

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone – ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Laadunvalvonnan kehittäminen vastaamaan standardin EN 14509 dimensionaalisia mittauksia

Tuomo Haverinen

Työn ohjaaja
Työn tilaaja ja valvoja
Tampere 05/2010

Lehtori Pauliina Paukkala
Huurre Insulation Oy, laatuvaastava Martti Ylämäki

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone – ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Tuomo Haverinen

Laadunvalvonnan kehittäminen vastaamaan standardin EN 14509 dimensionaalisia mittauksia

Sivumäärä

50 sivua + 9 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Pauliina Paukkala

Työn teettäjä

Huurre Insulation Oy, valvoja Laatuvaastaava

Martti Ylämäki

Aika

05/2010

Tiivistelmä

Opinnäytetyö sai alkunsa Huurre Insulation Oy:n tarpeesta kehittää polyuretaaniytimisen sandwich-elementin laadunvalvonta vastaamaan EN 14509 standardin vaatimuksia. EN 14509 on osa tuotehyväksyntää, joka vaaditaan, kun viedään tuotetta maasta toiseen ETA-alueella pois lukien Suomi, Norja, Ruotsi, Irlanti ja Englanti.

Huurre Insulation on erikoistunut polyuretaanielementtien ja niihin liittyvien ovien ja tarvikkeiden suunnitteluun ja valmistamiseen. Elementeistä valmistetaan mm. kylmähuoneita. Kylmähuoneet rakennetaan paikan päällä yhteen liitettävistä sandwich-elementeistä. Sandwich-elementit ovat eristerakenne, jossa on ohutlevypintakerrokset ja välissä vaahdotettua polyuretaani.

Aluksi työssä perehdytään mittauksien toteuttamiseen sandwich-elementeille standardin EN14509 vaatimuksien mukaan. Selvitetään tarvittavat mittaus- sekä apuvälineet. Työssä pohditaan myös tuotantoon aiheutuvia layout-muutoksia. Loppuosassa perehdytään mittauksen toteuttamiseen tuotannossa. Selvitetään työn aiheuttamat investoinnit, layout-valinnat sekä mittauksien testaukset.

Työn tuloksena havaittiin, että mittaukset pystyttiin toteuttamaan tuotannossa aiheuttamatta tuotannollisia viivästyksiä. Mittaukset testattiin tuotannossa, jossa havaittiin että mittausvälineet olivat toimivia ja antoivat luotettavat tulokset standardin mittatoleranssien puitteisiin.

Tuloksellisuus antoi puitteet viedä mittautapahtuman tuotantoon ennen standardin EN 14509 astumista voimaan Suomessa.

Laadunvalvonta, sandwich-elementit, kylmähuoneet, EN 14509

Abstract

Beginning of the engineering thesis was when Huurre Insulation Oy needed to update their polyurethane sandwich- elements quality control as required in EN 14509 standard. EN 14509 is part of product approval which is required when company is shipping products between countries in ETA-territory excluding Finland, Norway, Sweden, Ireland and England.

Huurre Insulation is specialized designing and manufacturing polyurethane- elements, doors and supplies. Elements are used for example cold rooms. These cold rooms are assembled on the spot with connecting sandwich – elements together. Sandwich – elements are an insulating structure which has metal sheet covers filled with foamed polyurethane.

Beginning of the thesis we get acquainted how to execute the measurements as required in EN 14509 standard. We find the needed measurement tools and instruments. We also consider what layout modifications the factory layout will need. In the ending part we get acquainted in the executing of the measurements in production. Sort out the investments, layout changes and measurement testing.

Thesis result was that the measurements could be executed in production without any manufacturing delays. Measurements were tested in the production which we noticed that the measurement tools were practical and they gave reliable results that EN14509 standard required.

The results gave the opportunity to start the dimensional measurements before standard EN14509 came necessary in Finland.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Abstract	3
Sisällysluettelo	4
1 Johdanto.....	7
1.1 Työn tavoitteet.....	7
1.2 Huurre Insulation Oy	7
2 Teoria.....	9
2.1 Laatu	9
2.2 Tietoa standardeista	9
2.3 SFS-EN 14509:2006.....	10
2.4 CE-merkintä	11
2.5 ISO 10005:2005	11
2.6 Sandwich-elementti	12
2.7 Polyuretaani (PUR)	13
2.8 Polyisosyanuraatti (PIR).....	14
2.9 Valmistusmenetelmät	14
2.9.1 Liukuvaluelementtien valmistus	14
2.9.2 Kertavaluelementtien valmistus	15
3 Mittausten suunnittelu tuotantoon	17
3.1 Standardin EN 14509 dimensionaaliset mittaukset.....	17
3.2 Mittausten suorittaminen	22
3.3 Mittausvälineet	24
3.3.1 Kartoittaminen.....	24
3.3.2 Mittausvälineiden suunnittelu	27
3.3.3 Mittausvälineiden kehittäminen ja testaaminen	29
3.4 Mittauspaikat ja välineet	31
3.4.1 Liukuvaluelementti	31
3.4.2 Kertavaluelementti	34
3.5 Prosessikuvaukset.....	36
3.6 Mittausten dokumentointi ja arkistointi	37
3.7 Resurssit	37
4 Mittausten soveltaminen käytäntöön.....	38

4.1	Hankitut mittausvälineet.....	38
4.2	Valmistetut mittausvälineet	41
4.3	Kalibrointi	44
4.4	Mittauspaikat	45
4.5	Mittauksien suorittaminen.....	47
4.6	Käyttöönotto ja koulutus	48
5	Tulevaisuus.....	48
6	Yhteenveto.....	48
	Lähteet.....	49
	Liitteet	50

Sanasto

CE-merkintä	Merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset ja on läpikäynyt asianmukaiset vaatimustenmukaisuuden osoittamismenettelyt. /1/
CEN	(European Committee for Standardization) Eurooppalainen standardisoimisjärjestö, joka kattaa kaikki muut paitsi sähkö- ja telealan.
ETA-alue	Euroopan talousalue, EU:n jäsenvaltiot sekä Islanti, Norja ja Liechtenstein. /2/
Kolli	Kuljetusyksikkö. Elementeistä koostuva pino.
Laminaattori	Jatkuvavalu, liukuvalu
PIR	Polyisosyanuraatti
Pontti	Reunamuoto
PU -elementti	Polyuretaani elementti
PUR	Polyuretaani
SFS	Suomen Standardisoimisliitto

1 Johdanto

1.1 Työn tavoitteet

Vuoden 2010 aikana Huurre Insulationin tavoitteena on ottaa käytäntöön CE- merkintä sandwich- elementeissään. Ilman kyseistä CE- merkintää yritys voi menettää huomattavan osuuden markkina-alueestaan. CE-merkkihyväksyntä vaatii standardin EN 14509 vaatimien toimenpiteiden toteuttamista.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on saada standardin EN 14509 vaatimat dimensio-naaliset mittaukset käytäntöön polyuretaanisille sandwich- elementeille kertavaluvalmistuksessa sekä polyisosyanuraatti sandwich- elementeille liukuvaluvalmistuksessa.

Työn ensimmäisessä vaiheessa perehdytään standardin vaatimiin mittauksiin ja lähde-tään suunnittelemaan helpointa mittausten suorittamisprosessia elementeille. Mittaukset täytyy suorittaa valmistuksessa sekä katto- että seinäelementeille. Suunnittelun jälkeen perehdytään kartoittamaan sopivat mittausvälineet ja mietitään mittaustapahtumien si-joituspaikat. Uusia mittausvälineitä täytyy myös suunnitella ja toteuttaa, jotta kaikki elementit saataisiin mitattua. Viimeiseksi mietitään, kuinka dokumentointi ja arkistointi tullaan suorittamaan mittauksista.

Opinnäytetyön toisessa vaiheessa keskitytään suunnitelmien toteuttamiseen. Käydään läpi investoinnit ja valmistetut apuvälineet. Käsitellään myös valitut mittauspaikat ja mittaushenkilöiden koulutus.

1.2 Huurre Insulation Oy

Huurre Insulation Oy on Pohjois-Euroopan johtava PU- elementti- ja -ovitoimittaja. Yritys keskittyy eriste-elementtien sekä niihin liittyvien ovien ja tarvikkeiden suunnitte-luun, valmistukseen ja myyntiin. Asiakaslähtöisyys, asiantuntemus ja syvällinen sitou-tuminen laatuun ovat kaiken toiminnan lähtökohtia Huurteella. Toiminnan takeena ovat sekä laatujärjestelmä ISO 9001:2008, että ympäristöjärjestelmä ISO 14001:2004. /3/

Uusi yhtiö Huurre Insulation Oy aloitti 1.7.2007, mutta Huurre on toiminut samalla tontilla jo vuodesta 1961 lähtien. Yhtiön juuret ovat Ylöjärvellä (n. 15 km Tampereelta pohjoiseen), jossa elementti- ja ovitehdas sijaitsee. Huurre kuuluu kansainväliseen Huurre Group -konserniin. Huurre tarjoaa asiakkailleen näiden tarpeisiin räätälöityjä eriste-paneeleja ja -elementtejä sekä ovia ja tarvikkeita. Toimitukset vaihtelevat yksittäisestä tuotteesta kokonaisuuksiin, jotka sisältävät elementit ja suunnittelun. Huurre Insulation Oy:n palveluksessa työskentelee yli 80 työntekijää. Yhtiön toimitusjohtaja on Harri Mantila. /3/



Kuva 1. Huurre, Ylöjärvi /4/

2 Teoria

2.1 Laatu

Laatukäsitteellä on monta erilaista tulkintaa eri tarkastelunäkökulmista riippuen. Yleisesti laadulla ymmärretään asiakkaan tarpeiden täyttämistä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. /4, s 18/

Laatuun liittyy myös tarve suoritustason jatkuvaan parantamiseen, niin nopeasti kuin kehitys sen sallii. Kehittämissimpulsseja saadaan paitsi omasta systemaattisesta laatu-työstä myös ulkopuolisesta maailmasta. Innovaatiot, kilpailijoiden toiminta, markkinoiden ja yhteiskunnan muutokset aiheuttavat tilanteita, joiden seurauksena laadulle asetetaan aivan uudenlaisia vaatimuksia. /4, s 19/

2.2 Tietoa standardeista

Standardit laaditaan yhteistyönä työryhmissä ja komiteoissa, joihin voi osallistua viranomaisten, teollisuuden, kaupan, käyttäjien, kuluttajien sekä korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten edustajia. Standardien valmistelussa pyritään ottamaan huomioon kaikkien osapuolten näkökannat ja pääsemään yhteisymmärrykseen. /1/

Standardien tavoitteena on muodostaa yhteisesti sovitut menettelytavat ja toimintaohjeet, jolloin voidaan varmistua siitä, että jokainen osapuoli on ymmärtänyt asian samalla tavoin ja samoin kriteerein. /6/

Työn tulokset julkaistaan asiakirjoina, joita kuka tahansa voi hankkia ja käyttää. Standardien käyttö ja hyödyntäminen on maksutonta. Standardien hankinta on maksullista - näin rahoitetaan huomattava osa kansallisten standardisointielinten työstä. /1/

Standardit voivat olla voimassa vain yhdessä maassa, mutta yhä useammin pyritään eurooppalaisiin ja kansainvälisiin standardeihin, jotka ovat voimassa maailmanlaajuisesti. Standardit ovat luonteeltaan suosituksia. /1/

Standardien tulee pysyä nopeasti kehittyvän tekniikan mukana. Tavoitteena on, että jokainen standardi tarkastetaan ja uudistetaan säännöllisesti. Tarkastuksessa käydään läpi

muun muassa, mitä muutoksia uudet menetelmät, materiaalit tai laatu-, ympäristö- ja turvallisuusvaatimukset edellyttävät standardin sisältöön. /1/

2.3 SFS-EN 14509:2006

Standardin EN 14509:2006 on laatinut teknillinen komitea CEN/TC 128, jonka sihteerinä toimii IBN/BIN. Tämä eurooppalainen standardi on laadittu Euroopan komission ja Euroopan vapaakauppaliiton CENille antamaan mandaatin perusteella ja standardi tukee EU:n direktiivi(e)n olennaisia vaatimuksia. /7/

Tämä eurooppalainen standardi määrittelee vaatimukset tehdasvalmisteisille kantaville metalliohutlevypintaisille eristävillä sandwich-elementeille, jotka on tarkoitettu seuraaviin käyttökohteisiin: a) katot b) ulkoseinät c) seinät (mukaan lukien osastoivat seinät) ja sisäkatot rakennuksen vaipan sisällä. Tämä eurooppalainen standardi koskee eristäviä ydinkerrosmateriaaleja, joita ovat polyuretaani, paisutettu polystyreeni, suulakepuristettu polystyreeni, fenolivaaho, solulasi ja mineraalivilla. HUOM. Polyuretaaniin (PUR) sisältyy polyisosyanuraatti (PIR). Elementit, joiden reunojen yksityiskohdissa käytetään eri materiaalia kuin pääasiallisessa eristävässä ydinkerroksessa, kuuluvat tämän standardin soveltamisalaan. Kylmävarastoissa käytettävät elementit kuuluvat tämän eurooppalaisen standardin soveltamisalaan. Standardi velvoittaa suorittamaan materiaaliominaisuuksien testimenetelmät, sandwich- elementtien pitkäaikaiskestävyyden testimenetelmät, paloteknillisen toimivuuden testit, mittatoleranssit ja suunnittelussa huomioon otettavat asiat. /7/

CEN, EN 14509:2006 Kantavat metalliohutlevypintaiset eristävät sandwich- elementit. Tehdasvalmisteiset tuotteet. Standardin soveltamispäivä yhdenmukaistettuna eurooppalaisena standardina 1.1.2009. Rinnakkaisuusjakson päättymispäivä 1.10.2010

/8/

2.4 CE-merkintä

CE-merkintämenettely on ensisijainen tapa osoittaa rakennustuotteen vaatimustenmukaisuus silloin, kun se on mahdollista. CE-merkinnän edellytyksenä on, että kyseisellä tuotteella on voimassa eurooppalainen harmonisoitu tuotestandardi tai että standardin puuttuessa tuotteelle on myönnetty eurooppalainen tekninen tuki (ETA). /9/

Rakennustuotteiden CE-merkintä poikkeaa muiden tuotteiden CE-merkinnästä. Rakennustuotteissa CE-merkintä ei automaattisesti takaa määräysten täyttymistä. Rakennustuotteiden käyttäjien tehtävänä on tarkistaa, että CE-merkintätiedot osoittavat tuotteen täyttävän viranomaisten asettamat vähimmäisvaatimustasot aiotussa käyttökohteessa. /1/

Euroopan yhteisön komissio on 26. päivänä toukokuuta 2008 antanut ehdotuksen rakennusdirektiivin korvaamiseksi asetuksella. Suomen kannalta olennainen muutos nykyiseen verrattuna on CE-merkinnän tuleminen pakolliseksi ilmoitettaessa yhdenmukaistettujen standardien piiriin kuuluvien tuotteiden suoritustaso. Ehdotuksen mukaan CE-merkintä on ainoa merkintä, joka todistaa rakennustuotteen olevan ilmoitetun suoritustason ja soveltavien eurooppalaisten vaatimusten mukainen. /9/

Mitä hyötyä CE – merkistä (EN 14509) on Huurre Insulationille?

- Suo mahdollisuuden viedä tuotetta maasta toiseen ETA- alueella 1.10.2010 alkaen, pois lukien Suomi, Ruotsi, Norja, Englanti ja Irlanti
- Yritys toimii lakien ja asetusten mukaisesti.
- Pienet kilpailijat Suomessa eivät pysty saamaan CE- merkkiä vaaditussa aikataulussa joka toisi lisämyyntiä.
- Reklamaatiot minimoidaan.
- Yhtiön laatuimago paranee.
- Tuotetta parannetaan laadunvalvonnan antamien testien ja mittauksien perusteella.

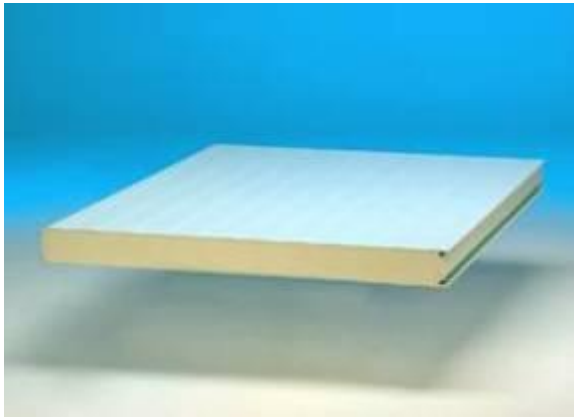
2.5 ISO 10005:2005

Tässä kansainvälisessä standardissa esitetään opastusta laatusuunnitelmien kehittämiseen, katselmointiin, hyväksyntään, toteuttamiseen ja uudistamiseen. Standardia voidaan soveltaa riippumatta siitä, onko organisaatiolla standardin ISO 9001 mukainen johtamisjärjestelmä vai ei. Tätä kansainvälistä standardia voidaan soveltaa prosessin, tuot-

teen, projektin tai sopimuksen laatusuunnitelmiin missä tahansa tuoteluokassa (tavara-tuotteet, tietotuotteet, prosessoidut materiaalit ja palvelut) sekä millä tahansa teollisuuden alalla. Se keskittyy pääasiassa tuotteen toteuttamiseen, eikä ole ohje organisaation laadunhallintajärjestelmän suunnitteluun. Tämä kansainvälinen standardi on opastava asiakirja, eikä sitä ole tarkoitettu käytettäväksi sertifiointitarkoituksiin. /10/

2.6 Sandwich-elementti

Sandwich-elementti on rakennustuote, joka koostuu kahdesta metallisesta pintakerroksesta. Pintakerrokset on liitetty molemmille puolille ydinkerrosta joka on lämpöä eristävää materiaalia. Nämä kolme osaa toimivat kuormitettaessa liittorakenteena. /7/



Kuva 2. Sandwich-elementti /4/

Rakennuspolyuretaanituotteiden valmistus tapahtuu yksittäisvalumenetelmällä (muottitekniikka) tai jatkuvavalumenetelmällä (laminaattoritekniikka). Eristelevyjen ja elementtien pintakerrosmateriaalina käytetään tuotteesta riippuen muovipinnoitettua paperia, alumiinifoliota, teräsohutlevyä tai rakennuslevyä. /11/

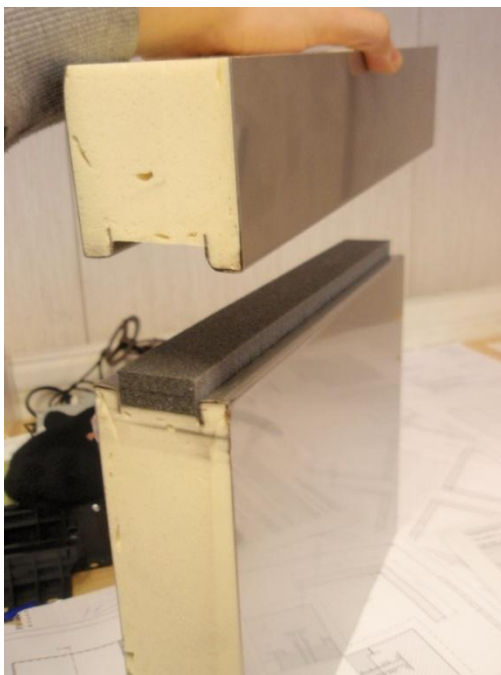
Elementin reunamuodoista puhutaan sanalla pontti. Pontti on joko uros- tai naarasmallinen. Uroksen ja naaraan liittämällä saadaan kasattua elementit yhtenäiseksi tiiviiksi seinäksi.



Kuva 3. Liukuvaluelementin urosponntti



Kuva 4. Liukuvaluelementin naarasponntti



Kuva 5. Kertavaluelementin naaras/naarasponntti

Huurre Insulation Oy valmistaa eri paksuisia elementtejä molemmilla valmistusmenetelmillä. Tässä työssä käsitellään elementti paksuudet 80 - 170 mm saakka.

2.7 Polyuretaani (PUR)

Polyuretaani on umpisoluiainen solumuovi. Polyuretaanin pääraaka-aineet ovat polyoli, isosyanaatti ja ponneaine. Eristelevyissä ja elementeissä ponneaineena käytetään ympäristölle haitatonta hiilivetyä, pentaania. Saumaeristeessä ponneaine on propaani/isobutaani-seos. Rakennuspolyuretaanituotteiden valmistus tapahtuu yksittäisvalumenetelmällä (muottitekniikka) tai jatkuvavalumenetelmällä (laminaattoritekniikka).

Eristelevyjen ja elementtien pintakerrosmateriaalina käytetään tuotteesta riippuen muovipinnoitettua paperia, alumiinifoliota, teräsohutlevyä tai rakennuslevyä. Polyuretaanilämmöneristeen eurooppalaisessa tuotestandardissa SFS-EN 13165 käytetään polyuretaanista lyhennettä PUR. /11/

Uretaani on kokonaan eri aine kuin lämmöneristeenä käytetty polyuretaani. Uretaani, englanniksi urethane (CAS-51-79-6), tunnetaan kirjallisuudessa myös nimillä ethyl carbamate, ethyl urethane ja carbamic acid ethyl ester. /11/

2.8 Polyisosyanuraatti (PIR)

Polyisosyanuraatti (PIR) -eriste on modifikaatio PUR:sta siten, että siinä on noin kaksinkertainen määrä isosyanaattia. Nostamalla ja pitämällä lämpötilaa valmistusprosessin keski- ja loppuosalla riittävän korkeana saadaan polyolin ja isosyanaatin reaktiot etenevän pitemmälle, jolloin eristeen lämmönkestävyys kasvaa. PIR:ää on käytetty silloin, kun halutaan PUR:n eristysominaisuuksia ja samalla parempaa paloluokitusta. Tuotantoteknisesti PIR-paneeli on selvästi vaativampi tuote kuin PUR-paneeli. /12/

2.9 Valmistusmenetelmät

2.9.1 Liukuvaluelementtien valmistus

Liukuvaluelementtejä pystytään valmistamaan suurella kapasiteetilla ja nopealla läpimenoaajalla, mikä johtuu laminaattorin käsittelystä ja PIR-vaahdon nopeasta jähmettymisestä. Tuotetta voidaan ajaa laminaattorin läpi odottamatta vaahdon kovettumista pidempiä aikoja. Liukuvaluelementtien valmistus tapahtuu hallissa seitsemän.

Elementtien valmistus koostuu useasta työvaiheesta. Työ alkaa ylä- sekä alapellin välillä. Valitut ohutlevyrullat asetetaan linjan alkuun, josta ne ajetaan itse koneeseen. Peltiin muodostetaan pinta sekä reunaprofiili ennen vaahdotusta. Alapeltiin ruiskutetaan liima polyuretaanin tarttumiseksi peltiin. Pelti ajetaan laminaattoriin, joka on ennalta asetettu oikealle paksuudelle elementtien reunojen suhteen. Elementin reunoihin ajetaan solumuovi, joka estää roiskeet vaahdosta. PIR vaahtoa levitetään tasaisesti ylä- ja alapellin väliin. Elementin ulos tullessa koneesta liimataan tiivisteet naarasponttiin ja merkitään alapelti.

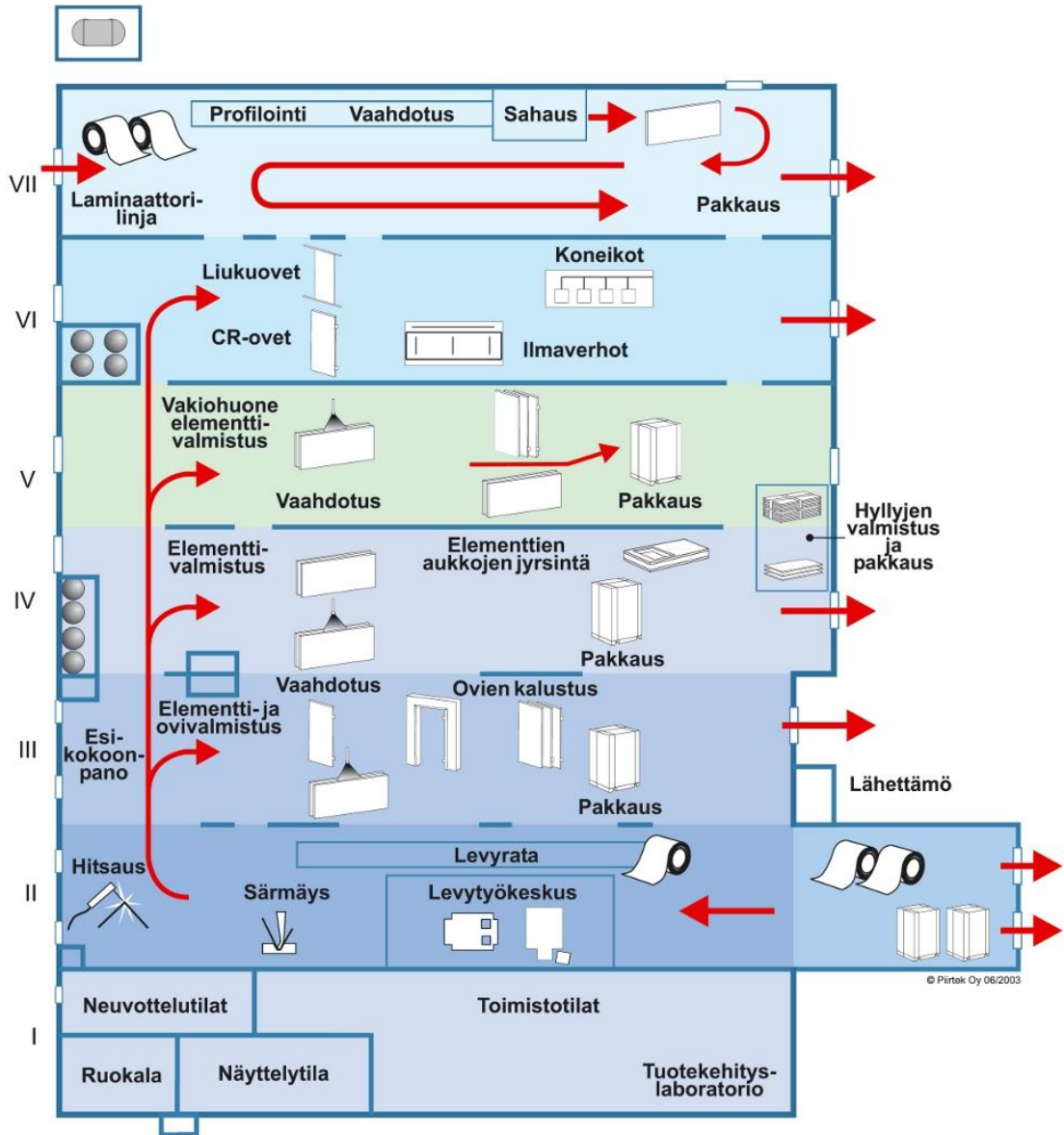
Elementtivirta kulkee tästä sahalle, jossa leikataan tuotekohtaiset elementtien pituudet. Elementti käännetään ympäri rullaradoilla alapellin tullen päällimmäiseksi. Rullaratoja pitkin elementti kulkee pinkkauskoneelle, jossa pinotaan halutut elementti määrät suoja-levyille. Elementtikolli merkitään ja lähetään pakkaamoon. Pakkaamossa kollit saavat päällimmäiselle elementille suojalevyn, tämän jälkeen pahvi- sekä muovipäällysteen.

2.9.2 Kertavaluelementtien valmistus

Kertavaluelementtien valmistus sisältää useamman koneen ja vaiheen. Prosessissa on erikseen levytyö, prässäys ja jälkijalostus. Kyseisellä valmistuksella käytetään polyuretaanivaahtoa, joka on hitaammin kovettuvaa kuin PIR-vahto. Kertavaluelementtejä valmistetaan halleissa kolme sekä neljä.

Kertavaluelementtien valmistus alkaa ohutlevyrullien asentamisesta ohutlevylinjalle, jossa ohutlevy suoristetaan ja leikataan sopivan pitkiksi paloiksi. Levyyn painetaan haluttu jäykiste. Nurkat leikataan, että levy saadaan kantattua seuraavassa työvaiheessa. Kantauksen jälkeen levyt kasataan kärryihin, jotka kuljetetaan valuprässeille.

Ennen prässäin menoa levyt asetetaan käsin valumuottiin kiinnikkeiden ja muottitukien kanssa. Harso levitetään muotin sivuille estäen vaahdon tarttumisen muottipaloihin. Muotti asetetaan prässäin, jossa sen sisälle pursotetaan polyuretaani pienestä muotin päätyyn jätetystä reiästä. Paksuudesta riippuen elementtiä pidetään prässissä 30 - 60 minuuttia, jonka jälkeen polyuretaani on kovettunut. Erillisiä elementtejä harvoin käytetään koneessa, vaan prässä ajetaan täyteen elementtejä ennen prässäystä. Muotin tultua ulos elementti nostetaan muotista nosturilla rullaradalle, jossa siitä puhdistetaan roiskeet ja valumat reunoilta. Tarkastetaan, ettei ohutlevyihin ole muodostunut kupruja ja muita poikkeamia. Elementti lähetetään rullarataa pitkin eteenpäin viimeistelyyn ja mahdolliseen loppujalostukseen.



Kuva 6. Huurre Insulationin tehdastaulu /4/

3 Mittausten suunnittelu tuotantoon

3.1 Standardin EN 14509 dimensionaaliset mittaukset

EN 14509 -standardi vaatii suorittamaan elementeille seuraavat dimensionaaliset mittaukset: pituus, paksuus, hyötyleveys, poikkeama tasomaisuudesta, poikkeama suorakulmaisuudessa, poikkeama suoruudesta sekä kaareutuminen (kaarevuus). Mittaukset tulee suorittaa elementeille, jotka ovat saavuttaneet stabiilin tilan. Mitattaessa elementin tulee olla vähintään kolmen tasavälisen tuen päällä, jotka ovat tasaisella pinnalla. /7/

Elementin täytyy antaa jäähtyä, kunnes se saavuttaa stabiilintilan. PUR-vahto ei aiheuta ns. elämistä elementin valmistuksen jälkeen suuresti. Elementeille, jotka on tehty PUR-vahtoa käyttäen, riittää noin kolmen tunnin stabiloitumisaika. Elementeissä, joissa on käytetty PIR-vahtoa, elämistä ilmenee pitemmällä aikavälillä. PIR-vahtoa käytettäessä elementtien on hyvä antaa stabiloitua vuorokauden verran valmistuksesta. Mittaukset tehdään kerran työvuorossa stabiloituneelle elementille.

Mittaukset suoritetaan yrityksen sisäisen laadunhallinnan takaamiseksi sekä standardien vaatimusten täyttämiseksi. Tuotannossa sekä liukuvaluelementeille, että kertavaluelementeille tehdään samat mittaukset sekä testaukset. Valmistusmenetelmillä valmistetuissa elementeissä on hyötyleveyseroavaisuuksia ponttien muodon vuoksi. Kertavalussa käytetään naaras/naaras pontteja ja liukuvalussa uros/naaras pontteja. Hyötyleveyden mittaus täytyy suorittaa näillä eri ponttiratkaisuilla eri lailla.

Taulukko 1. EN 14509 standardin mittatoleranssit dimensionaalisille mittauksille /7/

Mitta	Toleranssi (suurin sallittu)
Elementin paksuus	D ≤ 100 mm ± 2 mm D > 100 mm ± 2 %
Poikkeama tasomaisuudesta	Kun L = 200 mm - Poikkeama tasomaisuudesta 0,6 mm Kun L = 400 mm - Poikkeama tasomaisuudesta 1,0 mm Kun L > 700 mm - Poikkeama tasomaisuudesta 1,5 mm
Elementin pituus	L ≤ 3 m ± 5 mm L > 3 m ± 10 mm
Elementin hyötyleveys	w ± 2 mm
Poikkeama suorakulmaisuudesta	0,006 w (nimellishyötyleveys)
Poikkeama suoruudesta (pituus-suuntaan)	1 mm metriä kohti, korkeintaan 5 mm
Kaareutuminen	2 mm pituuden metriä kohti, korkeintaan 10 mm 8,5 mm leveyden metriä kohti sileillä profiileilla: h ≤ 10 mm 10 mm leveyden metriä kohti profiileille: h > 10 mm

missä

$D = \text{paksuus}$

$L = \text{pituus}$

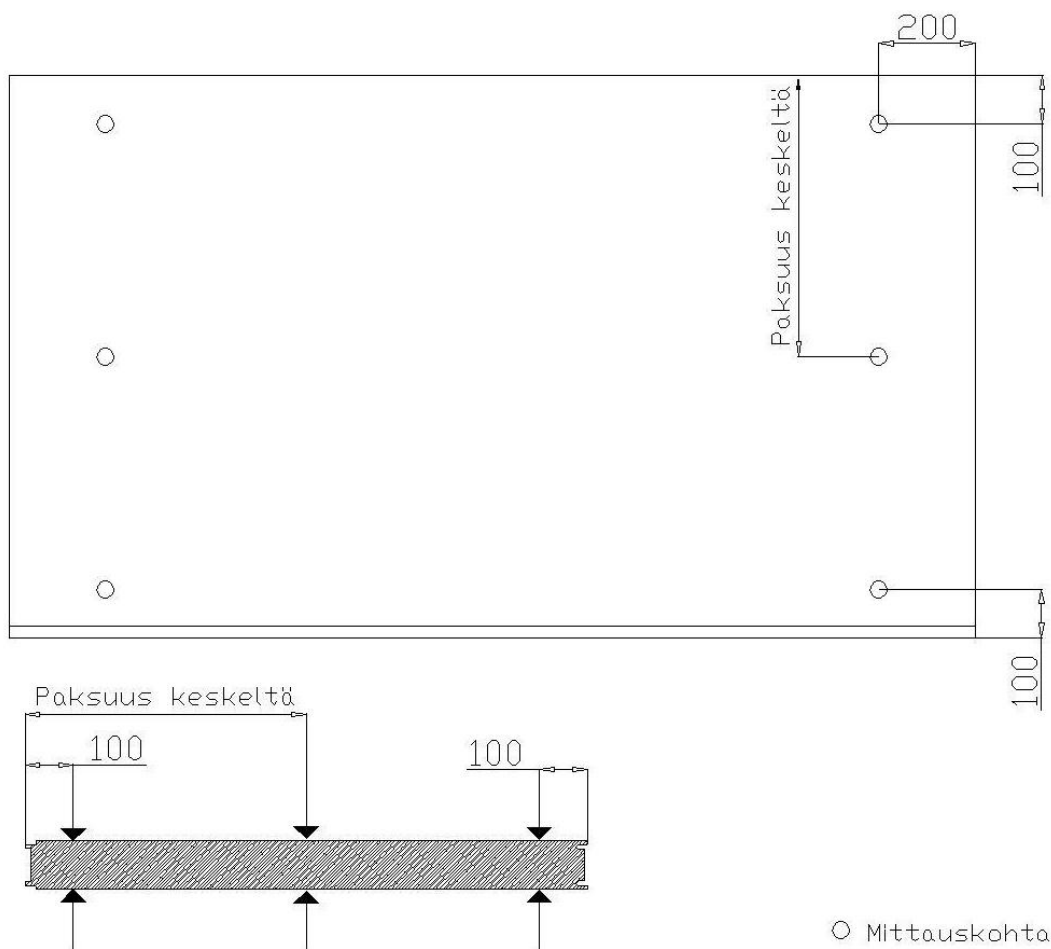
$w = \text{hyötyleveys}$

Pituus

Mitataan elementin pituus keskilinjaa pitkin päädyistä päätyyn. Elementin pitää olla tuetuna tasaisella pinnalla. Mittaus otetaan elementin yläpinnasta.

Elementin paksuus

Elementin mitatun paksuuden tulee olla pintakerrosten ulkopuolisten tasaisten pintojen välinen nimellisetäisyys./7/ Paksuus otetaan elementin molemmista päädyistä 200 mm etäisyydellä päädyistä ja vähintään 100 mm pituussuuntaisesta reunasta. Mittauksista kaksi tehdään elementin vastakkaisista reunoista ja yksi keskeltä.



Kuva 7. Paksuuden mittaus. Mitat millimetreinä

Hyötyleveys

Elementeille, joissa on uros- ja naarasponnit, hyötyleveys on saumojen akseleiden välinen etäisyys. Mittaus täytyy tehdä 200 mm elementin päädyistä. Mittauksia otetaan kolme, joista viimeinen kohtisuoraan elementin keskilinjaan nähden, kapenemisien ja pullistumien määrittämiseksi. Kolmannen mittauksen täytyy olla ilmoitetun toleranssin rajoissa viitaten kahden edellisen mittauksen keskiarvoon (1). /7/

Liukuvaluelementeissä hyötyleveys on otettava reunamuodon polyuretaanista, koska polyuretaanipinta on elementtien asentamisessa ensimmäinen tukeva pinta. Ohutlevyreunamuodot uppoavat vastakappaleen tiivisteeseen, jolloin ne elävät. Kertavaluelementeissä ohutlevyreunat ovat tukipintana ja polyuretaaniin lisätään tiiviste, näin ollen hyötyleveys otetaan ohutlevyreunoista.

Hyötyleveyden keskimittaus w_3

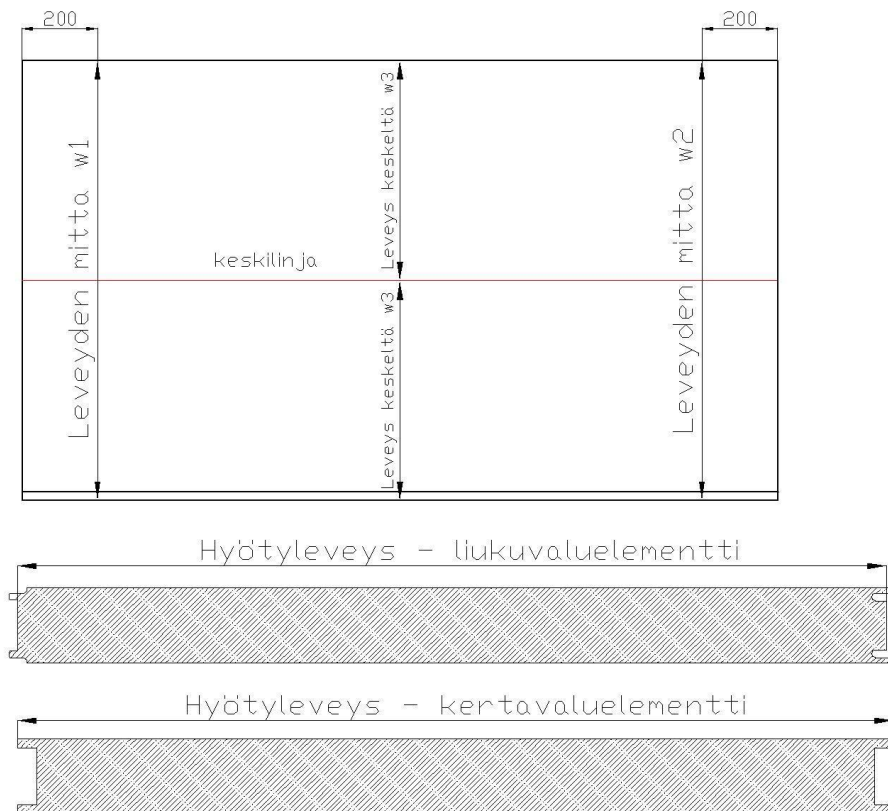
$$w_3 = \frac{w_1 + w_2}{2} \quad (1)$$

missä

w_1 = hyötyleveys 1. pääty

w_2 = hyötyleveys 2. pääty

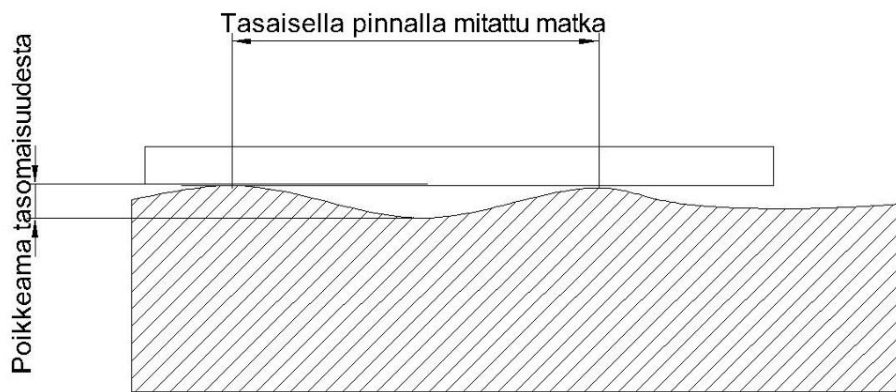
w_3 = hyötyleveys elementin keskeltä



Kuva 8. Hyötyleveyden mittaaminen liukuvalu- sekä kertavaluelementeillä

Poikkeama tasomaisuudesta

Tasomaisuus määritetään silmämääräisesti elementin pinnasta. Mittaus tehdään pinnan teoreettisen tasaisen pinnan ja poikkeaman välillä. Mitataan poikkeama tarkkuusmittalaitteen avulla, joka on kiinnitetty minimissään 200 mm pitkään viivaimen. Tasomaisuus tulisi mitata sekä pituus- että poikittaissuunnassa. Mittaus otetaan 100 mm elementin reunasta ja 200 mm päädystä.



Kuva 9. Poikkeama tasomaisuudesta

Poikkeama suorakulmaisuudesta

Elementin päädyn poikkeama suorakulmaisuudesta./7/

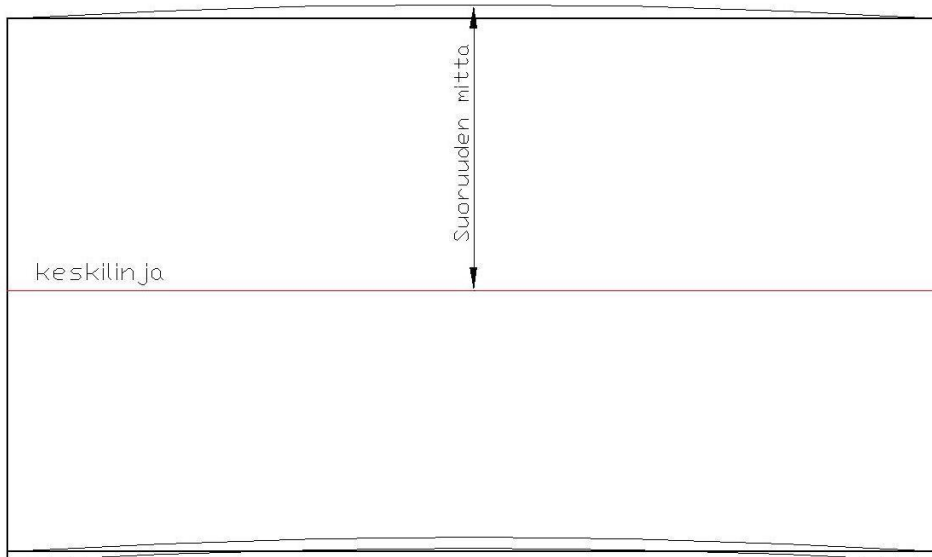


Kuvio 10. Poikkeama suorakulmaisuudesta

Poikkeama suoruudesta

Poikkeama otetaan samalle reunalle asetetun kahden pisteen muodostamasta linjasta.

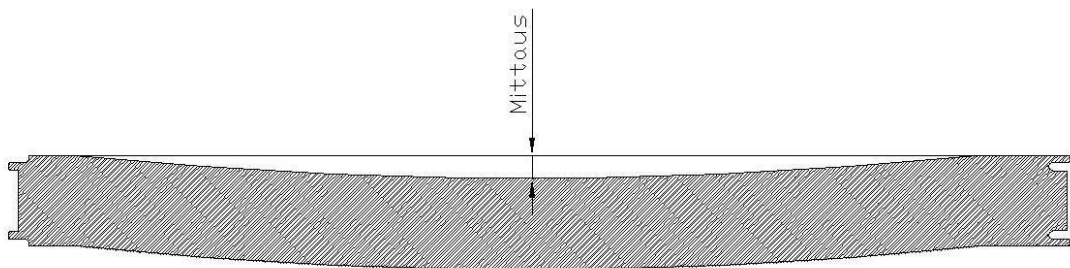
Pisteiden täytyy olla 200 mm etäisyydellä päädyistä. Mittaus otetaan keskeltä elementtiä.



Kuva 11. Poikkeama suoruudesta

Kaareutuminen (kaarevuus)

Kaareutuminen on elementin pinnan ja kahden pään suoran linjan etäisyys toisistaan. Suoralinja asetetaan menemään elementin keskilinjaa pitkin. Mittaus täytyy tehdä vähintään 100 mm elementin reunasta ja 200 mm päädystä. Elementtiin ei saa kohdistua poikittaista kuormitusta mittauksen aikana.



Kuva 12. Kaarevuus (kaareutuminen)

3.2 Mittausten suorittaminen

Dimensionaaliset mittaukset on tarkoitus suorittaa mahdollisimman nopeasti tuotannon lomassa sekä tarkasti mittausvirheiden välttämiseksi. Mittaukset jaetaan kolmeen eri ryhmään, millä mittausjärjestys saadaan optimoituja mahdollisimman yksinkertaiseksi.

- Ensimmäisessä sarjassa mitataan pituus, paksuus ja poikkeama tasomaisuudesta.

- Toisessa sarjassa käytetään keskiviivaa mittauksiin, nämä mittaukset ovat hyötyleveys, poikkeama suoruudesta sekä kaareutuminen (kaarevuus).
- Viimeisessä osassa mitataan poikkeama suorakulmaisuudesta.

Liukuvalupuolella suoritettavat mittaukset ovat vaativimpia ponttiratkaisun vuoksi. Ponttien muodon johdosta hyötyleveys joudutaan mittaamaan polyuretaanipinnasta vastapuolen polyuretaanipintaan. Polyuretaanipinnat sijaitsevat elementin reunamuotojen keskellä ohutlevyreunojen välissä. Kyseinen hyötyleveyden mittaus liukuvaluelementeissä pakottaa käyttämään itse valmistettuja mittausvälineitä tai kooltaan suurempia mittausvälineitä.

Itse valmistettuja mittausvälineitä tarvitaan seuraavissa toimenpiteissä:

- Hyötyleveyden mittaus liukuvaluelementeille, mittauspintojen paikkojen vuoksi.
- Laserin asettaminen suorakulmaan elementin päädyn kanssa.
- Tasomaisuuden mittauksessa tarkkuusmittalaite tarvitsee kolmelle eri mittausalueelle (200/400/>700 mm) tarkoitetun tukisillan.

Mittaukset on suunniteltu suoritettavan seuraavasti:

- Pituus otetaan rullamitalla elementin päädyn keskeltä vastakkaiseen pätyyn.
- Paksuus mitataan työntömitalla 100 mm reunoista sekä keskeltä molemmista pätyosistä.
- Tasomaisuus otetaan poikkeama kohdasta >200 mm alueelta tasomaisuuden mittausvälineen avulla. Mittakello tulee nollata ennen mittausta teoreettisen suoran pinnan päällä.
- Asetetaan laser keskilinjaan tähtäystaulun ja rullamitan avulla.
- Hyötyleveyden mittauksessa asetetaan mittauslevyt elementin reunoihin ja keskelle. Mittauslevyjen tulee koskettaa polyuretaanipintaa halutun mittauksen saamiseksi. Otetaan hyötyleveys rullamitalla. Kertavalussa ei tarvita mittauslevyjä, vaan hyötyleveys otetaan ohutlevyreunoista.
- Hyötyleveyden keskimittauksessa otetaan ensimmäiseksi mittaus keskilinjaan, minkä jälkeen mittaus toisesta reunasta keskilinjaan. Samalla suoritetaan suoruudenmittaus.
- Kaarevuus mitataan rullamitalla verraten päädyn sekä keskiosan korkeutta lasersäteeseen.

- Laser siirretään suorakulmaisuuuden mittausvälineen kanssa elementin kulmaan osoittaen päädyn suoruuden. Mittaus otetaan rullamitalla lasersäteen ja päädyn väliltä. Kyseinen mittaus voidaan suorittaa myös ennen laserin asettamista keskilinjaan.
- Mittaustulosten kirjaaminen suoritetaan mittauksien aikana sähköisesti mittauspöytäkirjaan.

3.3 Mittausvälineet

3.3.1 Kartoittaminen

Mittausvälineitä lähdettiin etsimään standardin EN 14509 rajoitusten puitteissa. Ensimmäiseksi käytiin suurimpien mittavälinevalmistajien katalogit läpi, etsintä laajennettiin tämän jälkeen Internet-sivustoille sekä kyselyihin suoraan valmistajille tai jälleenmyyjille. Tarvittavien mittausvälineiden tuli olla mahdollisimman helppokäyttöisiä mitausvirheiden välttämiseksi. Mittausvälineitä kartoittaessa tuli ottaa huomioon niiden tarkkuus, luettavuus ja käyttökelpoisuus. Standardi vaati keskilinjan määrittämistä, annettujen mittauspisteiden käyttämistä sekä kuormittamatonta mitta-alustaa.

Keskilinja

Keskilinjasta otettaisiin poikkeama suoruudesta ja kaarevuudesta sekä keskilinjaa hyödynnettäisiin hyötylevyyden mittauksessa. Standardi ehdottaa luotilangan käyttöä keskilinjan määrittämisessä. Paremmaksi ratkaisuksi näimme laserin keskilinjan määrittämisessä. Laseria pystyttiin hyödyntämään myös muissa mittauksissa. Laser-laitteita lähdettiin etsimään Internetistä eri laitevalmistajien sivuilta. Mittaus- ja linjalasereita löytyi paljon rakennusteollisuudesta, josta lähdettiin etsimään sopivaa vaihtoehtoa elementtien mittausapuvälineeksi.

Laserlaitteita kävi esittelemässä muutama laseredustaja joista Geotrim Oy:n aluemyynnin edustaja auttoi ymmärtämään enemmän, mitä laserapuvälineillä pystyi tekemään. Mittauksiin soveltuivat pistelaser, ristiviivalaser ja 90 asteen antava kulmalaser. Laserin tarkoituksena oli antaa näkyvä suoraviiva pysty- sekä vaakatasossa mittauslaitteeseen.



Kuva 13. Spectra LG20 ristiviivalaser /13/



Kuva 14. Leica LINO L2 ristiviivalaser /14/



Kuva 15. Spectra LG2 kulmalaser /13/

Mittauslaitteet

Monessa mittauksessa nähtiin parhaaksi käyttää normaalia rullamittaa. Pituus, poikkeama suorakulmaisuudesta, leveys ja kaarevuus mitattiin kyseisellä mittausvälineellä. Kalibroitu rullamitta saatiin yrityksen sisältä, joten sitä ei tarvinnut erikseen hankkia mittauksia varten.

Digitaalisen työntömitan etsimisessä rajoitti leukojen tarvittava pituus (200 mm), joten kaikki mittauslaitemyyjät eivät pystyneet tarjoamaan sopivia. Työntömittaa etsittiin mitausalueen, leukojen pituuden ja painon mukaan.

Saadut tarjoukset:

Teräskonttori

Mitutoyo Dig. työntömitta 552-150-10 mittausalue 0-450 mm, leuat 200 mm

552-151-10 mittausalue 0-600 mm, leuat200 mm

Tarkkuustuonti Oy Grönblom Ab

Sylvac ULIII 200 mm special leuoilla, mittausalue 310 mm

Linna Trade

Helios Leuat 200 mm, mittausalue 250 mm

Digitaalisia mittakelloja tarjoavat lähes kaikki mittauslaitemyyjät. Pyysimme tarjoukset työntömitan myyjiltä pakettihinnan vuoksi.

Saadut tarjoukset:

Teräskonttori

Mitutoyo Mittakello digit. Näyttöalue 12,7 mm, tarkkuus 0,01 mm

Tarkkuustuonti

Sylvac Näyttöalue 12.5 mm, tarkkuus 0.01mm

Hoffmann

Mitutoyo abs. Mittakello Näyttöalue 12,5 mm, tarkkuus 0,02mm

Linna Trade

Helios Digi-Met Näyttöalue 12,5 mm, tarkkuus 0,01 mm

Muut mittaus ratkaisut

Manuaalista mittausta verrattiin myös automaattiseen ja puoliautomaattisiin ratkaisuihin. MittaCompilta esiteltiin mittauksen suorittamiseen anturiratkaisua. Anturit olisivat ottaneet elementin päältä ja reunoista halutut mittaukset ja antaneet tiedon sähköisenä valmiiseen ohjelmaan, jonka yritys tarjosi. Anturit olisivat voineet liikkua automaattisella tai työnnettävällä kelmalla oikeaan kohtaan. Lasermittalaitteita käyttäen saataisiin myös tarvittavat mittaukset tehdyksi, investointi maksaisi vain enemmän kuin anturiratkaisu.

Vossi Oy esitteli Metronorin patenttiin perustavan liikuteltavan SOLO koordinaattimittausjärjestelmän (CMM), joka mahdollisti tarkat 3D mittaukset kameran ja käsikäyttöisen mittavarren avulla. /15/ Kameran ja vastaanottimen avulla verrattiin elementin geometriaa sen CAD-tietoon tai piirustukseen, jolloin saatiin tarvittavat mittaustulokset.

3.3.2 Mittausvälineiden suunnittelu

Mittausvälineitä lähdettiin suunnittelemaan itse, koska hyötyleveyden, suorakulmaisuu- den ja tasomaisuuden mittaamiseen tarkoitettut mittausvälineet olisivat olleet huomatta- vasti vaikeampikäyttöisiä kuin itse suunnitellut.

Hyötyleveys

Liukuvalussa tarvittiin hyötyleveyden mittaamiseen erillinen mittausväline (mittausle- vy) elementin reunojen muotojen vuoksi. Mittausvälinettä suunniteltiin suorakulman muotoiseksi levyksi. Levyn taitettuun osaan asetettiin magneetti, jonka oli tarkoitus osua reunamuodon polyuretaaniin antaen suorakulmalle tukipisteen. Tukipistettä käytet- täisiin myös hyödyksi mittausta otettaessa. Levy tehtäisiin tarpeeksi pitkäksi, joten sen taitettava osa sopisi kaikille elementtipaksuuksille (110 mm). Levyn taitettuun osaan merkittiin viivat elementin paksuuden mukaan, joten magneetin saa asetettua oikealle kohtaa levyä.

Hyötyleveyden mittausvälineet tuli asettaa elementin molemmille reunoille, molempiin päihin 150 mm elementin päädyistä sekä keskelle elementtiä. Mittausvälineen ollessa 150 mm päästä reunasta mittauskohta olisi vähintään 200 mm päästä elementin päädyistä niin kuin standardi vaati. Mittausvälineistä mitattaisiin hyötyleveys rullamitalla. Hyöty- leveyden mittauskohta oli määritetty levyyn stanssatun hahlon kohdalle. Hahlo oli mi- toitettu niin, että sen reuna oli samassa tasossa magneetin kanssa. Näin hahlon reunoista mitattaessa saatiin mittausvälineillä tulos polyuretaanista polyuretaaniin. Liitteessä 1 on hyötyleveydessä käytettävän mittausvälineen piirustukset.

Magneetteja etsittiin sopivan kokoisia eri valmistajilta. Magneetin mitoiksi suunniteltiin 20x15x15. Kyseiset mitat olivat sopivat leveydessä, korkeudessa kuin paksuudessakin. Korkeuden merkitys korostui 80 mm paksuisilla elementeillä joissa polyuretaanipintaa oli vain 20 mm. Tälle alueelle magneetin tuli mahtua osumatta ohutlevyreunoihin.

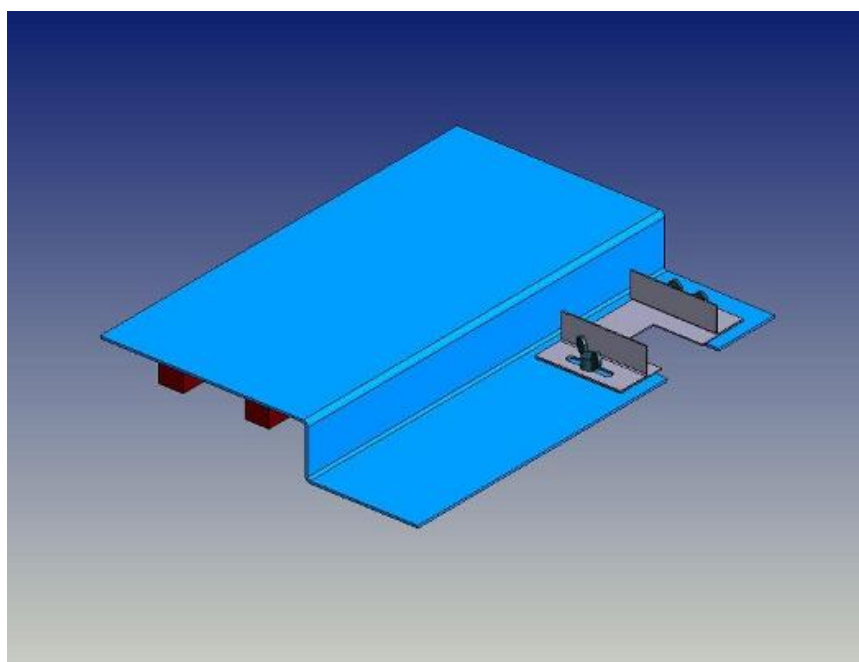
Suorakulmaisuus

Laserin sädettä oli tarkoitus hyödyntää suorakulmaisuuden mittauksessa. Laseria ei itse saatu suorankulmaan reunan ja päädyn kanssa, joten oli valmistettava apuväline, joka asettaisi laserin suoraan linjaan elementin reunan kanssa. Apuväline koostui kahdesta osasta: aluslevystä sekä laserinkiinnityslevystä. Liitteessä 2 on suorakulmaisuuden mittausvälineen piirustukset.

Aluslevy oli ohutlevyä, joka oli kantattu kahdesta kohtaa. Aluslevy oli tarkoitus asettaa elementin päälle magneeteilla kiinni. Ensimmäinen kantattu kulma osui elementin reunaan, jolloin se asetti levyn suorakulmaan. Toinen kantattu osa oli varattu laserin kiinnittämistä varten.

Laserinkiinnityslevy leikattaisiin laserlaitteen pohjaa varten, näin paristot saataisiin pohjasta vaihdettua. Laserlevyyn hitsattaisiin myös L-muotoiset levyt kiinni molemmin puolin, jolloin laser saataisiin asetettua levyjen väliin ja liimattua kiinni. Kyseinen levy oli näin valmis kiinnitettäväksi aluslevyyn.

Molempiin levyihin porattaisiin reiät kiinnitystä varten. Laserlevyyn suuremmat reiät liikkuvuuden vuoksi. Laserlevyn liikkuessa saatiin lasersäde kalibroitu aluslevyn kanssa. Asetettaessa apuväline kokonaisuudessaan elementin päälle lasersädettä voitaisiin käyttää suorakulmaisuuden mittaukseen.



Kuva 16. Suorakulmaisuuden mittausväline magneeteilla

Tasomaisuus

Tasomaisuuden mittauksessa tarvittiin tarkkuusmittalaitteelle tuki, jonka pystyi asettamaan 200, 400 ja suurempien kuin 700 millimetrin pituisille mitta-alueille. Ratkaisuksi mietittiin 987 mm pituista rhs-putkea, johon hitsattaisiin keskelle pidike reiällä. Kyseiseen pidikkeeseen kiinnitettäisiin siipimutterilla digitaalinen mittakello kiinni. Mittausväline tarvitsi nostopinnat, jotta kaikki kolme mitta-alueita saatiin mitattua samalla mitta-alueella. Rhs-putkeen lisättiin ulkopinnalle kaksi pientä putken palaa, joita pystyi liikuttamaan pitkin 987 mm pitkää putkea. Pikkupalat lukittiin siipimutterilla kiinni varsinaiseen putkeen. Liitteessä 3 on tasomaisuuden mitta-alueen piirustukset

3.3.3 Mittausvälineiden kehittäminen ja testaaminen

Hyötyleveys

Hyötyleveyden mittaamiseen kehitetty mitta-alue (mittauslevy) testattiin monella eri tavalla, minkä avulla mitta-alue saatiin kehitettyä helpoksi ja luotettavaksi kyseiseen mittaukseen. Mittausvälineestä testattiin sen liikkuvuus ja kosketus magneetin kanssa sekä pinnan hankaus elementin pinnan kanssa. Rullamitan asettuminen ja pito levyyn testattiin. Sarja mittaustuloksia otettiin, jolloin nähtiin, oliko kyseinen mitta-alue tarpeeksi tarkka käytettäväksi hyötyleveyden mittauksessa.

1. Magneetin tartunta levyyn sekä kosketus polyuretaaniin
 - a. Magneetin tartunta levyn pintaan oli tarpeeksi voimakas pidelläkseen oman painonsa ja kestämaan pientä työntävää voimaa. Magneetti liikkui vetämällä mutta helpompi tapa oli kuitenkin magneetin irrottaminen levystä ja uudelleen kiinnittäminen.
 - b. Testimagneetin mitat olivat 20x15, jolloin leveyssuuntaisesti 20 mm antoi sopivan tukipinnan polyuretaania vasten. Pienempi pinta voisi upota polyuretaaniin mitta-alueita asetettaessa. Magneettia mietittiin mitta-alueen leveyden mittaiseksi, mutta silloin mitta-alue ulottui koko levyn mitalle (100 mm). Mittaus tuli ottaa 200 mm päästä päädyistä. Näin polyuretaaniin koskettavan osan suuruus ei saanut olla liian suuri.
2. Liikkuvuus

- a. Magneetin leveyden johdosta mittausväline liikkui sivuttaissuunnassa elementin päällä, jolloin se naarmutti elementin pintaa. Levyn alapintaan liimattiin kerros tiivistettä, joka antoi tarpeeksi kitkaa levyn ja elementin väliin, ja liikkuminen saatiin pois. Tiivisteen ollessa pehmeää se ei naarmuttanut elementin pintaa. Liikkuvuustestejä suoritettiin eri profiileilla olleille elementeille.
3. Mittausvälineen ja rullamitan testaus
 - a. Hyötyleveyden mittausvälineet asetettiin paikoilleen ja tehtiin kalibroidulla rullamitalla mittausarja, jossa huomattiin, että virhettä ei syntynyt 0,5 mm enempää. Rullamitta saatiin pysymään mittausvälineessä hyvin, varsinkin rullamitan magneettipäällä. Mittaajan vastuulle jäi rullamitan pitäminen suorassa mitattaessa rullamitan ja hyötyleveyden mittausvälineen kanssa.

Suorakulmaisuus

Ennen suorakulmaisuuden mittausvälineen valmistusta testattiin laserlaitteen tuottaman painon vaikutus. Laserlaite painoi noin 300 grammaa, paino saattoi kaataa suorakulmaisuuden mittausvälineen elementin päältä lattialle, jos magneettien pito ei ollut riittävä. Mittausväline testattiin neljän magneetin pitovoimalla yli 300 g painon kanssa. Mittausväline ei irronnut elementin tasaisesta pinnasta suuremmallakaan painolla. Magneettien oli hyvä olla erillään toisistaan paremman pidon takaamiseksi. Magneetteja ei saanut asettaa profiiloidulla pinnalla eri korkeuksille. Mittausvälineen kanssa käytettiin neljää 20x20x15 ferriittistä magneettia.

Ristilinjalaser

Eri laservaihtoehtoja testattaessa ja mittauksista keskusteltaessa Geotrimin edustajan kanssa päädyttiin yhteen sopivaan laser ratkaisuun. Ristilinjalaser antoi sekä vaaka- että pystysuuntaan kirkkaan ja selvän linjan mittaajalle. Laser oli kirkas yli 10 metriin saakka, jolloin se ei haittaisi elementtien mittauksissa. Laserin pitäisi näkyä myös valon lisääntyessä. Ongelmana laserissa oli patterien paikka, joka sijaitti laitteen pohjassa. Pohjassa olevat patterit hankaloittivat laserin kiinnittämistä suunniteltuun suorakulmaisuuden mittausvälineeseen.

Leican edustaja kävi myös esittelemässä laserratkaisuaan (kuva 14), mutta laserin teho ei ollut riittävän tehokas käytettäväksi pitkien elementtien mittauksessa. Pohdimme

myös etäisyysmittarin käyttöä mittauksissa, mutta totesimme rullamitan suorittavan samat mittaukset.

Ristilinjalaser saatiin lainaksi Geotrimilta kahdeksi viikoksi, tänä aikana laseria testattiin dimensionaalisten mittauksien kanssa.

1. Näkyvyys

- a. Laseria testattiin erinäisissä paikoissa eri valaistuksessa. Valaistuksen teholla oli huomattava vaikutus laserin näkyvyyteen, mutta teho riitti kuitenkin mittauksien suorittamiseen pitkälläkin matkalla. Valon heiketessä tuli käyttää laseja, jotka tehostivat lasersädettä.
- b. Elementtien profilointi aiheutti ongelmia lasersäteen näkyvyyden kanssa. Laserin asettaminen keskilinjaan profiloitun pinnan kanssa aiheutti lasersäteiden heijastumisen. Heijastumisen takia rullamitalla mittaaminen hankaloitui huomattavasti. Laser tuli asettaa näissä profiloituissa pinnoissa hieman sivuun. Laserin ollessa sivussa tuli huomioida mittavaihtelu mittauksissa.

2. Vaaitus

- a. Vaaitus testattiin mittauslaboratoriossa pöydällä, joka katsottiin 2 metriä pitkällä vesivaa'alla suoraksi. Laser asetettiin pöydälle ja mitattiin rullamitalla lasersäteiden korkeus pöydästä eri etäisyyksillä. Laserin todettiin olevan vaa'assa.

Tasomaisuus

Tasomaisuuden mittausvälineestä oli aikaisempi versio Huurre Insulationin satunnaisessa käytössä. Kyseinen mittalaite oli todettu toimivaksi, mutta laitteella ei voinut tarkkaan määrittää standardin vaatimia mittausalueita.

3.4 Mittauspaikat ja välineet

3.4.1 Liukuvaluelementti

Liukuvaluelementtien mittausten käytäntöön tuominen vaatii suunnittelua tuotannon sekä standardin vaatimien mittauksien osalta. Mittauksissa täytyi ottaa huomioon työn kesto ja tehokas suoritustapa. Mittaukset tulevat aiheuttamaan tuotannossa lisätyötä sekä vaativat tehdastilasta osansa.

Mittauspaikkavaihtoehtoja on useampia, jokaisessa paikassa pitää ottaa huomioon sen heikkoudet että vahvuudet. Mittauspaikalla elementtiä pitää pystyä siirtelemään ja kaikki mittaukset pitää pystyä suorittamaan. Mittauspaikka ei saa hidastaa muuta tuotantoa eikä aiheuttaa vaaraa työntekijöille. Ergonomia sekä viihtyvyys pitää ottaa myös huomioon, tehden työstä mahdollisimman motivoivaa.

Mittauspaikan sijoittaminen tuotantohallissa aiheutti ongelmia nostureiden sekä vajaan tilan vuoksi. Nostureita sijaitsi vain hallin alku- ja loppupäässä. Alkupäässä tapahtuivat ohutlevyrullien siirto ja elementtien pinkkaaminen. Hallin perällä tapahtui kollojen pakkaaminen. Hallin pinta-alaa veivät laminaattori, suuri rullaratojen määrä sekä ohutlevyrullien varastointi.

Mittauksien varten mietittiin mittauspukkeja ja erilaisia pöytäratkaisuja. Mittauspukit vaikuttivat helpoimmalta, halvimmalta ja käytännöllisimmältä vaihtoehdolta. Mittauspukkien tuli olla säädettäviä lattioiden epätasaisuuksien vuoksi, samoja mittauspukkeja voitaisiin käyttää molemmilla valmistuspuolilla. Erilaisia tukia etsittiin eri yrityksiltä ja pohdittiin myös tukien valmistamista yrityksen sisällä tai alihankkijoilla.

Ensimmäinen mittauspaikka vaihtoehto on liukuvaluhallin perällä, pakkauspäädystä. Pakkauspäädystä oli tilaa hylkyrullaradan päädyn vieressä. Kyseinen paikka vaatisi vieressä olevan sahan työratojen tiivistämistä sekä nosturin käyttöä elementtien siirroissa. Mittauspaikalla tukina käytettäisiin mittauspukkeja. Vuoron lopussa ajettaisiin kolli hylkyrataa pitkin pakkauspäättyyn ja nostettaisiin päällimmäinen elementti nosturilla pukeille stabiloitumaan. Seuraavana päivänä suoritettaisiin dimensionaaliset mittaukset elementille. Mittauksien jälkeen elementti siirrettäisiin takaisin kolliin, joka siirrettäisiin pakkaukseen. Kiireellisissä tapauksissa, joissa elementtien pitää lähteä mahdollisesti samana päivänä, otettaisiin kahden metrin testipala, jolle tehtäisiin seuraavana päivänä tarvittavat mittaukset. Kyseistä elementtipalaa käytettäisiin myöhemmin testauksiin. Kiireellisten elementtien mittaukset tehtäisiin samalla mittauspisteellä kuin normaalien elementtien. Kahden metrin elementit vaatisivat tukipukkien tiivistämistä.



Kuva 17. Laminaattorihallin pakkauspäätty. Hylkyrullaradan vieressä oleva vapaatila.

Toiseksi mittauspaikaksi vaihtoehtona oli pinkkauskoneen työalue. Paikassa ei tarvittaisi erillisiä nostureita, vaan pinkkauskone voisi siirtää elementit suoraan mittauspukeille. Mittaukset tulisi tehdä ennen ajoa, koska pinkkauskoneen työalueelle ei saa mennä sen ollessa käynnissä. Mittauselementti otettaisiin työvuoron viimeisestä kollista mittapukeille stabiloitumaan. Seuraavana päivänä, työvuoron alussa suoritettaisiin dimensionaaliset mittaukset ja nostettaisiin mittauselementti vajaaseen kalliin. Mittauspukit sijoitettaisiin hylkyradan ja lepopukkien väliselle alueelle. Mittauspaikka vaatisi pinkkarille uuden laskeutumipaikan luomista.



Kuva 18. Laminaattorin pinkkari, oikealla puolella hylkyrullarata

3.4.2 Kertavaluelementti

Kertavalupuoli on huomattavasti isompi kokonaisuus sekä tilan että valmistusmäärien ja vaihtelevuuksien puolesta. Kertavalupuoli on jaettu kahteen halliin (3 ja 4), näissä hallissa toimii yhteensä kahdeksan prässää. Hallissa numero 3 on yksi rullalinja ja hallissa numero 4 kolme eri rullalinjaa. 4. hallissa valmistetaan myös kertavaluolen pisimmät elementit. Prässeillä tehdään suurta tuotekokonaisuutta, johon kuuluvat eri kokoiset seinät, katot sekä lattiaelementit. Kahdessa eri hallissa mittaukset tullaan suorittamaan yhdelle elementille koko tuotemäärästä. Alustavasti mittaus on suunniteltu suoritettavaksi hallissa, jossa on suurin määrä prässejä. Mittaukset suoritettaisiin elementille, jota kyseisellä hetkellä valmistetaan eniten. Aikataulu- ja varastointisyistä myös vähemmän valmistettavia elementtejä tulnaisiin ottamaan mittauksiin. Mittaukset olisi hyvä tehdä edellisessä vuorossa jäähtymään nostetulle elementille; näin saataisiin mittaustila vapaaseen käyttöön lopuksi työvuoroksi. Toinen vaihtoehto on nostaa elementti jäähtymään vuoron alussa ja vuoron lopussa tehdä sille mittaukset.

Kertavalun mittauspaikat olivat jyrsinkoneella sekä sahalla hallissa 4. ja rullaradan loppupäässä hallissa 3. Mittaukset tehtäisiin ennen työvuoron alkua. Työpisteellä toimiva henkilö suorittaisi mittaukset. Elementtien valinta mittauksiin tehtäisiin elementtien

paksuuden mukaan. Paksuutta, jota valmistetaan suurin määrä, mitataan useammin. Mittauksia suoritetaan yksi työvuorossa koko kertavalupuolella. Näin jyrsimellä tai hallin 3 rullaradalla on vapaapäiviä mittauksien suorittamisesta, riippuen viikon valmistuksesta.

Ennen työvuoron loppua työpöydälle tai jyrsimen viereen pukeille nostettaisiin tuore elementti odottamaan stabiloitumista. Jyrsinpöydän ollessa käytössä keskeneräinen elementti siirrettäisiin kärryille odottamaan. Mittaushenkilö ilmoittaisi prässille, milloin haluaa mittauselementin ja prässihenkilö merkkaisi elementtiin sen valmistumisajan sekä päivämäärän. Jyrsinpöydän vastapäätä sijaitsee saha, jonka viereen on myös mahdollista sijoittaa mittauspaikka tai varamittauspaikka. Sahan vieressä mittauspaikka veisi varastointi tilaa mutta säilyttäisi jyrsinpöydän ja jyrsinpukit vapaana työlle.



Kuva 19. Työpöytä sekä takana pukit

Hallissa 3 ajettaisiin tai siirrettäisiin elementti rullaradan loppupäähän uudelle rullaradalle, joka olisi vaaitettu ja tarkoitettu varta vasten mittauksille. Uutta rullarataa hyödynnettäisiin myös elementtien pakkauksessa. Elementin siirto tapahtuisi joko vuoron aikana, tai lopussa, jolloin mittaus suoritettaisiin päivän aikana tai seuraavana päivänä.



Kuva 20. 3. Hallin rullaradan pääty

Toinen vaihtoehto kertavalun puolella on järjestää mitattaville elementeille mittauskärry. Kärryä voisi siirtää hallien välissä, jolloin säästyttäisiin kahden mittauspisteen järjestämisestä. Kärrylle siirrettäisiin mitattava elementti ja kärry siirrettäisiin hallin 3 pakkausalueelle, jossa on merkattu mittausalue. Elementin mittauksen ja siirron voisi suorittaa työvuoron koko aikana.

3.5 Prosessikuvaukset

Prosessikuvaukset on tehty ISO 10005:2005 esimerkkien mukaisesti. Prosessikuvauksen tavoitteena on antaa selkeä ja yksinkertainen kokonaiskuva laadunvarmistuksen toiminnasta tuotantoprosessin edetessä. Prosessit on jaettu liukuvalu- sekä kertavalupuolille, koska valmistusmenetelmät ovat näissä erilaiset.

Liukuvalu prosessikuvaus liitteessä 4

Kertavalu prosessikuvaus liitteessä 5

3.6 Mittausten dokumentointi ja arkistointi

Mittausten dokumentoinnin ja arkistoinnin tarkoituksena on tuotteiden saamien hyväksytyjen toleranssien todentaminen henkilöille ja tahoille, jotka sen vaativat. Dokumentoinnissa käytetään ISO 9001:n antamia määräyksiä.

Tallenteiden tulee säilyä helposti luettavina sekä selvästi tunnistettavina ja niiden tulee olla saatavilla. Tallenteiden ohjaamiseksi tulee laatia dokumentoitu menettely, johon kuuluvat niiden tunnistaminen, säilyttäminen, suojaaminen, esille saanti, säilytysaika ja hävittäminen. /16/

Mittaukset tullaan kirjaamaan Excel-kaavioon (Liite 6) kannettavan tietokoneen avulla mittauspaikalla. Kannettava tietokone on Huurteen langattomassa verkossa, jolloin mittauspöytäkirja tallentuu verkkolevyille. Kannettavan mennessä epäkuuntoon mittaus-tietoja ei näin hävitetä. Mittauspöytäkirja tallennetaan samaan kansioon testituloksien kanssa jolloin saadaan työnumeroittain töille mittaus- sekä testaustuloksista saadut arvot. Kyseinen kansio saadaan avattua aina samasta paikasta Huurre Insulationin arkistoista. Mittauspöytäkirjoja säilytetään vähintään 10 vuotta. Mittauspöytäkirjasta otetaan halutessa joko suomen- tai englanninkielinen tuloste. Mittauspöytäkirja löytyy liitteestä 6.

Mittauspöytäkirjan alkuun syötetään mittauselementin tiedot johon dimensionaalisten mittauksien tuloksia verrataan. Alkuun merkitään myös elementin valmistuspäivämäärä sekä aika. Keskelle mittauspöytäkirjaa merkitään dimensionaaliset mittaukset, joista hyötyleveyden keskimittaus ja poikkeamasta suoruudesta ovat automaattisia. Merkitessä hyötyleveyden keskimittauksen kaksi tulosta, elementin molemmista reunoista keskilinjaan nähden, mittauspöytäkirja laskee automaattisesti elementin reunojen poikkeaman keskilinjasta. Mittauspöytäkirjassa viimeisenä on mittaushenkilön kirjaus sekä mittausaika.

3.7 Resurssit

Mittaukset tekee alustavasti yksi työntekijä sekä kertavalu- että liukuvalupuolilla, molemmilla puolilla eri henkilöt. Mittauksista vastaaville henkilöille koulutetaan varahenkilöt poissaolojen vuoksi. Mahdollinen työkierto mittapaikalla on mahdollinen jolloin mittaustehtäviin on koulutettava useampia henkilöitä. Tuotantopäälliköt valitsivat sopivat henkilöt mittauksille tuotannosta.

Sekä kertavalu- että liukuvalupuolella suoritetaan kerran työvuorossa dimensionaaliset mittaukset. Arvioitu aika ilman nostoja mittauksille työvuorossa olisi noin 20 minuuttia. Kertavalupuolella mittausten tulisi tulla tehdyiksi nopeammin helpomman hyötyleveyden mittauksen vuoksi. Nostojen kanssa mittaus voi kestää jopa 30 minuuttia. Työaikaa mittaukset veisivät näin ollen työviikosta 100 – 150 minuuttia molemmilla valmistuspuolilla. Molemmat valmistuspuolet yhteenlaskettuna mittaukset veisivät 200 – 300 minuuttia työviikosta.

4 Mittausten soveltaminen käytäntöön

4.1 Hankitut mittausvälineet

Eri mittauslaiteratkaisujen jälkeen päädyimme suorittamaan dimensionaaliset mittaukset manuaalisesti. Automaattiratkaisut olivat huomattavasti kalliimpia, ja ne vaatisivat useampia tarkastuksia työvuorossa maksaakseen itsensä takaisin. Kerran vuorossa tapahtuva mittaus olisi järkevin siis tehdä manuaalisesti erillisessä mittausspaikassa.

Manuaalisia mittalaitteita vertailtiin eri mittalaittevalittäjien kesken. Seuraavat mittalaitteet valittiin teknisen vertailun sekä hintakilpailun jälkeen.

Laseriksi valitsimme Geotrim Oy:n edustaman Spectra-ristiviivalaserin (kuva 13.)

Tekniset tiedot:

Koko	Leveys 67 mm, pituus 101 mm, korkeus 117 mm
Säteen tarkkuus	6 mm / 21 m
Säteen halkaisija	2 mm / 5m
Säteen näkyvyys	110 astetta
Virtalähde	4 AA
Patterien kesto	40 h

Rullamitta otettiin yrityksen mittauslaitetekoelmasta. Rullamitat on kalibroitu yrityksen omassa mittalaboratoriossa.

Mittakelloksi valitsimme Mitutoyon digitaalisen mittakellon. Mittakelloon otettiin myös uusi takakansi silmukalla, jotta se saataisiin kiinni tasomaisuuden mittausvälineeseen.



Kuva 21. Mitutoyo DIGIMATIC-mittakello ID-S /17/

Tekniset tiedot:

Näyttötarkkuus	0.01 mm
Näyttöalue	12,7 mm
Tarkkuus	0.03 mm
Mittausvoima	≤ 2 N
Paino	120 g
Pariston kestoikä	20 000 H



Kuva 22. Mitutoyo mittakellon takakansi silmukalla

Digitaaliseksi työntömitaksi valitsimme Mitutoyon DIGIMATIC- konepajatyöntömitan. Leukapituudeltaan ja mitta-alueeltaan työntömitta oli sopiva elementin paksuuden mittaamiseen. Digitaalinen näyttö nopeuttaisi mittaustuloksien lukemista, ja työntömitan paino ei ollut liian raskas. Työntömitan leukoihin liitettiin pienet apupalat mitta-alueen siirtyessä leukojen pätyyn eikä 100 mm alueelle.



Kuva 23. Mitutoyo DIGIMATIC- konepajatyöntömitta sarja 552 /17/

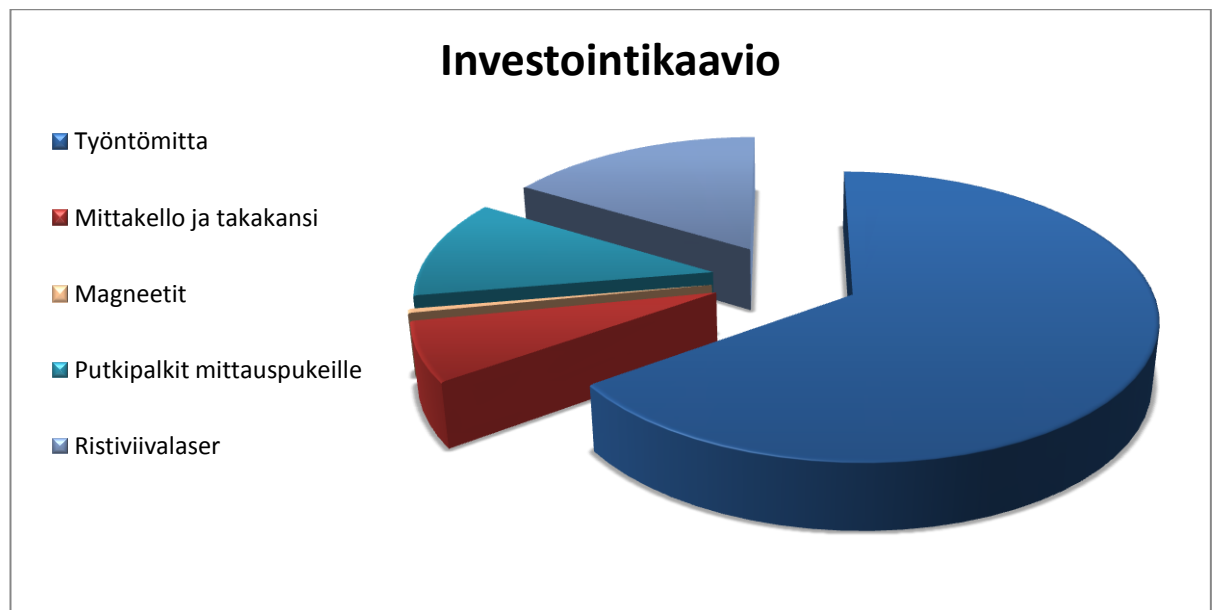
Tekniset tiedot:

Mitta-alue	0-450 mm
Leuat	200 mm
Tarkkuus	0.07 mm
Paino	1215 g
Pariston kestoikä	5000 h



Kuva 24. Työntömitan leukoihin liitetyt lisäpalat (1 mm)

Kuvassa 25. on havainnollistettu, kuinka paljon yksittäinen mittausväline tai apuväline on kokonaisinvestoinneista.



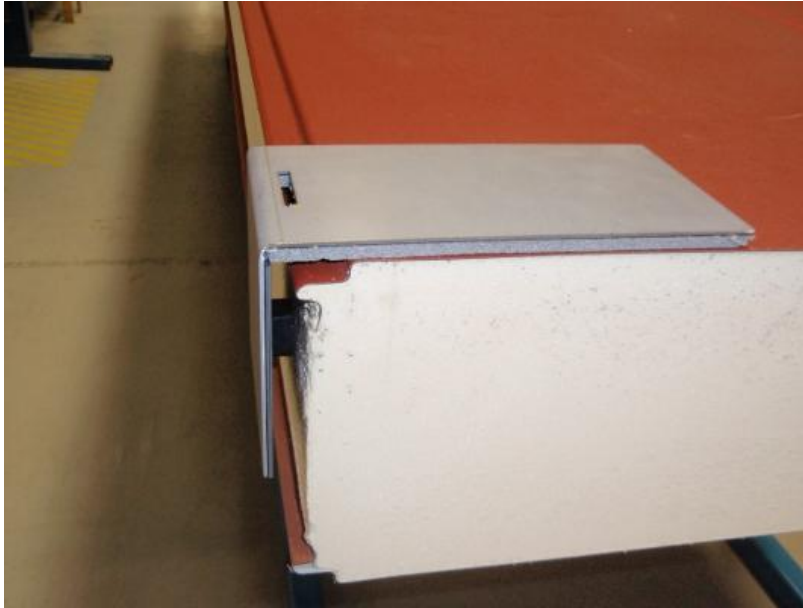
Kuva 25. Mittausvälineiden ja apuvälineiden investoinnit

4.2 Valmistetut mittausvälineet

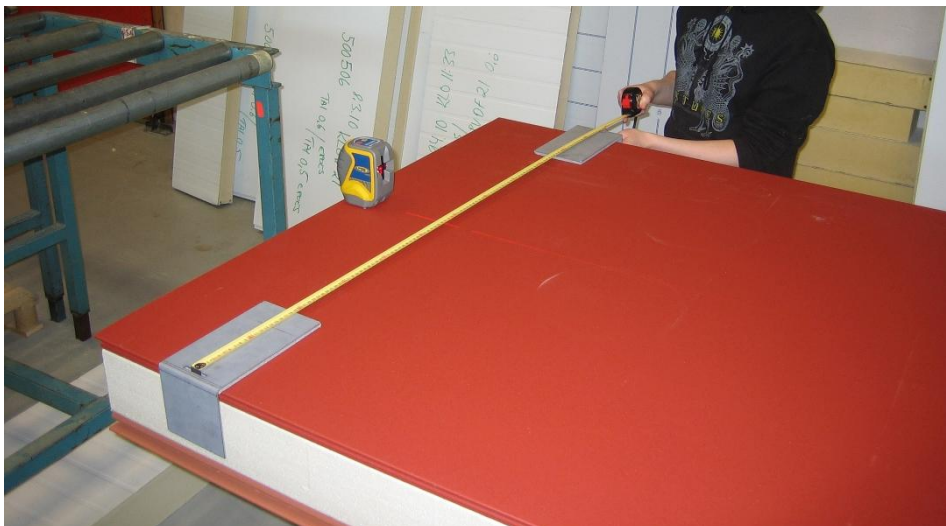
Mittausvälineet valmistettiin Huurre Insulationilla. Huurre tarjosi materiaalit, työkonet sekä työvoiman mittausvälineiden toteuttamiseksi.

Hyötyleveyden mittausväline (mittauslevy)

Hyötyleveyden mittauksissa käytettävät mittausvälineet tehtiin 2 mm vahvasta teräslävystä, jotka kantattiin ja työstettiin Huurteen työtiloissa. Mittausvälineeseen liimattiin 2 mm paksut muovilevyt tukemaan magneettia reunoista, näin magneettia sai liikuteltua vain ylä- sekä alasuunnassa. Mittausvälineeseen liimattiin myös pehmuste naarmuttamisen estämiseksi.

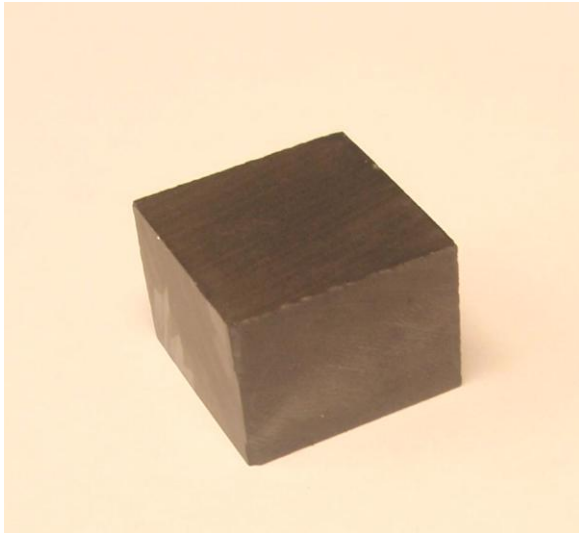


Kuva 26. Hyötyleveyden mittausväline (mittauslevy)



Kuva 27. Hyötyleveyden mittaus mittausvälineillä

Sopivaksi magneetiksi hyötyleveyden mittaukseen todettiin 20x20x15 ferriittinen magneetti, jonka tarjosi I-Magnet-yritys. Kyseinen magneetti koko ei kohdannut alkuperäisesti suunniteltuja mittoja 20x15x15, mutta sopi käyttötarkoitukseemme. Magneetteja tilattiin kuusi kappaletta. Magneetin paksuudet mitattiin, jotta saataisiin tieto mittausepätarkkuudesta hyötyleveyden mittauslevyjen käytössä. Paksuuden mittauksista saadut tulokset näkyvät kalibrointi-kohdassa.



Kuva 28. Ferriittinen magneetti 20x20x15

Suorakulmaisuu den mittausväline

Suorakulmaisuu den mittausväline tehtiin kahdesta osasta; aluslevystä sekä laserinkiinnityslevystä. Mittausvälineestä tuli raskas mutta toimiva. Laser asettui hyvin kiinnityslevyyn. Kiinnitysruuvit liikkuivat jolloin kalibrointi saatiin tehtyä aluslevyn kanssa. Tuotekehitystä suorakulmaisuu den mittausvälineen kanssa on vielä käyttäjätävällisemmäksi sekä painon vähentämiksi.

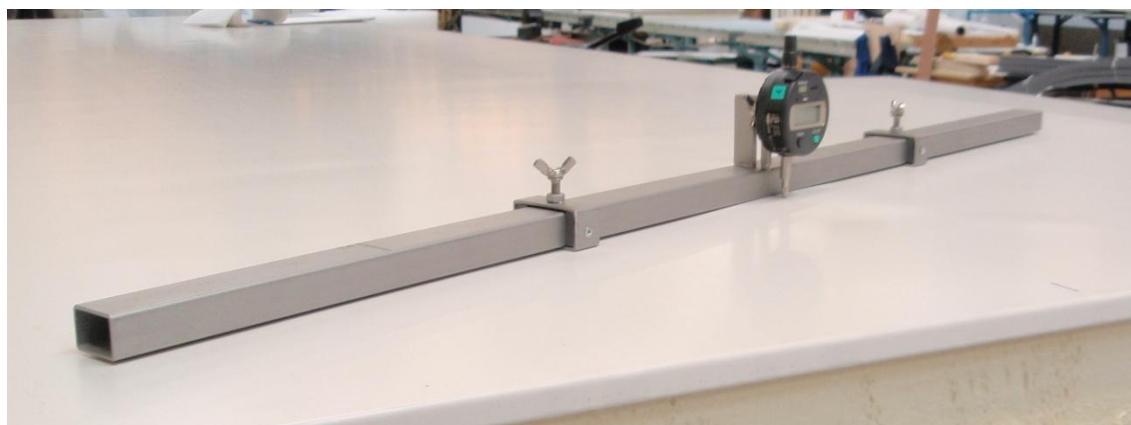


Kuva 29. Suorakulmaisuu den mittausväline

Tasomaisuuden mittausväline

Tasomaisuuden mittausvälineeseen, joka oli rhs-putki, hitsattiin kiinni korvake, johon mittakello asetettiin kiinni siipimutterilla. Putkessa oli myös kaksi liikuteltavaa tukipalaa, jotka tuli sijoittaa halutun alueen sisälle (200,400, 700 mm). 2 mm paksusta putken paloista valmistetut tukipalat nostivat itse rhs-putken tarpeeksi korkealle, jotta mittakello sai mitattua halutun toleranssin mittausalueelta. Rhs-putkeen merkattiin erikseen tukipaloille mittausalueen viivat mittakellon mukaan.

Mittakello kiinnitettynä testattiin, kuinka paljon tukipalat nostavat rhs-putkea. Tukipalat poistettiin ja putki asetettiin mittalatan päälle. Mittakello nollattiin ja tukipalat laitettiin takaisin paikoilleen. Mittakello antoi tukipalojen kanssa tulokseksi 1,7 mm. Kyseinen poikkeama ylittää sallitun toleranssirajan (1,5 mm) yli 700 mm alueella, joten poikkeama on suoraan hylätty, jos mittauslaite ei riitä mittaamaan poikkeamaa.



Kuva 30. Tasomaisuuden mittausväline

4.3 Kalibrointi

Kalibrointi on mittausvälineiden mittausepävarmuuden määrittäminen. Suunnitelmallisesti toistuva kalibrointi on osa laadunohjausta. Huurre Insulation kalibroi mittauslaitteensa, joko omassa tai ulkopuolisessa mittauslaboratoriossa. Huurteella kalibroinnissa mittauslaitteet merkitään, testataan ja dokumentoidaan jäljenteeksi Huurteen arkistoihin.

Mittausvälineiden kalibrointi tapahtui seuraavasti:

- Mittauskello käytettiin kalibrointipalvelussa.

- Digitaalinen työntömitta kalibroitiin Huurteella TESA-Rsd 19 mm, 21,9 mm ja 25 mm mittaisten mittapalojen kanssa. Mittausepäätarkkuus työntömitassa oli 0,05 – 0,10 mm.
- Rullamitat on kalibroitu Huurteella 3000 mm pitkällä Preisserin mittalatalla. Kalibroiduista rullamitoista pidetään kirjaa ja rullamitat merkitään kalibroitajan seuraamiseksi.
- Suorakulmaisuu den aluslevy ja hyötyleveyden mittauslevyt todettiin suorakulmaiseksi ULTRA 500x330 mm suorakulmalla mittalaboratoriossa.
- Mittauslevyistä mitattiin mittahahlon erotus levynpaksuuteen ja magneettiin, jolloin tiedettiin aiheuttivatko hahlo tai magneetti mittaepätarkkuutta. Hahlon reunan ja magneetin + levynpaksuuden mittaepätarkkuus oli 0,1 mm.

Magneeteista mitattiin paksuudet jotta tiedettäisiin, kuinka paljon ne aiheuttavat mittaepätarkkuutta hyötyleveyttä mitattaessa. Pituuden tai leveyden mittaa ei ollut tarvetta mitata, koska se ei vaikuttanut mittaustuloksiin.

Magneettien paksuudet:

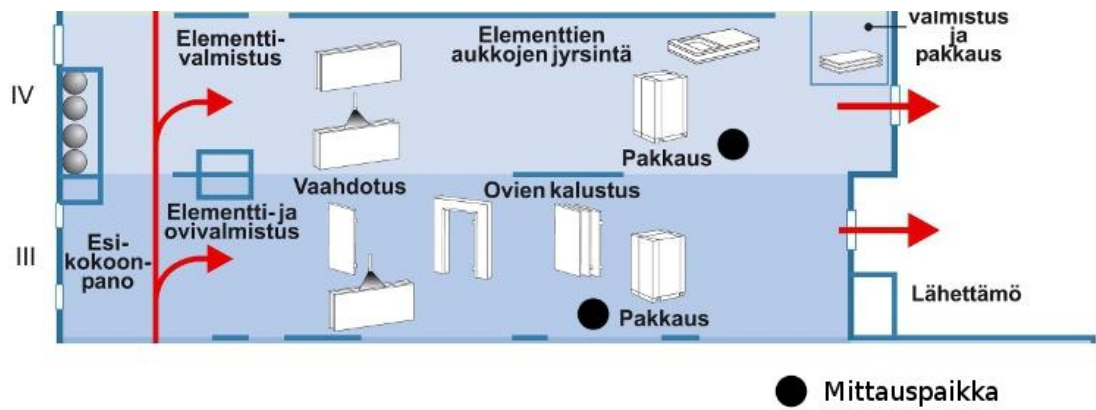
1. 14,90 mm
2. 14,90 mm
3. 14,89 mm
4. 14,98 mm
5. 15,00 mm
6. 14,99 mm

Magneettien mittausepäätarkkuus oli n. 0,1 mm, joka ei aiheuttanut ongelmia standardin antamien mittatoleranssien kanssa.

4.4 Mittauspaikat

Kertavalu

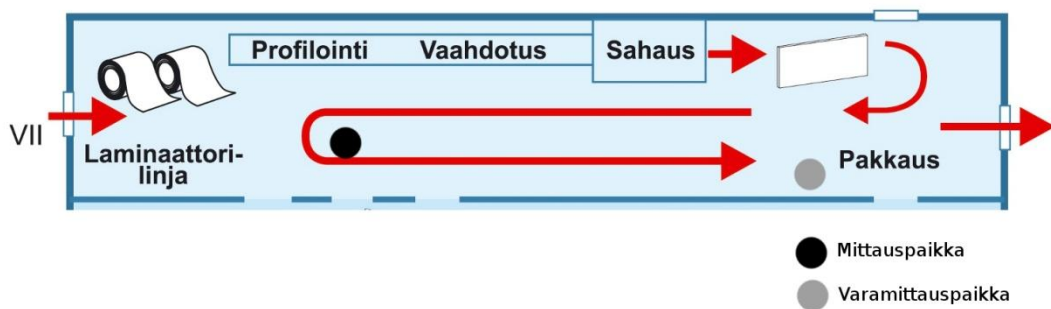
Kertavalupuolelle sijoitettiin kaksi eri mittauspaikkaa. Jyrsinpöydän vastapäätä olevan sahan viereen 4. hallissa ja 3. hallissa rullaradan päätyyn. 4. hallin mittauspaikalla mitaukset tehtäisiin mittauspukeilla. 3. hallissa työtilainvestointia tehtäessä ostettaisiin uusia rullaratoja, joihin viimeiselle rullaradalle sijoitettaisiin mittauspaikka. Rullarata vaaitettaisiin ja merkattaisiin mittauspisteeksi.



Kuva 31. Mittauspaikat hallissa kolme ja neljä

Liukuvalu

Liukuvalupuolella päädyttiin sijoittamaan mittauspaikka pinkkauskoneelle. Mittauspukien sijoittaminen pinkkauskoneelle johti lepopukkien tiivistämiseen kohti laminaattoria. Mittauspukeille saatiin tiivistämisen jälkeen 180 cm tilaa lepopukkien ja hylkyradan väliin, johon mittauselementti laskettaisiin stabiloitumaan. Uuden paikan vuoksi pinkkauskoneeseen on ohjelmoitava uusi laskeutumisaikapaikka, jotta mittauselementti saadaan laskettua oikeaan paikkaan. Mittauspaikka kuvassa 18 ja kuvassa 17 on varamittauspaikka.



Kuva 32. Liukuvaluhallin mittauspaikka sekä varamittauspaikka

Mittauspukit

Mittauspukit tehtiin Huurre Insulationilla. Materiaali oli tilattava yrityksen ulkopuolelta. Mittauspukeista oli tehtävä säädettävät lattioiden epätasaisuuksien vuoksi. Mittauspukkeja valmistettiin kuusi kappaletta, kolme liukuvalupuolelle ja kolme jyrsimen mittauspaikalle. Vaaitus tehtiin ristilinjalaserin avulla mittauspaikalla. Mittauspukkien korkeus oli säädettävissä 1000 mm saakka ruuvikiristimellä, ja pukkien leveys oli 1000 mm. Mittauspukkien korkeustarkkuus ± 1 mm. Liitteessä 7 mittauspukin piirustukset.



Kuva 33. Säädettävä mittauspukki

4.5 Mittauksien suorittaminen

Mittaustapahtuma käytiin läpi kertavalu- että liukuvaluelementeille standardien vaatimien alkutestauksien (ITT, Initial type testing) puitteissa.

Alkutestaukset suoritetaan standardin EN14509 vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi /7/. Alkutestauksia varten mitattiin EN 14509:n vaatimat dimensionaaliset mittaukset ja kirjattiin ne mittauspöytäkirjaan. Kertavaluelementin mittaaminen onnistui ongelmitta ja tulokset saatiin kirjattua ylös mittauspöytäkirjaan. Ainoana vaikeana tekijänä oli suuri työntömitta, joka täytyi nollata ennen mittausta ja asettaa mittaustilanteessa huolellisesti paikalleen ennen mittauksen ottamista.

Liukuvaluelementillä huomattiin ongelmaksi hyötyleveyden mittaamisessa käytettävät mittausvälineet. Mittausvälineet eivät asettuneet tukevasti paksummilla elementeillä polyyuretaanipinnan ja profiilipinnan kanssa. Mittaustulosta otettaessa tuli mittausvälinettä tukea elementin ponttia kohti jolloin pieni valuminen saatiin poistettua mittauksesta. Vastapuolisen mittausvälineen valumisen esti rullamitta, jota vedettäessä mittausväline asettui tukevasti. Ilman mittausvälineen tukemista kädellä mittausepävarmuus kasvoi.

Tehden dimensionaaliset mittaukset huolellisesti ja tarkkaavaisesti, pystyimme toteamaan, että mittauskeinot ja välineet täyttävät standardin EN 14509 vaatimukset. Alkutestauksien tulokset eivät ole tässä opinnäytetyössä salassapitosopimuksen vuoksi.

4.6 Käyttöönotto ja koulutus

Mittauksien virallista suorittamista ei tämän opinnäytetyön aikana aloiteta. Dimensionaalit mittaukset suoritettiin vain alkutestauksiin liittyen laatuvaastaava Martti Ylämäen kanssa. Tulevaan mittaustapahtumien suorittamiseen laadittiin ohjeet liukuvalu- sekä kertavalumenetelmille, jotka löytyvät liitteistä 8 ja 9.

Tulevat mittaushenkilöt valittiin sekä liukuvalu- että kertavalupuolilta ja heille varamittaushenkilöt. Kyseisille henkilöille pidettiin koulutus dimensionaalisten mittauksien suorittamisesta. Koulutus suoritettiin tuotannossa mittauspukeilla satunnaiselle elementille. Koulutuksessa, joka kesti molemmille puolille noin tunnin, käytiin läpi mittausvälineet, mittauksien kirjaaminen, mittausaikataulu sekä dimensionaalisten mittauksien suorittaminen.

5 Tulevaisuus

Huurre Insulation haluaa tulevaisuudessakin tarjota asiakkailleen laadukkaita tuotteita. Tämän takaamiseksi yrityksen on kehityttävä jatkossakin laadunvalvonnan menetelmissä.

Dimensionaalit mittaukset tulevat muuttumaan ajan kuluessa mittaustapahtuman eläessä ja kehittyessä töiden mukana. Suurempiin volyymeihin siirryttäessä tai standardin muuttuessa useampiin kuin yksittäisen mittaustapahtuman tekemiseen tuoteperheelle on Huurre Insulationissa hyvä miettiä automaattioratkaisua mittauksien suorittamiseen. Liukuvaluosalla automaattioratkaisu olisi varsinkin hyvä tapa saada kaikki päivittäiset mittaukset suoritettua. Kertavalupuolella jouduttaisiin tekemään suurempia investointeja ja layout-muutoksia. Tässä opinnäytetyössä on käyty muutama automaattioratkaisu läpi; tästä yritys voi lähteä tulevaisuudessa työstämään suurempaa projektia mittauksia silmälläpitäen.

6 Yhteenveto

Työ saavutti annetut tavoitteet. Mittausvälineet saatiin investoitua, mittaustapahtuma mietittyä ja toteutettua. Mittauksien käytännöllisyys ja standardin vaatimat vaatimukset todettiin toteutetuiksi alkutestauksien puitteissa. Tuotannossa mittauksien tekeminen ja kirjaaminen aloitetaan työvuoroissa myöhempanä ajankohtana.

Ostettujen mittausvälineiden sekä valmistettujen mittausvälineiden pitempiaikainen testaus jää tuotannon tehtäväksi laadun jatkuvan kehittämisen ohella. Huurre Insulation CE-merkinnän hakeminen ja EN14509-standardin käyttöön vieminen dimenisonaalisten mittauksien osalta on tullut tämän opinnäytetyön aikana suoritetuksi. Lopullisen CE-merkinnän saamisesta ei tämän opinnäytetyön aikana saatu varmuutta testauksien viessä pidemmän ajan.

Huurre Insulation on näin edennyt tämän opinnäytetyön aikana pidemmälle CE-merkinnän hankinnassa ja on luultavammin valmis syksyllä 2010 viemään tuotteitaan maasta toiseen ETA-alueella CE-merkillä.

Lähteet

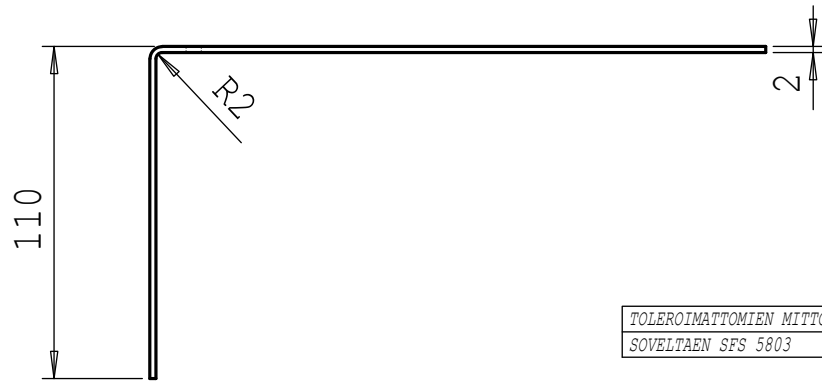
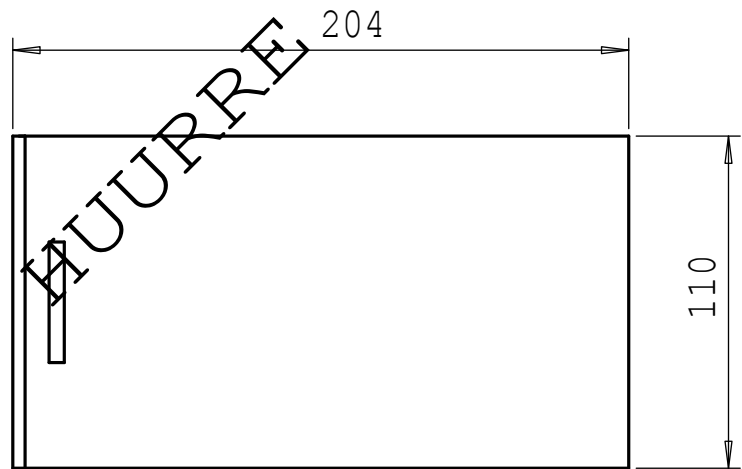
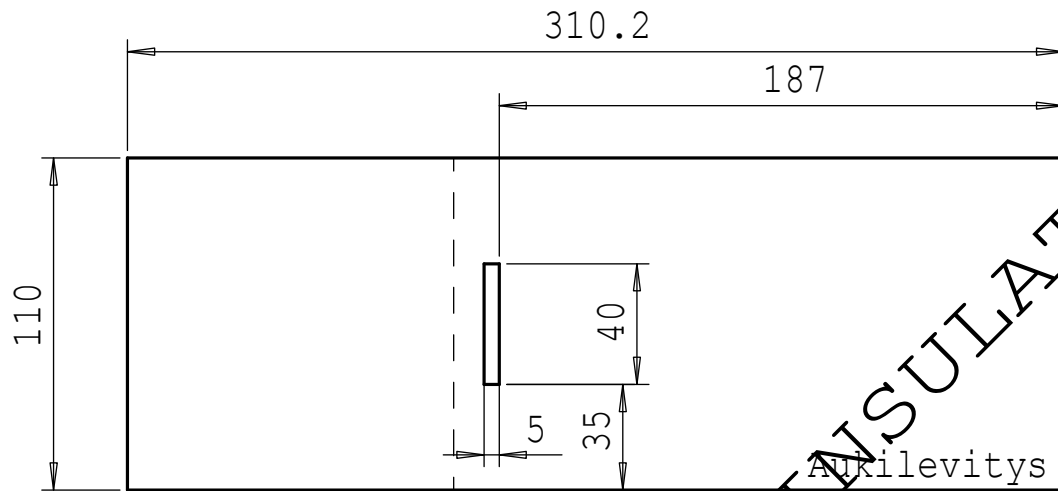
- 1 Suomen Standardoimisliitto SFS ry [www-sivu] [Viitattu 27.4.2010] Saatava: <http://www.sfs.fi/>
- 2 Pörssisäätiö [www-sivu] [viitattu 16.4.2010] <http://www.porssisaatio.fi/sanasto/eta-alue>
- 3 Huurre Insulation Oy, 2010. [www-sivu] [Viitattu 26.4.2010] Saatavissa: <http://www.huurreinsulation.fi/huurreinsulation/>
- 4 Huurre Insulation kuva-arkisto
- 5 Lecklin Olli, Kauppakaari, 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä
- 6 Laadun hallinnan lyhyt oppimäärä [www-sivu] [Viitattu 27.4.2010] Saatavissa: <http://www.veini.net/>
- 7 Suomen Standardoimisliitto SFS 2007: SFS-EN 14509 Kantavat metal-liohutlevypintaist eristävät sandwich-elementit. Tehdasvalmisteiset tuotteet. Tuotestandardi
- 8 Euroopan unionin virallinen lehti 2010/C 71/116, 19.3.2010 [www-sivu] [Viitattu 9.4.2010] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2010:071:0088:0117:FI:PDF>
- 9 Rakennusvalvontavirasto, OHJE, Syyskuu 2009. Rakennustuotteiden kel-poisuuden osoittaminen ja hyväksyntä.
- 10 Standardi ISO 10005:2005 Quality management systems – Guidelines for quality plans
- 11 Rakennuspolyuretaaniteollisuus [www-sivu] [Viitattu 12.4.2010] Saatavissa: <http://www.polyuretaani.com/>

- 12 *Formia [www-sivu] [Viitattu 26.4.2010] Saatavissa:*
http://www.formiatech.com/dynamic/1/view_attachment/Panel%20Products%20FI.pdf?id=399
- 13 *Geotrim Oy [www-sivu] [Viitattu 8.3.2010] Saatavissa:*
<http://www.geotrim.fi/etusivu.asp>
- 14 *Leica [www-sivu] [Viitattu 8.3.2010] Saatavissa:*
http://www.leica.fi/Geo/Laser_LinoL2.htm
- 15 *Tuoteseloste, liikuteltava sähköoptinen yksikamera koordinaattimittausjärjestelmä. Metronor, 2010.*
- 16 *Standardi SFS-EN ISO 9001:2008 Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Quality management systems- Requirements*
- 17 *Mitutoyo [www-sivu] [Viitattu 12.4.2010] Saatavissa*
<http://www.mitutoyo.com/home.aspx>
- 18 *Ylämäki Martti, Laatuvaastaava. Keskustelut 2010 keväällä.*
- 19 *Salakari Petteri, Kehityspäällikkö. Keskustelut 2010 keväällä.*

Liitteet

- Liite 1 Hyötyleveyden mittausvälineen (mittauslevy) piirustukset*
- Liite 2 (2) Suorakulmaisuus mittausvälineen piirustukset*
- Liite 3 Tasomaisuuden mittausvälineen piirustukset*
- Liite 4 Prosessikuvaus liukuvalu*
- Liite 5 Prosessikuvaus kertavalu*
- Liite 6 Mittauspöytäkirja*
- Liite 7 Mittauspukin piirustukset*
- Liite 8 (5) Mittausohjeet EN14509 mittatoleranssien mittaukseen, liukuvalu*
- Liite 9 (4) Mittausohjeet EN14509 mittatoleranssien mittaukseen, kertavalu*

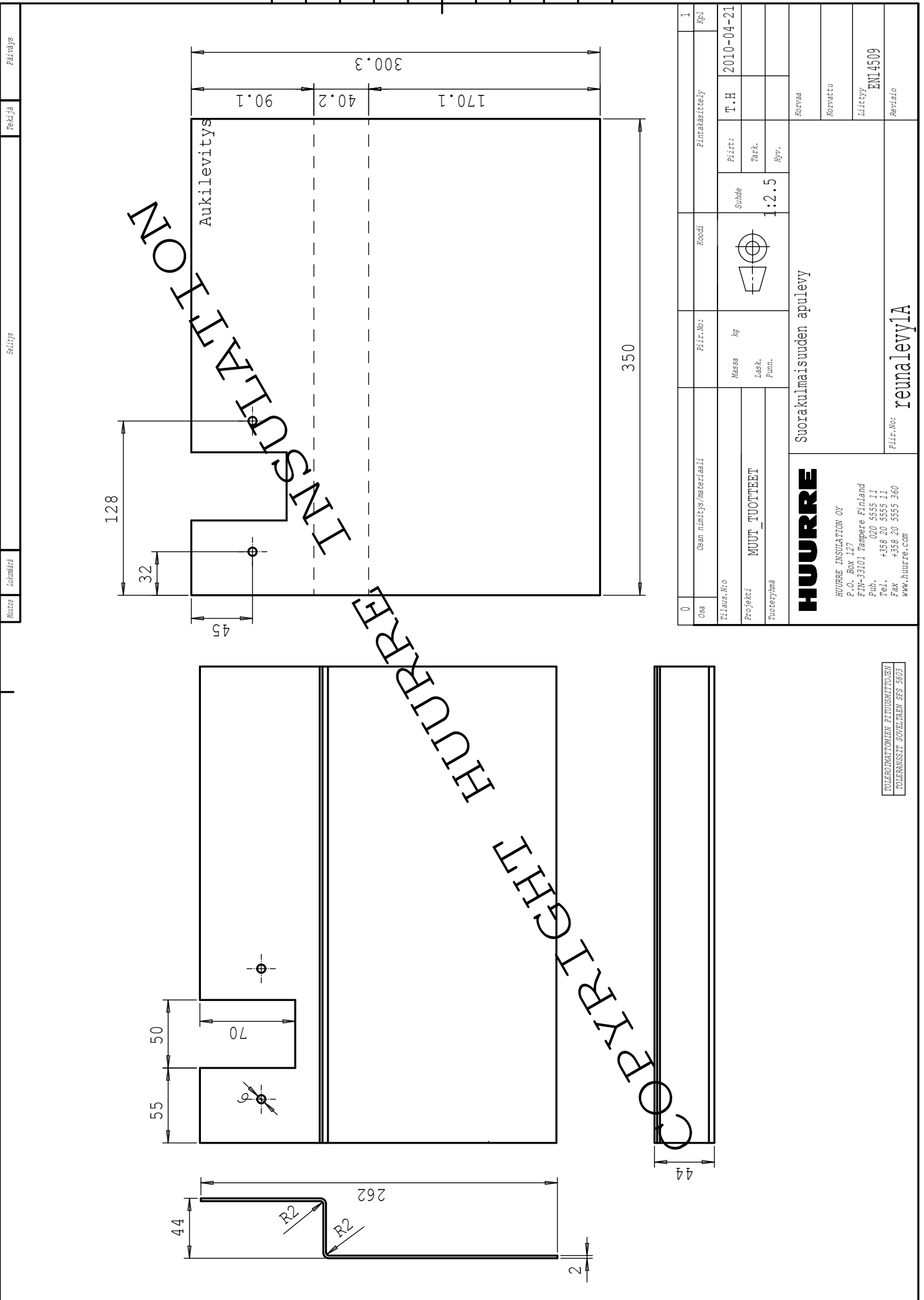
Muutos	Lukumäärä	Selitys	Tekijä	Päiväys
--------	-----------	---------	--------	---------



TOLEROI-MATTOMIEN MITTOJEN TOLERANSSIT
SOVELTAEN SFS 5803

Osa	Osan nimitys/materiaali	Piir.No:	Koodi	Pintakäsittely			Kpl
Tilaus.N:o		Massa kg		Suhde	Piirt:	T.H	2010-04-13
Projekti	MUUT_TUOTTEET	Lask. Punn.		1:2.5	Tark.		
Tuoteryhmä	MUUT_TUOTTEET				Hyv.		
HUURRE	Hyötyleveyden apulevy	HUURRE INSULATION OY P.O. Box 127 FIN-33101 Tampere Finland Puh. 020 5555 11 Tel. +358 20 5555 11 Fax +358 20 5555 360 www.huurre.com	Piir.No: levytyö1	Korvaa			
				Korvattu			
				Liittyy			EN14509
				Revisio			

COPYRIGHT HUURRE INSULATION



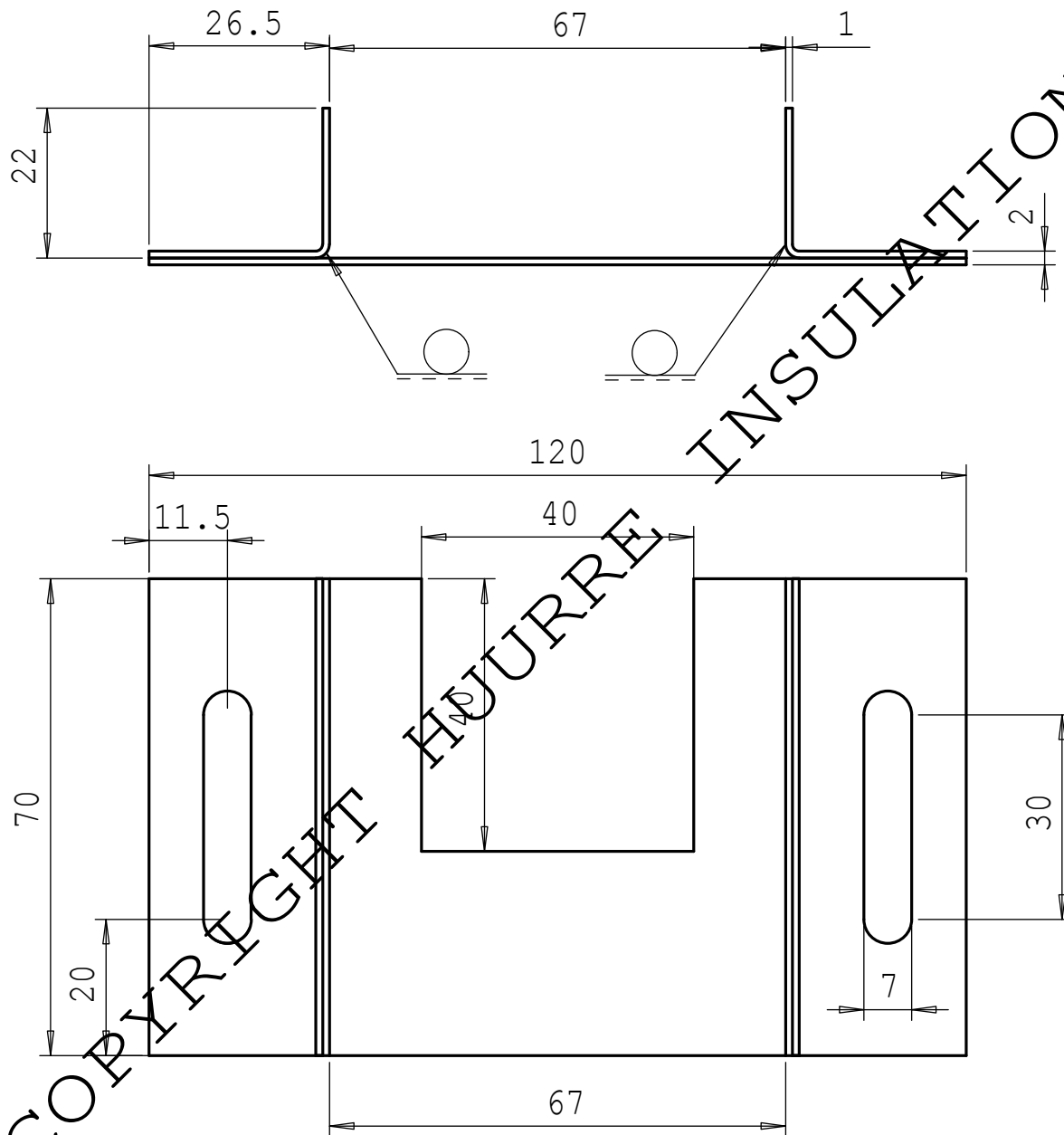
HUURRE INSULATION

COPYRIGHT

Osa	0	Osan nimitys/materiaali		Fiir.No:		Roodi		Finraasiteily	kgI	1
Tilaus.No										
Projekti	MUUT TUOTTEET							Subde		
Tuoteyymä								Tark.		
								Hyy.		
<p>HUURRE HUURRE INSULATION OY P.O. Box 127 FIN-33101 Tampere Finland Puh: 020 5555 11 Tel: +358 20 5555 11 Fax: +358 20 5555 360 www.huurre.com</p>			Suorakulmaisuuuden apulevy			Korvaa Korvattu Mittyy EN14509 Betäso				
Piiir.No: reunalevy1A										

Etä piltuista ei saa ilman suostunustama jäljenta,
 luovuttaa kolmanalle henkilolle eikä käyttää muihin kuin
 meidän tilauksimme

Muutos	Lukumäärä	Selitys	Tekijä	Päiväys
--------	-----------	---------	--------	---------



TOLEROIMATTOMIEN MITTOJEN TOLERANSSIT
SOVELTAEN SFS 5803

0	Vahvuus 1mm	lg20_alusl	lg20_aluslevy		1
0	Vahvuus 1mm		lg20_siivet		2
Osa	Osan nimitys/materiaali	Piir.No:	Koodi	Pintäkäsittely	Kpl
Tilaus.N:o		Massa kg		Suhde	Piirt: T.H 2010-04-21
Projekti	MUUT_TUOTTEET	Lask. Punn.		1:1	Tark.
Tuoteryhmä	MUUT_TUOTTEET				Hyv.

HUURRE

HUURRE INSULATION OY
P.O. Box 127
FIN-33101 Tampere Finland
Puh. 020 5555 11
Tel. +358 20 5555 11
Fax +358 20 5555 360
www.huurre.com

LG20 Apulevy

Piir.No:

lg20_aluslevy2A

Korvaa

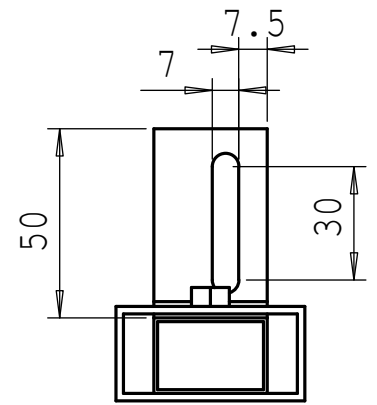
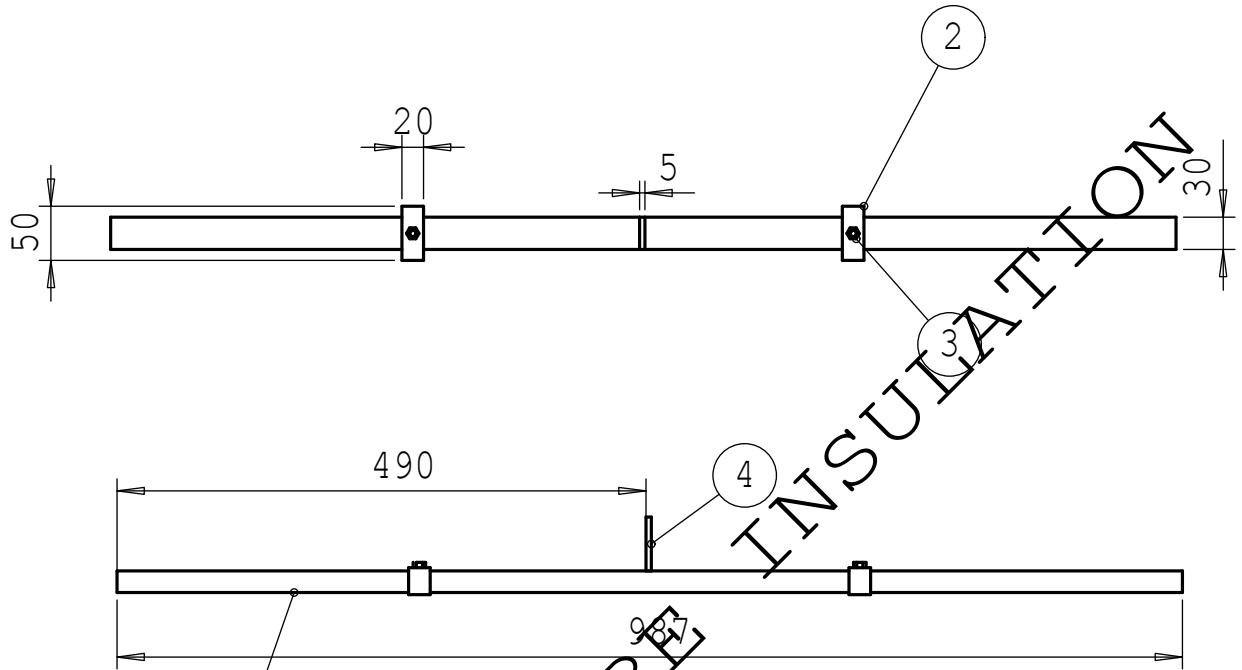
Korvattu

Liittyy

EN14509

Revisio

Muutos	Lukumäärä	Selitys	Tekijä	Päiväys
--------	-----------	---------	--------	---------



VASEN SIVU
1:2

TOLEROIMATTOMIEN MITTOJEN TOLERANSSIT
SOVELTAEN SFS 5803

4	DIN EN 24032-M6								2	
3	25x50x2		rhs_putki_pid						2	
2			mt_korvake						1	
1	20x30x1		rhx_putki						1	
Osa	Osan nimitys/materiaali	Piir.No:	Koodi	Pintakäsittely	Kpl					
Tilaus.N:o		Massa kg		Suhde	Piirt:	T.H	2010-04-15			
Projekti	MUUT_TUOTTEET	Lask. Punn.		1 : 7	Tark.					
Tuoteryhmä	MUUT_TUOTTEET				Hyv.					

HUURRE

HUURRE INSULATION OY
P.O. Box 127
FIN-33101 Tampere Finland
Puh. 020 5555 11
Tel. +358 20 5555 11
Fax +358 20 5555 360
www.huurre.com

Tasomaisuuden apuväline

Piir.No:

mk apuvälineA

Korvaa

Korvattu

Liittyy
EN14509

Revisio

ISO 10005:2005 Laadunvalvonnan prosessikaavio

Linja	Tuotannon kulkukaavio	Työvaihe	Asiakirja	Asiakirja kohdat	Laadunvalvonta						Muuta					
					Ohjeistus	Vastaava	Tapahtuma	Mittalaitteet	Tallenne	Suorittamis aikataulu						
Laminaattori		Profiointi	Sisäinen laadunvalvonta ("Hetimitaukset")	D 2.1 D 2.2 D 2.5 D 2.6 D 2.7 D 2.8 D 2.9 A.8 A.1 A.1 A.2 A.2 A.3 A.3	Päivittäisten mittausten työohjeet	Laminaattorin henkilöstö	Vaahdotusreseptin tallennus	Mittauspöytäkirja	Aina vuoron alussa ja paksuuden vaihtuessa							
		Vaahdotus					Paksuus				Rullamitta					
		Sahaus					Leveys				Rullamitta					
		Pinkkaus					Pituus				Rullamitta					
							Timeys				Rullamitta					
		Mittaukset					Tartunta				Visuaalinen	Työntömitta	Mittakello	Mittauspöytäkirja (Excel)	1 / vuoro	
							Mittaukset				Paksuus					Rullamitta
											Tasomaisuus					Rullamitta
		Testaukset									Testaukset	EN 14509 Tuotestandardi	Mittausohjeet - laminaattori	Hyötyleveys	Rullamitta	
														Suorakulmaisuus	Rullamitta	
Suoruus	Rullamitta															
Kaarevuus	Rullamitta															
Timeys	Vaaka		Mittauspöytäkirja													
Vetolujuus	Martti Ylämäki		Vetokimmokerroin	Mittaus-laboratoriolaitteet	Laboratoriolaitteiston omat tallenteet	1 / vko										
Puristuslujuus			Puristuskimmokerroin													
Pakkaus	Pakkaus	Leikkauslujuus	Liukukerroin													

◆ Mittaus ja testaus

● Valmistus

Huomautus

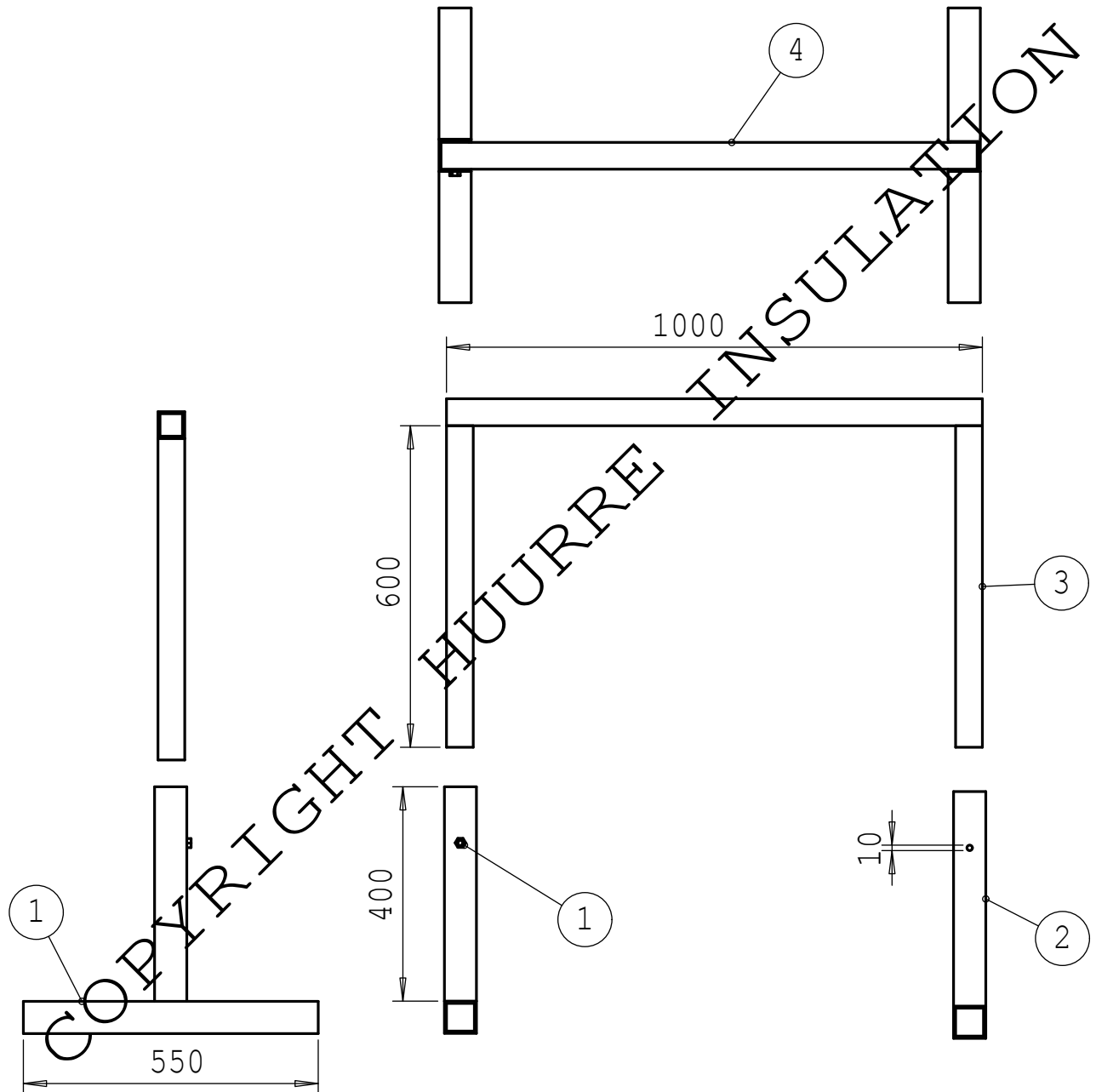
ISO 10005:2005 Laadunvalvonnan prosessikaavio

Linja	Tuotannon kulkukaavio	Työvaihe	Asiakirja	Asiakirja kohdat	Ohjeistus	Vastaava	Tapahtuma	Mittalaitteet	Tallenne	Suorittamis aikataulu	Muuta
Muuttivaihe		Levytyö	Sisäinen laadunvalvonta Muotitöiden tarkastuslista			Prässi-työntekijät				1 / työvuoro, prässi Erikoiset elementit	
		Vaahdotus									
		Loppu jalostus									
		Dimensio-naaliset mittaukset		D 2.1 D 2.2 D 2.5 D 2.6 D 2.7 D 2.8 D 2.9	Mittausohjeet - kertavälu	Nimetyt henkilöt 2+1 varamies	Paksuus Tasomaisuus Pituus Hyötykeveys Suorakulmaisuus Suoruus Kaarevuus	Työntömitta Mittakello Rullamitta Rullamitta Rullamitta Rullamitta Rullamitta	Mittauspöytäkirja (Excel)	1 / vuoro	
		Testaukset	EN 14509 Tuotestandardi	A.8 A.1 A.1 A.2 A.2 A.3 A.3		Martti Ylämäki	Tiheys Vetolujuus Vetokimmokerroin Puristuslujuus Puristuskimmokerroin Leikkauslujuus Lukukerroin	Vaaka	Mittauspöytäkirja Laboratoriolaitteiston omat tallenteet	1 / vko	
		Pakkaus									
Huomautus		Valmistus									

◆ Mittaus ja testaus

● Valmistus

Muutos	Lukumäärä	Selitys	Tekijä	Päiväys
--------	-----------	---------	--------	---------



VAHVUUS 4MM

TOLEROIMATTOMIEN MITTOJEN TOLERANSSIT
SOVELTAEN SFS 5803

5	DIN EN 24032-M10								1
4			50x50	1000					1
3			50x50	600					2
2			60x60	400					2
1			60x60	550					2
Osa	Osan nimitys/materiaali	Piir.No:	Koodi	Pintakäsittely					Kpl
Tilaus.N:o		Massa kg		Suhde	Piirt:	T.H	2010-04-15		
Projekti	MUUT TUOTTEET	Lask. Punn.		1 : 12	Tark.				
Tuoteryhmä	MUUT TUOTTEET				Hyv.				

HUURRE

HUURRE INSULATION OY
P.O. Box 127
FIN-33101 Tampere Finland
Puh. 020 5555 11
Tel. +358 20 5555 11
Fax +358 20 5555 360
www.huurre.com

MITTAUSPUKKI

Piir.No:

MittauspukkiA

Korvaa

Korvattu

Liittyy

EN14509

Revisio

EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Liukuvaluelementit
22.4.2010

HUURRE

Mittausohjeet

Laminaattori

Mitataan:

Pituus
Paksuus
Tasomaisuus
Hyötyleveys / Suoruus
Kaarevuus
Suorakulmaisuus

Pituus

Mitataan elementin pituus rullamitalalla keskilinjaa pitkin päädystä päätyyn.

Paksuus

Ennen mittausta paina työntömitan leuat yhteen ja nolaa laite painikkeesta **ZERO**.

Mitattaessa muista painaa työntömitan varsi elementtiin kiinni, jotta leuat ylettyvät 200 mm päähän päädystä, työntömittaa on näin myös tukevampi käyttää. Huolehdi että työntömitan varsi sekä leuat ovat suorassa.

Mittaukset otetaan elementin molemmista päädystä, **reunoista** sekä **keskeltä** elementtiä.

Mittaukset täytyy ottaa **100 mm** reunasta ja **200 mm** päädystä.



EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Liukuvaluelementit
22.4.2010

HUURRE

Tasomaisuus

Etsitään poikkeamia silmämääräisesti elementin pinnasta, suurin poikkeama mitataan. Jos elementin pinnassa ei ole poikkeamia merkitään mittauspöytäkirjaan 0.

Poikkeama havaittaessa mitataan onko se 200 mm, 400 mm vai suuremman kuin 700 mm alueella.

Tämän jälkeen **siirretään** tasomaisuuden mittalaitteesta **korotinpalat** mitatulle leveydelle (200, 400 tai 700mm).

Seuraavaksi asetetaan mittalaite teoreettiselle tasaiselle pinnalle ja **nollataan** mittakello painaen **ORIGIN** nappia muutaman sekunnin ajan.

Viimeisenä siirretään mittalaite poikkeaman päälle ja luetaan mittakellosta saatu erotus.

Laserin asettaminen keskilinjaan

Aseta magneettinen tähtäintaulu ensimmäiseksi keskelle elementin päätä. Mittaa keskikohta hyödyntäen mittauslevyjä.

Laser toimii kahdesta napista. (HUOM. Laserissa on automaattinen vaaitus)

Punaista nappia painaessa toiminnot siirtyvät 1 → 5.

1. Vaakasäde
2. Pystysäde
3. Ristisäde
4. Lasersäteen lukitus jolloin laser lopettaa vaaitamisen
5. Sammutus

Keltaisesta napista säädetään voimakkuus. Kaksi mahdollisuutta.

Käytä 3. kohtaa eli **ristisädettä**. Ristisäteellä saat katsottu sekä kaareutumisen että hyötyleveyden keskeltä.



Aseta laser keskelle elementin toista päätä. Mittaa keskikohta säteestä. Tämän jälkeen tähtää pystysuuntainen lasersäde keskelle vastakkaisella puolella olevaa tähtäintaulua.

1150 mm / 2 = 575 mm

1152 mm / 2 = 576 mm

1148 mm / 2 = 574 mm

1100 mm / 2 = 550 mm

Profilointi voi aiheuttaa lasersäteen heijastumisen jolloin mittaustulosta voi olla vaikea lukea. Näissä elementeissä laseria ja tähtäintaulua tulee siirtää hieman sivuun ja huomioida siirtäminen mittauksia kirjatessa.

EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Liukualuelementit
22.4.2010

HUURRE



Laser säteen keskittäminen

Hyötyleveys

Hyötyleveys mitataan **mittauslevyjen** kanssa kolmesta kohtaa (3). **200 mm päädyistä** sekä pituussuuntaisesti **keskeltä** keskilinjaan nähden.

Siirrä magneetti elementin paksuutta vastaavalle kohdalle.
Aseta levy elementin päälle ja paina magneetti polyuretaaniin kiinni.



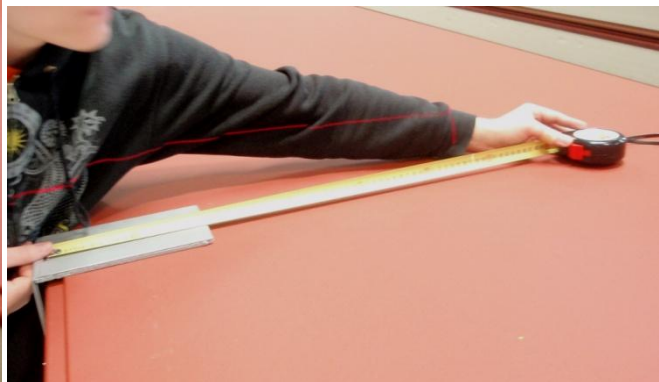
Aseta rullamitta mittauslevyyn tehdyn hahlon kohdalle.
Mittaa vastapuolella olevan mittauslevyn hahlon **reunaan**.
HUOM. Muista tukea luettavaa mittauslevyä muuten mittausepätkä kasvaa.

EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Liukualuelementit
22.4.2010



Keskimittauksessa ota **kaksi(2) mittaa keskeltä**, molemmilta puolilta elementtiä.
Molemmat mitat otetaan laserin piirtämää keskijanjaa nähden.

Lue mitta laserin antaman säteen reunasta, joka on puolellasi.



Tuloksia kirjatessa mittauspöytäkirja ilmoittaa myös suoruuden poikkeaman elementin keskiviivasta.

EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Liukualueelementit
22.4.2010

Kaarevuus

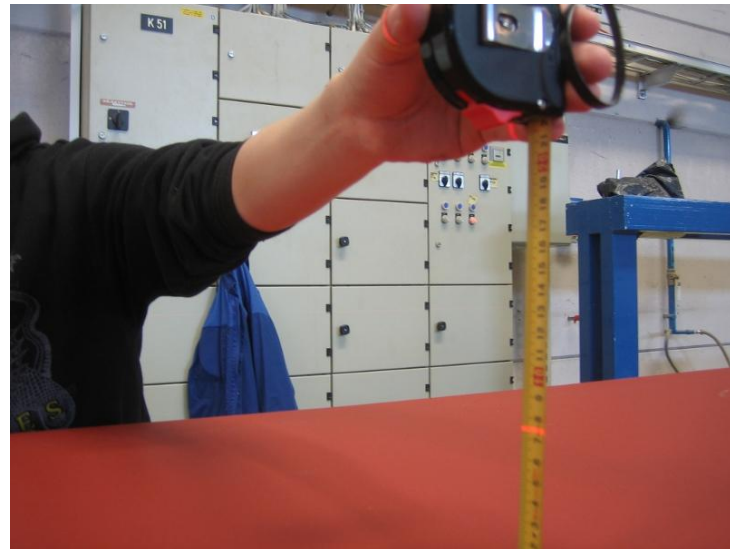
Mittaa kaarevuus vertaamalla laserin **vaakasädettä** elementin päädyssä sekä keskellä.

Ota päätymita laserin vastakkaisesti päädyistä, **200 mm päästä**.

HUOM! Laserin vierestä otettaessa lasersäde on paksumpi ja antaa eri tuloksen.

Ota mita rullamitalla lasersäteen reunasta kohti elementin pintaa.

Lue mita **lasersäteen reunasta** ja vertaa tulosta päädyistä otettuun.



Suorakulmaisuus

Tarkista laserlevystä että magneetit ovat paikallaan!

Aseta laserlevy elementin reunalle, kulma tukien tukevasti elementin reunaan.

Mittaa vastakkaisen reunan erotus lasersäteeseen.

Tee mittaus **molemmille päädyle** ja kirjaa tulokset mittauspöytäkirjaan.

EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Kertavaluelementit
28.4.2010

HUURRE

Mittausohjeet

Kertavalu

Mitataan:

Pituus

Paksuus

Tasomaisuus

Hyötyleveys / Suoruus

Kaarevuus

Suorakulmaisuus

Pituus

Mitataan elementin pituus rullamitalalla keskilinjaa pitkin päädyistä päätyyn.

Paksuus

Ennen mittausta paina työntömitan leuat yhteen ja nolaa laite painikkeesta **ZERO**.

Mitattaessa muista painaa työntömitan varsi elementtiin kiinni, jotta leuat ylettyvät 200 mm päähän päädyistä, työntömittaa on näin myös tukevampi käyttää. Huolehdi että työntömitan varsi sekä leuat ovat **suorassa**.

Mittaukset otetaan elementin molemmista päädyistä, **reunoista** sekä **keskeltä** elementtiä.

Mittaukset täytyy ottaa **100 mm** reunasta ja **200 mm** päädyistä.



EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Kertavaluelementit
28.4.2010

HUURRE

Tasomaisuus

Etsitään poikkeamia silmämääräisesti elementin pinnasta, suurin poikkeama mitataan. Jos elementin pinnassa ei ole poikkeamia merkitään mittauspöytäkirjaan 0.

Poikkeama havaittaessa mitataan onko se 200 mm, 400 mm vai suuremman kuin 700 mm alueella.

Tämän jälkeen **siirretään** tasomaisuuden mittalaitteesta **korotinpalat** mitatulle leveydelle (200, 400 tai 700 mm).

Seuraavaksi asetetaan mittalaite teoreettiselle tasaiselle pinnalle ja **nollataan** mittakello painaen **ORIGIN** nappia muutaman sekunnin ajan.

Viimeisenä siirretään mittalaite poikkeaman päälle ja luetaan mittakellosta saatu erotus.

Laserin asettaminen keskilinjaan

Aseta magneettinen tähtäintaulu ensimmäiseksi keskelle elementin päätä.

Laser toimii kahdesta napista. (HUOM. Laserissa on automaattinen vaaitus)

Punaista nappia painaessa toiminnot siirtyvät 1 ⇨ 5.

1. Vaakasäde
2. Pystysäde
3. Ristisäde
4. Lasersäteen lukitus jolloin laser lopettaa vaaitamisen
5. Sammutus

Keltaisesta napista säädetään voimakkuus. Kaksi mahdollisuutta.

Käytä 3. kohtaa eli **ristisädettä**. Ristisädeellä saat katsottu sekä kaareutumisen että hyötyleveyden.

Aseta laser keskelle elementin toista päätä. Mittaa keskikohta lasersäteestä. Tämän jälkeen tähtää pystysuuntainen lasersäde keskelle vastakkaisella puolella olevaa tähtäintaulua.

Profilointi voi aiheuttaa lasersäteen heijastumisen, jolloin mittaustulosta voi olla vaikea lukea. Profiloituissa elementeissä laseria ja tähtäintaulua tulee siirtää hieman sivuun ja huomioida siirtäminen mittauksia kirjattaessa.



EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Kertavaluelementit
28.4.2010

HUURRE

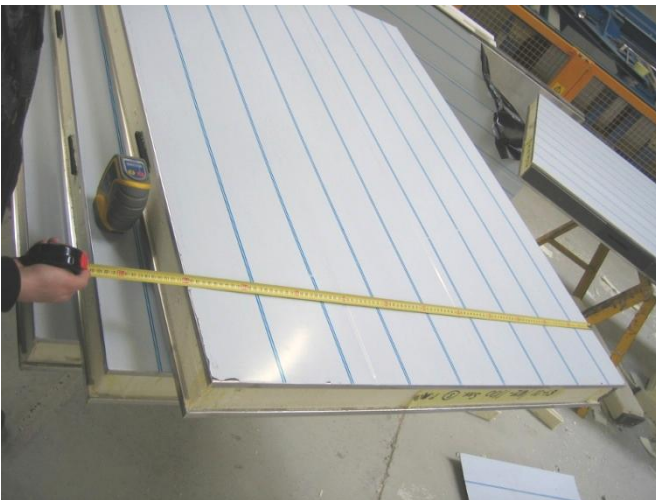
Hyötyleveys

Hyötyleveys mitataan **kolmesta kohtaa (3)**. **200 mm päädyistä** sekä pituussuuntaisesti **keskeltä** keskilinjaan nähden. 200 mm päädyistä hyötyleveys otetaan reunasta reunaan.

Keskimittauksessa ota **kaksi(2) mittaa keskeltä**, molemmilta puolilta elementtiä. Molemmat mitat otetaan laserin piirtämään keskilinjaan nähden.

Lue mitta laserin antaman säteen reunasta, joka on puolellasi.

Tuloksia kirjatessa mittauspöytäkirja ilmoittaa myös suoruuden poikkeaman elementin keskiviivasta.



Kaarevuus

Mittaa kaarevuus vertaamalla laserin **vaakasädettä** elementin päädyssä sekä keskellä.

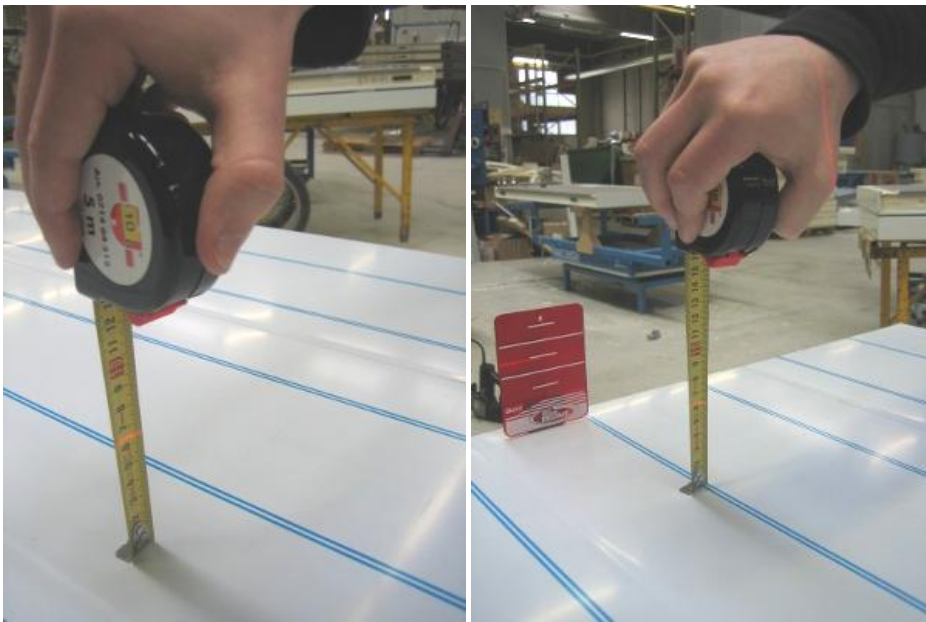
Ota päätymita laserin vastakkaisesti päädyistä, **200 mm päästä**.

HUOM! Laserin vierestä otettaessa lasersäde on paksumpi ja antaa eri tuloksen.

Ota mitta rullamitalla lasersäteen reunasta kohti elementin pintaa.

Lue mitta **lasersäteen reunasta** ja vertaa tulosta päädyistä otettuun.

EN 14509 Standardin mittatoleranssien mittaaminen
Kertavaluelementit
28.4.2010



Suorakulmaisuus

Tarkista laserlevystä että magneetit ovat paikallaan!

Aseta laserlevy elementin reunalle, kulma tukien tukevasti elementin reunaan.

Mittaa vastakkaisen reunan erotus lasersäteeseen.

Tee mittaus **molemmille päädyle** ja kirjaa tulokselle mittauspöytäkirjaan.