



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

MONIPISTEMITTALAITTEEN HANKESELVITYS

Veli-Pekka Liuhtonen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2019
Konetekniikan koulutus
Tuotekehitys



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutus
Tuotekehitys

LIUHTONEN, VELI-PEKKA:
Monipistemittalaitteen hankeselvitys

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Joulukuu 2019

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää korvaava vaihtoehto Pilkington Automotive Finland Oy:n Tampereen tehtaan vanhentuneelle monipistemittajärjestelmälle. Tuotemittaukset ovat osa työn tilaajan asiakas- ja laatu järjestelmän vaatimuksia, joiden laatu haluttiin varmistaa ja kehittää. Hankeselvitys aloitettiin asiantuntijaryhmän haastatteluilla. Ryhmä koostui yrityksen palveluksessa työskentelevistä tuotannon työntekijöistä, johdosta, suunnittelijoista sekä asiantuntijoista. Kaupallisten vaihtoehtojen edustajat tavattiin kansainvälisillä lasiteknologian messuilla. Opinnäytetyön tuloksiin kuuluvan kustannusarvion hintatiedot jäävät työn tilaajan käyttöön ja ne on salattu julkisessa raportissa.

Haastatteluilla selvitettiin nykyisen mittausjärjestelmän ongelmat ja heikkoudet. Samassa yhteydessä tarkasteltiin myös yleisimmät laiteviat, jotka vaarantavat vaatimuksien täytymisen. Työssä laadittiin muutosehdotukset olemassa olevan järjestelmän luotettavuuden parantamiseksi sekä selvitettiin kolme vaihtoehtoa järjestelmän korvaamiseksi. Yksi vaihtoehto oli yrityksen sisäisesti valmistama ja kaksi muuta olivat kaupallisesti saatavilla olevia vaihtoehtoja. Vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia arvioitiin nelikenttäanalyysillä.

Työn tuloksena esitellään vaihtoehto tehtaan uudeksi mittausjärjestelmäksi, joka on käyttöönotettavissa nykyisin menetelmin kohtuullisilla kustannuksilla. Järjestelmä tarjoaa lisäksi mahdollisuuksia yritykselle parantaa tuotantonsa tehokkuutta ja laatua tilastollisin prosessinohjausmenetelmin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Product Development

LIUHTONEN, VELI-PEKKA:
Acquisition Study of a Multi-point Measurement System

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 10 pages
December 2019

The purpose of this thesis work was to find an alternative for an outdated multi-point measurement system at Pilkington Automotive Finland Oy. The objective was to ensure and improve the quality of product measurements, which are part of the customer and quality system used in the company. Data was collected by interviewing related specialists. The group consisted of employees working for the company, including persons in production operator, leadership, designer and specialist positions. The representatives of commercially available alternatives were met at an international glass technology fair. The estimate of expenses included in the thesis are reserved for the use of Pilkington Automotive Finland Oy only.

The weaknesses and issues in the existing measurement system were clarified in the interviews. Moreover, the most common failure modes that endanger the fulfilment of quality requirements were examined. As a part of this work, a list of modification suggestions was created to improve the reliability of the existing system. Also, three alternative systems were found. One of them was internally manufactured and the other two commercially available alternatives. The alternatives were reviewed by a SWOT analysis.

As a conclusion for the thesis, an alternative for the multi-point measurement system was found, which can be implemented to cover the existing processes at a reasonable cost. The system also provides opportunities for the company to improve its production efficiency and quality with statistical process control.

Key words: measurement system, procurement, statistical process control

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PILKINGTON AUTOMOTIVE FINLAND OY.....	6
3	TEORIA	7
3.1	Tutkimushaastattelu	7
3.1.1	Tutkimushaastattelu tiedonkeruun lähteenä ja haastattelutyypit.....	7
3.1.2	Haastattelupaikka	7
3.1.3	Haastattelutilanne	8
3.1.4	Haastattelujen määrä	9
3.2	Tilastollinen prosessinohjaus	9
3.2.1	Laatu.....	9
3.2.2	Vaihtelu.....	10
3.3	R&R tutkimus	10
3.4	LVDT-anturi	11
4	HANKESELVITYS	12
4.1	Nykytilanteen kartoitus	12
4.1.1	Mittausohjelmisto.....	15
4.1.2	Mittalaitteen ongelmat	16
4.2	Glasstec 2018	16
4.3	Vaihtoehtojen esittely ja nelikenttäanalyysit	17
4.3.1	Nykyisen mittalaitteen päivitys.....	17
4.3.2	Omavalmisteinen mittalaite	19
4.3.3	Tecno Sens -lasimittausjärjestelmä.....	20
4.3.4	Nokra -lasermittausjärjestelmä.....	21
5	KUSTANNUSARVIOINTI	23
6	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	27
	Liite 1. Solartron Orbit 3 DP/10/P, esite	27
	Liite 2. Tecno Sens –lasimittausjärjestelmä, esite.....	29
	Liite 3. Nokra alpha.glass –lasermittausjärjestelmä, esite.....	33

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää vaihtoehdot uudelle monipistemittausjärjestelmälle Pilkington Automotive Finland Oy:n Tampereen tehtaalla. Mittausjärjestelmä on kriittinen osa tehtaan tuotannon laatu järjestelmän ja asiakasvaatimusten hallintaa. Nykyiseltä käytössä olevalta järjestelmältä on valmistajan ylläpito ja kehitys päättynyt.

Työssä kartoitetaan toimenpiteet olemassa olevan järjestelmän luotettavuuden parantamiseksi, sekä vaihtoehtoiset uudet järjestelmät kustannusarvioineen. Selvityksessä kiinnitetään huomiota lisäksi järjestelmien mahdollisuuksiin tehtaan kannattavuuden parantamiseksi.

2 PILKINGTON AUTOMOTIVE FINLAND OY

Pilkington Automotive Finland Oy valmistaa laminoituja sekä karkaistuja lasia ajoneuvoteollisuuden käyttöön. Yritys on perustettu vuonna 1949 Raumalla, tuolloin yrityksen nimi oli T:mi Ar-Va. Yhtiö on kuulunut englantilaisen Pilkingtonin omistukseen vuodesta 1975 ja on nykyään osa japanilaista Nippon Sheet Glass konsernia.

Suomen toiminnot ovat keskittyneet erikoisajoneuvolasituksiin, tuotekategoriat koostuvat erilaisten työkoneiden, hyötöajoneuvojen, veneiden ja klassikkoautojen lasituksista. Yhtiöllä on ajoneuvolasitehtaat Laitilassa ja Tampereella. Laitilan tehtaalla valmistetaan laminoidut lasit ja Tampereen tehdas on erikoistunut karkaistuun lasiin. Yhtiöön kuuluu näiden valmistusyksiköiden lisäksi Laitilassa toimiva Pilkington Marine, joka toimittaa telakoille laivojen vaativia lasituksia. Espoossa toimii varaosia Suomessa välittävä tukkuliike ja Lahdessa tytäryhtiö Pilkington Lahden Lasitehdas.

Suomen yhtiöiden liikevaihto tilikaudella 2017/2018 oli 114 miljoonaa euroa. Yhtiön palveluksessa työskenteli 571 henkilöä. (Pilkington 2018)

NSG Groupilla on valmistustoimintaa noin 30 maassa neljällä mantereella ja myyntiä 105 maassa. Konserni valmistaa ja jalostaa ajoneuvo-, ja arkkitehtuurilaseja sekä erilaisia teknisiä lasia. Konsernin raportoitu liikevaihto tilivuona 2017 oli n. neljä miljardia euroa ja työllisti 27000 henkilöä. NSG on listattuna Tokion pörssissä.

3 TEORIA

3.1 Tutkimushaastattelu

3.1.1 Tutkimushaastattelu tiedonkeruun lähteenä ja haastattelutyypit

Tutkimushaastattelu on tiedonkeruun menetelmä, kun halutaan selvittää jonkun henkilön mielipide jostakin asiasta. Yksinkertaisin tapa saada tämä selville on kysyä sitä häneltä itseltään. Kyseessä on siis keskustelu, joka käydään tutkijan aloitteesta ja usein myös tämän asettamilla ehdoilla. Keskustelun tavoitteena on tutkijalla saada selville haastateltavan näkemys tutkimuksen aihepiiriin kuuluviin asioihin. Haastateltavalle tutkimushaastattelu antaa mahdollisuuden tuoda esille oman näkemyksensä aiheeseen. Haastateltavalle muodostuu lisäksi tilaisuus jakaa omia kokemuksiaan ja tulla näin huomioiduksi. (Aaltola & Valli 2001, 24–26)

Haastattelutyyppejä on useita. Ne muodostuvat kahdesta ääripäästä, struktuoitusta ja avoimesta haastattelusta, sekä näiden erilaisista välimuodoista. Struktuoitussa haastattelussa kysymykset ja niiden järjestys ja vastausvaihtoehdot ovat kaikille haastateltaville sama. Tällainen haastattelu on toteutettavissa myös lomakehaastatteluna. Avoin haastattelu vastaa menetelmistä eniten perinteistä keskustelua, jossa aihe on rajattu, mutta käsiteltävä sisältö ei ole sama kaikkien haastateltavien osalta. Puolistruktuoitussa haastattelussa kysymykset ovat yhtenäiset, mutta vastausvaihtoehtoja ei ole annettu. Niiden muodostaminen on haastateltavan vapaasti muotoiltavissa. Näiden lisäksi on olemassa esim. syvä-, ryhmä- ja puhelinhaastatteluja. (Aaltola & Valli 2001, 26–27). Tutkimushaastattelu voi olla myös eri haastattelutyypien yhdistelmä.

3.1.2 Haastattelupaikka

Tutkimushaastattelu on sosiaalinen vuorovaikutustilanne, jonka luonne ja tavoite on huomioitava haastattelupaikkaa valittaessa. Haastattelu voi tapahtua esim. osapuolten kotona, työpaikalla, oppilaitoksella tai muussa julkisessa paikassa kuten vaikka

kahvilassa. Haastattelutilanteen on kuitenkin hyvä olla rauhallinen ja ympäristön vähävirikkeinen, jotta keskittyminen pysyy itse haastattelussa. Paikka ei saa aiheuttaa haastateltavalle epävarmuuden tunnetta. Turvalliseksi ja kotoiseksi koetussa ympäristössä tehdyillä haastatteluilla on parempi mahdollisuus onnistua. Myös tilajärjestely tulee huomioida siten, että ne eivät tuo esille osallistujien rooleja vaan mahdollistavat tasapuolisen asetelman keskustelulle. Esimerkiksi haastattelijan työhuone saattaa olla paikka, jossa roolit korostuvat epäedullisesti henkilöiden istuessa vastakkain työpöydän eripuolilla. Parempi vaihtoehto olisi asettaa vierekkäisille istuimille. (Aaltola & Valli 2001, 27–29)

3.1.3 Haastattelutilanne

Haastattelutilanteessa on kyse kahden eri roolissa olevan henkilön, haastattelijan ja haastateltavan välisestä keskustelusta. Molemmilla osapuolilla on aina jonkinlainen ennakkokäsitys tilanteesta ja siinä toimimisesta, useimmiten nämä käsitykset ovat jossain määrin poikkeavia. Haastattelijan on huomioitava nämä seikat ja mukauduttava tilanteeseen. (Aaltola & Valli 2001, 30)

Keskustelua ei kannata aloittaa hyppäämällä heti käsiteltävään aiheeseen. Irrallisen esipuheen avulla pyritään luomaan itse haastattelulle avoin ja miellyttävä ilmapiiri. (Aaltola & Valli 2001, 30) Keskustelijoiden välisen luottamuksen luomiseksi on haastattelijan edullista kertoa toiselle osapuolelle myös itsestään. Liian seikkaperäisesti itsestään kertominen saattaa kuitenkin etäännyttää haastateltavaa. Tutkimusaiheeseen siirtymisestä ja haastattelun päättymisestä tulee aina mainita erikseen. (Ruusuvuori & Tiittula 2009, 24–25)

Tutkimushaastattelut on usein tapana nauhoittaa. Nauhoitus toimii tutkijalle tallenteena, joka mahdollistaa tilanteeseen palaamisen saavutettuja tietoja ja tulkintoja tarkasteltaessa. Sen avulla voidaan tarkastella myös haastatteluvuorovaikutusta. (Ruusuvuori & Tiittula 2009, 14) Nauhoitusluvasta tulee kysyä haastateltavalta ennen varsinaista tallennettavaa haastatteluvaihetta.

3.1.4 Haastattelujen määrä

Haastattelujen määrä vaihtelee tutkittavan aiheen ja sen laajuuden mukaan. Lisäksi tähän saattavat vaikuttaa käytettävät menetelmät ja esimerkiksi oppilaitoksen tai toimeksiantajan suositukset. Niiden tarkkaa tarpeellista määrää ei voida määrittellä. Hyvänä ohjenuorana haastattelumäärän riittävydestä voidaan pitää saturaation eli kyllästymisen ajatusta. Kun haastattelut eivät tuota enää uutta tietoa ja toistavat itseään, on niitä todennäköisesti tehty tarpeeksi. (Aaltola & Valli 2001, 40)

3.2 Tilastollinen prosessinohjaus

3.2.1 Laatu

Laatu on käsite, jonka voi määrittellä lukuisilla tavoilla. Useimmilla henkilöillä on ymmärrys laadusta haluttuina ominaisuuksina tuotteessa tai palvelussa. Laadusta on muodostunut merkittävä tekijä hankintoihin liittyvissä kilpailutustilanteissa. Ilmiö on pätevä niin yksityiselämässä kuin yritysmaailmassa. Yrityksille laadun ymmärtäminen ja parantaminen on tie menestyvään yritystoimintaan, kasvuun ja kilpailukykyyn. Laatuun investomisella voi olla merkittävä vaikutus yrityksen kannattavuuteen. (Montgomery 2005, 2)

Tuotteen laatua voidaan arvioida monin tavoin. Usein on tärkeää eritellä laatu erillisiin ulottuvuuksiin ja arvioida niitä erikseen. Garvin D. A. jakaa teoksessaan 'Competing in the Eight Dimensions of Quality' (1987) laadun kahdeksaan komponenttiin, suorituskykyyn, luotettavuuteen, kestävyYTEEN, huollettavuuteen, esteettisyyteen, ominaisuuksiin, havaittuun laatuun ja vaatimustenmukaisuuteen. Komponentit vastaavat kysymyksiin siitä täyttääkö tuote tehtävänsä, kuinka usein se epäonnistuu, kuinka kauan se kestää, kuinka helppo se on korjata, miltä se näyttää, mitä se tekee, mikä on yrityksen ja tuotteen maine ja vastaako tuote täysin suunnittelua? Tuotteen vaatimustenmukaisuus korostuu tuotteissa, jotka ovat osa suurempaa kokoonpanoa. Tuote joka poikkeaa suunnittelustaan voi aiheuttaa virheellisen lopputuotteen. Henkilöauto on tyypillinen esimerkki tuotteesta, joka koostuu tuhansista erillisistä, eri valmistajien valmistamista tuotteista. (Montgomery 2005, 2–3)

3.2.2 Vaihtelu

Mikäli tuote valmistettaisiin aina käyttäen täysin samanlaisia materiaaleja, täysin samanlaisilla koneilla ja menetelmillä ja lopuksi tarkastettaisiin aina yhtenevällä tavalla, tuottaisi prosessi identtisiä tuotteita. Näiden ehtojen täytyessä, ne kaikki olisivat tuotteen vaatimuksista riippuen joko virheettömiä tai virheellisiä. On kuitenkin lähes mahdotonta, että jokainen valmistettu tuote olisi virheellinen. Käytännössä osa tuotteista on virheellisiä ja osa ei, nämä tuotteet seuraavat toisiaan prosessissa satunnaisesti. Tämän satunnaisuuden syynä on vaihtelu. Vaihtelu syntyy prosessiin kaikista niistä syötteistä joita se sisältää, esimerkiksi käytetyt materiaalit ja niiden ominaisuudet, koneiden kunto, työ- ja tarkastusmenetelmät sekä työntekijät. (Kume 1998, 7–8)

Tällaisella tarkastelulla voidaan havaita, että tuotteen valmistusprosessissa on lukuisia muuttujia, jotka vaikuttavat valmiin tuotteen ominaisuuksiin. Prosessi voidaan ajatella laadunvaihtelun näkökulmasta joukoksi vaihtelun syitä. Nämä syyt selittävät tuotteen ominaisuuksien vaihtelun. Virheetön tuote täyttää tietyt määritellyt laatuominaisuudet eli standardit. Tämä standardi erottelee virheelliset ja virheettömät tuotteet toisistaan. Myös virheettömissä tuotteissa on keskenään vaihtelua, mutta tämä vaihtelu on standardin sallimissa rajoissa. Vaihtelu on virheiden aiheuttaja ja jos vaihtelua pienennetään, vähenee virheiden määrä. (Kume 1998, 9)

3.3 R&R tutkimus

Mittausjärjestelmä on mittavälineiden, laitteiden, menetelmien, henkilöiden ja ympäristön kokoelma jolla pyritään saavuttamaan numeerinen arvo mitattavalle ominaisuudelle. Tarkasteltaessa tällaista järjestelmää prosessina voidaan havaita lukuisia vaihtelun lähteitä, jotka johtavat mittausepä tarkkuuteen. Ihanteellinen mittausjärjestelmä tuottaa aina todellisen mittaustuloksen ilman epätarkkuutta ja vaihtelua. (Joglekar 2003, 241–242)

R&R (repeatability and reproducibility) tutkimus, eli toistettavuus ja uusittavuus tutkimuksen tarkoituksena on selvittää mittausjärjestelmän kokonaisvaihtelun laajuus ja vaihtelun eri lähteiden prosentuaalinen osuus mittaustuloksen vaihtelusta. (Joglekar 2003, 262)

Toistettavuus on toistettujen mittausten vaihtelua mitattavan tuotteen ja mittaustapahtuman pysyessä identtisenä. Eli mittaus tehdään esimerkiksi samalla mittavälineellä, saman henkilön mittaamana samanlaisissa olosuhteissa. Toistettavuuden suuri vaihtelu on osoitus siitä, että jotakin mittaustapahtuman avaintekijää ei toisteta tarkasti. (Joglekar 2003, 243)

Uusittavuudella tarkoitetaan eri henkilöiden samoilla välineillä tehtyjen, samojen tuotteiden mittausten keskiarvojen välistä vaihtelua. Mittausjärjestelmältä odotetaan uusittavia mittaustuloksia riippumatta mittaajasta, ajankohdasta, paikasta jne. (Joglekar 2003, 243–244)

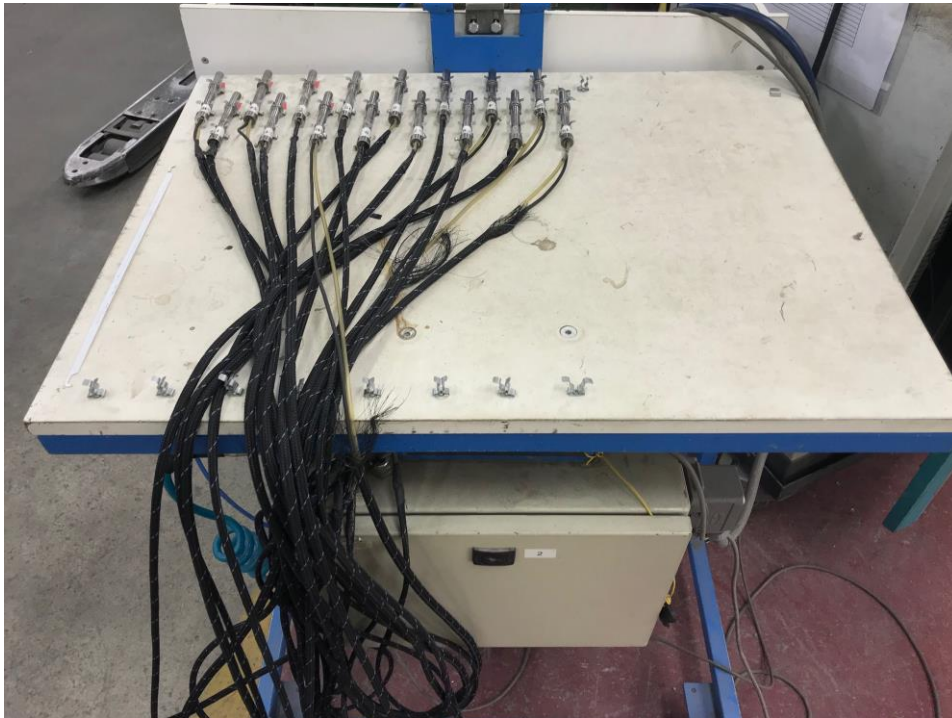
3.4 LVDT-anturi

LVDT (linear variable differential transformer) eli lineaarimuunnin on laite, joka muuntaa mekaanisen siirtymän sähköiseksi signaaliksi. Lineaarimuuntimen perusosat ovat ferromagneettinen ydin, ensiökäämi ja kaksi toisiokäämiä. Ensiökäämi on kytketty vaihtovirtalähteeseen ja toisiokäämit vastakkaisiin vaiheisiin. Ytimen ollessa muuntimen magneettisessa keskiössä, toisiokäämeihin indusoituvat jännitteet kumoavat toisensa. Ytimen liikuttaminen magneettikentässä saa toisiokäämien magneettivuon epätasapainoon ja aiheuttaa mitattavan jännitteen. Indusoitunut jännite on verrannollinen ytimen siirtymään keskiasennostaan. Siirtymän suunta on pääteltävissä ensiö- ja toisiojännitteiden vaihekulmasta. (Ripka & Tipek 2007, 310)

4 HANKESELVITYS

4.1 Nykytilanteen kartoitus

Pilkington Automotive Finland Oy:n Tampereen tehtaalla on käytössä kaksi monipistemittalaitetta, joita käytetään tilastollisessa prosessinohjauksessa tehtaalla karkaisulaitoksilla. Laitteet ovat siirrettäviä ja hyödynnettävissä millä tahansa tuotantolinjalla, mutta käytännössä niiden käyttö on vakiintunut kahdelle eri karkaisulaitteelle. Mittalaitetta käytetään taivutetun ja karkaistun lasin pintamuodon mittaamiseen yhdessä koetinmallin kanssa. Laite on käytettävissä minkä tahansa koetinmallin kanssa, joka on varustettu mittalaitteen antureiden kiinnikkeillä. Monessa tapauksessa säännöllinen tuotannon aikainen mittaus on asiakasvaatimus. Mittalaite koostuu erillisestä anturipöydästä (kuva 1), jossa on mukana laitteiston sähkökaappi sekä erillisestä pc-tietokoneesta jolla käytetään Microsoft Windows -pohjaista ohjelmistoa. Laitteen ja ohjelmiston on alun perin valmistanut jyvaskyläläinen Mittasoft Metrology Oy, joka on poistunut kaupparekisteristä vuoden 2003 lopussa. Teräskonttori Oy osti Mittasoftin ja ovat sittemmin ilmoittaneet lopettavansa näiden mittalaitteiden kehittämisen ja tuen.

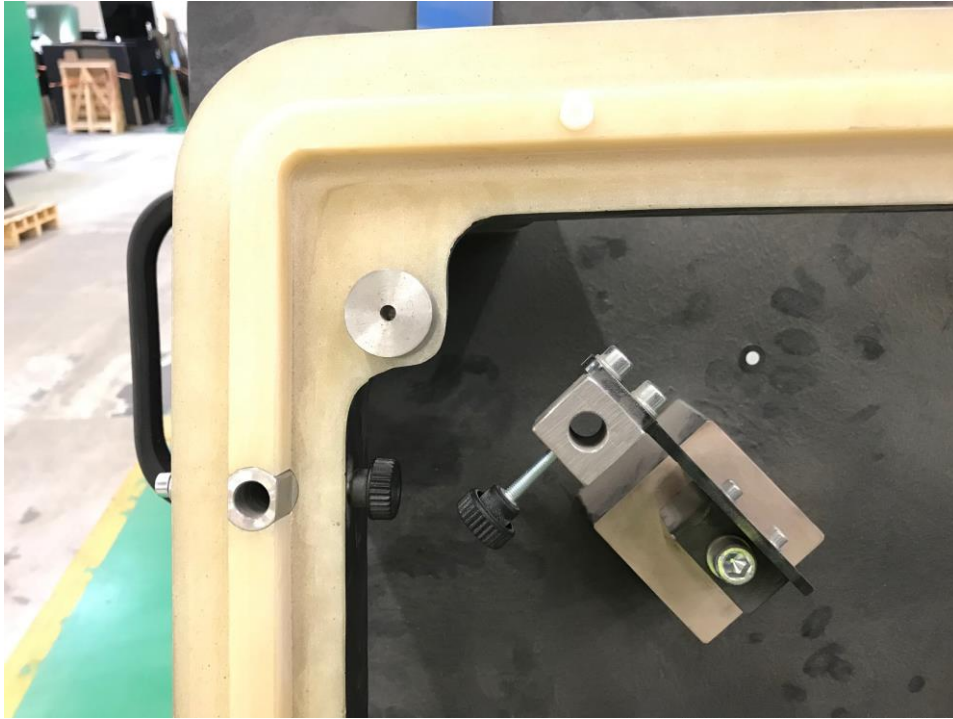


KUVA 1. Mittalaitteen anturipöytä

Lasin mittaaminen suoritetaan asettamalla karkaistu lasi koetinmallille (kuva 2). Koneistetulla koetinmallilla on lasin reunamuotoa mukaileva reunus, jota vasten lasi lepää. Lasia kannattelee stopparit, jotka toimivat samalla mittauksen nollapisteinä. Koetinmallin reunus on koneistettu vastaamaan lasin reunan suunniteltua nominaali- eli nimellismuotoa. Reunuksessa on myös poratut reiät mitta-antureille asiakkaan kanssa määritellyissä kohdissa. Joissakin koetinmalleissa on myös kiinnikkeet antureille reunamuodon sisällä taivutuksen pussikkuuden mittaamiseksi (kuva 3).



KUVA 2. Koneistettu tuotekohtainen koetinmalli. Koetinmallit ovat tyypillisesti asiakkaan omaisuutta.



KUVA 3. Anturikiinnikkeet koetinmallissa.

Mittaustapahtumassa mitataan lasin nousua koetinmallin osoittamasta nominaalista. Yksittäinen anturi ei välttämättä osoita itsessään virheellistä muodon kohtaa lasin reunamuodossa, vaan se paljastaa että muoto ei mahdu sovittujen rajojen sisään. Muottitekniikalla voidaan taivuttaa lasia kolmessa ulottuvuudessa, eivätkä taivutukset ole useinkaan symmetrisiä. Näin ollen voi esimerkiksi yksi lasin kulmista väärään muotoon jäädessään näyttäytyä sallitun nousun ylityksenä etäänpästä virheen aiheuttajasta.

Ennen mittauksia anturit (kuva 4) kalibroidaan 0-tasoon peittämällä antureiden reiät ja nollaamalla mittakärjet. Mittakärjet toimivat paineilmalla, joka kytketään päälle ja pois jalkakytkimellä. Antureiden mittakärjet ovat jousipalautteisia ja niiden maksimi iskupituus on 20mm. Anturin analoginen viesti muutetaan digitaaliseksi mittatulokseksi ohjelmistolle. Koetinmallissa voi tapauskohtaisesti olla 1-16 kappaletta mitta-antureita. Anturit ovat malliltaan Solartron Orbit3 DP/10/P LVDT-antureita (liite 1). Niiden mittaustarkkuus on 0,001mm.



KUVA 4. Numeroidut Solartron-anturit

4.1.1 Mittausohjelmisto

Mittausohjelmistossa on esitallennettuna ohjelmat tuotekohtaisesti. Ohjelma sisältää käytettävien antureiden määrän ja mittatoleranssit. Ohjelmatyyppejä on kahdenlaisia, perusmittaohjelmia sekä näiden laajennus rei'än varmistuksella. Joissakin tuotteissa on porattuja reikiä, joiden olemassaolo ja paikka voidaan varmistaa erillisillä induktiivisilla antureilla asettamalla reikätulkki kuhunkin reikään. Ohjelmisto visualisoi mittausdatan valvontakorttina ohjausrajoineen. Valvontakortti on tyyppiä x-kortti. (Kume 1998, 94) Lisäksi ohjelmisto näyttää kunkin mittauspisteen suorituskyvyn histogrammina. Kaikki mittadata tallennetaan aikatietoineen.

Mittausdatan tuotannon aikaisen seuraamisen helpottamiseksi mittalaitteen yhteydessä on merkkivalot, jotka osoittavat vihreällä ja punaisella valolla mittauksen hyväksynnän tai hylkäyksen suhteessa määriteltyihin toleransseihin.

4.1.2 Mittalaitteen ongelmat

Nykytilanteen yleisimmät ongelmat liittyvät mittalaitteen antureihin. Antureiden johtojen katkeaminen tai vaurioituminen estää mittaustuloksen saamisen ohjelmistolle. Toisaalta paineilmaletkun tai mittakärjen kumipalkeen reiät aiheuttavat mittaliikkeen häiriön. Tyypillisesti nämä rikkoutumiset aiheutuvat anturijohtojen käsittelystä järjestelmää käyttöönotettaessa tai purettaessa. Toinen yleinen vikaantuminen on mittapään katkeaminen tai taipuminen. Tämä tapahtuu laskettaessa uusi lasi koetinmallille muistamatta jalkakytkimellä ensin palauttaa mittapäitä ala-asentoon edellisen mittauksen päätteksi. Ohuet mittapäät eivät kestä lasin painoa vaan vaurioituvat. Yllämainituista syistä johtuen joudutaan vuosittain uusimaan lukuisia mitta-antureita.

Merkittävä huolenaihe on myös mittalaitteen valmistajatuen puuttuminen. Ohjelmistolle eikä sen komponenteille ole saatavilla ulkoista tukea ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi. Tulevaisuudessa voi esimerkiksi ohjelmiston yhteensopivuus modernien käyttöjärjestelmien kanssa muodostua ongelmaksi. Lisäksi vanhojen tietotekniikkakomponenttien saatavuus on tuntematon.

Riskiksi voidaan nostaa myös ohjelmiston avoimuus. Käyttäjällä on vapaa pääsy järjestelmän asetuksiin, joiden muutoksilla on mahdollista saattaa ohjelmisto toimimattomaksi. Tämä on tapahtunut muutamaa otteeseen mittalaitteen käyttöhistorian aikana.

Laitteen ylläpito ja mittaushjelmien tekeminen on vakiintunut alueen prosessinkehittäjän tehtäväksi. Tällä hetkellä yrityksessä ei ole kuin tämä yksi henkilö, joka selviytyy näistä tehtävistä. Tilanne ei ole hyväksyttävä, koska mittaustarpeiden taustalla on asiakasvaatimus.

4.2 Glasstec 2018

Glasstec on joka toisena vuotena Saksan Düsseldorfissa järjestettävä nelipäiväinen lasiteollisuuden messutapahtuma. Glasstecissa on yli 1200 näytteilleasettajaa 50 maasta (Glasstec 2019). Messut ovat keskittyneet erityisesti lasin valmistukseen ja sen jatkojalostukseen. Näytteilleasettajissa on myös lasinmittaukseen erikoistuneita yrityksiä.

Tästä joukosta vuoden 2018 messuilla valikoituivat italialainen Tecno Sens S.p.A. ja saksalainen Nokra Optische Prüftechnik und Automation GmbH, joiden kaupallisiin mittausjärjestelmiin käytiin tutustumassa messuvierailun aikana. Molempien mainittujen yritysten tuotteet on esitelty mahdollisena vaihtoehtona tässä hankeselvityksessä.

4.3 Vaihtoehtojen esittely ja nelikenttäanalyysit

4.3.1 Nykyisen mittalaitteen päivitys

Käytössä olevan mittalaitteen toimintahäiriöt liittyvät useimmiten mitta-antureihin. Usein tapahtuva vikaantuminen on mittakärjen taipuminen tai katkeaminen painavan lasin osumasta. Virhe on mahdollinen siinä tilanteessa, että edellisen mittaustapahtuman jälkeen käyttäjä on unohtanut katkaista antureilta paineilman jalkakytkimen painalluksella. Tapahtuman mahdollisuus voitaisiin poistaa pienellä releohjauksen muutoksella. Toimilaitteiden paineilmaventtiiliä ohjaavan releen päivitys päästöhidasteiseksi aikareleeksi poistaisi inhimillisen virheen mahdollisuuden katkaisemalla paineilmasyötön säädetyn ajan jälkeen ja mittakärjet palautuisivat pohja-asentoon. Päästöviive tulee asettaa työpisteen keskimääräiset jaksonajat huomioiden. Useimmilla tuotteilla mittauksia ei tehdä 100%-taajuudella, joten viive voidaan tarvittaessa asettaa melko pitkäksi. Ennen muutostyö aloittamista tulee varmistaa, että mittaohjelmiston toiminnassa ei ole mitään mikä estäisi tämän toteutuksen. Muutos voidaan toteuttaa tehtaan oman automaatiohenkilöstön toimesta.

Anturijohtojen vauriot syntyvät pääasiassa niiden käsittelystä, kun antureita vaihdetaan koetinmallilta toiselle, tai varastoinnin aikana. Käsittelyssä korostuu huolellisuus. Johdot sotkeutuvat helposti ja jäävät mahdollisesti koetinmallin tai mittalaitteen pyörien alle siirtojen yhteydessä tai vaurioituvat liian voimakkaasta käsittelystä. Johtojen asianmukaisella asettelu paikoilleen järjestyksessä ja solmujen oikominen edesauttavat vahingoilta välttymisessä. Johtojen mekaanista suojausta on mahdollistaa parantaa lisäksi päällystämällä ne esimerkiksi kutistesukalla.

Mitta-antureiden kumipalkeiden käyttöikään voi joiltakin osilta vaikuttaa varmistumalla käytettävän paineilma puhtaudesta. Mekaaniset epäpuhtauden kuluttavat hiljalleen

kumipaljetta aiheuttaen lopulta puhkeaman ja anturin vaihdon. Paineilman puhtauteen voidaan vaikuttaa huolehtimalla säännöllisesti järjestelmän suodattimien vaihdoista. Tehtaan ilma on yleisesti hyvin pölyistä johtuen karkaisulaitoksien puhaltimien aiheuttamasta jatkuvasta ilman kierrosta. Näin ollen myös anturien ulkoisesta puhtaudesta tulee huolehtia ja mittalaite olisi hyvä suojata esim. peitteellä kun se ei ole käytössä.

Nykyisen järjestelmän päivityksen hyötyjä ja haittoja on arvioitu nelikenttäanalyysissä. SWOT-analyysi on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. SWOT-analyysi, oma mittausjärjestelmä

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> • Käyttöosaaminen • Ei muutostarpeita mittausjärjestelyille 	<ul style="list-style-type: none"> • SPC-työkalujen rajallisuus ohjelmistossa • Ei ulkoista tukea ongelmien ratkaisuun • Ei kehitystyötä ilman erillistä panostusta
MAHDOLLISUUDET	UHAT
	<ul style="list-style-type: none"> • Ulkoisen tuen puute pakottaa laitteen vikaantuessa tuotannon manuaalisiin mittauksiin <ul style="list-style-type: none"> ○ erittäin työlästä lukuisten mittapisteiden vuoksi ○ korvaavan järjestelmän hankinnan, käyttöönoton ja koulutuksen vaatima aika

4.3.2 Omavalmisteinen mittalaite

Yrityksen engineering-osasto on suunnitellut ja valmistanut myös oman mittalaitejärjestelmän, joita on käytössä neljä kappaletta yhtiön Laitilan tehtaalla. Kyseessä on nykyistä järjestelmää vastaava mittalaite muutamien parannuksin. Merkittävin muutos koskee mitta-antureita, jotka ovat mallia Solartron Orbit 3 DT/10/P. Tässä anturimallissa ei ole enää kumipalkeita ja lisäksi paineilmalla on toteutettu heikko läpivirtaus, jolla pyritään pitämään anturi puhtaana ulkoisista partikkeleista.

Mittalaite on valmistettu Omronin logiikalla ja mittadatan keräävä ohjelmisto on omavalmisteinen. Ohjelmat ovat tuotekohtaisia ja keräävät ainoastaan antureiden mittadatan, mitään tilastollisia menetelmiä datan käsittelylle ohjelma ei sisällä. Mittalaitteella on mahdollista mitata myös lasin koko koetinmallin ja langattoman mittakellon avulla. Omavalmisteisen mittalaitteen SWOT-analyysi on taulukossa 2.

TAULUKKO 2. SWOT-analyysi, oma mittausjärjestelmä

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> • Oma järjestelmä • Ei muutostarpeita mittausjärjestelyille 	<ul style="list-style-type: none"> • SPC-työkalujen puute ohjelmistossa • Ei kehitystyötä ilman erillistä panostusta
MAHDOLLISUUDET	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> • Kehitysmahdollisuudet omien tarpeiden mukaan 	

4.3.3 Tecno Sens -lasimittausjärjestelmä

Tecno Sens S.p.A. on italialainen teknologia yritys, jonka toimialoihin kuuluvat mittaus-, lasertyöstö-, ja turvallisuusjärjestelmät (Tecno Sens 2019). Heidän mittalaittekatalogissaan on erityisesti ajoneuvoteollisuuden lasinvalmistukseen suunniteltu mittausjärjestelmä (liite 2). Mittausjärjestelmä on toiminnoiltaan käytännössä identtinen Tampereen tehtaalla olemassa olevan järjestelmän kanssa. Mittalaitteessa on mahdollista käyttää 1 – 256 kappaletta paineilmoitustoimisia, koetinmalliin kiinnitettäviä mitta-antureita. Laitteen ohjelmisto sisältää laajat SPC-työkalut ja hakutoiminnot joiden avulla mittadataa voidaan käsitellä halutuilla aikajaksoilla tai esimerkiksi käyttäjä- tai vuorokohtaisesti. Mitta-antureiden fyysiset mitat, iskupituus ja mittaustarkkuus vastaavat käytössä olevaa järjestelmää. Näin ollen ne soveltuvat suoraan käyttöönotettavaksi nykyisten koetinmallien kanssa ilman minkäänlaisia muutostarpeita.

Käyttöpuolella järjestelmässä on huomioitu mittapäiden suojaaminen ulkoisilta iskuilta päästöhidasteisella ohjauksella. Mittaustapahtuman jälkeen mittapäät palaavat automaattisesti pohja-asentoonsa, eikä riskiä niiden vaurioittamiseen seuraavalla mitattavalla lasilla ole. Ohjelma mahdollistaa eri käyttäjäprofiilit, jolloin mittausohjelmien ja datan käsittely voidaan tarvittaessa rajoittaa eri käyttäjäryhmille.

Tecno Sens tarjoaa vaurioituneiden mitta-antureiden huoltopalvelun, jolla voidaan saavuttaa jonkinlaisia säästöjä kun antureita ei tarvitse aina uusia kokonaan. Lisäksi

saatavilla on myös materiaalia koskemattomat mitta-anturit, jotka sopivat suoraan mittausjärjestelmään. Tämä mahdollisuus voi olla hyödyllinen mitattaessa suuria, ohuita ja vähän taivutettuja lasikappaleita joiden mittaustulokseen pintaa koskettavalla mittapäällä saattaa olla vaikutusta.

Tecno Sens -lasimittausjärjestelmää on arvioitu SWOT-analyysillä. Analyysi on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. SWOT-analyysi, Tecno Sens -lasimittausjärjestelmä

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> • Suoraan käyttöönotettavissa nykyisten koetinmallien kanssa • Reaaliaikainen SPC-mittaus lukuisine analysointityökaluineen • Valmistajan tuote- ja kehitystuki • Käytössä useammalla NSG-Groupin tehtaalla Euroopassa 	<ul style="list-style-type: none"> • Vastaava kokoonpano nykyisen järjestelmän kanssa <ul style="list-style-type: none"> ○ anturijohtojen kestävyys käytössä
MAHDOLLISUUDET	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> • Tilastollisen prosessin hallinnan parantaminen Tampereen tehtaalla • Lasipintaa koskemattomat mitta-anturit 	

4.3.4 Nokra -lasermittausjärjestelmä

Nokra Optische Prüftechnik und Automation GmbH on saksalainen mittaustekniikka valmistava teknologiayritys, jonka toiminnan pääpainopisteenä ovat ajoneuvoteollisuuden mittaustarpeet (nokra 2019). He ovat keskittyneet erityisesti suoraan valmistuslinjoihin liitettäviin lasermittausjärjestelmiin.

Nokran alpha.glass lasermittausjärjestelmä (liite 3) on kehitetty ensisijaisesti tuulilasien mittaukseen, mutta se soveltuu myös sivu- ja takalaseille, sekä eristyslaselementeille. Mitattavat tuotteet voivat olla karkaistuja tai laminoituja. Mittaustapahtumat perustuvat

laserilla tehtävään kolmiomittaukseen. Järjestelmä mahdollistaa mittaukset rajattomalle määrälle mittauspisteitä. Lasermittaus mahdollistaa tuotekohtaisista koetinmalleista luopumisen kokonaan, mutta edellyttää järjestelmän liittämistä tuotantolinjaan tai erillisen mittauspisteen rakentamisen. Mittauspisteen osalta merkittäväksi tekijäksi tulee mitattavan lasin tuennan suunnittelu. Lasi mitataan vaaka-asennossa ja tuennalla täytyy varmistaa että painovoimainen lasin taipuminen ei vaikuta mittaustulokseen. Toisaalta tuenta ei saa vaikuttaa lasin muotoon toiseenkaan suuntaan.

Järjestelmän ohjelmisto luo mittaustuloksien perusteella lasista digitaalisen mallin, jota verrataan tallennettuihin nominaalimuotoihin. Mahdollinen mittauslaitteen integrointi tuotantolinjaan edellyttää linjamuutoksia, jotka osaltaan nostavat kustannuksia merkittävästi. Laitteisto on myös merkittävästi muita vaihtoehtoja suurempi, jolloin erillisen mittauspisteenkin luominen edellyttää suunnittelua. Järjestelmä ei ole myöskään siirrettävissä muiden tuotantolaitteiden käyttöön. Nokra alpha.glass -lasermittausjärjestelmän nelikenttäanalyysi on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. SWOT-analyysi, nokra alpha.glass -lasermittausjärjestelmä

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> • Tuotekohtaisia koetinmalleja ei enää tarvita • Rajaton määrä mittauspisteitä • Valmistajan tuote- ja kehitystuki 	<ul style="list-style-type: none"> • Järjestelmän edellyttämät tuotantolinjan muutostyöt • Ei vapaasti siirrettävissä • Hinta
MAHDOLLISUUDET	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> • Koetinmalleista luopumisen tuomat säästöt tuotteen tuotannollistamiskuluihin • Lasipintaa koskettamaton mittaus 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitaalisten referenssimallien ylläpito • Järjestelmän SPC-työkalut eivät ole tiedossa

5 KUSTANNUSARVIOINTI

Esiteltyjen korvaavien mittajärjestelmien kustannusarviot on esitelty taulukossa 5. Nykyistä järjestelmää koskevat ehdotetut muutostyöt jäävät hankintakustannuksiltaan niin alhaisiksi, että niitä ei huomioida tässä yhteydessä. Kaupallisten sovellusten hinnat perustuvat Glastec-messuilla lokakuussa 2018 toimittajien kanssa käytyjen keskustelujen yhteydessä saatuihin hintoihin. Lopulliset hinnat tulee neuvotella, siinä yhteydessä kun päädytään etenemään jonkin vaihtoehdon kanssa. Uuden omavalmisteisen mittajärjestelmän rakentamiskustannukset on saatu yhtiön engineering-osastolta marraskuussa 2019.

TAULUKKO 5. Vaihtoehtojen kustannusarviot

Mittausjärjestelmä	Hankintakustannus	Muut perustamiskustannukset
1. Omavalmisteinen mittajärjestelmä	■■■■■	kokoonpano ja sähkötyöt
2. Tecno Sens – lasimittausjärjestelmä	■■■■■	-
3. nokra alpha.glass – lasermittausjärjestelmä	■■■■■	<ul style="list-style-type: none"> • linjamuutokset ~ ■■■■■ • erillinen mittauspiste ~ ■■■■■

Nokra alpha.glass järjestelmän perustamiskulut eri vaihtoehdoille ovat arvioita, jotka perustuvat aiempiin linjamuutosprojekteihin. Kustannukset sisältävät mekaanisen- ja automaatio suunnittelun, materiaalit ja kiinteistön muutostyöt.

Tecno Sens –lasimittausjärjestelmän mitta-antureiden hinta on n. ■■■■/kpl, joka tuo käytössä oleviin antureihin n. ■■■■€ säästön per kappale. Korjaus- ja huoltopalvelun myötä vuosisäästöä on mahdollista kasvattaa lisää.

6 POHDINTA

Laatu on tyypillisesti käsite, joka on hyvin henkilökohtainen ja siten henkilöriippuvainen. Toiselle voi esim. voikukan juuria sisältävä multakuorma olla erinomainen kesämökin kukkapenkin täytteeksi toisen puolestaan vaatiessa ehdottomasti hyvin seulottua ainetta. Kyse on tarpeesta, odotuksista ja hyvin usein myös kustannuksista, millainen vastine saadaan käytetyille rahoille. Laadun käsittelemiseksi onkin liiketoiminnassa tyypillisiä välineitä erilaiset standardit ja toleranssit, joiden avulla pyritään määrittämään millainen tuotteen tai palvelun tulee olla. Mitattavien ominaisuuksien avulla tehostetaan toimintaa ja vähennetään kuluja. Toisaalta dokumentoidut tulokset helpottavat keskustelua osapuolten välillä kun tuote tai palvelu ei kaikesta huolimatta kuitenkaan vastaa odotuksia. Joissain tapauksissa ne voivat jopa määritellä sen kumpi osapuoli on korvausvelvollinen. Ilman dokumentoituja tuloksia ja erityisesti ilman luotettavaa mittadataa ei voida keskustella asioiden todellisesta tilasta ja kommunikointi muodostuukin henkilöiden omien mielipiteiden käsittelyksi. Tämä tulee huomioida aina kun keskustellaan tuotelaadusta tai esimerkiksi laitteiden teknisestä kunnosta. Laadukkaan mittaamisen ja datan keräyksen kehittäminen pystytään useimmiten kääntämään taloudelliseksi hyödyksi muistaen kuitenkin, että sitä ei kannata tehdä vain asian itsensä vuoksi, vaan mittaukset tulee kohdistaa merkitseviin seikkoihin ja kerättyä dataa tulee hyödyntää.

Tilastollisessa prosessinohjauksessa tulee huolehtia, että käyttäjätasolla ymmärretään minkä vuoksi mittauksia tehdään ja miten menetelmiä hyödynnetään prosessin hallinnassa. Muutoin mittaaminen jää ainoastaan pakolliseksi veloitteeksi, joka saattaa heikentää datan luotettavuutta ja toisaalta jopa vähentää mittaustaajuutta. Mittausvälineet tulee omaksua työvälineiksi joilla on oma merkittävä vaikutuksensa valmiin työn tulokseen, aivan samalla tavalla kuin esimerkiksi laadukkailla käsityökaluilla. Tällöin myös mittausvälineiden hyvästä kunnosta ja toimivuudesta saadaan huolehdittua. Yllämainituissa asioissa korostuu valmistusprosessin johtaminen ja sen sitoutuminen tehokkaisiin toimintamalleihin.

Työssä esitellyistä vaihtoehtoista Tampereen tehtaan monipistemittausjärjestelmän uusimiseksi ensimmäisenä esitellyt pienet parannustoimenpiteet tulee toteuttaa välittömästi nykytilanteet parantamiseksi ja ennenkaikkea varmistaakseen, että sovitut

asiakasvaatimukset pystytään varmuudella täyttämään ilman työllistäviä erillisiä manuaalimittauksia.

Nokran alpha.glass –lasermittausjärjestelmä on kokonaiskustannuksiltaan huomattavan kallis ja edellyttää merkittäviä muutoksia tuotantolinjoihin. Järjestelmä vaatii kiinteän asennuksen, jolloin se ei ole riittävän monipuolisesti hyödynnettävissä Tampereen tehtaan tuotannon vaatimuksiin, lyhyisiin tuotantoeriin ja lukuisiin eri tuotteisiin. Järjestelmä sopiikin paremmin pitkien tuotantosarjojen valmistukseen, jossa eri tuotteiden määrä on alhainen. Nämä seikat huomioiden järjestelmä ei ole yritykselle kannattava investointi.

Jäljelle jäävistä vaihtoehdoista eli omavalmisteisesta– ja Tecno Sens – lasimittausjärjestelmästä, molemmat täyttävät ne vaatimukset joita mittausjärjestelmällä Tampereen tehtaalla on. Erityisesti merkittävä asia on, että molemmat järjestelmät ovat suoraan käyttöönotettavissa nykyisten koetinmallien ja mittausjärjestelyiden kanssa. Omavalmisteisen mittausjärjestelmän selkeä heikkous on tilastollisten laatutyökalujen puute sen ohjelmistossa. Se soveltuu yksittäisten mittaustulosten tallentamiseen ja siten yrityksen Laitilan tehtaalle, jossa pääosa tuotannosta tapahtuu yksittäisuuneilla ja valmistusvolyymit ovat huomattavasti Tampereen tehdasta alhaisemmat. Tampereella mittadataa voidaan kuitenkin halutessaan käyttää tuotannon aikaiseen prosessinohjaukseen ja näin ollen parantaa sekä tuotelaatua että tuotannon tehokkuutta, toisinsanoen koko liiketoiminnan kannattavuutta. Molempien vaihtoehtojen hankintakustannukset ovat lähellä toisiaan, oman järjestelmän valmistamisen edellyttäen kuitenkin lisäksi omia henkilötyöresursseja. Voidaankin pohtia onko kannattavaa käyttää yrityksen resursseja uusien järjestelmien luomiseen, jotka ovat samoilla kustannuksilla hankittavissa valmiina toteutuksina vai oman ydintoiminnan ylläpitoon ja tehostamiseen.

Yllämainitut seikat huomioiden tämän hankeselvityksen tuloksena suositellaan, että Pilkington Automotive Finland Oy:n Tampereen tehtaan monipistemittajärjestelmän korvaajaksi hankitaan Tecno Sens S.p.A.:n –lasimittausjärjestelmä.

LÄHTEET

Aaltola, J. & Valli, R. (toim.) 2001. Ikkunoita tutkimusmetodeihin I. Jyväskylä: PS-kustannus

Pilkington. 2018. NSG Group Suomessa. Luettu 11.10.2018.
<https://www.pilkington.com/fi-fi/fi/tietoa-yhtiosta/pilkington-suomessa>

Ruusuvuori, J. & Tiittula, L. (toim.) 2009. Haastattelu. Tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus. 2.painos. Tampere: Osuuskunta Vastapaino

Montgomery, D. 2005. Introduction to Statistical Quality Control. 5.painos. John Wiley & Sons, Inc

Kume, H. 1998. Laadun parantamisen tilastolliset menetelmät. 2. painos. Vammalan Kirjapaino Oy

Joglekar, A. M. 2003. Statistical Methods for Six Sigma In R&D and Manufacturing. 1. painos. John Wiley & Sons, Inc

Ripka, P. & Tipek, A. (toim.) 2007. Modern Sensors Handbook.1. painos. Wiltshire: Antony Rowe Ltd

Glasstec. 2019. Luettu 28.11.2019
<https://www.glasstec-online.com/>

Tecno Sens S.p.A. 2019. Luettu 23.11.2019
<https://www.tecnosens.it/en>

nokra Optische Prüftechnik und Automation GmbH 2019. Luettu 24.11.2019
<https://www.nokra.de/en/company/>

LIIITEET

Liite 1. Solartron Orbit 3 DP/10/P, esite

1 (2)



orbit3

Digital Linear Measurement Transducers / Gauging Probes

Features

- Accuracy to $<1 \mu\text{m}$
- Excellent repeatability $0.05 \mu\text{m}$
- Measurement ranges 0.5 to 20 mm.
- Precision linear bearings – life 100 million cycles
- Very low tip force $<0.18 \text{ N}$
- Spring push, pneumatic or vacuum retract
- Excellent magnetic screening makes the Digital Probe immune from external interference



Transducer hard wired to Orbit® 3 Conditioning Electronics for best accuracy

Standard DP Transducer / Spring Gauging Probe

The standard DP range of Solartron Push transducers / probes has become the workhorse for the gauging industry. Very high resolution, excellent repeatability and accuracy coupled with high data rates comes as standard. Long life precision bearings, and an IP65 rating ensure that the transducers maintain their performance for millions of cycles. Pneumatic transducers are ideal for use in automatic gauging applications or for accessing details that would be difficult or impossible to reach with spring push transducers. With no side load applied at the contact tip, pneumatic probes ensure excellent repeatability and long life.

Special Low Force Feather Touch Transducers / Gauging Probes

Feather Touch transducers have been designed especially to gauge or measure delicate surfaces such as car windscreens, pharmaceutical bottles, electro-mechanical components and plastic parts. Whereas a traditional transducer exerts a tip force of approximately 0.7N, the Feather Touch exerts a mere 0.18N when used in the horizontal position. This reduction is achieved by replacing the gaiter with a close tolerance gland. On pneumatic versions the air leakage through the gland is restricted to less than 2.5 ml per second at 1 bar to minimise the possibility of contamination to the surface being gauged. Despite the low volume of air flow the bearing within the probe is constantly purged, avoiding the build up of dust (use of filtered air is recommended). The ultra feather touch probe has a tip force of between 0.03 and 0.06N

Replaceable nylon tips are used to guard against surface damage, although, for measuring hot glass, tungsten carbide tips can be fitted. Optional woven nylon or steel braid covering on the cable provides additional protection for applications where down time is critical.

For ultimate low force, Feather Touch Probes can be supplied without a spring. Forward and return movements are activated by pneumatic/vacuum retract, but adjustment of air pressure allows all probes to have identical tip force, constant over the entire measurement range. If the probe is mounted vertically (tip up), retraction is by the dead weight of the moving parts, eliminating the need for vacuum.

Jet (J Type) Pneumatic Transducer / Gauging Probe

J Type probes are similar to standard pneumatic transducers except that actuation is by an inbuilt piston. High tip forces are available but as air is vented through a port close to the front of the probe, they have a lower IP rating. These probes will continue to operate even if the gaiter becomes punctured.

www.solartronmetrology.com • sales.solartronmetrology@ametek.com



Technical Specification
Standard Spring Push and Pneumatic, Feather Touch and In Line Connector

Products (Orbit®)

Spring Push Axial Cable	DP0.5/S	DP1/S	DP2/S	DP5/S	DP10/S	DP20/S	DP102/S
Spring Push Radial Cable			DR2/S	DR5/S	DR10/S	DR20/S	DR102/S
Spring Push Axial Cable Feather Touch			DT2/S	DT5/S	DT10/S	DT20/S	DT102/S
Spring Push Radial Cable Feather Touch			DR2/S	DR5/S	DR10/S	DR20/S	DR102/S
Pneumatic Axial Cable			DP2/P	DP5/P	DP10/P	DP20/P	DP102/S
Pneumatic Radial Cable			DR2/P	DR5/P	DR10/P	DR20/P	DR102/P
Pneumatic Axial Cable Feather Touch			DT2/P	DT5/P	DT10/P	DT20/P	DT102/S
Pneumatic Radial Cable Feather Touch			DR2/P	DR5/P	DR10/P	DR20/P	DR102/S

Measurement Performance

Measurement Range (mm)	0.5	1	2	5	10	20	2
Accuracy (% of Reading) (Note 1)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.7	0.05
Accuracy (% of Reading) (Note 1) - with In line Connector	N/A	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.2
Repeatability (worst case) µm (Note 2)	0.1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Repeatability (typical) µm (Note 3)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.05
Resolution (µm)	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1	0.01
Pre Travel (mm)	0.03	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Post Travel (mm)	0.05	0.35	0.85	0.85	0.85	0.85	8.85
Tip Force (N) at Middle of Range ±20%							
Spring Push	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Spring Push Feather Touch	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Pneumatic at 0.4 bar	N/A	N/A	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Pneumatic at 1 bar	N/A	N/A	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Pneumatic Feather Touch ±30% at 0.3 bar	N/A	N/A	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Pneumatic Feather Touch ±30% at 1 bar	N/A	N/A	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Pneumatic Jet	N/A	N/A	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Temperature Coefficient %FS/°C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Environmental

Sealing for Probe	IP65 with gaiter or IP50 without gaiter
Sealing for Probe Interface Electronics	IP43 for module and TCION
Storage Temperature (°C)	-20 to +80
Probe Operating Temperature with Gaiter (°C)	+5 to +80
Probe Operating Temperature without Gaiter (°C)	-10 to +80
Electronics Operating Temperature (°C)	0 to 60
EMC Emissions	EN61000-6-3
EMC Immunity	EN61000-6-2
Probe Life	100 million cycles (no side load), > 10 million cycles in most applications

Material

Probe Body	Stainless Steel
Probe Tip (options)	Nylon, Ruby, Silicon Nitride, Tungsten Carbide
Gaiter (Note 6)	Fluoroelastomer or Silicon
Cable	PUR
Electronics Module	ABS

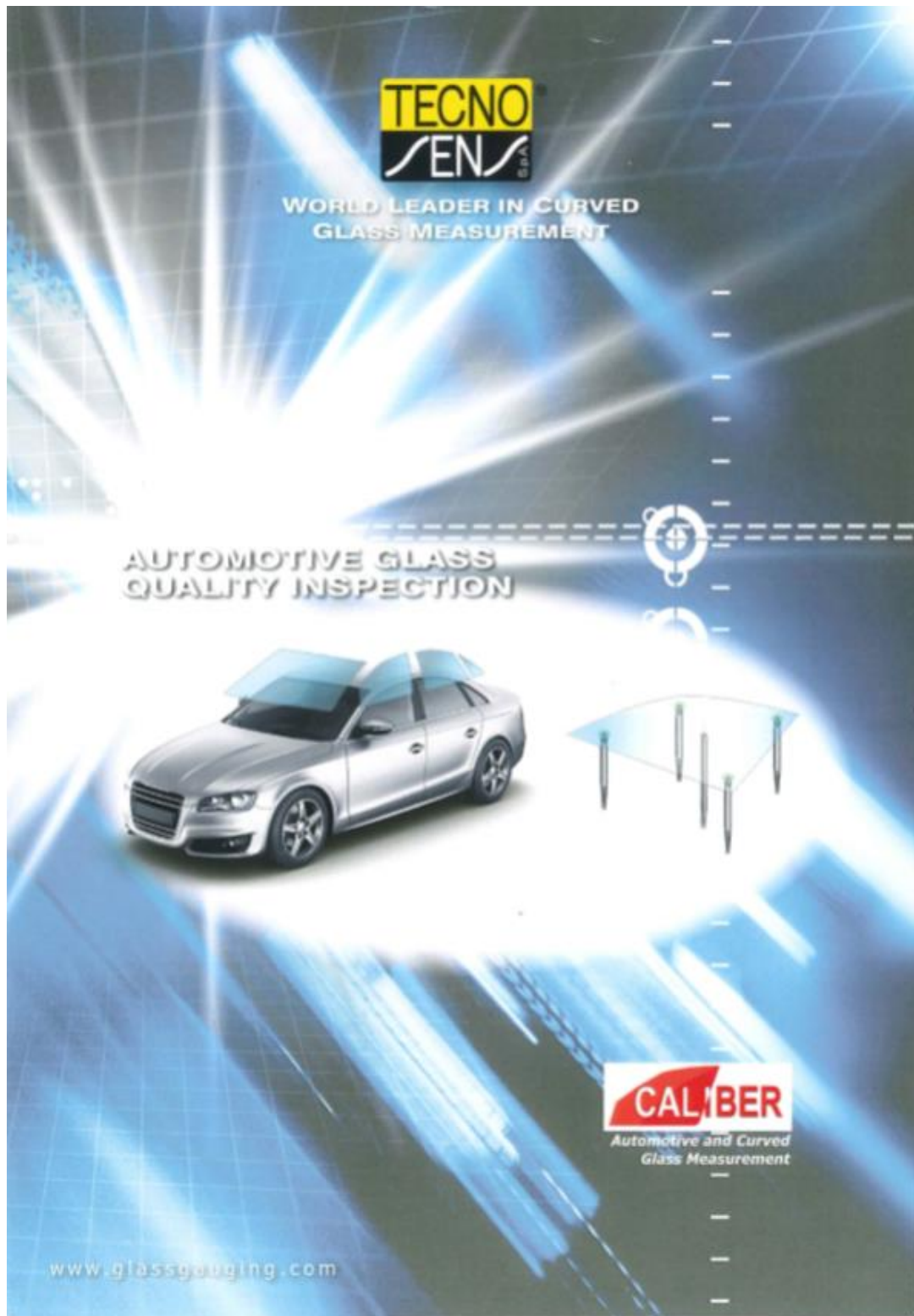
Electronics Interface (Orbit®)

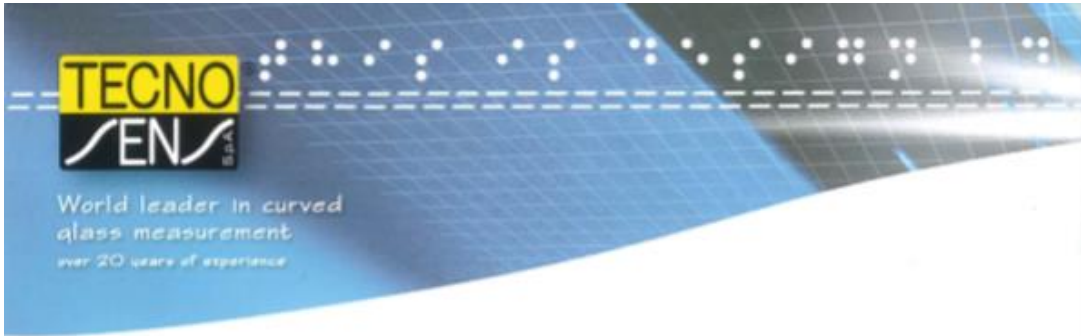
Orbit®3 Interface Options	USB, Ethernet, RS232
Reading Rate	3906 readings per second
Bandwidth of Electronics (Hz) user selectable	460, 230, 115, 58, 29, 14, 7, 4
Power	5±0.25 VDC @ 0.06A typical

Note 1: Accuracy 0.1 µm or % reading whichever greater
 Note 2: Repeated operation against a carbide target with side load applied to the bearing using max-min
 Note 3: Repeated operation against a carbide target standard deviation from average (68%)
 Note 6: Different gaiter materials available for specific applications - Fluoroelastomer standard option

Liite 2. Tecno Sens –lasimittausjärjestelmä, esite

1 (4)





CALIBER
Automotive and Curved
Glass Measurement

INSPECTION ON 100%
of the manufactured pieces

CONTACT & NON CONTACT
measurement with a variety of sensors

REMOTE MONITORING
realtime, via internet connection



TRACEABILITY
and single glass certificate

EASY TO USE
with wizard driven receipt creation

CUSTOMIZATION
service and first class support

A WIDE RANGE OF APPLICATIONS

Automotive market

Furnishing or containers

 SHAPE & BENDING	 MOULD AND GLASS	 VERY LIGHT	 WINDSHIELD	 CONTAINER	 SPECIAL
---	---	--	--	--	---



AUTOMOTIVE GLASS QUALITY INSPECTION

**Complete and reliable system
to cover all the customers requirement**
purposely for automotive glass manufacturing plants



CALIBER 1

Automatic and full option system, for 100% inline production control



CALIBER 2

Semi-Automatic compact solution for 100% production control



CALIBER 3

Solution for laboratory and fixture settings



CALIBER 5

Compact box for bending measurement

HYBRID MEASUREMENT TECHNOLOGY



www.blaumann.it

Contact probes — analog
 — digital

Non contact probes — reflection type
 — confocal



Industrial non-contact distance measurement



LVDT, contact high resolution measurement, with a lot of different tips for every condition



LVDT, up to 80 mm stroke for high temperature bending measurement



Digital interface for all our sensors

Statistic and quality control - SPC & MSA



Statistic Process Control
 MSA Reports
 Complete Trace 100% of production
 Fully Customizable



Remote Control
 Real Time SPC



TECNOSENS S.p.A.
 Via Vergnano, 16 25125 BRESCIA - ITALIA
 Tel +39.030.3534144 Fax +39.030.3530815
 e-mail: info@tecnosens.it www.glassgauging.com



alpha.glass



automotive glazing inline geometry measurement



automotive glazing inline geometry measurement

The future has just begun – we are ready

Increasingly stringent precision requirements in the age of HUD/AR combined with growing projection areas, as well as continually growing added value in production processes through new interaction concepts and functions, such as integrated displays, various coating systems, transparency on demand and plenty more, are demanding ever more powerful measuring tools for monitoring and controlling process and product quality. Manufacturing yield and product quality more than ever depend on prompt feedback in the production chain.

For over 15 years nokra has been successfully supplying laser-based inline geometry measuring systems to production lines of major windscreen manufacturers. And as always, nokra keeps up with the dynamic development in the automotive industry. With the new product series alpha.glass, nokra offers

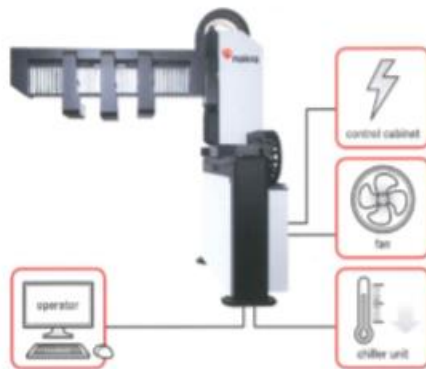
unprecedented possibilities for measuring automotive glazing: scanning of areas enables direct ROC control, and an unlimited number of measuring points can be monitored. The newly developed high-sensitivity sensors allow differentiation between individual glass surfaces, which means that it is now possible to measure individual panes. In doublet manufacturing, direct gap evaluation is achieved, and in singlet press bending, virtual gap evaluation can be realised.

Flexible with alpha.glass

Singlets – doublets – laminates: alpha.glass fits all parts of the manufacturing process and can be used in all common manufacturing process types, starting immediately behind the bending furnace right through to final control. Thanks to the expanded functionality, the application area is no longer limited to windscreens, but also includes back lites and side lites.

The alpha.glass software offers dynamic recipe management for any number of different types of windscreen. In every recipe, an unlimited number of measuring points and ROC areas with their respective tolerances can be stipulated. The measuring data in the productive operation is automatically evaluated in real time. Communication with L1 and L2 systems is achieved through Profibus/Profinet and TCP/IP and is naturally industry 4.0-capable.

- low cycle times
- capable measurement system
- flexible measurement recipes
- ready for gap visualization
- ready for outer contour detection
- suited for singlets, doublets, laminates
- glass temperature independent
- all standard and special sizes
- fully integrated into customers automation control system



Technical Data

Glass-to-glass cycle time (min)	8 s
Measurement time (min)	4 s
Glass temperature (max)	450 °C
Glass size (max)	1850 mm x 1250 mm (others on request)
Scan width	3x 300 mm
Sag (max)	330 mm
Sensor linearity	± 36 µm
Laser class	3B
Automation interface	Profibus, Profinet
Level2 interface	TCP/IP



Your partner

nokra Optische Prüftechnik und Automation GmbH was founded in 1991 as a spin-off from Fraunhofer Institute for Laser Technology (ILT) and Fraunhofer Institute for Production Technology (IPT) in Aachen. As a medium-sized technology company we develop, produce and distribute laser based measurement devices for automatic inline inspection of geometric properties of pro-

ducts in the metal, automotive and glass industry. Products to be inspected are rolled products (coils, plates, profiles) in the steel, aluminium and non-ferrous metal industry, large-diameter pipes as well as vehicle components, e.g. camshafts and crankshafts, axle supports, automotive glazing.

Ersta und technische Änderungen vorbehalten - 10.2018 - IHT - www.nokra.de



Max-Planck-Straße 12
52499 Baesweiler - Germany
Phone +49 2401 6077-0
Fax +49 2401 6077-11
www.nokra.de - info@nokra.de

nokra Inc. (USA)
423 South Eighth Court
Saint Charles, IL 60174
Fax +1 630 485-6133
info@nokra.us