
Tilaja Terveysilma Oy
Peter Schlauf
Sänkitie 21
00391 Helsinki

Tilaus Tilaus maililla 19.02.2001/P. Schlauf

Yhteyshenkilö VTT:ssä Keijo Kovanen
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
PL 1804
02044 VTT

Puh. 09-456 4727

Tehtävä **Ikkunan tuuletusluukkuun liitetyn ulkoilmaventtiilin Velco VT-100 testaus tyyppihyväksyntää varten**

Yleistä Ikkunan tuuletusluukkuun liitetyn ulkoilmaventtiilin Velco VT-100 toimintaperiaatteena on esilämmittää, suodattaa ja äänieristää ulkoilma tuuletusluukun välitilassa, ennenkuin ilma johdetaan huonetilaan.

Ikkunan tuuletusluukkuun liitetyn ulkoilmaventtiilin periaate perustuu ulkoilman johtamiseen ikkunan tuuletusluukkuosan ulkoilmasäleikön ja tuuletusluukun sisällä olevan suodatin- ja ääniloukun kautta ikkunan tuuletusluukun etupaneelissa olevan ulkoilmaventtiilin kautta huonetilaan. Ulkoilmaventtiili on varustettu termostaatilla, joka säätää automaattisesti venttiilin avausta ulkolämpötilan mukaan. Suodattimena käytettiin 3M:n valmistamaa Filtrete-elektreettisuodatinta (G-Lam), joka oli asennettu tarrakiinnityksellä koko tuuletusluukun ulkosäleikön pinnassa ollutta hyttysverkkoa vasten.

Testauksen kohde Tilaaja toimitti MSE 1200 x 1200/175 mm ikkunan (Ruutukaari Oy), joka oli varustettu 240 x 1150 mm tuuletusluukulla. Tuuletusluukku sijaitsi huoneesta päin katsottuna ikkunan oikeassa reunassa. Ikkuna oli 3-lasinen ja sen sisälasi oli Argon-täytteinen selektiivilasi. Tuuletusluukun sisäpuolella oli ääniloukku (180x600x45 mm), jonka alareunan aukosta (25-30x150 mm) ilma johdettiin ulkoilmaventtiilille. Ulkoilmaventtiili sijaitsi noin 1,85 m:n korkeudella lattiasta.

Tilaaja toimitti yhteensä 4 kpl ulkoilmaventtiilejä. Ikkunaan asennettiin 1 ulkoilmaventtiili/koe. Kaikki koekappaleet yksilöitiin numeroimalla ne.

Tilaaajan esittämä periaatekuva tuloilmaikkunaan liitetystä ulkoilmaventtiilistä komponentteineen on liitteissä 1 a ja 1 b. Siitä ilmenevät myös asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet, sekä venttiilinmittatiedot.

Testausmenetelmä

Mittaukset tehtiin tyyppi hyväksyntä- ja testausohjeen 6782/533/88 mukaisilla menetelmillä ja kalibroituilla laitteilla, joiden arvioitu mittausepävarmuus ei ylitä ohjeessa annettuja enimmäisarvoja /1/. Tämä tutkimusselostus sisältää kaikki tyyppi hyväksyntäkokeissa tarvittavat mittaukset (tilavuusvirran kenttämittausmenetelmän määrittäminen, tilavuusvirta-paine-erokäyrästä, vedottomuskokeet ja kondenssialttiuskokeet) lukuunottamatta ääneneristävyys mittauksia. Tämä tutkimusselostus ei sisällä venttiilin ja sen komponenttien toimivuskokeita todellisessa käyttöympäristössä.

Mittaukset ovat päteviä vain mitatuille venttiileille ja komponenteille, sekä käytetyille koejärjestelyille.

Mittaukset ja testaustulokset

Tilavuusvirran kenttämittausmenetelmä

Mittaukset tehtiin testausohjeen kohdan 3.4.2 mukaan.

Mittausten tarkoituksena oli kalibroida menetelmä, jolla venttiilin tilavuusvirta voidaan mitata kenttäolosuhteissa. Tilaaaja ilmoitti kenttämittauksessa käytettävän mittaria termoaanemometri Testo 405-V1, johon oli yhdistetty anemometritorvi Testovent 415. Mittari on tarkoitettu pääasiassa poistoilmamäärien mittaamiseen. Testo-mittarilla mitattua tilavuusvirtaa verrattiin VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan mittalaippaputkella mitattuun arvoon. Testo-termoaanemometri mittaa ilman virtausnopeutta niin, että mittarin anturi laitetaan anemometritorven sisään virtaussuuntaan nähden oikein päin ja anemometritorvi asetetaan tiiviisti ulkoilmaventtiilin ympärille. Lukema (m/s) luetaan anturin lämpötilan tasaantumisen jälkeen. Mittauksissa havaittiin, että lukema ei pysy stabiilina, vaan se muuttuu tietyn vaihteluvälin alueella. Lukemaksi otettiin vaihteluvälin keskiarvo. Saatu ilmavirran nopeuslukema kerrottiin kertoimella 22 (mittarin maahantuojan ilmoitus) ja saatu lukema jaettiin arvolla 3.6, jolloin tulokseksi saatiin arvo tilavuusvirtana (dm^3/s). Tilavuusvirtaa ja venttiilin avausta vaihdeltiin ulkoilmaventtiilin tavallisella käyttöalueella.

Mittauksissa mitattiin 3 eri venttiiliä. Mittaukset tehtiin kolmella eri ulkolämpötilalla +20, 0 ja -20 °C, joita vastaavat venttiilin avaukset olivat noin 15-17 mm, 4-6 mm ja 2-3 mm.

Vertailun tulokset on esitetty kalibrointikäyrän muodossa liitteessä 2. Käyrän kokonaisepävarmuus sisältää kokeessa käytetyn Furness-mikromanometrin

epävarmuuden, tilavuusvirran laippaputkimittauksen epävarmuudet, sekä asetusten (venttiilin avaus) vaihteluista ja koekappaleiden keskinäisistä eroista johtuvan sisäiset epävarmuudet.

Venttiilin käyttöpaikalla tehtävän yksittäisen mittauksen keskihajonnasta johtuvaksi epävarmuudeksi arvioidaan koesarjan perusteella $0.8 \text{ dm}^3/\text{s}$. Arvio pätee mittausalueella $3 \dots 12 \text{ dm}^3/\text{s}$. Epävarmuus on ilmaistu 95 % luottamustasolla. Kenttämittauksen epävarmuus saadaan yhdistämällä tähän kenttämittauksessa käytettävän termoanemometrin epävarmuus.

Tilavuusvirta-paine-erokäyrästä

Mittaukset tehtiin testausohjeen kohdan 3.4.1 mukaan.

Venttiilien läpi puhallettiin 5 eri suuruista tilavuusvirtaa paine-eroalueella $3 \dots 20 \text{ Pa}$. Mittauksissa mitattiin 3 eri venttiiliä, joista saatiin mittauskäyrä mittaustulosten keskiarvoista. Mittaukset tehtiin kolmella eri ulkolämpötilalla $+20$, 0 ja $-20 \text{ }^\circ\text{C}$, joita vastaavat venttiilin avaukset olivat noin $16\text{-}17 \text{ mm}$, $5\text{-}6 \text{ mm}$ ja $2\text{-}3 \text{ mm}$.

Mittausarvot on esitetty käyrinä liitteessä 3 ja ne on muunnettu tiheyteen 1.2 kg/m^3 .

Vedottomuus

Mittaukset tehtiin testausohjeen kohdan 3.4.3 mukaan.

Mittausten alussa tarkkailtiin venttiilin virtauskuvion muotoa merkkisavulla tuloilman heittokuvion hahmottamiseksi, jolloin saatiin käsitys venttiilin tuloilmavirran aiheuttamista virtauksista koehuoneessa.

Vedottomuusmittaukset mitattiin ulkolämpötiloilla 0 ja $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. Koska venttiili on avaukseltaan kiinteäasentoinen kullakin ulkolämpötilalla, vedottomuuskokeissa mitattiin suurin mahdollinen vedoton ilmavirta ja sitä vastaava paine-ero. Sisälämpötilana pidettiin $21 \text{ }^\circ\text{C}$. Ulkolämpötilalla $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ikkunan alla olevaan levyradiaattoriin asetettiin ulkoa otetun ilman lämmitystä ulkolämpötilasta sisälämpötilaan vastaava lämmitysteho. Ulkolämpötilan ollessa $0 \text{ }^\circ\text{C}$ lämmityspatteria ei lämmitetty. Vetoisuutta mitattiin vain oleskeluvyöhykkeeltä. Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan sitä huonetilan osaa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on $1,8 \text{ metrin}$ korkeudella lattiasta ja sivupinnat $0,6 \text{ metrin}$ etäisyydellä seinistä. Ilman nopeudet ja lämpötilat eri

mittaustilanteissa mitattiin suuntariippumattomilla antureilla 1 ja 3 minuutin keskiarvomittauksina.

Vetoisuusraja-arvona oleskeluvyöhykkeellä pidettiin testausohjeen sivun 17 kuvan 3 vetokäyrää 3 /1/.

Tulokset vedottomuuskokeista on esitetty taulukossa 1 ja erät vastaavat virtauskuviot liitteissä 4 ja 5. Taulukossa 2 on ilmoitettu suurimmat vedottomat ilmavirrat 1 dm³/s tarkkuudella.

Taulukko 1. Vedottomuusmittaustulokset ulkolämpötiloilla 0 ja -20 °C.

t _s (° C)	t _u (° C)	Δp (Pa)	q _v (dm ³ /s)	P (W)	t _{tulo} (° C)	t _{ikk.} (° C)	v (m/s)	t (° C)	veto- käyrä (nro)	venttiilin avaus (mm)
21.1	0.1	7.5	5.0	0	2.4	17.4	0.19	19.4	3	5-6 mm
21.3	-19.9	19.7	4.1	211	-17.3	14.6	0.19	19.8	3	2-3 mm

- t_s sisälämpötila 1.1 m:n korkeudella keskellä huonetta (tavoitearvo 21 °C)
 t_u ulkolämpötila (tavoitearvot 0 ja -20° C)
 Δp paine-ero (ulkoilma-sisäilma)
 q_v ilman tilavuusvirta (muunnettuna tiheyteen 1.2 kg/m³)
 P lämmityspatterin teho
 t_{tulo} tuloilman lämpötila ulkoilmaventtiilin tuloilma-aukossa
 t_{ikk.} sisäpuolen ikkunan pintalämpötila keskellä ikkunaa huoneen puolella
 v ilman suurin nopeus oleskelualueella
 t ilman lämpötila v:n kohdalla (tavoitearvoon korjattuna)
 vk vetokäyrä, jota ei ylitetä

Taulukko 2. Suurimmat vedottomat ilmavirrat 1dm³/s tarkkuudella.

t _u (° C)	Δp (Pa)	q _v (dm ³ /s)	vk (nro)
0	7.5	5.0	3
-20	19.7	4.0	3

- t_u ulkolämpötila
 Δp paine-ero
 q_v ilman tilavuusvirta
 vk vetokäyrä, jota ei ylitetä

Kondenssialttius

Mittaukset tehtiin testausohjeen kohdan 3.4.5 mukaan

Koehuoneen kosteutta säädettiin ilmankostuttimella. Suhteellinen kosteus vaihteli kokeen aikana 25-33 %:n välillä. Ulkolämpötila oli noin -20°C ja sisälämpötila noin 21°C. Ulkoilman tilavuusvirta ja paine-ero oli sama kuin vedottomuuskokeissa vastaavalla ulkolämpötilalla saatu suurin vedoton tilavuusvirta eli 4 dm³/s ja 19.7 Pa.

Kokeen aikana tarkkailtiin, muodostuuko venttiiliin vettä tai jäätä ja sulatettaessa sitä, valuuko vesi mahdollisesti ikkuna- ja seinärakenteisiin. Noin 11 tunnin kuluttua kondenssikokeen aloituksesta, kun jatkuvuustila oli saavutettu havaittiin, että venttiilin kannen ja kauluksen tuloilmaraon puoleisilla sivuilla oli hiukan huurretta noin 1 mm leveydeltä.

Sulatettaessa vain muutamia vesipisaroita tippui lattialle. Veden valumista rakenteisiin ei havaittu. Suurin osa tiivistyneestä vedestä haihtui venttiilin pinnoilta huoneilmaan.

Espoossa 13.06.2001

Ryhmäpäällikkö

Ismo Heimonen

Erikoistutkija

Keijo Kovanen

Liitteet	5 kpl		
Jakelu	Tilaaaja VTT/Arkisto	Alkuperäinen Alkuperäinen	
Lähdeluettelo	/1/ Ulkoilmalaimien virtaus- ja äänitekniiset tyyppihvaksyntä- ja testausohjeet 1988. Dnro 6782/533/88.		