

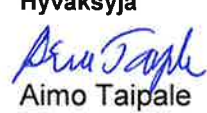


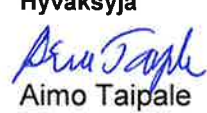


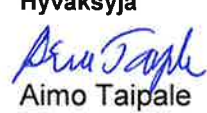


# **Suodatinmateriaalien hiukkaserotusastemittaukset**

Kirjoittajat: Inga Mattila, Matti Niemeläinen

Luottamuksellisuus: Luottamuksellinen

<b>Raportin nimi</b>					
Suodatinmateriaalien hiukkaserotusastemittaukset					
<b>Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot</b>		<b>Asiakkaan viite</b>			
Suomen Terveysilma Oy Peter Schlauf Konalantie 47 F 00390 HELSINKI		Tarjous VTT-V-88671-14			
<b>Projektin nimi</b>		<b>Projektin numero/lyhytnimi</b>			
Suodatinmateriaalien hiukkaserotusastemittaukset		102651			
<b>Tiivistelmä</b>					
<p>Toimeksiannon tavoitteena oli määrittää korvausilmaventtiilien ja ikkunasuodattimien suodatinmateriaalien hiukkaserotusaste läpivirtausmenetelmällä sekä ilmavirran vaikutus painehäviöön. Tarkoituksena oli selvittää, minkä suodatinluokan alkuerotusastetta suodatinmateriaalit vastaavat.</p> <p>Mittauksissa hyödynnettiin eurooppalaisen suodatinmittausstandardin EN 779 mukaista järjestelmää. Tutkittavan materiaalin hiukkaserotusaste määritettiin nestemäisillä DEHS (di-ethyl-hexyl-sebacate) -hiukkasilla. Hiukkaskokoluokittainen erotusaste määritettiin mittaamalla testihiukkasten pitoisuus vuorotellen suodatinmateriaalin jälkeisestä ilmasta sekä referenssilinjan suodattamattomasta ilmasta. Tutkittavan suodatinmateriaalin läpäisevä virtausnopeus määritettiin siten, että se vastasi ilmavirtaa 7 l/s kokonaisen korvausilmasuodattimen läpi.</p> <p>Tulosten perusteella voidaan sanoa, että suodatinmateriaalien 1 (Filtrete GSB 70) ja 2 (Filtrete GSU 60) alkuerotusasteet täyttävät F7-luokan suodattimen erotusasteen vaatimuksen.</p>					
<table border="0"> <tr> <td> <b>Tampere 11.8.2015</b>  <b>Laatija</b>    Inga Mattila  Tutkimusinsinööri </td> <td> <b>Tarkastaja</b>    Hannu Salmela  Tutkija </td> <td> <b>Hyväksyjä</b>    Aimo Taipale  Tiimipäällikkö </td> </tr> </table>			<b>Tampere 11.8.2015</b> <b>Laatija</b>  Inga Mattila Tutkimusinsinööri	<b>Tarkastaja</b>  Hannu Salmela Tutkija	<b>Hyväksyjä</b>  Aimo Taipale Tiimipäällikkö
<b>Tampere 11.8.2015</b> <b>Laatija</b>  Inga Mattila Tutkimusinsinööri	<b>Tarkastaja</b>  Hannu Salmela Tutkija	<b>Hyväksyjä</b>  Aimo Taipale Tiimipäällikkö			
<b>VTT:n yhteystiedot</b>					
Tekniikankatu 1, Tampere					
<b>Jakelu (asiakkaat ja VTT)</b>					
Peter Schlauf, Terveysilma Oy: 1 kopio VTT:n arkisto: 1 kopio					
<p>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</p>					

## 1. Toimeksiannon kuvaus ja tavoitteet

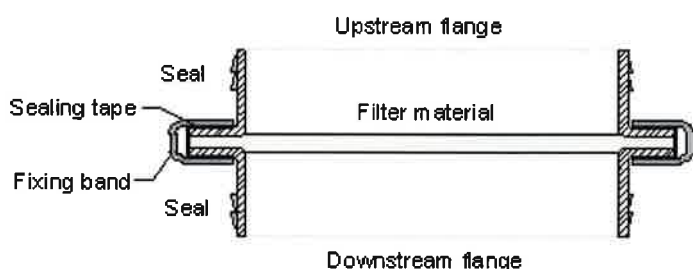
Toimeksiannon tavoitteena oli määrittää korvausilmaventtiilien ja ikkunasuodattimien suodatinmateriaalien hiukkaskokoluokittainen alkuerotusaste (initial efficiency) läpivirtausmenetelmällä sekä ilmapirran vaikutus painehäviöön. Tarkoituksena oli selvittää, minkä luokan suodattimen alkuerotusastetta suodatinmateriaalit vastaavat. Toimeksianto tehtiin asiakkaan 20.8.2014 VTT:lle toimittamille suodatinmateriaaleille (taulukko 1).

Taulukko 1. Suodatinmateriaalit.

1.	Filtrete GSB 70 (Velco venttiilin vanha suodatinmalli VS-100)
2.	Filtrete GSU 60 (Velco venttiilin 2015 suodatinmalli)
3.	Filtrete SU (vaihtoehtoinen malli)
4.	Filtrete DDU (vaihtoehtoinen malli)
5.	Filtrete GS (vaihtoehtoinen malli)
6.	Korvausilmaventtiilin A suodatin
7.	Korvausilmaventtiilin B suodatin (1)
8.	Korvausilmaventtiilin B vaihtoehtoinen suodatin (2)

## 2. Menetelmät / toteutus

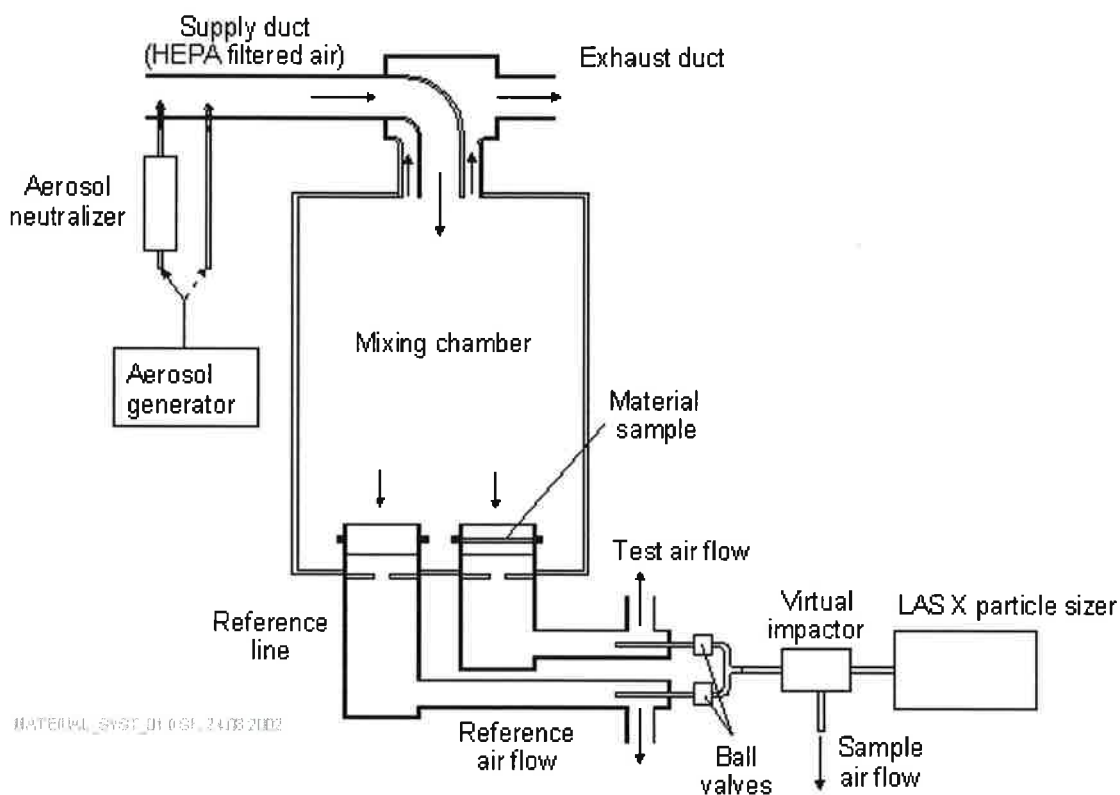
Mittaukset tehtiin VTT:n ilmansuodattimien tutkimuslaboratoriossa 9.9. - 12.9.2014. Mittauksissa hyödynnettiin eurooppalaisen suodatinmittausstandardin EN 779 mukaista järjestelmää. Materiaalin painehäviö ja hiukkaserotusaste määritettiin tasomaisesta, pyöreästä, halkaisijaltaan 160 mm olevasta puhtaasta näytteestä. Materiaalin kiinnitys mittausjärjestelmään on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Materiaalin kiinnitys.

Tutkittavan suodatinmateriaalin läpäisevä virtausnopeus määritettiin siten, että se vastasi ilmavirtaa 7 l/s kokonaisen korvausilmasuodattimen läpi. Ilmavirta mitattiin standardinmukaisella venturiputkella. Painehäviö mitattiin mikromanometrillä DPM TT 470S.

Hiukkaserotusaste läpivirtausmenetelmällä määritettiin asettamalla suodatinmateriaali tiiviisti materiaalinäytteen mittaussinjaan (kuva 2). Tutkittavan materiaalin hiukkaserotusaste määritettiin nestemäisillä DEHS (di-ethyl-hexyl-sebacate) -hiukkasilla, joita tuotettiin kuplittamalla paineilmaa nesteen läpi. Testiaerosoli sekoitettiin tasaisesti HEPA-suodatettuun tuloilmaan. Hiukkaskokoluokittainen erotusaste määritettiin mittaamalla testihiukkasten pitoisuus vuorotellen suodatinmateriaalin jälkeisestä ilmasta sekä referenssilinjan suodattamattomasta ilmasta. Mittaus tehtiin optisella hiukkasanalysaattorilla PMS LAS-X2 hiukkaskoko-alueella 0.1 - 1 µm.



Kuva 2. Erotuskykymittauksen periaatekuva.

Tässä tutkimuksessa ei määritetty suodatinmateriaalien pölykapasiteettia eikä sähköisten varausten vaikutusta materiaalien erotuskykyyn.

### 3. Tulokset

Materiaalien painehäviöt, käytetty virtausnopeus sekä virtausnopeuden määrittämiseen vaikuttaneet materiaalista valmistettavan suodattimen pinta-alat on esitetty taulukossa 2. Erotusaste hiukkaskoon suhteen on esitetty taulukossa 3 sekä liitteen 1 kuvissa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Taulukko 2. Materiaalin virtausnopeus ja painehäviö sekä suodattimien pinta-alat.

Materiaali	Materiaalista valmistettavan suodattimen laskennallinen pinta-ala [cm <sup>2</sup> ]	Virtausnopeus [cm/s]	Painehäviö [Pa]
Filtrete GSB 70	888	7,9	3,8
Filtrete GSU 60	888	7,9	4,2
Filtrete SU	201	35	26,9
Filtrete DDU	201	35	18,8
Filtrete GS	201	35	19,6
Korvausilmaventtiilin A suodatin	201	35	1,0
Korvausilmaventtiilin B suodatin (1)	229	30,6	13,1
Korvausilmaventtiilin B vaihtoehtoinen suodatin (2)	229	30,6	0,8

Taulukko 3. Materiaalien erotusaste hiukkaskoon (Dp) suhteen.

Dp (µm)	Erotusaste [%]							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Filtrete					Korvausilmaventtiili		
	GSB 70	GSU 60	SU	DDU	GS	A	B1	B2
0,094	38,3	41,6	36,5	34,4	35,3	0,0	8,0	0,0
0,101	36,9	39,0	25,2	30,0	23,9	2,9	4,7	0,0
0,109	37,8	44,7	33,5	34,6	27,9	5,6	5,8	0,0
0,118	38,5	43,3	35,6	35,2	30,3	3,9	5,3	0,0
0,128	41,5	45,9	36,2	37,0	32,4	1,5	2,2	0,0
0,138	43,6	51,8	41,6	39,7	35,6	8,5	3,6	0,0
0,149	46,1	49,8	38,0	41,2	36,1	5,7	4,5	0,0
0,161	46,3	52,7	44,4	42,6	37,1	3,6	1,9	0,0
0,174	52,2	54,9	46,2	42,9	39,0	5,4	1,0	1,1
0,188	52,4	59,4	47,3	46,9	40,9	8,3	0,4	1,7
0,203	54,4	58,9	51,5	47,8	44,2	5,4	0,1	0,0
0,220	58,1	64,1	52,5	52,5	45,1	5,9	0,4	0,0
0,238	58,0	66,2	55,3	52,2	50,7	7,9	1,6	0,0
0,257	62,2	65,9	57,5	54,4	49,3	10,2	3,1	0,2
0,278	64,2	68,9	58,6	58,1	50,5	8,3	0,0	0,0
0,300	65,5	70,5	61,2	58,2	53,3	9,6	4,5	4,9
0,324	66,7	73,1	62,4	60,4	58,1	10,2	1,8	0,0
0,350	68,5	75,3	66,1	60,8	58,5	8,9	0,4	0,0
0,379	71,0	76,1	68,0	63,5	62,3	12,1	1,1	2,2
0,409	75,5	79,0	72,1	68,1	64,0	13,5	1,7	0,0
0,442	74,7	81,2	73,4	72,6	68,6	16,6	2,2	3,0
0,478	76,5	81,8	76,1	71,1	67,3	5,4	2,4	0,0
0,517	77,0	83,3	75,9	73,3	70,8	8,6	4,9	0,1
0,558	79,6	83,5	76,6	73,3	71,7	7,2	0,9	0,0
0,604	81,6	85,9	81,8	76,2	73,0	8,6	0,3	0,0
0,652	81,1	85,3	82,5	80,0	75,7	8,8	4,0	0,0
0,705	80,4	87,6	81,1	79,7	78,3	13,9	3,2	1,1
0,762	84,0	91,1	83,9	81,7	78,3	10,7	0,0	1,4
0,823	85,4	88,9	85,1	81,0	79,7	21,4	2,4	0,9
0,890	85,4	90,1	84,4	82,2	82,5	4,1	0,0	0,0
0,962	88,0	91,3	88,8	87,0	83,9	13,1	2,3	0,0
1,000	92,6	95,2	94,8	92,4	90,3	17,2	6,8	3,6

## 4. Yhteenveto

---

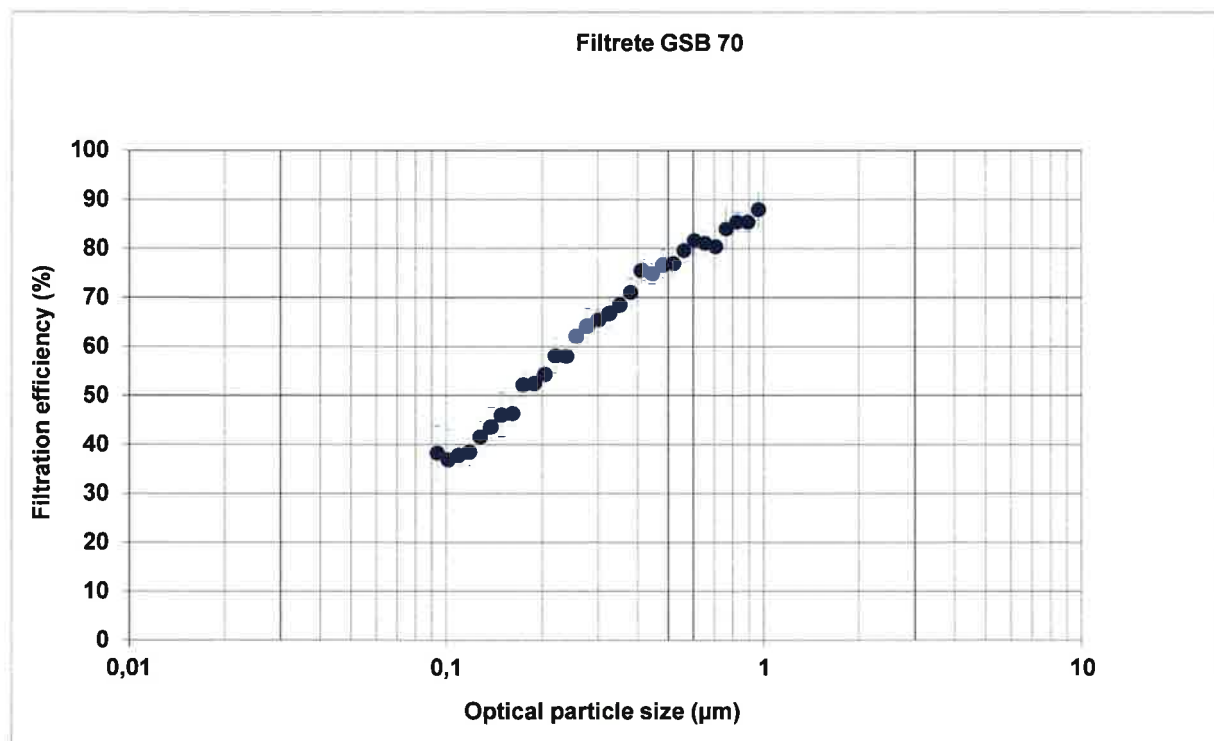
Korvausilmaventtiilien ja ikkunasuodattimien suodatinmateriaalien painehäviöiden sekä hiuk-  
kaserotusasteiden vaihteluvälien yhteenveto on esitetty taulukossa 4.

*Taulukko 4. Tulosten yhteenveto.*

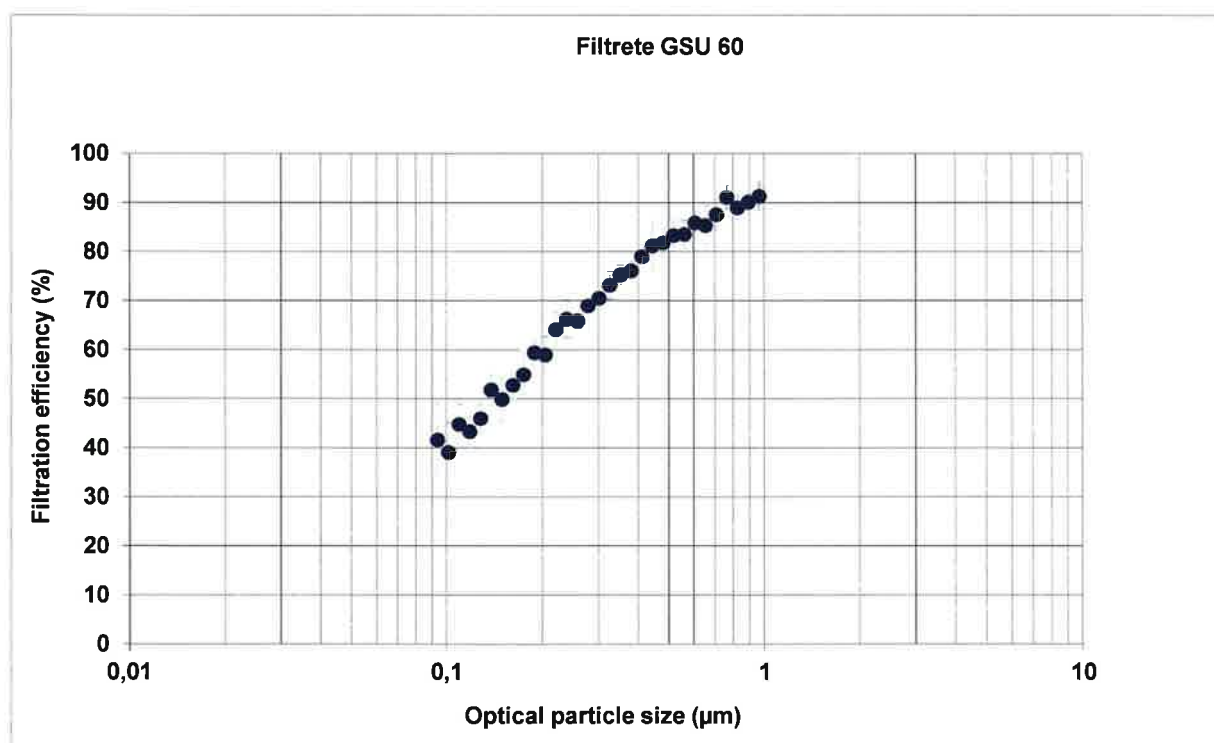
Materiaali	Painehäviö [Pa]	Erotusasteen vaihteluväli [%]
1. Filtrete GSB 70	3,8	36,9 – 92,6
2. Filtrete GSU 60	4,2	39,0 – 95,2
3. Filtrete SU	26,9	25,2 – 94,8
4. Filtrete DDU	18,8	30,0 – 92,4
5. Filtrete GS	19,6	23,9 – 90,3
6. Korvausilmaventtiilin A suodatin	1,0	0,0 – 21,4
7. Korvausilmaventtiilin B suodatin (1)	13,1	0,0 – 8,0
8. Korvausilmaventtiilin B vaihtoehtoinen suodatin (2)	0,8	0,0 – 4,9

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että suodatinmateriaalien 1 (Filtrete GSB 70) ja 2 (Filtrete GSU 60) alkuerotusasteet täyttävät F7-luokan suodattimen erotusasteen vaatimuksen.

# Liite 1.

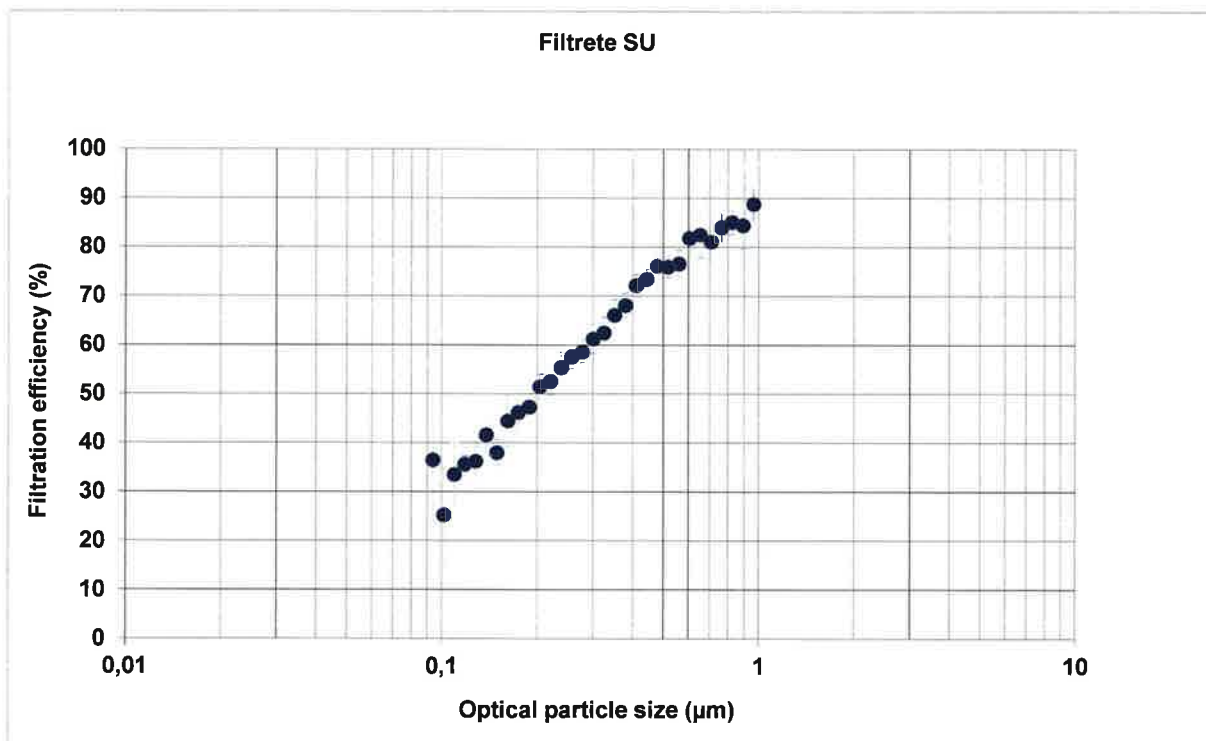


Kuva 1. Erotusaste, näyte Filtrete GSB 70.

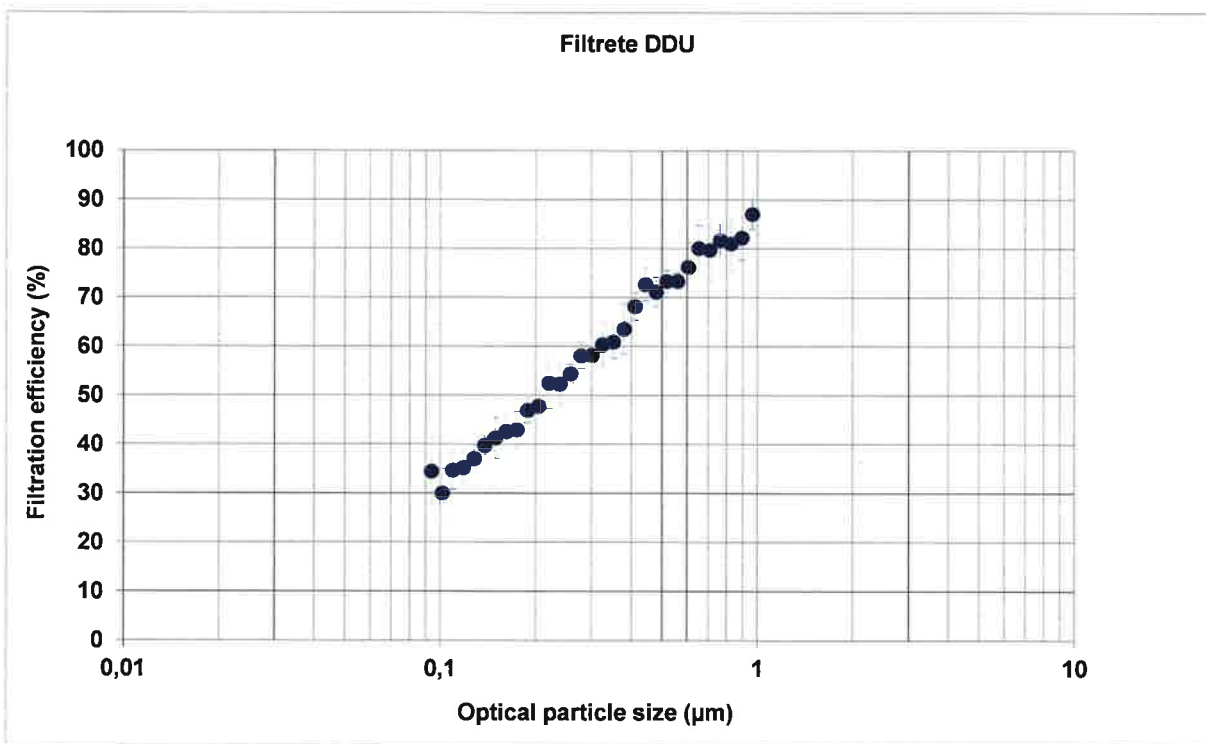


Kuva 2. Erotusaste, näyte Filtrete GSU 60.



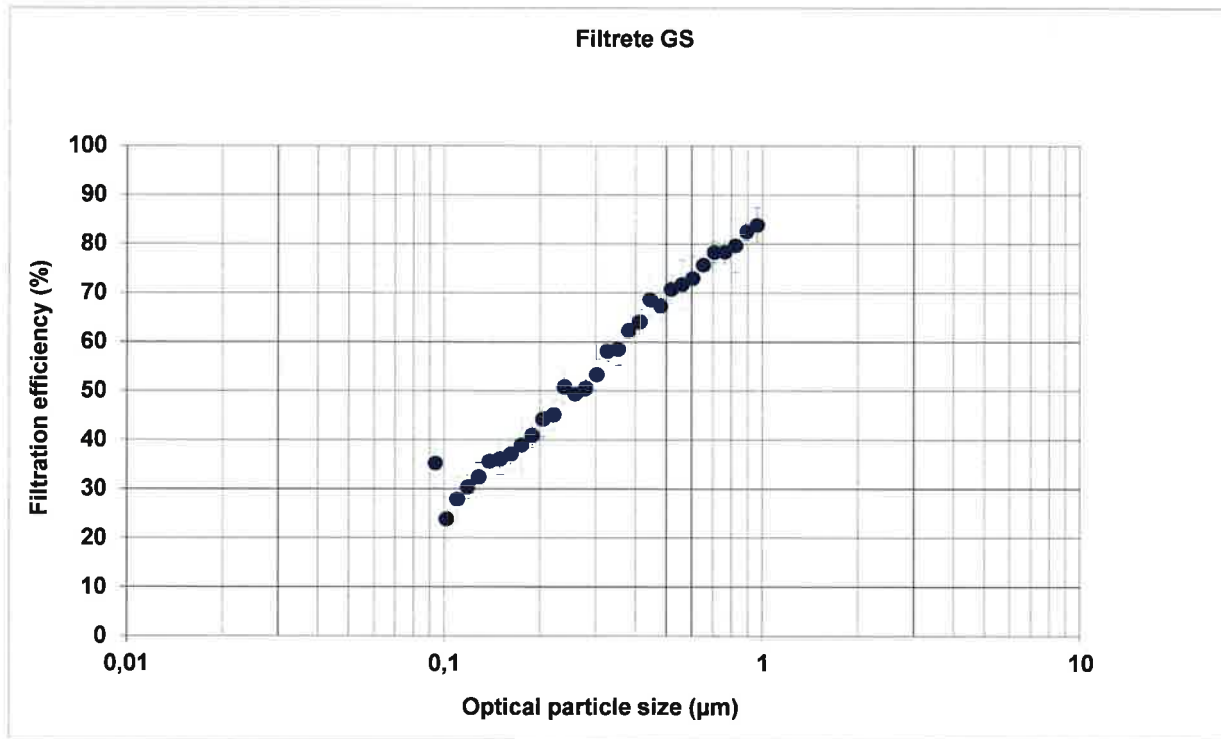


Kuva 3. Erotusaste, näyte Filtrete SU.

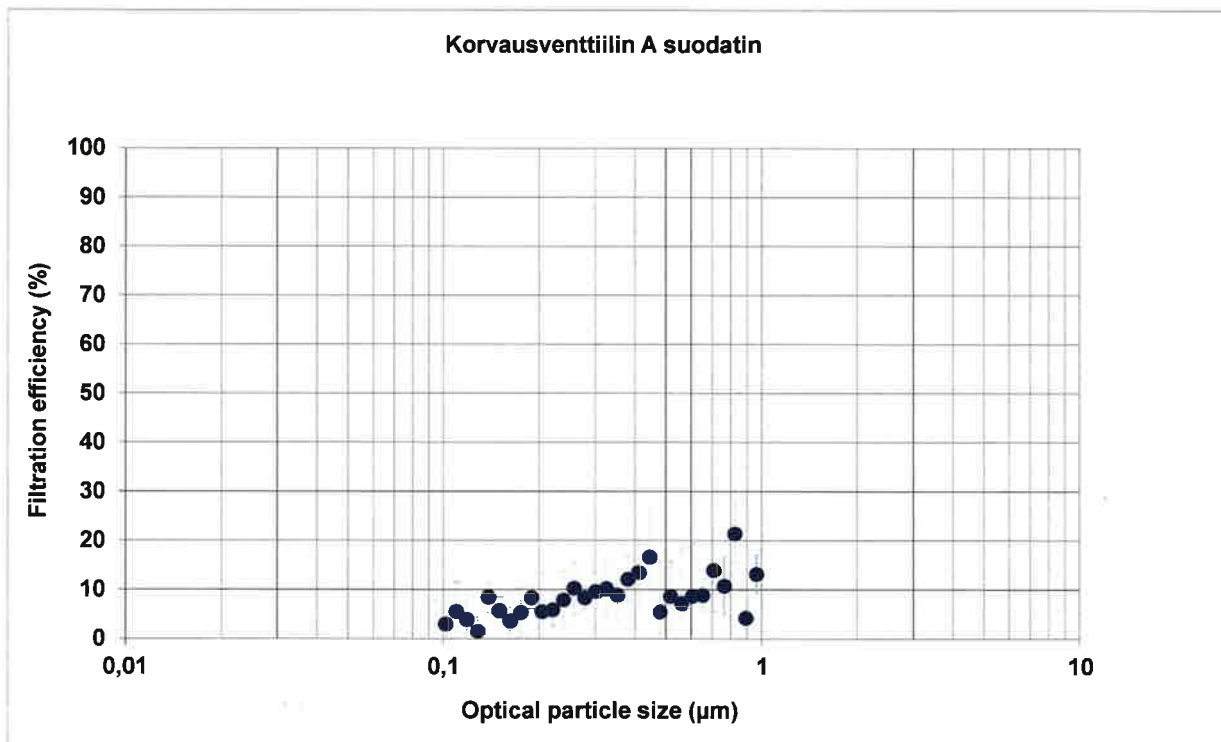


Kuva 4. Erotusaste, näyte Filtrete DDU.

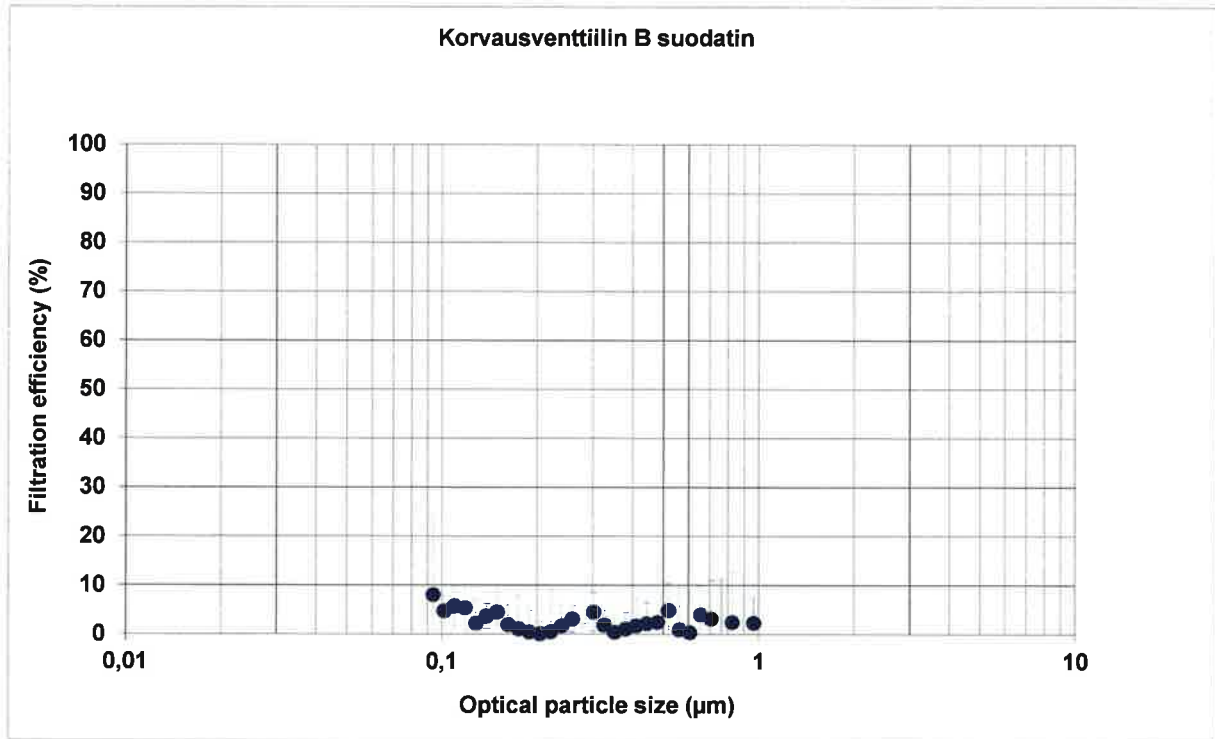




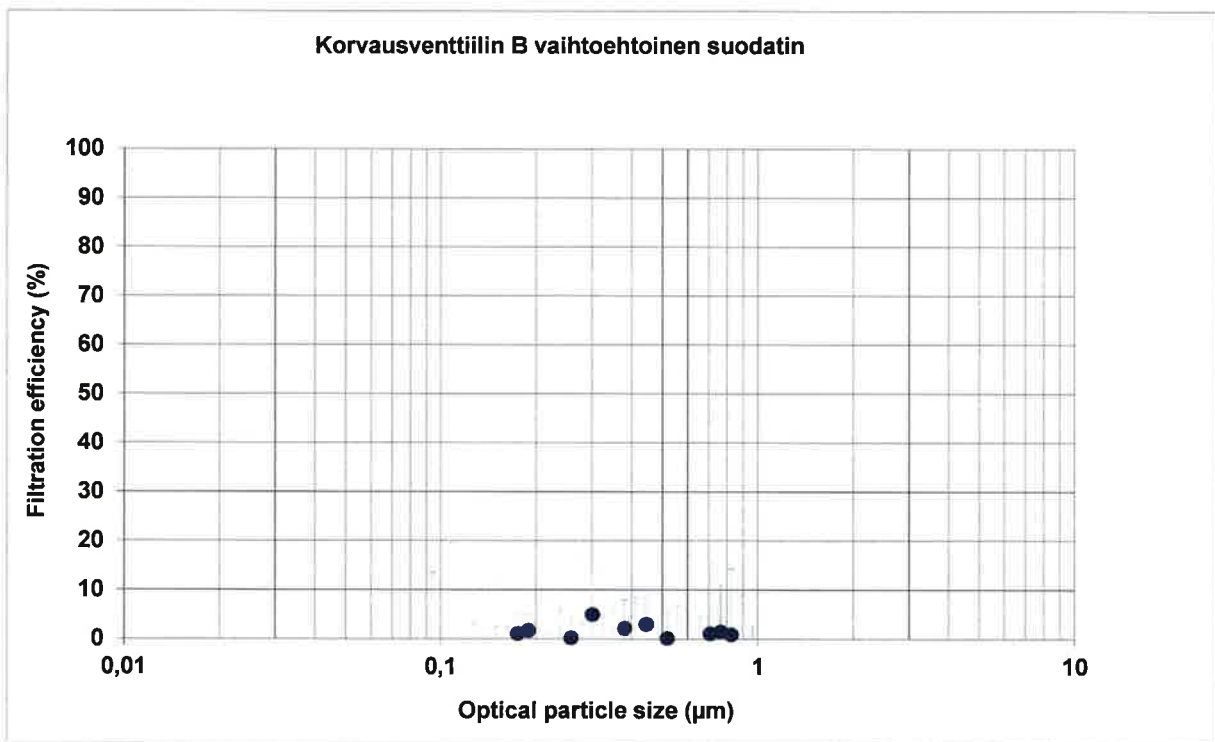
Kuva 5. Erotusaste, näyte Filtrete GS.



Kuva 6. Erotusaste, näyte korvausventtiilin A suodatin.



Kuva 7. Erotusaste, näyte korvausventtiilin B suodatin (1).



Kuva 8. Erotusaste, näyte korvausventtiilin B vaihtoehtoinen suodatin (2).