

Ilmanpitävyyden mittausraportti

Pientalo
Ylätalonkuja 1
07170 Pornainen



ILMANPITÄVYYSLUOKITUS		n_{50} -LUKU	q_{50} -LUKU
$\leq 0,6$	A	0,5 1/h	0,5 m ³ /m ² h
0,7 - 1,0	B		
1,1 - 1,5	C		
1,6 - 2,0	D		
2,1 - 3,0	E		
3,1 - 4,0	F		
$\geq 4,1$	G		

Laatija: Suunnittelutoimisto Dimensio Oy
26.9.2014

Sisällysluettelo

1 Rakennuksen ilmanpitävyyssmittaus	3
1.1 Mittauskohteen tiedot	3
1.2 Mittauksen yleistiedot	3
1.3 Mittausten rajaus	3
1.4 Mittausajankohdan olosuhteet	4
1.5 Suoritetut mittaukset	4
2 Mittausten tulokset	5
3 Lisätietoja rakennuksen ilmanpitävyydestä	6
3.1 Suunnittelutoimisto Dimensio Oy	6
3.2 Tietoja ilmanpitävyydestä ja sen vaikutuksista	6
3.3 Mittauslaitteisto	7
Liitteet	
Liite 1: Todistus ilmanpitävyydestä ja tekninen raportti, 7 sivua	
Liite 2: Mittauksen esivalmistelut, 2 sivua	

1 Rakennuksen ilmanpitävyyssmittaus

1.1 Mittauskohteen tiedot

Mittauskohteen osoite:	Pientalo, Ylätalonkuja 1, 07170 Pornainen
Talotyyppi:	Pientalo
Alapohja:	Betonirakenteinen alapohja
Ulkoseinät:	Puurunkoiset seinät höyrynsulkumuovilla
Yläpohja:	Puurunkoinen yläpohja höyrynsulkumuovilla
Ilmanvaihto:	Koneellinen ilmanvaihto lämmöntalteenotolla
Rakennusvuosi:	2014
Kohteen kerrosluku:	1
Mittauskohteen laajuus:	Koko pientalo

Rakennuksen valmiusaste mittaushetkellä: katso liite 1, sivu 6

1.2 Mittausten yleistiedot

Mittauksen laajuus:	Rakennuksen ilmanvuotolukumittaus
Suoritusajankohta:	26.9.2014
Mittausten tilaaja:	Jamarak Oy, Mikko Mörö, Akselintie 5, 04600 Mäntsälä
Tutkimuksen suorittaja:	Suunnittelutoimisto Dimensio Oy, Pihkatie 5, 00410 Helsinki <ul style="list-style-type: none">- Ingo Achilles, arkkitehti, DI, VTT:n sertifioitu rakennuksen tiivistymismittaja (Sertifikaatin nro: VTT-C-6627-31-11), gsm. 050 336 2015, e-mail: ingo.achilles@dimensio.org- Valeri Nikeshin
Mittauslaitteet:	Minneapolis Blower Door -paine-erolaite, lämpökamera Flir B 250 ja Anemometri Airflow TA7
Mittauksen aikaiset toimenpiteet:	Mittausta varten suoritettiin liite 1, sivu 6:n mukaiset väliaikaiset tiivistystoimenpiteet.

1.3 Mittausten rajaus

Mittauskohteen laajuus: Koko pientalo

Kohteen tilavuus: 337 m³
Kohteen vaipan pinta-ala: 389 m²

Rakennuksen laajuustiedot mitattiin paikan päällä lasermittarilla.

1.4 Mittausajankohdan olosuhteet

Ulkolämpötila:	10°C
Sisälämpötila:	24°C
Tuuli:	3 m/s etelästä
Ilmanpaine:	1009 hPa
Paine-ero:	-1,0 Pa

1.5 Suoritetut mittaukset

Mittaukset tehtiin Euroopan standardin EN 13829 B-menetelmän mukaisesti. B-menetelmä soveltuu silloin, kun tarkistetaan rakennuksen vaipan ilmanpitävyyttä.

Mittauskohteen ilmanpitävyys tarkastettiin mittaamalla ilmanvuotoluku ali- ja ylipainemittauksella.

2 Mittausten tulokset

Kun mitattiin rakennuksen ilmanvuotoluku, saatiin seuraavat tulokset:

Alipainemittauksen ilmanvuotoluku:	$n_{50} = 0,5 \text{ 1/h,}$	$q_{50} = 0,4 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$
Ylipainemittauksen ilmanvuotoluku:	$n_{50} = 0,6 \text{ 1/h,}$	$q_{50} = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$
Ilmanvuotolukujen keskiarvot:	$n_{50} = 0,5 \text{ 1/h,}$	$q_{50} = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$

Tarkka mittauspöytäkirja on liitteessä 1.

Tämä tarkoittaa, että mittauskohteen ilma vaihtuu vuotokohtien kautta 0,5 kertaa tunnissa 50 Pa paine-erolla.

Mittauksen vaipan pinta-alaan suhteutettu ilmanvuotoluku (q_{50}) oli $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Tämä arvo kuvaa rakennuksen ilmanpitävyydestä paremmin kuin sisäilmatilavuuteen suhteutettu n_{50} -arvo, koska se ilmoittaa, kuinka ilmanpitävä talo on vaippapinta-alan neliometriä kohti.

Vuosina 2002–2004 Tampereen teknillisen yliopiston tekemän tutkimuksen (Kosteusvarma terve pientalo) mukaan rakenteeltaan vastaavanlaisten (puurunkotalot höyrynsulkumuovilla) pientalojen keskimääräinen ilmanvuotoluku Suomessa oli $3,9 \text{ 1/h}$. Todettakoon myös, että 30.6.2012 saakka voimassa olleen Suomen rakentamismääräyskokoelman D 3 -osan suosituksen mukaan rakennuksen ilmanvuotoluvun olisi tullut olla enintään 1 1/h . Sen jälkeen, 1.7.2012 alkaen, voimassa olevan D 3 -osan mukaan rakennusvaipan ilmanvuotoluku q_{50} saa olla enintään $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$. Samassa rakennusten energiatehokkuutta koskevassa määräyksessä esitetään kuitenkin, että ”kosteusteknisen turvallisuuden, hyvän sisäilmaston ja energiatehokkuuden kannalta tulisi rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q_{50} olla enintään $1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.” Kansainvälisesti käyttöön otettu passiivitalon ilmanvuotoluvun raja-arvo on $0,6 \text{ 1/h}$.

Kun vertaillaan mitatun rakennuksen ilmanvuotolukua ”Kosteusvarma terve pientalo” -tutkimuksesta saatuun mittaustulokseen, rakennuksen ilmanpitävyyden voi arvioida olevan erittäin hyvä ko. rakennustyyppille. Rakennuksen ilmanvuotoluku on paljon parempi kuin em. tutkimuksen puurunkotalojen keskimääräinen mittaustulos. Siitä huolimatta, että viime vuosina rakennusten ilmanpitävyyteen on kiinnitetty entistä enemmän huomiota ja vaikka em. tutkimuksen tulokset eivät kuvaa käsityksemme mukaan enää hyvin tarkasti uusien rakennusten keskimääräistä ilmanvuotolukua, voidaan tätä mittaustulosta pitää erinomaisena. Mitattu ilmanvuotoluku n_{50} alittaa jopa passiivitalojen raja-arvon, mitä voidaan pitää erittäin hyvänä saavutuksena. Myös rakennuksen vaipan pinta-alaan suhteutettu ilmanvuotoluku q_{50} , johon kannattaakin ensisijaisesti kiinnittää huomiota, on erinomainen. Mittaustulos osoittaa, että rakennuksen vaipan ilmanpitävyys on noin 8-kertaa parempi kuin ”Kosteusvarma terve pientalo” -tutkimuksessa mitattujen rakenteeltaan vastaavanlaisten puurunkotalojen vaipparakenne.

Mitattu ilmanvuotoluku alittaa Suomen rakentamismääräyskokoelman raja-arvon selkeästi.

3 Lisätietoja rakennuksen ilmanpitävyydestä

3.1 Suunnittelutoimisto Dimensio Oy

Suunnittelutoimisto Dimensio Oy on rakennusten ilmanpitävyyssmittaukseen erikoistunut yritys. Ilmanpitävyyden mittauksella varmistetaan rakentamisen laatua ja ilmanvaihdon toimivuutta. Dimensio Oy tarjoaa ilmanpitävyyden mittauspalvelua tarkalla ja luotettavalla paine-eromenetelmällä. Mittauksella löydetään rakennuksen ilmanvuotokohdat ja saadaan selville rakennuksen tarkka ilmanvuotoluku, jota voidaan verrata Suomen rakennusmääräyskokoelman määräyksiin.

3.2 Tietoja ilmanpitävyydestä ja sen vaikutuksista

Rakennuksen ilmanpitävyys tarkoittaa sitä, ettei rakennuksessa ole hallitsemattomia ilmanvuotokohtia. Hallitsemattomat ilmavuodot rakenteissa aiheutuvat rakennusvaiheessa jääneistä raoista, asennuksissa vioittuneista höyrysuluista sekä käytössä kuluneista rakennusosista ja tiivisteistä. Ilmanvuotokohtia voi olla myös ikkunoiden ja ovien liitoksissa. Selvimmin ilmanvuotokohtien vaikutus tuntuu vetona, kun kylmä ulkoilma virtaa sisään.

Ilmanvuotokohdat heikentävät merkittävästi rakennuksen laatua. Kun ilmanpitävyyteen kiinnitetään huomiota jo rakennuksen suunnittelu- ja rakennusvaiheessa, voidaan poistaa monia jatkossa ilmeneviä ongelmia. Rakennuksen ilmanpitävyys vaikuttaa oleellisesti esimerkiksi rakenteiden kosteudensiirtoon. Ilmanpitävässä rakennuksessa kosteus ei pääse ilmanvuotokohtien kautta rakenteisiin eikä siten aiheuta kosteusvaurioita.

Lisäksi ilmanpitävyys mahdollistaa rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän parhaan mahdollisen ja suunnitellun toiminnan. Toimiva ilmanvaihto ylläpitää terveellistä sisäilmaa, ja vaikuttaa näin olennaisesti asumisviihtyvyyteen ja asumisen terveellisyyteen. Viime vuosina on usein syytetty liian ilmanpitäviä rakenteita sisäilman ongelmista. On huomattava, että itse ilmanpitävyys ei kuitenkaan ole ongelmien syy. Syynä ovat sisäilman epäpuhtaudet ja puutteellinen ilmanvaihto niiden torjunnassa.



Seuraavassa esitellään asumislaatuun liittyviä etuja, joita saavutetaan, kun varmistetaan, että talo on ilmanpitävä.

Lämmitysenergian kulutus laskee

- Kun ilmanvuotoja ei ole, lämmitykseen vaadittava energiamäärä laskee (AISE-tutkimus: ” yksikön lisäys ilmapuotoluvussa merkitsee noin 7%:n lisäystä tilojen ja ilmanvaihdon lämmitysenergiankulutuksessa”)
- Huoneen lämpötilaa voidaan alentaa, koska vetoa ei ole
- Lämmöntalteenottolaite toimii tehokkaasti

Ilmanvaihto toimii tehokkaasti

- Ilmanlaatu paranee ja epäpuhtaudet poistuvat sisäilmasta nopeasti
- Huoneilma tuntuu raikkaalta ja hajut eivät liiku rakennuksen sisällä
- Saavutetaan asumislaatu, joka sopii myös allergikoille

Rakennusvaurioita voidaan ennaltaehkäistä

- Rakennuksen ilmankosteutta voidaan kontrolloida
- Ilmankosteus ei pääse rakenteisiin ja näin ennaltaehkäistään kosteusvaurioita

Ääneneristys paranee

- Melun kulkeutuminen rakennuksen ulkopuolelta rakennukseen ja rakennuksen sisällä huoneesta toiseen vähenee

Paloturvallisuus paranee

Palon sattuessa tuli leviää hitaammin, koska turhia ilmanvuotoja ei ole

3.3 Mittauslaitteisto

Ilmanpitävyysmittauslaitteistoon kuuluu voimakas, kalibroitu puhallin, joka asennetaan mittauskohteen ulko-oveen. Puhallin puhaltaa ilmaa rakennukseen tai rakennuksesta pois, jotta saadaan aikaan paine-ero rakennuksen ulko- ja sisäpuolen välillä. Paine-ero pakottaa ilman kaikkien rakennuksen ulkokuoren reikien ja läpivientien läpi. Kun mitataan puhaltimen läpivirtaava ilmanmäärä ja verrataan sitä rakennuksen sisätilavuuteen, saadaan mittauskohteen ilmapuotoluku.

Ilmanpitävyydestä tehdään ali- ja/tai ylipaineella. Rakennuksen ilmanpitävyys mitataan eri paine-eroilla vähintään 5 kertaa. Lopullinen ilmanpitävyysarvo on näissä mittauksissa saatujen tulosten keskiarvo.

Mitä ilmanpitävämpi rakennus on sitä vähemmän ilmaa tarvitaan luomaan paine-ero. Kun mittauslaite ylläpitää haluttua paine-eroa, ongelmakohtat, eli ilmanvuodot, löytyvät joko kemiallisen savun, anemometrin tai infrapunakameran avulla. Suurimmat ilmanvuodot löytyvät myös kädellä tunnustelemalla.



TODISTUS

rakennuksen vaipan ilmanpitävyydestä

Mittauskohde:

Pientalo
Ylätalonkuja 1
07170 Pornainen

Mittauksen päivämäärä:

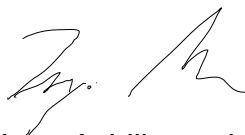
26.9.2014

EN 13829, menetelmän B mukaisesti tehdyssä ilmanpitävyyssmittauksessa kyseessä olevan mittauskohteen ilmanvuotoluvuksi saatiin:

$$n_{50} = 0,5 \text{ 1/h } (q_{50} = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h})$$

(n_{50} tarkoittaa vuotavan ilman määrää suhteessa mittauskohteen tilavuuteen mitattuna 50 Pa:n paine-erolla ja q_{50} vuotavan ilman määrää suhteessa mittauskohteen vaipan pinta-alaan mitattuna 50 Pa:n paine-erolla)

Helsinki, 26.9.2014



Ingo Achilles, arkkitehti, DI
VTT-sertifioitu tiiviidenmittaaja
(VTT-C-6627-31-11)

Suunnittelutoimisto Dimensio Oy
Pihkatie 5
00410 Helsinki



S u u n n i t t e l u t o i m i s t o D I M E N S I O O Y

Pihkatie 5 | 00410 Helsinki | tel. +358 50 336 2015 | ingo.achilles@dimensio.org | www.dimensio.org

Dimensio Oy:n ilmanpitävyydsmittauksen pöytäkirja

Syötä manuaalisesta mittauksesta saadut tiedot

Pääsy tietokenttään, johon voi kirjata
ylös manuaalisen mittauksen tulokset

Lue automaattisesta mittauksesta saadut tiedot

Alipainemittaus

V50 =	172	m ³ /h
n50 =	0,5	1/h
q50 =	0,4	m ³ /m ² h

Ylipainemittaus

V50 =	193	m ³ /h
n50 =	0,6	1/h
q50 =	0,5	m ³ /m ² h

Tulos

Ali- ja / tai ylipainemittauksen keskivaro:	n50 =	0,5	1/h
	q50 =	0,5	m ³ /m ² h

Vaatimus

 ▼

Tarkista mittauspöytäkirja

Dimension ilmanpitävyyssmittauksen pöytäkirja

Laskelmaperuste EN 13829, Menetelmä B

Minneapolis BlowerDoor Modell 4 - Tectite Express 3.6.7.0

Kohde: Pientalo Ylätalonkuja 1, 07170 Pornainen	Mittauksen tekijä: Valeri Nikeshin Mittauksen pvm: 26.9.2014
--	---

Ilmastotiedot

Sisälämpötila: 24 °C	Rakennuspaineen mittauskohdat: 1
Ulkolämpötila: 10 °C	Tuulenoimakkuus: 2
Ilmanpaine: 100900 Pa	Rakennuksen paikka: B
	Tuulesta johtuva mittausepäätarkkuus: 2 %

Alipaine

Luonn. paine-ero	Δp_{01+}	Δp_{01-}	Δp_{02+}	Δp_{02-}
	-	-0,5 Pa	-	-0,9 Pa

Ylipaine

Luonn. paine-ero	Δp_{01+}	Δp_{01-}	Δp_{02+}	Δp_{02-}
	-	-0,4 Pa	0,3 Pa	-0,3 Pa

Mittaukset

Vähennys-suojat	Rakennus-paine	Puhallin-paine	Tilavuus-virta V_r	Poikkea-ma	Vähennys-suojat	Rakennus-paine	Puhallin-paine	Tilavuus-virta V_r	Poikkea-ma
O ABCDE	[Pa]	[Pa]	[m³/h]	[%]	O ABCDE	[Pa]	[Pa]	[m³/h]	[%]
Δp_{01}	-0,5	—	—	—	Δp_{01}	-0,4	—	—	—
C	-51	73	177	0,11	C	49	82	188	0,61
C	-45	63	164	-0,11	C	45	72	175	-0,53
C	-41	54	152	0,02	C	40	62	162	0,14
C	-35	44	136	-0,20	C	35	52	148	-0,71
C	-31	37	125	0,23	C	29	43	134	0,45
C	-26	29	110	-0,05	C	25	34	119	0,04
Δp_{02}	-0,9	—	—	—	Δp_{02}	-0,1	—	—	—

Korrelaatiokerroin r:		1,000	Luotettavuusväli		Korrelaatiokerroin r:		1,000	Luotettavuusväli	
C_{env}	[m³/(h Pa ⁿ)]	11	max. 11	min. 11	C_{env}	[m³/(h Pa ⁿ)]	14	max. 16	min. 13
C_L	[m³/(h Pa ⁿ)]	11	max. 12	min. 11	C_L	[m³/(h Pa ⁿ)]	14	max. 16	min. 13
n	[-]	0,70	max. 0,71	min. 0,69	n	[-]	0,66	max. 0,69	min. 0,64

Tulos, Parametrit

V =	337 m³	A _F =		A _E =	389 m²
-----	--------	------------------	--	------------------	--------

	V ₅₀	Epä-varmuus	n ₅₀	Epä-varmuus	W ₅₀	Epä-varmuus	Q ₅₀	Epä-varmuus
	m³/h	%	h ⁻¹	%	m³/m²h	%	m³/m²h	%
Alipaine	172	+/- 6 %	0,5	+/- 6 %			0,4	+/- 6 %
Ylipaine	193	+/- 6 %	0,6	+/- 6 %			0,5	+/- 6 %
Keskiarvo	182	+/- 6 %	0,5	+/- 6 %			0,5	+/- 6 %

Vaatimukset

***		***		***	
-----	--	-----	--	-----	--

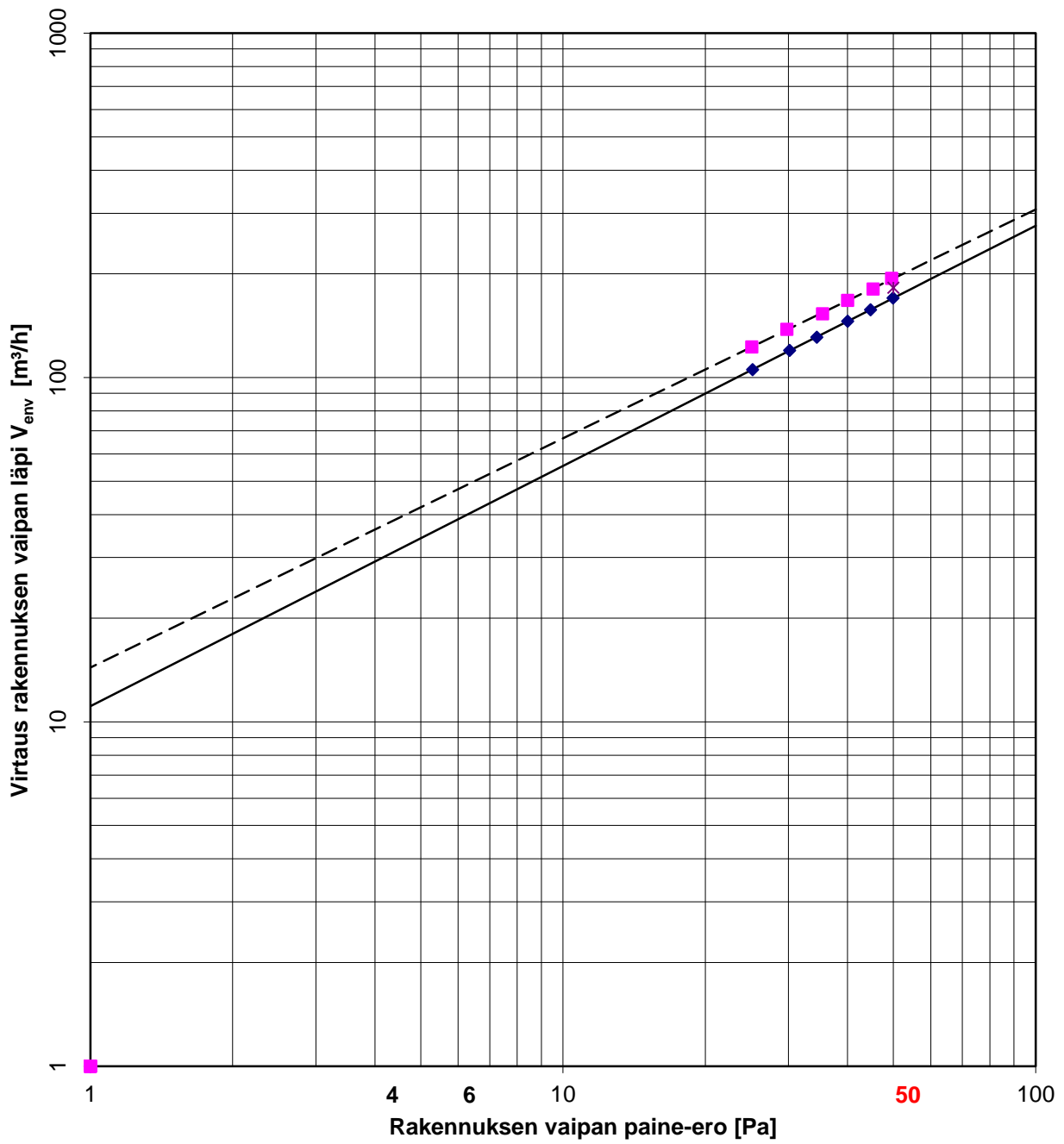
Huomautus: Mittaustulos ei kata piilossa olevia rakennusvirheitä.

Mittauksen tekijä: Valeri Nikeshin

Suunnittelutoimisto Dimensio Oy

Pihkatie 5, 00410 Helsinki

Ilmavuotokäyrä



- ◆ Virtaus alipaineessa (m^3/h)
- Virtaus ylipaineessa (m^3/h)
- Regressiosuora alipaine (m^3/h)
- - - Regressiosuora ylipaine (m^3/h)
- × Virtaus (keskiöity) 50 Pa paine-erolla (m^3/h)

Dimension ilmanpitävyyssmittauksen pöytäkirja

Menetelmä B

Huomautukset mittauksen kulusta

Kohde: Pientalo Ylätalonkuja 1, 07170 Pornainen
--

Mittauksen tekijä: Valeri Nikeshin Mittauksen pvm: 26.09.2014
--

BlowerDoor-laite sijoitettiin omakotitalon kodinhoitohuoneen ulko-oviaukkoon.

Mittausta varten tiivistettiin:

- IV-järjestelmän putkisto
- Liesituuletin
- Lattiakaivot
- WC-istuimet
- Viemärit

Rakennuksen valmiusaste mittaushetkellä:

- Alapohja (betonirakenteinen alapohja): asennettu ja päällystetty
- Ulkoseinät (puurunkoiset seinät höyrynsulkumuovilla): asennettu ja levytetty
- Yläpohja (puurunkoinen yläpohja höyrynsulkumuovilla): asennettu ja verhoiltu
- IV-järjestelmä (koneellinen ilmanvaihto lämmöntalteenotolla): asennettu ja toimintakunnossa

Dimension ilmanpitävyyssmittauksen pöytäkirja

Menetelmä B

Luonnolliset paine-erot ja virheiden arviointi

Kohde : Pientalo Ylätalonkuja 1, 07170 Pornainen	Mittauksen tekijä: Valeri Nikeshin Mittauksen päivämäärä: 26.9.2014
---	--

Alipaine

Mittausarvo	Luonnollinen paine-ero	
	Ennen mittausta	Mittauksen jälkeen
1	-0,9	-1,6
2	-0,8	-1,4
3	-0,8	-1,3
4	-0,8	-1,3
5	-0,8	-1,2
6	-0,7	-1,1
7	-0,7	-1,0
8	-0,7	-1,0
9	-0,6	-0,9
10	-0,6	-0,9
11	-0,5	-1,0
12	-0,5	-0,9
13	-0,5	-0,9
14	-0,5	-0,9
15	-0,4	-0,9
16	-0,4	-0,9
17	-0,3	-0,8
18	-0,3	-0,7
19	-0,3	-0,8
20	-0,3	-0,8
21	-0,4	-0,7
22	-0,4	-0,8
23	-0,4	-0,7
24	-0,3	-0,7
25	-0,3	-0,7
26	-0,3	-0,7
27	-0,3	-0,6
28	-0,3	-0,6
29	-0,3	-0,6
30	-0,3	-0,6

Ylipaine

Mittausarvo	Luonnollinen paine-ero	
	Ennen mittausta	Mittauksen jälkeen
1	-0,4	0,8
2	-0,4	0,6
3	-0,4	0,5
4	-0,4	0,3
5	-0,4	0,2
6	-0,4	0,1
7	-0,4	0,0
8	-0,4	0,0
9	-0,4	-0,1
10	-0,4	-0,1
11	-0,4	-0,1
12	-0,4	-0,1
13	-0,5	-0,2
14	-0,4	-0,2
15	-0,5	-0,2
16	-0,5	-0,2
17	-0,4	-0,2
18	-0,5	-0,2
19	-0,5	-0,3
20	-0,5	-0,3
21	-0,4	-0,3
22	-0,5	-0,3
23	-0,4	-0,3
24	-0,5	-0,3
25	-0,4	-0,3
26	-0,5	-0,3
27	-0,5	-0,4
28	-0,5	-0,4
29	-0,5	-0,4
30	-0,5	-0,5

Keskiarvot negatiivisista ja positiivisista mittaustuloksista

Keskiarvo	Δp_{01+}	Δp_{01-}	Δp_{02+}	Δp_{02-}
Keskiarvo	-	-0,5	-	-0,9

Keskiarvo	Δp_{01+}	Δp_{01-}	Δp_{02+}	Δp_{02-}
Keskiarvo	-	-0,4	0,3	-0,3

Keskiarvo kaikista mittaustuloksista

Luonnoll. paine-ero	Δp_{01} [Pa]	Δp_{02} [Pa]
Luonnoll. paine-ero	-0,5	-0,9

Luonnoll. paine-ero	Δp_{01} [Pa]	Δp_{02} [Pa]
Luonnoll. paine-ero	-0,4	-0,1

Huomautukset:

Virheiden arviointi:

Nimike	Kuvaus	Alipaine		Ylipaine	
a	Tilavuusvirtausta mittaavan laitteen epätarkkuus	+/- 4 %		+/- 4 %	
b	Rakennuspaineen mittauksen epätarkkuus	+/- 3 %	50 Pa	+/- 3 %	49 Pa
c	Tuulesta aiheutuva epätarkkuus	+/- 2 %		+/- 2 %	
d	Ilmanpaineesta aiheutuva epätarkkuus	+/- 2 %		+/- 2 %	
e	Ali- tai ylipainemittauksen poisjättämisestä aihe. virhe	+/- 0 %		+/- 0 %	
g	Pinta-alan ja tilavuuden laskemisvirhe	+/- 3 %		+/- 3 %	
tiedoksi	Vuotoilmavirtauksen tilastollinen virhe	+/- 0 %		+/- 1 %	

Mittausta varten tehdyt tiivistykset



Kuvat 1 ja 2: IV-järjestelmän putkisto tiivistettiin tiivistyspaloilla



Kuvat 3 ja 4: Liesituulettimen putkisto tiivistettiin teippaamalla



Kuvat 5 ja 6: WC-istuinien viemärit tiivistettiin kumipalloja käyttäen



Kuvat 7 ja 8: Lattiakaivot tiivistettiin teippaamalla



Kuvat 9 ja 10: Altan viemärit tiivistettiin teippaamalla