



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

PM-mittauksen uudet kertoimet ja niiden käytännön vaikutukset

Karri Saarnio
Ilmatieteen laitos
Ilmakehän koostumuksen tutkimus
Ilmanlaadun vertailulaboratorio

13.5.2025 Ilmanlaadun mittaajatapaaminen, Oulu 2025



Esityksen sisältö

1. Uusien kalibrointikertoimien määrittäminen, DoE 2022–2023
2. Uusien kalibrointikertoimien käyttö ja niiden käytännön vaikutus
3. Määritettyjen kalibrointikertoimien jatkuva soveltuvuuden osoittaminen (*ongoing*)





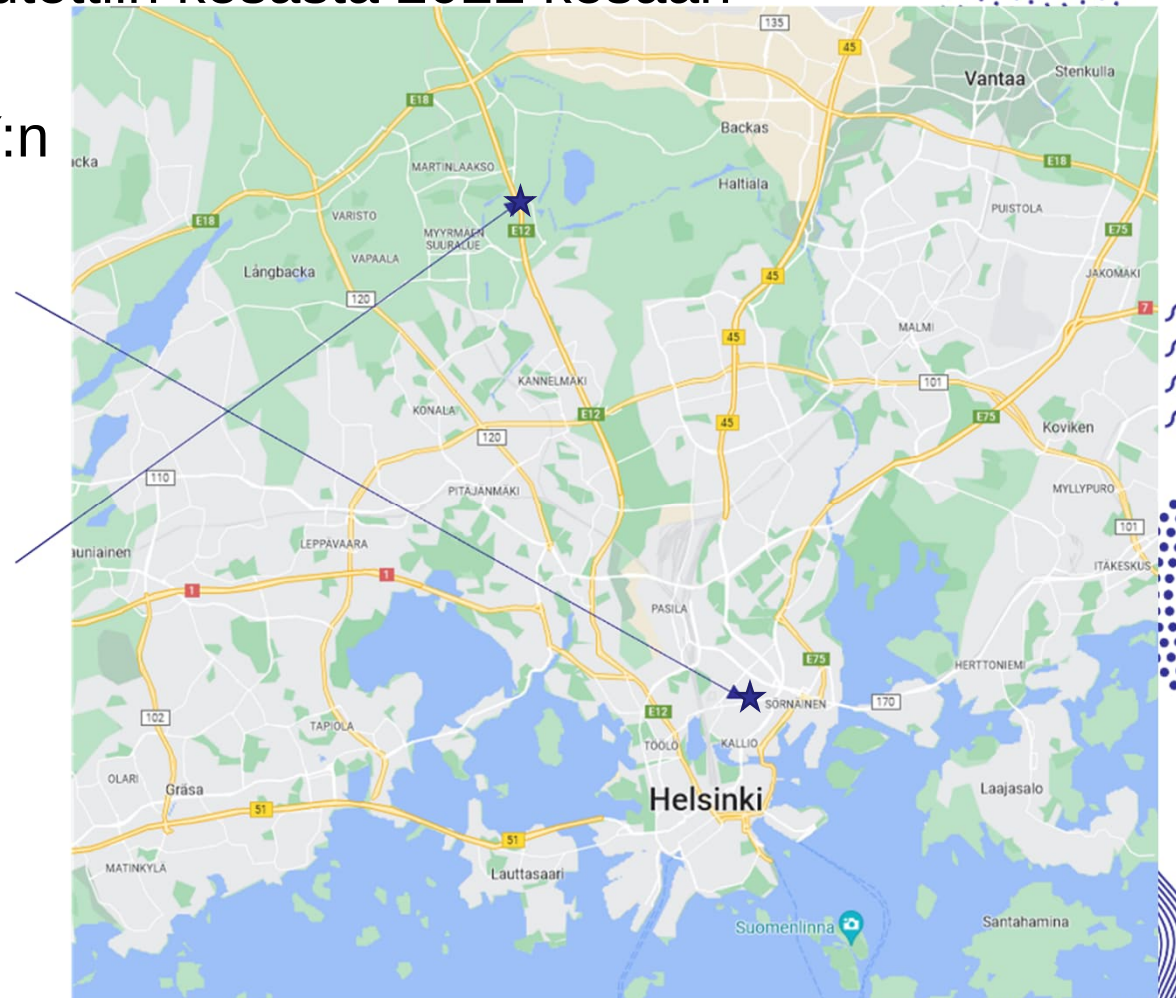
ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ekvivalenttisuuden osoittamisen mittaukset pääkaupunkiseudulla 2022–2023 (PM-EKVI 22-23)



PM-EKVI 22-23 –hankkeen toteutus

- Vertailumittaukset jatkuvatoimisten hiukkasmittalaitteiden ekvivalenttisuuden osoittamiseksi (*Demonstration of Equivalence* =DoE) sekä PM₁₀ että PM_{2.5} -hiukkasjakeelle toteutettiin kesästä 2022 kesään 2023 pääkaupunkiseudulla.
- Mittauskampanjat tapahtuivat kahden HSY:n operoiman mittausaseman yhteydessä:
 1. Helsinki Kallio-2
 - Kaupunkitausta-asema
 - kesäkuu 2022 – marraskuu 2022
 2. Vantaa Hämeenlinnanväylä
 - Liikenneasema
 - joulukuu 2022 – kesäkuu 2023



Vertailumenetelmä (RM)

- Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadun vertailulaboratorio (Reflab-FI) keräsi 24h-suodatinnäytteitä Leckel SEQ 47/50 -keräimillä:
 - 2 rinnakkaista keräintä sekä PM_{10} :lle että $PM_{2.5}$:lle
 - Suodatinten punnituksessa noudatettiin standardin EN 12341:2014 vaatimuksia (menetelmä sisältyy laboratorion akkreditoituun pätevyysalueeseen)
 - Näytteitä kerättiin 16 suodattimen erissä aina 3 viikkoa kerrallaan (väh. $4 \times 16 = 64$ suodatinta / kausi)
 - 4 erää kesällä
 - 4 erää syksyllä
 - 5 erää talvella
 - 4 erää keväällä
- Mittauskontti
 - Laitetilaa sisällä ja katolla



Kandidaattimenetelmät (CMs)

Laitteen vertailuun tuonut organisaatio hoiti laitteensa laadunvarmennuksen (SFS-EN 16450:2017):

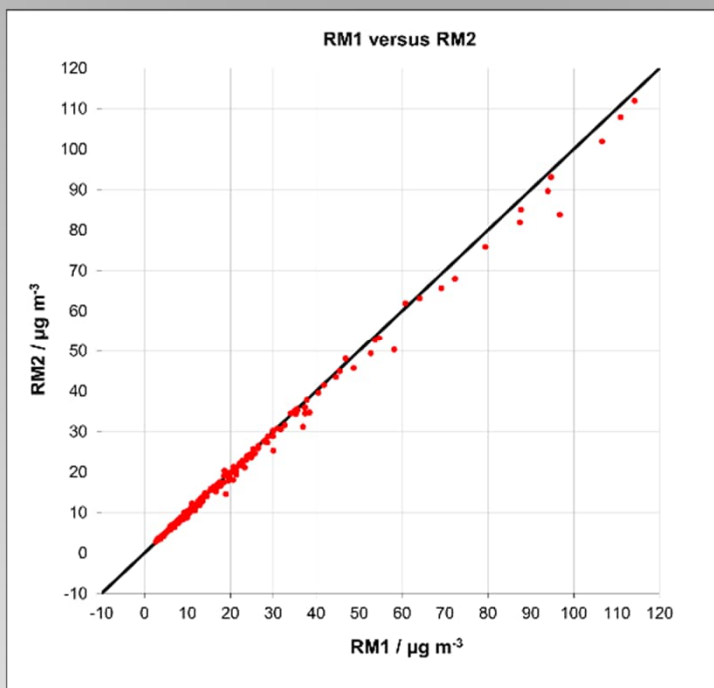
- TEOM 1405 (2 + 2 kpl), HSY
- Grimm EDM280 (2 kpl), Ekonia Oy
- Palas Fidas 200 (2 kpl), HNU Nordion Oy Ltd (HNU)
- Palas AQ Guard Ambient (2 kpl), HNU
- Palas AQ Guard Smart (2 kpl), HNU
- Derenda APM-2 (2 kpl), HNU
- Osiris (2 kpl), HNU
- Turnkey iPM (2 kpl), HNU
- BAM 1020 (2 kpl PM₁₀, 2 kpl PM_{2.5}), Viron vertailulaboratorio



Datan raportointi ja julkaisu

- Laitteen vertailuun tuoneet tahot toimittivat mittausdatat raakadatana sekä 24-h keskiarvoina vertailulaboratoriolle
- Vertailulaboratorio teki
 - Vertailumenetelmän datan laskennan
 - Kandidaattimenetelmien aineistolle
 - Datan laatutarkastelun
 - Ekvivalenttisuuslaskelmat
- Vertailulaboratorio raportoi vertailun tulokset
 - Kalibrointikertoimet julkistettiin 31.12.2024 sähköpostitse mittaajille ja laite-edustajille
 - Raportti tullaan julkaisemaan
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/raportit-ja-lomakkeet>

Vertailu- menetelmän data PM_{10}



Koko data

Laitteiden välinen epävarmuus (u_{bs}):

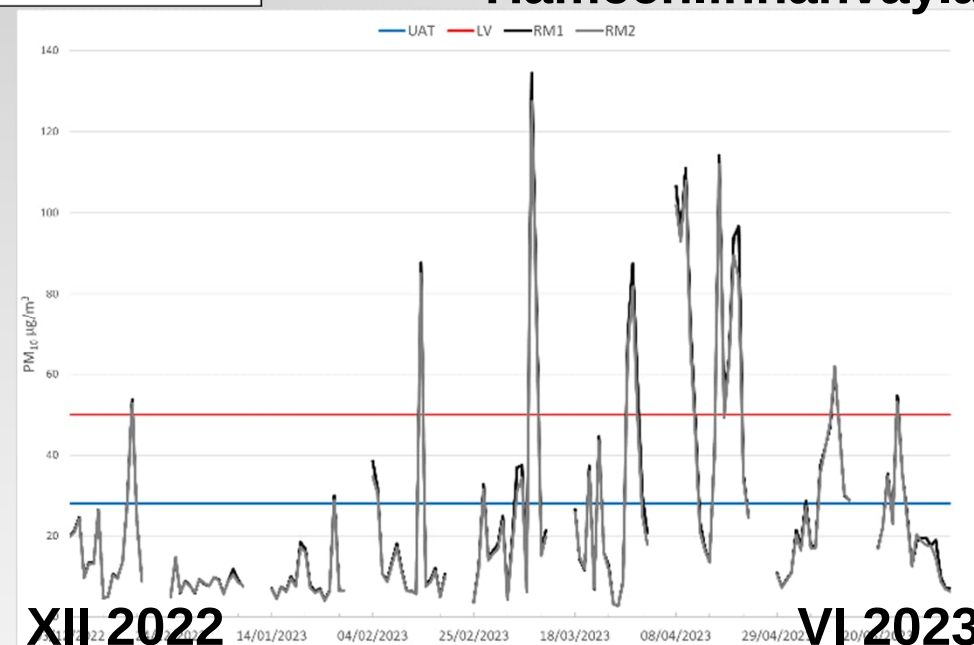
Koko data	$u_{bs} \leq 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1.34
$\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{bs} \leq 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1.93



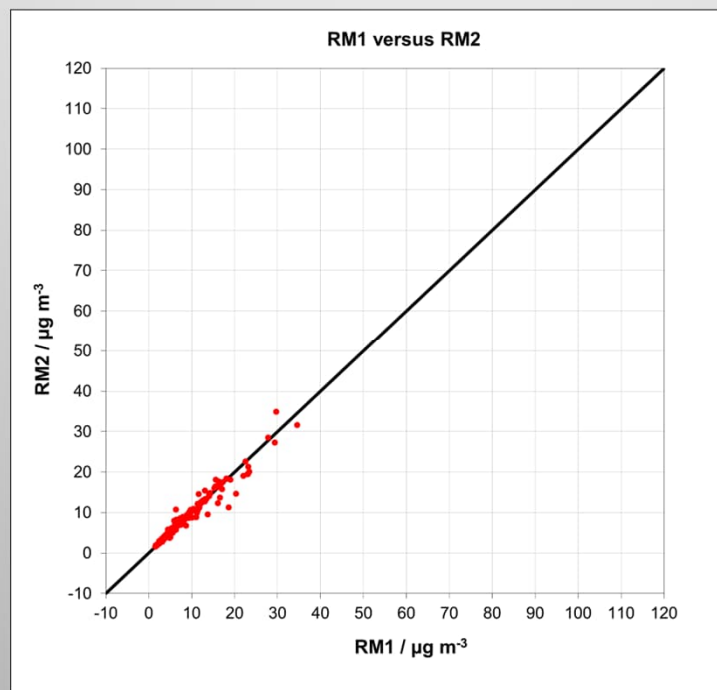
Kallio



Hämeenlinnanväylä



Vertailu- menetelmän data $\text{PM}_{2.5}$



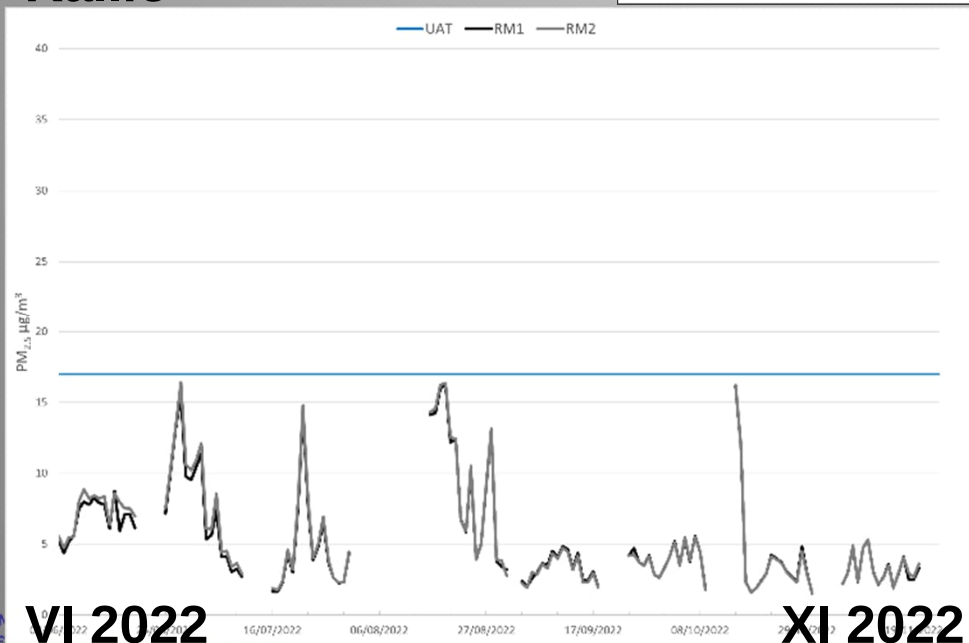
Koko data

Laitteiden välinen epävarmuus (u_{bs}):

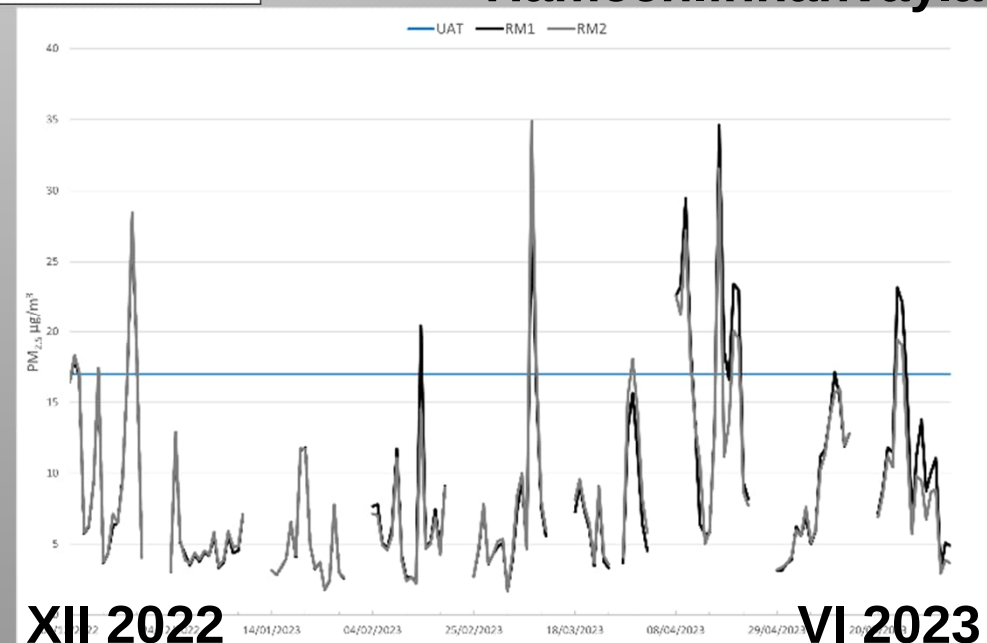
Koko data	$u_{bs} \leq 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.83
$\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{bs} \leq 2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1.36



Kallio



Hämeenlinnanväylä



Kandidaattimenetelmien arviointi

Vaatus	Kriteeri	Tulos
Tyyppitestattu EU:ssa ¹ (EN 16450:2017)	Tehty, läpäisee	Kyllä / Ei
Datan kattavuus ²	≥ 90% vertailumenet.	Kyllä / Ei
Datan soveltuvuus ²	20% > 28 µg/m ³ (PM ₁₀) 20% > 17 µg/m ³ (PM _{2.5})	Kyllä / Ei Kyllä / Ei
Laiteduplikaattien välinen epävarmuus Koko data (PM ₁₀ / PM _{2.5}) ≥ 30 µg/m ³ (PM ₁₀) ≥ 18 µg/m ³ (PM _{2.5})	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g/m}^3$ $u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g/m}^3$ $u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g/m}^3$	Kyllä / Ei Kyllä / Ei Kyllä / Ei
Kalibroitu aineisto Datapisteiden lukumäärä Laajennettu suhteellinen epävarmuus	≥ 160 ≤ 25%	Kyllä / Ei Kyllä / Ei
Soveltuu käytettäväksi kiinteissä mittauksissa Suomessa →		Kyllä / Ei



Yhteenveto: PM₁₀

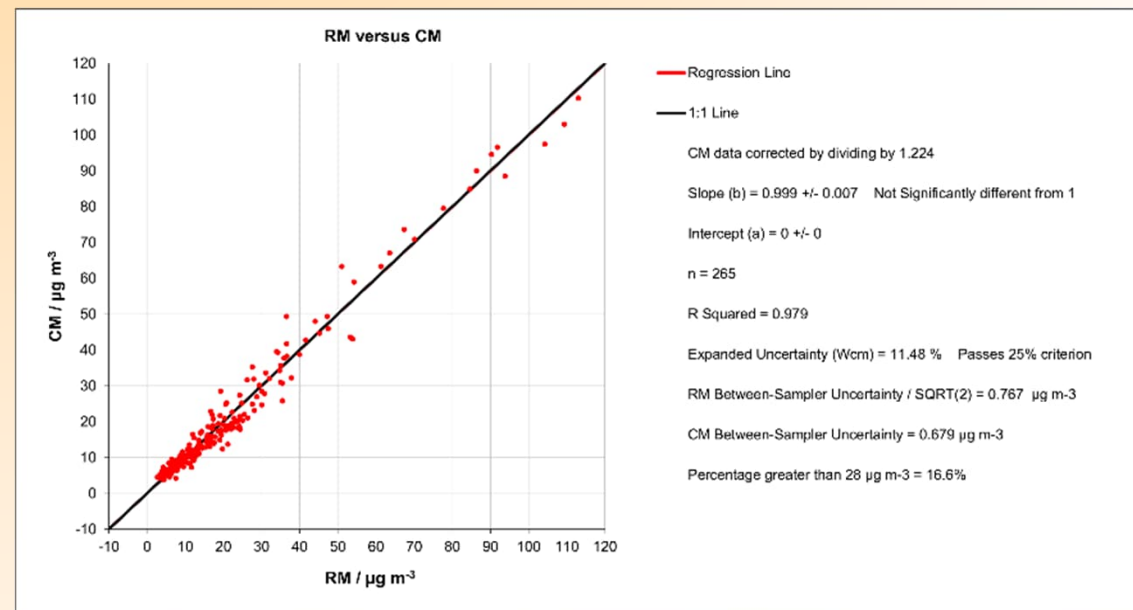
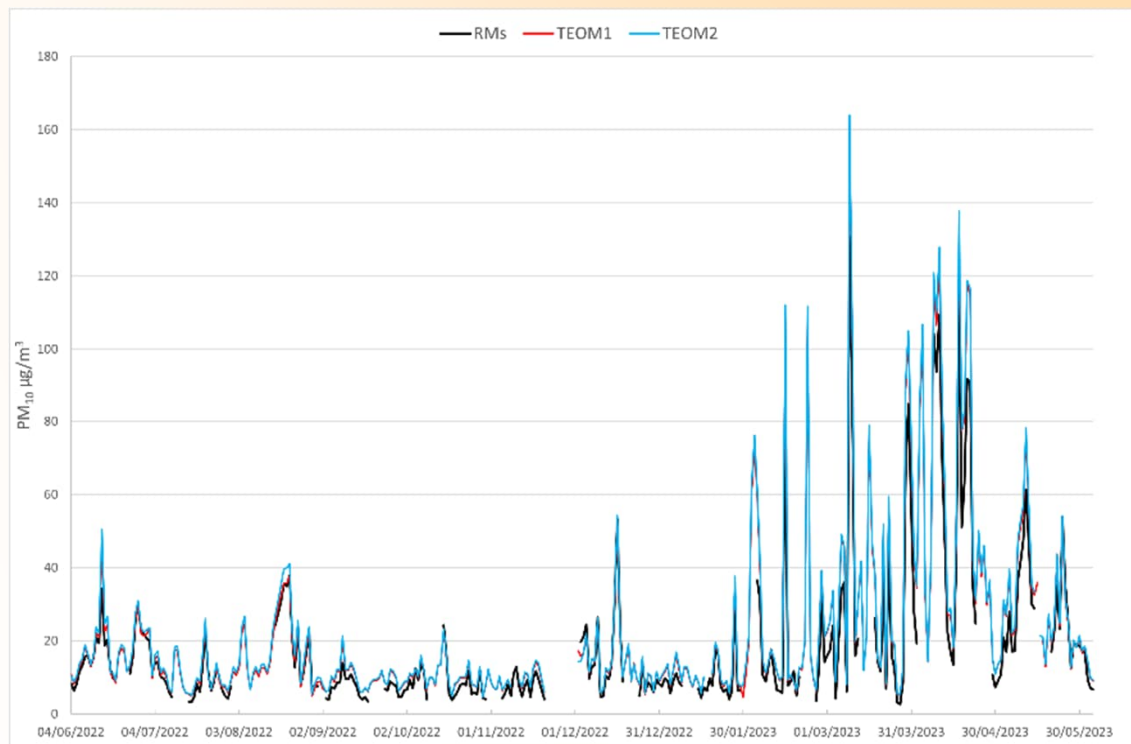
Vaatus	BAM 1020	TEOM 1405	Grimm EDM280	Fidas 200	AQ Guard Ambient	AQ Guard Smart	Derenda APM-2	Osiris	Turnkey iPM
Tyyppitesta	Kyllä	Kyllä ¹	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei ³	Kyllä	Ei ⁴	Ei ⁵
Datan kattav.	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Laitteiden väl. epävarmuus u _{bs} (koko data)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Ei	Ei
Laitteiden väl. epävarm. u _{bs} (≥ 30 µg/m ³)	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Ei	Ei
Laaj. suht. U	9.8%	11.5%	16.1%	13.1%	17.2%	18.3%	24.8%	17.9%	24.7%
Kalibrointi- yhtälö, x=	0.914y	0.817y	1.114y- 0.929	0.836y+ 1.388	1.182y	1.325y+ 1.828	0.466y+ 5.15	1.684y	2.114y
Soveltuu kiinteisiin mittauksiin	Kyllä 	Kyllä 	Kyllä ² 	Kyllä 	Ei 	Ei 	Ei 	Ei 	Ei 
Huom.		¹) Sertifik. vanhent.	²) Täysin ok < 30 µg/m ³			³) MCERTS sertifikaatti		⁴) MCERTS sertifikaatti	⁵) MCERTS sertifikaatti

Yhteenveto: PM_{2.5}

Vaatus	BAM 1020	TEOM 1405	Grimm EDM280	Fidas 200	AQ Guard Ambient	AQ Guard Smart	Derenda APM-2	Osiris	Turnkey iPM
Tyypitetaus	Kyllä	Kyllä ¹	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei ²	Kyllä	Ei ³	Ei ⁴
Datan kattav.	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Laitteiden väl. epävarmuus u _{bs} (koko data)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Laitteiden väl. epävarm. u _{bs} (≥ 18 µg/m ³)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Laaj. suht. U	21.6%	17.7%	24.5%	12.1%	15.0%	18.4%	35.0%	30.3%	20.7%
Kalibrointi- yhtälö, x=	1.558y- 1.371	1.513y- 4.231	1.353y- 1.319	y	1.206y	1.443y	1.555y- 1.425	1.208y+ 1.093	2.049y
Soveltuu kiinteisiin mittauksiin	Kyllä 	Kyllä 	Kyllä 	Kyllä 	Kyllä 	Ei 	Ei 	Ei 	Ei 
Huom.		¹) Sertifik. vanhent.				²) MCERTS sertifikaatti		³) MCERTS sertifikaatti	⁴) MCERTS sertifikaatti

TEOM 1405: PM₁₀

Kalibrointiyhtälö ja sen laajennettu epävarmuus: $x = 0.817y$ (11.5%)



Laitteiden välinen epävarmuus:

Koko data
 $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 $u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

0.68
1.79



TEOM 1405: PM₁₀

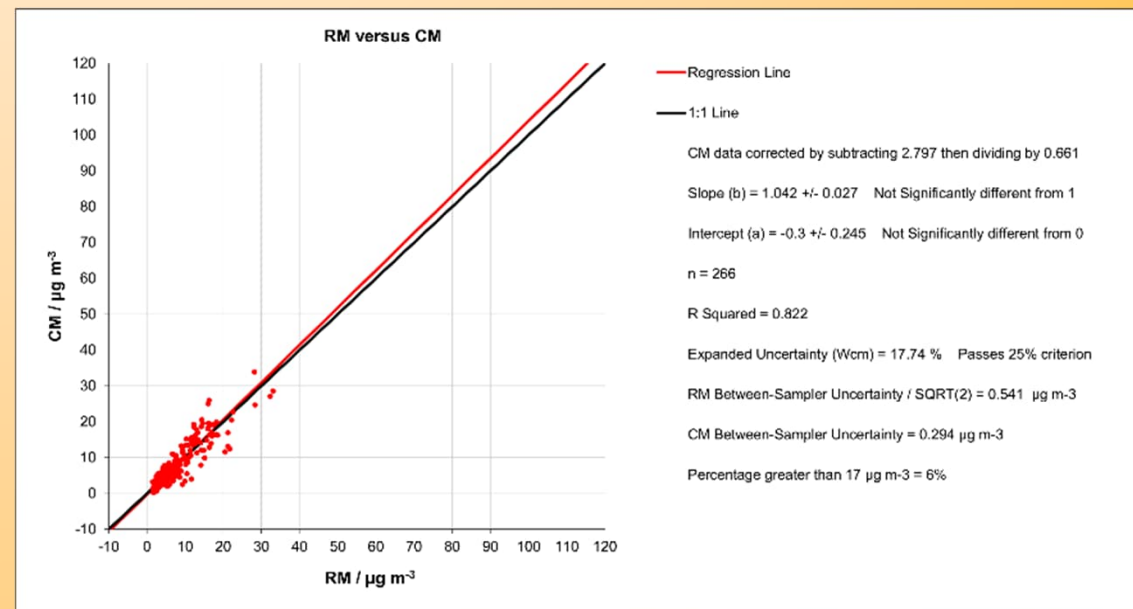
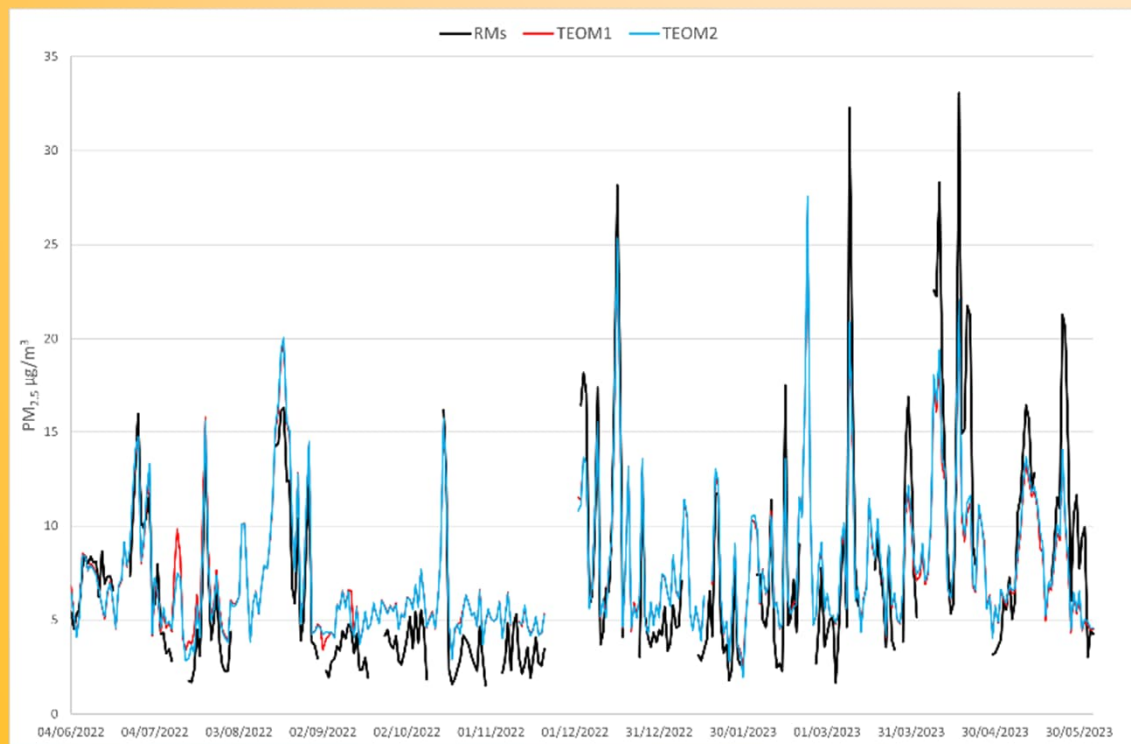
Test PM ₁₀	Criteria	TEOM 1 + 2	TEOM 1	TEOM 2	Pass/Fail
Data capture	≥ 90% of RM	98.5%	98.5%	98.5%	Pass
Suitability of data	20% > 28 µg/m ³	16.6%	16.6%	16.6%	Fail*
Between-sampler test					
All data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g/m}^3$	0.68 µg/m ³			Pass
≥ 30 µg/m ³	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g/m}^3$	1.79 µg/m ³			Pass
Test of comparability					
All data					
Number of data		265	265	265	
Slope	Significant	1.227	1.211	1.244	
Intercept	Significant	-0.149	-0.216	-0.086	
Calibrated data					
All data					
Number of data	≥160	265	265	265	Pass
Calibration equation		0.817y	0.829y	0.805y	
Exp. rel. uncertainty	≤25%	11.5%	11.8%	11.3%	Pass
Summer campaign					
Number of data	≥40	61			Pass
Calibration equation		0.903y			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	7.7%			Pass
Autumn campaign					
Number of data	≥40	62			Pass
Calibration equation		0.81y			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	7.4%			Pass
Winter campaign					
Number of data	≥40	78			Pass
Calibration equation		0.804y			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	12.6%			Pass
Spring campaign					
Number of data	≥40	64			Pass
Calibration equation		0.812y			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	15.9%			Pass



TEOM 1405: PM_{2.5}

Kalibrointiyhtälö ja sen laajennettu epävarmuus: $x = 1.513y - 4.231$ (17.7%)

→ *nollataso pielessä!*



Laitteiden välinen epävarmuus:

Koko data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.19
$\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.36



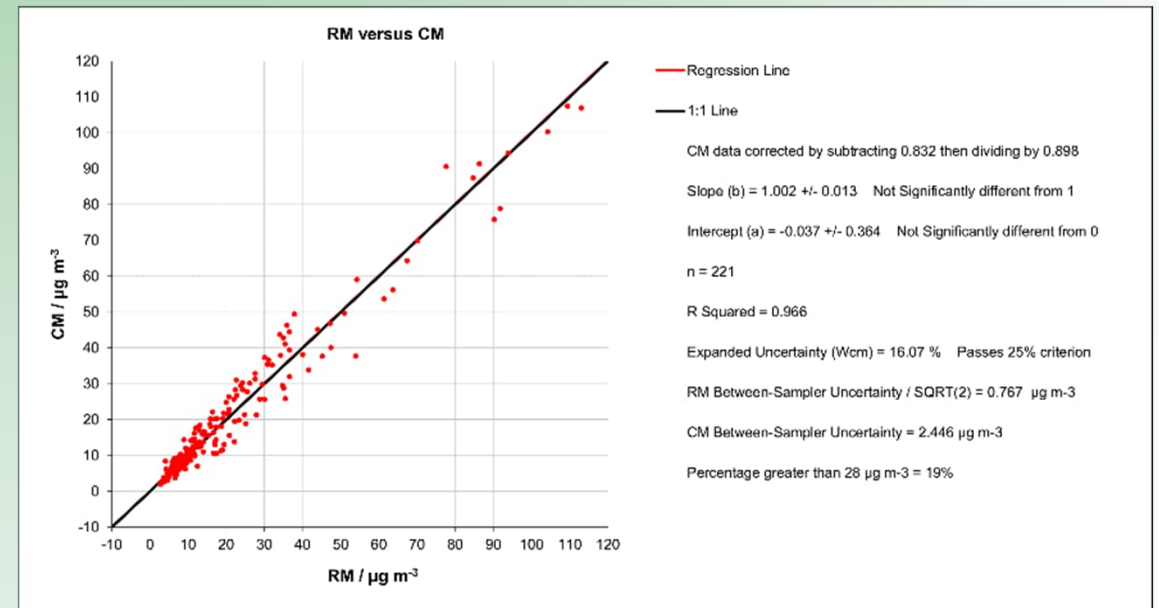
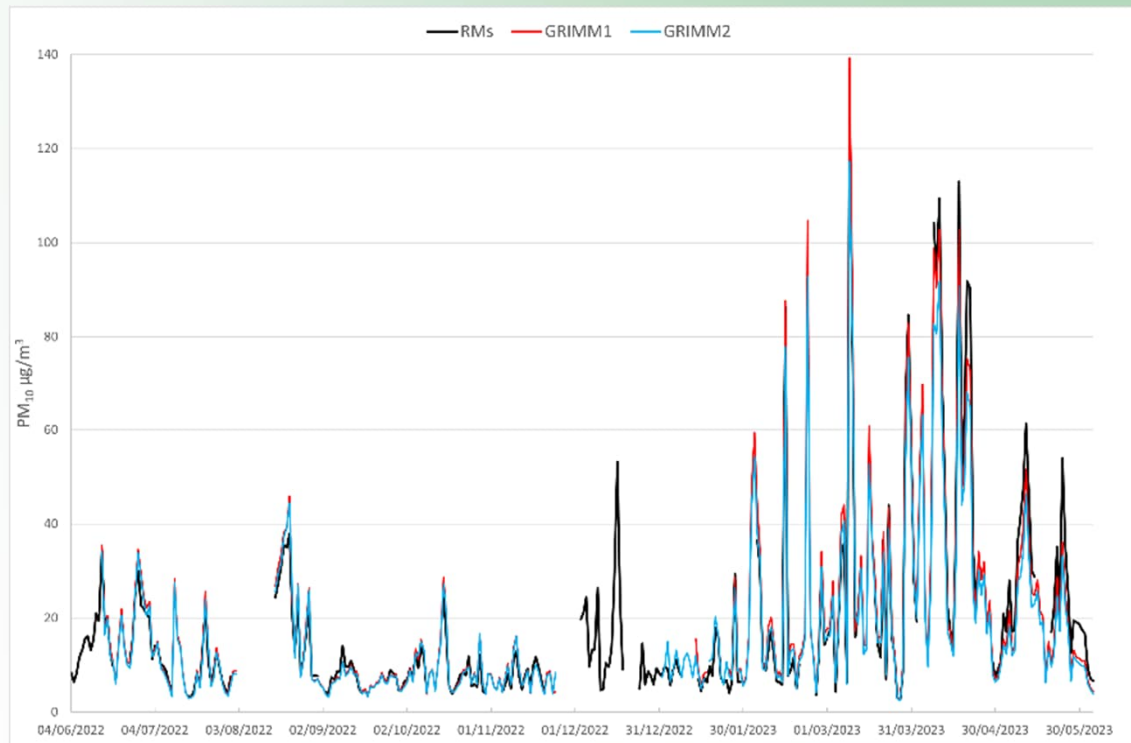
TEOM 1405: PM_{2.5}

Test PM _{2.5}	Criteria	TEOM 1 + 2	TEOM 1	TEOM 2	Pass/Fail
Data capture	≥ 90% of RM	98.5%	98.5%	98.5%	Pass
Suitability of data	20% > 17 µg/m ³	6.0%	6.0%	6.0%	Fail*
Between-sampler test					
All data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.19 µg/m ³			Pass
≥ 18 µg/m ³	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.36 µg/m ³			Pass
Test of comparability					
All data					
Number of data		266	266	266	
Slope	Significant	0.661	0.649	0.674	
Intercept	Significant	2.797	2.865	2.725	
Calibrated data					
All data					
Number of data	≥160	266	266	266	Pass
Calibration equation		1.513y-4.231	1.541y-4.414	1.484y-4.043	
Exp. rel. uncertainty	≤25%	17.7%	18.3%	17.3%	Pass
Summer campaign					
Number of data	≥40	64			Pass
Calibration equation		0.936y-0.316			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	12.4%			Pass
Autumn campaign					
Number of data	≥40	62			Pass
Calibration equation		1.23y-3.098			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	7.2%			Pass
Winter campaign					
Number of data	≥40	78			Pass
Calibration equation		1.471y-4.276			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	13.7%			Pass
Spring campaign					
Number of data	≥40	62			Pass
Calibration equation		1.832y-5.399			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	22.5%			Pass ¹⁶



Grimm EDM280: PM₁₀

Kalibrointiyhtälö ja sen laajennettu epävarmuus: $x = 1.114y - 0.929$ (16.1%)



Laitteiden välinen epävarmuus:

Koko data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2.20
$\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	4.83



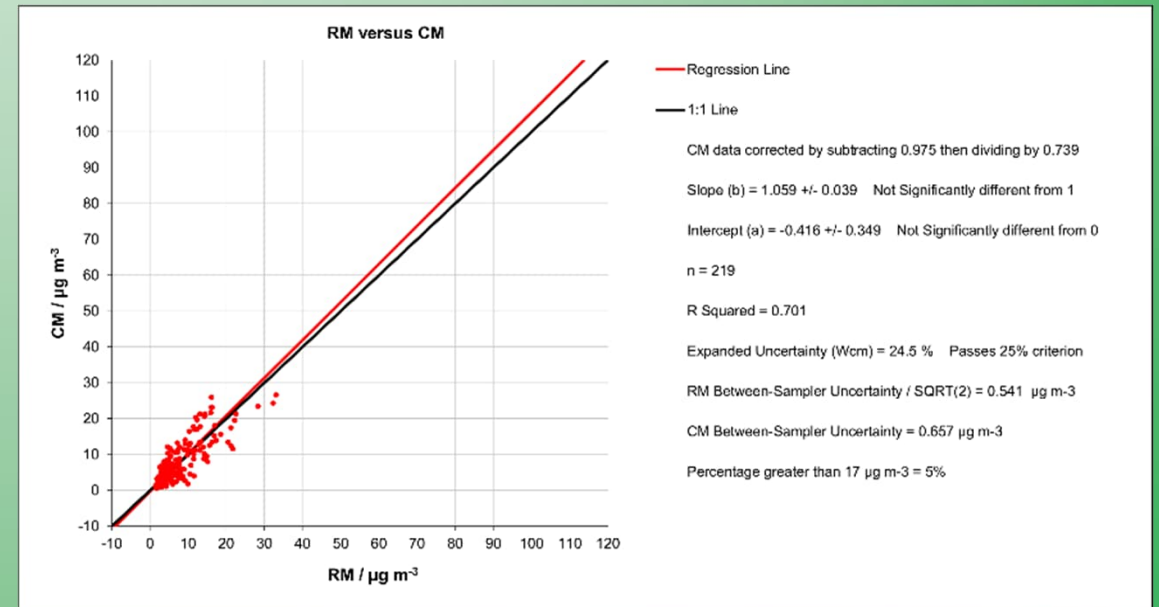
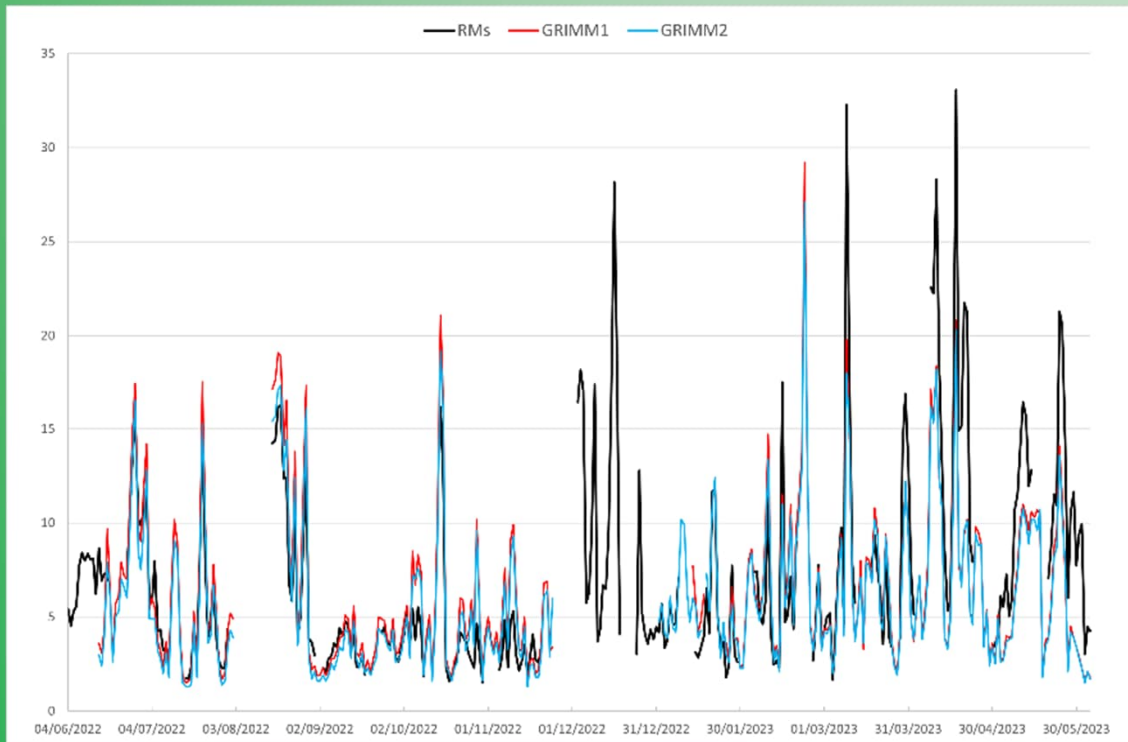
Grimm EDM280: PM₁₀

Test PM ₁₀	Criteria	Grimm 1 + 2	Grimm 1	Grimm 2	Pass/Fail
Data capture	≥ 90% of RM	82.2%	82.5%	87.7%	Fail*
Suitability of data	20% > 28 µg/m ³	19%	18.9%	17.8%	Fail**
Between-sampler test					
All data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2.20 µg/m ³			Pass
≥ 30 µg/m ³	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	4.83 µg/m ³			Fail
Test of comparability					
All data					
Number of data		221	222	236	
Slope	Significant	0.898	0.955	0.84	
Intercept	Significant	0.832	0.508	1.293	
Calibrated data					
All data					
Number of data	≥160	221	222	236	Pass
Calibration equation		1.114y-0.929	1.034y	1.190y-1.539	
Exp. rel. uncertainty	≤25%	16.1%	15.2%	17.0%	Pass
Summer campaign					
Number of data	≥40	40			Pass
Calibration equation		0.885y+1.312			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	7.2%			Pass
Autumn campaign					
Number of data	≥40	68			Pass
Calibration equation		0.846y+1.081			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	7.0%			Pass
Winter campaign					
Number of data	≥40	28			Fail
Calibration equation		1.029y-1.075			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	9.0%			Pass
Spring campaign					
Number of data	≥40	64			Pass
Calibration equation		1.127y-1.369			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	19.2%			Pass



Grimm EDM280: PM_{2.5}

Kalibrointiyhtälö ja sen laajennettu epävarmuus: $x = 1.353y - 1.319$ (24.5%)



Laitteiden välinen epävarmuus:

Koko data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.49
$\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.52



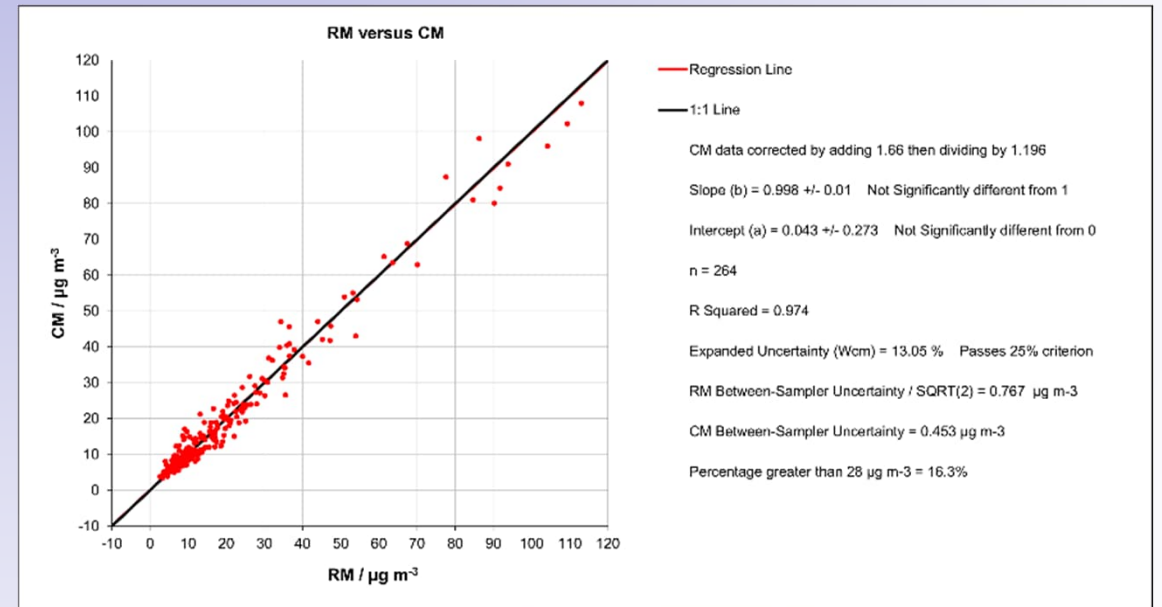
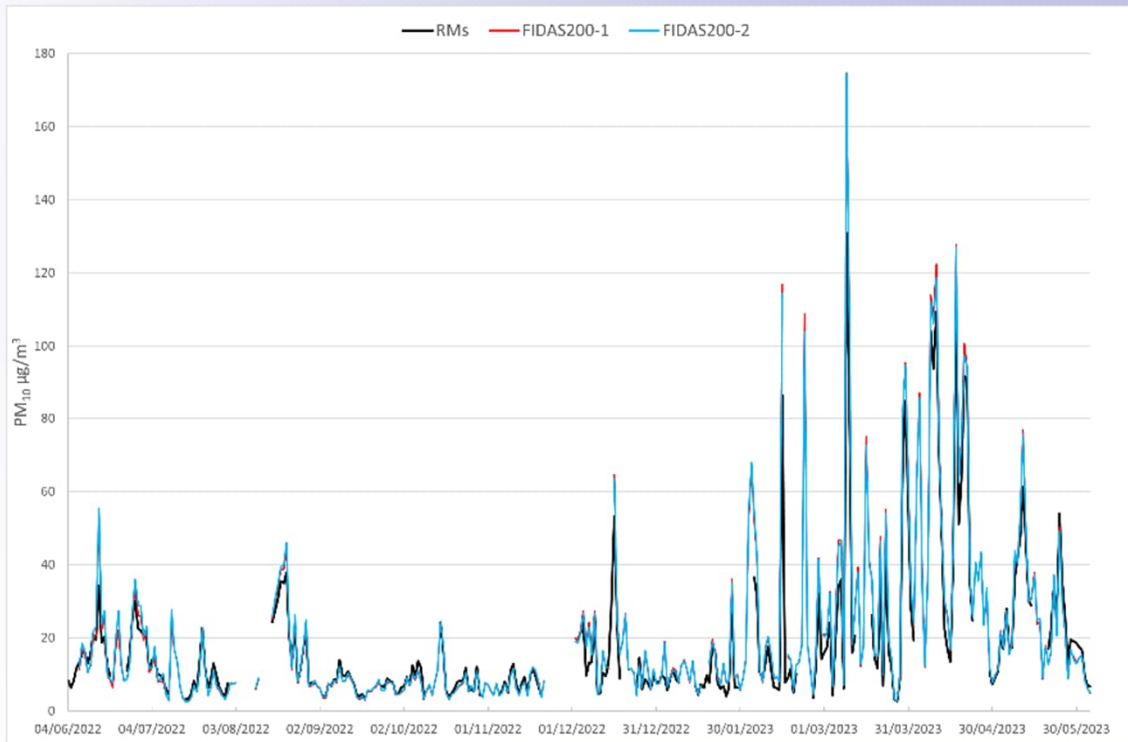
Grimm EDM280: PM_{2.5}

Test PM _{2.5}	Criteria	GRIMM 1 + 2	GRIMM 1	GRIMM 2	Pass/Fail
Data capture	≥ 90% of RM	81.1%	81.8%	87.0%	Fail*
Suitability of data	20% > 17 µg/m ³	5.0%	5.0%	4.7%	Fail**
Between-sampler test					
All data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g/m}^3$	0.49 µg/m ³			Pass
≥ 18 µg/m ³	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g/m}^3$	0.52 µg/m ³			Pass
Test of comparability					
All data					
Number of data		219	220	234	
Slope	Significant	0.739	0.732	0.721	
Intercept	Significant	0.975	1.073	0.920	
Calibrated data					
All data					
Number of data	≥160	219	220	234	Pass
Calibration equation		1.353y-1.319	1.312y-1.408	1.387y-1.276	
Exp. rel. uncertainty	≤25%	24.5%	25.2%	23.3%	Pass
Summer campaign					
Number of data	≥40	53			Pass
Calibration equation		0.796y+1.479			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	13.2%			Pass
Autumn campaign					
Number of data	≥40	64			Pass
Calibration equation		0.667y+0.707			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	16.9%			Pass
Winter campaign					
Number of data	≥40	40			Pass
Calibration equation		1.592y-3.422			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	21.2%			Pass
Spring campaign					
Number of data	≥40	62			Pass
Calibration equation		1.616y-0.614			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	23.7%			Pass



Fidas 200: PM₁₀

Kalibrointiyhtälö ja sen laajennettu epävarmuus: $x = 0.836y + 1.388$ (13.1%)



Laitteiden välinen epävarmuus:

Koko data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.54
$\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.99



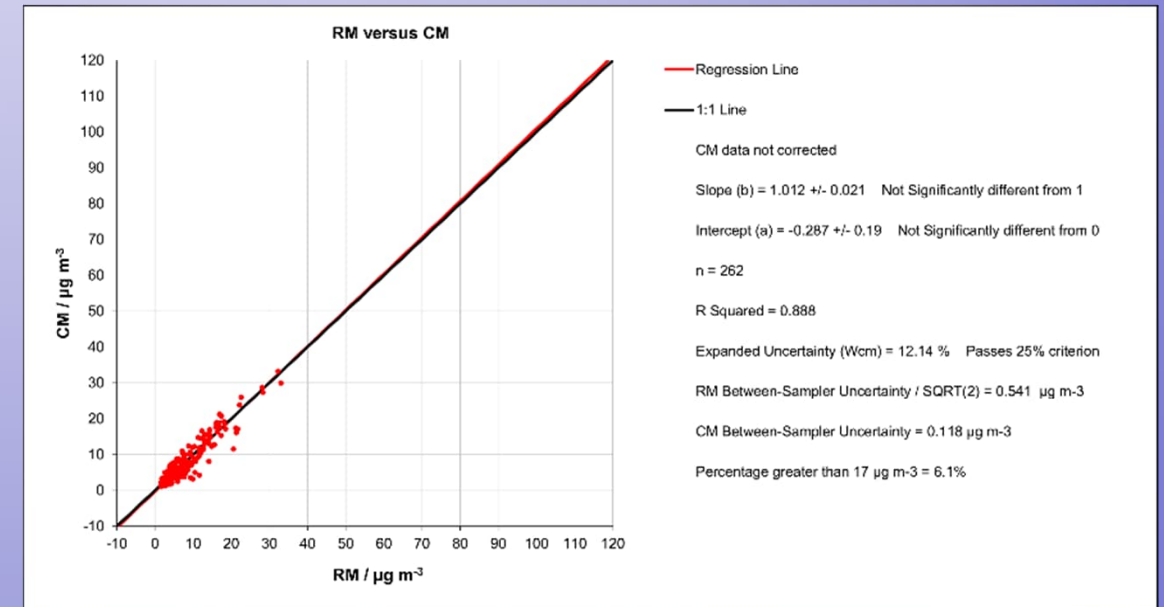
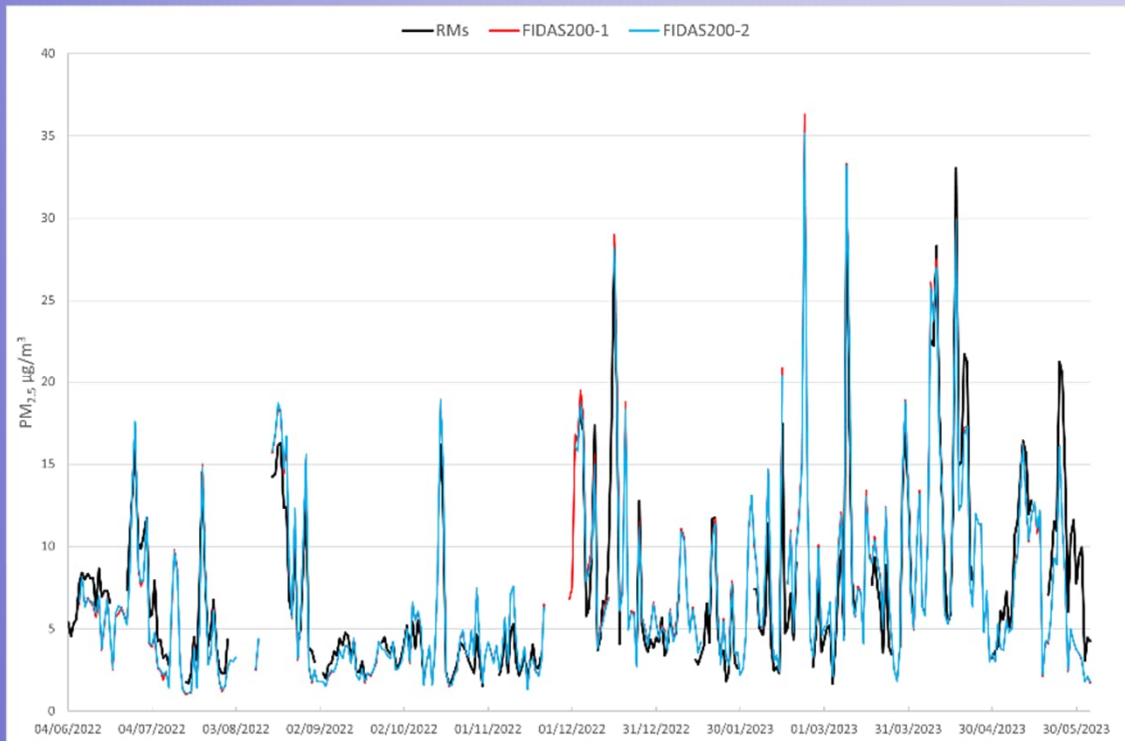
Fidas 200: PM₁₀

Test PM ₁₀	Criteria	FIDAS 1 + 2	FIDAS 1	FIDAS 2	Pass/Fail
Data capture	≥ 90% of RM	98.1%	98.1%	98.1%	Pass
Suitability of data	20% > 28 µg/m ³	16.3%	16.3%	16.3%	Fail*
Between-sampler test					
All data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.54 µg/m ³			Pass
≥ 30 µg/m ³	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.99 µg/m ³			Pass
Test of comparability					
All data					
Number of data		264	264	264	
Slope	Significant	1.196	1.203	1.189	
Intercept	Significant	-1.66	-1.822	-1.503	
Calibrated data					
All data					
Number of data	≥160	264	264	264	Pass
Calibration equation		0.836y+1.388	0.831y+1.515	0.841+1.264	
Exp. rel. uncertainty	≤25%	13.1%	12.9%	13.3%	Pass
Summer campaign					
Number of data	≥40	60			Pass
Calibration equation		0.756y+3.276			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	11.3%			Pass
Autumn campaign					
Number of data	≥40	64			Pass
Calibration equation		1.026y+0.430			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	7.1%			Pass
Winter campaign					
Number of data	≥40	76			Pass
Calibration equation		0.751y+0.785			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	9.9%			Pass
Spring campaign					
Number of data	≥40	64			Pass
Calibration equation		0.882y+1.556			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	14.7%			Pass



Fidas 200: PM_{2.5}

Kalibrointiyhtälö ja sen laajennettu epävarmuus: $x = y$ (12.1%)



Laitteiden välinen epävarmuus:

All data	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.12
$\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$u_{bs} \leq 2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.29



Fidas 200: PM_{2.5}

Test PM _{2.5}	Criteria	FIDAS 1 + 2	FIDAS 1	FIDAS 2	Pass/Fail
Data capture	≥ 90% of RM	97.0%	97.0%	97.0%	Pass
Suitability of data	20% > 17 µg/m ³	6.1%	6.1%	6.1%	Fail*
Between-sampler test					
All data	$u_{bs} \leq 2.5 \text{ µg/m}^3$	0.12 µg/m ³			Pass
≥ 18 µg/m ³	$u_{bs} \leq 2.5 \text{ µg/m}^3$	0.29 µg/m ³			Pass
Test of comparability					
All data					
Number of data		262	262	262	
Slope	Significant	1.012	1.018	1.006	
Intercept	Significant	-0.287	-0.319	-0.256	
Calibrated data					
All data					
Number of data	≥160	262	262	262	Pass
Calibration equation		y	y	y	
Exp. rel. uncertainty	≤25%	12.1%	12.4%	12.1%	Pass
Summer campaign					
Number of data	≥40	60			Pass
Calibration equation		0.789y+2.027			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	11.3%			Pass
Autumn campaign					
Number of data	≥40	64			Pass
Calibration equation		0.789y+0.688			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	10.6%			Pass
Winter campaign					
Number of data	≥40	76			Pass
Calibration equation		0.98y-0.644			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	9.5%			Pass
Spring campaign					
Number of data	≥40	62			Pass
Calibration equation		1.019y+1.264			
Exp. rel. uncertainty	≤25%	19.8%			Pass



Uusien kalibrointiyhtälöiden käyttö

- Uudet kertoimet julkaistiin 31.12.2024.
 - Niitä toivotaan käytettävän 1.1.2025 alkaen.
- Aiemmat ns. Kuopion kertoimet (Walden ym., 2017) ja niistä ongoing-vertailujen perusteella muokatut kertoimet (Walden & Vestenius, 2018) ovat silti edelleen voimassa.
 - Myös em. kertoimia voi käyttää, mikäli mittaaja arvelee vanhempien kertoimien edustavan omaa mittausympäristöään paremmin kuin pääkaupunkiseudulla määritetyt kertoimet:
 - **Uusimpien kalibrointikertoimien käyttöä suositellaan!**

Miten uusien kalibrointiyhtälöiden käyttö vaikuttaa PM₁₀-mittaustuloksiin?

- tapaus: FIDAS 200

FIDAS 200	Alust. kerroin $x=0.95y$ U=7.2 %		Uusi kerroin $x=0.836y+1.388$ U=13.1 %		Ero alustavasta kertoimesta uuteen	
Raakadata $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ero $\mu\text{g}/\text{m}^3$ raakaan		ero $\mu\text{g}/\text{m}^3$ raakaan		%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
5	4.75	-5 %	5.57	11 %	17 %	0.8
10	9.50	-5 %	9.75	-3 %	3 %	0.2
15	14.25	-5 %	13.93	-7 %	-2 %	-0.3
20	19.00	-5 %	18.11	-9 %	-5 %	-0.9
25	23.75	-5 %	22.29	-11 %	-6 %	-1.5
30	28.50	-5 %	26.47	-12 %	-7 %	-2.0
40	38.00	-5 %	34.83	-13 %	-8 %	-3.2
45	42.75	-5 %	39.01	-13 %	-9 %	-3.7
50	47.50	-5 %	43.19	-14 %	-9 %	-4.3
70	66.50	-5 %	59.91	-14 %	-10 %	-6.6
100	95.00	-5 %	84.99	-15 %	-11 %	-10.0
200	190.00	-5 %	168.59	-16 %	-11 %	-21.4

Uuden ilmanlaatudirektiivin (2024/2881)

- PM₁₀ vuosiraja-arvo 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Pitkän aikavälin U=20 %, abs. 4,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- PM₁₀ vrk-raja-arvo 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Lyhyen aikavälin U=25 %, abs. 11,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Miten uusien kalibrointiyhtälöiden käyttö vaikuttaa PM_{2,5}-mittaustuloksiin?

- tapaus: TEOM 1405

TEOM 1405	Vanha kerroin $x=1.009y-1.681$ U=8.8 %		Uusi kerroin $x=1.513y-4.231$ U=17.7 %		Ero vanhasta kertoimesta uuteen	
Raakadata µg/m ³	ero µg/m ³ raakaan		ero µg/m ³ raakaan		%	µg/m ³
3	1.35	-55 %	0.31	-90 %	-77 %	-1.0
5	3.36	-33 %	3.33	-33 %	-1 %	0.0
8	6.39	-20 %	7.87	-2 %	23 %	1.5
10	8.41	-16 %	10.90	9 %	30 %	2.5
15	13.45	-10 %	18.46	23 %	37 %	5.0
20	18.50	-8 %	26.03	30 %	41 %	7.5
25	23.54	-6 %	33.59	34 %	43 %	10.1
30	28.59	-5 %	41.16	37 %	44 %	12.6
40	38.68	-3 %	56.29	41 %	46 %	17.6
50	48.77	-2 %	71.42	43 %	46 %	22.7
70	68.95	-2 %	101.68	45 %	47 %	32.7
100	99.22	-1 %	147.07	47 %	48 %	47.9

Uuden ilmanlaatudirektiivin (2024/2881)

- Keskimääräisen altistumisen indikaattorin (AEI) tavoitepitoisuus PM_{2,5}:lle, 5 µg/m³
- PM_{2,5} vuosiraja-arvo 10 µg/m³
 - Pitkän aikavälin U=30 %, abs. 3,0 µg/m³
- PM_{2,5} vrk-raja-arvo 25 µg/m³
 - Lyhyen aikavälin U=25 %, abs. 11,3 µg/m³





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Määritettyjen kertoimien jatkuva soveltuvuuden osoittaminen (ongoing)



Kalibrointiyhtälöiden soveltuvuutta tulee testata erilaisissa ympäristöissä ympäri maata

- Standardin EN 16450:2017 mukaan, PM-mittausten laatua tulee varmentaa jatkuvien soveltuvuuden osoittamisella (*ongoing comparison*) vertailumenetelmää vastaan. Vertailujen laajuuden tulisi seurata seuraavia kriteerejä:
 - Mittausverkon laajuus;
 - Verkon asemien keskinäinen eroavaisuus;
 - Määritetyn kalibrointiyhtälön epävarmuuden suuruus.
- Vuoden mittaisen vertailujakson ajalla tulee saada vähintään 80 validia dataparia:
 - Vertailuja tulee tehdä vähintään 2-3 mittausasemalla;
 - Yksi asemista voi olla se, jolla DoE-kalibrointikertoimet on määritetty.
 - Ainakin yhden asemista tulee olla eri kuin DoE-asema, ja se voi muuttua vuodesta toiseen, jotta vertailujen edustavuudelle saadaan parempi kattavuus.
 - Ongoing-vertailujen tuloksia tulee arvioida 3-vuoden keskiarvoina.
 - Ongoing-vertailujen perusteella kalibrointikertoimia voidaan muokata, mutta tästä vertailulaboratorio aina mainitsee erikseen raportissaan.

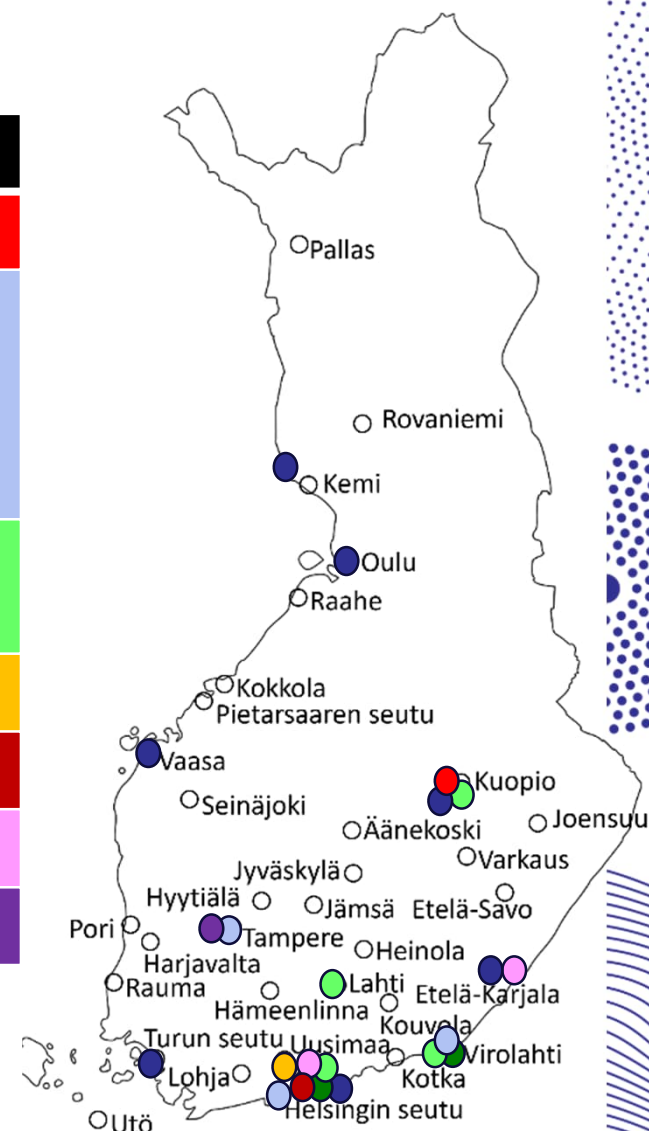
Table 5 — Requirements for ongoing comparisons with the reference method

W_{AMS} , in %	≤ 10	>10 to ≤ 15	>15 to ≤ 20	>20 to ≤ 25
% of sites for on-going equivalence ^a	10	10	15	20
Number of sites for on-going equivalence ^a	2	3	4	5

^a The smaller of the two resulting numbers may be applied. The minimum number of on-going equivalence test sites is 2 for each type of AMS.

PM-vertailut 2014–2026

Ajankohta	Vertailu	PM ₁₀	PM _{2.5}
2014–2015	DoE	Kuopio	Kuopio
2017–2018	Ongoing	Helsinki, Imatra, Kuopio, Oulu, Tornio, Turku, Vaasa	Helsinki, Tampere, Virolahti
2019–2020	Ongoing	Helsinki, Virolahti	Helsinki, Kuopio, Lahti, Virolahti
2021	Ongoing	Vantaa	Vantaa
2022–2023	DoE	Helsinki, Vantaa	Helsinki, Vantaa
2024–2025	Ongoing	Helsinki, Imatra	Helsinki, Imatra
2025–2026	Ongoing	Tampere	Tampere
2026...	Ongoing	?	
2027/2028...	DoE?	?	



Ongoing 2024 (Helsinki)

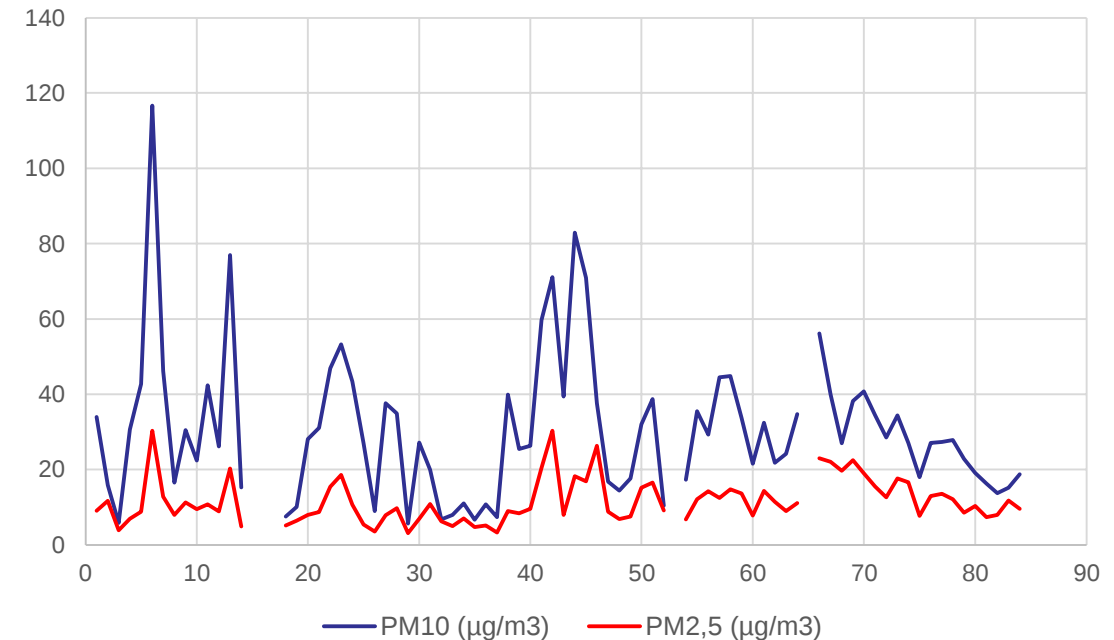
- Vertailut sekä PM_{10} ja $PM_{2.5}$ –kokojakeille Helsingin Mäkelänkadun asemalla maaliskuu-kesäkuussa 2024 (kevätpölykausi)
- Asemalla oli FIDAS 200, jolle määritettyjen kertoimien soveltuvuutta testattiin.
- Yleistä kevätpölykauden hiukkasdatasta:

$PM_{2.5}$:n suhde PM_{10} :een

- | | |
|---|------|
| • Leckel SEQ, vertailumenetelmän data | 43% |
| • FIDAS 200, korjaamaton raaka data | 35% |
| • FIDAS 200, kalibrointikorjattu data | 38% |
| • (FIDAS 200, vanhoilla alust. kertoimilla) | 33%) |



Vertailumenetelmä PM_{10} ja $PM_{2.5}$

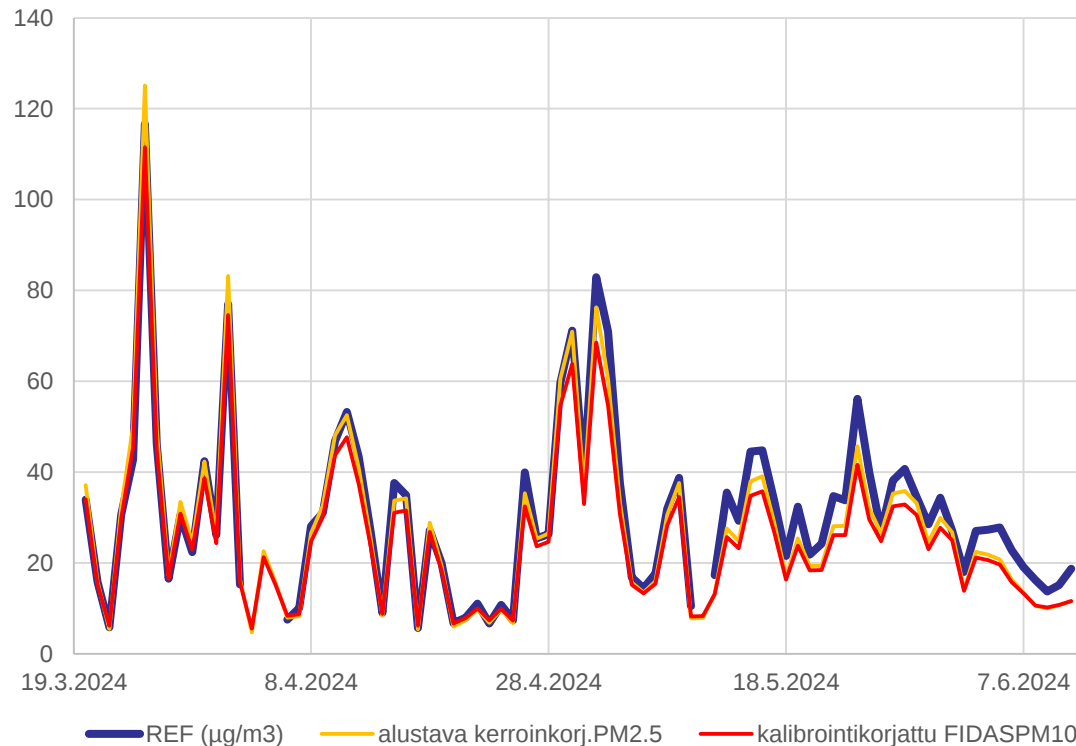


FIDAS 200 vs. REF Mäkelänkadulla kevätpölykaudella

PM₁₀:

- Raaka data vs. REF, U=14,8% → OK
- Kalibrointikorj. data vs. REF, U=26,8% → EI OK
- (Vanhalla alustavalla kertoimella, U=15,4%)

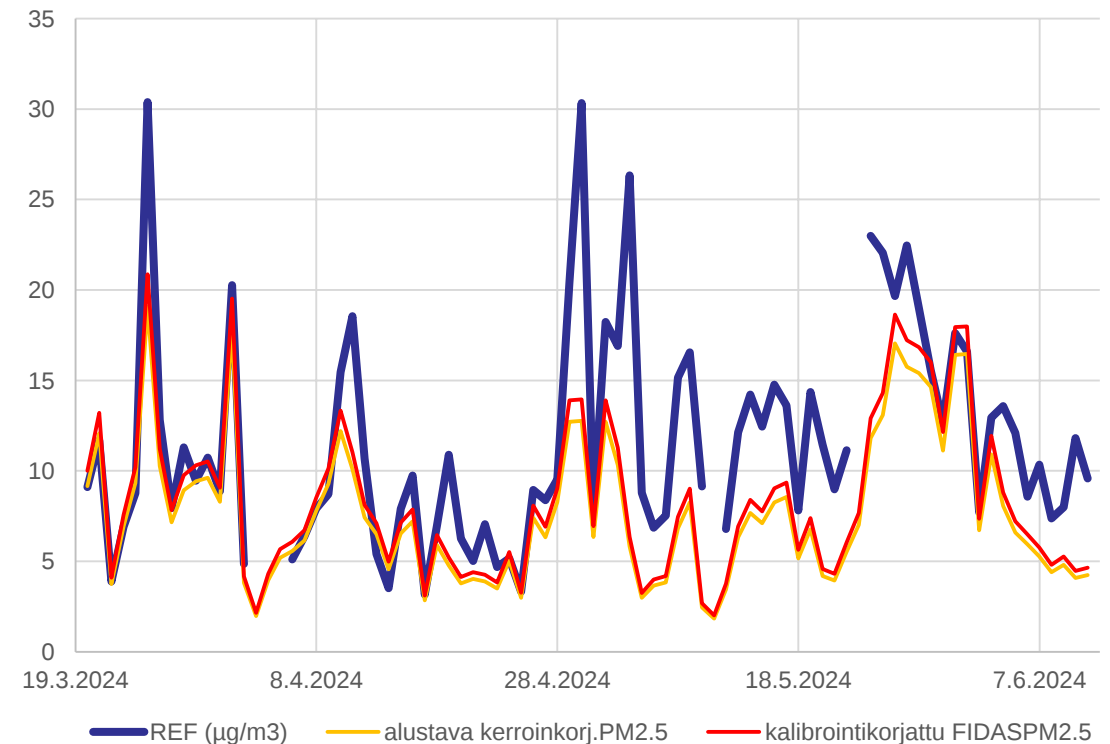
PM₁₀ FIDAS 200



PM_{2,5}:

- Ekviv.testin perusteella ei tarvita kalibr.kerrointa, joten raaka data vs. REF, U=63,4% → EI OK
- (Vanhalla alustavalla kertoimella, U=76% → EI OK)

PM_{2,5} FIDAS 200



Ongoing 2024-2025 (Imatra)

- Vertailut (PM_{10} ja $PM_{2.5}$) Imatran Teppanalan asemalla elokuusta 2024 toukokuulle 2025:
 - Asemalla kummankin kokojakeen mittaamiseen käytetään TEOM 1405-laitetta. Vertailulaboratorio toi vertailtavaksi yhden FIDAS 200:n. Näille laitteille määritettyjen kalibrointikertoimien soveltuvuutta testataan Imatralla.
 - Mukana myös 2 kpl FIDAS 100 Smart -laitteita, joille on tarkoitus määrittää alustava kalibrointikerroin.
 - Lisäksi vertailuun otettiin mukaan kahden yrityksen PM-sensorilaitteita ensi kertaa, jotta saadaan käsitystä, kuinka hyvin sensorilaitteet toimivat suhteessa vertailumenetelmään:
 - Senhitsu (2 kpl), toiminta loppunut → ei arvioida.
 - Vaisala AQT560 (2 kpl) alkaen joulukuusta 2024.
- Vertaillaan lisäksi kahta vertailukeräintä keskenään PM_{10} -kokoluokan mittauksessa (Leckel, Digitel).



Ongoing 2025–2026

- Tehdään vertailumittaukset PM_{10} ja $PM_{2.5}$ -kokojakeille **Tampereella**
 - Mitataan kahdella mittausasemalla:
 - Kalevan kaupunkitausta-asemalla kesästä n. marraskuulle 2025
 - Pirkankadun liikenneasemalla n. marras-joulukuusta 2025 toukokuulle 2026
 - Mittausten suunnittelu on kesken.
 - Aloitus kesän aikana.
- Asemien oman PM-mittauksen (FIDAS 200 kummallakin asemalla) lisäksi olisi tärkeää saada muitakin laitteita mukaan vertailuun.
→ **Onko muita laitteita saatavilla mukaan?**





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Kiitos!

karri.saarnio@fmi.fi

