

MMEA Measurement, monitoring and environmental assessment

D4.5.1.2 Test report

Tekijät:

Antti Rostedt, Marko Marjamäki

Tampereen teknillinen yliopisto

Fysiikan laitos

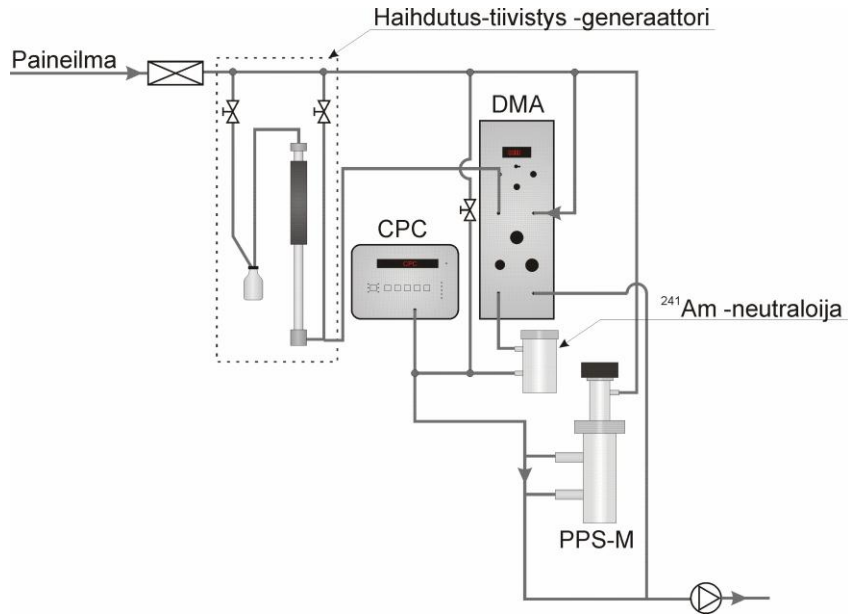
PPS-M anturin hiukkaskokovaste

Johdanto

PPS-M anturi on Pegasor Oy:n valmistama aerosolin hiukkaspitoisuuden mittaamiseen tarkoitettu sähköinen anturi. Anturin mittaus perustuu hiukkasten varaamiseen diffuusiovaraajalla ja varautuneitten hiukkasten havainnointiin virranmittauksen avulla. Tässä raportissa kuvataan anturin prototyypille tehtyjä kalibrointimittauksia sekä saatuja kalibrointituloksia.

Kalibrointijärjestely

Anturin kalibroinnissa käytettiin hiukkasmateriaalina dioktyylisebacaattia (DOS). Materiaalista generointiin ensin polydispersiivinen hiukkaskokojakauma haihdutus-tiivistysgeneraattorilla (esim. Liu & Lee, 1975). Tästä lähtöaerosolista valikoitiin differentiaalisella liikkuvuusanalysointilaitteella (DMA, Knutson & Whitby, 1975) kapea yhtä hiukkaskokoa sisältävä monodispersiivinen aerosoli kalibrointiin. Lähtöjakauman muoto ja stabiilisuus varmistettiin skannaavalla liikkuvuusanalysointilaitteella (SMPS, Wang & Flagan, 1975) -laitteella. Anturin mittaamaa signaalia verrattiin kondensaatioydinlaskurin (CPC, Agarwal & Sem, 1980) mittaamaan kokonaislukumääräpitoisuuteen. Kalibrointilaitteisto kokonaisuudessaan on esitetty kuvassa 1.



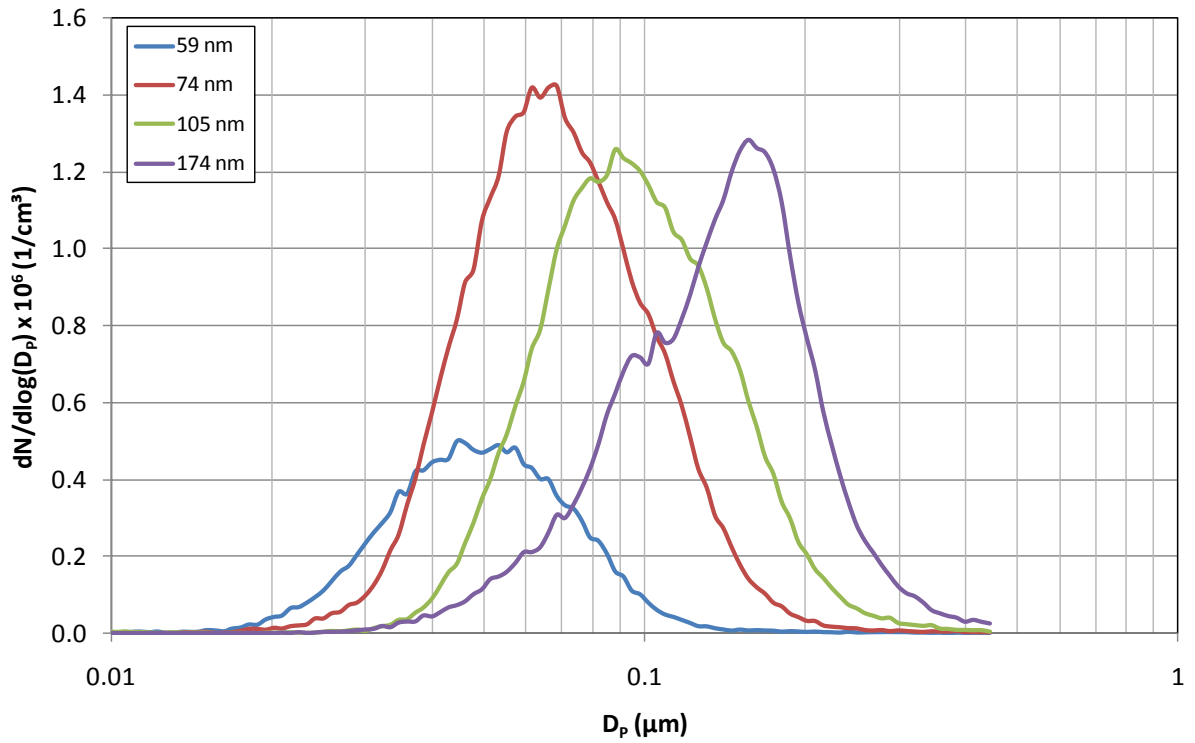
Kuva 1. Kalibroinnissa käytetty mittausjärjestely

Huomattavaa kalibroitijärjestelyssä on, että PPS-M anturin sisäänmenon ja ulostulon välisen paine-eron minimoimiseksi, anturin ulostulo on kytketty samaan kanavaan sisäänmenon kanssa. Mittausten yhteydessä varmistettiin, että sisäänmenon ja ulostulon välisessä yhdysputkessa virtaus oli aina kuvassa näkyvän nuolen suuntaan.

Kalibrointimittauksissa mitattiin anturin suhteellista vastetta referenssianturiin nähden muutamalla eri hiukkaskoolle muuttaen anturin sisäisen hiukkasloukun jännitettä. Hiukkasloukun jännite vaikuttaa anturin vasteeseen hiukkaskokoriippuvasti siten, että alhaisilla jännitteillä anturin vaste pieniin hiukkasiin on isompi ja isommilla jännitteillä vaste pienillä hiukkasilla vastaavasti suurempi.

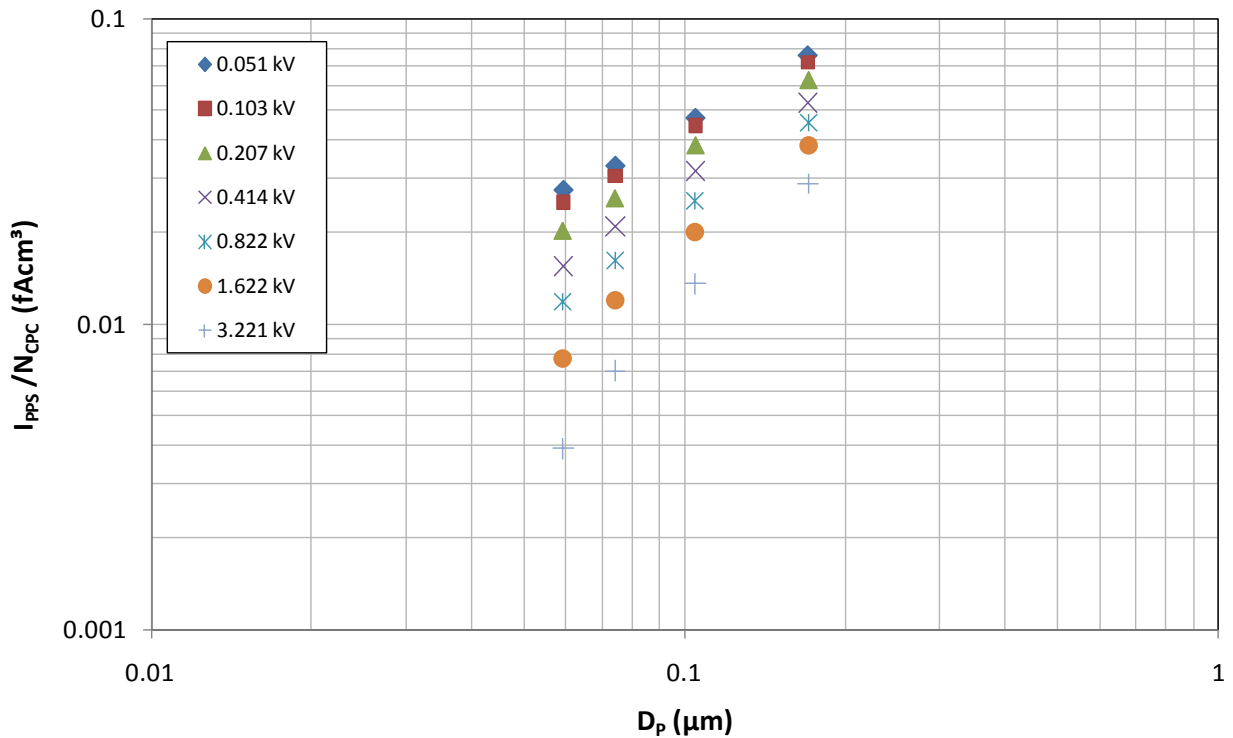
Tulokset

Kalibroinnissa käyetyt polydispersiiviset lähtöjakaumat ovat koottuna kuvaan 2. Jakaumat ovat mitattu SMPS 3071 (Tsi, inc.) -laitteistolla, siten että mittausjärjestelyn neutraloija oli ohitettuna. Kustakin lähtöjakaumasta on valittu monodispersiivinen koko, siten että ollaan jakauman laskevalla reunalla huipun oikealla puolella. Tällöin monesti varautuneiden isompien hiukkasten osuus kalibroitiaerosolissa minimoituu (ks. esim. Hillamo and Kauppinen, 1991, Keskinen et al., 1998).



Kuva 2. Kalibroinnissa käytetyt hiukkaskokojakaumat

Kuvaan 3 on koottu anturin lukumääräpitoisuusvaste erilaisilla hiukkasloukun jännitteillä. Kuvasta näkyy, miten anturin vaste kasvaa ja loivenee hiukkaskoon funktiona hiukkasloukun jännitteen pienetessä. Kuvan yksikkö vastaa anturin varaajan varaustehokkuutta ($PneQ$), jossa huomioidaan hiukkasten varautuminen ja häviöt sekä anturin sisäänmenon tilavuusvirtaus. Kalibroitavan anturin sisäänmenon tilavuusvirtaukseksi mitattiin kalibroinnin yhteydessä 8,92 lpm.



Kuva 3. PPS-M anturin lukumääräpitoisuusvaste referenssilaitteeseen verrattuna.

Diffuusiovaraajaan perustuvan laitteen varaustehokkuudelle voidaan määrittää potenssifunktiosovite (esim. Keskinen et al., 1992). Sovite on muotoa

Mittausten perusteella tehtyjen sovitteiden parametrit eri loukkujännitteille on koottu taulukkoon 1

Taulukko 1. Varaustehokkuuden sovittien parametrit eri loukkujännitteillä

Loukkujännite (kV)	<i>a</i>	<i>b</i>
0,051	0,426	0,974
0,103	0,425	1,004
0,207	0,430	1,078
0,414	0,421	1,160
0,822	0,443	1,278
1,622	0,557	1,494
3,221	0,810	1,852

Viitteet

- Agarwal, J. K. and Sem, G. J. (1980). Continuous flow. Single-Particle-Counting Condensation Nucleus Counter. *J. Aerosol Sci.* 11: 343 – 357.
- Hillamo, R.E. and Kauppinen, E.I. (1991) On the performance of the Berner type low pressure impactor. *Aerosol Sci. Technol.* 14, 33-47.
- Keskinen, J., Marjamäki, M., Virtanen, A., Mäkelä, T., Hillamo, R. (1998) Electrical Calibration Method for Cascade Impactors. *J Aerosol Sci.* 30, 111-116.
- Keskinen, J., Pietarinen, K. and Lehtimäki, M. (1992). Electrical Low Pressure Impactor. *J. Aerosol Sci.* 23: 353-360.
- Knutson, E. O. & Whitby, K. T. (1975). Aerosol Classification by Electrical Mobility: Apparatus, Theory and Applications. *J. Aerosol Sci.* 6: 443 – 451.
- Liu, B. Y. H., & Lee, K. W. (1975). An aerosol generator of high stability. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 36, 861–865.
- Wang, S.C., Flagan, R.C. (1990). Scanning Electrical Mobility Spectrometer. *Aerosol Sci. Technol.* 13: 230-240.