



## APAD paineentasainjärjestelmän suoritusarvojen määrittäminen

| Tilaja: APAD Teknologiat Oy

---

**Tilaja** APAD Teknologiat Oy  
Spinkkitie 22 B  
28300 Pori

**Tilaus** Tommi Arpoma, 16.3.2015

**Yhteyshenkilö** VTT Expert Services Oy  
Tuotepäällikkö Mikko Nyman  
Kemistintie 3, 02150 ESPOO  
PL 1001, 02044 VTT  
Puh. 020 722 4905  
Sähköposti mikko.nyman@vtt.fi

---

**Tehtävä** APAD paineentasainjärjestelmän suoritusarvojen määrittäminen.

Tilaaajan tavoitteena on simuloida alipaineistettavan tilan pölyntorjuntaratkaisua uudella aktiivisella paineentasaimella. Laboratoriokokeissa selvitetään APAD paineentasaimen kierrätysilmavirran (palautusilma) osuus suodatetusta ilmavirrasta erilaisilla paine-eron asetuservoilla. Tulosten perusteella voidaan arvioida tämän kierrätysilmatekniikan tuottamaa etua tilan ilmanvaihdon lämpöhäviön minimoimisessa.

**Näyte** Tilaajaa toimitti alipaineistajan ja APAD paineentasaimen, joiden kuvaus on liitteessä 1.

Näyte vastaanotettiin 04.02.2015.  
Mittaukset tehtiin 10.03.2015 – 22.04.2015.

**Mittausmenetelmät** Mittaukset suoritettiin ilmatiiviissä kaiuntahuoneessa (tilavuus 201 m<sup>3</sup>), jonka seinään asennettiin tarvittava poistoilmaliitäntä ja korvausilma-aukko. Poistoilmavirta johdettiin paineentasausjärjestelmän poistoletkua pitkin kaiuntahuoneesta ulos ja korvausilmavirta johdettiin kaiuntahuoneeseen seinässä olevasta aukosta. Korvausilma-aukon halkaisija eri mittaustilanteissa oli 100 mm, 150 mm, 200 mm tai 400 mm.

Alipaineistajan ja korvausilma-aukkojen ilmavirta kalibroitiin ennen mittauksia mittaamalla ilmavirrat standardien ISO 5167-1:2003 ja ISO 5167-2:2003 /1/ mukaan nurkkaulosotoin varustetuilla mittauslaipoilla.

Mittausjärjestely on kuvattu tarkemmin liitteessä 2.

FINAS-akkreditointipalvelu on akkreditoinut laboratoriomme (T001) tekemään standardien ISO 5167-1:2003, ISO 5167-2:2003, ISO 3741:2010 ja ISO 5801:2008 mukaiset mittaukset.

## Mittaustulokset

Mittaustulokset on esitetty liitteessä 3.

APAD paineentasainjärjestelmän toiminta oli suhteellisen vakaata, kun kierrätysilmavirran (palautusilma) osuus suodatetusta ilmavirrasta oli pienempi kuin 75 % käytetyillä paine-eron asetusarvoilla (6 Pa, 10 Pa ja 15 Pa). Ilmanvaihdon lämpöhäviö pienenee vastaavasti verrattuna siihen, että koko suodatettu ilmavirta poistettaisiin tilasta ulkoilmaan ja vastaava korvaava ulkoilmavirta jouduttaisiin lämmittämään.

Tilan ja sen ympäristön mitattu paine-ero poikkesi tilan ja sen ympäristön paine-eron asetusarvosta (tilanteissa, joissa laitteen toiminta oli suhteellisen vakaata eikä paine-ero ei huojunut kohtuuttomasti) eri mittaustilanteissa 2-6 Pa ja paine-eron huojunta oli mittauspisteestä riippuen  $\pm 4$  Pa.

Mittaustulokset pätevät vain mitatulle näytteelle.

## Viitteet

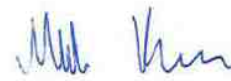
/1/ ISO 5167-1:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full. Part 1: General principles and requirements.

ISO 5167-2:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full. Part 2: Orifice plates.

Espoo, 18.5.2015



Mikko Nyman  
Tuotepäällikkö



Mikko Kousa  
Asiantuntija

## LIITTEET

3 kpl

## JAKELU

Tilaaaja  
Arkisto

Alkuperäinen  
Alkuperäinen

---

Laite: APAD paineentasainjärjestelmä  
**NÄYTTEEN KUVAUS**

APAD paineentasainjärjestelmän osat ovat alipaineistaja ja paineentasain. Paineentasain säätää tilan ja sen ympäristön välisen paine-eromittauksen perusteella tilan painetasoa muuttamalla poistoilmavirran ja kierrätysilmavirran suhdetta.

Tilaaajan ilmoittamat tiedot puhallinlaitteistosta (alipaineistaja):

Koko (Pituus x Leveys x Korkeus): 1090 mm x 610 mm x 750 mm

Ilmakanavan liitinyhteen halkaisija: 315 mm

Sähköliitäntä: 230V / 50 Hz

Nimellisteho: 1,5 kW

Nimellisilmamäärä: n. 3000 m<sup>3</sup>/h

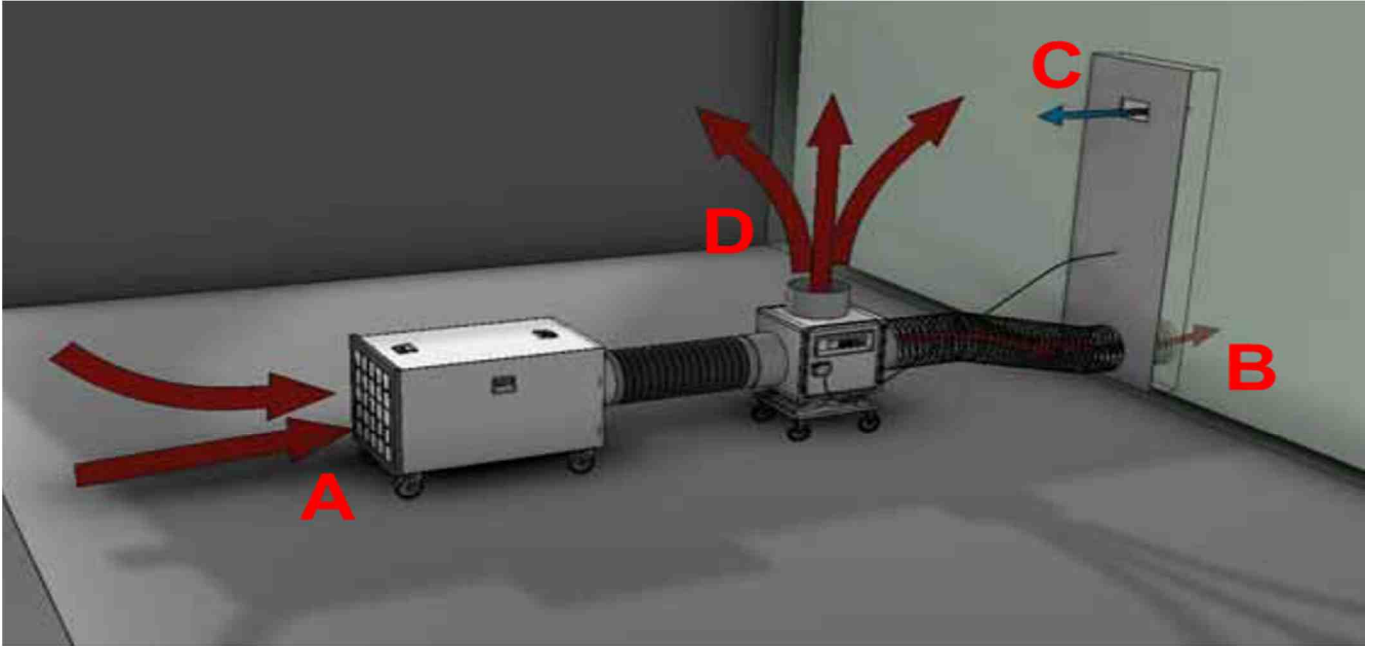
Tilaaajan ilmoittamat tiedot paineentasaimesta:

Koko (Pituus x Leveys x Korkeus): 610 mm x 610 mm x 700 mm

Ilmakanavien liitinyhteiden (3 kpl) halkaisija: 315 mm

Laite: APAD paineentasainjärjestelmä  
**MITTAUSJÄRJESTELY**

Mittauksissa määritettiin paineentasausjärjestelmän ilmavirta suurimmalla poistoilmavirralla ja suurimmalla kierrätysilmavirralla sekä erilaisilla tilan ja sen ympäristön paine-eroilla (suurimman poistoilmavirran ja suurimman kierrätysilmavirran väliarvoilla).



Kuva 1. Alipaineistaja, josta ilma johdetaan joustavalla kanavalla (halkaisija 315 mm, pituus 1,5 m) paineentasaimen, josta ilma johdetaan joustavalla kanavalla (halkaisija 315 mm, pituus 3 m) ulos tilasta tai osittain tai kokonaan takaisin tilaan. Korvausilma-aukon halkaisija eri mittaustilanteissa oli 100 mm, 150 mm, 200 mm tai 400 mm.

$$A = B + D$$

$$B = C$$

A on suodatettava ilmavirta

B on poistoilmavirta

C on korvausilmavirta

D on kierrätysilmavirta

Laite: APAD paineentasainjärjestelmä

**Mitatut suoritusarvot**

Ilman tiheys: 1.2 kg/m<sup>3</sup>

Taulukko 1. Alipaineistajan suodatusilmavirta suurimmalla poistoilmavirralla ja suurimmalla kierrätysilmavirralla. Tilan ja ympäristön välinen paine-ero on 0 Pa.

	dm <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
Suodatusilmavirta suurimmalla poistoilmavirralla (kierrätys 0 %)	700	2519
Suodatusilmavirta suurimmalla kierrätysilmavirralla (kierrätys 100 %)	654	2353

Taulukko 2. Ilmavirrat (dm<sup>3</sup>/s) ja paine-erot (alipaine) eri alipaineen asetusarvoilla ja korvausilma-aukon halkaisijoilla.

Korvausilma-aukon halkaisija Ø	Alipaineen asetusarvo											
	6 Pa				10 Pa				15 Pa			
	Δp	q <sub>v,suod</sub>	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>	Δp	q <sub>v,suod</sub>	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>	Δp	q <sub>v,suod</sub>	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>
mm	Pa	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	Pa	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	Pa	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s
100	14,1	657	41,4	616	20,1	653	50,1	603	22,4	649	53,1	596
150	12,2	644	66,4	577	16,5	637	77,7	559	19,9	635	85,6	549
200	9,9	620	98,6	521	14,8	613	121	492	21,1	594	144	449
400	8,8	568	287	281	12,3	558	340	218	17,3	567	403	164

Taulukko 3. Ilmavirrat (m<sup>3</sup>/h) ja paine-erot (alipaine) eri alipaineen asetusarvoilla ja korvausilma-aukon halkaisijoilla.

Korvausilma-aukon halkaisija Ø	Alipaineen asetusarvo											
	6 Pa				10 Pa				15 Pa			
	Δp	q <sub>v,suod</sub>	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>	Δp	q <sub>v,suod</sub>	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>	Δp	q <sub>v,suod</sub>	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>
mm	Pa	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	Pa	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	Pa	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
100	14,1	2366	149	2217	20,1	2351	180	2171	22,4	2336	191	2145
150	12,2	2317	239	2078	16,5	2292	280	2013	19,9	2284	308	1976
200	9,9	2231	355	1876	14,8	2207	435	1772	21,1	2137	519	1618
400	8,8	2043	1033	1010	12,3	2009	1224	785	17,3	2041	1452	589

Taulukko 4. Korvausilmavirran ja kierrätetyn ilmavirran osuudet suodatetusta ilmavirrasta ja paine-erot (alipaine) eri alipaineen asetusarvoilla ja korvausilma-aukon halkaisijoilla. Tummennettuna tilanteet, joissa laitteen toiminta oli suhteellisen vakaata.

Korvausilma-aukon halkaisija Ø	Alipaineen asetusarvo								
	6 Pa			10 Pa			15 Pa		
	Δp	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>	Δp	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>	Δp	q <sub>v,korv</sub>	q <sub>v,kier</sub>
mm	Pa	%	%	Pa	%	%	Pa	%	%
100	14,1	6	94	20,1	8	92	22,4	8	92
150	12,2	10	90	16,5	12	88	19,9	13	87
200	9,9	16	84	14,8	20	80	21,1	24	76
400	8,8	51	49	12,3	61	39	17,3	71	29

Tilan ja sen ympäristön mitattu paine-ero poikkesi tilan ja sen ympäristön paine-eron asetusarvosta (tilanteissa, joissa laitteen toiminta oli suhteellisen vakaata eikä paine-ero ei huojunut kohtuuttomasti) eri mittaus tilanteissa 2-6 Pa ja paine-eron huojunta oli mittauspisteestä riippuen ± 4 Pa.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

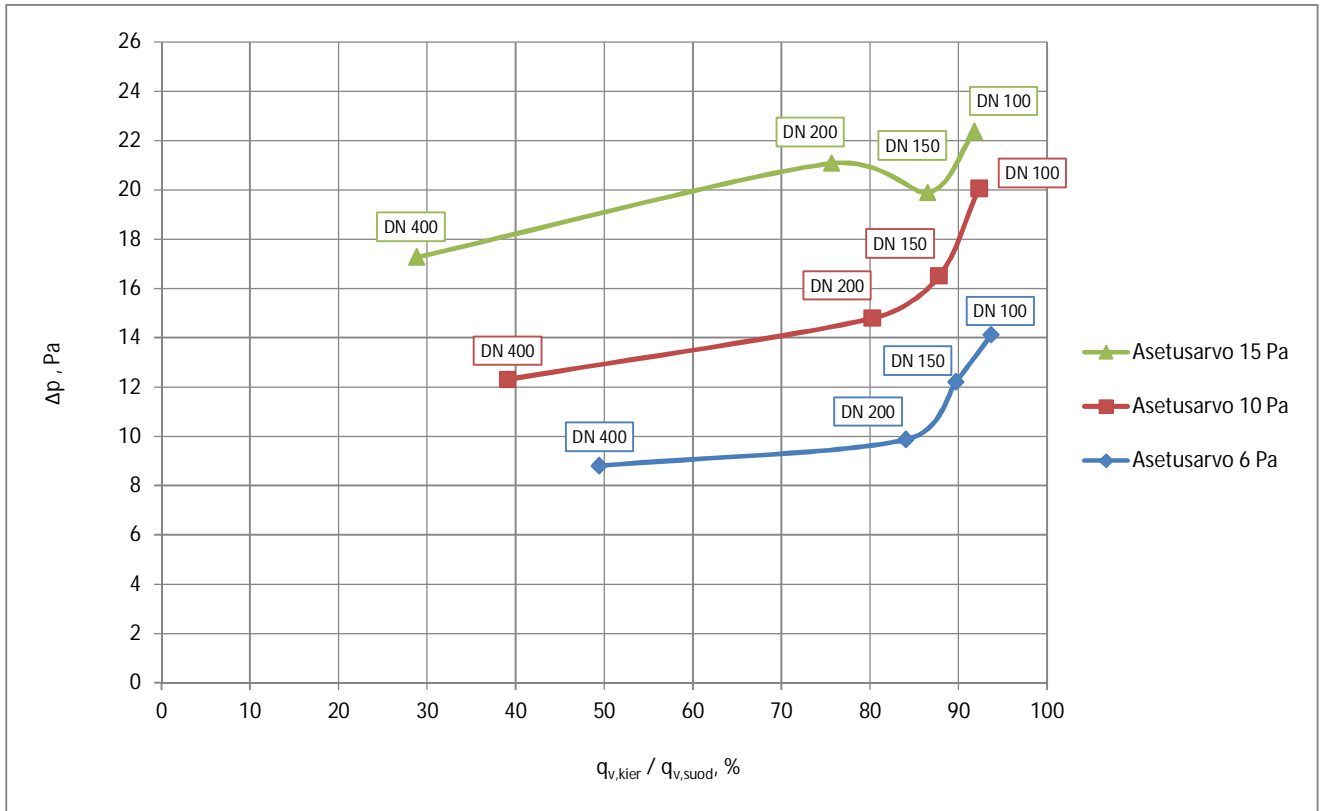
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain

VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Laite: APAD paineentasainjärjestelmä

Mitatut suoritusarvot

Ilman tiheys:  $1.2 \text{ kg/m}^3$



Kuva 1. Tilan ja ympäristön välinen paine-ero erilaisilla kierrätysilmavirran ja suodatetun ilmavirran välisillä suhteilla eri alipaineen asetuservoilla. Korvausilma-aukkojen koko on merkitty nimellismittoina DN 100, DN 150, DN 200 ja DN 400.

Toimintapisteiden numeroarvot on esitetty taulukossa 4.