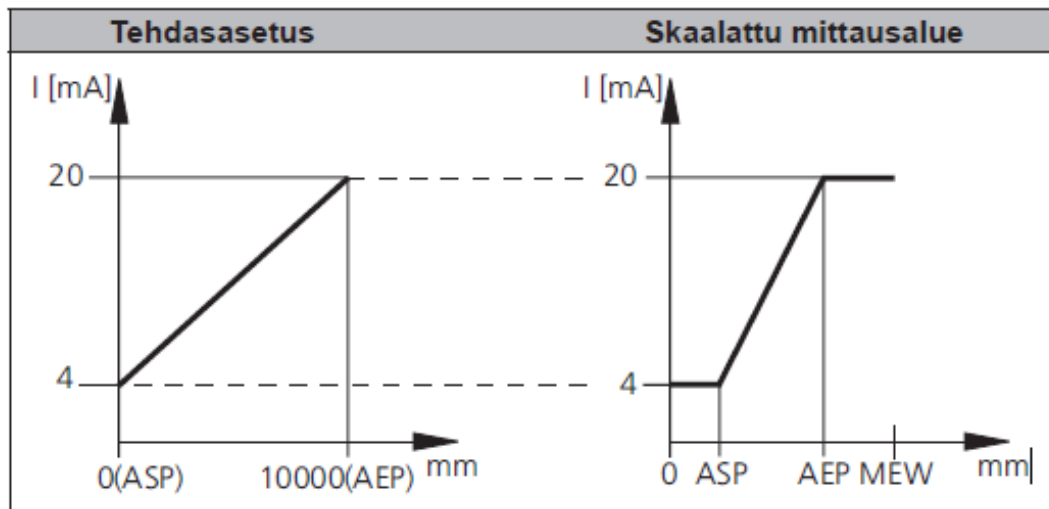
IFM Electronicsin valmistaman optoelektronisen O1D100-anturin toiminta perustuu näkyvään laservaloon (lasersuojausluokka 2). Siinä on 4-numeroinen digitaalinäyttö ja sen mittausalue ulottuu 0,2 metristä 10 metriin.



KUVA 6. IFM Electronics O1D100 (Kuva: IFM Electronic gmbh 2010)

Laitteen lähtönä voidaan käyttää virtalähtöä alueella 4 - 20 mA tai jännitelähtöä alueella 0 - 10 V. Tehdasasetuksena mittausalue ulottuu 0:sta 10000 mm asti, mutta mittausaluetta voidaan myös rajata (skaalatun mittausalueen rajat eivät saa kuitenkaan ylittää 10000 mm). Kuviossa 1 näkyy anturin mittausalueen tehdasasetus ja skaalattu mittausalue. (IFM Electronic gmbh 2010)

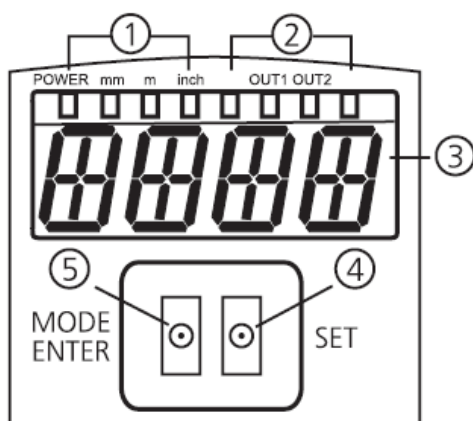
Virtalähtö 4 ... 20 mA



KUVIO 1. O1D100:n mittausalueen skaalaus (Kuvio: Käyttöohje O1D100 2009)

Kuviossa 1 ASP on analogia-alueen alkupiste, AEP on analogia-alueen loppupiste ja MEW on mittausalueen loppuarvo. Asettamalla $AEP < ASP$ voidaan asettaa käänteinen mittausalue.

Anturissa on asetusten muuttamista varten kaksi käyttöpainiketta sekä 4-numeroinen digitaalinäyttö. MODE/ENTER-painikkeella (kuva 7, vasemmanpuoleinen painike) valitaan muutettavat parametrit ja SET-painikkeella (kuva 7, oikeanpuoleinen painike) asetetaan parametrit.



KUVA 7. IFM Electronics O1D100:n käyttöpainikkeet ja näyttö (Kuva: Käyttöohje O1D100 2009)

Käytetään esimerkkinä parametrin ASP muuttamista, koska se on toinen parametri, jota tarvitsee muuttaa opinnäytetyön testausvaiheessa. Muutetaan ASP arvoon 4800:

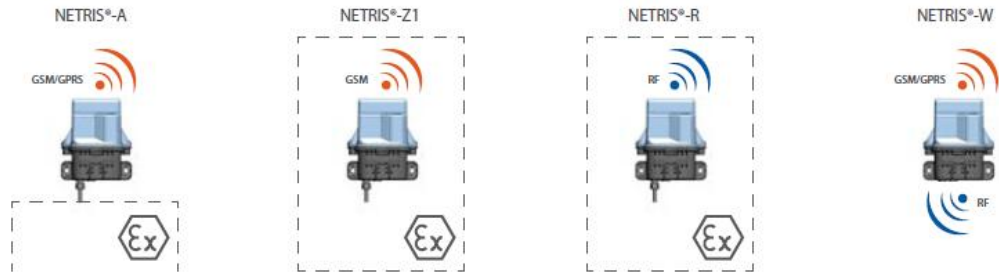
- Painetaan MODE/ENTER-painiketta niin monta kertaa, että näyttöön ilmestyy ASP.
- Valitaan parametrin muuttaminen SET-painikkeella ja pidetään sitä painettuna alhaalla. Parametrin arvo tulee näyttöön ja vilkkuu viiden sekunnin ajan, minkä jälkeen sitä voidaan muuttaa.
- Asetusarvoa kasvatetaan pitämällä SET-painiketta pohjassa tai askelittain yksittäisin painalluksin. Parametrin arvon saavutettua maksimiarvonsa kierros alkaa uudelleen minimiarvosta.
- Kun haluttu arvo (tässä tapauksessa 4800) on saavutettu, painetaan lyhyesti MODE/ENTER-painiketta. (Käyttöohje O1D100 2009)

5.2 Sensile NETRIS®

Sensile Technologiesin valmistama Netris on akkukäyttöinen telemetriyksikkö, joka käyttää GSM/GPRS-tekniikkaa tietojen edelleen lähetykseen. Tiedot lähetetään tekstiviestillä keskuspalvelimelle, joka käsittelee vastaanotetun datan automaattisesti. Telemetriyksikkö on ATEX-hyväksytty ja akun käyttöäksi luvataan 10 vuotta, kun tiedot lähetetään tekstiviestillä eteenpäin kerran viikossa.

Netriksestä on olemassa neljä mallia (kuva 8):

- NETRIS®-A, joka pitää sijoittaa Ex-tilan (räjähdysvaarallinen tila) ulkopuolelle ja käyttää tietojen välittämiseen GSM/GPRS-yhteyttä
- NETRIS®-Z1, joka voidaan sijoittaa Ex-tilan sisäpuolelle ja käyttää tiedonvälitykseen GSM-yhteyttä
- NETRIS®-R, joka voidaan myös sijoittaa Ex-tilan sisäpuolelle, mutta tarvitsee parikseen NETRIS®-W:n
- NETRIS®-W, joka keskustelee radioaaltojen välityksellä NETRIS®-R:n kanssa. NETRIS®-W välittää tiedot eteenpäin GSM/GPRS-yhteyden avulla. (Sensile Technologies 2010)



KUVA 8. NETRIS® mallit (Kuva: NETRIS® technical specifications 2010)

5.3 Sensile H200

Sensile H200 on erillisen virtalähteen vaativa telemetriayksikkö, jolle voidaan tuoda kuusi eri jänniteviestiä yksikköä kohden. Yksikön käyttöjännite on 12 - 24 VDC. H200 käyttää tietojen lähettämiseen GSM/GPRS-tekniikkaa. Toisin kuin NETRIS-malleissa H200:lta on mahdollisuus kysyä pintaa Oillink-verkkoportaalin kautta milloin tahansa.



KUVA 9. Sensile H200 (Kuva: H200 technical specifications 2010)

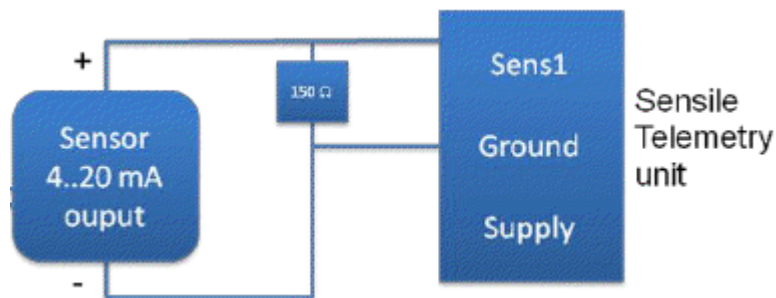
5.4 Laitteiston signaalien sovittaminen

IFM Electronics O1D100 käyttää viestisignaalina milliampeeriviestiä välillä 4 - 20 mA ja Netris sekä H200 yleiseen standardiin perustumatonta jänniteviestiä välillä 0,5 - 4,5 V. Internetin kautta päästään käsiksi Sensilen käyttöliittymään, josta voidaan konfiguroida käytettävä jännitealue 0,5 - 4,5 voltin rajoissa. Kun anturin ulostuloviestiin kytetään 150 ohmin vastus (kuva 10) ja mitataan sen yli oleva jännite, saadaan jännitealueeksi 0,6 V - 3 V:

$$U = R * I$$

$$U_{min} = 150\Omega * 0,004A = 0,6V$$

$$U_{max} = 150\Omega * 0,02A = 3V$$



KUVA 10. Anturin signaalien sovittaminen (Kuva: SENTS 4-20mA Measurement 2011, muokattu, LIITE 1)

6 TYÖN TOTEUTUS

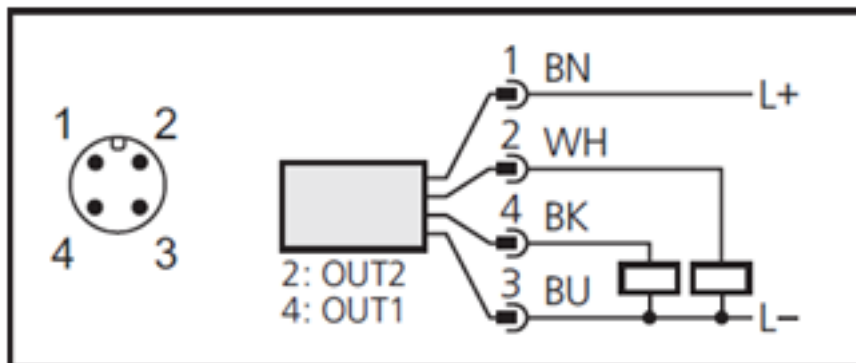
Työn toteutus alkoi laitteiston valinnalla ja siihen tutustumisella. IFM Electronicsin O1D100-anturiin löytyi kattava käyttöohje (Käyttöohje O1D100 2009) valmistajan internetsivuilta ja Sensilen laitteistoon liittyvää materiaalia saatiin Wennstrom THT:lta.

6.1 Laitteiston testaus

6.1.1 O1D100-anturin testaus

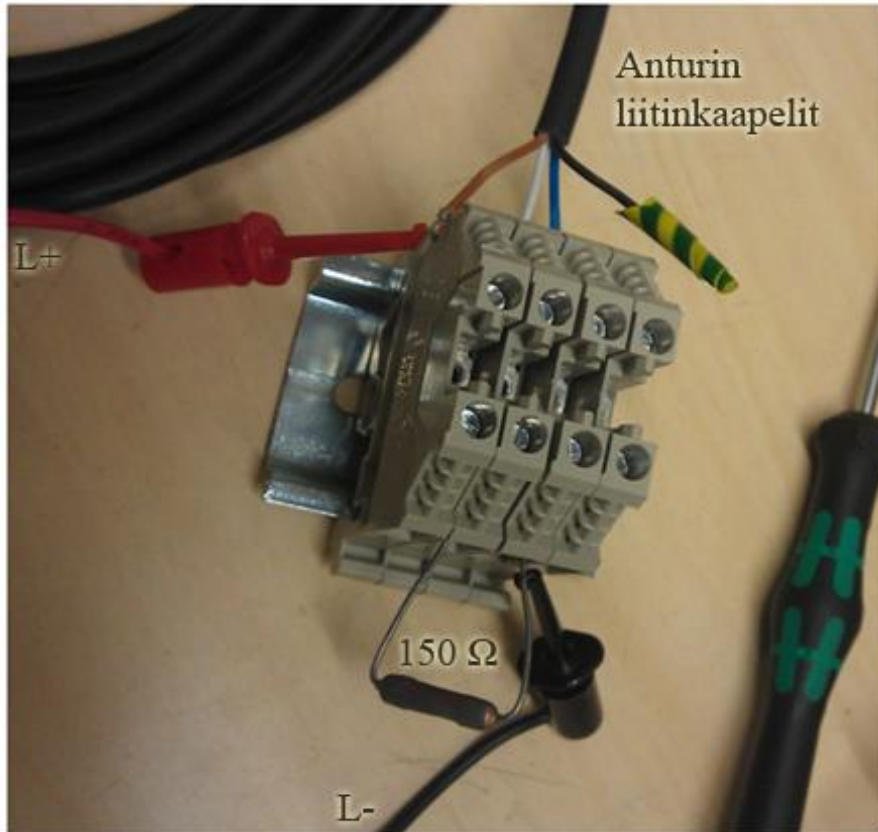
Ensimmäiseksi tutustuttiin O1D100-anturin kytkentäkaavioon (kuva 11) ja anturi liitettiin jännitelähteeseen (kuva 12) seuraavasti:

- Ruskea (BN) liitinkaapeli liitettiin jännitelähteen plus-napaan.
- Sininen (BU) liitinkaapeli liitettiin jännitelähteen miinus-napaan.
- Valkoisen (WH) ja sinisen (BN) liitinkaapelien väliin laitettiin 150 ohmin vastus.
- Musta (BK) liitinkaapeli jätettiin liittämättä.



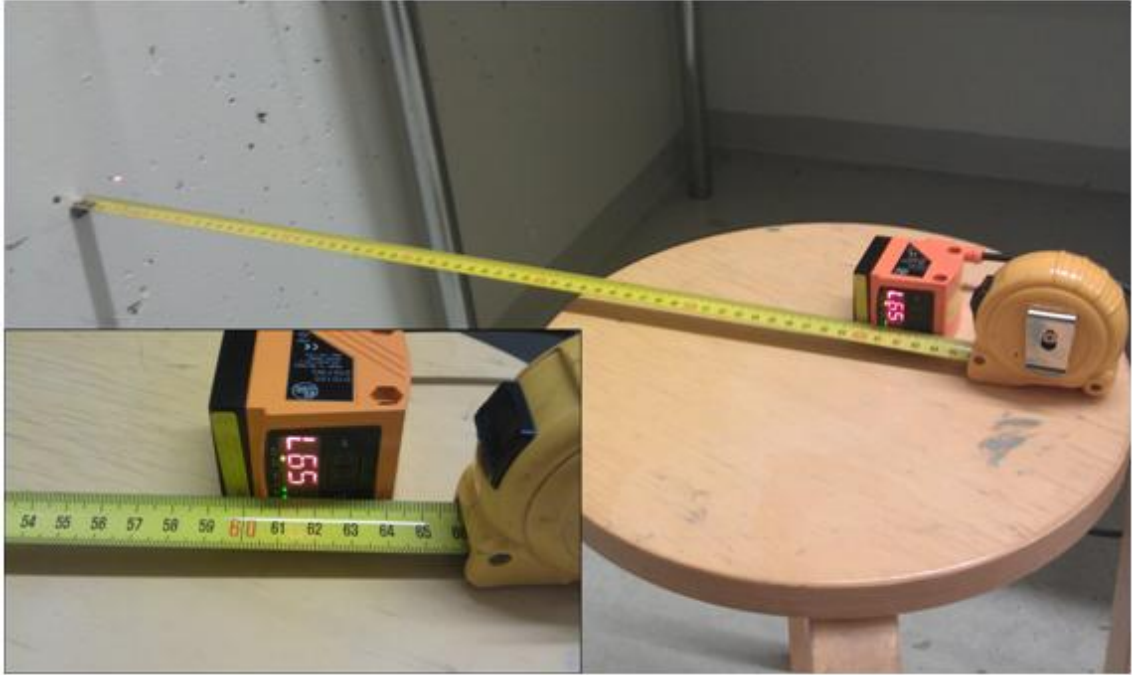
KUVA 11. O1D100-anturin kytkentäkaavio (Kuva: Käyttöohje O1D100 2009, muokattu)

Kuvasta 11 poiketen musta liitinkaapeli jätettiin irralleen, koska työssä tarvittiin vain analogista ulostuloa. Analoginen signaali saadaan ainoastaan OUT2:sta (WH, valkoinen kaapeli).



KUVA 12. Laser-anturin liitinkaapeleiden kytkentä jännitelähteeseen

IFM Electronics ilmoittaa anturin käyttöjännitteeksi 18 - 30 V. Kun liitännät oli tehty ja tarkistettu, anturi asetettiin osoittamaan seinään päin ja jännitelähteen jännitteeksi asetettiin noin 25 voltia. Jännitelähde kytkettiin päälle ja anturin näyttöön ilmestyi etäisyys anturista seinään millimetreinä. Etäisyys tarkistettiin mittanauhan kanssa ja se piti paikkansa (kuva 13).



KUVA 13. Anturi toiminnassa

6.1.2 Sensile NETRIS Z:n testaus O1D100-anturin kanssa

Kun anturi oli saatu toimintakuntoon, mitattiin vastuksen yli oleva jännite yleismittarilla anturin ollessa 1000 mm päässä seinästä. 0 - 10 m vastaava jännitealue on 0,6 - 3 V. Jos oletetaan, että vastus on tasan 150 Ω , jännite on verrannollinen etäisyyteen seuraavan kaavan mukaisesti:

$$U = 0,6 V + (s \cdot 0,24) V,$$

jossa s = etäisyys seinästä metreinä

Teoriassa anturin ollessa 1000 mm päässä seinästä jännitteeksi olisi pitänyt siis tulla $0,6 V + (1 \cdot 0,24)V = 0,84 V$. Mitattu jännite oli 0,87 V.

Kun otetaan lisäksi huomioon 150 Ω vastuksen 5 % toleranssi, voidaan laskea vastuksen todellisen arvon sijoittuvan välille 142,5 - 157,5 Ω . Tällöin 0 - 10 m alueella vastuksen yli olevan jännitteen minimiarvo sijoittuu välille 0,57 V - 0,63 V ja maksimiarvo välille 2,85 V - 3,15 V.

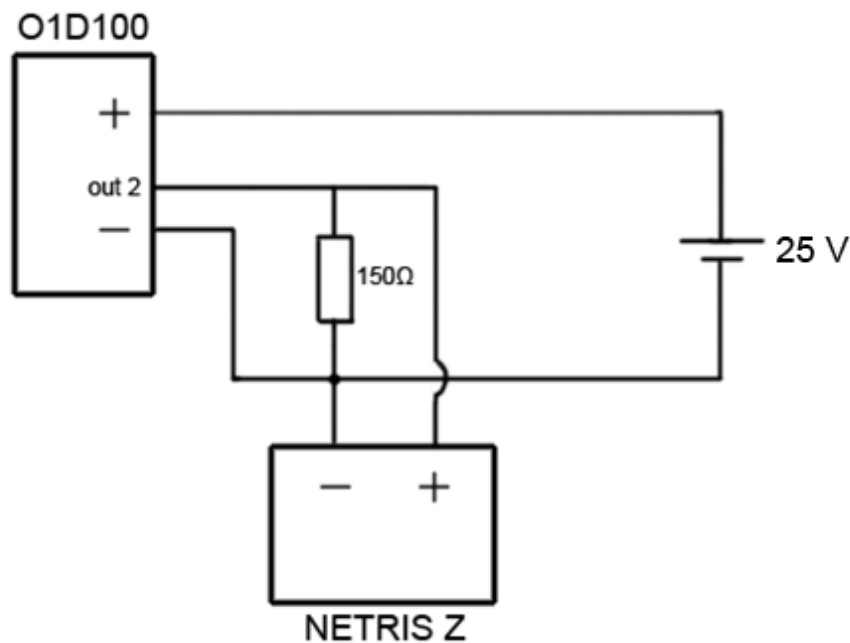
Lasketaan jännitteen arvot pienimmällä ja suurimmalla mahdollisella vastuksen arvolla etäisyyden ollessa 1000 mm:

$$U_{min} = 0,57 V + (s \cdot 0,228) V \Rightarrow U = 0,798 V, \text{ kun } R = 142,5 \Omega$$

$$U_{max} = 0,63 V + (s \cdot 0,252) V \Rightarrow U = 0,882 V, \text{ kun } R = 157,5 \Omega$$

Mitattu jännite asettui lasketulle välille, joten analogialähtö toimi halutulla tavalla.

Seuraavaksi NETRIS Z:n sisääntuloon vietiin vastuksen yli oleva jännite kuvassa 14 olevan kytkentäkuvan mukaisesti.



KUVA 14. IFM O1D100-anturin ja NETRIS Z:n kytkentäkuva

Kun liitännät oli tehty, asetettiin anturi 2,00 metrin päähän seinästä ja kytkettiin NETRIS Z päälle liittämällä siinä olevan pariston johtimet kiinni. NETRIS Z:ssä oleva led-valo syttyi palamaan hetkeksi, minkä jälkeen se syttyi ja sammui kaksi kertaa nopeasti sen merkiksi, että viesti oli lähtenyt eteenpäin.

6.1.3 Sensile NETRIS Z:n konfigurointi internetissä

Sensile Technologies tarjoaa Oillink™-verkkopalvelun, jonka kautta pystytään muokkaamaan esimerkiksi mitattavan säiliön tietoja. Tämän verkkopalvelun kautta säiliön tilavuudeksi asetettiin 1 000 000 litraa ja korkeudeksi 10 000 millimetriä (kuva 15), jolloin yksi millimetri vastasi 100 litraa. Tarvittavat asetukset tehtiin ennen NETRIS Z:n päälle kytkemistä.

Säiliön mitat

Laskentamenetelmä: Radar (Tanksize)

Sensor Min [V]: 0.60

Sensor Max [V]: 3.00

Säiliön tyyppi: Pystylieriö

Tilavuus: 1000000 [l]

d3: 10000 [mm]

Muoto: x cm = x l.
Esimerkki: 50 = 1 520
Tarkoittaa: 50 cm = 1 520 litraa
Kukin mittaus on omalla rivillään.

0 = 0

KUVA 15. Säiliön asetukset Oillink™-verkkopalvelussa

Kun NETRIS Z oli kytketty päälle, käytiin tutkimassa Oillink™:n kautta, oliko viesti lähtenyt eteenpäin oikein. Mittaustieto oli ilmestynyt verkkopalveluun (kuva 16) näyttäen säiliön pinnaksi 210 307 litraa. Jakamalla saatu tieto sadalla saatiin etäisyydeksi 2103 millimetriä. Vastuksen toleranssin huomioon ottaen NETRIS Z lähetti tiedon palvelimelle oikein. Todellisessa mittaustilanteessa mittaustieto pitää vähentää säiliön korkeudesta, mutta tässä vaiheessa testattiin ainoastaan jänniteviestin oikeellisuutta.

Powered by **SENSILE** **Wennstrom THT**

Yleiskatsaus

Ryhmittelyperuste: Tuotteet, Rakennukset

Pinnat annettuna päivänä: Kysely, Tarjous

| Asiakas | Asiakkaan kohteen tunnus | Rakennus | Katu | Postinumero | Sjainti | Maa | Säiliön nimi | Tuote | Toimitus | Tilavuus [l] | Pinta [l] | % | Tilaa jäljellä [litraa] | Jäljelläoleva polttoaine kestää...[päivää] | Kulutus [l / vko] | Vimeisin mittaus |
|-------------------------------------|--------------------------|----------|-----------|-------------|----------|-----|----------------|-------|----------|--------------|-----------|------|-------------------------|--|-------------------|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Netris Testaus | Testaus | Menotte 4 | 33470 | Ylöjärvi | | 00358405487059 | | | 1 000 000 | 210 307 | 21.0 | 739 700 | 0 | 789 693 | 28.12.2011 14:48:26 |
| Ryhmiteltyjen kokonaismäärä: 1 | | | | | | | | | | 1'000'000 | 210'307 | | 739'700 | | 789'693 | |

Käytä suodatinta | Peruuta suodatus | Kysy pinnat | Excel (kaikki arvot) | Siirä | Sivun asetukset

KUVA 16. Säiliön pintatieto Oillink™-verkkopalvelussa.

6.2 Laitteiston testaus pellettsiilossa

6.2.1 Testauksessa käytettävä pellettsiilo

Laitteiston käytännön testaaminen toteutettiin Forssan lähistöllä Tammelassa sijaitsevassa 1 MW:n pellettilämpökeskuksessa. Lämpökeskuksen omistaa Vapo Oy, joka on bioenergian johtava toimittaja Suomessa. Lämpökeskuksen tuottama lämpö myydään Tammelan Aluelämpö Oy:lle kuntakeskuksen lämmitykseen.

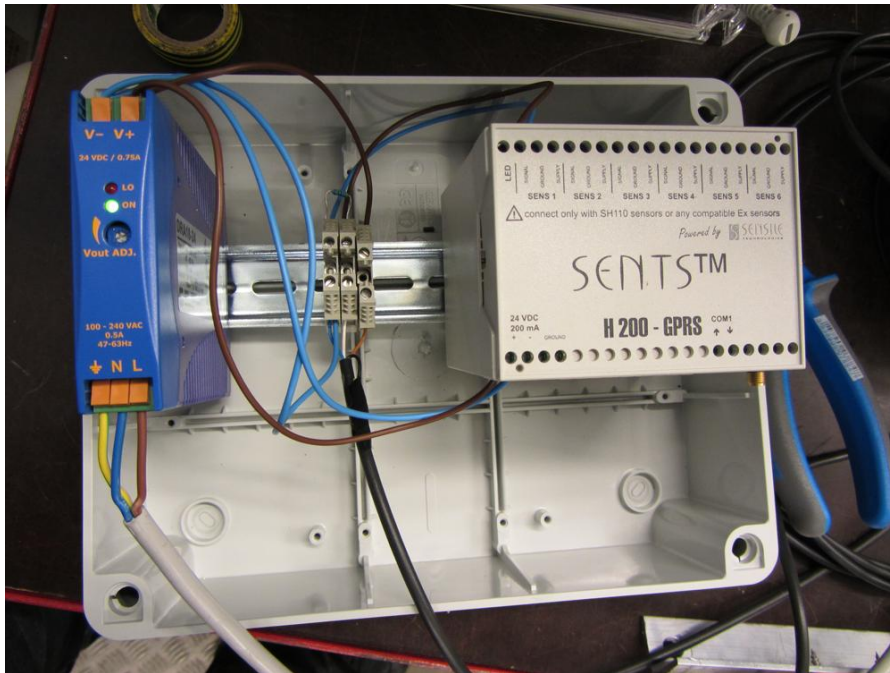
Lämpökeskuksen pellettien varastointiin käytetään kahta Mepu Oy:n valmistamaa 44,3 m³:n pellettsiiloa (kuva 17). Siilon pohjan koko on metreissä 3,18 x 3,18 ja siilon kokonaiskorkeus on 6,9 m. (Mepu pellettsiilot 2008, Riihikäinen 2012, Vapo Oy 2012)



KUVA 17. Testauksessa käytettävä pellettsiilo (vasemmanpuoleinen siilo).

6.2.2 Käytännön testaukseen käytettävän laitteiston kokoonpano

Siilossa käytettävää laitteistoa muutettiin siitä, mitä se oli ensimmäisessä laitteistotestauksessa (kuva 18). Jännitelähteen tilalle vaihdettiin 230/24 V muuntaja ja NETRIS Z:n tilalle Sensile H200. Lämpökeskuksen sisätiloista saatiin verkkovirtaa muuntajalle, josta otettiin käyttöjännite sekä O1D100-anturille että Sensile H200:lle.



KUVA 18. Käytännön mittauksessa käytettävää laitteistoa.

150 ohmin vastus vaihdettiin myös toiseen. Uudella vastuksella oli yhtä suuri resistanssi kuin aikaisemmalla, mutta sen toleranssi oli 1%. Käytettävä laitteisto kiinnitettiin DIN-kiskolla muovikoteloon. DIN-kisko on yleisesti käytetty standardoitu kisko, johon voidaan helposti kiinnittää sähkötekniikassa käytettyjä komponentteja.

Anturille valmistettiin teline (kuva 19), jolla anturi saatiin sijoitettua siten, että se sijaitsee mahdollisimman lähellä siilon kattoa ja sivuttaissuunnassa noin puolen metrin päässä siilon seinämästä. Telineen varsi valmistettiin ontosta alumiiniputkesta, jonka sisältä anturin kaapeli saatiin vedettyä läpi. Varren toiseen päähän hitsattiin alumiinilevy, jolla teline saatiin kiinnitettyä siilon yläosassa olevaan miesluukun tarkastuslasin tilalle. Alumiinia käyttämällä telineestä saatiin kevyt ja helposti käsiteltävä.



KUVA 19. Laser-anturin teline

Ennen telineen asentamista paikoilleen tehtiin tarvittava kaapelointi ja testattiin laitteiston toimivuus kytkemällä anturi päälle. Siilon alla oli pelleteistä irronnutta pölyä, jolla yritettiin häiritä anturin toimintaa. Pölyä heitettiin anturin linssin päälle (kuva 20), mutta se ei vaikuttanut anturin mittaustulokseen.



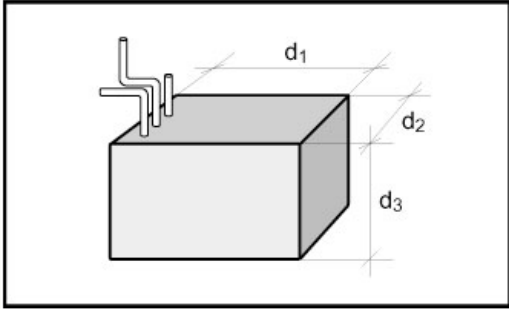
KUVA 20. Pellettipölyä anturissa

Seuraavaksi arvioitiin anturin etäisyys siilon katosta sekä anturin etäisyys siilon pohjasta käyttäen avuksi mittanauhaa. Anturin ja pohjan väliseksi etäisyydeksi arvioitiin 4,8 m. O1D100-anturille asetettiin käänteinen mitta-alue antamalla AEP:n arvoksi 0 ja ASP:n arvoksi 4800 (mm) luvussa 5.1 olevan esimerkin mukaisesti. Tällöin mitattavan kohteen ollessa anturin välittömässä läheisyydessä vastuksen yli oleva jännite oli 3 V. Kohteen ollessa 4,8 m päässä vastuksen yli oleva jännite oli 0,6 V. Tämän jälkeen laser-anturi asennettiin telineineen paikoilleen.

6.3 Mittaukset ja testitulokset

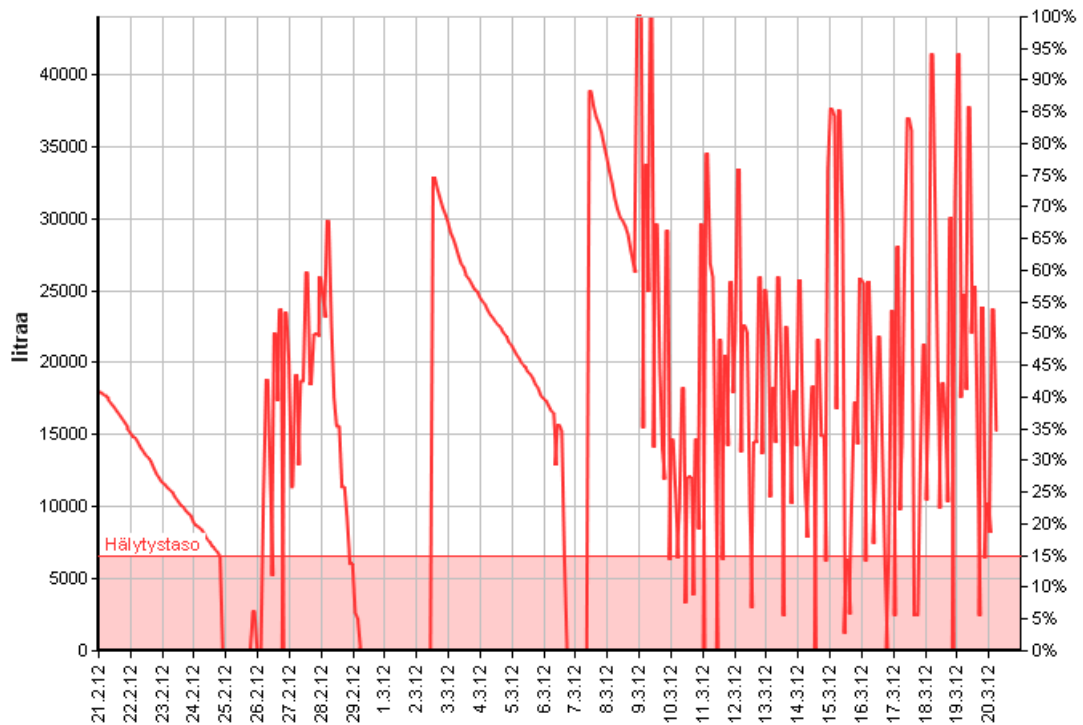
Siilon korkeus ja tilavuus syötettiin Oillink™-verkkopalveluun anturin asennuksen jälkeen (kuva 21). Korkeudeksi asetettiin 4800 mm, jotta se vastasi anturille syötettyjä parametreja. Lisäksi H200 asetettiin lähettämään viesti palvelimelle 3 kertaa päivässä.

| | |
|-------------------|------------------|
| Laskentamenetelmä | Radar (Tanksize) |
| Sensor Min [V] | 0.60 |
| Sensor Max [V] | 3.00 |
| Säiliön tyyppi | Särmö |
| Tilavuus | 44000 [l] |
| d3 | 4800 [mm] |



KUVA 21. Siilon asetukset Oillink™-verkkopalvelussa

Kun anturi oli ollut siilossa neljä viikkoa, tarkasteltiin sen lähettämiä arvoja. Neljän viikon aikana testisiiloa ja viereistä siiloa täytettiin useita kertoja. Siilot ovat osittain yhteydessä, joten testisiiloon tuli pellettipölyä myös viereisen siilon täytön aikana. Jatkossa tässä työssä käytetään nimitystä ”siilo A” viitattaessa testisiiloon, jossa anturi sijaitsee ja nimitystä ”siilo B” viitattaessa testisiilon viereiseen siiloon.



KUVA 22. Anturin lähettämän datan perusteella muodostettu kaaviokuva Oillinkissä

Anturin lähettämät pintatiedot näkyvät kuvassa 22. Anturin asennushetkellä siilo oli hieman vajaa puolillaan pellettejä, joten ensimmäinen mittaus oli todenmukainen. Ensimmäisen viiden päivän aikana pinta näytti laskevan tasaisesti, ja mittaustuloksia voidaan pitää todenmukaisina tuona aikajaksona.

24.2. siiloon B tuotiin pellettiä 18 160 kg, jolloin mittaus häiriintyi. 26.2. siiloon A tuotiin pellettiä 14 700 kg, mikä näkyy kaaviossa, mutta mittaustulos heilahtelee rajusti 28.2. saakka. Siitä eteenpäin mittaus näyttää toimivan taas oikein. Kaksi seuraavaa täyttöä näkyvät mittauksessa oikein: mittauskäyrä nousee pystysuoraan ja lähtee sen jälkeen laskemaan tasaisesti pellettien vähentyessä. 8.3. siiloa B täytettiin ja siitä eteenpäin mittaustulos heilahtelee rajusti, eikä pinnan todellista korkeutta voida päätellä.

7 POHDINTA

Työssä tutkittu O1D100-anturi saadaan kommunikoimaan Sensilen laitteiston kanssa helposti käyttämällä 150 Ω vastusta. Neljän viikon testijakson aikana ei esiintynyt holvaantumista, tai ainakaan se ei näkynyt mittauksissa. Anturin asennus kannattaa suunnitella siten, että se ei ole liian lähellä siilon reunoja eikä myöskään keskiosaa. Siilojen täytön aikana syntyvä pellettipöly aiheuttaa virheellisiä mittaustuloksia ja tutkittu anturi ei sovellu paljon pölyävien siilojen pinnanmittauksiin, jos sen linssiä ei saada pidettyä puhtaana pölystä. Testattua laitteistokokoonpanoa voi mahdollisesti käyttää vähemmän pölyävissä siiloissa.

Ehdotuksena anturin linssin puhtaana pitämiseksi anturin voisi yrittää kiinnittää putken tai vastaavan suojan päähän, jolloin anturin lähettämä lasersäde kulkisi putken läpi. Tämä vähentäisi mahdollisesti anturin linssille asti pääsevän pölyn määrää haittaamatta kuitenkaan itse mittausta. Suoja kannattaisi valmistaa kevyestä materiaalista, esimerkiksi muovista. Putkimaista suojaa käytettäessä siitä kannattaisi tehdä melko pitkä, millä ehkäistäisiin pölyn pääsyä anturille. Mitoituksessa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että putken alapää ei saa olla pellettien maksimikorkeutta alempana. Mittauksessa voi yrittää myös käyttää muiden valmistajien laser-antureita tai kokonaan eri mittausmenetelmää, esimerkiksi ultraäänimittausta.

Työn tavoitteina oli suunnitella pinnanmittauslaitteisto pellettisiiloon ja testata kyseisen pinnanmittaustavan soveltuvuutta mittaukseen. Pinnanmittauslaitteisto saatiin lähettämään dataa, mutta siilon täytöistä aiheutuva pöly häiritsi anturin toimintaa niin paljon, että laitteistoa ei voida käyttää mittauksiin. Tulokset tukivat teoriaa, jonka mukaan pöly voi aiheuttaa ongelmia mittauksiin ja onnistuneen mittauksen saavuttamiseksi laser-anturin linssin täytyy pysyä puhtaana. Tulosten perusteella laser-anturille kehitetään suoja muoviputkesta tai vastaavasta materiaalista ja laitteistolla tehdään jatkotestauksia.

LÄHTEET

AutomationWiki 2010. Laser Level Measurement. Luettu 12.01.2012.
http://automationwiki.com/index.php?title=Laser_Level_Measurement

AutomationWiki. 2010. Nuclear Level Measurement. Luettu 14.01.2012.
http://automationwiki.com/index.php?title=Nuclear_Level_Measurement

David W. Spitzer. 2006. Lasers come to level measurement. Luettu 14.01.2012.
<http://www.controlglobal.com/articles/2006/018.html>

IFM Electronic gmbh. 2009. Käyttöohje O1D100. Luettu 14.01.2012.
<http://www.ifm.com/mounting/704099FI.pdf>

IFM Electronic gmbh. 2010. Optinen etäisyydenmittausanturi O1D100. Luettu 14.01.2012.
<http://www.ifm.com/ifmfin/web/dsfs!O1D100.html>

Keski-Uudenmaan koulutuskuntayhtymä. 2009. Kapasitiivinen pinnankorkeuden mitta. Luettu 14.01.2012.
<http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/MITTAUS/Kapasitiivinen/index.htm>

Little, T. 2008. Level Measurement Trends in the Solids Industry. Luettu 14.01.2012.
<http://knol.google.com/k/level-measurement-trends-in-the-solids-industry#>

Mepu Oy. 2008. Mepu pellettisiilot. Luettu 14.02.2012.
<http://www.mepu.fi/getfile.php?file=241>

Motiva Oy. 2009. Lämpöä puusta puhtaasti ja uusiutuvasti – pellettilämmitys. Luettu 14.02.2012.
http://www.motiva.fi/files/1375/Lampoa_puusta_puhtaasti_ja_uusiutuvasti_-_pellettilammitys.pdf

Motiva Oy. 2011. Pelletit. Luettu 29.01.2012.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/puuenergia/puun_pienkaytto/pelletit/

Pellettienergiayhdistys. 2010. Pelletin raaka-aineet. Luettu 29.01.2012.
<http://pellettienergia.fi/index.php/tietoa/pelletin-tuotanto/raaka-aineet>

Pellettienergiayhdistys. 2011. Pellettilämmitys. Luettu 29.01.2012.
<http://pellettienergia.fi/index.php/tietoa/pellettilammitys>

Pihkala, J. 2004. Prosessisuureiden mittaustekniikka. 2. uudistettu painos. Vantaa: Dark Oy.

Riihikäinen, P. 2012. Forssassa käynnistyy Suomen suurin pellettilämpölaite. Luettu 14.02.2012.
<http://www.vapoviesti.fi/index.php?id=1186&type=4&&selPage=11>

Räsänen, J. 1993. Automaatiotekniikan mittauksia. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Sensile Technologies. 2010. H200 technical specifications. Luettu 14.02.2012.
http://www.sensile.com/gf.php?sf=1271685161_H200-GPRS_E200.TS.202.pdf&fn=H200%20technical%20specifications.pdf

Sensile Technologies. 2008. Sents hardware. Luettu 14.01.2012.
http://www.sensile.com/en/solutions_sents/sents_hardware.htm

Sensile Technologies. 2010. NETRIS® technical specifications. Luettu 14.01.2012.
http://www.sensile.com/gf.php?sf=1271685161_NETRIS_TS.101.pdf&fn=NETRIS%C2%AE%20technical%20specifications.pdf

Smith, C. 2009. Basic Process Measurements. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Vapo Oy. 2012. Vapo-konserni. Luettu 14.02.2012.
<http://www.vapo.fi/fin/vapokonserni/?id=65>

SENTS Measurement of a 4..20mA signal Page 1

MEASUREMENT OF 4..20mA SIGNAL WITH SENTSTM UNITS

1.1 INTRODUCTION

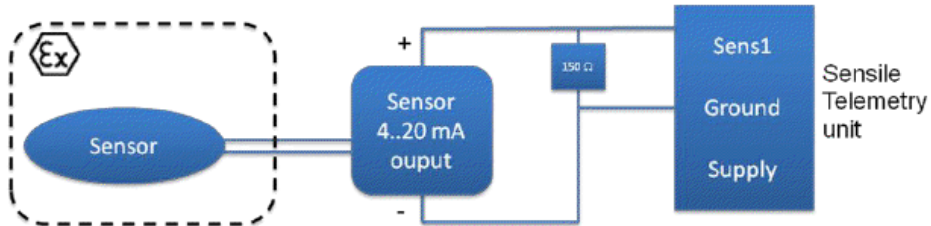
It's possible that a customer has already a local measurement solution for his tank level and it would rather not change it. In most cases, such solutions have a current output: 4..20 mA. SENTSTM solution can be used to measure that signal and transmit it to the database to display that information on the internet software

1.2 USING A RESISTOR

1.2.1 Material

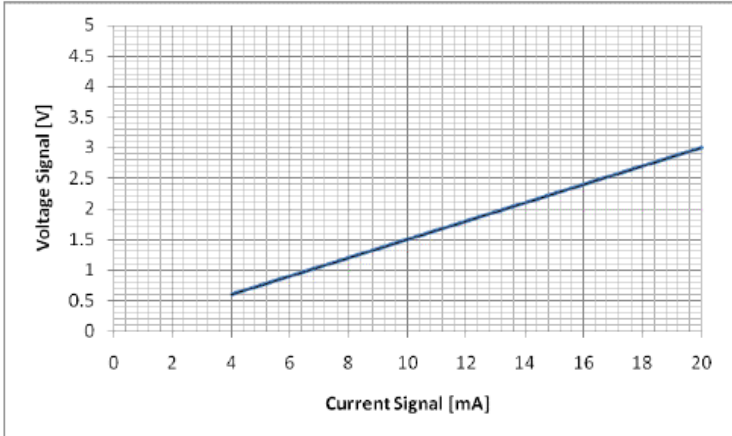
Using a high precision ($\pm 0.1\%$) resistor of 150 Ohm (0.25W is ok) can also be used for the same purpose, for example the H8150RBYA from Tyco Electronic

1.2.2 Connections



1.2.3 Check after the installation

Using a voltmeter, check at the installation that the voltage between the Ground and Signal on the telemetry unit corresponds to the current output or the level in the tank. As shown on the graphic below.



| Current Signal [mA] | Voltage Signal [V] |
|---------------------|--------------------|
| 4 | 0.6 |
| 6 | 1.0 |
| 8 | 1.4 |
| 10 | 1.8 |
| 12 | 2.2 |
| 14 | 2.6 |
| 16 | 3.0 |
| 18 | 3.4 |
| 20 | 3.8 |

1.2.4 Online configuration

On the unit configuration page, select Tank sensor for the channel used and chose "Radar" as sensor type. (if not available, ask Sensile's Help Desk to activate it for you)

On the tank configuration page, enter $V_{min} = 0.6 \text{ V}$ ($150 \text{ Ohm} \times 0.004\text{A}$) and $V_{max} = 3 \text{ V}$ ($150 \text{ Ohm} \times 0.02 \text{ A}$)

If the signal provide by the sensor gives directly the percentage of volume in the tank: 0% V = 4 mA and 100% V = 20 mA, then enter the total volume in the tank and chose the tank shape prismatic

Sensile Technologies SA.
Rue de Lausanne 45, 1110 Morges, Switzerland
www.sensile-technologies.com

Tél : +41 21 805 03 10
Fax : +41 21 803 03 13
Email : info@sensile.com

SENTS.IS.4-20mA Measurement.ENG.103.docx

| SENTS Measurement of a 4..20mA signal | | | | | | | | | | | | | Page 2 | |
|---|------|-----|---|-----|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <p>and enter a height of the tank (d3) that can be any value, ideally something close to the real height of the tank, so that in the diagnostic pages, the correct height of fuel is shown.</p> <p>If the signal provided by the sensor gives a height of liquid in the tank: 0 cm = 4 mA and max height (d3) = 20 mA, then enter the total volume in the tank and chose the correct tank shape and enter the required information.</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 ATEX REGULATIONS | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>If the sensor is in a hazardous Zone, it's required to check the following points before connecting to the SENTS™ telemetry units</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameters specific to Security | | | <p>The parameters specific to security are defined by the manufacturer of the sensors:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $C_{max}(\text{sensor}) = C_i + C_c < C_o$ (unit) (C_i = sensor capacity, C_c = cable capacity) <input type="checkbox"/> $L_{max}(\text{sensor}) = L_i + L_c < L_o$ (unit) (L_i inductance of the sensor, L_c = inductance of cable) | | | | | | | | | | | |
| <p>The corresponding (same column) values for L_o and C_o have to be used for a specific sensor.</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.1 NETRIS units | | | | | | | | | | | | | | |
| Gas group IIA : $L_o/R_o = 816\mu\text{H}/\Omega$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Lo [mH] | 9.9 | 5 | 2 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | |
| Co [μF] | 4.3 | 6.4 | 9 | 11 | 14 | 18 | 23 | 30 | 46 | 70 | 130 | 920 | 1000 | |
| Gas group IIB : $L_o/R_o = 408\mu\text{H}/\Omega$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Lo [mH] | 6.9 | 5 | 2 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | |
| Co [μF] | 3.3 | 4.1 | 6.2 | 7.9 | 10 | 13 | 17 | 22 | 33 | 49 | 83 | 130 | 130 | |
| 1.3.2 H200-GPRS/E200 units | | | | | | | | | | | | | | |
| For Gas Group IIA ($L_o/R_o = 0.90 \text{ mH}/\Omega$) | | | | | | | | | | | | | | |
| Lo[mH] | 12 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.002 | 0.001 |
| Co[μF] | 3.9 | 4.6 | 6.4 | 8.8 | 11 | 13 | 18 | 22 | 29 | 44 | 66 | 120 | 710 | 1000 |
| For Gas Group IIB ($L_o/R_o = 0.45 \text{ mH}/\Omega$) | | | | | | | | | | | | | | |
| Lo [mH] | 8.4 | 5 | 2 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | |
| Co [μF] | 3 | 4.2 | 6.1 | 7.7 | 9.6 | 13 | 16 | 21 | 31 | 46 | 77 | 100 | 100 | |
| For Gas Group IIC ($L_o/R_o = 0.10 \text{ mH}/\Omega$) | | | | | | | | | | | | | | |
| Lo [mH] | 2 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | | | |
| Co [μF] | 0.74 | 1.1 | 1.5 | 2.1 | 2.7 | 3.3 | 4.6 | 6.1 | 8.3 | 8.4 | 8.4 | | | |
| <p>Sensile Technologies SA, Rue de Lausanne 45, 1110 Morges, Switzerland www.sensile-technologies.com</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Tél : +41 21 805 03 10 Fax : +41 21 803 03 13 Email : info@sensile.com</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| SENTS.IS.4-20mA Measurement.ENG.103.docx | | | | | | | | | | | | | | |