

Opinnäytetyö (AMK)
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantopainotteinen konetekniikka
2013

Mika Härkönen

SUURIKOKOISEN KAPPALEEN AUTOMAATTINEN MITTAUS TUOTANTOLINJALLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mika Härkönen

SUURIKOKOISEN KAPPALEEN AUTOMAATTINEN MITTAUS TUOTANTOLINJALLA

Nykypäivänä tuotteilta vaaditaan yhä parempia tarkkuuksia valmistusvaiheessa. Tekniikka on antanut mahdollisuuden siihen, että tuotteita pystytään mittaamaan yhä tarkemmin jopa niin tarkasti, ettei ihmissilmällä sellaista edes erota. Suuret kappaleet eivät ole poikkeus, ja tässäkin projektissa halutaan kahden millin tarkkuutta jopa 7 metriä pitkälle kappaleelle. Tarkalla mittatarkkuudella taataan tuotteen laatua ja luodaan hyvä pohja tarkalle jatkokäsittelylle.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda hytin automaattinen mittausjärjestelmä tuotantolinjaston loppupäähän ennen pakkausta. Mittausjärjestelmän ensisijainen tehtävä on mitata hytin koko profiilin leveys ja pituus. Mittausasemalla on tarkoitus seuloa mittatoleranssista ulkona olevat hytit takaisin linjalle korjattavaksi ja näin varmistetaan se, että asiakkaat saavat ainoastaan tarkasti mittatoleranssissa olevia hyttejä.

Antureina tässä projektissa käytetään Sitronicin Infracan led-antureita, jotka asennetaan rullarataan, joka myös suunniteltu tätä projektia varten. Opinnäytetyöni on osa Turku ammattikorkeakoulun KOMBAT-hanketta. Projektin pääpaikkana on Turun Koneteknologiakeskus, joka isännöi hanketta. Mittausaseman on tarkoitus valmistua STX Finland Cabinsin tiloihin Piikkiöön.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin suunniteltua mittausasema, joka saavuttaa asiakkaan toivomat tekniset vaatimukset. Vaikka mittausasema ei toteutunutkaan, voi tämän projektin tietoja hyödyntää tulevaisuudessa suurten kappaleiden mittaamisessa.

ASIASANAT:

automaattinen mittausjärjestelmä, led-anturi, mittausasema

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Bachelor of Engineering | Mechanical Engineering
date in for 13 May 2013 | 30 pages
Instructors: Antti Meriö and Pekka Törnqvist

Mika Härkönen

LARGE OBJECTS AUTOMATIC MEASUREMENT IN PRODUCT LINE

Nowadays better accuracies are needed in products in the manufacturing stage. Technology has made it possible that the products can be measured more accurately, even so accurate that the human eye cannot see. Large pieces are no exception and this project reaches two millimeter accuracy for up to 7 meters long pieces. Accurate measuring ensures product quality and a good basis for accurate follow-up treatment.

The purpose of this thesis is to create a cabin measuring station to end of the production line before packaging. The measurement system's primary task is to measure the entire profile of the cabin width and length. The measuring station is used to shift out the dimensional tolerances of the cabins back to the line for repairs, and this will ensure that customers receive only the precise dimensional tolerances of the cabins.

Measuring sensors used in this project were Sitronic's Infracan led sensors, which are installed in roller track, which will also be completed for this project. The study is part of the Turku University of Applied Science KOMEAT- project. The project is coordinated in Turku at Koneteknologiakeskus, and it is to be completed STX Finland Cabins spaces at Piikkiö.

Result of this thesis was designed measurement station, which reaches customer's technical requirements. Although the project is not fully implementing, the information about this project can be utilized in the future to measure large objects.

KEYWORDS:

measuring station, measurement system, led sensor

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
1.1 Mittauspaikka ja ongelman taustat	1
1.2 Projektin tavoitteet	2
1.3 STX Finland Cabins OY	3
2 LAITTEISTO	4
2.1 Infrascanin led-anturit	4
2.2 Anturin toiminta	4
2.2.1 Normaaliskannaus	6
2.2.2 Tuplaskannaus	7
2.3 Mittaustapahtuman tarkastelu	8
2.4 Mittauksen ulostulo	9
2.4.1 Normaalimittaus (NORMAL)	10
2.4.2 Yli kaiken (OVER ALL)	10
2.4.3 Suurin kappale (LARGEST BLOCKED AREA)	11
2.4.4 Tasoitusfunktio (SMOOTHING)	12
2.5 Antureiden asennuksessa mahdolliset ongelmat	13
2.5.1 Heijastukset	13
2.5.2 Ulkopuolinen valaistus	15
2.5.3 Vastaanottimen yli vahvistaminen	15
2.6 Antureiden rinnakkaiskäyttö	16
2.7 Rullarata	17
2.8 Pulssianturi	18
3 TOTEUTUS	19
3.1 Mittausaseman sijoitus	19
3.2 Mittausaseman toiminta	20
3.2.1 Rullaradan toiminta	20
3.2.2 Mittausjärjestelmän toiminta	23
4 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT	25
4.1 Led-antureiden testaus	25
4.2 Oman työn arviointi	28
4.3 Päätelmät	28

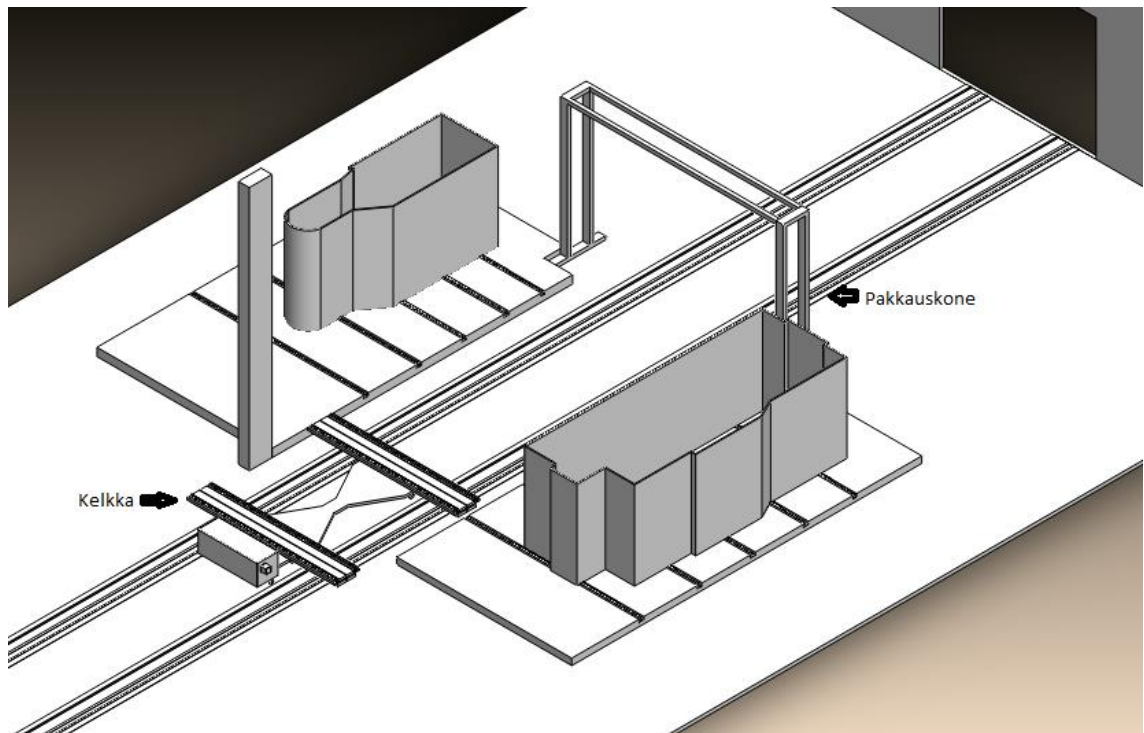
5 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30
LIITTEET	31

1 JOHDANTO

1.1 Mittauspaikka ja ongelman taustat

Mittausjärjestelmä sijoitetaan tehtaaseen tuotantolinjaston loppuun pakkauslinjastolle. Pakkauslinjaston molemmilla sivuilla on noin 40 metriä pitkät linjastot, joissa hytit kasataan alusta loppuun, niin että hytti on valmiina pakattavaksi, kun se siirtyy pakkauslinjaston lähistölle. Kun hytti on valmiina pakattavaksi, se siirretään radalla kulkevalle kelkalle, jolla hytti kuljetetaan pakkauskoneeseen. Hytti pakataan pakkauskoneessa tiukkaan muoviin. Pakkauksen jälkeen pakattu hytti viedään tehtaasta ulkotiloihin, jossa se nostetaan trukilla rekan kuljetettavaksi.

Mittausasema on tarkoitus sijoittaa pakkauskoneen lähistölle, niin että hytit olisi helppo mitata ennen pakkausta (ks. kuva 1). Mittatoleranssissa olevat hytit pakattaisiin ja toleranssin yli menevät hytit otettaisiin takaisin linjastolle korjattavaksi.



Kuva 1. SolidWorks-kuvaus paikasta, jonne mittausjärjestelmän on tarkoitus tulla.

Kunnollisen mittausjärjestelmän rakentaminen tuli aiheelliseksi vuonna 2011, jolloin eräässä projektissa huomattiin suuria virheitä hyttien mitoissa. Ongelma tuli ilmi, kun asiakas huomasi useiden hyttien poikkeavaan sovituista mitoista. Mittatarkkuutta alettiin tämän projektin aikana mitata alumiiniprofiileilla, joka on säilynyt mittausjärjestelmänä näihin päiviin asti.

1.2 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena on tehdä yksinkertainen mittausjärjestelmä, joka mittaa hytin leveyden ja pituuden. Asiakkaan haluama mittatoleranssi on ± 2 mm, joka itsessään asettaa suuret haasteet näinkin suurille kappaleille. Tarkkuuden lisäksi mittaukseen ei saisi kulua aikaa paljoa, jotta tuotantoon ei tulisi seisauksia hitaan mittausjärjestelmän vuoksi. Mittausjärjestelmä kaikessa yksinkertaisuudessaan mittaa hytin ja näyttää tietokoneella 3D-profiilin, josta näkee mahdolliset ongelmakohdat esimerkiksi punaisella värillä. Jokaisesta mittauksesta tietokone tallentaa automaattisesti mittauspöytäkirjan verkkolevylle, jolloin tuloksia on mahdollisuus löytää helposti myöhemminkin.

Toinen tavoite on tehdä mahdollisimman vähän fyysisiä muutoksia tuotantolinjalle, varsinkin sellaisia, jotka voivat seisauttaa tuotannon pitkäksi aikaa. On selvää, että mittausantureille tulee olemaan kehikot ja suojaukset, mutta paalutuksia, uusien betonikakkujen valamisia tai uuden kelkan tekemistä on hyvä välttää.

1.3 STX Finland Cabins OY

Asiakkaana projektissa toimii STX Finland Cabins Oy, joka on yksi maailman johtavista hyttien valmistajista. Tämä vuonna 1982 Piikkiöön perustettu yritys on STX Finlandin tytäryhtiö ja kuuluu näin kansainväliseen STX Europe -ryhmään. Yrityksen päätuotteina ovat hytit ja kylpyhuoneet, joita toimitetaan meriteollisuudelle, hotelleille ja muihin asuintiloihin. Yhtiön toinen tehdas sijaitsee Paimiossa, jossa on myös tuotantolinjasto. Näiden kahden tehtaan tuotantomäärä on vuosittain jopa 6 000 hyttiä. [1]

2 LAITTEISTO

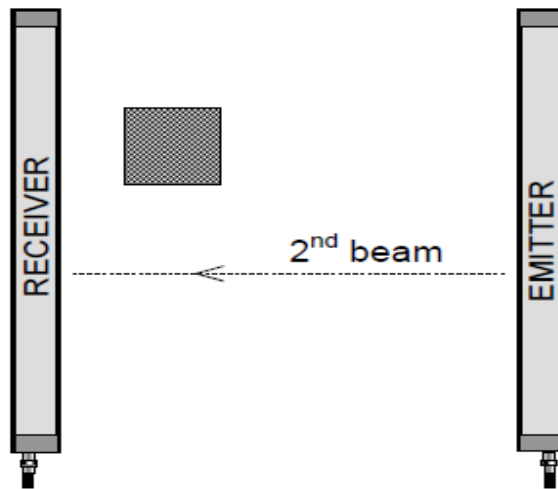
2.1 Infrascanin led-anturit

Infrascanin led-anturit ovat Sintronic-yrityksen elektroninen mittalaite, jonka toiminta perustuu infrapunasäteisiin. Lähetin (emitter) ja vastaanotin (receiver) muodostavat keskenään valosähköisen valoverhon, jolla voidaan mitata kappaleiden paksuuksia tai etäisyyttä tietyistä pisteistä.

Infrascanin led-anturit on periaatteessa tarkoitettu mittalaitteiksi, mutta erikoistapauksissa niitä voi käyttää esimerkiksi kappaleiden tunnistamiseen. Toimiakseen oikein anturit on hyvin suojattava, sillä on mahdollista, että hieman vioittunut anturi antaa virheellistä mittausdataa ulospäin. Infrascanin led-anturit eivät ole tarkoitettu turvallisuudessa käytettäviksi valoverhoiksi. [2, s. 4,6]

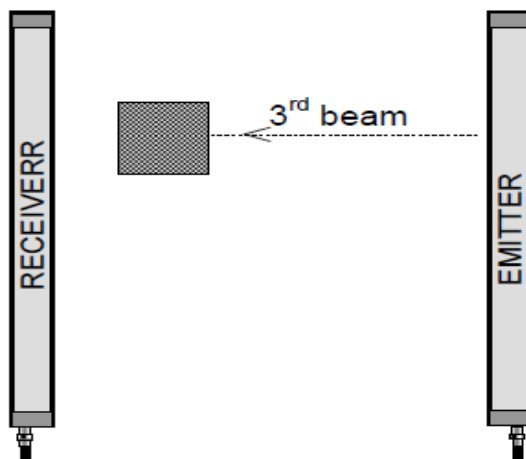
2.2 Anturin toiminta

Anturin toiminta perustuu siihen, että yksittäiset säteet aktivoidaan peräkkäin mittauksen aikana. Kun mitattava kappale tulee valoverhon alueelle, se katkaisee oman kokonsa verran infrapunasignaaleja. Kuvassa 2 säde kaksi ei osu antureiden välissä olevaan kappaleeseen ja näin mittausdataa ei synny tämän säteen kohdalta. Tältä alueelta antureiden keräämä data on mittausalue, jolta mittausarvot tulevat. [2, s. 4–5]



Kuva 2. Lähettimen toinen säde ei osu mitattavaan kappaleeseen eikä näin aiheuta mittausdataa. [2]

Mittausdataa syntyy, kun infrapunasäde ei pääse vastaanottiin asti, kuten kuvassa 3 tapahtuu. Normaaliskannauksessa kappaleen sijainnilla ei ole väliä, onko se lähempänä lähetintä vai vastaanotinta, koska valonsäteet ovat yhdensuuntaiset. Kappaleen siis täytyy olla kohtisuorassa antureihin nähden. Mikäli kappale on vinossa mittauksen aikana, ei saada realistista mittausta vaan mahdollisesti mitataan kappaleen kulmia. [2, s. 4–5]



Kuva 3. Lähettimen kolmas säde osuu mitattavaan kappaleeseen, joka synnyttää vastaanottimessa mittausdataa. [2]

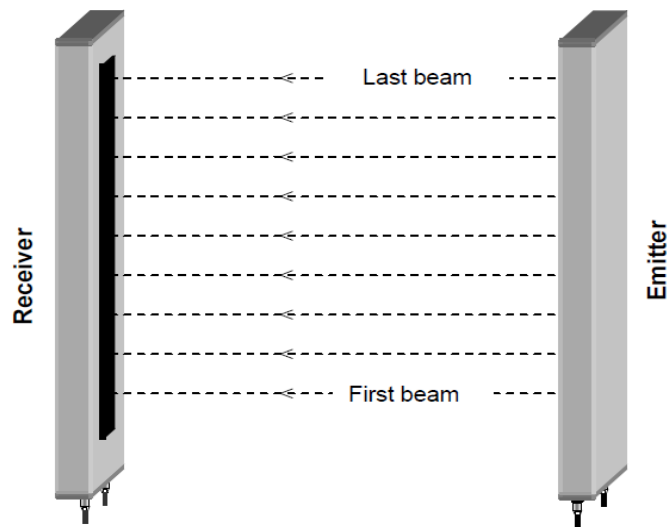
Antureilla on mahdollisuus käyttää tuplaskannausta, jolla saadaan kaksinkertainen resoluutio mittaukseen. Anturit toimivat korkealla 100kHz:n kellotaajuudella, joka mahdollistaa jopa 2500 mittausta sekunnissa. Tämän avulla on mahdollista mitata tarkasti kappaleita, jotka liikkuvat nopeasti, tai kappaleita, joiden muoto vaihtelee paljon.

Anturiparin vastaanottimessa on useita aritmeettisia toimintoja, joiden avulla mittausdataa voidaan esikäsitellä. Näiden funktioiden avulla datan ulostulo on suoraan anturissa ja näin ulkoisia yksiköitä ei välttämättä tarvita.

Antureiden resoluutio vaihtelevat versiosta riippuen välillä 2,5–10 mm. Tarkkuus on suoraan verrannollinen ledien etäisyyteen toisistaan, koska vierekkäisten ledien välissä on ns. pimeäkohta, johon säteet eivät mittaa. Antureiden todelliseen tarkkuuteen päästään, kun lisätään resoluution päälle vielä anturi versios- ta riippuen mittapoikkeama ± 0.5 mm – ± 1.5 mm. [2, s. 5]

2.2.1 Normaaliskannaus

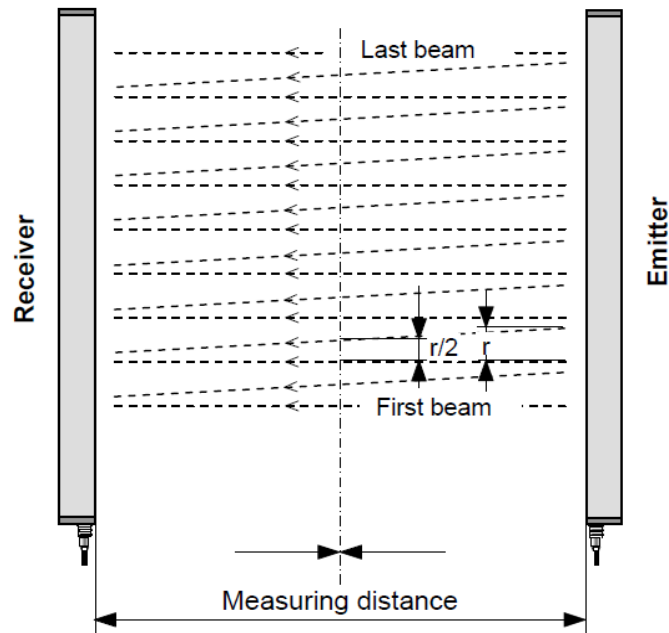
Led-antureilla normaaliskannaaminen perustuu infrapunasäteiden kohtisuoraan kulkeutumiseen lähettimeltä vastaanottimelle. (ks. kuva 4) Anturi sisältää vierekkäin ledejä, jotka muodostavat täysin yhdensuuntaisia säteitä. Kappaleet, jotka vaimentavat tai katkaisevat infrapunasäteen kulkeutumisen vastaanotti- meen saavat aikaan mittausdataa. Kappaleen pinnalla tai etäisyydellä anturei- hin ei ole vaikutusta mittaukseen. Antureiden toimintaetäisyys on kuitenkin 6 metriä, joten mittaus on mahdollista vain tämän alueen sisällä. [2, s. 4]



Kuva 4. Anturilla normaaliskannaaminen. [2]

2.2.2 Tuplaskannaus

Antureilla on mahdollista saavuttaa tarkempi mittatarkkuus käyttämällä tuplaskannausta. Tässä menetelmässä lähetetään myös vinottainen valonsäde yhdensuuntaisten valonsäteiden lisäksi kuten kuva 5 osoittaa. Vinottaiset valonsäteet alkavat lähettimen toisesta ledistä, joka lähettää impulsin vastaanottimen ensimmäiseen lediin ja niin edelleen aina lähettimen viimeiseen lediin asti. Tällä menetelmällä resoluutio saadaan puolitettua esim. 5 mm:stä 2,5 mm:iin. Tuplaskannaus soveltuu hyvin pyöreille muodoille ja toimiakseen oikein vaatii, että kappale on antureiden keskivälillä. [2, s. 6]

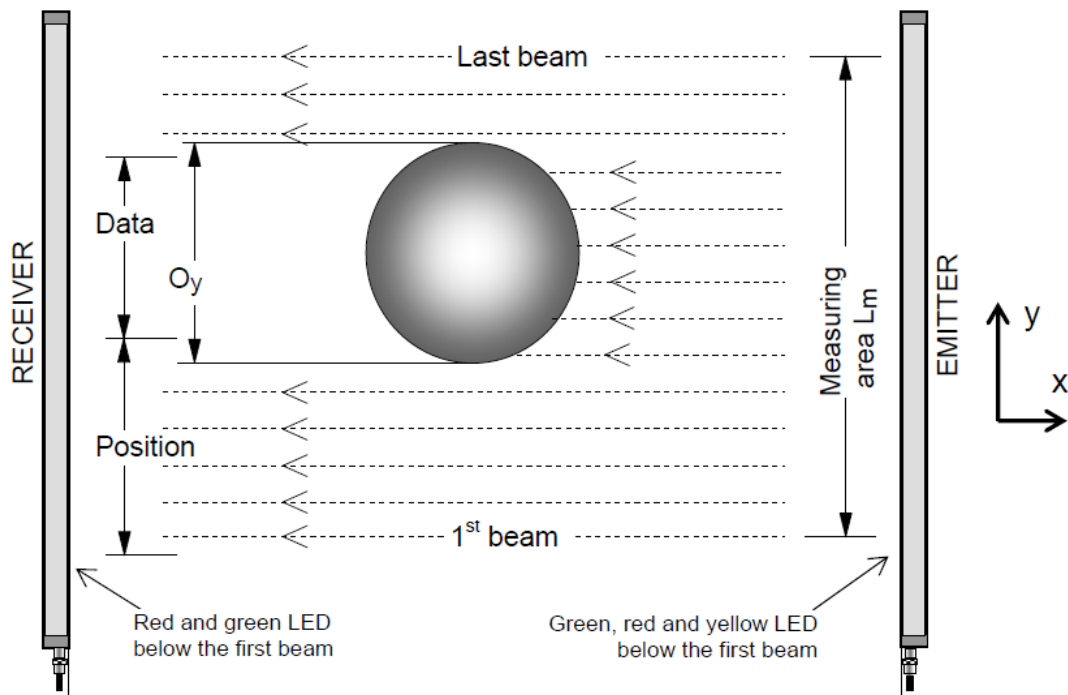


Kuva 5. Tuplaskannauksessa säteiden suunnat lähettimeltä vastaanottimelle. [2]

Antureiden mukana saatavalla ScanView-ohjelmalla on mahdollista valita, toimiiko anturi normaaliskannauksella vai tuplaskannauksella. Tässä projektissa tuplaskannauksen käyttö ei ole mahdollista, sillä silloin mitattaisiin joko hytin ylä- tai alakulmaa, eikä koko seinän profiilia niin kuin on tarkoitus. [2, s. 6]

2.3 Mittaustapahtuman tarkastelu

Anturit on tarkoitettu pystysuoraan tai vaakasuoraan toisiinsa nähden. Antureiden liitinpäästä lähtevät ensimmäiset valoimpulssit ja vastakkaisesta päästä viimeiset mittasäteet sekvenssin mukaisesti (ks. kuva 6). Kaikissa antureissa ennen ensimmäistä mittauslediä on kolme värillistä lediä, vihreä, punainen ja keltainen. Nämä ledit kertovat mahdollisista ongelmista tai virheistä, jolloin anturin toiminta ei ole kunnossa. [2, s. 7]



Kuva 6. Mittaustapahtuman tarkastelu. [2]

Kuten kuva 6 osoittaa, antureiden mittausalue on ensimmäisen ja viimeisen säteen välillä (area L_m). Mitattaessa aktiivinen alue syntyy kohdista, joissa valoimpulssit eivät saavu vastaanottiin. Tämä alue on dataa, josta saadaan kappaleen paksuus mitattua. Kuvassa O_y on mahdollisesti kappaleen oikea koko. O_y :n ja Datan välistä eroa sanotaan mittapoikkeamaksi. Se on keskimääräinen poikkeama, jonka Sintronic lupaa olla anturista riippuen $\pm 0.5 \text{ mm} - \pm 1.5 \text{ mm}$. Mitattaessa saadaan myös kappaleen positio mitattua, joka on punaisen ledin ja ensimmäisen kappaleen katkaiseman valonsäteen välissä. [2, s. 7]

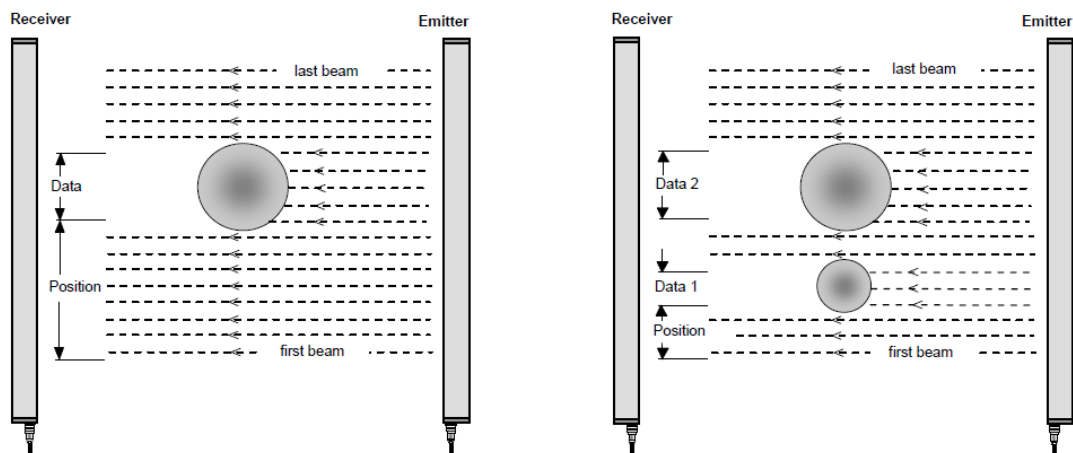
2.4 Mittauksen ulostulo

Infrascanin led-antureilla on olemassa kolme valmiiksi ohjelmoitua funktiota, joita voi käyttää mittaustuloksen näyttämiseen. Näiden lisäksi mittaustieto voidaan vaihtoehtoisesti tuoda ulos jänniteviestillä 0–10 V tai virtaviesteillä 4–20 mA, 0–20 mA, 0–24 mA. Tässä projektissa valmiista funktioista normaalimittaus on ainut tarpeellinen, kun tarvitaan selkeitä arvoja mittausten suhteen, eikä mit-

tausalueella ole useita mitattavia kappaleita. Tulokset voidaan ilmoittaa millimetreinä tai peittyneiden ledien määrällä. [2, s. 27, 50]

2.4.1 Normaalimittaus (NORMAL)

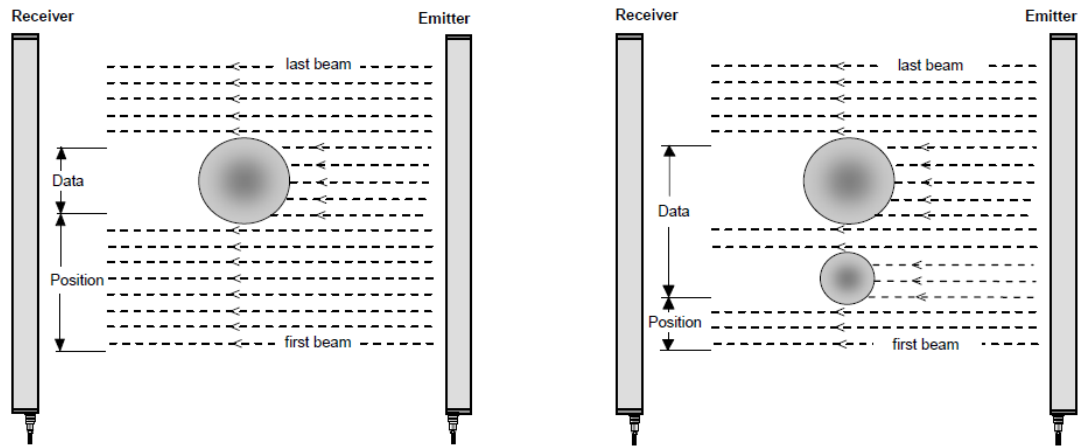
Normaalimittauksessa saadaan ulos kappaleen mittauservo ja etäisyys anturin ”nollakohtasta”. Mikäli mittausalueelle tulee usempia kappaleita, saadaan mitausdataa molemmista kappaleista, mutta etäisyysmittaus tapahtuu aina lähempänä antureiden ”nollakohtaa”. (ks. kuva 7.) [2, s. 27]



Kuva 7. Normaalimittaus yhdellä kappaleella ja kahdella kappaleella. [2]

2.4.2 Yli kaiken (OVER ALL)

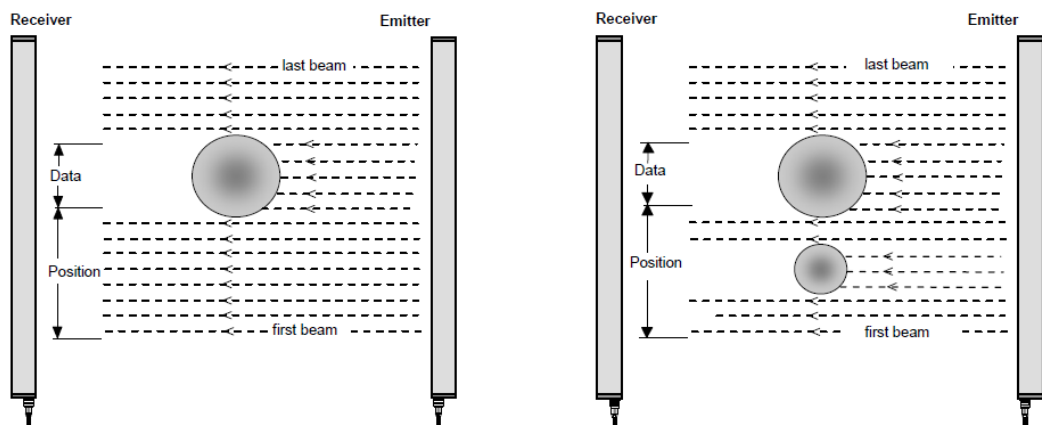
Yli kaiken mittaustavassa muutos normaalimittaukseen on havaittavissa, mikäli mittausalueelle tulee useampi kappale yhtäaikaan. Tällöin mitausdataa tulee molempien kappaleiden alueelta, kuten kuva 8 osoittaa. Mittausdata ei katkea kappaleiden välillä, vaikka säteet pääsisivätkin vastaanottiin asti. Etäisyydenmittaus tulee myös molemmat kappaleet huomioiden aina ”alemman” kappaleen mukaan. [2, s. 28]



Kuva 8. Yli kaiken mittaustavassa useamman kappaleen mittaamisessa dataa kertyy molempien kappaleiden alueelta. [2]

2.4.3 Suurin kappale (LARGEST BLOCKED AREA)

Suurimman kappaleen mittaustavassa ero normaalimittaukseen tulee esille, mikäli mittausalueella on useampi mitattava kappale. Tässä tilanteessa mittausdataa kertyy vain suuremman kappaleen alueelta. Myös etäisyys näytetään suuremman kappaleen mukaan. (ks. kuva 9.) [2, s 28]

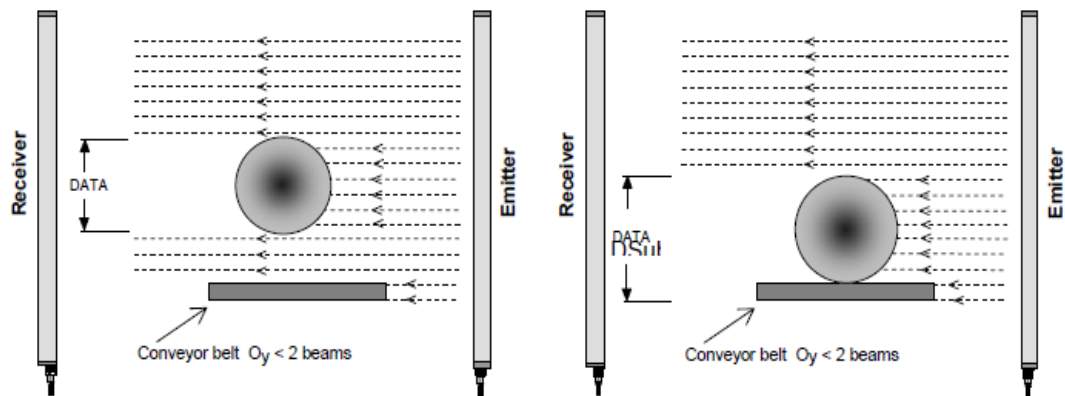


Kuva 9. Suurin kappale mittaustapa, mittaa suurimman kappaleen kokoa ja etäisyyttä, mikäli useampi kappale osuu mittausalueelle. [2]

2.4.4 Tasoitusfunktio (SMOOTHING)

Infrascanin led-anturit sisältävät myös tasoitusfunktion, jonka avulla on mahdollista säätää mitattavaa aluetta tai määrittää mitattavan kappaleen vähimmäisko- ko, johon anturi reagoi mittauksessa. Tätä funktiota voidaan käyttää tilanteissa, jossa mitattava kappale liikkuu kuljetinhihnalla. Näin hihna saadaan ”tasoitettua” tuloksista pois ja mittausdata tulee pelkästään mitattavista kappaleista. [2, s. 25]

Kappaleet mittaantuvat oikein, mikäli ne eivät ole suoraan kosketuksissa kulje- tinhihnaan, jolloin mittaustuloksessa hihna ja mitattava kappale ovat samaa da- ta. (ks. kuva 10) Tasoitusfunktion ensisijainen tarkoitus on jättää huomiomatta kappaleet ja asiat mittausalueelta, jotka ovat pienempiä kuin asetettu tasoitus- funktio arvo. Esimerkiksi tukin mittauksessa tasoitusfunktiolla voidaan peittää kaarnanpalaset pois, jotka muussa tapauksessa vaikuttaisivat mittaustulokseen. [2, s 25–26]



Kuva 10. Tasoitusfunktion toiminta. [2]

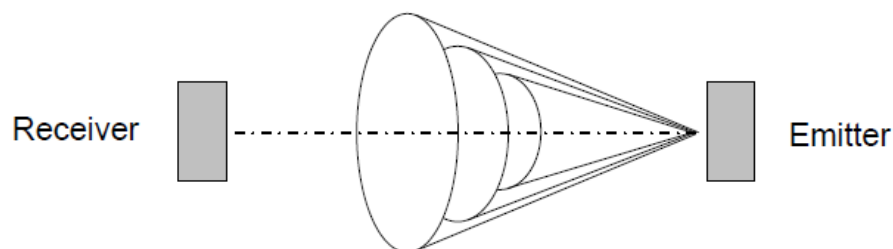
Tässä projektissa tasoitusfunktiolle ei ole käyttöä, kun tarkoitus on juuri mitata mitattava alue mahdollisimman tarkasti, eikä mittauspaikalla ole suodatettavia kappaleita.

2.5 Antureiden asennuksessa mahdolliset ongelmat

Infrascanin led-antureiden käyttöympäristö ja olosuhteet vaikuttavat valoverhon toimintaan. Ihanne olosuhteissa anturin toiminnasta ja tarkkuudesta saadaan kaikkein eniten irti ja näin siihen olisi syytä pyrkiä. Huomioon otettavia asioita ovat esimerkiksi mittausympäristön lämpötila, pölyisyys ja ulkopuolinen valaistus. Myös mittauspaikan lähellä mahdolliset kiiltävät pinnat voivat aiheuttaa heijastuksia, jolloin voidaan saada aikaan selkeitä mittausvirheitä antureilla. [2, s.19]

2.5.1 Heijastukset

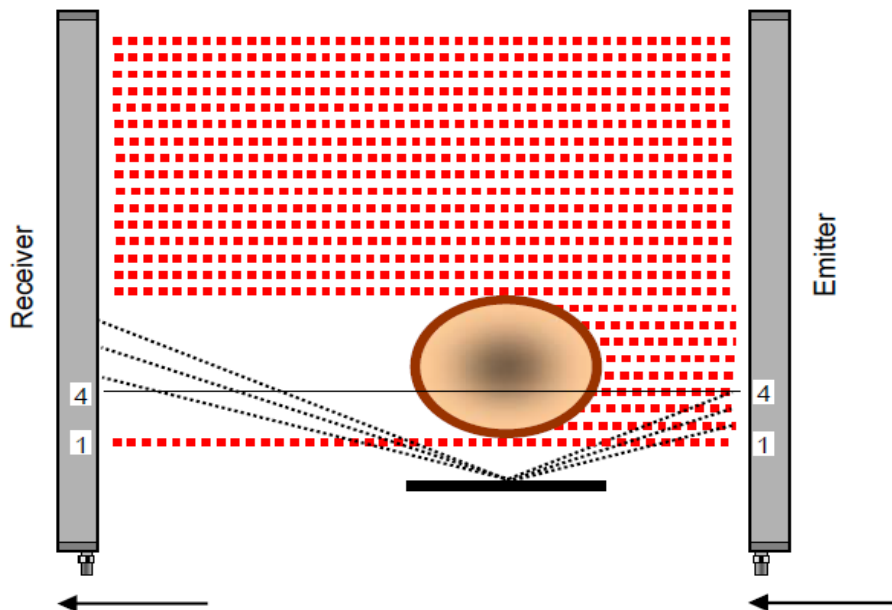
Lähetinanturit lähettävät kartion muotoisia laajakulma säteitä (ks. kuva 11.), jotka kulkeutuvat häiriöttömästi vastaanottimeen tärinää aiheuttavassa mittauspahtumassa. Kartion muotoisella säteillä on kuitenkin mahdollisuus heijastua kiiltävistä pinnoista, jotka sijaitsevat mittausjärjestelmän lähellä. [2, s. 4]



Kuva 11. Kuvaus mittaussäteiden kartiomaisuudesta. [2]

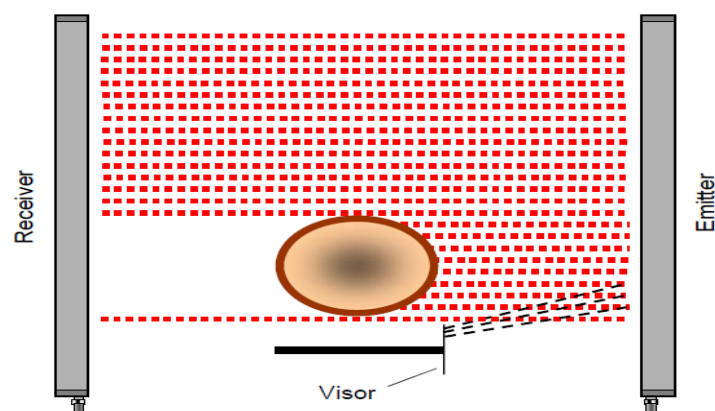
Heijastumisen aiheuttamat ongelmat vääristävät mittauksesta saatavaa dataa, kuten kuvassa 12 saadaan selville. Yhdenkin säteen heijastuminen antaa pienemmän mitan kappaleelle, kun säde heijastuu omalle vastaanottimen ledille heijastavasta pinnasta. Mahdollisuus sille, että kappaleesta ei saada dataa ollelleen heijastuksen vuoksi on myös olemassa, mikäli kappale on tarpeeksi pieni ja lähellä heijastavaa pintaa. Kaukana sijaitseva heijastava pinta ei välttämättä aiheuta haittaa mittaustulokseen, sillä säteen kantama ei välttämättä ole

tarpeeksi vahva, että vastaanotin rekisteröisi sen. Myös säteen kulma saattaa olla liian laaja, jolloin säde ei kanna vastaanottimeen asti. [2, s. 19]



Kuva 12. Heijastava pinta saattaa peilata säteet lähettimeltä vastaanottimelle aiheuttaen mittausvirheen. [2]

Heijastuksia voidaan välttää poistamalla heijastavat pinnat lähistöltä tai siirtämällä mittausjärjestelmä kauemmas paikasta, jossa on heijastavaa pintaa. Heijastuksia voidaan myös rajoittaa visiireillä, kuten kuvassa 13. Visiireillä voidaan katkaista säteen kulku tai vaimentaa sitä niin paljon, että säde ei yllä vastaanottimeen tarpeeksi vahvana. [2, s.19–20]



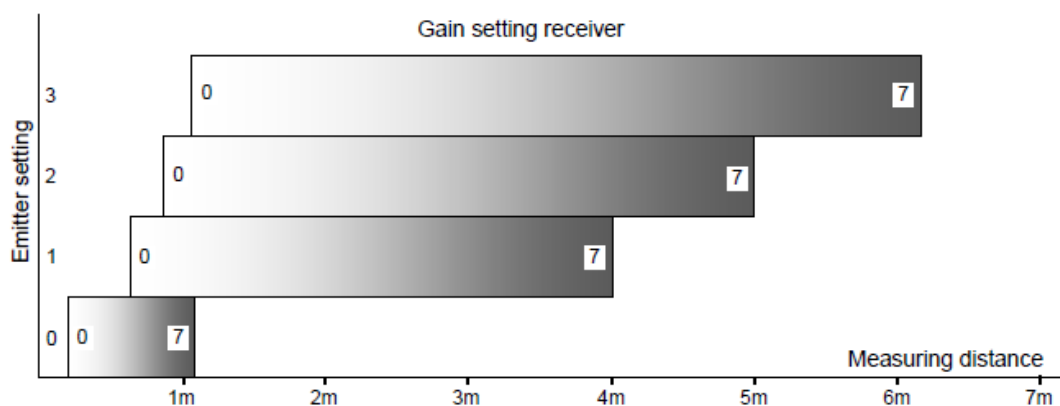
Kuva 13. Visiirillä voidaan estää mahdolliset heijastukset. [2]

2.5.2 Ulkopuolinen valaistus

Ympäristön valaistuksella voi olla myös vaikutusta anturin toimintaan, vaikka skanneri hyväksyy vain omia valoimpulsseja ja diodit on varustettu päivänvalo suodattimilla. Auringonvalo sisältää suuren määrän infrapunasäteilyä ja voimakas auringonvalo saattaa vaimentaa tai keskeyttää anturin omaa valoimpulssia ja näin aiheuttaa virheellistä mittausdataa. Suoran auringonvalon mahdollisuus on syytä poistaa tai vaimentaa mittauspaikalta virheiden välttämiseksi. [2, s. 20]

2.5.3 Vastaanottimen yli vahvistaminen

INFRASCAN anturit ovat varustettu valosignaalin vahvistuksella, jota voidaan säätää sopivaksi mittausetäisyydestä riippuen. Vahvistukset ovat käytettävissä alueella 0,2 m – 6,0 m ja etäisyydestä riippuen on oikeat asetukset testattava sopivaksi alla olevan kuvan mukaisesti. (ks. Kuva 14.) [2, s.21]



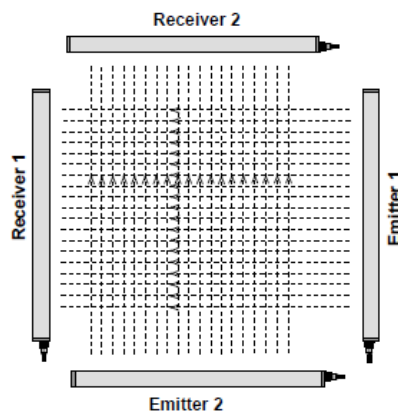
Kuva 14. Lähettimen vahvistus on välillä 0–3 ja vastaanottimen vahvistus välillä 0–7. [2]

Mitä pitempi antureiden väli toisiinsa nähden on, sitä suurempaa vahvistusta joudutaan käyttämään. Sopivan vahvistuksen löytäminen on testattava huolellisesti, sillä yli vahvistaminen lisää virheellisen datan riskiä. Päällekkäisistä asetusarvoista johtuen ei ole yhtä ja ainoaa asetusta tietyille antureiden etäisyydelle. Liian suurella vahvistuksella heijastusten mahdollisuus suurenee. Myös liian

heikko lähetinsignaali voi aiheuttaa väärää mittausdataa pitkällä anturivälillä. [2, s. 21]

2.6 Antureiden rinnakkaiskäyttö

Useamman anturiparin käyttäminen on mahdollista ristikkäin, jossa toinen on vaakasuunnassa ja toinen pystysuunnassa, kuten kuvassa 15. [2, s. 44]



Kuva 15. Kahden anturiparin käyttäminen ristikkäin. [2]

Tällaisessa mittausjärjestelmässä antureilla yhtäaikainen mittaaminen on hankalaa, koska valonsäteet osuvat päällekkäin ja näin häiritsevät toisiaan aiheuttaen virheellistä mittausdataa. Tämä ongelma voidaan kiertää sekvensoimalla antureiden toiminta, jolloin kerrallaan on päällä vain toinen anturipari. [2, s. 44]

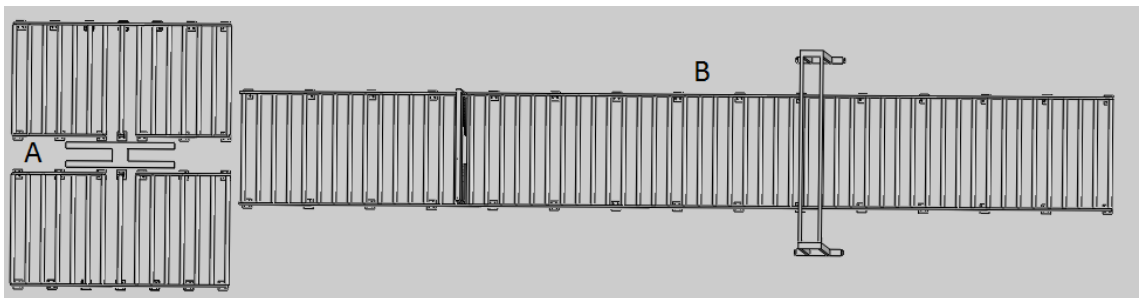
Anturiparien käyttäminen rinnakkain on myös mahdollista ja se on ajatuksena tässäkin projektissa. Tarkoitus on sijoittaa anturit ”puolittain” rinnakkain, jolloin antureilla saadaan mitattua yhdessä tarkemmin. Käytännössä saadaan puolitetua tarkkuus ja näin päästään asiakkaan vaatimaan 2 mm:n toleranssiin.

Rinnaikkain antureiden sijoittamista ei suositella, koska vierekkäin anturit häiritsevät toistensa säteitä. Tässä tapauksessa säteet kuitenkin kulkevat samaan suuntaan, jolloin ei säteille synny vastakkainasettelua. Näin ollen antureiden sijoittaminen rinnakkain on mahdollista.

2.7 Rullarata

Mittausjärjestelmän toisena haastavana osana sopivien mittausantureiden lisäksi on ollut antureille sopivan mittausalustan löytäminen. Led-anturit vaativat hytin tasaisen ja suoran liikkumisen antureihin nähden, jotta mittaus olisi mahdollisimman tarkka. Ajatuksissa on ollut rataakiskojen paalutusta peruskallioon ja suuren betonikakun valaminen. Rullarata tuo helposti mittauksen ja pakkauksen samalla linjastolle, mitä on haluttu koko projektin ajan. Rullarata tilataan Turun Kuljetusasennus Oy:lta, joka on erikoistunut suurien rullaratojen rakentamiseen. Tarjous rullaradasta on liitteenä (liite 1).

Rullarata koostuu hytin kääntämispuolesta (A, ks. kuva 16), jossa on kaksi 7 metrin rullarataa vierekkäin. Rullaratojen vieressä on nostopalkit, jotka nostavat hytin kiertäen sen 90 astetta. Hytin ollessa poikittain se jatkaa matkaa osioon B, joka on noin 28 metriä pitkä. Tässä osassa tapahtuu mittaaminen, pakkaaminen ja lopulta hytti poistetaan rullaradalta trukilla. Rullaratojen leveys on 3,5 metriä ja rullien etäisyys toisistaan 0,5 metriä.



Kuva 16. Rullarata ylhäältäpäin katsottuna.

2.8 Pulssianturi

Hytin pituuden mittaaminen ei onnistu led-antureilla, joten siihen täytyy olla muu ratkaisu. Rullaradan rullaan on helppo asentaa kestävä pulssianturi, jolla saadaan mitattua tarkasti ja edullisesti rullan akselin kiertoliike. Kun hytti liikuttaa rullaa, saadaan hytin pituus tarkasti koko hytin matkalta. [3]



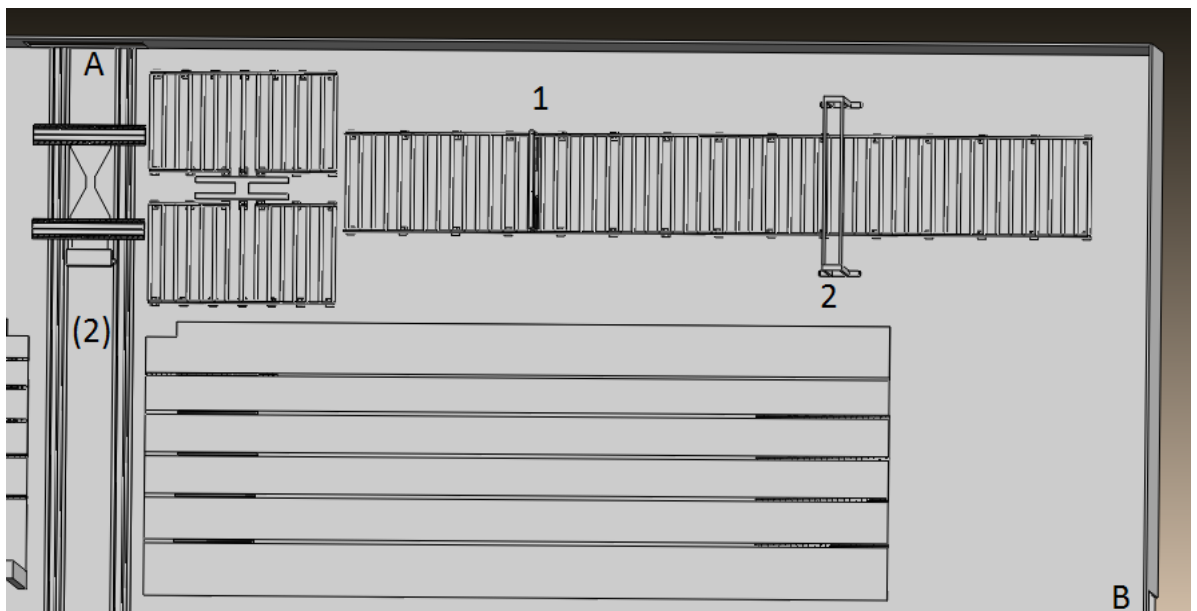
Kuva 17. RI-30 pulssianturi. [3]

3 TOTEUTUS

3.1 Mittausaseman sijoitus

Ennenkuin rullarataa alettiin tosissaan suunnittelemaan, tarkistettiin tehtaasta sille mahdollinen sijoituspaikka. Tällainen löytyi hytin kokoamislinjastojen ja ulkoseinän välistä (ks. kuva 18). Aikaisempaa käyttöä tälle tilalle ei ollut, joten rullaradan rakentaminen tähän paikkaan ei häiritse tuotantoa, mutta valmistuksessaan on looginen jatkumo entiselle tuotannolle.

Vanha käytössä ollut oviaukko A poistetaan käytöstä ja hytit pakataan rekkoihin oven B kautta. Mittauspaikka rullaradalla sijaitsee kuvassa nro 1 kohdalla ja pakkauskone nro 2 kohdalla. Pakkauskoneen entinen paikka on merkitty kuvaan (2).



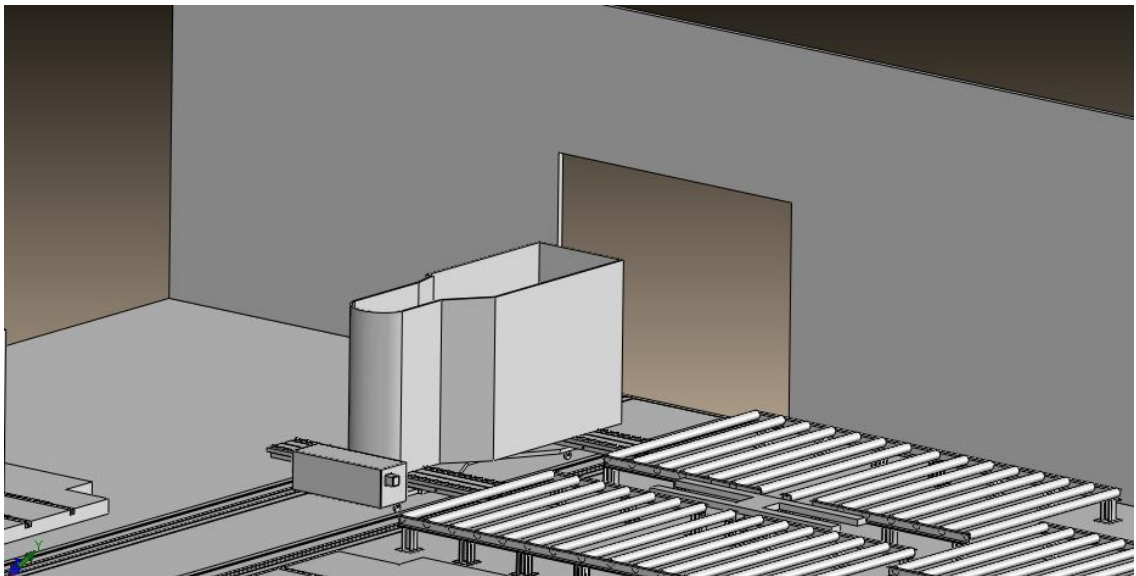
Kuva 18. Mittausaseman sijoituspaikka.

3.2 Mittausaseman toiminta

Mittausaseman toiminnan voi jakaa rullaradan ja mittausjärjestelmän toimintaan. Rullaradan toimintaan sisältyy hytin siirtäminen kuljettimelta rullaradalle, hytin kääntäminen, pakkaaminen ja hytin rullaradalta poisottaminen. Mittausjärjestelmän toiminnassa esitetään antureiden sijoitus ja toiminta.

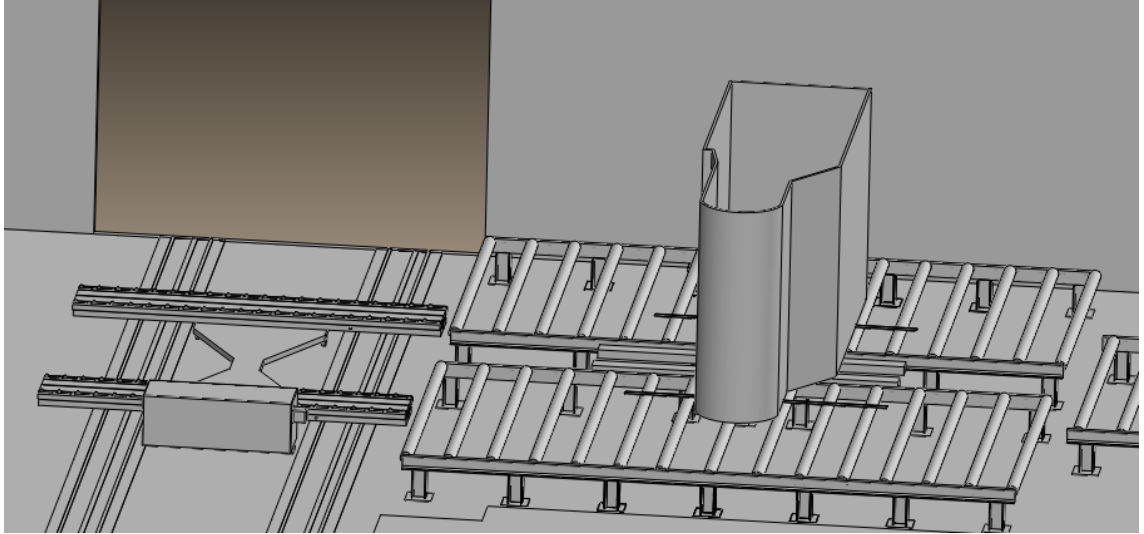
3.2.1 Rullaradan toiminta

Hytin valmistuttua tuotantolinjalta, se siirretään normaaliin tapaan kelkalle, jolla on kuljetettu hyttejä pakkauskoneen läpi aikaisemmin. Kelkalla hytti viedään rullaradan viereen, josta voidaan työntää hytti rullaradalle (ks. kuva 19). Rullarata on täysin ihmiskäyttöinen hyttiä liikuteltaessa.



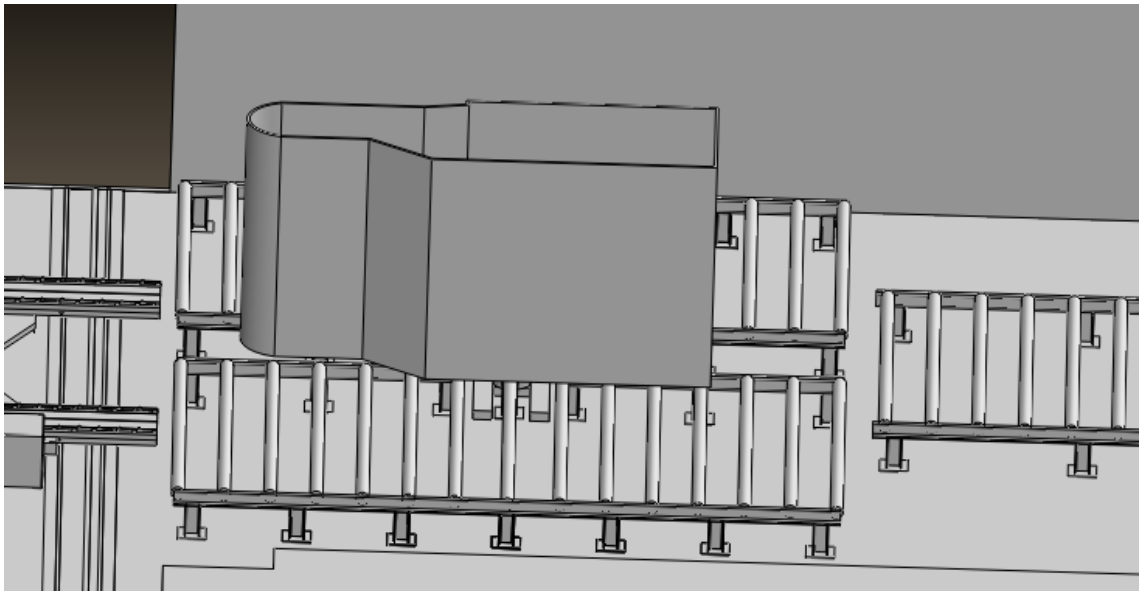
Kuva 19. Valmiin hytin kuljettaminen kelkalla rullaradalle.

Kun hytti on saatu rullaradalle, siirretään hytti nostohaarukan päälle. Tässä vaiheessa hytin alla on vielä metalliset alustat, joita käytetään hytin alla liikuttamisen helpottamiseksi tuotantolinjastolla (ks. kuva 20).



Kuva 20. Hytin liikuttaminen nostopuomien päälle.

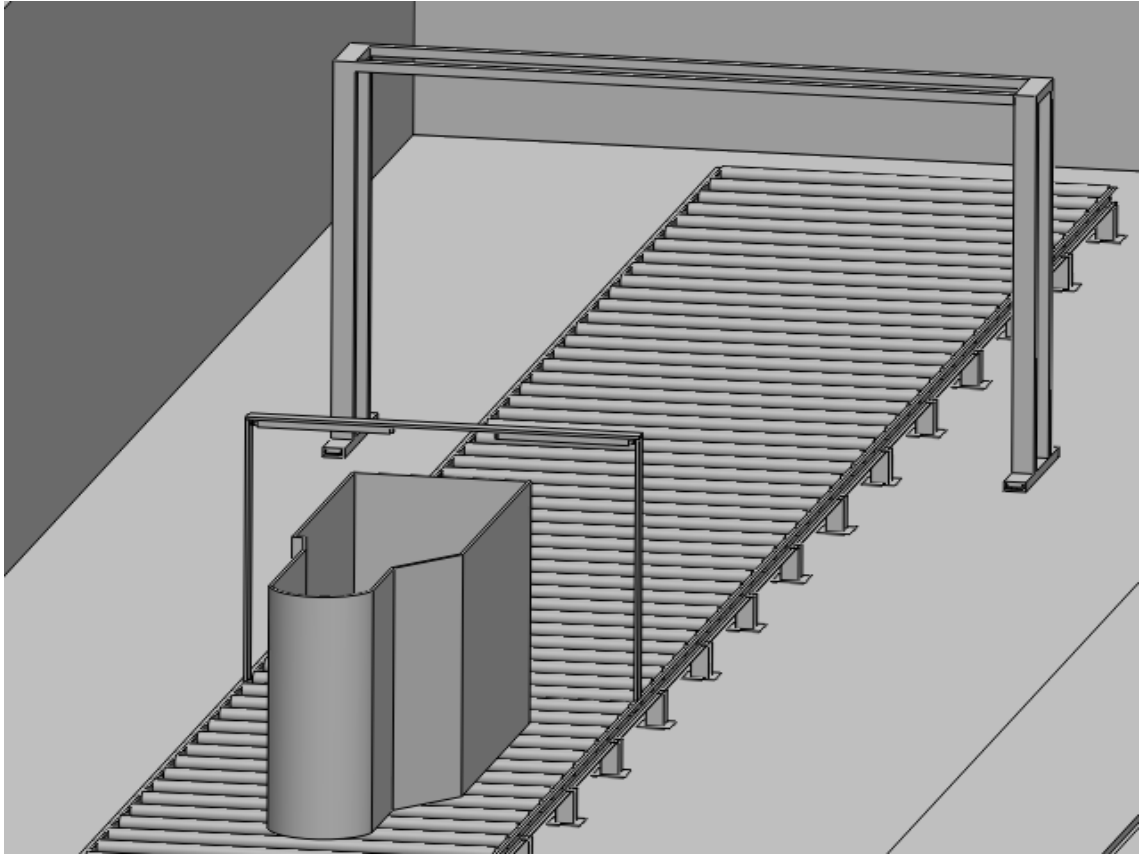
Kun hytti nostetaan, voidaan hytin metalliset alustat poistaa hytin alta. Hyttiä käännetään 90 astetta, siten että hytti jatkaa matkaa poikittain kohti mittausta ja pakkaamista (ks. kuva 21).



Kuva 21. Hytti on käännetty poikittain.

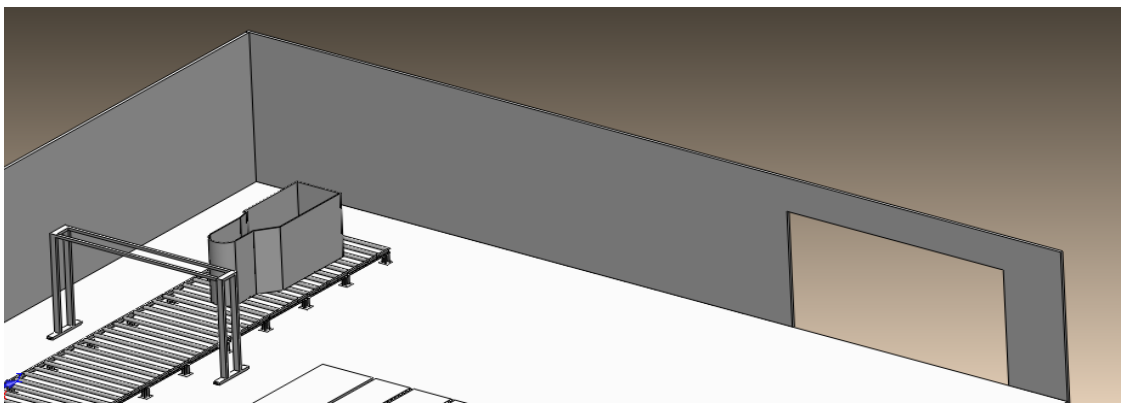
Kun hytti on käännetty, voidaan se ohjata mittaukseen ja pakkaukseen (ks. kuva 22). Mittauksen jälkeen on mahdollista ottaa viallinen hytti takaisin päin, tai

mikäli virhe ei ole suuri niin korjaus voidaan suorittaa rullaradalla ja tehdä mittaus tämän jälkeen uudelleen.



Kuva 22. Hytti matkalla kohti mittausta ja pakkausta.

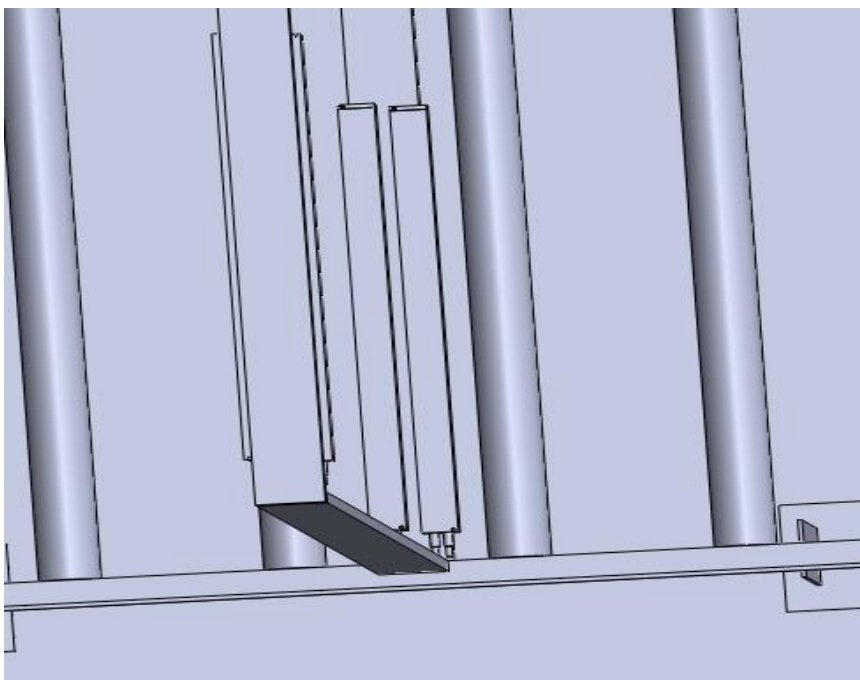
Hyväksytyyn mittaukseen ja pakkaukseen jälkeen hytti on valmis trukilla nostettavaksi, joko rekkaan tai varastoon (ks. kuva 23).



Kuva 23. Hytti valmiina nostettavaksi pois rullaradalta.

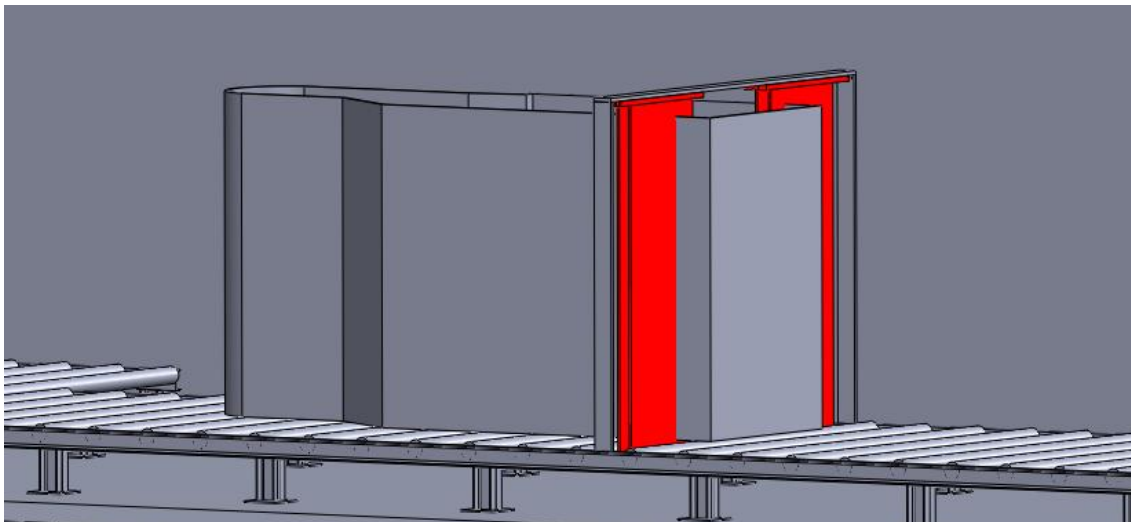
3.2.2 Mittausjärjestelmän toiminta

Mittausjärjestelmän antureiden sijoittelussa tulee kaksi paria Infrascanin led-antureita vierekkäin. Anturit asennetaan puolittain toisiinsa nähden, jolloin toinen anturi on 1,25 mm toista anturia edellä anturin pituussuunnassa (ks. kuva 24). Pulssianturi sijoitetaan led-antureiden jälkeiseen rullaan. Ohjelman ohjelmoinnissa täytyy ottaa huomioon välimatka, jotta mahdollisten virheiden paikantaminen tallentuu oikeasta kohtaa mittauksessa.



Kuva 24. Antureiden sijoitus rinnakkain.

Anturit sijoitetaan tukevaan kehikkoon, jossa anturi parit ovat keskenään suorassa toisiinsa nähden (ks. kuva 25). Alimmat anturit ovat hieman rullien alapuolella ja yläpuolella kehikossa olevat anturit sijaitsevat 2,8 metrin korkeudella alimmista antureista. Hyttien keskikorkeus on 2,5 metriä, joten hytit mahtuvat hyvin anturikehikon läpi.



Kuva 25. Anturikehikko ja antureiden toiminta mittauksessa.

Mittauksessa anturit muodostavat kaksi valoverhoa, jotka mittaavat hytin profiilin paksuutta ja etäisyyttä anturin nollapisteestä. Antureilla mitattaessa molemmat puolet omina yksiköinä saadaan mitattua hytin leveyden profiili ja hytin sijainti anturin nollapisteeseen 1,25 mm tarkkuudella. Kun molempien puolien mittaustulokset analysoidaan yhdessä, mittaustarkkuus on 2,5 mm luokkaa. Ajallisesti mittausjärjestelmä toimii moitteettomasti, sillä anturilta yhden ”viivan” mittaamiseen kuluu 150 mikrosekuntia, jolloin kahdeksan metriä pitkän hytin mittausi 1,2 sekunnissa. Hyttiä on tarpeetonta liikuttaa näin nopeasti rullaradalla.

Ennen mittauksia hytin raja-arvot asetetaan käsin tietokoneelle. Kun anturit ovat mitanneet hytin, kerää tietokone mittauksesta kerätyn datan, vertaa sitä syötettyihin arvoihin ja näyttää mahdolliset virhe kohdat yksinkertaisella XY-koordinaatistolla. Lisäksi data tallennetaan yrityksen verkkoonlevylle, josta jokainen mittaus on löydettävissä tarvittaessa.

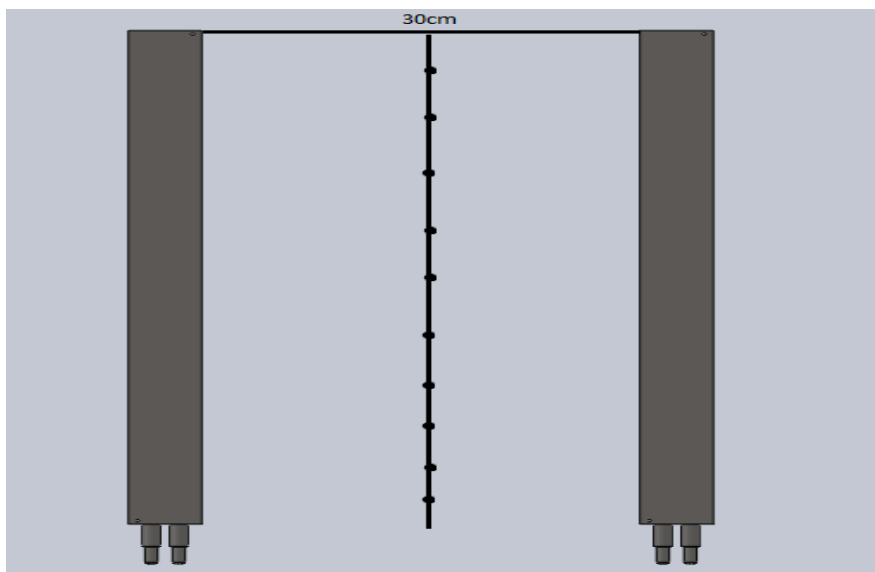
Ohjelmoinnilla on mahdollista luoda mittauksesta kerätystä datasta 3D-profiili mitatusta hytistä. Virheet ovat mahdollista indikoida väreillä ja 3D-profiilia on mahdollista verrata esimerkiksi hytin Autocad-piirrustukseen.

4 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

4.1 Led-antureiden testaus

Antureiden testaus tapahtui koneteknologiakeskuksessa Turussa viikolla 21 toukokuussa 2012. Testauksessa mitattiin erillaisia kappaleita ja tarkoituksena oli saada selville, kuinka tarkasti antureilla pystytään mittaamaan ja pystyvätkö anturit mittaamaan Sintronicin lupaamalla tarkkuudella. Anturimalleina testeissä oli käytössä INFRASCAN 4048/10.0BA.

Testausalustana käytettiin tavallista työpöytää, johon lähetin ja vastaanotin sijoitettiin 30 cm:n päähän toisistaan (ks. kuva 26). Mitattavat kappaleet olivat erikokoisia suorakulmaisia levyjä sekä lieriöitä.



Kuva 26. Antureiden sijainti toisistaan ja mittauskohdat pisteinä.

Testauksessa käytettiin sekä normaaliskannausta, että tuplaskannausta. Normaalimittauksessa resoluutio oli 10 mm ja tuplaskannauksessa 5 mm kyseisellä anturiparilla (ks. taulukko 1 ja taulukko 2). Kokeilun jälkeen lähetin vahvistuksena käytettiin arvoa 1 ja vastaanotin vahvistuksena arvoa 7. Ajatuksena testauksessa käytettiin antureiden manuaalissa lupaamaa tarkkuutta, että kymmenen

mittauksen keskiarvotarkkuus pysyy tuplaskannauksella mitta $\pm 5 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$ ja normaaliskannauksella mitta $\pm 10 \text{ mm}$.

Taulukko 1.

INFRASCAN 4048/10.0BA		Serie 2												Resolution (mm)	
				Receiver gain 7 Emitter gain 1											10
		Antureiden etäisyys 300 mm Keskikohta 150 mm													
KPL	Mitta (mm)	Posiitio (0-450)										K-A (mm)	Toleranssi Mitta \pm 10mm		
		20	35	80	105	160	215	290	325	370	420				
Levy 1	5	Ei mittaustuloksia													
Levy 2	11	Ei mittaustuloksia													
Levy 3	20	20	10	10	10	10	10	10	20	20	20	14	TOSI		
Levy 4	39	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	TOSI		
Levy 5	76	70	60	60	60	60	60	70	60	60	60	62	EPÄTOSI		
Levy 6	102	100	90	90	90	90	90	90	90	90	90	91	EPÄTOSI		
Levy 7	124	130	120	120	120	120	120	110	120	110	120	119	TOSI		
Levy 8	243	240	230	230	240	230	230	230	240	230	230	233	TOSI		
Lieriö 1	15	Ei mittaustuloksia													
Lieriö 2	28	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	TOSI		
Lieriö 3	49	40	30	30	40	40	40	40	30	40	40	37	EPÄTOSI		
Lieriö 4	65	60	60	50	50	50	50	50	60	50	60	54	EPÄTOSI		
Lieriö 5	93	90	80	80	80	80	80	80	80	80	80	81	EPÄTOSI		

Taulukko 1. Mittaustuloksia normaaliskannauksella.

Mittaustulokset normaaliskannauksella pysyvät toleranssissa suurimaksi osaksi suorakulmaisilla kappaleilla (ks. taulukko 1). Pyöreiden muotojen kanssa antureilla saatu kymmenen mittauksen keskiarvo oli jopa yli 10 mm kappaleen oikeasta koosta. Muutoinkin antureilla saadut mittaustulokset eripisteissä näyttävät alle kappaleen oikean koon. Pienemmillä kappaleilla ei saatu mittaustuloksia ollenkaan ja jopa 15 mm lieriö ei tuottanut tuloksia, vaikka anturin resoluutio on 10 mm. Mittaustuloksen saaneista kappaleista puolet pysyivät antureille luvatuissa rajoissa.

Tuplaskannauksella anturin mittaustulokset paranivat huomattavasti suorakulmaisten kappaleiden osalta. Myös pienimmistä kappaleista saatiin mittaustuloksia, mitä normaaliskannauksella ei pystytty toteuttamaan. Pyöreiden muotojen kanssa ei päästy tuplaskannauksellakaan luvattuihin arvoihin, mutta silti tarkkuus on huomattavasti parempaa kuin normaaliskannauksella.

Taulukko 2.

INFRASCAN
4048/10.0BA

Serie 2

Resolution
(mm)

5

KPL	Mitta (mm)	Posiitio (0-450)										K-A (mm)	Toleranssi Mitta± 5mm± 1,5mm
		20	35	80	105	160	215	290	325	370	420		
Levy 1	5	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5,5	TOSI
Levy 2	11	10	5	10	5	10	10	15	15	10	5	9,5	TOSI
Levy 3	20	15	20	20	20	15	20	20	15	20	20	18,5	TOSI
Levy 4	39	35	40	35	40	35	40	40	30	35	35	36,5	TOSI
Levy 5	76	70	70	70	70	70	70	70	65	70	70	69,5	TOSI
Levy 6	102	95	95	90	95	95	90	95	95	95	90	93,5	EPÄTOSI
Levy 7	124	120	120	120	120	120	120	120	120	125	120	120,5	TOSI
Levy 8	243	235	235	240	240	240	230	235	235	235	240	236,5	TOSI
Lieriö 1	15	10	5	10	10	5	15	15	5	15	15	10,5	TOSI
Lieriö 2	28	20	20	20	20	20	15	20	20	20	20	19,5	EPÄTOSI
Lieriö 3	49	45	40	40	40	40	40	45	35	45	40	41	EPÄTOSI
Lieriö 4	65	60	55	55	60	55	55	60	55	55	50	56	EPÄTOSI
Lieriö 5	93	85	85	85	85	85	85	85	85	80	85	84,5	EPÄTOSI

Taulukko 2. Mittaustulokset tuplaskannauksella.

Testauksessa käytettiin anturia, joka ei tarkkuudelta vastannut sitä anturiparia, mikä mittausasemaan on tarkoitus tulla. Testauksessa kuitenkin saatiin osviittaa anturin käytöstä ja yleisestä varmuudesta tarkkuuden suhteen. Tuplaskannauksen käyttö sovelluksessa ei ole mahdollista, mutta kaksi anturiparia 2,5 mm resoluutiolla puolittain sijoitettuna saavuttavat asiakkaan mittaustarkkuus vaatimukset normaalimittauksellakin.

4.2 Oman työn arviointi

Oma työskentely sujui hyvin, vaikka aikataulujen kanssa oli välillä ongelmia. Projektissa suurin osa ajasta kului erilaisten mittausvaihtoehtojen etsimiseen ja mittausjärjestelmä yritettiin toteuttaa lähes kaikella mahdollisella konenäöstä laserantureihin. Haastavan projektista teki asiakkaan tiukka budjetti verrattuna haluttuihin vaatimuksiin mittausjärjestelmältä. Halvat mittausjärjestelmät vaativat kalliita investoiteja mittausalustoihin, kuten tässä opinnäytetyössä rullarataan. Kalliit ja tarkat mittausjärjestelmät pystyivät riittäviin tarkkuuksiin, eikä suuria muutoksia tarvitsisi tehdä mittauspaikan suhteen, mutta laitteiston alkuinvestointi kohosi liian suureksi.

4.3 Päätelmät

Led-mittausjärjestelmä rullaradalla on toimiva ratkaisu hyttien mittauksessa. Mittausantureiden sarjassa led-anturit ovat edullisia ja vaikka rullarata syökin suuren osan budjetista, se sopii hyvin jatkoksi vanhalle tuotannolle, eikä valmistusvaiheessa katkaise tuotantoa. Selkeän ja toimivan mittausjärjestelmän hyödyt ovat kuitenkin suuret, kun hytit saadaan mitattua tarkasti valmistusvaiheessa. Mahdolliset korjaukset voidaan suorittaa heti mittauksen jälkeen ja näin alihankintaan tehdyt hytit menevät asiakkaalle aina oikeassa mittatoleranssissa. Tässä syntyy huomattava säästö, kun hyttejä lähetetään esimerkiksi ulkomaille, jonne korjausmiesten lähettäminen on kallista, saati sitten hyttien palauttaminen takaisin Suomeen reklamaationa.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella mittausjärjestelmä, joka mittaa hytin leveyden ja pituuden. Hytin leveydestä mitataan koko profiili ja pituudesta maksimipituus. Asiakkaan vaatima mittaustarkkuus on ± 2 mm ja mittaukseen kuluva aika maksimissaan 10 minuuttia. Työssä perehdyttiin erilaisiin mittausratkaisuihin ja -mahdollisuuksiin. Lähtötietoina oli, että mittausasema tuli tehdä tuotantolinjan loppupäähän ennen hyttien pakkaamista, asiakkaan laatima budjetti järjestelmälle ja mittatarkkuus.

Useista vaihtoehdoista huolimatta sopivan mittausjärjestelmän tekemisestä ei päästy sopuun asiakkaan kanssa ja päätettiin teettää opinnäytetyö loppuun Infrascanin led-antureilla ja rullaradalla. Tämä ratkaisu oli taloudellisin ja täytti muutoinkin asiakkaan vaatimukset. Käytännön kokemukset tästä työstä jäivät ainoastaan antureiden testaukseen.

Työ oli haastava, mutta mielenkiintoinen ja tiedonhankinnan tarve oli suuri, sillä tekijällä ei ollut paljon aikaisempaa kokemusta mittausantureista. Opinnäytetyö mahdollisti uuden oppimista erilaisista mittausantureista led-antureiden lisäksi.

LÄHTEET

[1] [www-dokumentti]. STX EUROPE 2012, viitattu 24.11.2012, saatavilla:
<http://www.stxeurope.com/sites/Finland/Cabins/Pages/About-Us.aspx>

[2] [www-dokumentti]. INFRASCAN 5000 User manual 2012, viitattu 16.02.2013, saatavilla:
<http://www.yumpu.com/en/document/view/800370/infrascan-5000-documentation-sitronic>

[3] [www-dokumentti]. Sensorola Oy 2012, viitattu 19.03.2013, saatavilla:
<http://www.sensorola.fi/tuotteet/99>

LIITTEET

Rullakuljetin tarjous

Turun Kuljetinasennus Oy

Huoltomiehentie 1. 21420 Lieto

asennus

www.kuljetinasennus.fi

Kuljettimien suunnittelu

Kuljettimien valmistus

Kuljettimien

20V.

Kuljettimia vuodesta 1992

.....
.....

=====

Mika Härkönen

Viite: tarjouspyyntö 16.1.2013

Kohde: rullakuljettimet

Tarjouksen Nro: 4260

Kiitämme saamastamme tarjouspyynnöstä ja tarjoamme seuraavasti

Pvm: 16.1.2013

Budjettitarjous

Pos.1. Painovoimainen putkirullakuljetin 3500x26000mm

- Runko: maalattu U-palkki
- Rullat: 136 x 3500 mm
- Rullajako: n.500 mm
- Akselit: 40 mm vedetty läpiakseli
- Laakerointi: voideltavat laippalaakerit
- Vetävät rullat: 136 x 3500 mm kahdella ¾" ketjupyörällä
- Käyttö: SKS 1.1 kw kierukkavaihde
- Veto: yksirivinen ¾" rullaketju, rullasta,rullaan

- Jalat: 160 U-palkki H-jalat, lattiaan kiinnityslevyillä
- Korkeus: 500 mm + - 25 mm
- Työturvallisuussuojat: ketjusuojat, rullien välit katettu teräsritilöillä

- Dokumentointi CE
- Tarjous ei sis.ohjauksia / sähkötöitä

Hinta: 23.000.00 EUR
Toimitusaika: 4–6 viikkoa tilauksesta
Toimitusehto: koekäytettynä, pakattuna tehtaallamme Liedossa
Takuu: 12 kuukautta
Maksuehto: 14 vrk toimituksesta
Hinnat: alv 0 %
Tarjous voimassa yhden kuukauden

Terveisin Seppo Saapola

Turun Kuljetinasennus Oy +358 400 828657
Seppo Saapola
www.kuljetinasennus.fi +358 400 610361 Sami Saapola
pola +358 2 2756 444

