



TEXTTEST FX 3500 COMBISCAN - ILMANLÄPÄISYLAITTEEN KÄYTTÖÖNOTTO

Miia Jäväjä

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Paperi-, tekstiili- ja
kemiantekniikan ko.
Kemiantekniikan
suuntautuminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan ko.
Kemiantekniikan suuntautuminen

JÄVÄJÄ, MIIA:

Textest FX 3500 Combiscan -ilmanläpäisylaitteen käyttöönotto

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 17 sivua
Huhtikuu 2013

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Ahlstrom Tampere Oy:n kanssa. Opinnäytetyön tavoitteena oli käyttöönottaa uusi online-ilmanläpäisylaitte. Työn tarkoituksena oli tehdä uudesta ilmanläpäisylaitteesta pelkistetyt käyttöohjeet käyttökäyttäjille sekä vertailla tehtaalla aiemmin käytössä olleen offline-laitteen ja uuden online-laitteen ilmanläpäisyn mittaustuloksia keskenään.

Uuden ilmanläpäisylaitteen käyttöönotto ei sujunut täysin ongelmitta, sillä käyttöönotossa laitteeseen ilmaantui useita erilaisia ongelmia. Uuden online-laitteen ja jo aikaisemmin käytössä olleen offline-laitteen tulosten vertailussa huomattiin selkeästi, että online-laitteen ilmanläpäisytulokset olivat suurempia kuin offline-laitteella mitatut. Jopa 71 %:ssa kaikista tehdyistä mittauksista olivat ilmanläpäisyarvot online-laitteella mitattuna suurempia. Tulokset olivat kuitenkin vain suuntaa antavia, sillä kaikkia mahdollisia tekijöitä, jotka saattoivat vaikuttaa vääristävästi mittaustuloksiin uudella laitteella mitattaessa, ei voitu eliminoida.

Jotta uuden ilmanläpäisylaitteen tulokset olisivat vertailtavia vanhan laitteen kanssa, tulisi online-laitteessa olevaa ”T-factor” -kerrointa muuttaa. Olisi tärkeää saada myös eliminoidua laitteesta ja laitteen likaantumisen johtuvat seikat, jotka vääristävät ilmanläpäisytuloksia uudella online-laitteella mitattaessa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Paper, Textile and Chemical Engineering
Option of Chemical Engineering

MIIA JÄVÄJÄ:

Implementation of air permeability device Textest FX 3500 Combiscan

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 17 pages

April 2013

This thesis was made in cooperation with Ahlstrom Tampere Oy. The objective of this study was the implementation of new air permeability device. The purpose was to prepare a manual for the operating staff to help them in the use of new device and also to compare measured values of air permeability between the older offline device and the new online device.

The whole online air permeability device implementation process was not without problems. The result comparison between the older offline air permeability device and the new online device showed that the new device gave bigger air permeability values in 71 % of all measurements. These results were only approximate because all factors which may have distorted the results could not be eliminated.

The new online device has a T-factor which can be modified. In this way air permeability results would be more similar between the online and offline devices. It would be also very fundamental to eliminate all factors, including contamination of test head, which distort air permeability result when measuring with new online device.

Key words: air permeability, implementation, manual

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	AHLSTROM OYJ.....	7
3	KUITUKANKAAT.....	8
3.1	Kuitukankaiden valmistus.....	8
3.1.1	Rainanmuodostus.....	9
3.1.2	Rainan sitominen.....	9
3.1.3	Viimeistys.....	11
4	TEKSTILIIEN TESTAUS.....	12
4.1	Standardi kankaiden ilmanläpäisevyyden määrittämiseen.....	12
5	ILMANLÄPÄISY.....	14
5.1	Ilmanläpäisylaitte Textest FX 3500 Combiscan.....	14
5.1.1	Laitteen rakenne.....	15
5.2	Ilmanläpäisylaitte Textest FX 3300.....	17
6	KÄYTTÖOHJEIDEN LAADINTA.....	18
6.1	Käyttöohje Textest FX 3500 Combiscan:lle.....	19
7	MITTAUKSET.....	21
8	TULOKSET.....	24
9	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET: Liite 1. Käyttöohje - Ilmanläpäisylaitte Textest FX 3500 Combiscan.....	33

ERITYISSANASTO

Kuitu	Lyhyt, säikeen omainen perusrakenne, josta valmistetaan kuitukankaita, lankoja, tekstiilejä ja paperia. Luonnonkuidut voivat olla eläinkuituja (esim. villa ja silkki) tai kasvikuituja (esim. puukuidut, puuvilla ja pellava). Tekokuidut ovat teollisesti valmistettuja polymeerikuituja (esim. polyesteri ja nailon), luonnonkuiduista valmistettuja muuntokuituja (esim. viskoosia) tai mineraalikuituja (esim. lasi).
Kuitukangas	Kangasmainen materiaali, joka valmistetaan yhdistämällä kuituja määrättyissä tai satunnaisissa suunnissa käyttäen kitkaa ja/tai koheesiota ja/tai liima-ainetta. Kuitukankaisiin ei lasketa mukaan papereita eikä kudottuja, ommeltuja tai huovutettuja kankaita. Kuitukankaassa käytetään sekä lyhyitä että pitkiä kuituja, jotka voivat olla sekä luonnonkuituja että tekokuituja.
Märkämenetelmä	Märkämenetelmällä valmistetaan muun muassa suodatinmateriaaleja, sairaalatuotteita, pyyhkeitä, tapetteja sekä teknisiä sisustus- ja eristystuotteita. Paperinvalmistustekniikoista kehitetyssä märkämenetelmässä kuidut sekoitetaan veteen ja suodatetaan liikkuvan viiran päällä kuiturainaksi, joka kuivatetaan. Lisäksi kuiturainaa voidaan tiivistää puristusteloilla.
Sidonta	Kuitukankaan valmistamisessa käytettävä menetelmä, jossa kuitumateriaali sidotaan käyttäen liima-ainetta tai liuotinta (kemiallinen sidonta), mekaanista sidontaa tai lämpösidontaa.
Viira	Verkkomainen kangas, jonka päälle kuitukangas valmistetaan.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli ottaa käyttöön uusi online-ilmanläpäisylaitte Ahlstrom Oy:n Tampereen tehtaalla. Tarkoituksena oli myös tehdä vertailua aikaisemmin käytössä olleen offline-laitteen ja uuden online-laitteen välillä, sekä tehdä vertailua kahden edellä mainitun laitteen mittaustulosten välillä. Uuden online-laitteen käytöstä ja tulosten analysoinnista oli tarkoituksena tehdä myös käyttöohje käyttökäyttäjille helpottamaan laitteen käyttöä ja tulosten tulkintaa, ja näin ollen myös jokapäiväistä työtä.

Ilmanläpäisymittaus on tärkeä testausmenetelmä monien eri kuitukankaiden valmistuksessa Ahlstrom Tampere Oy:ssä. Kuitukankailta voidaan haluta erilaisia ilmanläpäisyominaisuuksia riippuen tuotteen käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi ilmansuodattimien ja maidonsuodattimien ilmanläpäisyarvot ovat hyvinkin eri luokkaa ja täten vaatimukset kuitukankaalle erilaiset. Eri laaduille on määritetty ilmanläpäisyn tavoiterajat, sekä hälytys- että hylkäysrajat. Jos tietyssä laadussa ilmanläpäisyn hylkäysrajat ylittyvät, pystyttäisiin uuden ilmanläpäisylaitteen avulla tilanteeseen puuttumaan heti, koska tieto siirtyy tuotantolinjastolta tietokoneen ruudulle reaaliajassa. Tämä säästää niin aikaa, rahaa, kuin luontoakin, koska laadullisesti hylättäviä ”roskatuotteita” syntyy näin ollen vähemmän.

Kankaiden ilmanläpäisevyyden määrittämisestä on olemassa standardi SFS-EN ISO 9237. Standardien tarkoituksena yleisesti on helpottaa jokapäiväistä elämää luomalla testausohjeistus normaalirutiiniksi. Niillä lisätään turvallisuutta ja järjeistetään toimintaa, sillä standardisoinnin ansiosta tuotteet, menetelmät ja palvelut sopivat siihen käyttöön ja niihin tiettyihin olosuhteisiin, joihin ne on tarkoitettu. Kankaiden ilmanläpäisevyyden määrittämiseen tarkoitettu standardi kertoo menetelmän ilmanläpäisevyyden määrittämiseen ja se soveltuu muun muassa teknisille tekstiileille, kuitukankaille ja valmiille tuotteille.

2 AHLSTROM OYJ

Ahlstrom on yritys, joka valmistaa korkealaatuisia kuitumateriaaleja ja työskentelee alansa johtavien yritysten kanssa ympäri maailmaa. Ahlstromin tuotteita käytetään useissa arkipäivän tuotteissa, kuten suodattimissa, tapeteissa, etiketeissä, hygieniatuotteissa sekä elintarvikepakkauksissa. Ahlstromilla on johtava markkina-asema aloilla, joilla se toimii. (Ahlstrom, 2013.)

Ahlstromilla on pitkä historia, joka ulottuu aina vuoteen 1851 asti, jolloin yritys perustettiin. Yhtiön perustamisajankohtana yhtiö kasvoi puukaupan, laivanvarustuksen ja sahatoiminnan voimin. Vuonna 1931 Ahlstrom oli yli 30 tehtaalla ja yli 5000 työntekijällä suurin yritys Suomessa. Ahlstrom osti italialaisen Cartiere Bosso S.p.A -yrityksen 60-luvulla, joka teki Ahlstromista myös edelläkävijän kansainvälistymisessä. Vuonna 1985 Ahlstromin työntekijöistä 17 % työskenteli Suomen ulkopuolella ja vuonna 1998 tuo sama osuus oli jo 73 %. Vuonna 2006 Ahlstrom Oyj listautui Helsingin Pörssiin ja vuonna 2011 yritys kuului Suomen vanhimpien yritysten joukkoon. Vuosien saatossa yhtiö on muuttunut monialayrityksestä oman erikoisalansa asiantuntijaksi, jolla on tällä hetkellä tuotantolaitoksia yli 20 maassa ja 5700 työntekijää kuudella eri mantereella. (Ahlstrom, 2013.)

Ahlstromilla on kolme liiketoiminta-alueita, jotka ovat: Building and Energy, Filtration sekä Food and Medical. Ahlstromin nimi ei juurikaan näy kuluttajatuotteissa, mutta yrityksen materiaaleja käytetään monissa tunnetuissa tuotteissa ja sovelluksissa. Tällaisia ovat muun muassa teepussit ja lihajalosteiden kuoret, juoma-, elintarvike- ja kosmetiikkapakkausten etiketit, tapetit, hiomapaperi ja maalarinteippi, ilmansuodattimet, leikkaussalikaavut ja -suojat sekä kasvosuojaimet ja lattia- ja kattomateriaalit. (Ahlstrom, 2013.)

Ahlstromin suurimpia asiakkaita ovat sairaala- ja terveydenhuollon tuotteiden valmistajat sekä kuluttajatuotteiden valmistajat. Merkittäviä asiakkaita on myös monilla muilla toimialoilla, kuten kuljetusteollisuudessa sekä ilman- ja vedensuodattimia valmistavassa teollisuudessa. Ahlstromilla onkin suuri asiakaskunta, sillä kymmenen suurinta asiakasta muodostaa noin 20 % yhtiön myynnistä. (Ahlstrom, 2013.)

3 KUITUKANKAAT

Kuitukangas, eli toiselta nimeltään nonwoven-tekstiili, on kangas, joka on valmistettu suoraan kuiduista. Kuituja ei ole sidottu toisiinsa neulomalla, kutomalla eikä ompelemalla, vaan mekaanisin, fysikaalisin tai kemiallisin menetelmin, tai yhdistelemällä näitä menetelmiä. Kuitukangas on siis satunnaisissa suunnissa toisiinsa nähden olevista tai toisiinsa nähden suuntautuneista kuiduista valmistettu vanu, matto tai jokin muu vastaava tasorakenne. Kuitujen sitoutuminen toisiinsa tapahtuu kitkan, koheesion tai adheesion avulla. (Heinola, 2011.)

Kuitukankaiden valmistus on kasvanut vuosi vuodelta Euroopassa. Esimerkiksi vuonna 2011 valmistettiin noin 1 898 miljoonaa tonnia kuitukangasta, mikä on 5,7 % enemmän kuin vuotta aikaisemmin. (Edana, 2008.) Kuitukankaista valmistetaan tänä päivänä monia eri lopputuotteita. Esimerkkejä kuitukankaista valmistettavista tuotteista on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Kuitukankaasta valmistettavat tuotteet

Kategoria	Tuote
Hygienia	vaipat, kosteuspyyhkeet, meikinpoistotyyny
Siivous	siivous- ja puhdistusliinat kotitalouksiin, teollisuuteen ja laitoksiin
Meditekstiilit	kertakäyttötuotteita leikkaussaliin, suojaimet, hygienia tuotteet
Kotitalous	puhdistusliina, teepussit, kahvinsuodattimet, tapetit
Teollisuus	suodattimet, muovipinnoitetut tekstiilit, komposiitit

3.1 Kuitukankaiden valmistus

Kuitukankaiden valmistuksessa raaka-aineina ovat kuidut, sideaineet ja mahdolliset lisä- ja viimeistysaineet. Yleisimpiä kuituja, joita kuitukankaiden valmistuksessa käytetään, ovat polypropeeni, polyesteri, selluloosa ja viskoosi. Sideaineena käytetään usein muun muassa bikomponenttikuituja. Niillä voidaan saada esimerkiksi tuotteen pinnat pehmeiksi tai kalvomaiseksi. Muita usein käytössä olevia sideaineita ovat esimerkiksi lateksipolymeerit, vinyylipohjaiset polymeerit sekä polyuretaani. Lisäaineina voidaan käyttää muun muassa teknisiä absorbantteja, faasimuutosmateriaaleja sekä kuidun prosessoitavuutta parantavia aineita. (Heinola, 2011.)

Kuitukankaan valmistus koostuu kolmesta eri päävaiheesta: rainanmuodostuksesta, rainan sitomisesta sekä viimeistyksestä.

3.1.1 Rainanmuodostus

Rainanmuodostukselle on olemassa eri tekniikoita. Näistä yleisimmin käytettyjä ovat kuiva-, märkä- ja kehrumenetelmät. (Heinola, 2011.) Ahlstrom Oy Tampereen tehtaalla kuitukankaiden rainanmuodostuksessa on käytössä märkämenetelmä. Tämän vuoksi opinnäytetyössä esitetään vain kyseinen menetelmä pääpiirteissään.

Märkämenetelmän periaate on sama, kuin paperin valmistuksessa. Laimennettu vesikuitu –liete lasketaan liikkuvan viiran päälle. Tämän jälkeen rainasta poistetaan vettä ja sitä lujitetaan painamalla sitä telojen välissä ja lopuksi vielä kuivatetaan kuivureissa. Myöhäisemmässä vaiheessa prosessia tapahtuu usein kyllästys sideaineiden kanssa. (Edana, 2008.)

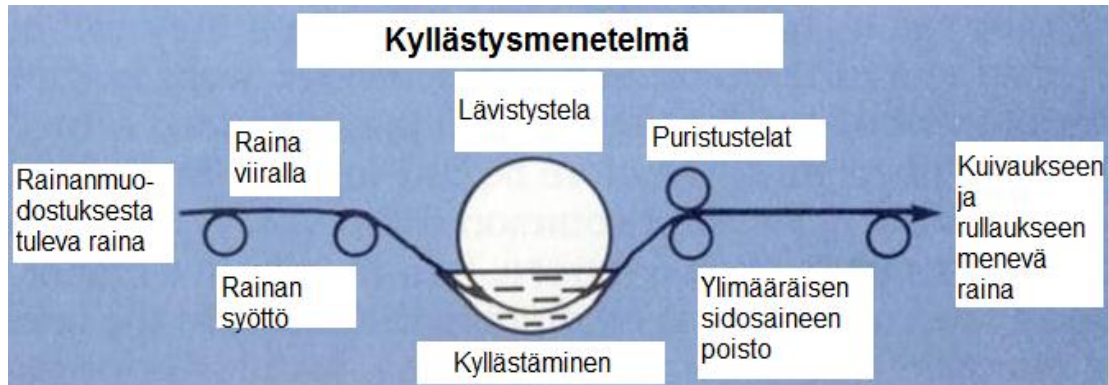
3.1.2 Rainan sitominen

Rainan sitominen voi tapahtua myös eri menetelmillä. Näitä menetelmiä ovat mekaaninen, kemiallinen ja lämpösidonta. Edellä mainituista menetelmistä tarkemmin opinnäytetyössä kerrotaan vain kemiallisista menetelmistä, koska ne ovat käytössä Ahlstrom Oy Tampereen tehtaalla.

Kemiallisia rainan sidontamenetelmiä ovat muun muassa lateksisidonta, kyllästäminen ja suihkuttaminen. Lateksisidonnassa liima-aine ja vesi yhdistetään emulsioksi. Kuituraina käsitellään emulsiolla eri menetelmin. Käsittelyn jälkeen emulsio polymeroidaan lämmön avulla. Tällöin kuidut ikään kuin liimaantuvat toisiinsa ja syntyy hyvin pesua kestäviä kuitukankaita. (Edana, 2008 & Heinola, 2011.)

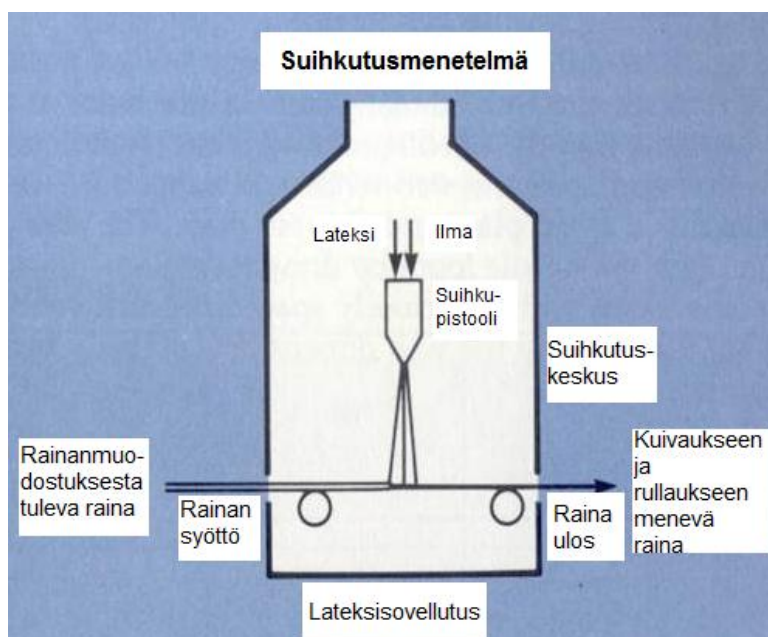
Kyllästysmenetelmässä (kuva 1) rainanmuodostuksesta tuleva tuote ohjataan rei'itystelan avulla altaaseen, jossa tuote kyllästetään. Tämän jälkeen poistetaan

ylimääräinen sideaine puristustelojen välissä, josta materiaali jatkaa matkaa kuivatukseen. (Edana, 2008.)



KUVA 1. Kyllästysmenetelmän periaate (Ahlstrom Tampere 2011, muokattu)

Suihkutusmenetelmässä (kuva 2) sideaineet suihkutetaan suoraan liikkuvaan rainaan. Sideaine sumutetaan ilman paineen, hydraulisen paineen tai keskipakoisvoiman avulla ja se levitetään rainan päällipintaan suutinjärjestelmän läpi hienoina pisaroina. Rainan alapuoli voidaan myös suihkuttaa seuraavassa suihkutuskeskuksessa. Jokaisen suihkutuksen jälkeen raina menee lämmitysvyöhykkeen läpi. Lämmityksen tarkoituksena on poistaa vettä ja lopuksi, kolmannessa lämmitysvaiheessa, kovettaa sideaine. (Dahiya, Hegde & Kamath. 2004.)



KUVA 2. Suihkutusmenetelmän periaate (Ahlstrom Tampere 2011, muokattu)

3.1.3 Viimeistys

Viimeistyksessä käytettävä tekniikka riippuu kuitukankaan käyttökohteesta. Itse kuitukangas asettaa myös joitakin ehtoja viimeistyksessä käytettäville kemikaaleille sekä menetelmälle. Monia eri kemikaaleja pystytään lisäämään kuitukankaaseen ennen kuitujen sitomista tai sen jälkeen. Myös monia mekaanisia prosesseja voidaan suorittaa kuitukankaalle sitomisen jälkeen. (Edana, 2008.)

Kuitukankaat voivat saada kymmeniä eri ominaisuuksia viimeistuksen avulla. Niistä voidaan tehdä muun muassa sähköä johtavia, paloa estäviä, vettä hylkiviä, huokoisia, antistaattisia, hengittäviä ja vettä imeviä. (Edana, 2008.) Kuitukankaisiin voidaan myös imeyttää eri aineita. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi lääke-, puhdistus- ja pesuaineet. (Heinola, 2011.)

Kuitukankailla on kolme eri viimeistysmenetelmää: märkäviimeistys sekä kemiallinen ja mekaaninen viimeistys. Märkäviimeistys sisältää muun muassa pesun, värjäyksen sekä painatuksen. Kemiallisiin viimeistysmenetelmiin kuuluvat esimerkiksi antistaattiviimeistys, antimikrobiviimeistys, pehmentäminen ja palonsuojaus. Mekaaninen viimeistys voi olla esimerkiksi kohokuvion tekeminen kalanteroinnilla. (Heinola, 2011.)

4 TEKSTIILIEN TESTAUS

Tekstiilien testauksella on suuri merkitys, kun määritetään tuotteen laatua tai arvioidaan tekstiilin käyttökykyä. Testauksella saadaan tietoa monista olennaisista asioista, kuten fysikaalisista ja rakenteellisista ominaisuuksista sekä tekstiilin käyttömahdollisuuksista. Merkittävimpiä syitä tekstiilien testaukselle ovat tuotteiden, raaka-aineiden ja prosessien kontrollointi sekä analyttinen informaatio, jota testaus antaa. Testaus vaikuttaa myös moniin muihin asioihin, kuten yrityksen maineeseen, asiakassuhteisiin sekä tietenkin myyntiin. Teollisuustuotannossa onkin hyvin tärkeää omata asianmukaiset testausohjelmat, koska niiden avulla saadaan olennaista tietoa siitä, kelpaako tuote myyntiin vai ei. (Hu 2008, 2.)

Kun tekstiilin tuotannossa jotkin tietyt raja-arvot ylittyvät, viallisten tuotteiden ja jätteen määrä lisääntyy. Testauksessa olisikin tärkeää, että testilaitteet olisivat lähellä tuotantolaitteita, sillä nopeilla testaustuloksilla pystytään vähentämään huomattavasti virheellisen materiaalin määrää. (Behery, 2013.)

Tekstiilien testausmenetelmiä on olemassa lukuisia. Tekstiileistä voidaan testata muun muassa lujuusominaisuuksia, ilmanläpäisykykyä, paksuutta sekä vesitiiviysominaisuuksia monien muiden ominaisuuksien lisäksi (Markula 1999, 280-287). Testausmenetelmillä pystytäänkin testaamaan tekstiilistä sekä fysikaalisia että mekaanisia ominaisuuksia. Fysikaalisiin ominaisuuksiin kuuluvat esimerkiksi paksuus, leveys, pituus, tiheys, imeytyminen, turpoaminen, optiset ja lämpöominaisuudet. Mekaanisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi venymisominaisuudet, elastisuus, palautuvuus, kimmoisuus ja taivutusjäykkyys. (Behery, 2013.)

4.1 Standardi kankaiden ilmanläpäisevyyden määrittämiseen

Kankaiden ilmanläpäisevyyden määrittäminen on esitetty standardissa. Kyseinen standardi on SFS-EN ISO 9237 ja nimen lyhenteiden merkitykset on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Standardin lyhteiden merkitykset

SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry	Standardi on vahvistettu Suomessa
EN	European Committee for Standardization	Standardi on vahvistettu CENissä tai CENELECissä (eurooppalainen standardi)
ISO	International Organization for Standardization	Standardi on vahvistettu ISOssa (kansainvälinen standardi)

Standardissa on määritelty menetelmä kangaiden ilmanläpäisevyyden määrittämiseksi. Standardi on käyttökelpoinen suurimmalle osalle ilmaa läpäisevistä kangastyypeistä mukaan lukien tekniset tekstiilit, kuitukankaat sekä valmiit tuotteet. (Standardi EN ISO 9237, 1996.)

Standardin (EN ISO 9237, 1996) mukaan ilmanläpäisevyys on määritelty seuraavasti: ” Ilmanläpäisevyys on sen ilmavirran nopeus, joka kulkee pystysuorasti näytteen pinnan läpi tiettyjen pinta-alaa, paine-eroa ja aikaa koskevien ehtojen vallitessa”.

Standardi määrittelee myös testauslaitteista erilaisia säännöksiä. Mittalaitteiden laadunvarmistus on tehtävä ISO 10012-1 mukaisesti. Suositeltavat testausehdot ovat, että testattava pinta-ala olisi 20 cm^2 , paine-ero vaatetuskankailla 100 Pa ja teknisillä tekstiileillä 200 Pa. Testaus pitäisi standardin mukaan suorittaa niin, että koepala kiinnitetään renkaanmuotoiseen näytepitimeen riittävästi jännitettynä, jotta näytekankaaseen ei synny ryppyjä, eikä se kierry tasossa. Kun näytekohtaa valitaan, yritetään välttää kohtia, joissa on ryppyjä tai taitteita. Jos on mahdollista, että ilmanläpäisevyys kankaan eri puolilla ei ole vakio, on testausselesteessa ilmoitettava se puoli, jolle testaus on tehty. (Standardi EN ISO 9237, 1996.)

5 ILMANLÄPÄISY

Tekstiilimateriaalien tilavuudesta on isoin osa ilmaa riippuen materiaalin kuitujen ja sidoksen rakenteesta. Eri materiaalien ilmanläpäisyominaisuudet riippuvat siitä, miten tämä ilmatila on jakaantunut. (Vanhatalo 1999, 3.) Ilmanläpäisy kertoo, kuinka helposti ilma kulkee tekstiilin läpi. Ilmanläpäisykyky on tärkeää monissa eri tekstiilien lopputuotteissa, kuten teollisuussuodattimissa, teltoissa, laskuvarjoissa sekä sadevaatteissa. (Saville 2000, 217.) Ilmanläpäisy on määritelty SFS:n (1997, 246) mukaan sen ilmavirran nopeutena, joka kulkee vertikaalisesti näytteen pinnan läpi tiettyjen ehtojen, jotka koskevat pinta-alaa, paine-eroa ja aikaa, vallitessa. Toisin sanoen ilmanläpäisykyvyllä tarkoitetaan kankaan ominaisuutta päästää ilmaa lävitseen, kun kankaan eri puolilla on erisuuruiset paineet (Vanhatalo 1999, 3). Ilmanläpäisykykyyn suurimmin vaikuttavat tekijät ovat tekstiilin tiheys, paksuus, neliöpaino sekä aineksena olevien kuitujen läpimitta (Kothari & Newton, 1974).

5.1 Ilmanläpäisylaitte Textest FX 3500 Combiscan

Ilmanläpäisylaitte Textest FX 3500 Combiscan (kuva 3) on suunniteltu jatkuvaan ilmanläpäisyn mittaamiseen. Laitte on niin sanottu online-laitte, joka tarkoittaa sitä, että mittaukset suoritetaan tuotantolaitteiston ollessa käynnissä. Online-mittaus suoraan tuotantolinjalta onkin taloudellista, sillä se säästää niin aikaa kuin resurssejakin. Online-mittauksen hyötynä mainittakoon myös se, että mahdolliset viat tuotteessa huomataan paljon aikaisempaa nopeammin ja näin ollen niihin voidaan myös reagoida mahdollisimman pikaisesti.

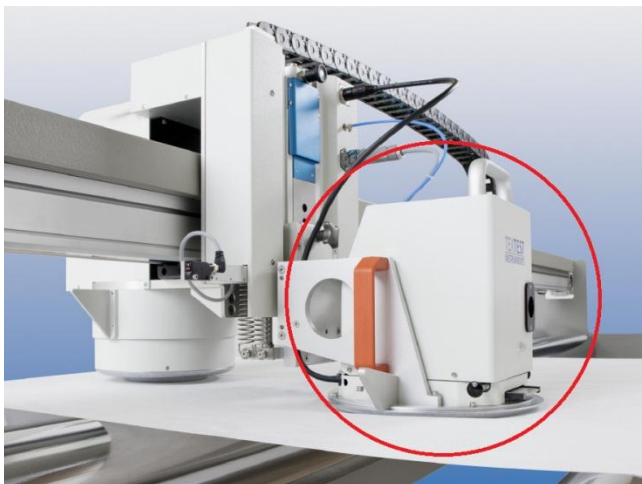


KUVA 3. Textest FX 3500 Combiscan ilmanläpäisyalaite (Textest Instruments 2011)

5.1.1 Laitteen rakenne

Ilmanläpäisyalaite Textest FX 3500 Combiscan koostuu ohjauskiskosta, joka on koko rainan levyinen. Mallista riippuen laitteeseen kuuluu kahdesta kolmeen tukirullaa. Ohjauskisko on sijoitettu yleensä suoraan tuotantokoneeseen tai viimeistelylaitteeseen. Ohjauskisko kannattelee moottorikäyttöistä testipääkuljetinta, jossa on kiinnitettynä itse testipää.

Testipää (kuva 4) liikkuu rainan leveyssuunnassa reunalta toiselle. Tuotantolaite liikuttaa rainaa samaan aikaan eteenpäin. Näin ollen mittaukset tapahtuvat siksak-kuviota noudattaen.

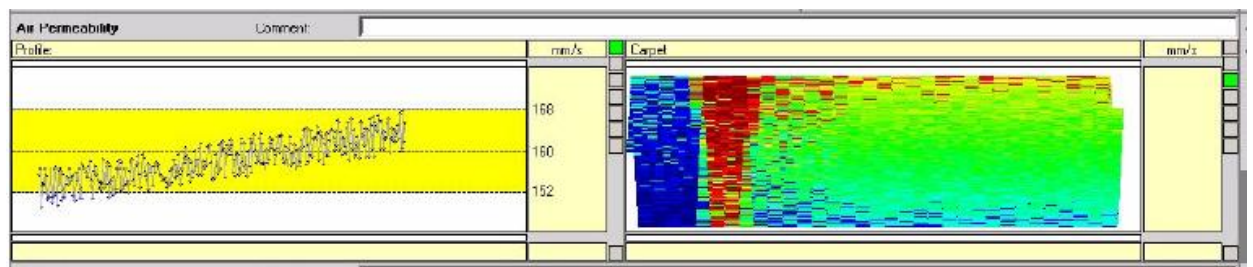


KUVA 4. Testipää (Textest Instruments 2011)

Mittauksia tehdään automaattisesti tietyin välimatkoin ja ne siirretään tietokoneelle. Tietokoneella täytyy olla asennettuna erityinen ohjelma tulosten esitystä, arviointia, koontia sekä tallentamista varten. Ilmanläpäisylaitteen hallinta tapahtuu myös tietokonetta hyväksikäyttäen.

Ilmanläpäisyn mittaus tapahtuu niin, että siihen tarkoitettu testipää painetaan pneumaattisesti rainaa vasten. Vaihdeettavan, kalibroitavan kuristuslaipan avulla testipää mittaa jatkuvasti ilmanläpäisyyä rainalta valitulla mittauspaineella, tai painehäviötä valitulla ilmannopeudella. Korkean stabiliteetin omaavat painesensorit takaavat testitulosten hyvän mittaustarkkuuden ja toistettavuuden.

Tietokone, joka on yhdistettynä mittalaitteeseen, esittää tuloksia jatkuvasti sekä graafisesti että numeerisesti. Ohjelma myös vertailee koko ajan saatuja tuloksia asetettuihin kontrollirajoihin, joka takaa sen, että poikkeavuudet havaitaan heti. Kolmiulotteinen värimatto näyttää yhteenvedon suuresta määrästä testidataa (kuva 5).



KUVA 5. Tulosten esitys: diagrammi ja värimatto (Textest Instruments 2011)

Värimatto kertoo eri värein, onko ilmanläpäisyn mittaustulokset viiterajoissa vai niiden ulkopuolella. Keltainen/vihreä väri matossa kertoo sen, että mittaustulokset ovat viitealueen sisäpuolella. Punainen väri kertoo sen, että mittaustulokset ovat liian korkeita eli viitealueen yläpuolella. Sininen väri puolestaan kertoo sen, että mittaustulokset ovat liian matalia eli viitealueen alapuolella. Maton yläreuna näyttää rainan oikealta sivulta mitatut tulokset ja alareuna vasemmalta sivulta mitatut tulokset. Kuvan 5 värimatosta voidaan tulkita, että mittaustulokset ovat olleet ensiksi viitealueen alapuolella. Tämän jälkeen tulokset ovat olleet hetken viitealueen yläpuolella. Lopuksi mittaustulokset ovat olleet melkein koko rainan leveydeltä viitealueen sisäpuolella, lukuunottamatta aivan rainan oikeaa reunaa, josta mitatut ilmanläpäisyarvot ovat

viitealueen yläpuolella sekä vasenta reunaa, josta mitatut ilmanläpäisyarvot ovat taas viitealueen alapuolella.

5.2 Ilmanläpäisyalaite Textest FX 3300

Ilmanläpäisyalaite Textest FX 3300 (kuva 6) on niin sanottu offline-laite. Laitetta ei ole sijoitettu tuotantolinjalle, vaan erilliseen tilaan. Laitteella mittaamiseen käytetään koepaloja, joita otetaan tuotantolinjalta tulevasta tuotteesta tasaisin väliajoin; yleensä aina yhden tambuurin lopusta. Laite eroaa siis online-laitteesta niin, että se ei automaattisesti tee mittauksia tuotannon ollessa käynnissä. Offline-laitteesta tulokset eivät myöskään siirry suoraan tietokoneelle, vaan ne täytyy siirtää manuaalisesti. Offline-laitteella mittauksia tehdään myös huomattavasti vähemmän verrattuna tuotantolinjastossa kiinni olevaan online-laitteeseen. Muuten offline- ja online-laitteen mittauserätyypit ovat toistensa kaltaiset.



KUVA 6. FX 3300 Ilmanläpäisyalaite (Textest Instruments 2011)

6 KÄYTTÖOHJEIDEN LAADINTA

Käyttöohje on olennainen ja tärkeä osa tuotetta (Korpela 2012). Käyttöohjeen tarkoituksena on ohjata lukijaa tuotteen turvalliseen, tehokkaaseen, taloudelliseen ja miellyttävään käyttöön (Nykänen 2002, 50). Käyttöohjeessa tulisi pyrkiä esittämään perusasiat mahdollisimman lyhyesti ja selkeästi (Korpela 2012). Olisikin tärkeää, että käyttöohjeessa olisi vain tarpeellista tietoa. Liika, ja laitteen käytön kannalta epäolennainen tieto aiheuttaa helposti sen, että käyttöohjeen tarkastelu tuntuu liian vaivalloiselta käyttäjän näkökulmasta ja täten ohjeiden luku saattaa kaatua siihen. Hyvät ja selkeät käyttöohjeet vähentävätkin virheitä sekä mahdollisia vaaratilanteita. Ne voivat myös auttaa tuotteen käyttäjää selviämään eteen tulevista ongelmatilanteista itsenäisesti, sillä hyvä käyttöohje auttaa ymmärtämään tuotteen toimintaperiaatteen (Nykänen 2002, 50).

Käyttöohjetta laadittaessa tulee ottaa huomioon useita eri näkökohtia. Ensinnäkin ohje tulisi laatia käyttäjän näkökulmasta. Rakenteeltaan käyttöohjeen tulisi olla selkeä, looginen, helposti ymmärrettävä sekä yksiselitteinen. Tärkeää on, että lukija löytää käyttöohjeesta haluamansa tiedon nopeasti ja vaivattomasti – myös tilanteessa, jossa hänen pitää tarkistaa vain jokin tuotteen käyttöön liittyvä yksityiskohta. (Nykänen 2002, 50.)

Käyttöohjeen tekstin täytyy olla kielellisesti selkeää ja yksiselitteistä. Termejä ja vierasperäisiä sanoja, jotka saattavat olla kohderyhmälle outoja tai ennestään tuntemattomia, tulee välttää. Jos niitä on kuitenkin välttämätöntä käyttää ohjeessa, ne täytyy selittää huolellisesti käyttäen yleiskieltä. (Nykänen 2002, 51.) Lukijalle vieraiden käsitteiden selittäminen ei tarkoita sanakirjamääritelmää, vaan ennemminkin konkreettista selitystä kyseisestä käsitteestä (Uimonen 2003, 86). Myös tuotteen eri osien ja toimintojen nimitysten tulee olla johdonmukaisia ja yhteneviä läpi koko ohjeen. (Nykänen 2002, 51.) Vaikka olisikin hyvä, että teksti olisi vivahteikasta, ei se tarkoita sitä, että pitäisi keksiä koko ajan uusia sanoja ja ilmaisuja. Lukijat tarvitsevat toistoa, sillä toistettaessa asiat myös jäävät paremmin lukijan mieleen. (Uimonen 2003, 92.)

Käyttöohjeessa olisi hyvä olla kuvia ja kaavioita havainnoillistamassa kirjoitettua tietoa. Kuvat selkiyttävät asioita ja kertovat usein enemmän ja tarkemmin asiasta, kuin pelkkä

teksti. Kuvien avulla lukijan on myös helppo silmäillä ohjeita ja saada etsimänsä tieto mahdollisesti hyvinkin nopeasti selville. Kuvitetun käyttöohjeen ehdoton vaatimus onkin, että kuvat ja teksti yhdessä tekevät selkeän ja ristiriidattoman kokonaisuuden (Nykänen 2002, 51). Kuvatekstiä ei tule myöskään aliarvioida. Kuvatekstit olisi myös laadittava huolellisesti, sillä pelkällä kuvatekstien lukemisella lukijan tulisi saada tietää aiheesta jo jotakin (Uimonen 2003, 47).

Käyttöohje tulisi testata ennen sen käyttöönottoa. Testauksessa täytyisi olla mukana tuotteen lopulliseen käyttäjäkuntaan kuuluvia henkilöitä, jotta testaus olisi todenmukainen. Tuotteen suunnittelijoiden ja käyttöohjeen kirjoittajien tekemä testaus ei riitä, koska tuote on heille tuttu, jonka vuoksi mahdolliset puutteet ohjeessa jäävät helposti huomaamatta. (Nykänen 2002, 51.)

Käyttöohjeiden laadinnasta on olemassa myös standardi SFS-EN 82079 ”Käyttöohjeiden laatiminen. Jäsentäminen, sisältö ja esittäminen.”. Standardissa esitetään yleisiä periaatteita ja yksityiskohtaisia vaatimuksia kaikenlaisten käyttöohjeiden suunnittelulle ja laatimiselle. Standardin mukaan käyttöohjeet ovatkin välttämättömiä tai vähintäänkin hyödyllisiä käytettäessä erilaisia tuotteita maalitölkistä aina erittäin monimutkaisiin teollisuuskoneistoihin.

6.1 Käyttöohje Textest FX 3500 Combiscan:lle

Ilmanläpäisyalaite Textest FX 3500 Combiscanin mukana tuli laitteen valmistajan käyttöohjeet, jotka olivat hyvinkin seikkaperäiset ja kirjoitettu englanniksi. Vaikka laitteen käyttöä ja kokoamista varten oli siis jo olemassa käyttöohjeet, oli tarkoituksena tehdä suomenkielinen pelkistetty käyttöohje laitteen toiminnasta ja käytöstä Ahlstrom Tampere Oy:n tuotannossa työskenteleville henkilöille (LIITE 1). Käyttöohjeesta tehtiin tarkoituksella melko lyhyt ja pelkistetty. Siihen myös yritettiin laittaa vain tietoa, jota käyttöhenkilöstö oikeasti tarvitsee. Kaikki ylimääräinen informaatio jätettiin siis pois.

Käyttöohje koostuu viidestä eri osiosta. Ensimmäisessä osiossa kerrotaan lyhyesti laitteen toimintaperiaatteesta. Toisessa osiossa on pintapuolisesti tietoa mittauksen tulkinnasta. Kolmannessa osiossa kerrotaan mittakortin vaihdosta, neljännessä, kuinka

laite käynnistetään offline-tilasta ja viidennessä osiossa on muutama sana laitteen huollosta.

Ohjeessa kerrotaan käyttökäyttöhenkilöä koskettava tieto hieman tarkemmin ja yksityiskohtaisemmin. Yksi tällaisista asioista on muun muassa mittakortin vaihto. Käyttöhenkilöstö joutuu vaihtamaan mittakorttia useita kertoja päivässä. Mittakortti onkin todella suuressa roolissa ilmanläpäsäilymittauksissa, sillä ilman oikean kokoista mittakorttia ei laite pysy toiminnassa. On siis hyvin tärkeää, että mittakortin vaihto ja laitteen käynnistys sen jälkeen sujuu ongelmitta, jotta mittauksia tehdään ja tulosdataa syntyy koko ajan.

Käyttöohjeita voidaan havainnollistaa kuvilla. Kuvat antavat paljon lisätietoa, sillä monia asioita voi olla vaikea selittää pelkän tekstin avulla. Kuvista nähdäänkin tarkkaan erilaisia yksityiskohtia. Tällaisia yksityiskohtia ovat esimerkiksi mittakortin paikka testipäässä sekä tulosikkunoiden tarkastelu. Kuvat antavat nopeasti informaatiota tietyistä asioista, ja pelkästään niitä katsomalla selviää jo monta tärkeää seikkaa.

Laitteen huolto ei juurikaan kuulu käyttöhenkilöstölle, jonka takia huollosta kerrotaan käyttöohjeessa vain lyhyesti. Osa huoltotoimenpiteistä on automatisoituja, joten periaattessa käyttöhenkilöstön ei pitäisi joutua huoltotoimenpiteitä laitteelle suorittamaan. Muutama sana huollosta kuitenkin mainitaan, sekä tietysti henkilö, johon voi ottaa yhteyttä laitteen häiriötilanteissa.

7 MITTAUKSET

Ennen uuden ilmanläpäisylaitteen käyttöönottoa täytyy monia eri seikkoja ottaa huomioon. Aikaisemmin Ahlstrom Oy Tampereen tehtaalla käytössä olleella offline-ilmanläpäisylaitteella ei oltu mitattu ilmanläpäisyyä kaikista laaduista, jonka vuoksi ilmanläpäisyn viitearvoja ei oltu myöskään määritelty jokaiselle laadulle ennakkoon. Uuden online-laitteen on kuitenkin tarkoitus tehdä jatkuvatoimisesti ilmanläpäisymittauksia jokaiselle ajossa olevalle laadulle. Tämän vuoksi kaikille laaduille täytyykin määrittää ilmanläpäisyn viitealue. Viitealueen puuttuminen johtaisi nimittäin siihen, että uusi online-laite pysähtyisi kokonaan. Jotta ilmanläpäisyn mittaamisesta saataisiin mahdollisimman sujuvaa, täytyykin jokaiselle Ahlstromilla tehtävälle laadulle kirjata atk-järjestelmään ilmanläpäisyn tavoitearvo, sekä minimi- ja maksimiarvot. Yleisesti eri laatujen tavoitearvot ovat löydettävissä Ahlstromin tietokannoista. On kuitenkin joitakin sellaisia laatuja, joille ei oltu määritetty edes tavoitearvoa ennakkoon. Näille laaduille joudutaankin aluksi arvioimaan tavoitearvo sekä laittamaan viitealue melko suureksi, jotta saadaan laite pysymään käynnissä laadusta toiseen. Yleisesti viitealue lasketaan niin, että minimi ja maksimi ovat $\pm 10\%$ tavoitearvosta.

Kaikkien laatujen viitearvot kerätään aluksi Excel-tiedostoon (taulukko 3), jonka tietojärjestelmäasiantuntija siirtää Ahlstrom Oy Tampereen tehtaalla käytössä olevaan käyttöohjelmaan. Tietojärjestelmäasiantuntija yhdessä laitteen valmistajan kanssa myös asentaa ilmanläpäisylaitteen käyttöohjelman toimimaan yhteydessä Ahlstromilla olevan yleisen tulosten tarkasteluun tarkoitetun ohjelman kanssa. Näin tulokset siirtyvät automaattisesti paikkaan, josta niitä on helppo hakea ja tarkastella. Ilmanläpäisylaitteen käyttöohjelmaan tulevat myös tarvittavat tiedot ajettavasta laadusta automaattisesti reaaliajassa. Tämä lisää myös laitteen käyttömukavutta ja -helppoutta, koska ylimääräiseltä laatujen kirjaamiselta vältytään ja viitearvotkin tulevat valmiina järjestelmästä.

GRADCODE (laatu)	TARGVAL (tavoitearvo)	LWRCTRLMT (minimi)	UPPRCTRLMT (maksimi)
F080010000	2670	2400	2940
K010506722	1950	1750	2150
K018702000	4500	4050	4950
K031402500	5800	5220	6380
K031403200	4490	4040	4940
K031404000	3730	3360	4100

TAULUKKO 3. Esimerkki eri laatuojen viitearvojen keräämisestä Excel-taulukkoon

Kun viitearvot on saatu vietyä järjestelmään voi testiajoja alkaa suorittaa. Laitteen asennus tuotantolinjalle tehtiin jo ennakkoon, joten siitä ei opinnäytetyössä kerrota enempää. Testiajoissa esiin nousevat mahdolliset ongelmat tietojen siirtymisen ja mittalaitteen suhteen.

Testiajoja suoritetaan pidemmän aikaa ja mittaustuloksia verrataan laboratoriossa offline-laitteella tehtyihin mittauksiin. Online- ja offline-laitteella tehtyjen tulosten vertailusta suoraan tekee haastavan se, että offline-laitteelle otettu testipala otetaan aina kakkien laatuojen lopusta. Siinä siis mitataan ainoastaan tuotteen yhdestä osasta ilmanläpäisyarvo. Online-mittari taas kerää dataa koko tuotteen matkalta; alusta loppuun ja reunalta reunalle. Näin ollen online-laitteen antaman ilmanläpäisyn keskiarvoa koko rainan pituudelta ei voi suoraan verrata offline-laitteen mittaukseen. Saattaahan olla, että tuotteen lopussa, josta testipala otetaan, on esimerkiksi tiiviimpi kohta ja näin ilmanläpäisy jää paljon alhaisemmaksi, kuin tuotteen koko matkalta mittattujen ilmanläpäisyiden keskiarvo on.

Vertailu suoritetaan niin, että online-laitteen tuloksista käytetään vertailtavan laadun tietyn tambuurin viimeisen pyyhkäisyn keskiarvoa, jota verrataan offline-laitteella samasta tambuurista mitattuun ilmanläpäisyarvoon. Näin ollen pystytään suurin piirtein todentamaan se, että molempien ilmanläpäisyarvojen mittaukset on tehty kulloisenkin tambuurin lopusta, vaikkei kuitenkaan täsmällisesti samasta kohtaa. Näin saadaan hyvin suuntaa antava vertailu tehtyä, josta nähdään pääpiirteissään muun muassa se, onko ”T-factor” -kertoimen muuttamiselle tarvetta uudessa online-laitteessa.

Vertailua tehdään kahdesta täysin erilaisesta laadusta (tuote A ja tuote B), joita on ajettu vuoden alusta lähtien useampia kertoja. Online-laitteen viimeisen pyyhkäisyn keskiarvojen tulokset kerätään excel-taulukkoon samoin, kun offline-laitteella kunkin tambuurin lopusta mitatut tulokset (taulukko 4). Tulokset kohdennetaan niin, että saman tambuurinumeron tulokset niin online- kun offline-laitteelta ovat samassa kohtaa, jotta

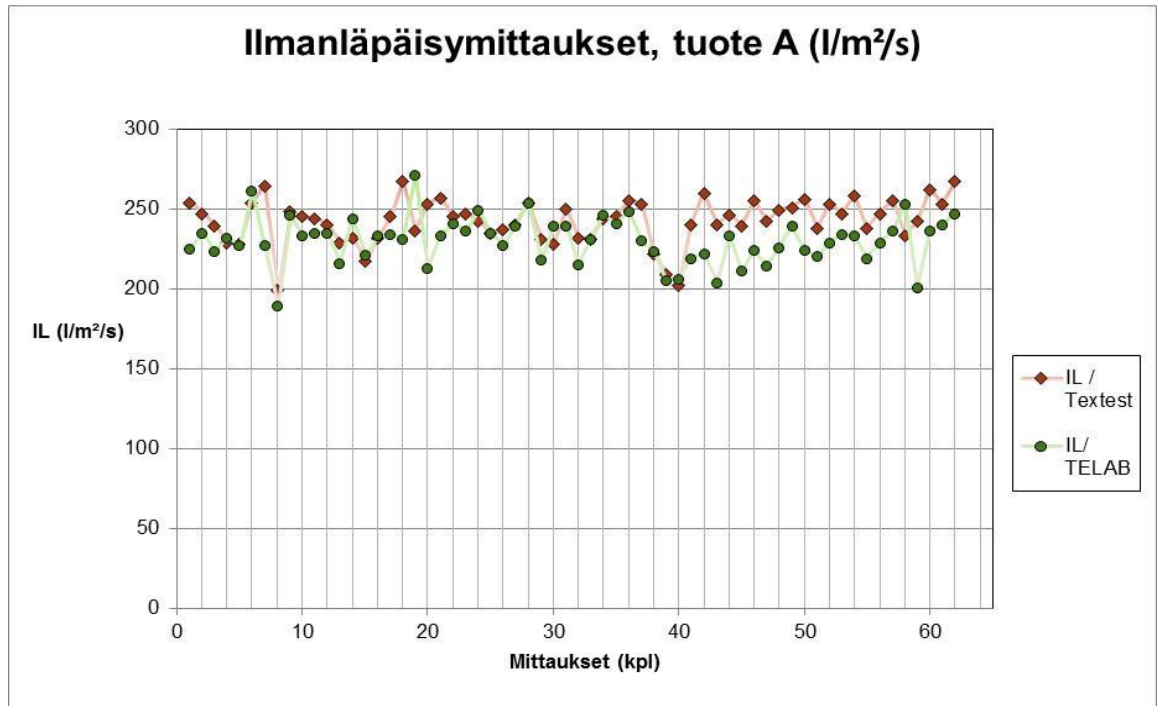
vertailu olisi helppoa. Tulokset kerätään diagrammiin, josta voidaan vertailla eri laitteiden tuloksia keskenään.

TAULUKKO 4. Esimerkki tuote B:n ilmanläpäisyarvoista

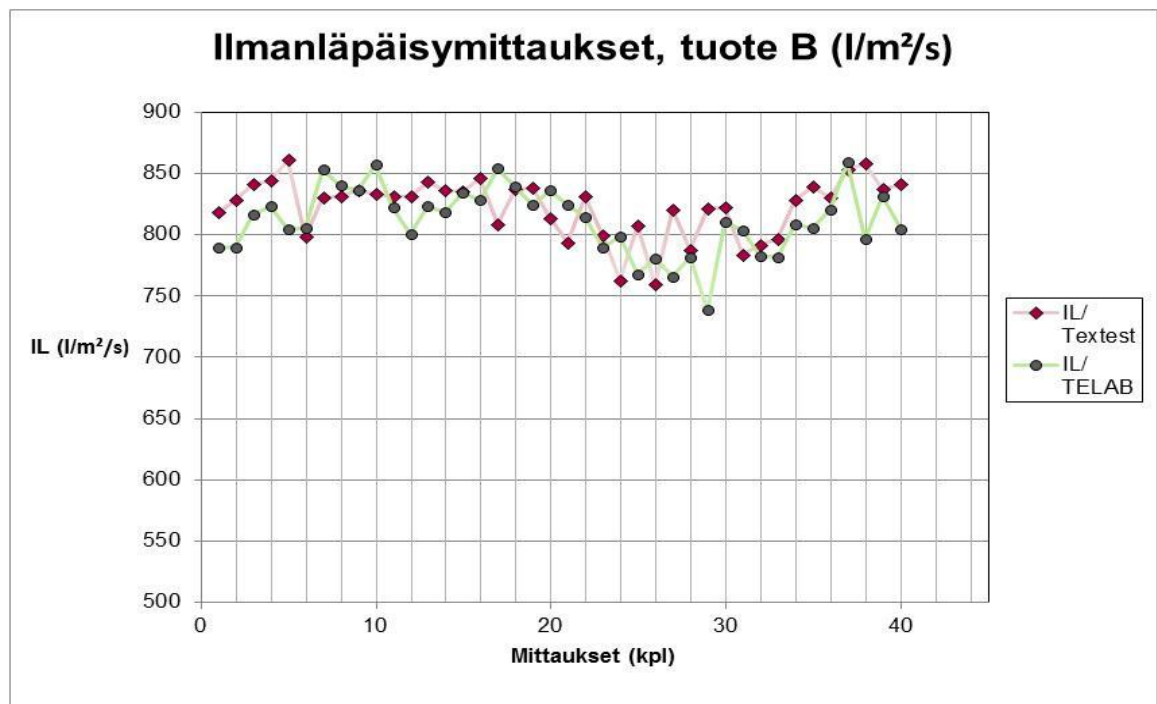
	Tambuurinro	IL/Textest	IL/Telab
1	391100030769	818	789
2	391100030770	828	789
3	391100030771	841	816
4	391100030772	844	823
5	391100030774	861	804
6	391100031065	798	805
7	391100031066	830	853
8	391100031068	831	840
9	391100031069	836	836
10	391100031070	833	857

8 TULOKSET

Vertailumittauksissa saadut ilmanläpäisytulokset kahdelle eri laadulle on esitetty kuvioissa 1 ja 2.



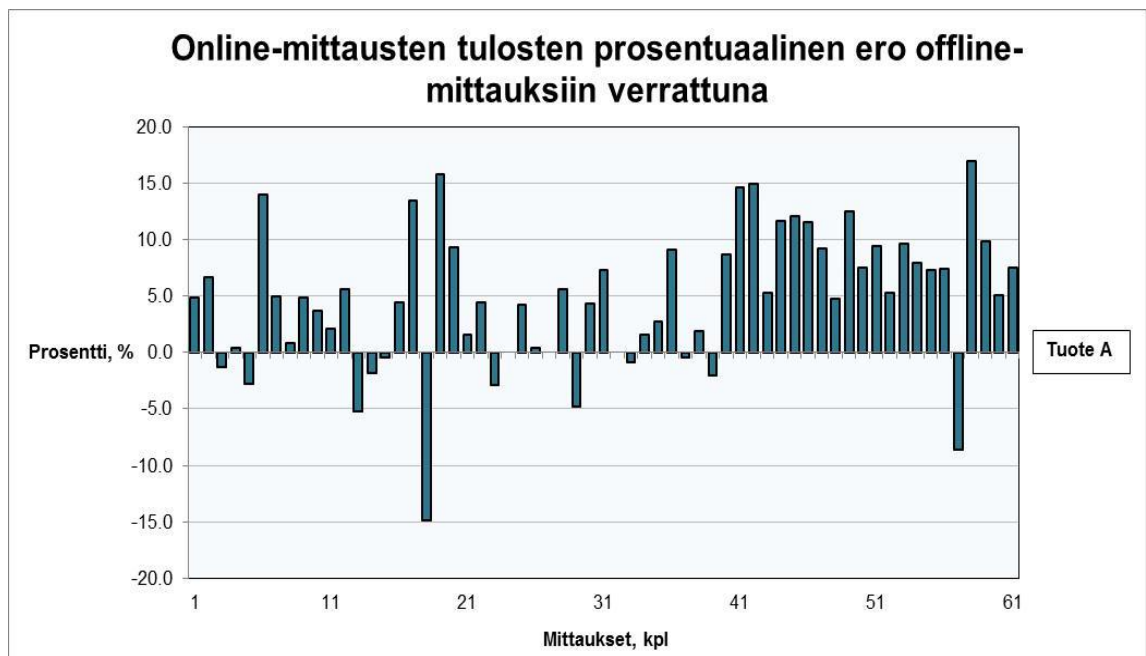
KUVIO 1. Ilmanläpäisymittaukset, tuote A



KUVIO 2. Ilmanläpäisymittaukset, tuote B

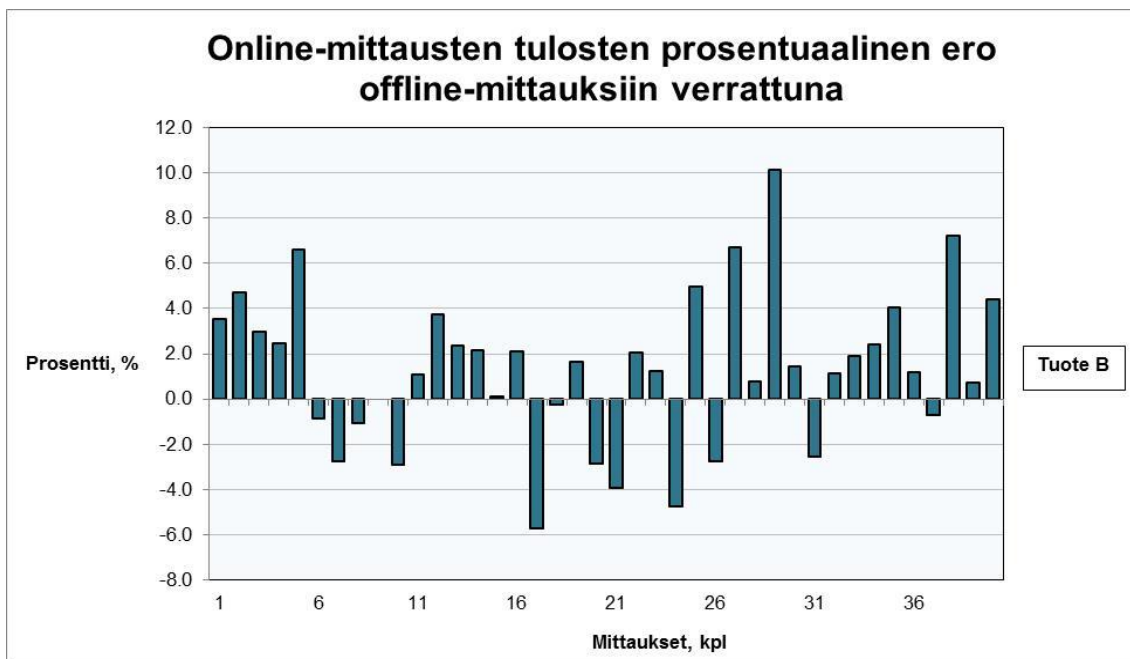
Ensimmäisen, tuote A:n (kuvio 1) mittauksia oli yhteensä 62 kpl. Kaikista suoritetuista mittauksista tällä laadulla noin 76 % ilmanläpäisytuloksista uudella online-laitteella oli suurempia, kun vanhalla offline-laitteella. Taulukossa uuden online-laitteen mittaustulokset on esitetty punaisella neliöllä ja vanhemman offline-laitteen mittaustulokset vihreällä ympyrällä. Toisesta, tuote B:stä (kuvio 2) mittauksia kertyi 40 kpl, joiden ilmanläpäisyarvoista 68 % oli suurempia online-laitteella mitattuna. Kaikista tehdyistä mittauksista noin 71 % oli suurempia online-laitteella mitattuna, kuin offline-laitteella.

Kuvioihin 3 ja 4 on laskettu prosentuaalisesti, kuinka paljon suurempia online-laitteella tehdyt mittaukset ovat verrattuna offline-laitteeseen. Kuvioista 3 ja 4 pystyy selkeästi näkemään, että suurin osa pylväistä on positiivisella puolella, joka tarkoittaa siis sitä, että online-laitteen tulos on tietyn prosenttiyksikön suurempi, kuin offline-laitteella mitattuna. Kuvion 3 prosentuaalinen keskiarvo on 4,8 %. Toisin sanoen online-laitteella tuote A:sta mitatut arvot ovat keskimäärin 4,8 % suurempia, kuin offline-laitteella mitatut.



KUVIO 3. Prosentuaalinen ero, tuote A

Kuvion 4 prosentuaalinen keskiarvo on 1,3 % eli online-laitteella tuotteesta B mitatut arvot ovat keskimäärin 1,3 % suurempia, kuin offline-laitteella mitatut.



KUVIO 4. Prosentuaalinen ero, tuote B

Tuloksista voidaan nähdä, että online-laite antaa melkein poikkeuksetta suurempia tuloksia verrattuna offline-laitteeseen. Tämä voisikin olla jo yksi syy pohtia ”T-factor” - kertoimen muuttamista niin, että tulokset olisivat enemmän samaa luokkaa molemmilla ilmanläpäisylaitteilla mitattuna. Mittaukset eivät kuitenkaan ole täysin yksiselitteiset, sillä voi olla, että mittaustuloksiin on vaikuttanut esimerkiksi mittapään likaantuminen. Saattaisi olla, että tulokset olisivat vielä selkeämmin ja läpi koko mittaussarjan suurempia online-laitteella mitattuna, jos voitaisiin varmistua siitä, ettei tuloksiin ole vaikuttanut esimerkiksi mittapään likaantuminen. Offline-laitteen tulokset ovat luotettavia, sillä laitteen huollot ja kalibroinnit on kunnossa, eikä laitteella mitattaessa esiinny juurikaan tekijöitä, jotka tulokseen voivat virheellisesti vaikuttaa. Voisikin olla hyvä kalibroida online-laite offline-laitteen tuloksiin täsmääväksi.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli käyttöönottaa uusi ilmanläpäisylaitte, tehdä käyttöhenkilöstölle pelkistetty käyttöohje uuden laitteen käytöstä, sekä tehdä vertailua vanhan ja uuden ilmanläpäisylaitteen tulosten välillä. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät mielestäni, sillä laite saatiin toimintaan sekä vertailu ja käyttöohje tehtyä. Käyttöönottoprosessi itsessään ei kuitenkaan sujunut täysin ongelmitta. Ilmanläpäisylaitteen piti olla todella helppokäyttöinen, eikä vaatia käyttöhenkilöstöltä juuri muuta, kun mittakortin vaihdon. Ainakin näin laitteen käytön alkuvaiheessa tämä ei kuitenkaan pitänyt täysin paikkaansa.

Vaikeuksia syntyi aluksi muun muassa siinä, että uuden laitteen ohjelma täytyi liittää Ahlstromilla tulosten tarkastelussa käytössä olevaan ohjelmaan. Vaikeuden tähän toi se, ettei tambuurinumeroa saatu aluksi täsmäämään oikeaan laatukoodiin. Tämä on tietenkin kohtalaisen suuri ongelma, sillä jos tulokset tallentuvat väärälle tambuurinumerolle on niitä vaikea jäljittää myöhemmässä vaiheessa. Tuloksia ei voi myöskään hyödyntää kunnolla, jos ei voida olla varmoja siitä, että laatukoodi ja tambuurinumero, jolla tulokset tallentuvat järjestelmään, ovat oikeita. Alun vaikeuksien jälkeen tämä ongelma saatiin kuitenkin ratkaistua ainakin suurilta osin ja normaaliajossa tambuurinumero saatiin täsmäämään kahden eri ohjelman välillä. Tosin laatukoodin ja tambuurinumeron kanssa täytyi olla tämänkin jälkeen tarkkana, sillä jos laite jostain syystä pysähtyi ja se täytyi käynnistää uudelleen huomattiin, että ilmanläpäisyohjelman näytölle ilmestyi helposti jostakin syystä edellisessä ajossa ajetun laadun koodi. Asia vaatii edelleen tarkkaavaisuutta ja joiltakin osin laatukoodin vaihtamista ohjelmaan mekaanisesti. Olisi tietenkin tärkeää, että tällaisesta ongelmasta päästäisiin tulevaisuudessa eroon, jotta tulokset olisivat mahdollisimman luotettavia. Kyseisen ongelman pitäisikin poistua Textestin tarjoamalla laitteen ohjelman päivitysversiolla.

Aikaisemmin ei kaikista laaduista oltu mitattu ilmanläpäisyarvoja, koska joissakin laaduissa ei ilmanläpäisyarvolla ollut juurikaan merkitystä. Uuden laitteen myötä tarkoitus kuitenkin oli, että laite olisi koko ajan käynnissä ja mittaisi ilmanläpäisyarvoja laadusta toiseen. Tämä johtikin siihen, että laaduille, joista aiemmin ei ilmanläpäisyä oltu mitattu, eikä ilmanläpäisyn viitearvoja täten edes määritetty, täytyi määrittää ilmanläpäisyn viitealue. Osalle tällaisista laaduista ilmanläpäisyn tavoitearvo löytyi

Ahlstromin omasta ”technical data” -tietokannasta. Jos tavoitearvo löytyi ”technical data” -tiedoista, määritettiin minimi- ja maksimi-arvot niin, että ne olivat $\pm 10\%$ tavoitearvosta. Jos taas juuri kyseisen laadun tietylle massalle ei tavoitearvoa oltu määritetty, mutta saman laadun eri massalle tavoitearvo löytyi, määritettiin minimi- ja maksimi-arvot käyttämällä $\pm 20\%$ tavoitearvosta. Laaduille, joille ei löytynyt ollenkaan tavoitearvoa, määritettiin viitealue todella laajaksi. Näiden laatujen viitealuetta olisikin tarkoitus kaventaa ja tavoitearvoa muuttaa sitä mukaan, kun laatu on ajossa ja nähdään suurin piirtein minkä suuntaisia ilmanläpäisyarvoja mittauksissa syntyy. Viitealueiden kaventaminen ei kuitenkaan tämän opinnäytetyön puitteissa ollut kokonaisuudessaan mahdollista jo aikataulullisista syistä. Se voisikin olla yksi kehityskohde tulevaisuutta ajatellen.

Ahlstromilla valmistettavat kuitukankaat ovat melko vaativia tuotteita. Tämä saattoi olla syynä siihen, että ilmanläpäisylaitteen puhdistus automaattisesti ei toiminut laitteen valmistajan kertomalla tavalla. Valmistajan edustajan mukaan piti automaattisesti tapahtuvan puhdistuksen tietyin välimatkoin riittää laitteen puhtaana pitoon. Kuitenkin jo melko varhaisessa vaiheessa huomattiin, että ilmanläpäisylaitteen mittapään mitta-aukko tukkeutui helposti irtonaisista kuiduista ja sideaineesta. Kuidut jäivät välillä hyvinkin tiukkaan kiinni aukkoon, eivätkä automaattisen puhdistuksen tehot riittäneet puhdistamaan sitä. Vaikka valmistajan mukaan mekaanista puhdistusta ei olisi pitänyt tarvita, huomattiin sen täysin välttämättömäksi. Mitta-aukosta täytyikin irroittaa sormin sinne kerääntyneet kuidut. Mitta-aukon tukkeutumisen johdosta ei tuloksiin voida luottaa. Laitteen antama tulos, olkoon se viitealueen sisäpuolella tai ulkopuolella, voi olla vääristynyt mitta-aukon tukkeutumisesta johtuen. Voisi olla hyvä tulevaisuudessa kirjata ylös mittapään puhdistusajankohta, jotta tulosten tarkastelija osaa arvioida, onko tuloksiin mahdollisesti vaikuttanut mittapään likaantuminen vai ei. Tähänkin ongelmaan tulisi löytää ratkaisu, joka takaa sen, että mittaustulokset ovat laadukkaita ja luotettavia mittauksesta toiseen. Mittapään mekaaninen puhdistus käsin ei myöskään ole täysin riskitöntä, sillä mittapään alapuolella liikkuu koko ajan viira, johon voi pahimmassa tapauksessa jäädä esimerkiksi hiha kiinni mittapäätä puhdistettaessa. Jos siis mittapään puhdistusta mekaanisesti joudutaan jatkamaan pidempään, tulisi jollakin tapaa varmistua siitä, ettei tapaturmia pääse sattumaan puhdistustoimenpidettä suoritettaessa.

Uuden ja vanhan ilmanläpäisylaitteen mittaustulosten vertailussa ongelmia tuotti se, ettei uuden ilmanläpäisylaitteen tuloksia saatu näkymään mittaus mittaukselta. Uuden laitteen tulosten tarkastelu -ohjelma näytti vain jokaisen ”pyyhkäisyn” eli toiselta laidalta toiselle mitattujen tulosten keskiarvon. Tulossivulla esitettiin myös diagrammi, josta jokaisen mitatun arvon olisi pystynyt silmämääräisesti arvioimaan, mutta se ei ollut tarpeeksi luotettavaa eikä myöskään tarkoituksenmukaista. Tätä ongelmaa yritettiin selvittää myös laitteen valmistajan kanssa. Tulostenlukuongelma myös viivästytti uuden ja vanhan ilmanläpäisylaitteen välistä tulosten vertailua opinnäytetyöhön monella viikolla. Lopuksi opinnäytetyössä päädyttiin tekemään vertailu suuntaa antavasti vertaamalla online-laitteen viimeisen pyyhkäisyn keskiarvoa offline-laitteella mitattuun ilmanläpäisyarvoon.

Mitattaessa uudella ilmanläpäisylaitteella ilmanläpäisyarvoja mittapää tekee mittauksia liikkuvalla rainalla. Tämä johtaa siihen, että mittauksissa saattaa syntyä jonkin verran vuotoilmaa verrattuna vanhalla laitteella paikallaan olevista koepaloista mitattuihin arvoihin. Tämän vuotoilman voisikin olettaa vaikuttavan ilmanläpäisyarvoihin kauttaaltaan niitä nostavasti. Kuten vertailumittauksissa huomattiin, olivat uuden online-laitteen antamat ilmanläpäisyarvot yleisesti suurempia, kuin vanhalla laitteella mitattuna. Uudessa ilmanläpäisylaitteessa on ”T-factor” -kerroin, jota muuttamalla voidaan säätää uuden ja vanhan laitteen tulokset toisiinsa täsmäviksi. Mielestäni vertailua täytyisi kuitenkin tehdä vielä hieman lisää, jotta kerrointa voisi muuttaa. Lisämittauksissa tulisi myös varmistaa, että mittauksissa, joita vertailussa käytetään, olisi online-laitteen mittapää varmasti puhdas kuiduista ja sideaineesta. Vertailussa tulisi myös selvittää, täytyykö kerroin muuttaa laatukohtaisesti vai riittääkö, että kerrointa muutetaan saman verran suuntaan tai toiseen kaikilla laaduilla.

Jatkuvatoiminen ilmanläpäisylaitte oli hankittu Ahlstromille kahta eri tarkoitusta varten: osaksi laadunvarmistusta ja osaksi prosessin kontrollointia. Tämän opinnäytetyön ulkopuolelle jäi se, miten käyttöhenkilöstö reagoi viitealueen ulkopuolella oleviin ilmanläpäisyarvoihin. Olisikin, mahdollisesti jonkin toisen opinnäytetyön puitteissa, hyödyllistä tehdä ohjeistusta siitä, kuinka ilmanläpäisyarvot vaikuttavat prosessin kontrollointiin ja säätöön. Ohjeistuksessa olisi hyvä olla kirjattuna, mitä tehdään silloin, jos ilmanläpäisyarvot ovat liian matalia/korkeita ja mitkä prosessin vaiheet voivat vaikuttaa ilmanläpäisyarvoihin nostavasti/laskevasti. Tätäkään ohjeistusta ei ole

hyödyllistä tehdä ennen kuin muut, esimerkiksi ilmanläpäisylaitteesta johtuvat, tulosten luotettavuuteen negatiivisesti vaikuttavat tekijät on saatu eliminoidua.

Käyttöohjeesta, jotka käyttöhenkilöstölle tehtiin, tuli melko pelkistetty tarkoituksellisesti. Käyttöhenkilöstöllä ei välttämättä riittäisi aikaa lukea monisivuisia ohjeita jonkin ongelman ilmaantuessa. Onkin tärkeää, että ohjeesta löytyvät kaikki perusasiat lyhyessä muodossa. Kuvat ovat käyttöohjeissa myös todella tärkeitä, sillä niistä saa paljon lisäinformaatiota ja ne sekä helpottavat tekstin lukua että keventävät sitä. Käyttöohjeiden testausta ei työntekijöillä tehty, mutta käyttöohjeita on kuitenkin helppo päivittää aina tarpeen ilmaantuessa.

Kaiken kaikkiaan Ahlstrom Tampereen tehtaalla on oltu tyytyväisiä siihen, että uutta ilmanläpäisylaitetta on voitu pitää toiminnassa valmistettavien tuotteiden haasteellisuudesta huolimatta. Joissakin muissa yrityksissä ongelmia on ilmaantunut siinä mittakaavassa, ettei laitetta voida pitää käynnissä. Mietityttämään jäi kuitenkin, mikä on laitteen valmistajan vastuu laitteesta ja sen toiminnasta. Ongelmia Ahlstromin Tampereen tehtaalla laitteen kanssa syntyi monenlaisia, eivätkä tulokset vielä muutaman kuukauden päästä laitteen asennuksesta olleet täysin luotettavia. Kiinnostaisikin tietää, minkälaisia lupauksia laitteen valmistaja on antanut laitteen suhteen ja pystyttiinkö lupaukset täyttämään. Toinen asia, mikä jäi epäselväksi oli se, onko ilmanläpäisymittaukselle liikkevalta rainalta olemassa erikseen määritettyä standardia. Opinnäytetyössä esitetty standardi on tarkoitettu paikallaan olevan näytteen ilmanläpäisevyyden mittaukseen.

Opinnäytetyöprosessi kokonaisuudessaan sujui pienistä viivästyksistä huolimatta melko hyvin. Toivottavaa olisi, että opinnäytetyöstä on oikeasti hyötyä Ahlstromin Tampereen tehtaalla ja käyttöohjeet menisivät käyttöön tehtaalla työskentelevien henkilöiden avuksi. Opinnäytetyöprosessin edetessä huomattiin, kuinka aluksi hyvin tarkkarajaiselta tuntunut aihe voi laajentua huomattavasti uusien ideoiden sekä tietysti ongelmien lisääntyessä. Opinnäytetyö saatiin kuitenkin pidettyä hyvin rajattuna ja sopivana kokonaisuutena.

LÄHTEET

- Ahlstrom. 2013. Luettu 25.2.2013. <http://www.ahlstrom.com>.
- Ahlstrom Tampere. 2011. Nonwoven training course. Luettu 15.1.2013.
Opintomateriaali Ahlstrom Tampere Oy.
- Behery, H. 2013. Chapter 10: Characterization and Testing of Nonwovens With Emphasis on Absorbency. Luettu 17.1.2013.
http://www.tappi.org/content/pdf/member_groups/Nonwovens/0101R199B.pdf.
- Dahiya, A., Hegde, R. & Kamath, M. 2004. Chemical bonding. Luettu 16.1.2013.
<http://web.utk.edu/~mse/Textiles/Chemical%20Bonding.htm>.
- Edana. 2008. Discover Nonwovens. Belgium: The International Association Serving the Nonwovens and Related Industries. Luettu 16.1.2013. <http://www.edana.org/>.
- Heinola, J. 2011. Kuitukankaat – Nonwovens. Opintomateriaali. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.
- Hu, J. 2008. Fabric testing. England: Woodhead Publishing Limited.
- Korpela, J. 2012. Kirjoita asiaa. Arkisen asiakirjoittamisen opas. Luettu 4.2.2013.
<http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/kirj/all.html>.
- Kothari, V.K. & Newton, A. 1974. The Air Permeability of Non-Woven fabrics. Luettu 9.1.2013. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00405007408630140#preview>.
- Markula, R. 1999. Tekstiilitieto. 9. uudistettu painos. Porvoo: WSOY.
- Nykänen, O. 2002. Toimivaa tekstiä – Opas tekniikasta kirjoittaville. Helsinki: Tekniikan Akateemisten Liitto.
- Saville, B.P. 2000. Physical testing of textiles. England: Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.
- SFS-käsikirja. 1997. 2.painos. Sairaalatekstiilit. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- Standardi SFS-EN 82079-1. 2012. Suomen standardisoimisliitto SFS. E-aineisto. Luettu 4.2.2013.
- Standardi EN ISO 9237. 1996. Suomen standardisoimisliitto SFS. E-aineisto. Luettu 17.1.2013.
- Textest Instruments. 2011. FX 3500 Combiscan Operating and Technical manual. Switzerland: Textest.
- Uimonen, T. 2003. Taitoa tekijälle, tehoa teksteihin –Opas tiedottavaan kirjoittamiseen. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Vanhatalo, M. 1999. Tekstiilitietoutta. Tampere: TAMK.

LIITTEET: Liite 1. Käyttöohje - Ilmanläpäisylaitte Textest FX 3500 Combiscan

1 (17)

Käyttöohje

Ilmanläpäisylaitte Textest FX 3500 Combiscan

SISÄLTÖ

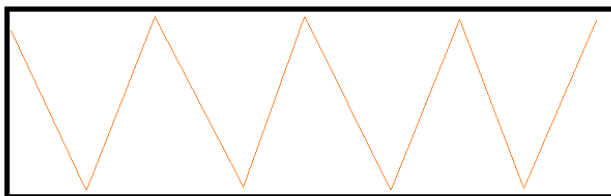
- 1 LAITTEEN TOIMINTAPERIAATE
- 2 MITTAUSTEN TULKINTA
- 3 MITTAKORTIN VAIHTO
- 4 LAITTEEN KÄYNNISTÄMINEN OFFLINE-TILASTA
- 5 LAITTEEN HUOLTO

1 LAITTEEN TOIMINTAPERIAATE

Ilmanläpäisyalaite FX 3500 Combiscan (kuva 1) on suunniteltu jatkuvaan ilmanläpäisyn mittaamiseen kaikille laaduille. Mittapäässä olevat valosensorit havaitsevat kulloisenkin rainan leveyden ja mittaavat ilmanläpäisyä siksak-kuviota noudattaen (kuva 2) rainan toiselta reunalta toiselle.

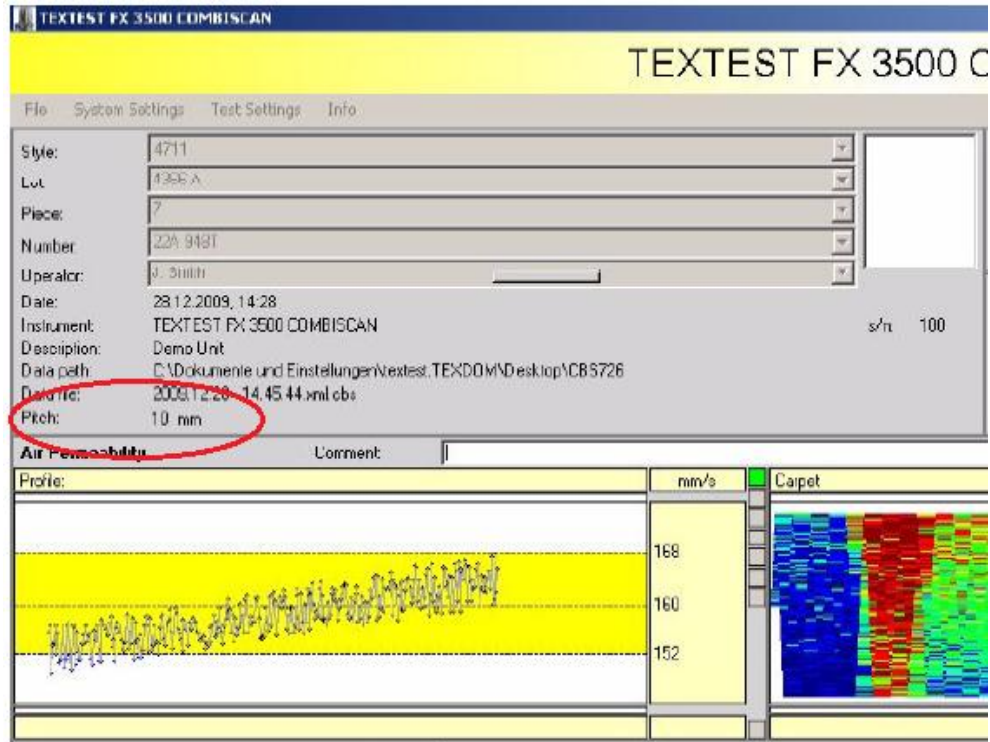


KUVA 1. Ilmanläpäisyalaite FX 3500 Combiscan



KUVA 2. Mittaustyyli: siksak-kuvio

Mittauksia tehdään automaattisesti tietyn matkan välein. Koneelle asetettu mittausten välimatka nähdään valvomosta olevalta päätteeltä kohdasta ”Pitch” (kuva 3). Mittausten välimatkaksi voidaan valita arvo väliltä 1-100 mm (käytetään 50 mm). Ilmanläpäisymittaus tapahtuu niin, että siihen tarkoitettu testipää painetaan pneumaattisesti rainaa vasten. Vaihdeettavan, kalibroittavan kuristuslaipan avulla testipää mittaa jatkuvasti ilmanläpäisyä rainalta valitulla mittauspaineella (200 Pa) .

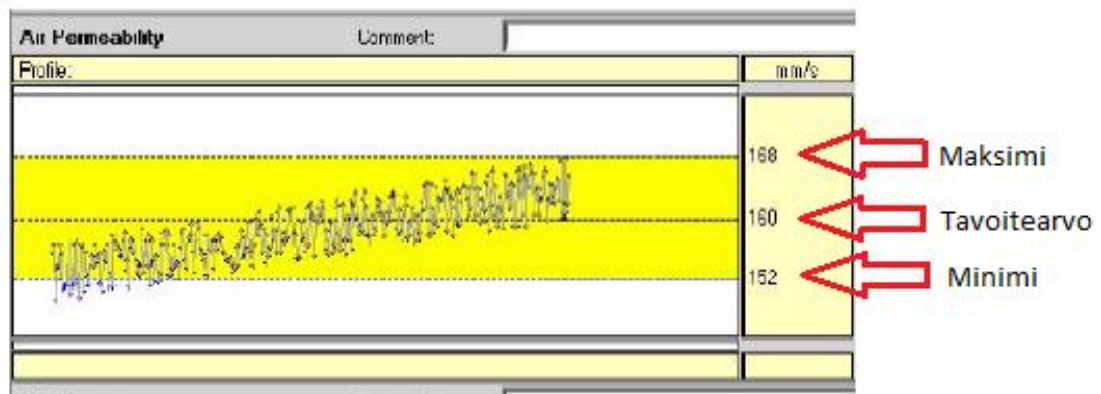


KUVA 3. Mittausten välimatka (pitch, mm)

Tietokone, joka on yhdistettynä mittalaitteeseen esittää tuloksia jatkuvasti sekä graafisesti että numeerisesti. Ohjelma myös vertailee koko ajan saatuja tuloksia asetettuihin kontrollirajoihin, joka takaa sen, että poikkeavuudet havaitaan heti. Kolmiulotteinen ”värimatto” näyttää yhteenvedon suuresta määrästä testidataa tavalla, jota on helppo lukea.

2 MITTAUSTEN TULKINTA

Mittaus tulosten tarkastelun pohjaksi on jokaiselle laadulle määritetty tavoitearvo, sekä minimi- ja maksimiarvot. Tulosikkunassa viitealue näkyy keltaisella (kuva 4). Koko mittausalue, joka ikkunassa on näkyvässä, on kaksi kertaa viitealueen kokoinen.

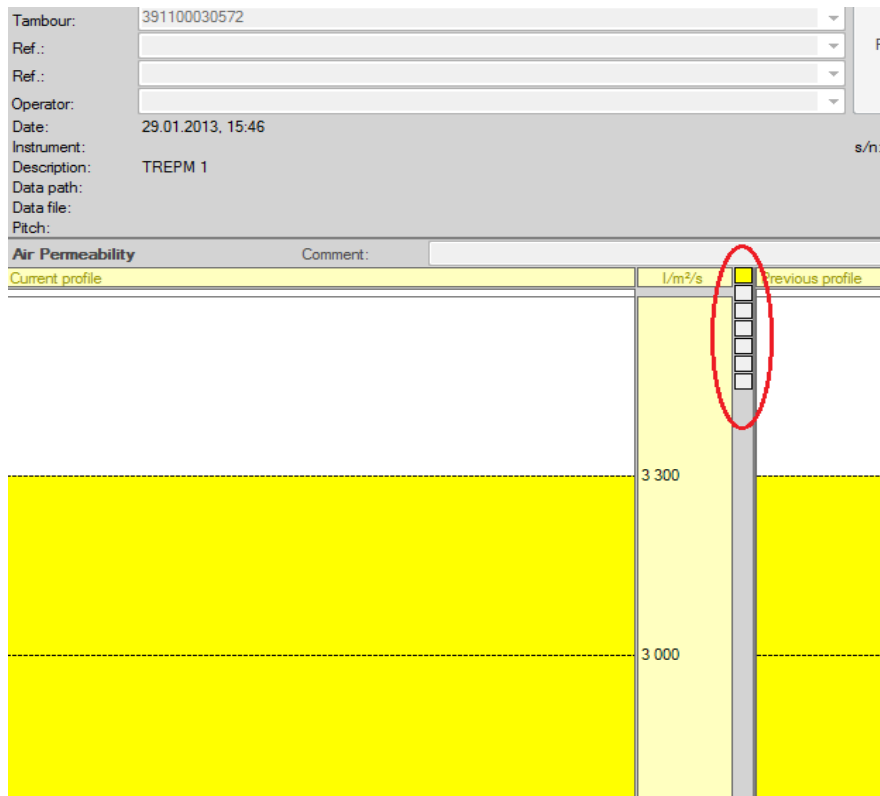


KUVA 4. Tulosikkuna

Kun mittaus tuloksia tarkastellaan voidaan tulosikkunoista seurata seuraavia profiileja:

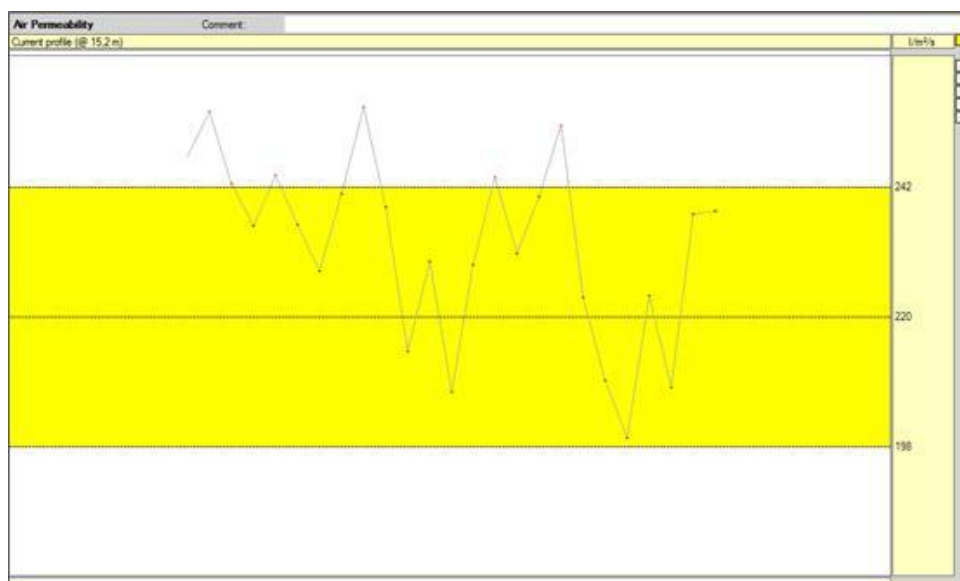
- Current cross profile
- Previous cross profile
- Extracted cross profile "left"
- Extracted cross profile "center"
- Extracted cross profile "right"
- Average of each cross profile
- Air permeability carpet

Tarkasteltavia profiileja voidaan vaihtaa klikkaamalla pieniä neliöitä tulosikkunan oikealla puolella (kuva 5).



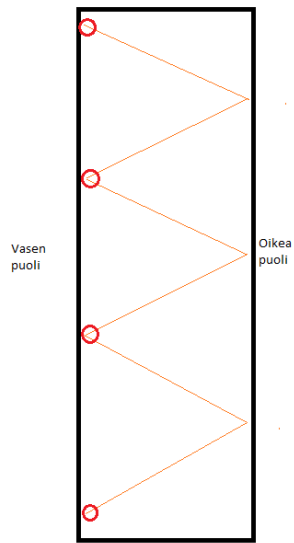
KUVA 5. Tarkasteltavien profiilien vaihtaminen

Current profile (kuva 6) näyttää mittaustuloksia koko ajan reaaliajassa. Se siis piirtää tulosikkunaan diagrammia mittaus mittaukselta rainan laidalta toiselle. Kun yksi ”pyyhkäisy” rainan laidalta laidalle on tehty, siirtyy syntynyt diagrammi ikkunaan **previous profile** ja current profile –ikkunaan alkaa piirtymään uutta diagrammia.

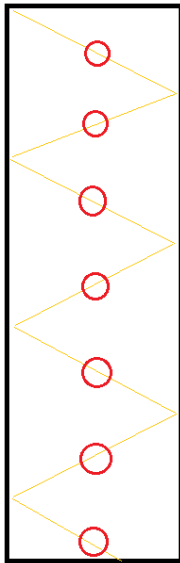


KUVA 6. Current profile eli nykyinen profiili

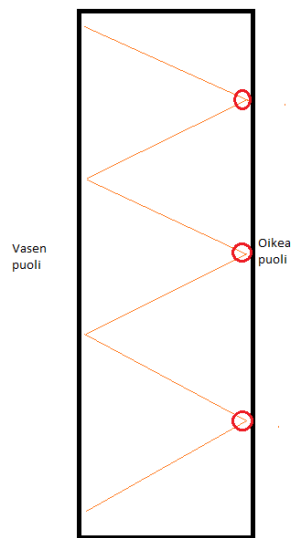
Cross profile left näyttää rainan vasemmasta reunasta mitatut ilmanläpäisyarvot diagrammina.



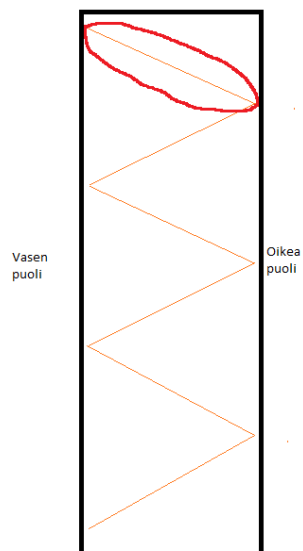
Cross profile center näyttää rainan keskiosasta mittaut ilmanläpäisyarvot diagrammina.



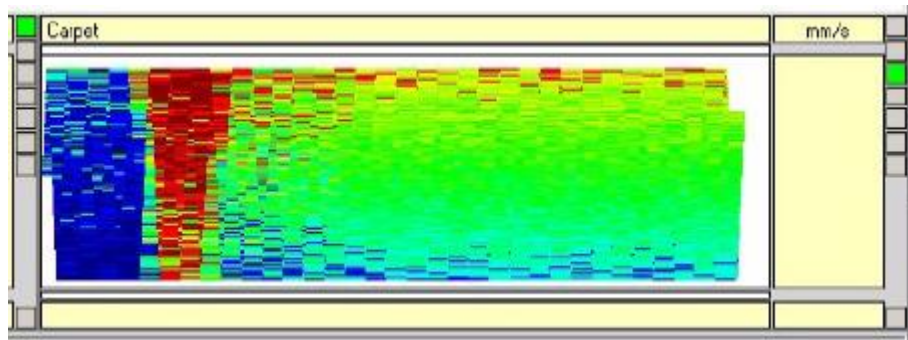
Cross profile right näyttää rainan oikeasta reunasta mitatut ilmanläpäisyarvot diagrammina.



Average of each cross profile näyttää aina yhden laidasta laitaan menevän mittaussarjan keskiarvon. Yksi piste diagrammilla vastaa siis laidasta laitaan mitattujen ilmanläpäisyarvojen keskiarvoa.



Air permeability carpet esittää mittaustuloksia havainnoillistavaa värimattoa (kuva 7). Matossa voi näkyä seuraavia värejä: keltainen/vihreä, punainen, sininen.



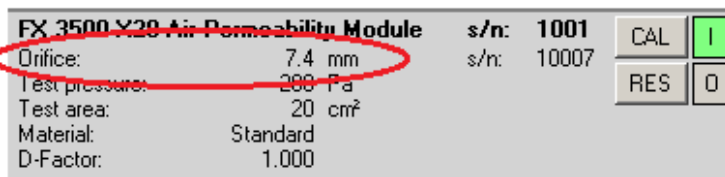
KUVA 7. Värimatto

- Keltainen/vihreä väri kertoo, että mittaustulokset ovat viitearvojen sisäpuolella
- Punainen väri kertoo, että mittaustulokset ovat viitearvojen yläpuolella eli liian korkeita
- Sininen väri kertoo, että mittaustulokset ovat viitearvojen alapuolella eli liian matalia

Värimaton yläreuna näyttää rainan oikealta sivulta mitatut mittaustulokset ja alareuna vasemmalta sivulta mitatut mittaustulokset.

3 MITTAKORTIN VAIHTO

Ilmanläpäisyalaite tarvitsee toimiakseen mittakortin. Se, minkä kokoinen kortti on laitteessa sisällä, näkyy päätteeltä kohdasta ”Orifice” (kuva 8). Tämä kohta on näytön oikeassa yläreunassa.



KUVA 8. Mittakortin koko

Jokaiselle laadulle on olemassa tietty mittakortti, jota käytetään ilmanläpäisyä mitattaessa. Kortin koko riippuu tuotantolinjastossa sillä hetkellä valmistettavan laadun mittausalueesta. Mittausalueet ja mittakortin koot on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Mittakortin koko ja mittausalue

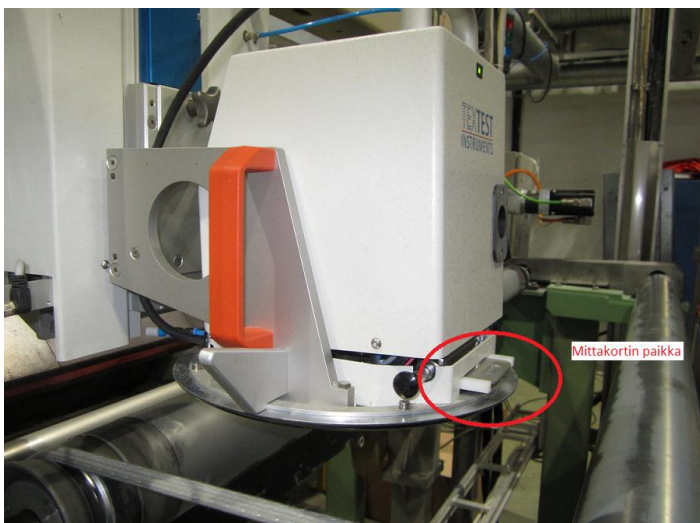
Mittakortin koko (mm)	Mittausalue (l/m ² /s)
4.5	88 - 320
5.8	140 - 510
7.4	220 - 820
9.6	380 - 1 300
12.4	610 - 2 200
16.0	990 - 3 600
20.7	1 600 - 5 900
26.7	2 600 - 9 800

Yhdessä mittakortissa on kaksi eri kokoa, joten yhtä korttia voi käyttää kahdella eri tapaa. Mittakortissa oleva luku kertoo kortissa olevan reiän koon. Kuvassa 9 on esitetty kaksi mittakorttia neljästä käytössä olevasta.



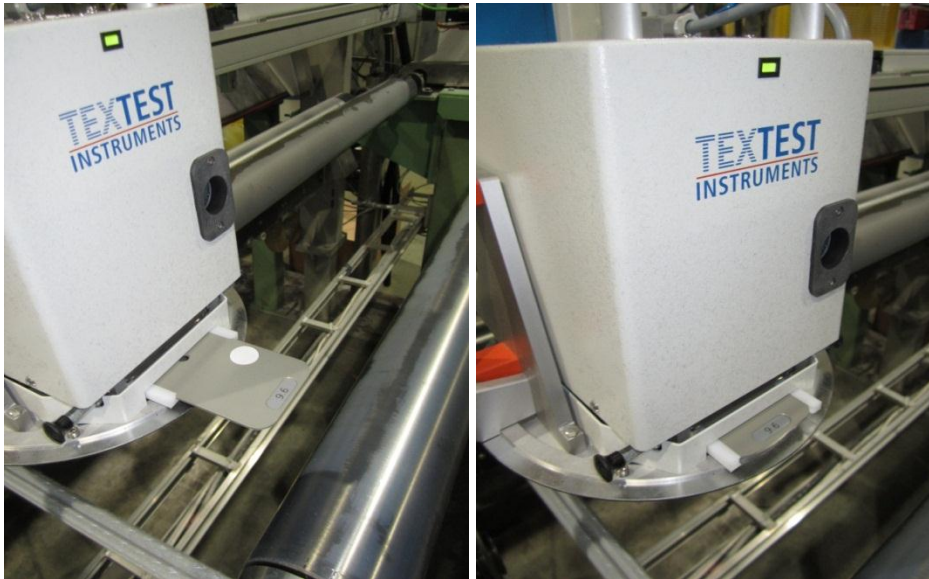
KUVA 9. Mittakortit (12.4, 16.0, 20.7 ja 26.7 mm)

Mittakortti laitetaan tuotantolinjalla olevan testipään alaosassa olevaan aukkoon kuvan 10 osoittamalla tavalla.



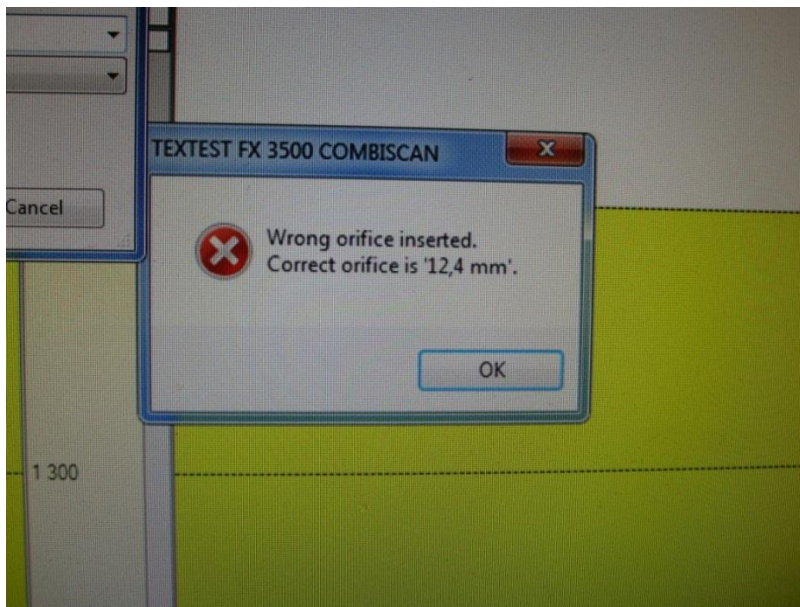
KUVA 10. Mittakortin paikka

Kortti laitetaan testipäessä olevaan aukkoon, niin että koko, jota käytetään, jää näkyviin aukon suulle (kuva 11).



KUVA 11. Mittakortin syöttö testipään aukkoon

Jos laitteessa oleva mittakortti on väärinpäin tai kokonaan väärän kokoinen, antaa laite hälytyksen, joka näkyy päätteellä. Hälytyksessä kerrotaan minkä kokoinen kortti laitteeseen täytyy vaihtaa (kuva 12).



KUVA 12. Hälytys mittakortin vaihtamisesta oikean kokoiseen

Kun mittakortti on vaihdettu oikean kokoiseen, kuitataan hälytys painamalla ``OK``, jonka jälkeen laite käynnistetään painamalla päätteitä ``START``. Lopuksi valitaan vielä testityyliksi ``Zigzag-profile``.

4 LAITTEEN KÄYNNISTÄMINEN OFFLINE-TILASTA

Jos laite on jostain syystä pysäytetty kokonaan, täytyy se käynnistää seuraavalla tavalla: Ensiksi ilmanläpäisy-laite käynnistetään tuotantolinjastolla olevasta ohjausyksiköstä painamalla sinistä ``START``-painiketta (kuva 13). Kun painikkeeseen syttyy valo, on laite käynnissä. Tämän jälkeen voidaan aukaista TEXTEST-ohjelma ja käynnistää laite päätteeltä. Jos TEXTEST-ohjelma on käynnissä ennen sinisen ``START``-painikkeen painamista, laite **ei käynnisty**.



KUVA 13. Ohjausyksikön käynnistuspainike

Kun molemmista, ohjausyksiköstä sekä päätteeltä on painettu ``START``-painiketta, täytyy vielä valita testityyli. Vaihtoehdot ovat ``Cross profile``, ``Length profile`` ja ``Zigzag-profile``, joista valitaan ``**Zigzag-profile**``.

HUOM! Ohjausyksikön (kuva 13) vasemmalla sivulla on laitteen pääkatkaisija (kuva 14), jonka asento kannattaa tarkistaa, jos laite ei käynnisty sinistä ``START``-painiketta painamalla.

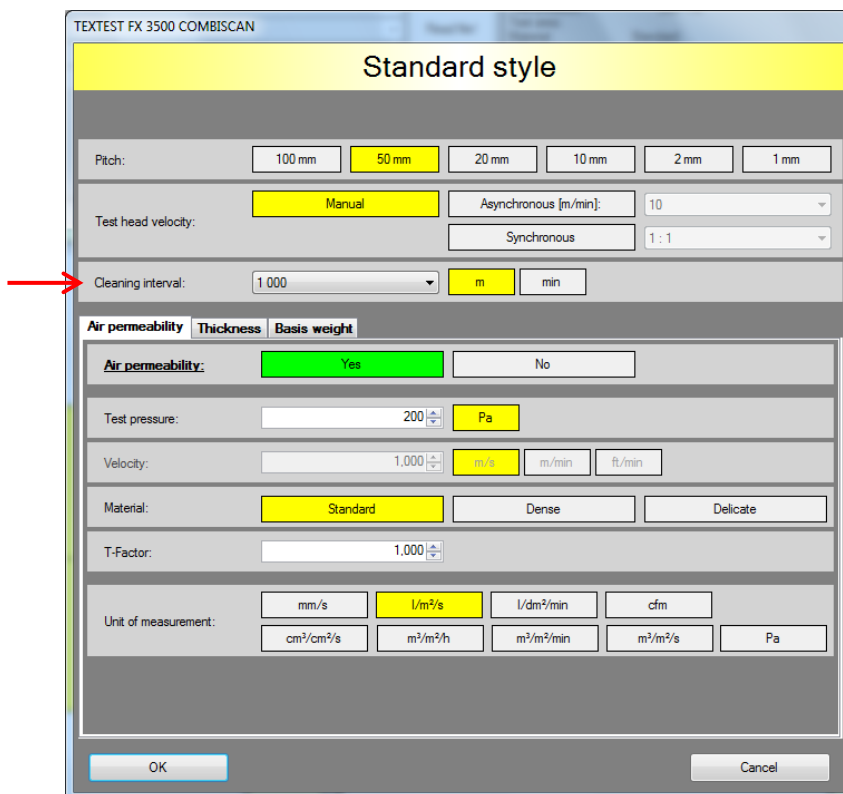


KUVA 14. Laitteen pääkatkaisija

5 LAITTEEN HUOLTO

Ilmanläpäisylaitetta ei tarvitse juurikaan huoltaa käyttäjän toimesta. Jotkin useammin toistuvat huoltotoimenpiteet ovat automatisoituja ja ne on määritelty ohjelmaan; yksi tällaisista toimenpiteistä on testipään puhdistus pölystä ja liasta.

Testipään puhdistus on määritetty tapahtumaan automaattisesti ja puhdistus tapahtuu 500 metrin välein. Testipään puhdistus voidaan asentaa tapahtumaan joko tietyin välimatkoin tai ajan mukaan. Jos puhdistusväliä tarvitsee muuttaa tiheämmäksi, niin sen voi tehdä ``Standard style``-valikossa (kuva 15). ``Standard style``-valikosta kohdasta ``Cleaning interval`` voi alasvetovalikosta muuttaa puhdistusväliä.



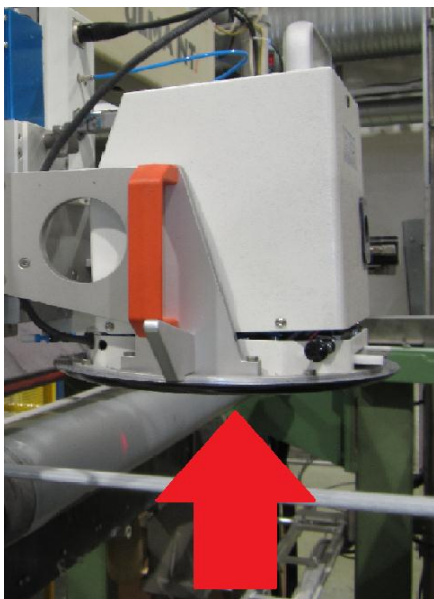
KUVA 15. Standard style –valikko

Puhdistusta varten testipää liikkuu radan sivuun niin sanottuun kotiasemaan, jossa puhdistus tapahtuu. Testipään puhdistus kestää muutamia sekunteja. Puhdistuksen jälkeen testipää jatkaa automaattisesti mittauksia.

Testipäälle (kuva 16) täytyy suorittaa myös **mekaaninen puhdistus** tietyin väliajoin. Testipää likaantuu helposti, eikä automaattisesti tietyin väliajoin tapahtuva puhdistus yksinään riitä pitämään testipäätä tarpeeksi puhtaana. Testipään mitta-aukkoon kerääntyy helposti irtonaisia kuituja sekä muuta pölyä ja likaa, joka johtaa siihen, että mitta-aukko tukkeutuu ja ilmanläpäisyarvot vääristyvät.

Testipään mekaanisen puhdistuksen suoritus:

- Paina päätteeltä **STOP**-painiketta, jotta laite pysähtyy ja testipää kulkeutuu laitteen sivulle niin sanottuun kotiasemaan.
- Irroita mitta-aukkoon menneet kuidut sekä muu lika käsin.
- Pyyhi koko testipään alaosa (kiekko) siihen tarkoitettulla liinalla puhtaaksi.
- Kun testipää on puhdistettu, voi laitteen käynnistää uudelleen painamalla päätteeltä **START**-painiketta ja valitsemalla sen jälkeen testityyliksi **Zigzag-profile**.



KUVA 16. Testipää.

HUOLLON YHTEYSTIEDOT:

TEXTTEST AG, Schwerzenbach, Sveitsi

Puh. +41 (0)44 321 21 41

Faxi. +41 (0)44 321 21 43