

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Biopolttoaineen tilavuusmittaukseen soveltuvien
mittaustekniikoiden vertailu.

Käkelä Rainer

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Automaatiotekniikka
Insinööri(AMK)

KEMI 2011

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Kemi- Tornion ammattikorkeakoulun sähkötekniikan opinnäytetyönä. Työ aloitettiin talvella 2010 ja valmistui kevään 2011 aikana. Työn valvojana toimi Kemin Energian puolesta Janne Petäjäjärvi ja työtä ohjasi Tuomas Pussila Kemi-Tornion ammattikorkeakoulusta. Haluan kiittää heitä työn ohjaamisesta sekä opastuksesta. Lisäksi haluan kiittää Harri Pikkaraista sekä kaikkia muita henkilöitä jotka ovat edesauttaneet työn valmistumisessa.

Kemissä 12.4.2011

Rainer Käkelä

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala	
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Rainer Käkelä
Opinnäytetyön nimi	Biopolttoaineen tilavuusmittaukseen soveltuvien mittaustekniikoiden vertailu
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	12.4.2011
sivumäärä	39 + 11 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	DI Tuomas Pussila
Yritys	Kemin Energia Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Insinööri Janne Petäjäjärvi

Opinnäytetyö on tehty Kemin Energialle. Opinnäytetyössä selvitettiin biopolttoaineen mittaukseen soveltuvia tekniikoita. Tilavuudenmittaus tapahtuu biopolttoaineen syöttöhallissa. Tavoitteena oli selvittää laiteistoratkaisu, jolla mittausjärjestelmä saataisiin tehdyksi.

Tilavuuden mittaus on tärkeimpiä teollisuuden mittauksia. Tällä hetkellä Kemin Energialla ei ole mittausjärjestelmää, joka antaisi tiedon kuljettimille varastoidun materiaalin määrästä. Mittausjärjestelmän antamaa tilavuusmittaa voidaan käyttää helpottamaan biopolttoaineen kuljetuksen suunnittelua sekä tarkkailua.

Mittaus oli varsin haastava, joten esiselvitystä tehdessä törmättiin usein siihen, että sopivaa laitteistoa oli vaikea löytää. Kolakuljettimen fyysinen koko sekä sijoittelu sulkivat pois useita normaaliin tilavuudenmittaukseen soveltuvia laitteistoja. Vaatimusmäärittelyn avulla laitetoimittajille esiteltiin mittaukset ja sitä kautta havainnoitiin minkälaisesta projektista on kysymys. Selvityksen tuoman tiedon perusteella Kemin Energialle suositeltiin laitteistona parhaiten palvelevaa 3D-skannausta.

Työn avulla saatiin Kemin Energialle ratkaisumalli biopolttoainejärjestelmän hankintaan. Työssä esiteltyjen ratkaisujen avulla pystytään mittaamaan massojen tilavuuksia ja antamaan niistä tietoja.

Asiasanat: Kemin Energia, tilavuusmittaus, biopolttoaine.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Electrical Engineering
Name	Rainer Käkelä
Title	Comparison of the Measuring Techniques Suitable for Biofuel Volume Measurement
Type of Study	Bachelor`s Thesis
Date	12.4.2011
Pages	39 + 11 appendices
Instructor	Tuomas Pussila, MSc
Company	Kemin Energia Oy
Contact Person/Supervisor from Company	Janne Petäjäjärvi, BEng

The customer for this thesis is Kemin Energia. The study investigates technologies suitable for performing different measurements on bio fuel. Volume measurement is performed in the bio fuel entry hall. The goal for the study was to find a measurement device configuration that could be used to assemble the required instrumentation system.

The volume is one of the most important attributes to be measured in the industry. At the moment Kemi Energia does not have an instrumentation system that would be able to provide information on the material volume on the conveyor. The volume measures provided by the instrumentation system can be used as a guidance when planning the transportation and monitoring of bio fuel for Kemin Energia.

The actual measurement was rather challenging, and during the pre-thesis analysis phase it was concluded that a suitable instrumentation system was hard to find. The physical size and the location of the conveyor excluded a number of commonly available volume measurement devices. The requirement analysis was used to introduce the details for the device vendors, illustrating the nature of the project in a concrete way. Based on the information acquired in the study, a 3D-scanning instrumentation system was recommended as the most suitable solution for Kemin Energia.

This thesis provides a model for the acquisition of biofuel system. The solutions presented allow us to measure the volumes of the masses and give information about them.

Keywords: Kemin Energia, volume measurement, biofuel.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO.....	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	V
1. JOHDANTO	1
2. KEMIN ENERGIA OY	2
3. BIOPOLTTOAINEET	4
3.1. Turve	4
3.2. Hake	5
3.3. Puun kuori	6
4. VAATIMUSMÄÄRITTELY.....	8
5. TOIMINTAYMPÄRISTÖ.....	11
5.1. Turvallisuus.....	11
5.2. Laitteiston sijoittelu.....	11
6. BIOPOLTTOAINEIDEN TILAVUUDEN MITTAAMISEEN SOVELTUVIA TEKNIIKOITA	13
6.1. Kapasitiiviset kytkimet.....	13
6.2. Laserskannaus	14
6.3. Valoverhot.....	15
6.4. Ultraäänimittaus	15
7. BULKSCAN	16
7.1. Teoria	16
7.2. Mittausperiaate	16
8. 3D-LEVELSCANNER II	20
8.1. 3D-Kartoitus.....	21
8.2. Sähköliitäntä.....	22
8.3. Virtalähde.....	22
8.4. Liitäntäkaapeli.....	23
9. DINEL ULTRASONIC LEVEL METER	25
9.1. Asennus	25
9.2. Sähköliitäntä.....	26
10. PANTRON LIGHT BANNIER AMPLIFIER.....	28
10.1. Teoria	28
10.2. Tuotekuvaus	29
11. SOVELTUVAN MITTAUSTEKNIIKAN VALINTA	31
12. YHTEENVETO	34
13. LÄHDELUETTELO.....	35
14. LIITELUETTELO	39

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

GWh = gigawattitunti

PLC = Programmable Logic Controller

LMS = Last mean squared

1. JOHDANTO

Opinnäytetyössä on tavoitteena tehdä esiselvitys Kemin Energian automaattisesta biopolttoainekasojen (turve, hake, puun kuori, jne) tilavuusmittauksesta. Työssä selvitetään mittaustekniset vaihtoehdot automaattiseen biopolttoainekasojen tilavuusmittaukseen polttoaineen syöttöhallissa. Polttoainetta vastaanottohallissa liikutellaan kuljettimilla, joita kutsutaan myös nimellä kolapurkaimet. Kolapurkaimet liikkuvat hallin päästä toiseen varastoiden ja syöttäen polttoainetta vetoakselin alapuolella olevalle kolakuljettimelle. Purkaimia on yhteensä 4 kappaletta, pituudeltaan 26 ja leveydeltä 4 metriä. Nimellistilavuutta purkaimilla on 200 m³, ja ne ovat sijoiteltu 60 cm välein. Selvityksen jälkeen valittu(ja) mittaustekniikka toteutetaan polttoainehalliin, jonka jälkeen toimivuus testataan, ja tulokset dokumentoidaan. Mittausjärjestelmä on tarkoitus ottaa käyttöön kesäseisokin aikaan, juhannuksen tietämillä. Kuva 1 on vastaanottohallista, jossa kolakuljettimet sijaitsevat.



Kuva 1. Biopolttoaineen kuljetin

2. KEMIN ENERGIA OY

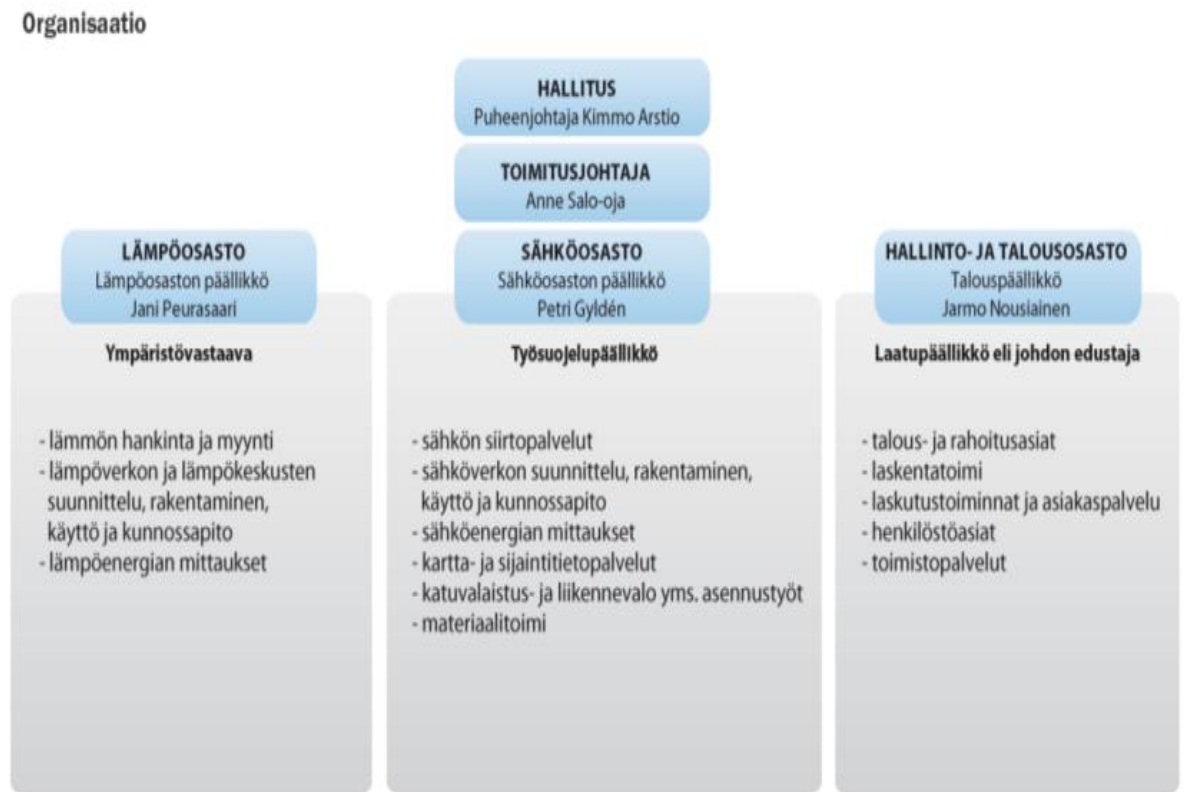
Kemin Energia Oy on Kemin kaupungin omistuksessa oleva osakeyhtiö. Sen palveluita ovat sähkönsiirto, asennuspalvelut ja kaukolämmön myyntiä. Sähkönmyyntipalvelut asiakkaille tarjotaan Oulun Sähkönmyynti Oy:n kautta, jonka palvelupiste toimii yhdessä asiakaspalvelun kanssa. /13/

Kemin kaupunki ehti harjoittaa energialaitostoimintaansa 61 vuotta, ennenkuin se vuonna 1999 perusti Kemin Energia Oy- nimisen osakeyhtiön ja myi liiketoimintansa sille. Kemin Energia Oy sai liiketoimintansa käyntiin vuoden 2000 alussa. Vuonna 2001 Tornion kaupungin energialaitos, Oulun Energia, Tervolan kunnan sähkölaitos, Keminmaan energia Oy ja Kemin Energia Oy perustivat alueellisen sähkönmyyntiyhtiön, Oulun Sähkönmyynti Oy:n, jolle he antoivat sähkönmyynnin asiakassuhteensa. Näin Kemin Energia Oy jatkaa yhteistyötä energiayhtiöiden kanssa, joiden alueella sen edeltäjänä toiminut Kemin Sähköosakeyhtiö aikoinaan käynnisti sähköistämisen. Kuvassa 2 on esiteltyä Kemin Energian lämpölaitos. /13/



Kuva 2. Kemin Energian lämpölaitos /31/

Henkilökuntaa Kemin Energialla on 49 henkilöä ja sen toimitusjohtajana on Anne Salo-oja. Yhtiön liikevaihto oli 15,0 M€ vuonna 2009. Kemin Energia vastasi vuonna 2009 177,6 GWh sähkönsiirrosta, joka oli edelliseen vuoteen verrattuna reilu 2 GWh enemmän. Kuvassa 3 on esiteltyä Kemin Energian organisaatio. /13/



Kuva 3. Organisaatiokaavio /12/

3. BIOPOLTTOAINEET

Biopolttoainetta saadaan valmistettua elävistä organismeista. Biopolttoaineen keräys tapahtuu maapallon pinnalla esiintyvistä biomassasta. Biopolttoaineesta tekee kestävän kehityksen peruseriaatteen mukaista se että, biomassan lisäkasvatus tapahtuu suhteellisen lyhyessä ajassa. /4/

3.1. Turve

Turve on tärkeä energiavaranto. Se on alkanut muodostua kuolleista kasvin osista maatumalla, kun olosuhteet ovat olleet kosteat. Turvekerros muodostuu, koska hapenpuute ja runsas vesi piinaavat kasveja näin häiriten niiden hajoamista. Koska turpeen uusiutumisaika on noin 2000 - 3000 vuotta, se on määriteltu Suomessa hitaasti uusiutuvaksi. Energiatuotannossa on käytössä sekä pala- että jyrshinturvetta. Sopivimpia energiakäyttöön ovat juuri pitkälle maatuneet, ja tätä kautta runsaasti energiaa sisältävät keski- ja alakerroksien turve-esiintymät. Turpeen ollessa suuri energian tuottaja sen käyttö on silti varsin maltillista. Suomessa valjastetaan turpeen tuotantoon ainoastaan alle 1 % turvemaista, josta menee 90 % energiakäyttöön. Koko Suomen energiakulutuksesta makaa 6 % turpeen vastuulla. Turvemaita Suomessa on yhteensä noin 9 miljoonaa hehtaaria, joista turvetuotantoon kelpaavien soiden määrä on arvioilta 1,4 miljoonaa hehtaaria. Energia saadaan pääosin koottua Lapin, Pohjois-Pohjanmaan, Pohjois-Karjalan sekä Kainuun maakunnista. Kuten muutkaan energiamuodot, ei turvekaan ole täysin ongelmaton ratkaisu. Turpeesta muodostuu hiilidioksidia, rikkidioksidia, typen oksideita sekä pölymäistä tuhkaa raskametalleineen. Silti sen arvostus on hyvä johtuen sen toimitusvarmuudesta ja hyvästä laadusta kotimaisena polttoaineena. Kuvassa 4 on esiteltyä turvesuo ojituksineen. /9/



Kuva 4. Turvesuo /25/

3.2. Hake

Metsästä energiakäyttöön tulevalle hakkeelle käytetään yleisnimitystä metsähake. Hake on metsästä saatavissa oleva edullinen, puhdas ja kotimainen energialähde. Maataloudessa, teollisuudessa sekä kunnallisissa kiinteistöissä merkittävästi kasvanut lämmitystapa on hakkuutähteistä ja rankapuusta haketettu polttoaine. Hakelämmitys on erinomainen ratkaisu tilanteisiin, joissa polttoaine on omasta takaa ja sen kerääminen hoituu omatoimisesti. Kiinteistöjen nykyaikaiset automaattiset puulämmityslaitteet käyttävät aluelämpölaitosten sekä teollisuuden lämpö- ja voimalaitosten ohella koneellisesti hakattua puuta eli haketta. Haketta (kuva 5) valmistetaan karsituista rungoista sekä raivauspuusta ja hakkuutähteistä. Murskaimella pienennetyt kannot ovat peräisin hakkuualoilta ja tienrakennustyömailta. /16/



Kuva 5. Kotimaista energiahaketta /31/

3.3. Puun kuori

Kuoreksi kutsutaan puun rungon, oksien sekä juurien ulkommaista kerrosta. Puun kokonaispainosta kuoren osuus on huomattavan suuri noin 10 - 15 %. Riippuu puulajista, minkälainen kuoren rakenne ja määrä ovat. Puun kuori on merkittävä energiavara. Esimerkiksi Rauman Energialla voimalaitoksen pääpolttoaineena ovat puunkuori ja erilaiset hakkuutähteet. /21/, /22/, /30/

Kuori yksinäänkin luetaan puuenergiaksi. Suomessa käytettiin vuonna 2009 yhteensä 13,5 miljoonaa kuutiota puuenergiaa, josta noin 40 % eli 5,4 miljoonaa kuutiota oli puunkuorta. Metsähakkeen ja puun kuoren käyttöaste puuenergiana oli vuonna 2009 samaa luokkaa. Käytettäessä puun kuorta polttoaineena joko voimalaitoksessa tai teollisuudessa sen murskaaminen on järkevintä. Murskaamalla puun kuoresta saadaan puhtaampaa ja lisäksi sen myyntihinta nousee. Kuvassa 6 esiteltynä koivun kuorta, jota kutsutaan myös nimellä tuohi. /21/, /22/, /30/



Kuva 6. Koivun tuohi /6/

4. VAATIMUSMÄÄRITTELY

Työtä aloittaessa päätettiin tehdä rajausta siitä, mitä työllä haetaan ja mihin lopputulokseen haluamme päätyä. Vaatimusmäärittelyn oli tarkoitus olla ohjaamassa itse työtä sekä laitteiston toimittajia oikeaan suuntaan. Biopolttoainekasojen tilavuusmittaukselle sopivinta mittaustekniikkaa selvittäessä tarkasta määrittelystä oli apua kun rajattiin pois epäpäteviä vaihtoehtoja. Mittaus tapahtuu vastaanottohallissa, joka on ulkotiloissa vailla lämmitystä tai eristystä. Mittauslaitteisto tulisi olemaan täysin säiden armoilla. Sumu ja pakkanen ovat talvella haittaamassa mittauksen tarkkuutta. Kesäolosuhteet eivät niinkään tulisi haittaamaan mittausta, vaikka laitteistolle on annettukin lämpötilankeston puolesta yläraja-arvot. Sumua esiintyy hallissa useasti, johtuen biopolttoaineen ja hallin sisäilman välisestä lämpötilaerosta. Kuvassa 7 on kuvattu ulkohalli, jossa näkyy kolakuljetin lastausovelta kuvattuna. Kyseisessä kuvassa hallissa vallitsee optimaaliset olosuhteet mittausta ajatellen.



Kuva 7. Vastaanottohallin kolakuljetin

Polttoaine kuskataan sisään vastaanottohallin päätyovista (kuva 8), jonka jälkeen kolakuljettimille lastattu biopolttoaine alkaa kulkea eteenpäin kohti repijäteloja. Tästä hitaasti etenevästä polttoainemassasta olisi tarkoitus saada reaaliaikainen mittaustieto. Mittauksella ei lähdetty hakemaan äärettömän tarkkaa tulosta, vaan suuntaa-antava tieto riittäisi. Jokainen kuljetin kuljettaa omaa massaansa ja jokaisessa kuljettimessa on tilanteesta riippuen tietty määrä materiaalia. Näistä neljästä kuljettimesta olisi saatava mitattua tilavuus erillisinä tietoina.



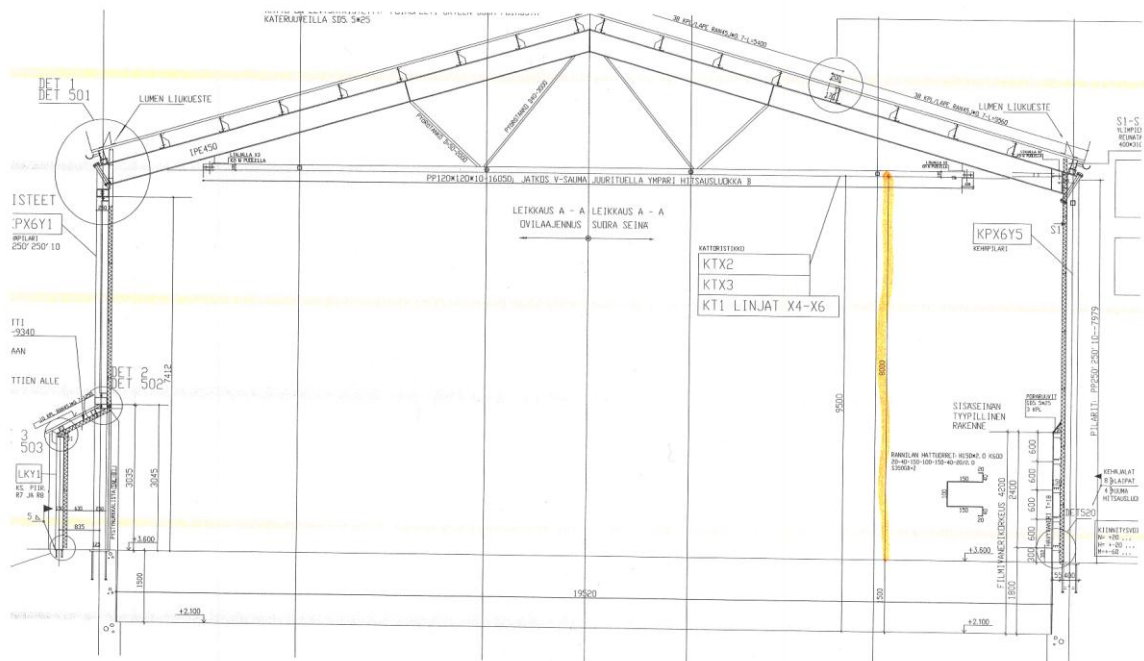
Kuva 8. Vastaanottohalli

Mittaustieto tulisi toimittaa Siemensin logiikkaan 4-20 mA viestinä. Vaihtoehtona olisi Netcontrollin valvomojärjestelmä, jonne tieto pitäisi saada lähetettyä. Laitteiston asennukselle oli olemassa omat vaatimuksensa. Rekkojen sekä pyöräkuormaajien pitäisi pystyä purkamaan ja tuomaan kuormia halliin ilman, että mittausjärjestelmästä koituu niille harmia. Vaihtoehtoja kuorman purulle on useita. Rekat voivat ajaa suoraan vastaanottohallista sisään ja purkaa kuorman ajamalla kolakuljetinta pitkin hallin perälle, tai vastaavasti, jos tilaa ei ole tähän ole, niin purku tapahtuu pyöräkuormaajalla (kuva 9). Jos laitteisto päädyttäisiin asentamaan hallin kattoon, tarkoittaisi se sitä, että laitteistolla tulisi maanrajaan mittausetäisyydeksi kahdeksan metriä.



Kuva 9. Kolakuljettimen täyttö

Kuvassa 10 on esitelty vastaanottohallin mitat. Hallin mitat lähetettiin laiteoimittajien tarkasteltavaksi samoin kuin muutkin kuvat. Hallin mittoja tarkastellessa toimittajat voisivat suunnitella alustavasti laitesijoittelua.



Kuva 10. Vastaanottohallin mitat

5. TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Työssä ei ollut tarkoitus päästä aivan äärimmäisen tarkkoihin mittaustarkkuuksiin, vaan ennemminkin hakea mittauksen luotettavuutta. Esiselvityksen tarkoituksena oli kartoittaa tarjolla olevia vaihtoehtoja, ja etsiä laitteisto biopolttoaineiden mittaukselle. Työssä jouduimme ottamaan huomioon toimintaympäristön. Se luo omat vaatimuksensa sekä turvallisuuden että laitteiston toimivuuden kannalta.

5.1. Turvallisuus

Vaarojen tunnistaminen ja arviointi yhdessä ennaltaehkäisevän työn kanssa ovat ensisijaisen tärkeitä tehdasympäristössä. Vaaroista ja haitoista tiedottaminen samoin kuin erityiset turvallisen toiminnan ohjeet tulee olla saatavilla asianmukaisesti. Erityisesti puhuttaessa sähköalan turvallisuudesta voidaan todeta perusvaatimusten olevan kirjattuna sähköturvallisuuslakiin. Laitteisto on korjattava ja suunniteltava niin, ettei siitä aiheudu hengenvaaraa. Sitä on myös huollettava ja käytettävä samojen periaatteiden mukaan. Jotta pysytään tavoitteessa, vaaditaan laitteistojen suunnittelijoilta, rakentajilta, korjaajilta ja käyttäjiltä korkeaa ammattitaitoa sekä lukuisten ohjeiden ja säädösten hallintaa. /26/, /29/

5.2. Laitteiston sijoittelu

Työn toimintaympäristö on ulkohalli, jossa ei ole erillistä lämmitystä. Se asettaa laitteistolle omat vaatimuksensa. Laitteiston valinnassa on otettava huomioon Suomen talven vaihtelevat olosuhteet. Pakkanen voi kieriä jopa 40 asteeseen, ja taas kesällä ollaan jopa saman verran plusasteilla. Esimerkiksi lämpötilan vaihtelusta aiheutuva sumu on huomionarvoinen seikka ratkaistaessa mittauslaitteiston kohtaloa. Vastaanottohallin korkeus on 8 metriä ja yhdellä kolakuljettimella on pituutta 24 metriä, joten tämäkin on otettava huomioon. Ei ole kyse mistään aivan pienestä mittauksesta. Hallin 8 metrin korkeus vaikeuttaa asiaa siinä mielessä, että sumuraja on noin 6 metrissä, eikä muuta kiinnityspaikkaa antureille ja mittalaitteille hallin katon lisäksi ole. Syy miksi laitteistoa ei

voida asentaa sumurajan alle esimerkiksi 4 metriin on se, että rekkojen on pystyttävä purkamaan kuorma ongelmitta hallin sisätiloissa.

6. BIOPOLTTOAINEIDEN TILAVUUDEN MITTAAMISEEN SOVELTUVIA TEKNIIKOITA

Tilavuus on kiinteiden aineiden fysikaalinen muoto, joka voidaan määrittää erilaisten kokeellisten tekniikoiden avulla. Saatu arvo on todennäköisesti riippuvainen käytetystä tekniikasta. Analyytikon on selvitettävä mitä tiheyttä tai määrää haetaan, jotta voitaisiin valita sopiva mittaustekniikka. Tilanne on aivan erilainen mitattaessa neliölaatikkoa, verrattuna esimerkiksi opinnäytetyössä käsiteltävän biopolttoaineen tilavuuteen. Haasteen työhön osaltaan antaa myös se, että tarkkoja rajapintoja ei ole, vaan polttoainekasojen koko on kuin veteen piirretty raja, joka muuttuu kokoajan. Kyseisessä mittauksessa on pois suljettava esimerkiksi massaan perustuva tilavuusmittaus, koska aineen lämpötila ja kosteus eivät ole vakiot johtuen olosuhteista. /3/, /11/

Markkoinoilla on useita erilaisia antureita sekä skannauslaitteita, joilla saadaan mittaustietoa. Kolakuljettimen koko luo omat haasteensa mittaukselle, koska hyvin useasti esimerkiksi laserskannereilla X-suuntainen mittaussleveys on rajattu hyvin usein 600 mm:iin.

6.1. Kapasitiiviset kytkimet

Antureita käytetään eri suureiden mittaukseen. Anturi on laite, jolla muunnetaan fysikaalinen suure joksikin toiseksi fysikaaliseksi suureksi. Yleensä tämä operaatio tapahtuu sähköisesti. Antureiden tärkeimpänä toimenpiteenä voidaan pitää sen kohdetta kuvaavan tiedon hankintaa. Tässä osiossa esittelyssä on kapasitiivinen kytkin. Kapasitiivisen anturin toiminta perustuu piiriin, joka korkeataajuisesti värähtelee, ja jonka kondensaattori muodostaa aktiiviseen anturipintaan vaihtosähkökentän. Esineen tai asian lähestyessä kenttää kapasitanssiin syntyy epätasapaino, jonka seurauksena värähtely piirissä voimistuu. Värähtelyn ylittäessä tietyn rajan kytkentäsingaali syntyy. Kapasitiivisillä antureilla on mahdollista toteuttaa esimerkiksi biopolttoaineiden tilavuusmittaus. Antureilla voimme havainnoida polttoainekasojen korkeutta, ja tämän avulla määrittää tilavuuksia. Jatkuvalla rajapinnanmittauksella saamme nopean

mittaustiedon kohteesta. Kuvassa 11 oleva kapasitiivinen anturi tunnistaa ei-metallisia sekä metallisia esineitä. Anturi pystyy tunnistamaan kosketuksetta esimerkiksi puun, veden ja muovin. Kuvassa 11 esiteltynä Omronin valmistama kapasitiivinen anturi. /19/, /23/, /27/



Kuva 11. Omron E2K-C kapasitiivinen anturi /19/

6.2. Laserskannaus

Laserskanneri on laite, jolla on mahdollista muutamassa sekunnissa saada moniulotteinen kuva pc-näytölle vaikka esimerkiksi matkapuhelimesta. Kuvaa voidaan muotoilla uudelleen tai sitä voidaan kääntää ja tarkastella joka kulmasta. Käyttökohteita laserskannauksella on rajattomasti. 3D-laserskannaus nousi esiin yhtenä vaihtoehtona toteuttaa mittausjärjestelmä. Toiselta nimeltään laserkeilaus on aktiivinen optinen mittausjärjestelmä. Mittausjärjestelmässä mittauslaitteesta lähetetään mittaussignaaleja kohteeseen, jonka jälkeen laitteessa oleva vastaanottosensori mittaa kohteesta takaisin heijastuneen signaalin määrän. Laitteen käyttö ei rajoitu pelkästään valoisiin tiloihin, koska ympäristön valoa ei käytetä missään vaiheessa osana mittauksia. Laserskannereissa on tänä päivänä optiona mahdollisuus liittää laite Ethernet-verkkoon. /17/, /18/, /23/

Laserskannereita on olemassa myös 2D-skannaukseen. Laitteet toimivat samalla periaattella kuin kehittyneemmät 3D-sisarensakin. Skanneri mittaa etäisyyttä kohteeseen

nähdän.

/17/,

/18/,

/23/

6.3. Valoverhot

Yksi käyttökelpoinen järjestelmä on valoverhot. Niillä voidaan erinomaisesti mitata ja tunnistaa kappaleita koon sekä muodon perusteella. Mittaavan valoverhon toiminta perustuu infrapunasäteisiin. Valoverhot lähettävät infrapunavaloa ja kohde ottaa sitä vastaan rajapinnassaan ja näin olleen saadaan kuva tuotteen tai tavaran fyysisestä koosta. Valoverhot koostuvat valoverholähettimestä ja –vastaanottimesta. Valokennomittaus perustuu myös samaan lähetin-vastaanotin-toimintaan ja onkin toiminnaltaan samantyyppinen. Valoverhoja voi sanoa nopeiksi. Lisäksi ne pystyvät kosketuksettomaan mittaukseen hyvinkin suurilla toimintaetäisyyksillä. /8/

6.4. Ultraäänimittaus

Useissa pinnanmittaussovelluksissa vaaditaan kosketuksetonta ja esimerkiksi säiliön päällä tapahtuvaa mittauksia. Tällaisissa tapauksissa ultraäänimittaus on suosittu ratkaisu. Mittauksessa lähetetään äänipulssi, jonka kulkuaikaa ääntä heijastavasta pinnasta ultraäänianturin pintaan mitataan. Ultraääniluotaimet lähettävät laitteesta riippuen tietyllä taajuudella olevaa ääntä mitattavaan kohteeseen. Signaali heijastuu kohteen epäjatkuvuuskohdista takaisin. Tällaisia ovat esimerkiksi kappaleen ulkopinnat tai säröiset kohdat. Onnistuakseen ultraäänimittauksen edellytyksenä on kaiun havaitseminen mitattavasta kohteesta. Tämän takia materiaalit, jotka ovat huokoisia eivät aina aikaansaa riittävää kaikua vaan ne absorvoivat ja näin ollen etäisyyttä ei saada mitatuksi. Materiaalit, joilla tulee todennäköisesti ongelmia mittauksissa ovat äänieristyslevyt, matot, verhot sekä pahvit. Ultraäänen voidaan kutsua olevan mekaanista aaltoliikettä. Ultraäänimittauksessa periaatteena on anturiparin toiminta, jossa on sekä lähetin että vastaanotin. Lähetin saa aikaan ultraäänen taajuudella olevaa äänialtoa. Lähetinaallon kohdatessa materiaalien eri rajapintoja on seurauksena niin sanottu heijastuminen, jota pystytään analysoimaan vastaanottimen avulla. Materiaalien pintojen etäisyydet voidaan päätellä takaisinheijastusajasta. /10/, /14/, /15/, /24/, /28/

7. BULKSCAN

Laserskannaus on biopolttoaineen mittausvaihtoehtona erinomainen. Helppokäyttöisyys sekä useat käyttösovellukset tekevät laitteesta kiinnostavan.

7.1. Teoria

Bulkscan-järjestelmä mittaa kuljettimien ohivievän irtotaravan ja määrittää varastointia varten materiaalin määriä. Laitteen toiminta perustuu 2D-skannaukseen. Mittausjärjestelmä havainnoi ympäristöään kaksiulotteisesti laserskannerin tapaan. Mitatut arvot voidaan sitten käyttää valvonta- ja säätötoimintoja varten. /5/



Kuva 12. LMS ulkotila versio /5/

7.2. Mittausperiaate

LMS anturien (kuva 12) toiminta perustuu laservalon kulkuajan mittaukseen. Lasersäteen pulssipalkki on mittauksen ”tuntoanturi”. Jos se havaitsee objektin (irtotavara), se heijastuu, ja heijastus rekisteröityy skannerin vastaanottimeen. Impulssin lähettämisen ja vastaanottamisen välinen aika on suoraan verrannollinen skannerin ja objektin etäisyyteen.

Lasersäteen pulssi taipuu sisäisesti niin, että viuhkamainen skannaus on tehnyt ympäröivän alueen. Valitun kohteen ääriviivat on määritelty järjestyksessä impulsseja vastaan. Skannerin 2-ulotteinen korkeuskäyrä tiedot siirretään LMI-arviointiyksikköön RS422-dataliittimen kautta. Tilavuus tai etenkin läpäisy aika voidaan määrittää yhdistämällä nämä tiedot muiden tunnettujen määrien, kuten esimerkiksi hihnanopeus (pulssianturi tai analogia-arvo) tai irtotavaran tiheys (analoginen sisääntulo). Taulukossa 1 on esitelty Bulkscan mittausjärjestelmän tärkeimpiä teknisiä tietoja. /5/

Taulukko 1. Bulkscan mittausjärjestelmän tekniset tiedot /5/

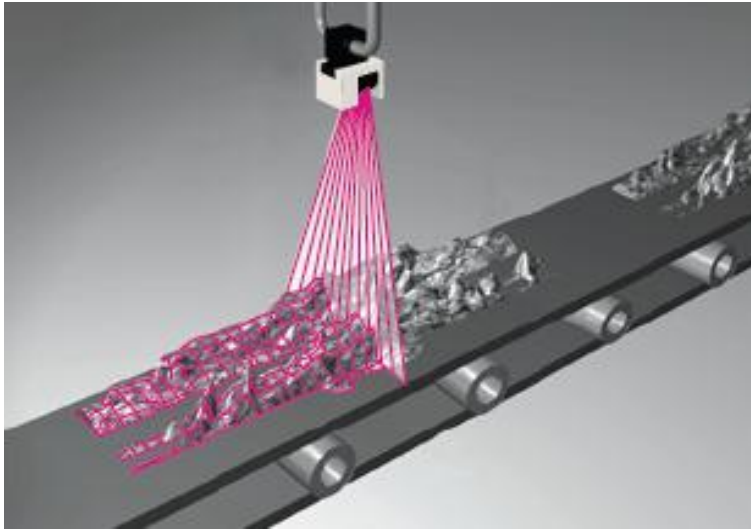
virtalähde :	24 V DC, 17/130 W
tarkkuus :	poikkeama $\pm 5\%$ ($\pm 3\%$ ihanteellisissa olosuhteissa)
kuljetin nauhanleveys :	max. 4 m
kaapelin pituus :	max. 500 m
ympäristön lämpötila :	-30..50°C
suojaus :	IP 65/IP 67
ulostulo :	1 analoginen 0/4..20 mA 3 digitaalista (rele) : · 1 kokonaismassan/kokonaistilavuuden · 2 raja-arvoa

ULOSTULOARVOT

Seuraavat lähtöarvot ovat suoraan saatavilla

- nykyinen tilavuusvirta [m³ / h] ja [mA]
- nykyinen suoritusteho [t / h] ja [mA]
- volume [m³] ja [mA]
- massa [t]
- raja-arvokytin. /5/

Lisäksi jokainen mittausarvo voidaan siirtää isäntäkoneeseen RS422-sarjaliitännän kautta. Kaksi ylimääräistä vapaasti ohjelmoitavissa olevaa binäärilähtöä ovat käytettävissä singnaalina raja-arvojen ylittymisestä tai vastaavasti alittumisesta. Järjestelmän parametrit on helppo asettaa käyttäen käyttöliittymäikkunaa. Kuvassa 13 on esitetty anturin sijoitus sekä anturin toimintatapa. /5/



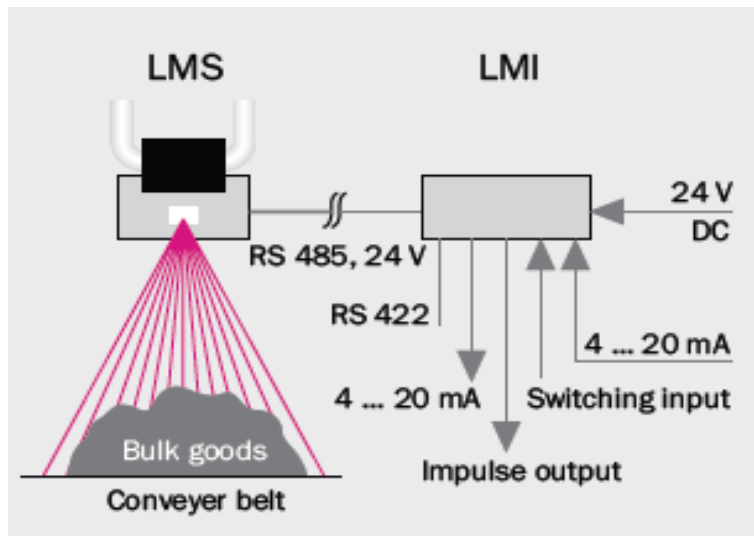
Kuva 13. Kuljettimen hihna-anturin sijoitus /5/

ESIMERKKEJÄ SOVELLUKSISTA

- kuljettimen hihnan nopeuden säätö suhteessa kuormaan
- kuorma-autojen, laivojen tai junien lastauksen seuranta
- määritellyn määrän kuljetuksen kirjanpito tai päivittäinen summa
- varastoidun irtotavaran tilavuuden määrittäminen. /5/

EDUT

- ei tuota kitkaa, kosketukseton mittaus
- suuri tarkkuus
- tärinän ja muiden ympäristötekijöiden kesto
- helppo esi- sekä jälkiasennus
- automaattinen tarkkailu sisäänrakennettuna. /5/



Kuva 14. Järjestelmän suunnitelu /5/

8. 3D-LEVELSCANNER

APM 3D-Levelscanner tarjoaa 3D-tasoskannerin, joka sisältää kehittynyttä teknologiaa tarkkoihin tilavuuden mittauksiin. Laite mittaa jauheiden varastointia siiloon ja kaikenlaisiin avoimiin koreihin. APM 3D-levelscanner mittaa tilavuuksia riippumatta materiaalin tyypistä, tuotteen ominaisuudesta, astian tai kontin koosta. Levelscanner työllistää kolmen joukkion antennija, jotka välittävät matalaa pulssia ja saavat pulssin siilon, astian tai kontin sisällöstä. Käyttämällä kolmea antennia laite ei mittaa ainoastaan jokaisen kaiun aikaa/etäisyyttä vaan myös sen suuntaa. Laitteen digitaalinen signaaliprosessori ottaa näytteet ja analysoi vastaanotetut signaalit. Erittäin tarkat mittaukset varastoidun sisällön tasosta ja määrästä luovat 3D-esityksen tuotteen todellisesta jakautumisesta. Tulokset voidaan näyttää sen jälkeen tietokoneen ruudulla. APM 3D-levelscanner (kuva 15) sisältää pölyä läpäisevää teknologiaa saavuttaen vertaamalla olevan asteen prosessin mittauksessa ja varaston hallinnassa. Laitteen fyysinen ulkoasu on esiteltyä kuvassa 9. /1/



Kuva 15. APM 3D-levelscanner /2/

8.1. 3D-Kartoitus

APM 3D-levelscanner mittaa lähes mitä tahansa tallennettua materiaalia monenlaisissa säiliöissä, mukaan lukien siilot, suuret avoimet astiat, irtotavaran varastotilat, varmuusvarastot sekä tavaravarastot. Se kartoittaa kertyneitä kuormia ja muita väärinkäytöksiä, jotka satunnaisesti muodostuvat ajan myötä. Tällä tarjotaan ratkaisu tähän ja moniin muihin aiemmin saavuttamattomissa olleisiin haastaviin sovelluksiin. 3D-esityksen sisältö tallentuu näytettäväksi etätietokoneen näytöltä. Taulukossa 2 on esitelty 3D-tasoskannerin tärkeimmät tekniset tiedot. /1/

Taulukko 2. 3D-tasoskannerin tärkeimmät tekniset tiedot /2/

ensisijainen käyttökohde :	kuiva-aineet
syöttöjännite	20..32 VDC
prosessin asennus :	laippa, asennushihna
prosessin lämpötila :	-40..+85°C
prosessin paine :	-0.2..1bar
signaali :	4-johdin 4-20 mA/HART/RS485/Modbus
päästö taajuus :	3 kHz – 10kHz
suojaus :	IP67
paino :	5.6 kg
erottelukyky :	10 µA
suhteellinen kosteus :	20..85%
tehonkulutus :	max 4VA; max 3 W

8.2. Sähköliitäntä

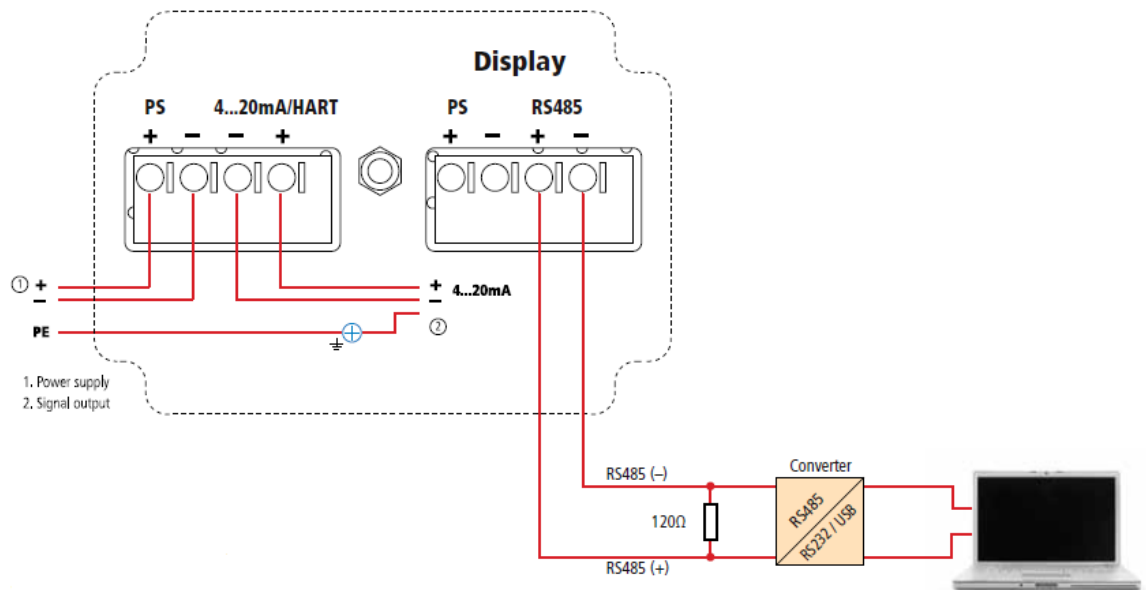
Virtalähde voi vaihdella laiteversioiden kesken. Räjähdyksvaarallisissa tiloissa on otettava huomioon asianmukaiset säädökset, vaatimuksenmukaisuus sekä antureiden ja virtalähteiden yksiköiden tyyppihyväksyntätodistuksen tyypit. /1/

8.3. Virtalähde

Virtalähde ja virtasignaali kuljetetaan kahdella erillisellä liitäntäkaapelilla. Ulostulosignaali on aktiivinen, joten PLC on määritettävä passiiviseksi. /1/

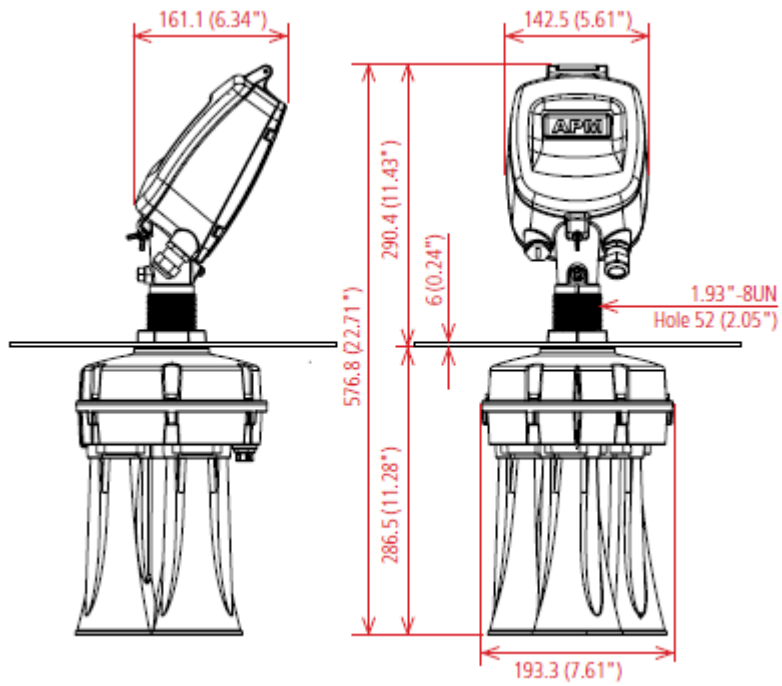
8.4. Liitäntäkaapeli

8..12 mm kaapelin halkaisija takaa tiivisteeseen eristyksen vaikutuksen. Jos sähkömagneettisia häiriöitä on odotettavissa, suositellaan kaapelin signaalilinjan turvatarkastusta. /1/

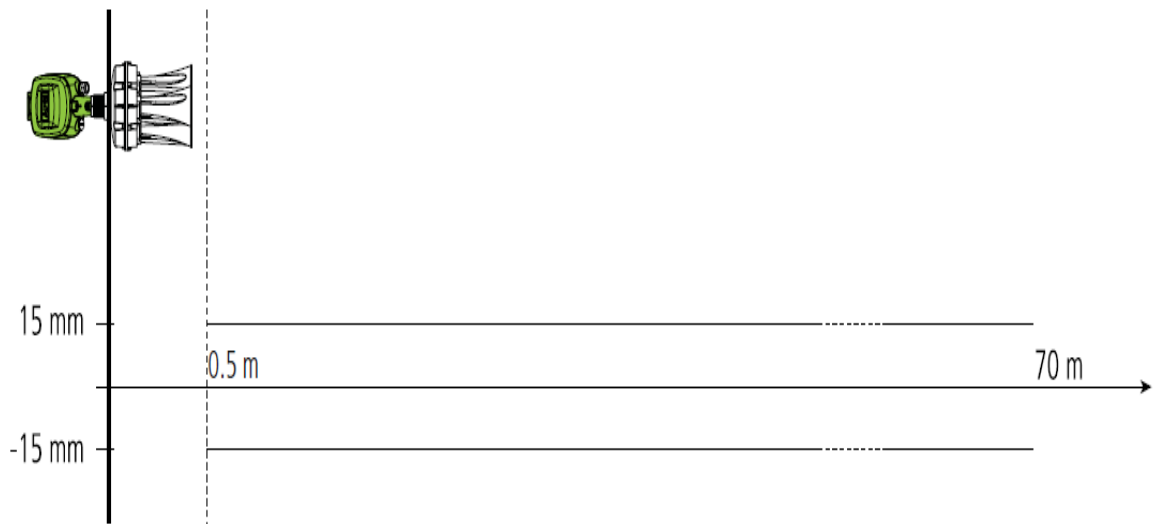


Kuva 16. 3D-levelScannerin kytkentäkaavio /2/

Kuvassa 17 on esitetty 3D-levelscanner:n fyysiset mitat. Kuva 18 puolestaan kuvaa samaisen laitteen mittausaluetta.



Kuva 17. 3D-levelScannerin mitat /2/



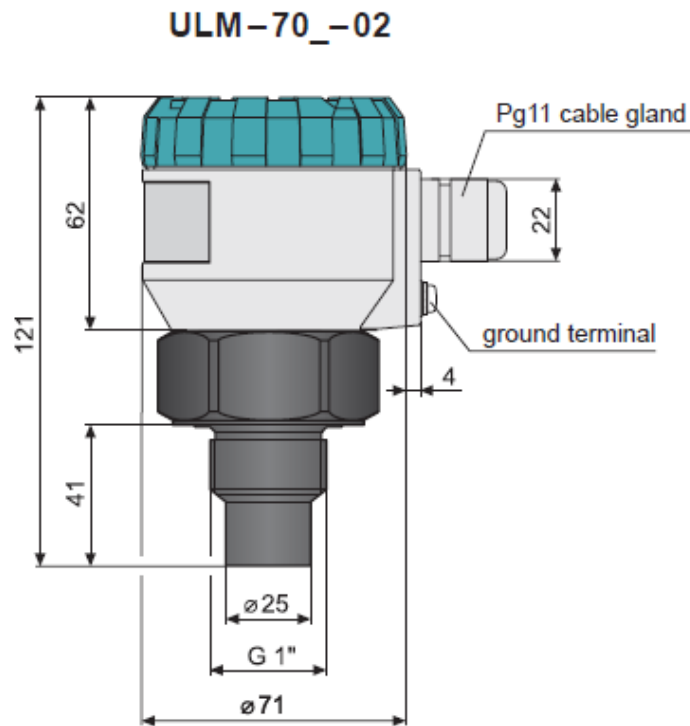
Kuva 18. APM 3D-Tasoskannerin tarkkuuspiirros /2/

9. DINEL ULTRASONIC LEVEL METER

ULM-ultraäänitasomittarit ovat kompakteja mittalaitteita, jotka sisältävät sähköakustisen muuntimen, keski-prosessorin ja näyttömodulin. Käyttämällä sähköakustista muunninta tasomittarit toimittavat järjestyksessä ultraäänipulsseja, jotka leviävät kohteen pinnassa. Muunnin saa takaisin heijastuvat ääniaallot, jotka ovat myöhemmin käsiteltävissä eletroniikkamodulissa. Älykäs arviointilohko suodattaa häiriösignaaleja, vertaa puhdistettua vastaanottosignaalia väärään heijastuskarttaan ja valitsee sopivan heijastuksen. Jakson aikana yksittäiset pulssit leviävät pinnasta takaisin mitatun lämpötilan säiliöön, jonka etäisyys pinnasta on laskettu. Tasomittarin ulostulo on säädetty korkeuden mukaan, ja mitattu arvo näkyy näytössä. Tasonäytöt soveltuvat erilaisten nestemäisten aineiden tason mittaamiseen. Ne voivat yhtäjaksoisesti mitata irtotavara-kiinteiden aineiden kanssa vähäisiä määriä pölyä. Laitteen virtalähtö (4..20mA) HART kommunikaatio protokollaan mahdollinen. /7/

9.1. Asennus

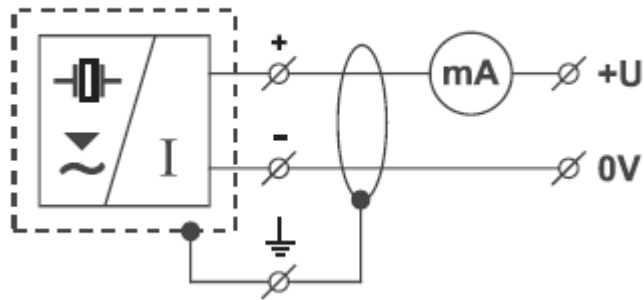
Tasomittari asennetaan säiliön kanteen käyttäen kiinnitysmutteria tai laippaa. Jos asennus tapahtuu avoimen kohteen (kaivot, altaat, jne.) ylle, asennuskorkeuden tulisi olla mahdollisimman lähelle odotettua pinnan maksimikorkeutta. Anturin (kuva 19) mittapään tulisi olla asennettuna kohtisuoraan mitattavaan aineeseen nähden. Vaahto mitattavalla pinnalla vaimentaa heijastuneen äänipulssin, mikä voi aiheuttaa häiriötä anturin toiminnassa. Jos mahdollista valitaan asennuspaikka, missä vaahtoa on mahdollisimman vähän pinnalla. Tämän lisäksi on tärkeää suojata mittari suoralta auringonvalolta. /7/



Kuva 19. ULM tasomittarin mittapiirrustukset /7/

9.2. Sähköliitäntä

Ultraäänitasomittari on suunniteltu liitettäväksi syöttöyksiköstä tai ohjaimen kautta kaapeliin, jonka halkaisija on 6-8 mm. Virtalähde voi olla stabiloitu jänniteyksikkö 18-36V DC. Jos laitteisto altistuu voimakkaalle sähkömagneettiselle häiriölle, syöttökaapeli on rinnakkain voimalinjan kanssa tai, jos kaapelin pituus ylittää 30 metriä suositellaan käytettäväksi suojattua kaapelia. Mittarin kytkentä on esitetty kuvassa 20. Taulukossa 3 on esitelty ULM-70 tekniset tiedot. /7/



Kuva 20. ULM tasomittarin kytkentä kuva /7/

Taulukko 3. ULM -70 tekniset tiedot /7/

mittausalue :	
ULM-70_-02	0,2 ... 2 m (0,2 ... 1 m)
ULM-70_-06	0,25 ... 6 m (0,25 ... 3 m)
ULM-70_-10	0,4 ... 10 m (0,4 ... 5 m)
ULM-70_-20	0,5 ... 20 m (0,5 ... 10 m)
syöttöjännite :	18...36 VDC
ulostulo :	4..20 mA (rajoitettu alue 3.9...20.5 mA) HART
erottelukyky :	< 1 mm
tarkkuus :	0,15 %
lämpötila virhe :	max 0.04 %/K
ympäristön lämpötila :	-30..+70°C
mittausjakso :	1...4 sekuntia
paino :	
ULM-70_-02	0.3 kg
ULM-70_-06	0.4 kg
ULM-70_-10	0.7 kg
ULM-70_-20	3.1 kg
muut tekniset tiedot :	U _i =30V DC; I _i =132mA; P _i =0.99W; C _i =370nF; L _i =0.9mH

10. PANTRON LIGHT BANNIER AMPLIFIER

Pantronin mallistosta on tarjolla anturitekniikkaa, joka käyttää hyväkseen useita eri antureita. Materiaalipintojen korkeuserojen mittaukseen soveltuva laite mahdollistaa pitkän lukuetaisyyden takia laajat mittausalueet.

10.1. Teoria

Valoveräjävahvistin ISM-sarja on suunniteltu erityisesti alueille, joissa on suuri vaihtelu tai erittäin likainen ympäristö, missä muiden valoverhojen kanssa tulee rajat vastaan. Laitteen toiminta perustuu infrapunavalokennotoimintaan. Järjestelmä sisältää vahvistimen, lähettimen sekä vastaanottimen. Etäisyydet ovat mahdollisia aina 60 metriin asti. Valoveräjä laitteisto sisältää 8-kanavaisen vahvistinyksikön sekä lähetinvastaanotinantureita, joilla mittaus onnistuu tehdä 8 erikorkuiselle materiaalikalasalle. Vahvistimia voidaan kytkeä lisää tarpeen mukaan jolloin myös niihin kytkettävien anturien määrä kasvaa, ja tätä myöten myös mittausalue laajenee. Kukin anturi antaa mittaustiedon ja nämä yhdistämällä voimme havainnoida esimerkiksi materiaalin tilavuutta. /20/



Kuva 21. Pantron ISM-8000 /20/

10.2. Tuotekuvaus

Anturin seuranta osoittaa virheilmoitukset LCD-näytössä. Kullekin kanavalle on omat infonäytöt, jotka osoittavat nykyiset asetukset ja suorituskyyvyt. Yksityiskohtaiset suorituskyyvyn ja virheiden tiedot on ilmoitettu diagnostiikan tilassa, jolloin vianetsintä helpottuu. Verhotilassa lähtösignaalit ovat yhden tuotoksen yhteenveto. Useita ISM yksiköitä voidaan synkronoida käyttämällä master slave -toimintoa, näin laitteisto on laajennettavissa jopa 40 toisista riippumattomaan valokeilaan. Testi tulos on ulkopuolisten testauslaitteiden toiminnalliseen testaukseen. Analoginen ulostulo taas mahdollistaa erilaisia mittauksia. Laitteessa on LED-valaistus lähtösignaalille, sekä osoitus jokaisen kanavan virhetilalle. Tuote sisältää tämän lisäksi hälytyksen symbolin, sekä hälytyksen ja vikatilän ulostulon. Tietokoneen käyttöliittymä etädiagnostiikkajärjestelmällä ja kauko-ohjelmoinnilla sisältyvät kokoonpanoon. Taulukossa 4 on esitelty ISM-8000 tekniset tiedot. /20/

8- kanavainen optoelektronikkaanturi :

- valvonta-alue jopa 60 m
- 4 automaattista toimintatilaa
- valoisa/pimeä kytkentä
- valoverhotoiminto
- testi- ja diagnostiikkatoiminto
- master-/slave-toiminto
- analogialähtö
- testitulos
- LCD-näyttö
- PC-liitäntä
- hälytyslähtö sekä anturin virhe ulostulossa. /20/

Taulukko 4.ISM-8000 tekniset tiedot /20/

kanavien lukumäärä :	8
multiplex nopeus :	34 ms
mittausalue :	10-60 m (riippuen lähetin mallista)
lähetys taajuus :	4 kHz
kytkentälähdöt :	60 VAC
vasteaika :	36 ms
syöttöjännite :	24 VDC
tehonkulutus :	6,5 W
käyttölämpötila :	-25 °C ... +50 °C (-13 °F ... +122 °F)
käyttötavat :	2 manuaalia / 4 automaattia
analogia ulostulo :	0 ... 10 V
mitat L x K x S :	106 x 95 x 58 mm

11. SOVELTUVAN MITTAUSTEKNIIKAN VALINTA

Laitteiston esiselvitys aloitettiin vaatimusmäärittelyn kirjaamisella. Vaatimusmäärittely sisältää mittauksen kannalta tärkeimmät ja oleellisimmat tiedot, joiden tarkoituksena on opastaa laitteistojen toimittajia suosittelemaan oikeanlaisia tuotteita. Määrittely piti sisällään laitteistovaatimuksia, sekä tilojen fyysisiä mittoja. Tarkempi esittely vaatimusmäärittelystä löytyy liitteestä 2.

Laitetoimittajille lähetettiin vaatimusmäärittely, jonka avulla esiselvitystä lähdettiin viemään eteenpäin. Laitetoimittajiin perehdyttiin huolella ja laitteistoon tutustuttiin yleisesti nettisivujen kautta. Sopivia vaihtoehtoja löytyi, ja näiden toimittajien kanssa keskustelu muuttui lähes päivittäiseksi puhelimen tai sähköpostin välityksellä.

Sintrol Oy:n sekä Sick Oy:n laitteistot herättivät mielenkiintoa. Kyseisillä toimittajilla oli laaja mallisto erilaisia mittausjärjestelmiä, ja he suosittelivatkin tuotettaan tähän mittaukseen. Valmistajia pyydettiin toimittamaan tarkemmat tiedot laitteistoista. Tietoja tarkasteltaessa huomattiin kyseisten laitteistojen soveltuvan hyvin mittaukseen. Ennen ostopäätöksen tekoa päätettiin asiaan perehtyä vielä tarkemmin. Yhdessä Kemin Energian kanssa selvitimme yrityksiä, joilla olisi ollut vastaavia laitteita tai laitteistoja käytössä. Saimme tietoomme toimituskohteet ja päätimme ottaa yhteyttä.

Laitesovellusten käyttäjät kertoivat avoimesti käyttökokemustensa hyvät ja huonot puolet. Tiedot olivat merkityksellisiä silmällä pitäen tulevia hankintoja. Laitteistonhankinnan suhteen oli tehty päätös kysyä Sintrol Oy:ltä laitteistoa testaukseen. Laitteiston testaus tapahtuisi samoissa tiloissa, joihin hankittava laite tultaisiin asentamaan tulevaisuudessa. Toimitusajat laitteiston valmistajasta riippuen olivat neljästä kahdeksaan viikkoa. Pyysimme tarjouksen tuotteesta sekä testaamisesta ja asennuksesta aiheutuvista kuluista.

Tarjouksen saatuamme sovimme palaverin pidettäväksi laitehankintaan liittyen. Palaverissa tulisi käsitellä laitteiston hankinnan laajuutta. Esiin nousi kysymys, tulisiko mittaus olemaan joka kuljettimella vai vain osassa. Laitteistot ovat hankinta hinnaltaan suhteellisen kalliita, joten esimerkiksi kahden kuljettimen jättäminen vaille mittausta olisi

vaihtoehtona mahdollinen. Kuluja saisi laskettua lähes 50 prosenttia tällä toteutusmallilla. Selvitysten perusteella mittausjärjestelmänä parhaiten palveleva olisi ultraäänimittaus. Työn edetessä karsimme yhteydenottoja niin, että suosimme niitä laitetoimittajia, jotka mainitsivat mallistonsa sisältävän kyseisiä mittauslaitteita. Mittauksemme oli sen verran ainutlaatuinen, että törmäsimme usein tilanteeseen, jossa meille ei osattu tarjota sopivaa laitteistoa. Vaatimusmäärittelymme auttoi selventämään tilannetta, jossa puhelimen välityksellä annettu informaatio ei ollut riittävä. Tekemämme vaatimusmäärittely käännettiin myös ulkomaantehtaille, josta meille osattiin kertoa, olisiko heidän tuotteensa soveltuva kyseiseen tehtävään. Sintrolin tuote oli ensisijaisena laitteistovaihtoehtona työn alkumetreiltä asti. Pidimme laitteistoa erittäin kehittyneenä ja teknisesti mittaukseen sopivana tuotteena.

Sick Oy:n ottaessa yhteyttä emme olleet saaneet vielä mitään laitetta testaukseen. Laitetoimittaja halusi tulla seuraamaan mittausprosessiamme. Olimme selostaneet vaatimusmäärittelyn puhelimessa, sekä tarkentaneet sähköpostin välityksellä mittauksen ulkoasua ja mittausteknisiä vaatimuksia. Sovimme ajankohdan, jolloin heidän yhteyshenkilönsä saapuisi Kemiin. Vaatimuksena tapaamiselle oli se, että biopolttoainekuorman purku tulisi tapahtua samaan aikaan. Tällä keinoin yhteyshenkilö pääsisi sisälle siitä, mistä on kysymys, ja mitä rajoituksia kuormien purku toisi mittauslaitteistojen sijoitteluun. Sick Oy:ltä aiottiin olla yhteydessä tehtaalle uudestaan. Asia vaati lisäselvitystä, ja meihin luvattiin ottaa yhteyttä. Vaatimusmäärittelyssämme oli maininta ulkotiloissa tapahtuvasta mittauksesta. Olimme asiaan liittyen yhteydessä toimittajiin, koska useimmat meille tarjotut laitteet eivät salli yli 30 asteen pakkasta. Laitteet alkavat pakkasen noustessa oikuttelemaan, ja mittaustulos voi alkaa niinsanotusti ryömimään, eli mittauksiin alkaa tulla viivettä. Kyseistä asiaa ei kuitenkaan koettu häiritseväksi tekijäksi.

Olimme edenneet lopputyössä siihen vaiheeseen, että oli aika suositella tuotetta. Mielestäni Sintrolin 3DLevelscanner on valinnan arvoinen vaihtoehto. Tuote on laadukas ja uskon sen toimivan ilman mitään suurempia ongelmia. Selvitimme kuinka vastaava tuote on aikaisemmin toiminut muissa tilavuuden mittaus kohteissa. Tuotteen hankkineilla oli hyvää sanottavaa, ja se kannusti minuakin suosittelemaan laitetta Kemin Energialle. 3D-

skannauslaitteesta kertoneilla oli takanaan reilun vuoden kokemus tuotteesta, joten saotin rauhallisin mielin suositella mittausjärjestelmää muillekin. Ainoat negatiiviset asiat liittyivät laitteen kalibrointiin. Kalibroinnissa esiintyneet ongelmat oli saatu kuntoon pienellä vaivalla, joten tälläkin sektorilla tuote koettiin varsin luotettavaksi. Asia jää Kemin Energian päätettäväksi, mutta lopputyön aikana saamieni kokemusten ja selvitysten perusteella voin suositella laitteistoa biopolttoaineen mittaukselle. Laitteiston hankinta tulee olemaan yritykselle kallis sijoitus kohti mittausteknisesti parempaa huomista, joten on ymmärrettävä jättää pois hätiköidyt ratkaisut. Uskon Kemin Energian olevan erityisen tyytyväisiä tuotteeseen, jos he päätyvät valinnassaan suosittelemaani laiteratkaisuun.

12. YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä esiselvitys biopolttoaineen tilavuusmittaukseen liittyen. Tehdasympäristössä merkittävän mittauksen tärkeys korostui työssä. Laitetoimittajien kanssa asiasta keskustelu tuotti tuloksia ja löysimme etsimämme tuotteen. Kemin Energia saa lopputyön avulla valittua heille parhaiten soveltuvan laitteiston, ja tätä kautta mittaustekniset asiat uudelle tasolle. Laitteiston testaus ja käyttöönotto ovat ajankohtaisia tulevan kesäseisokin aikana.

Esitetyistä laitteistoista löytyy sovellukseen erinomaisia vaihtoehtoja. Tuotteet ovat hieman erityyppisiä riippuen valmistajasta, mutta asennettuna ja kalibroituna tuovat saman lopputuloksen. Käyttöönotossa tulee huomioida laitteen kalibrointi tilojen mukaan, sekä kuljettimien sijainti toisiinsa nähden.

Suosittellemallani Sintrolin laitteistolla on puitteet hoitaa mittaus laadukkaaksi. Ainoastaan tilojen pölyisyys sekä lämpötilaeroista johtuva sumu voivat haitata mittausta aika-ajoin. Suositukseni taustalla ovat osaltaan vastaavan laitteiston omistajien käyttäjäkokemukset sekä lopputyön aikana saamani näkemys asiasta.

Lopputyö antoi minulle mahdollisuuden olla yhteydessä erilaisiin yrityksiin sekä laitetoimittajiin. Koin työn erittäin mieleiseksi ja omaksi. Työssä korostui vuorovaikutuksen merkitys, koska suuri osa itse selvitysvaihetta tehtiin puhelin keskustelun avulla. Esiselvitys oli haastavaa, mutta palkitsevaa työtä.

13. LÄHDELUETTELO

- /1/ Apm-solutions kotisivu, [WWW-dokumentti], [www.apm-solutions.com], 7.3.2011.
- /2/ APM Tecnical datasheet, 15.3.2011.
- /3/ Azonano kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=2637&lang=fi>], 1.2.2011.
- /4/ Biopolttoaineet kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.biopolttoaineet.fi/?Biopolttoaineista>], 2.3.2011.
- /5/ Bulkscan product information, 12.2.2011.
- /6/ Cartinafinland kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.cartinafinland.fi/fi/picture/11643/Koivun+tuohi.html>], 18.4.2011.
- /7/ Dinel kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.dinel.cz/uploads/pdf/100202121017-ulm-70-dat-en.pdf>], 12.4.2011.
- /8/ Dosmar kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.dosmar.fi/fi/products.php?k=14812>], 18.2.2011.
- /9/ Energiateollisuus kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkontuotanto/turve>], 2.3.2011.
- /10/ Forsberg, Kimi, Putkitelan kuorimuodonmuutosten mallinnus, [WWW-dokumentti], [<http://innoforest.tkk.fi/Kimi.Forsberg.DT.pdf>], 18.4.2011.
- /11/ Ilmatieteen laitos kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://ilmatieteenlaitos.fi/lampotila-ja-kosteus>], 12.2.2011.

/12/ Kemin Energia vuositiedote 2011, 2.4.2011.

/13/ Kemin energia Oy kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.keminenergia.fi>], 27.3.2011.

/14/ Kettunen, Jari, Inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden yhteys NDT-tarkastusten luotettavuuteen, [WWW-dokumentti], [http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/27/051/27051514.pdf], 18.4.2011.

/15/ Metsoendress kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.metsoendress.com/MetsoEndress/eh.nsf/WebWID/WTB-050420-2256F-312C9>], 18.4.2011.

/16/ Metsäkeskus kotisivu, [WWW-dokumentti], [http://www.metsakeskus.fi/web/fin/palvelut/puuenergia/puupolttoaineet/hake_lisatiedot.htm], 2.2.2011.

/17/ Mitaten Finland kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.mitaten.fi/index.php/tuotteet/3d-laser-skannaus/konica-minolta/3d-laseskannerit.html>], 18.3.2011.

/18/ Nordic Geo Center kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.geocenter.fi/laserskannaus.html>], 7.3.2011.

/19/ Omron kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://omron.eu>], 11.4.2011.

/20/ Pantron kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.pantron.de>], 17.4.2011.

/21/ Puunjalostustekniikan osasto teknillinen korkeakoulu kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://puukemia.tkk.fi/fi/opinnot/kurssit/19-1000/luennot/L12.pdf>], 17.4.2011.

/22/ Rauman energia oy kotisivu, [WWW-dokumentti],

[<http://www.reoy.fi/page.asp?Section=11455&Item=11717>] 17.4.2011.

/23/ Sks Group kotisivu, [WWW-dokumentti], [<http://www.sks.fi>], 20.4.2011.

/24/ Sundelin, Timo, Kivimateriaalin tunnistus puunkäsittelyprosessissa, [WWW-dokumentti],

[<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6808/sundelin.pdf?sequence=3>], 18.4.2011.

/25/ Suomen luonnonsuojeluliitto kotisivu, [WWW-dokumentti],

[http://www.sll.fi/luontojaymparisto/vanhat-suosivut/threatened-mires/destroyedmire/image_preview], 27.3.2011.

/26/ Sähköala kotisivu, [WWW-dokumentti],

[http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Sahkotyoturvallisuus/fi_FI/Sahkotyoturvallisuus], 9.3.2011.

/27/ Tampereen teknillinen yliopisto kotisivu, [WWW-dokumentti],

[<http://www.mit.tut.fi>], 12.3.2011.

/28/ Toivokoski, Kari, Kaikumittaukset ultraäänellä, [WWW-dokumentti],

[<http://www.propelli.net/robot/articles/ultra.pdf>], 18.4.2011.

/29/ Työsuojeluhallinto kotisivu, [WWW-dokumentti],

[<http://www.tyosuojelu.fi/upload/tutsp-teollturvhallinta.pdf>], 9.3.2011.

/30/ Verho, Marianna, Hallan satamalaiturille laivapuusta karsiutuvan kuoren hyödyntäminen, [WWW-dokumentti],

[http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/20428/verho_marianna.pdf?sequence=1], 17.4.2011.

/31/ Yle kotisivu, [WWW-dokumentti], [www.yle.fi], 7.2.2011.

14. LIITELUETTELO

- Liite 1/3 Vaatimusmäärittely
- Liite 2/1 Kolakuljetin 1
- Liite 3/1 Kolakuljetin 2
- Liite 4/1 Kolakuljetin 3
- Liite 5/1 Kolakuljetin 4 polttoaineen purku
- Liite 6/1 Vastaanottohalli
- Liite 7/3 Vastaanottohallin mitat

Rainer Käkelä
Ilmarinkatu 8a2
94100 Kemi
050-5885170

VAATIMUSMÄÄRITTELY

Työn kuvaus :

Tehtäväni on luoda esiselvitys automaattisesta biopolttoainekasojen (turve, hake, puun kuori jne.) tilavuusmittauksesta. Työssä selvitän mittaustekniset vaihtoehdot automaattiseen biopolttoainekasojen tilavuusmittaukseen polttoaineen vastaanottohallissa. Polttoaine kuljetetaan hallin päätyovista sisälle jonka jälkeen kolakuljettimet kускаavat sen hallin toiseenpäähän, josta polttoaine repijätelojen avustuksella siirretään yhteiselle poikittaiselle kuljettimelle. Tarkoituksena olisi saada mitattua hitaasti liikkuvasta materiaalista tilavuus. Jokaiselta kuljettimelta olisi tarkoitus saada oma mittaustieto. Mittausten ei tarvi olla erityisen tarkkoja, suuntaa antava tarkkuus riittää. Tilavuus mittaus tulisi saada toimitettua Siemensin logiikkaan 4-20 mA tai suoraan Netcontrollin valvomo järjestelmään. Työn tulen tekemään Kemin Energia Oy:lle ja aikataulu työn valmistumiselle on huhtikuu 2011.

Käyttö olosuhteet :

Olosuhteet tilassa johon laitteisto tullaan asentamaan ovat täysin riippuvaiset ulkolämpötilasta. Hallissa ei ole minkaanlaista lämmitystä. Biopolttoaineen ja sisäilman välisen lämpöeron johdosta hallissa vallitsee aika-ajoin sumu, joka voi rajoittaa käytettävissä olevaa mittausten menetelmää. Vastaanotto hallinkorkeus on 8 metriä ja yhden kolakuljettimen mitat noin 24m x 5m

Yleistä :

Liitteenä pdf-kuvat hallista sekä kolakuljettimesta.



Hallin takaseinä kuvattuna lastausovelta



Biopolttoaineiden kuljetuslinja kuvattuna lastausovelta



Kolakuljetin 1



Kolakuljetin 2



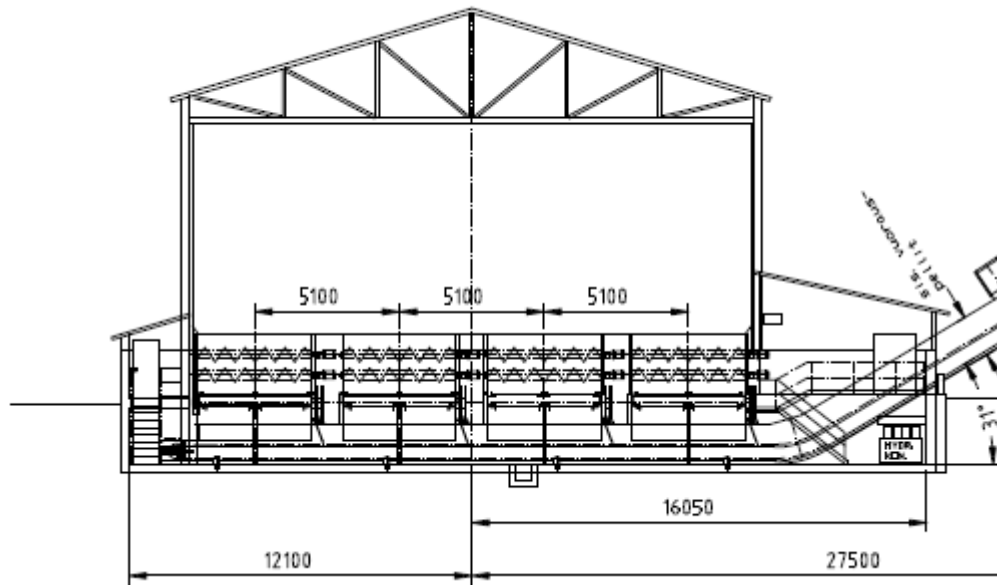
Kolakuljetin 3



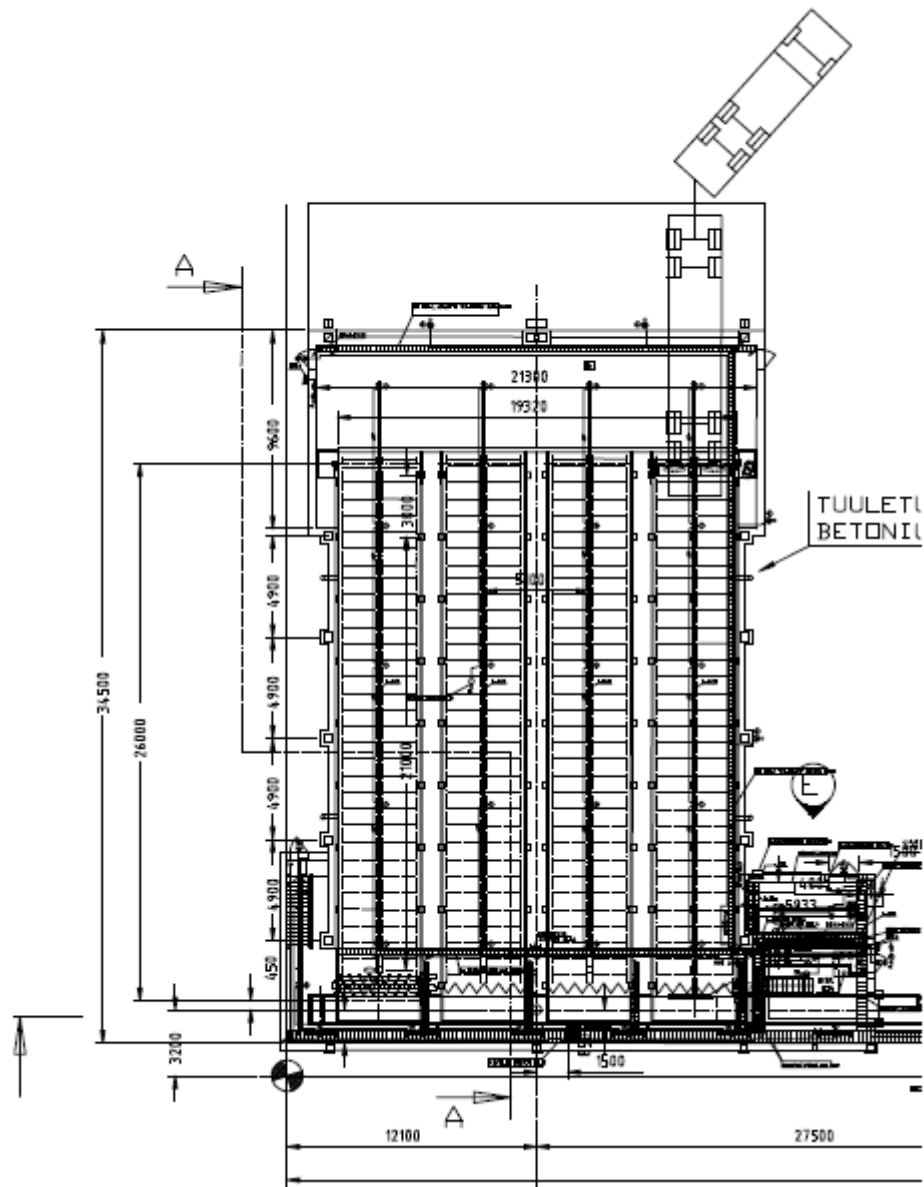
Kolakuljetin 4 polttoaineen purku



Vastaanottohalli



Vastaanottohallin mitat 2



Vastaanottohallin mitat 3