

Jatkuvatoimiset hiukkasmittaukset

Anssi Julkunen

Ilmanlaadun mittajatapaaminen Turussa 7.-8.5.2019

Esityksen sisältö

- Johdanto aiheeseen
- Mittausmenetelmän ja mittalaitteen valintaan vaikuttavia tekijöitä
- Millä menetelmillä Suomessa mitataan ja miksi – yleisökeskustelua
- Eri mittausmenetelmien ominaisuudet ja erot sekä korjauskerrointen ihmeellinen maailma
- 1. Jatkuvatoimisten mittalaitteiden keskinäinen vertailu pientaloalueella tammi-helmikuu 2019
- 2. Jatkuvatoimisten mittalaitteiden keskinäinen vertailu vilkasliikenteisessä liikenneympäristössä maalis-huhtikuussa 2019
- Millä menetelmillä ja kertoimilla pitäisi mitata?

Johdanto aiheeseen - asetus ilmanlaadusta

- Vertailumenetelmät ja mittausten vastaavuuden osoittaminen
 - *Hiukkasten näytteenoton ja analyysin vertailumenetelmä*: EN 12341:2014 (Ambient air – Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM₁₀ or PM_{2,5} mass concentration of suspended particulate matter)
 - Mittauksissa voidaan käyttää mitä tahansa muuta menetelmää, jonka tulokset ovat yhteneviä vertailumenetelmän antamien tulosten kanssa. Tällaisella menetelmällä saatuja tuloksia on tarvittaessa korjattava, jotta saataisiin vertailumenetelmää käyttämällä saatavia tuloksia vastaavat tulokset.
- Ilmanlaatutietojen saatavuus sekä yleisölle tiedottaminen ja yleisön varoittaminen
 - Tiedot mittausasemilla mitatuista hiukkasten pitoisuksista on **saatettava ajan tasalle ainakin päivittäin ja aina kun se on mahdollista, tunneittain**.
 - Jos vuorokausipitoisuksien raja-arvon numeroarvo ylittyy, on siitä **tiedotettava viipymättä** yleisölle. Tiedoissa on oltava maininta mitattujen pitoisuksien suhteesta raja-arvoihin sekä kyseisten epäpuhtauksien terveysvaikutuksista.
- Hiukkasmittausten sallittu epävarmuus 25 % (jatkuvat mittaukset)

Mittausmenetelmän ja mittalaitteen valintaan vaikuttavia tekijöitä

- Hankintahinta – kilpailutus
- Ympäristönäkökohdat
- Mittaajan tietämys tai uskomus laitteen luotettavuuteen ja tulosten oikeellisuuteen
- Huolto-, tuki- ja varaosapalvelujen saatavuus sekä vasteaika
- Ylläpitokustannukset
- Ylläpitoon vaadittava työmääärä
- Tekniset ominaisuudet (missä mitataan, mitä mitataan, mihin tuloksia käytetään)
 - Kalibrointi (virtaus ja massan mittaus, lämpötila ja paine)
 - Tarkkuus ja stabiilisuus
 - Olosuhdevaatimukset ja "häiriöherkkyyss"
 - Keskiarvoistus aika 24 h, 1 h, liukuva 12,5-15 min, 1 min, 1 s (raja-arvovalvonta vs. tutkimuskäyttö)
 - Havaintorajat (optinen menetelmä > 180-300 nm vs. suodatinkeräys)
 - Näytteen käsittely (näyttesondi: lämmitys, kuivaus, näytelinjan pituus)
 - Tilantarve ja sähköinkulutus
 - Jne.

Millä menetelmillä Suomessa mitataan ja miksi?

Yleisön näkemyksiä ja kommentteja eri mittausmenetelmistä ja laitteista
Mitä hyvää – mitä huonoa?

- Massapitoisuuden määrittäminen referenssikeräimellä
- Teom 1400 ab, **TEOM 1405 (-F)**, TEOM 1405 D (-DF)
- Environnement MP-101 + CPM
- Grimm 180
- SHARP 5030
- FH 62 I-R
- Osiris
- Fidas 200 S
- Muut menetelmät?

Esimerkkiaineistossa käytetyt korjauskertoimet

- Fidas 200s: $PM_{10}\text{-TUV} = 0.945 \times \text{Fidas} + 1.422$; $PM_{2.5}\text{-TUV} = 0.929 \times \text{Fidas} + 0.315$
- http://expo.fmi.fi/aqes/public/PM_Equivalence%20report%20Kuopio_2017.pdf

PM10 Candidate method	< 325 µg/m³		< 100 µg/m³		< 100 µg/m³	
	Calibration equation PM ₁₀	Relative expanded uncertainty	Calibration equation PM ₁₀	Relative expanded uncertainty	Calibration equation through origin PM ₁₀	Relative expanded uncertainty
BAM 1020	0,942y + 0,437	12,6%	0,858y + 1,919	10,3%	0,913y	11,7%
GRIMM 180	0,855y + 2,139	17,0 %	0,871y + 1,927	17,0 %	0,922y	17,9 %
SHARP 5030 C-dust	1,404y -2,750	17,2%	1,486y -3,904			
SHARP 5030 (beta)	1,415y -2,233	12,8%	1,489y -3,301			
FH 62 IR	1,300y -0,904	16,5%	1,372y -1,850			
TEOM 1405	0,868y -2,068	14,4%	0,804y -0,623			
MP101M	0,811y + 2,311	11,0%	0,887y + 0,826			
OSIRIS	1,401y -0,153	15,7%	1,338y + 0,57			
DustTrak	7,478y -76,819	402,3%	5,761y -55,073			

PM2.5 Candidate method	< 25 µg/m³		< 25 µg/m³	
	Calibration equation PM ₁₀	Relative expanded uncertainty	Calibration equation through the origin PM _{2.5}	Relative expanded uncertainty
BAM 1020	1,100y + 0,733	7,4%	1,215y	19,9%
GRIMM 180 (*)	0,747y + 0,532	12,6 %	0,780y	12,3 %
SHARP 5030 C-dust	0,854y + 1,187	7,3%	1,009y	27,7%
SHARP 5030 (beta)	0,971y -0,003	0,2%	0,971y	0,2%
FH 62 IR	0,850y + 1,709	17,3%	1,097y	51,8%
TEOM 1405	1,009y -1,681	8,8%	0,821y	31,4%
MP101M	0,812y -0,306	8,9%	0,780y	31,4%
OSIRIS (*)	3,324y -1,073	124,2%	2,020y	76,1%
Dusttrak (*)	0,602y -1,002	37,9%	0,550y	143,9%

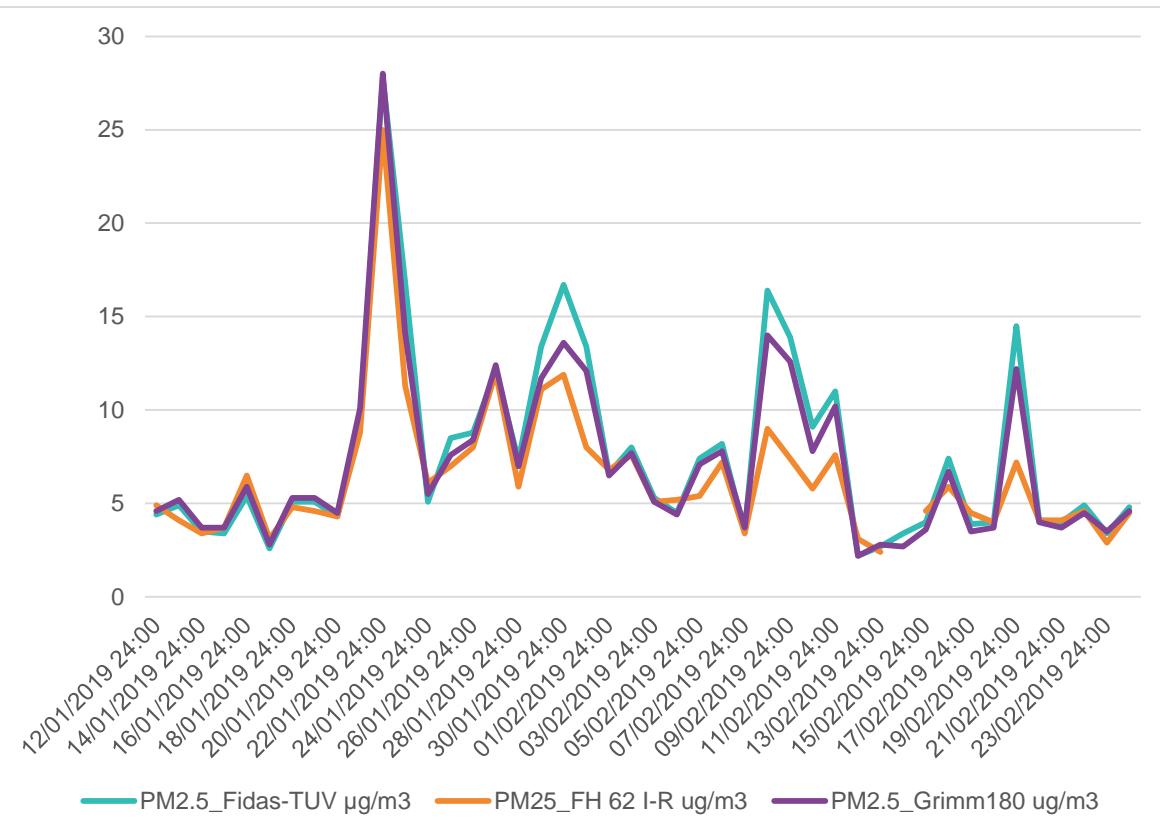
(* Range < 75 µg/m³)

Pientaloalue Helsingissä

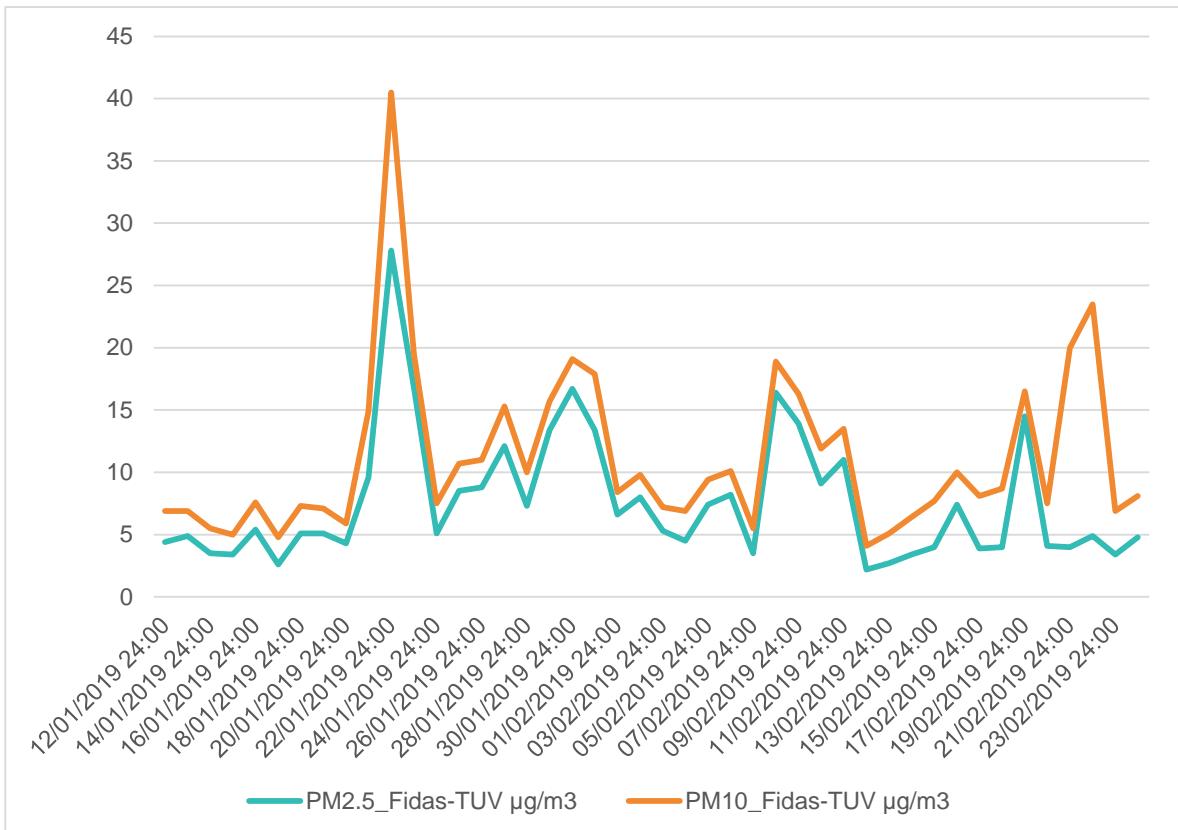
- Puun pienpolton vaikutukset ilmanlaatuun
- Grimm 180 (optinen menetelmä PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ja PM_1)
- FH 62 I-R (β -säteilyn vaimeneminen $PM_{2.5}$)
- Fidas 200s (optinen menetelmä PM_{10} , $PM_{2.5}$ PM_4 ja PM_1) Palas/HNU-Nordion
- Ei referenssikeräimiä



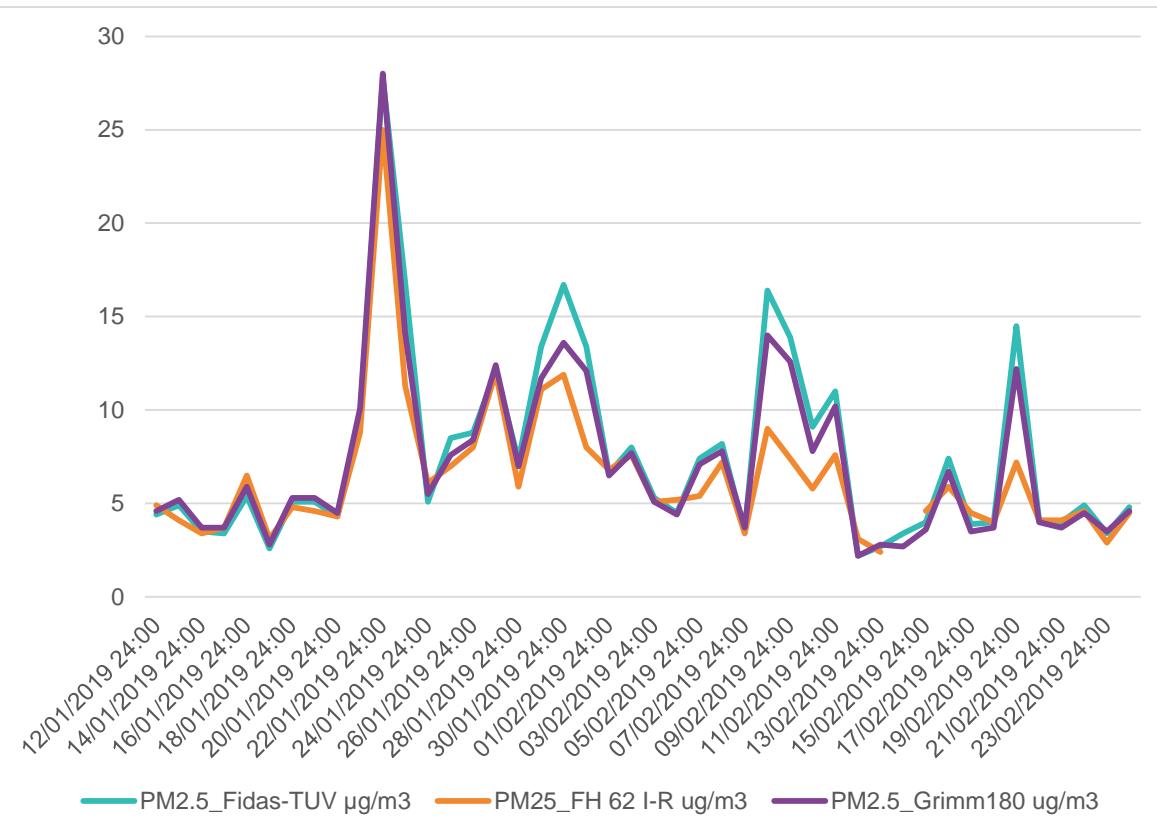
PM_{2.5} -vuorokausipitoisuudet eri menetelmillä



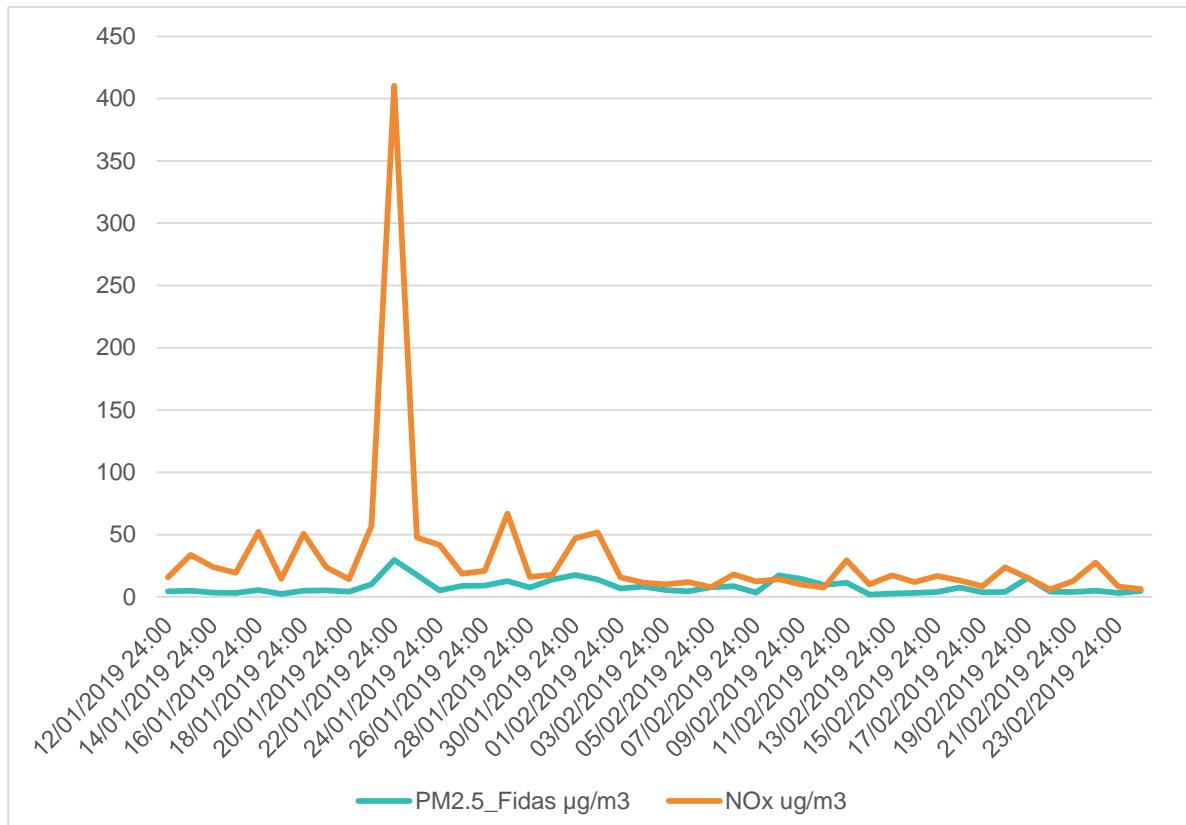
PM_{2.5} ja PM₁₀ –pitoisuuden suhde



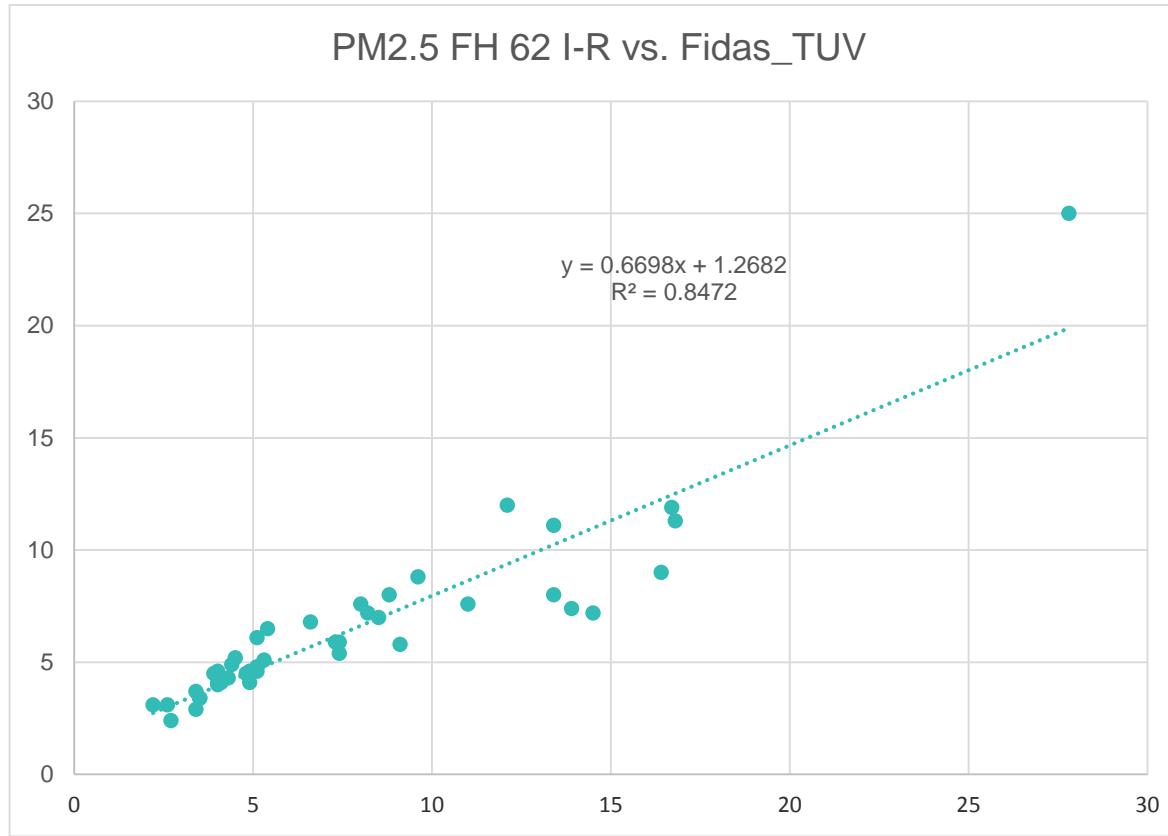
PM_{2.5} -vuorokausipitoisuudet eri menetelmillä



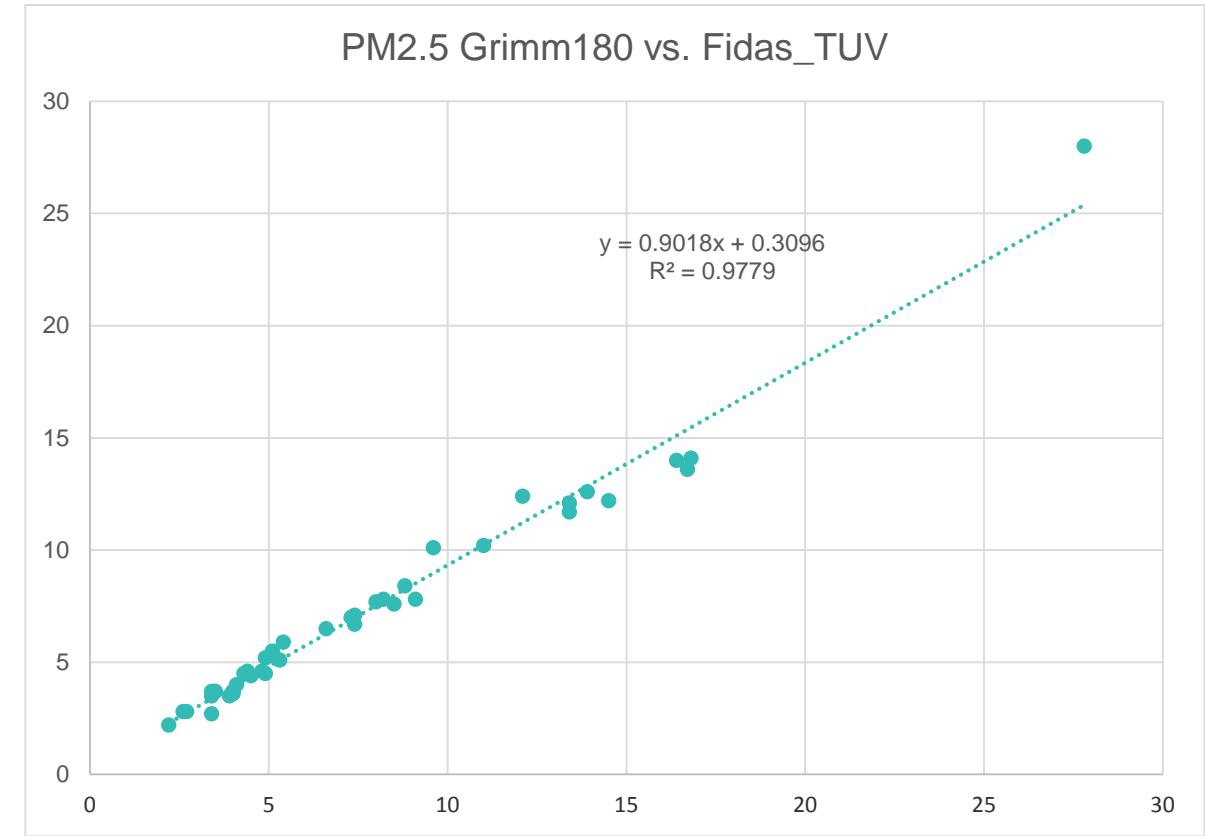
PM_{2.5} ja NO_x –pitoisuus

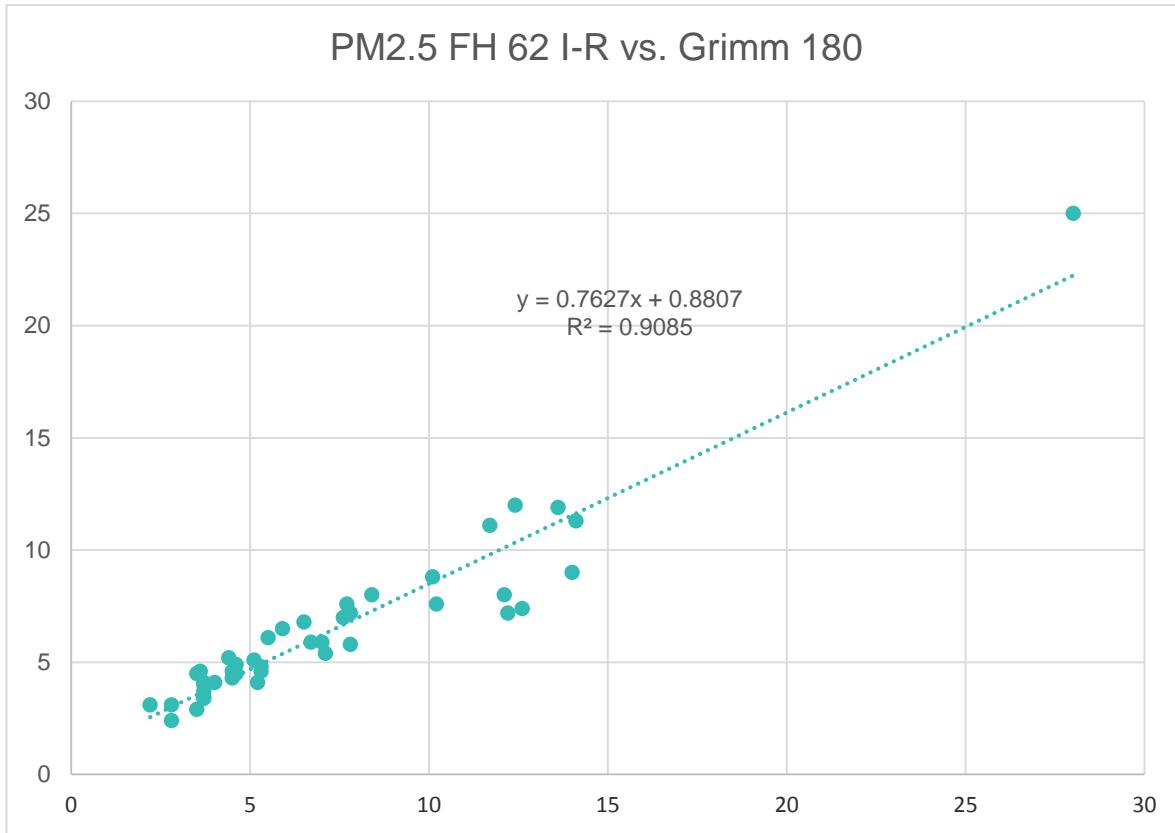


FH 62 I-R vs. Fidas 200



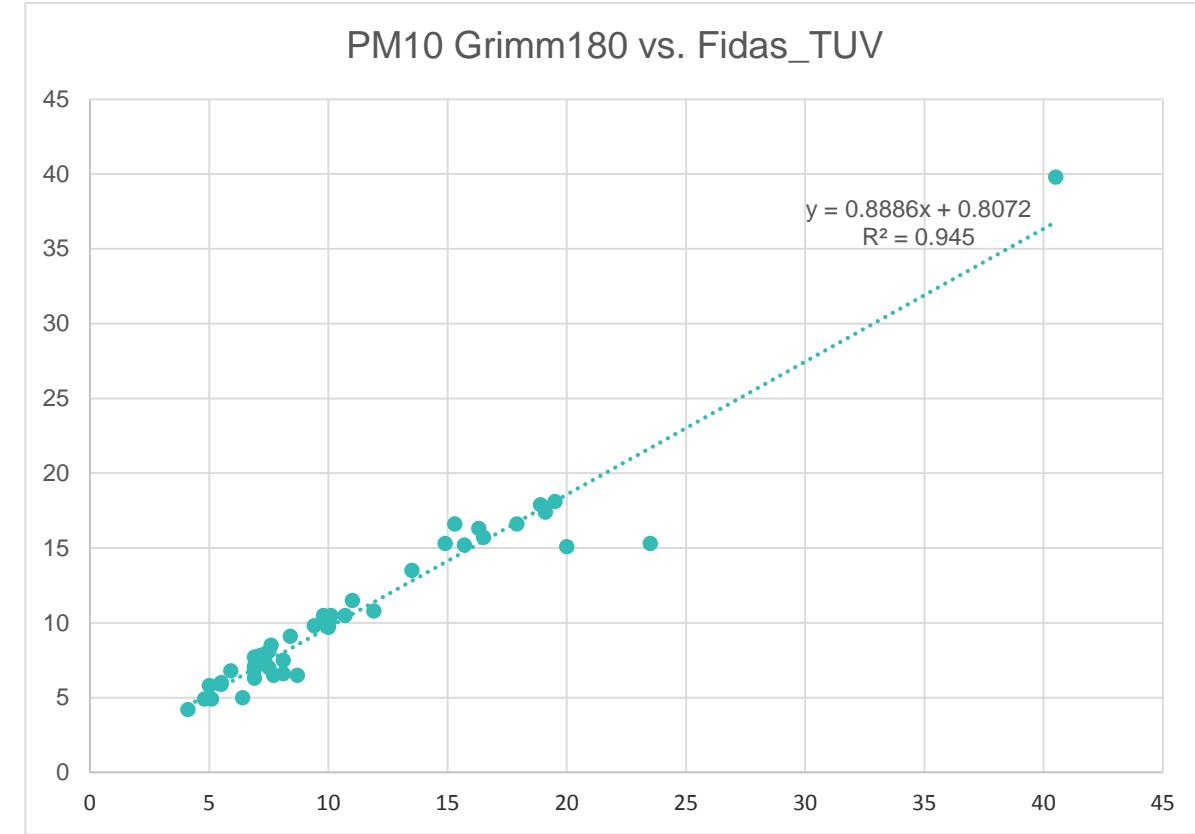
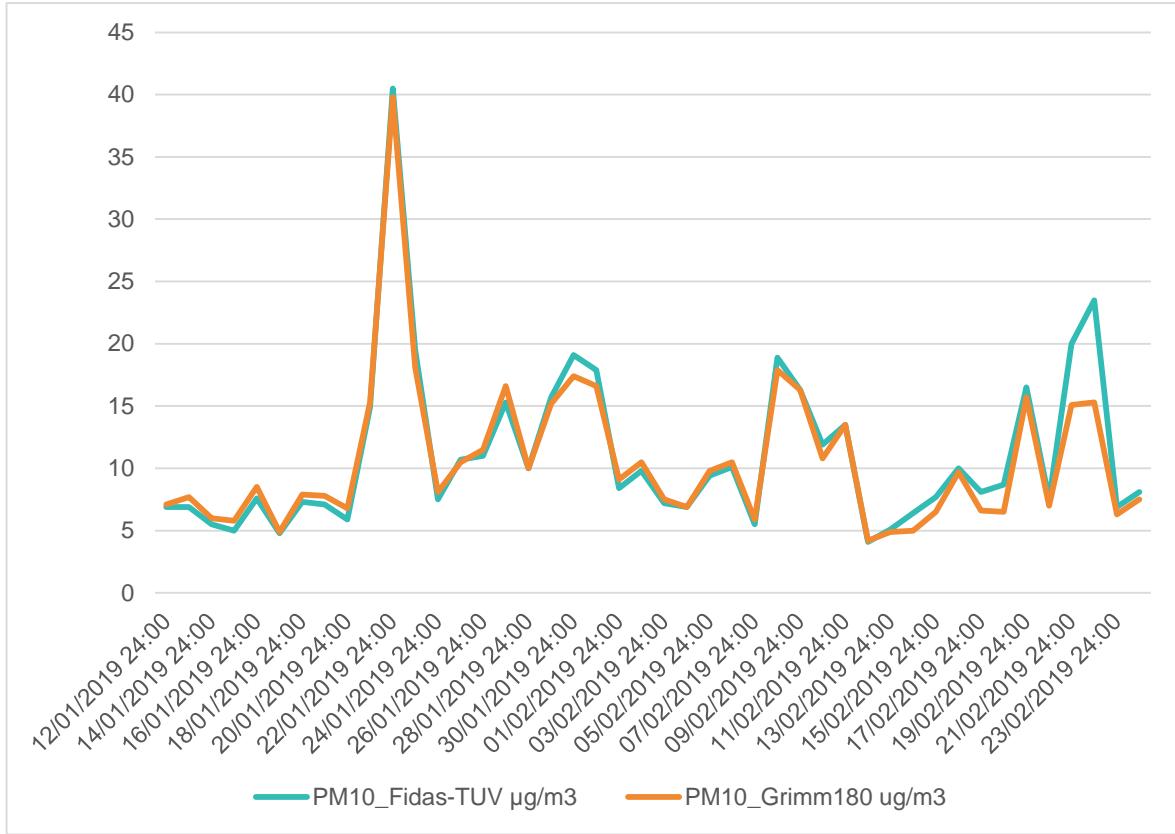
Optinen menetelmä vs. optinen menetelmä



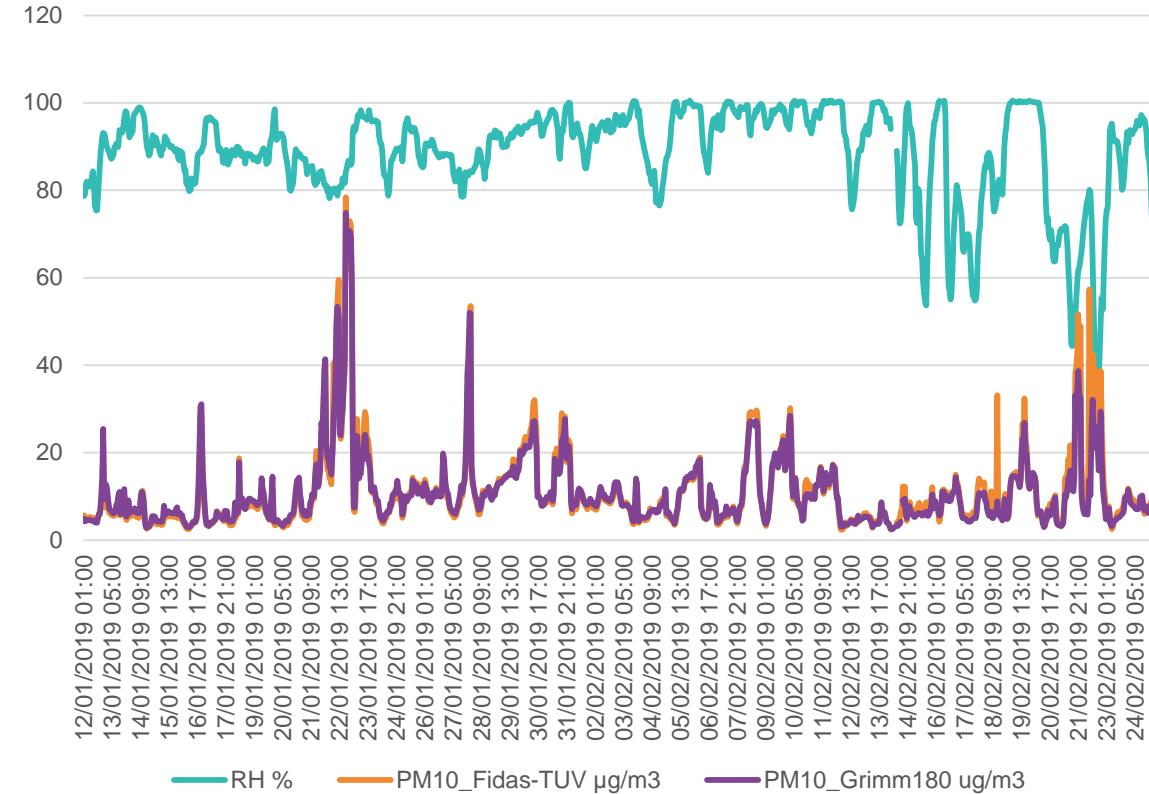
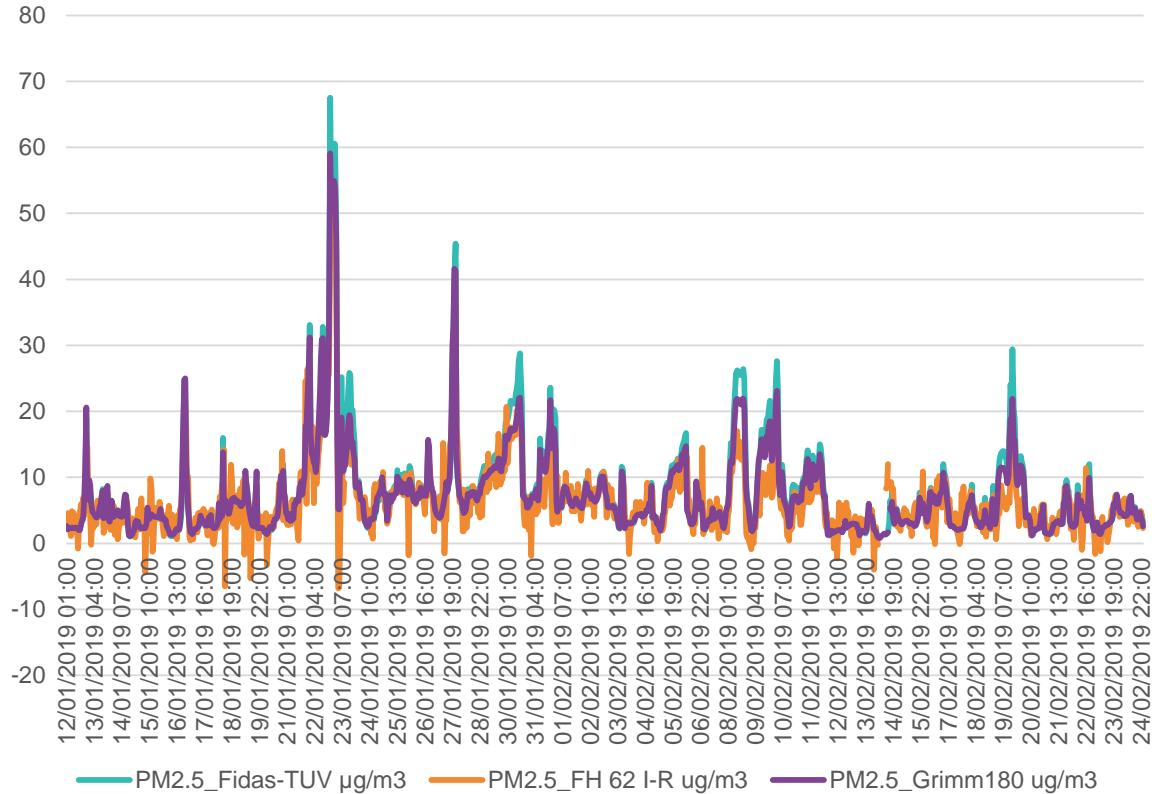


- Kuopion kertoimilla FH 62 I-R mitatut PM_{2.5} pitoisuudet olivat n. 20 % pienempiä kuin Grimm 180 laitteella mitatut **tässä vertailussa**.
- Soveltuvuustestissä FH 62 I-R aliarvioi PM_{2.5} pitoisuksia n. 35 % Kuopin kertoimella liikenneympäristössä (Ilmatieteen laitos 2018)
- Referenssikeräimen data olisi ollut arvokasta pienpolton ilmanlaatuvaikutusten arvioinnin kannalta ja FH 62 I-R korjauskertoimen varmistamiseksi

PM₁₀ –pitoisuus Grimm 180 vs. Fidas 200

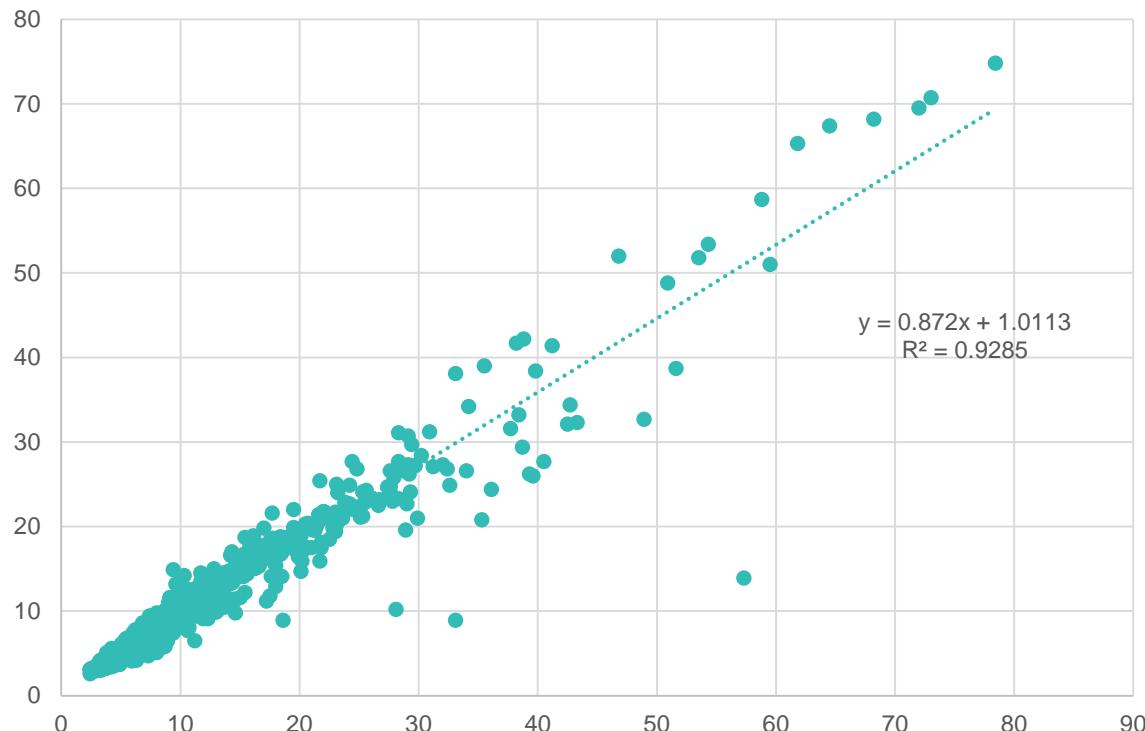


PM_{2.5} - ja PM10-tuntipitoisuudet eri menetelmillä

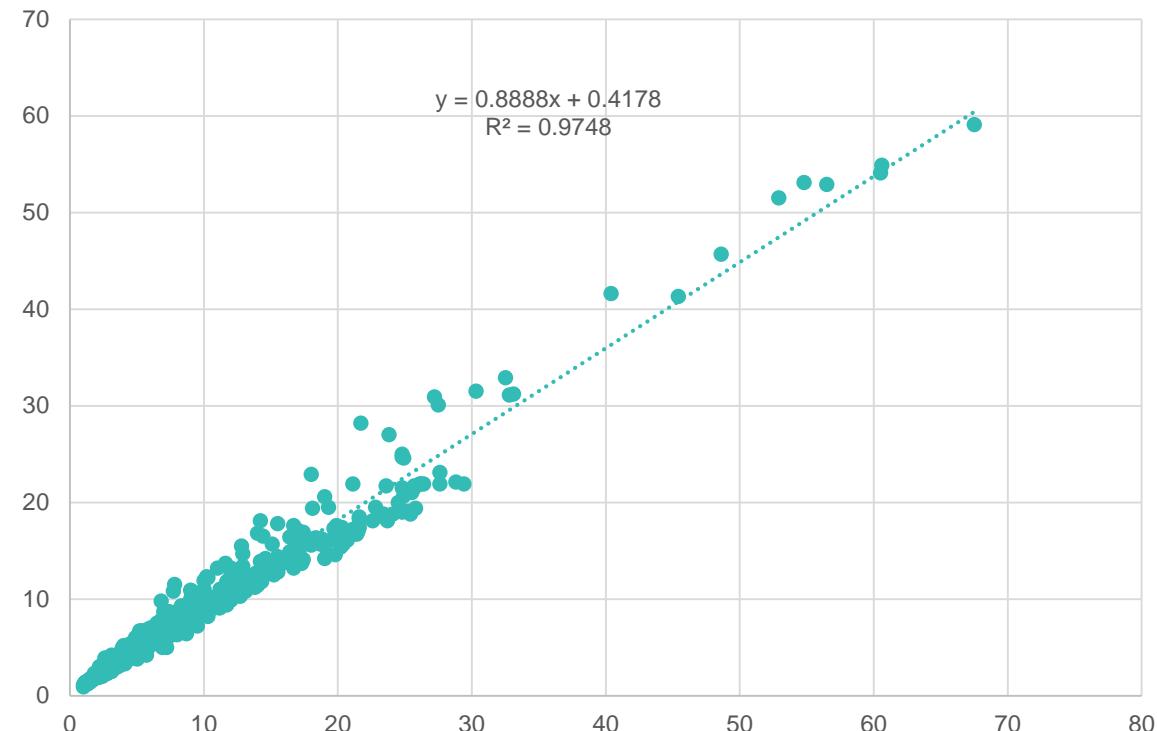


Grimm 180 vs. Fidas200

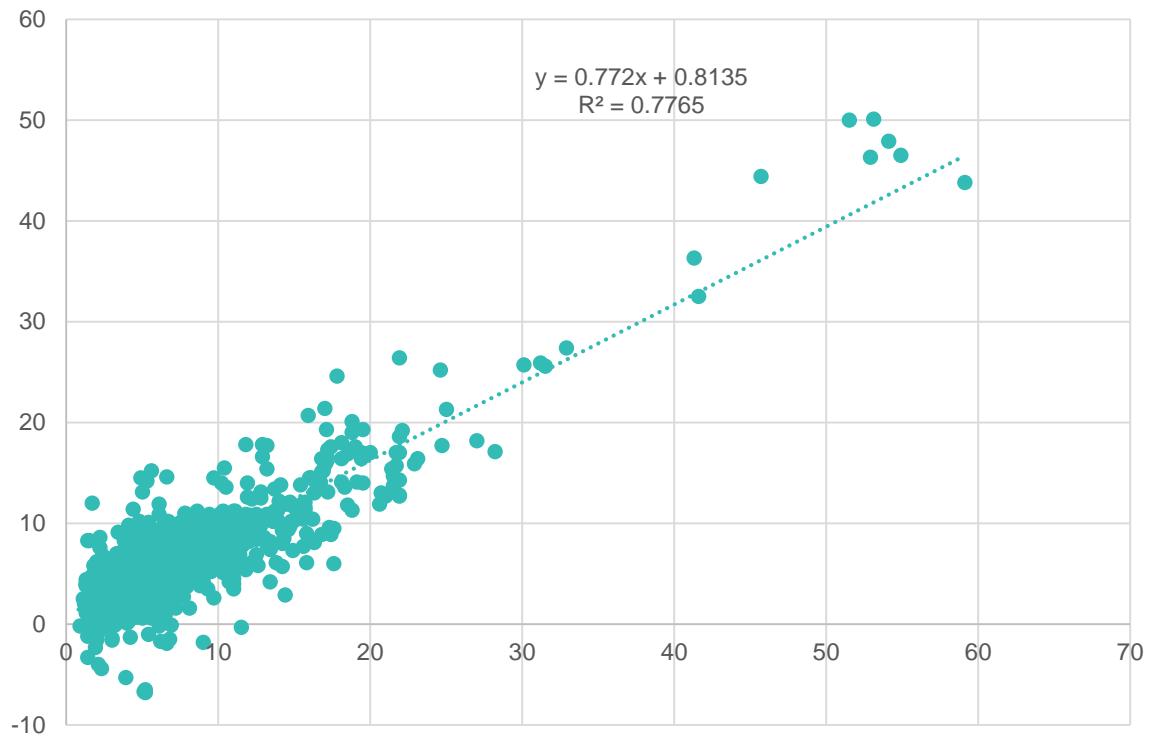
PM10 Grimm180 vs. Fidas-TUV



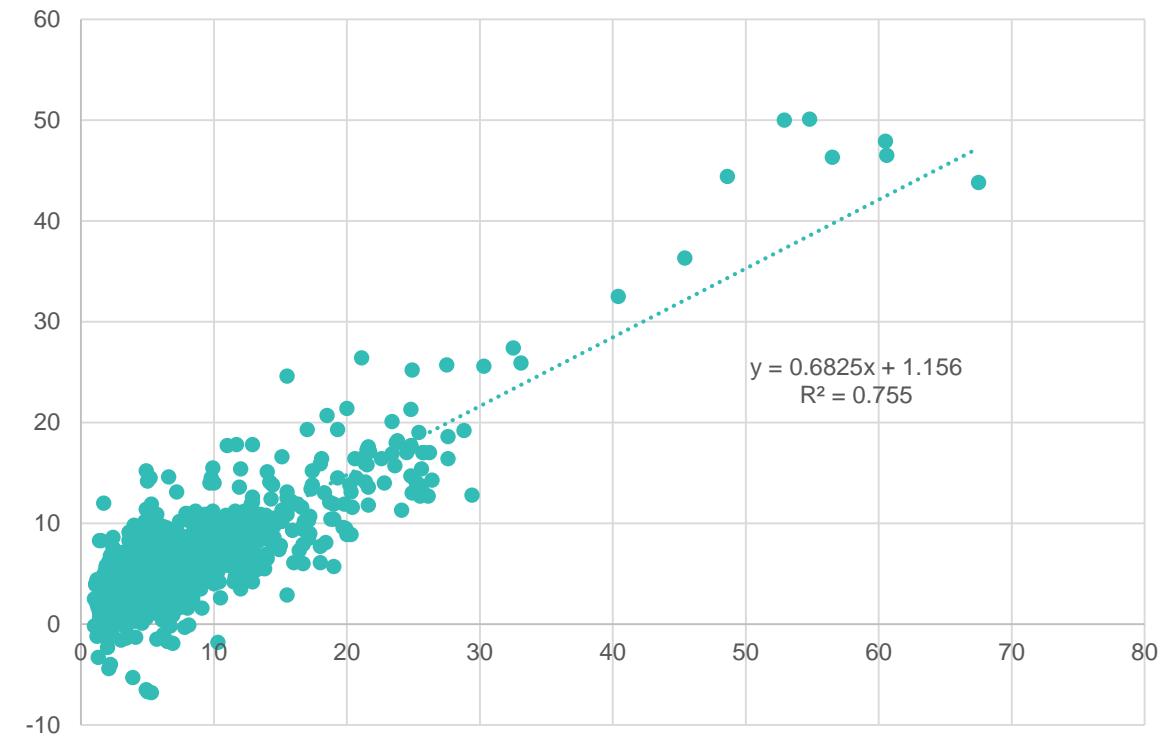
PM2.5 Grimm180 vs. Fidas-TUV



PM2.5 FH 62 I-R vs. Grimm 180

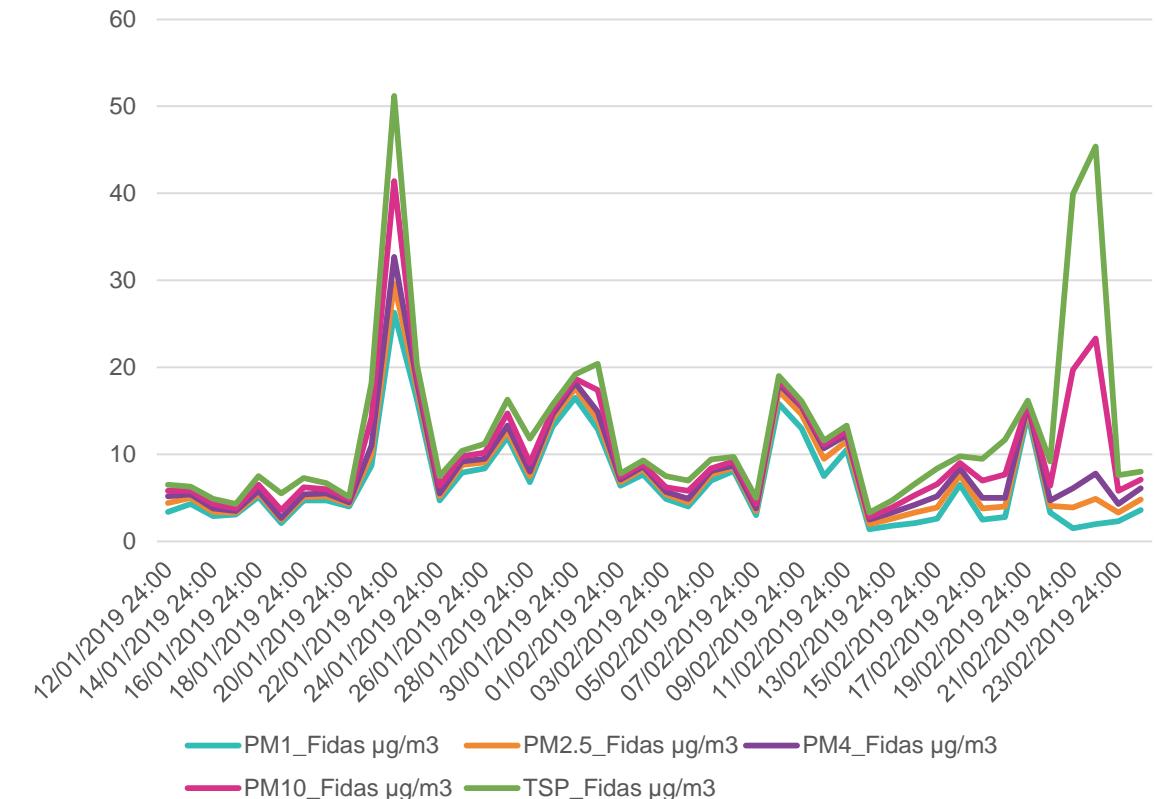
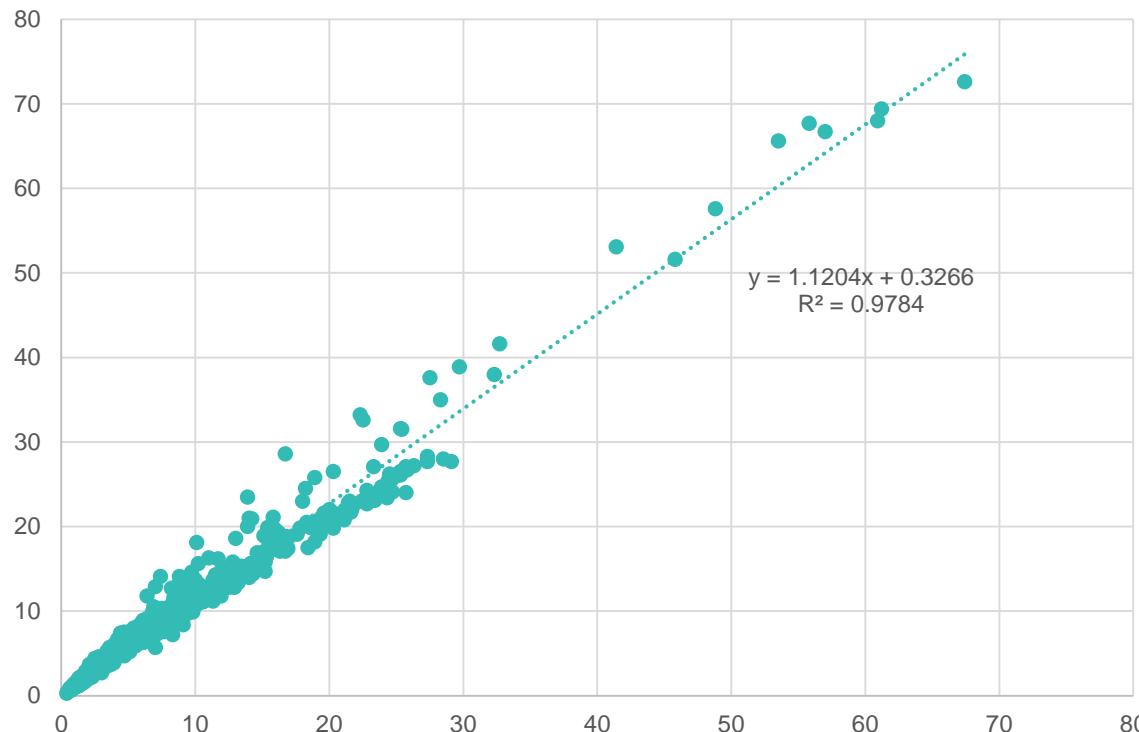


PM2.5 FH 62 I-R vs. Fidas-TUV



Mittaustietoa ilmanlaadun tutkimukseen

PM1 Grimm180 vs. Fidas

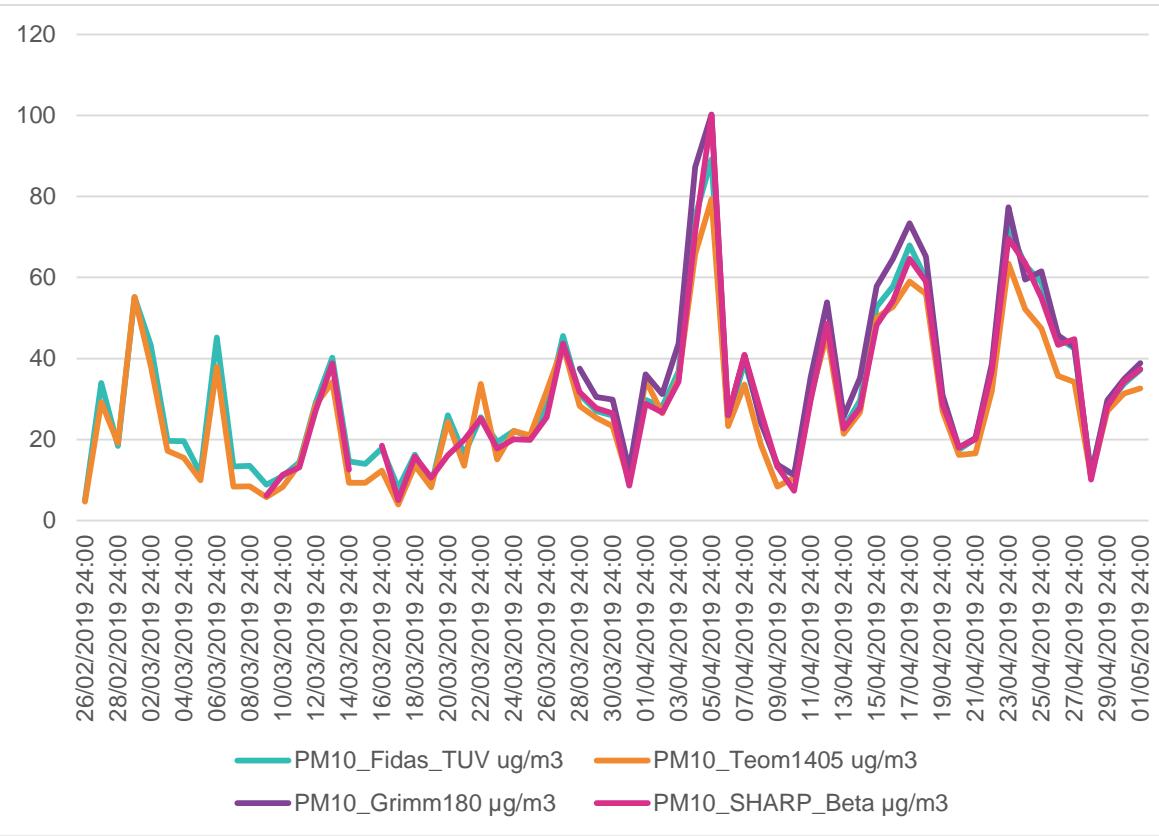


Vilkasliikenteinen katukuilu Helsingissä (Mäkelänkatu)

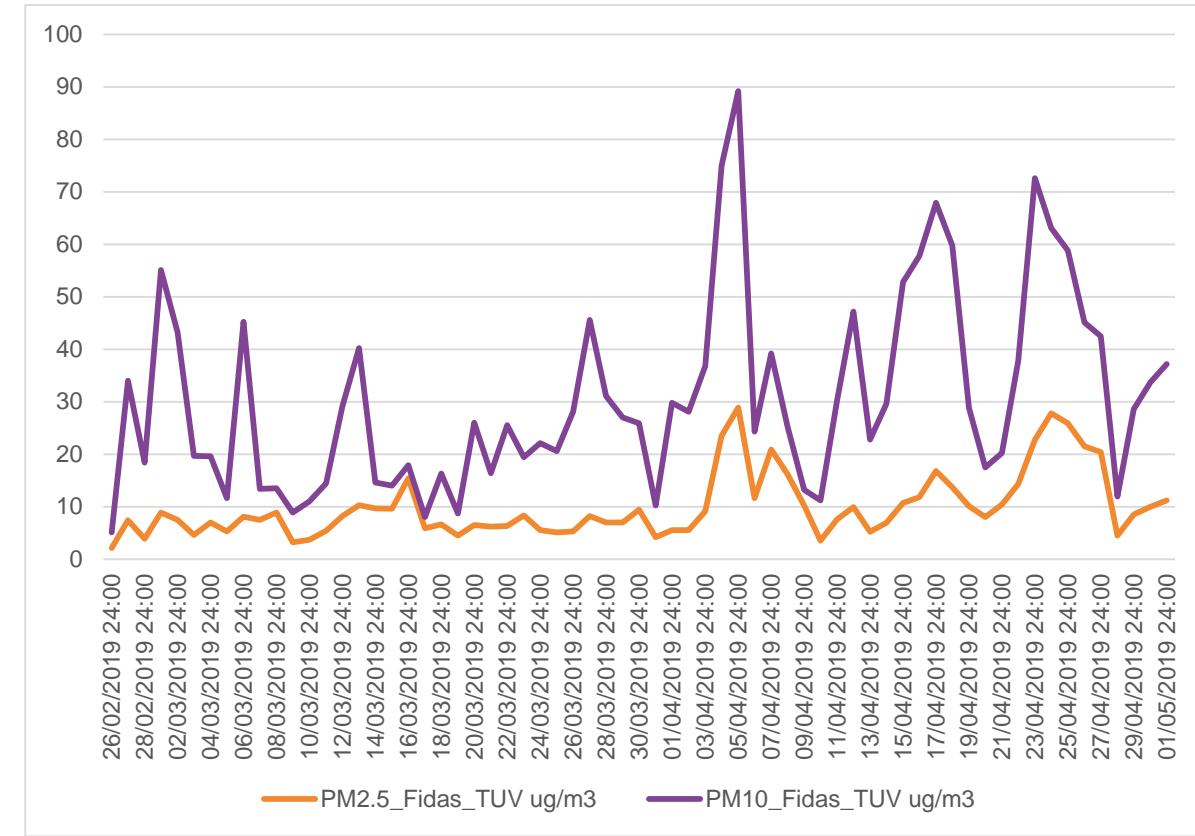
- Liikenteen vaikutus ilmanlaatuun (pakokaasut ja katupöly)
- Grimm 180 (optinen menetelmä PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ja PM_1)
- 2 kpl TEOM 1405 (värähtelävä mikrovaaka PM_{10} ja $PM_{2.5}$)
- Fidas 200s (optinen menetelmä PM_{10} , $PM_{2.5}$ PM_4 ja PM_1)
- 2 kpl Leckel SEQ 47/50 (referenssimenetelmä PM_{10} ja $PM_{2.5}$)
Ilmatieteen laitoksen laitteet



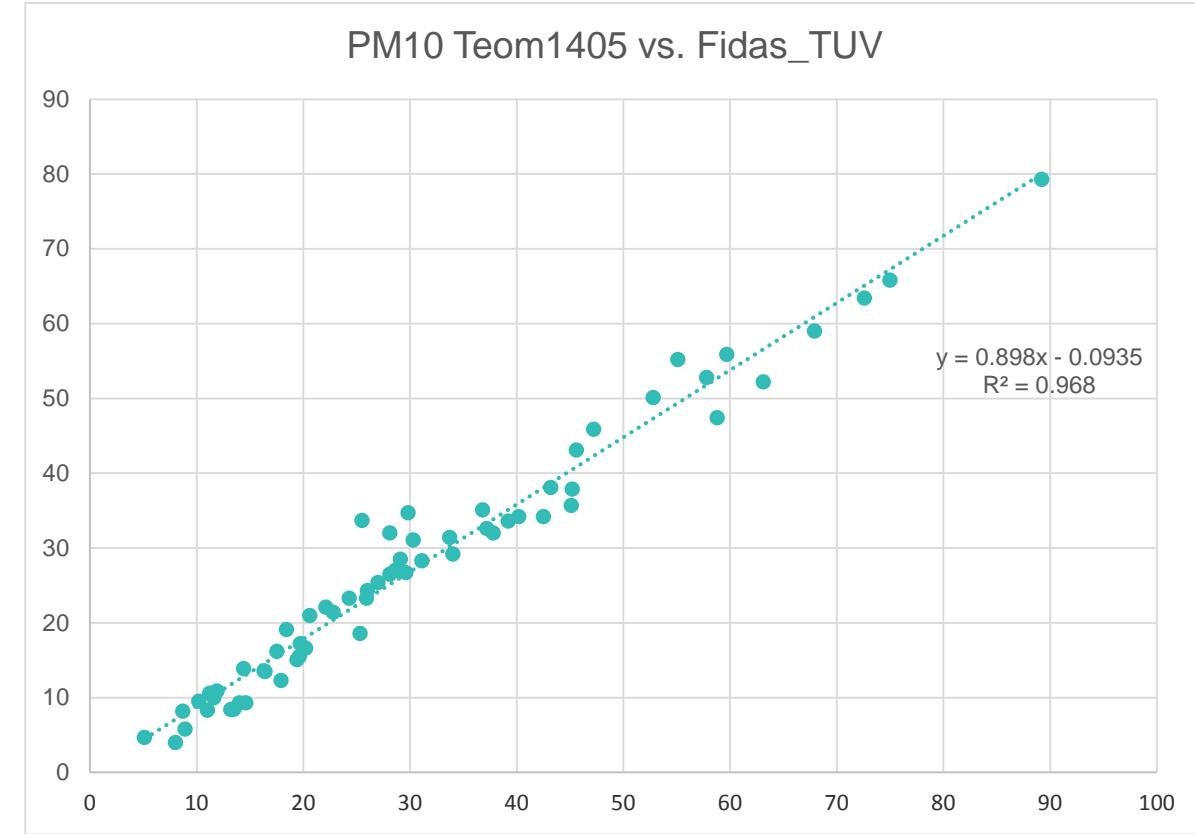
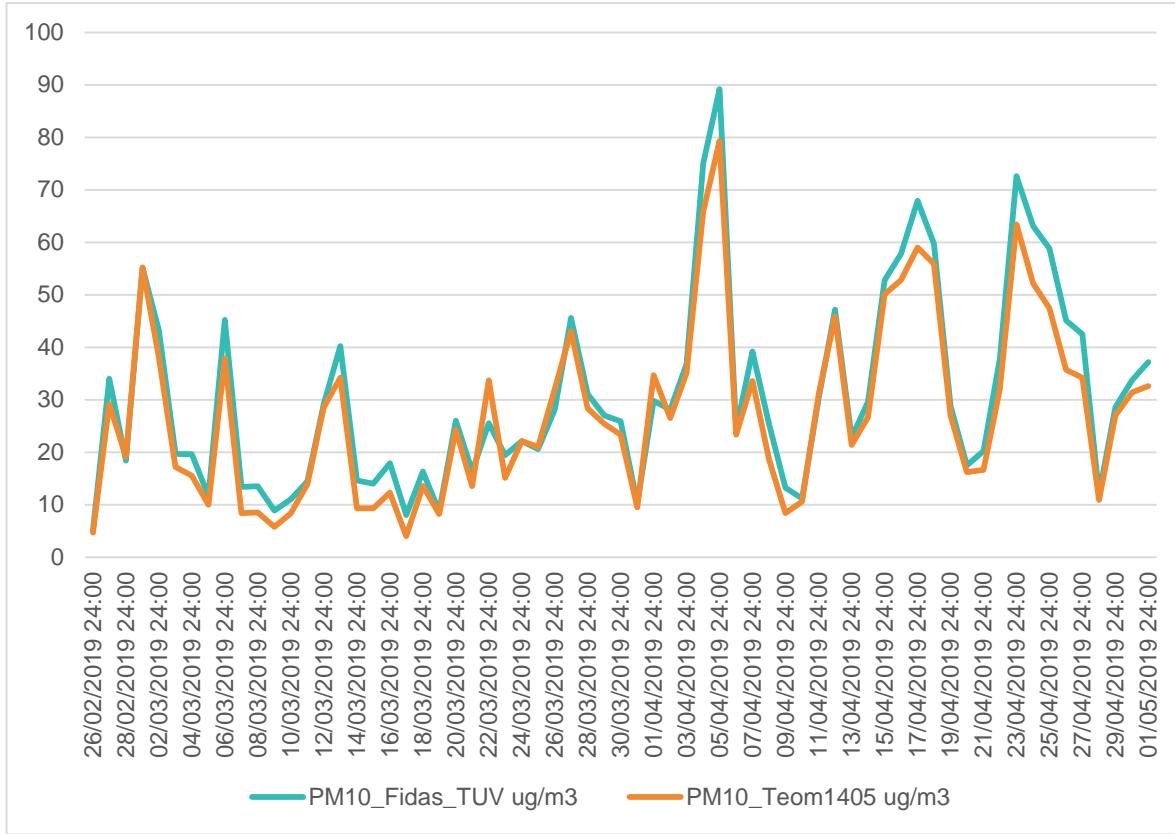
PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet eri menetelmillä



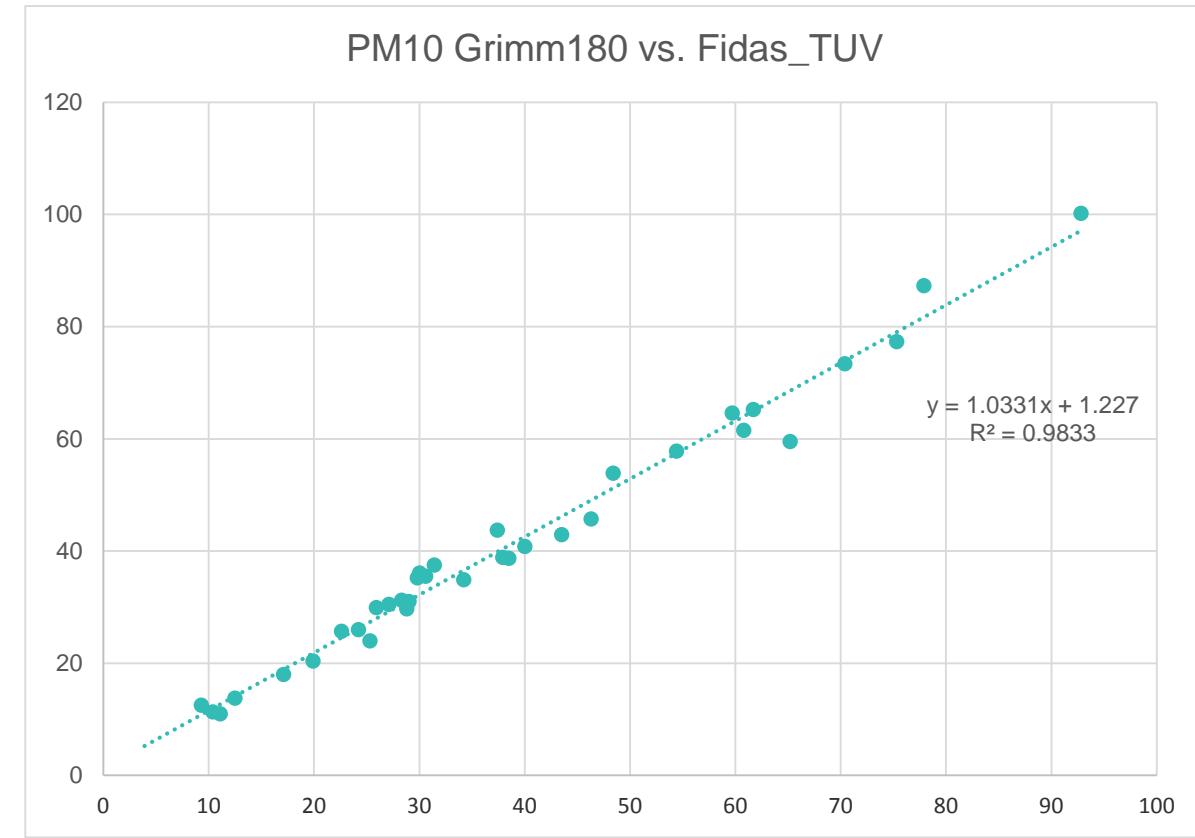
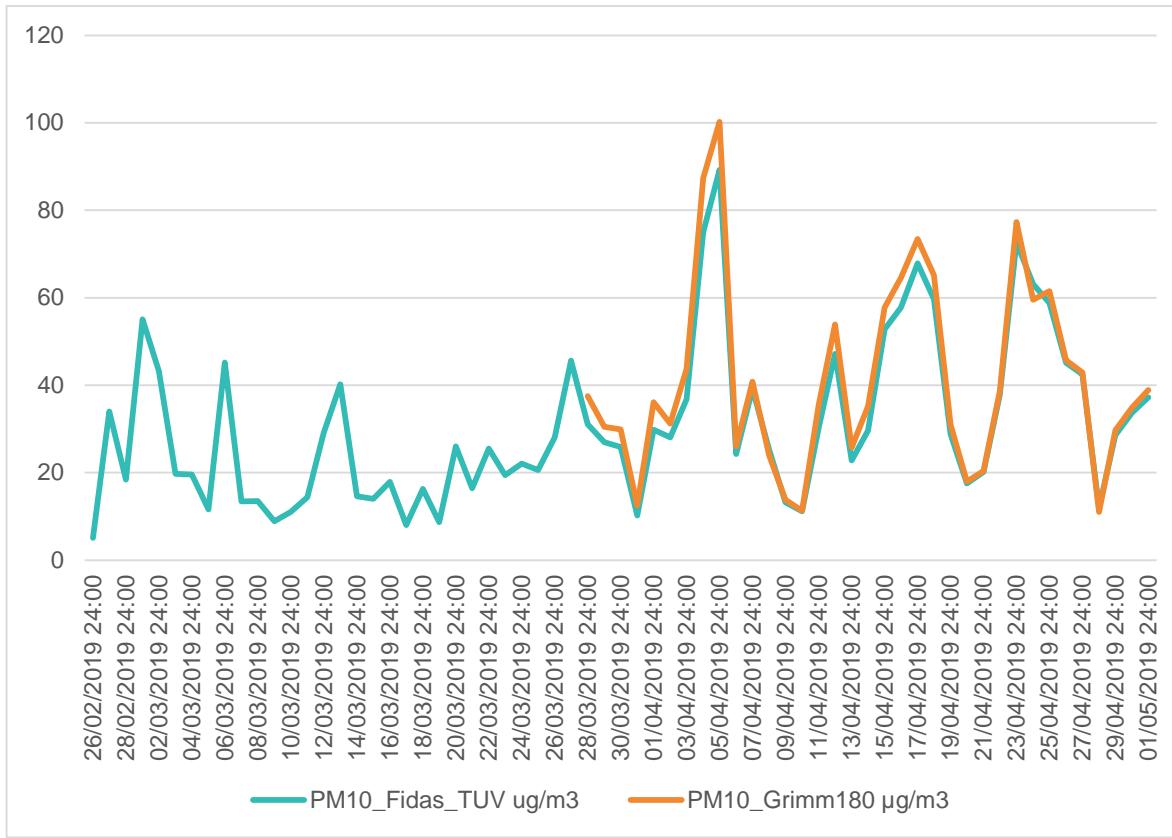
PM_{2.5} ja PM₁₀ –pitoisuuden suhde



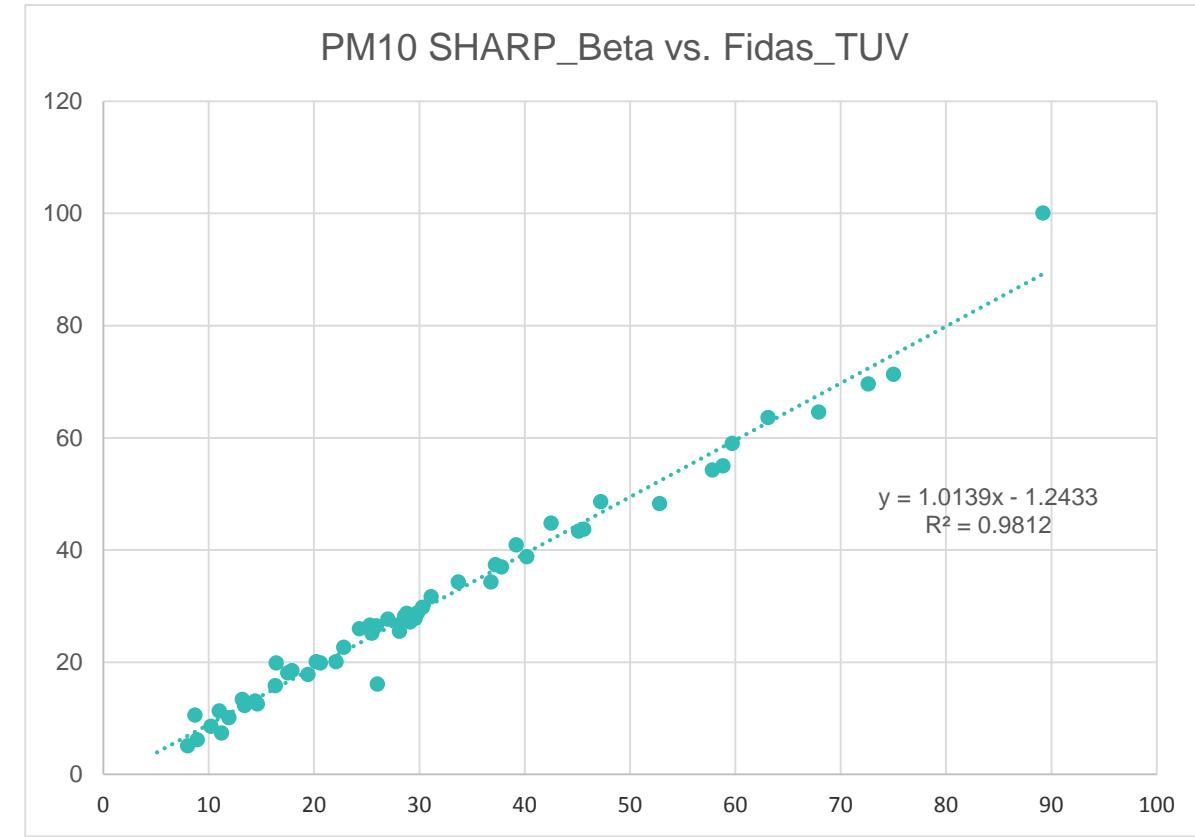
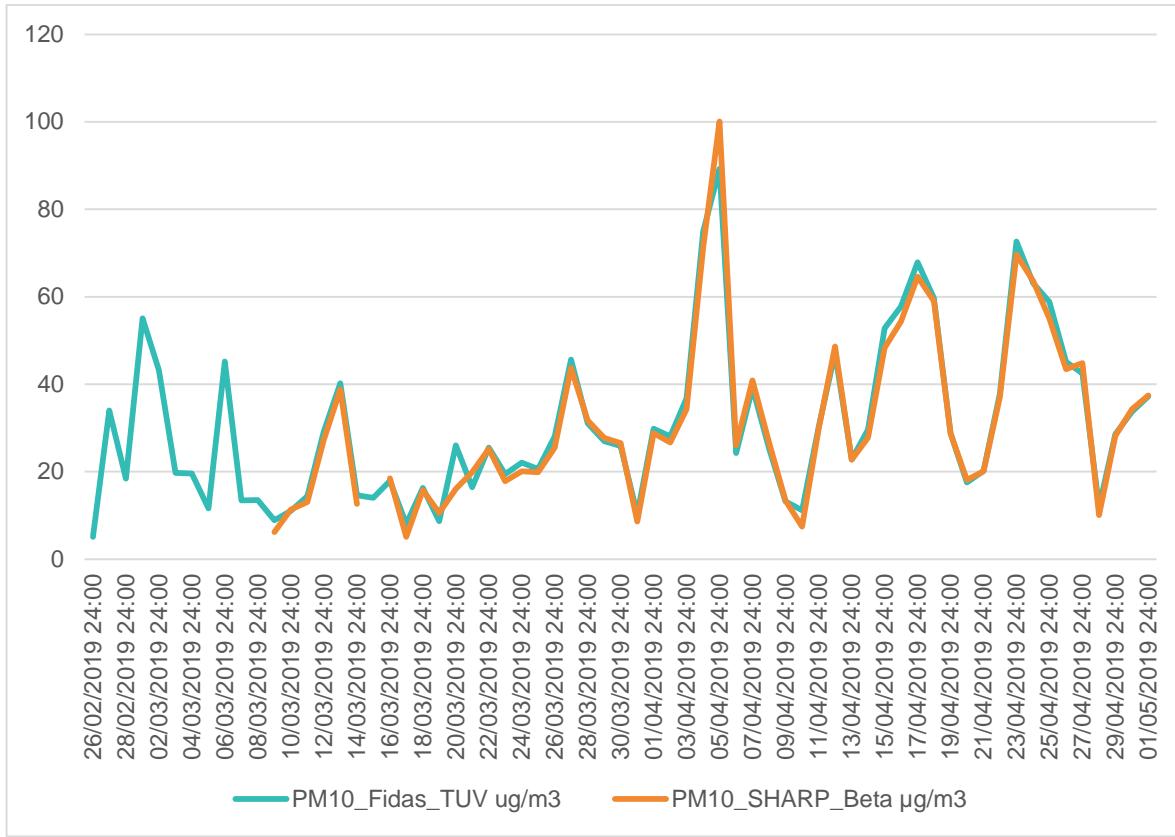
PM₁₀ –pitoisuus Teom 1405 vs. Fidas 200



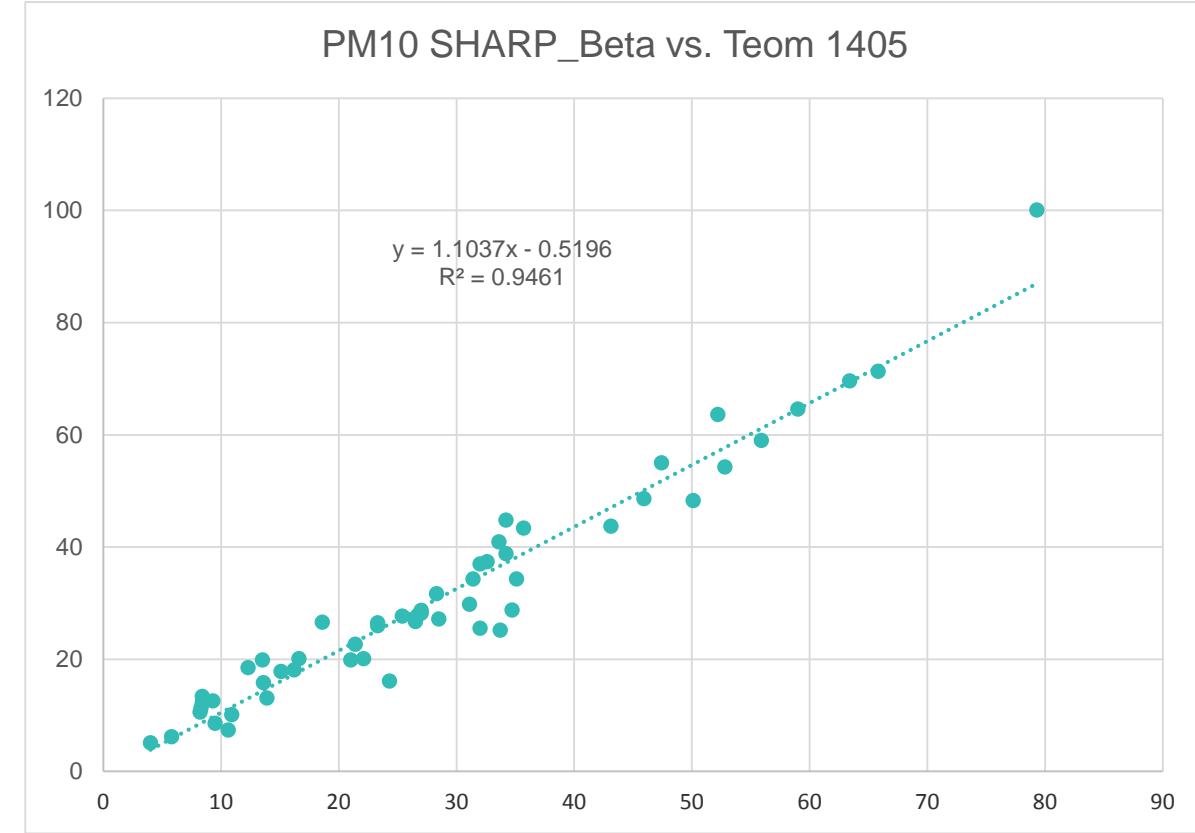
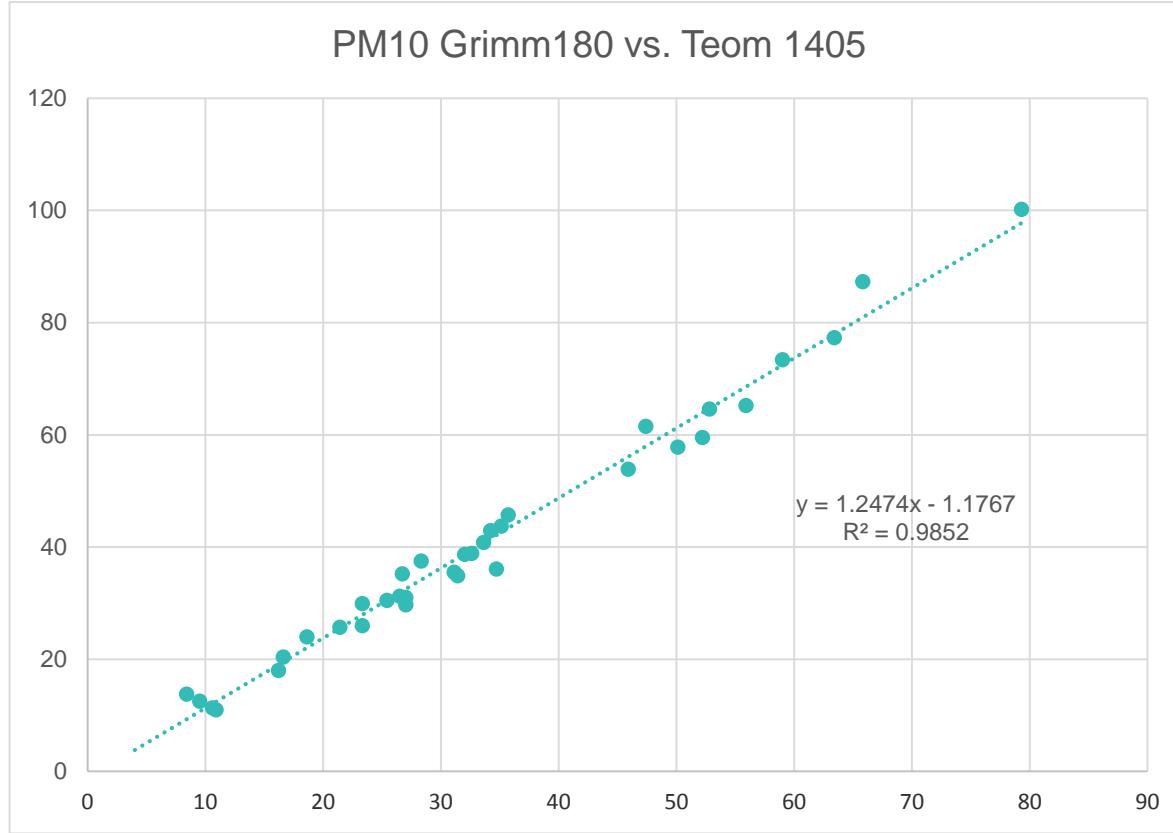
PM₁₀ –pitoisuus Grimm 180 vs. Fidas 200



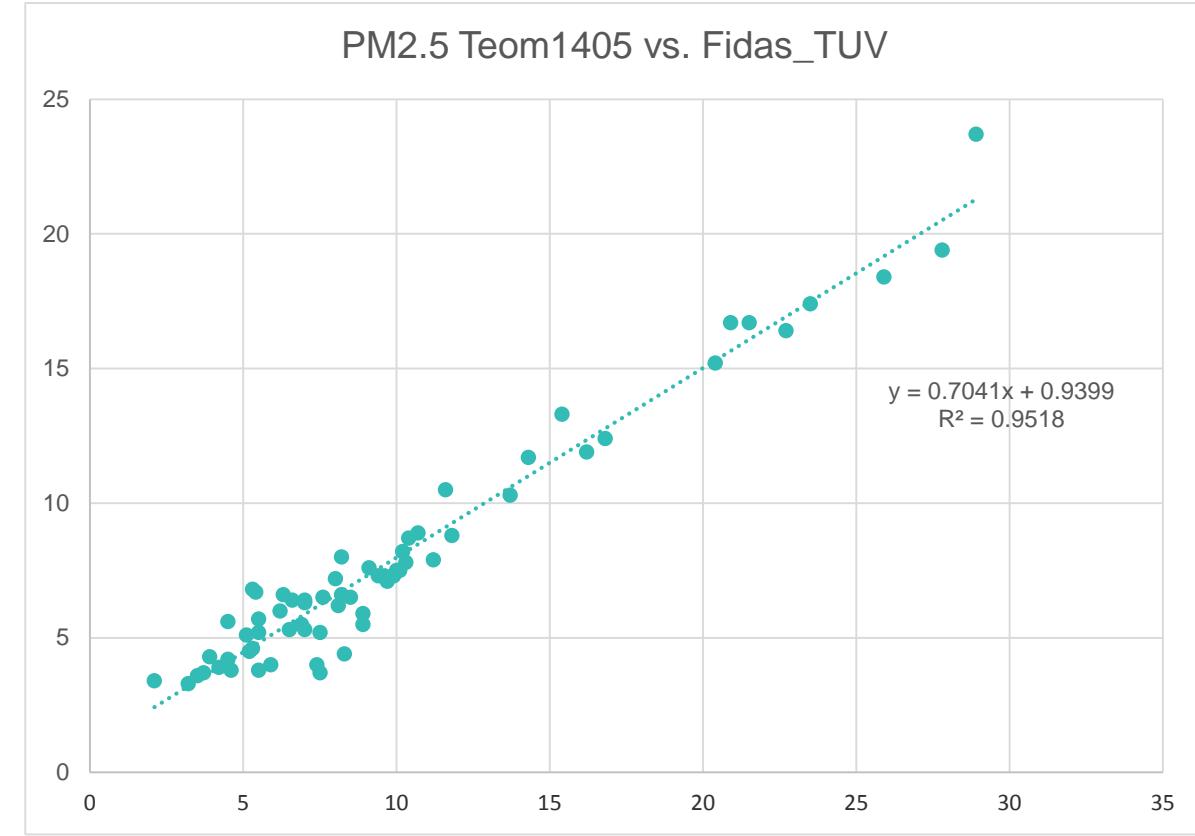
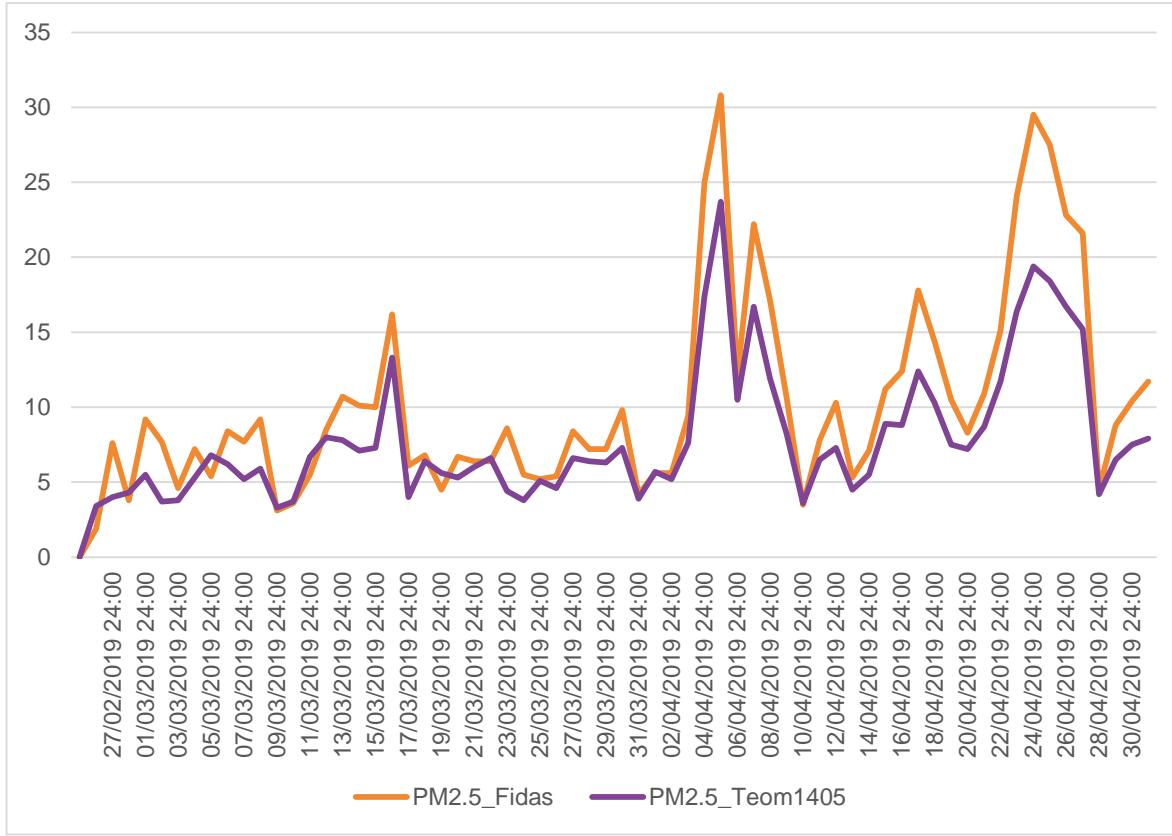
PM₁₀ –pitoisuus SHARP 5030 vs. Fidas 200

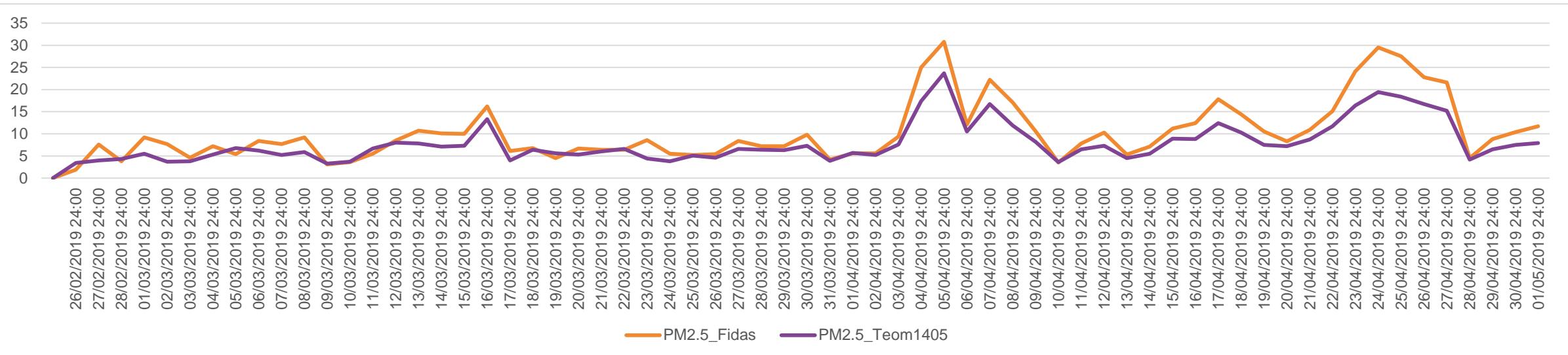


PM₁₀ –pitoisuus Grimm180 ja SHARP 5030 vs. Teom 1405

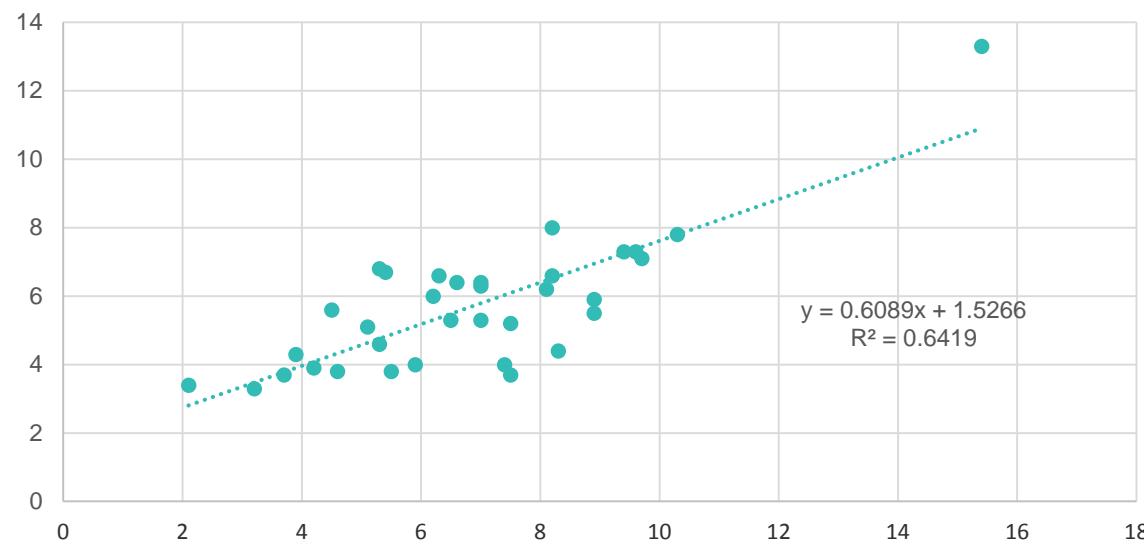


PM_{2.5} –pitoisuus Teom 1405 vs. Fidas 200

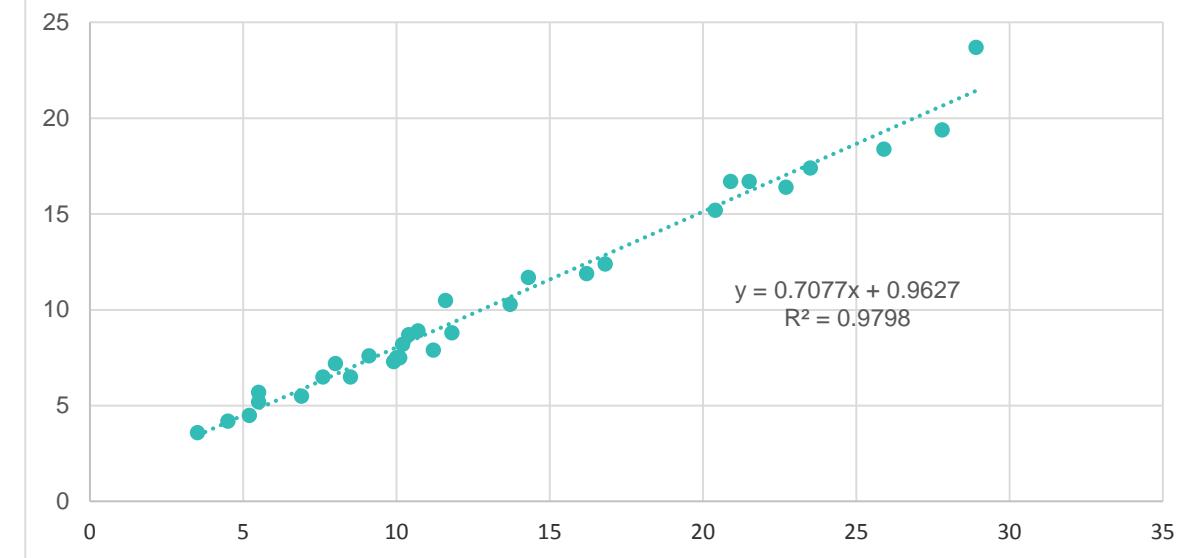




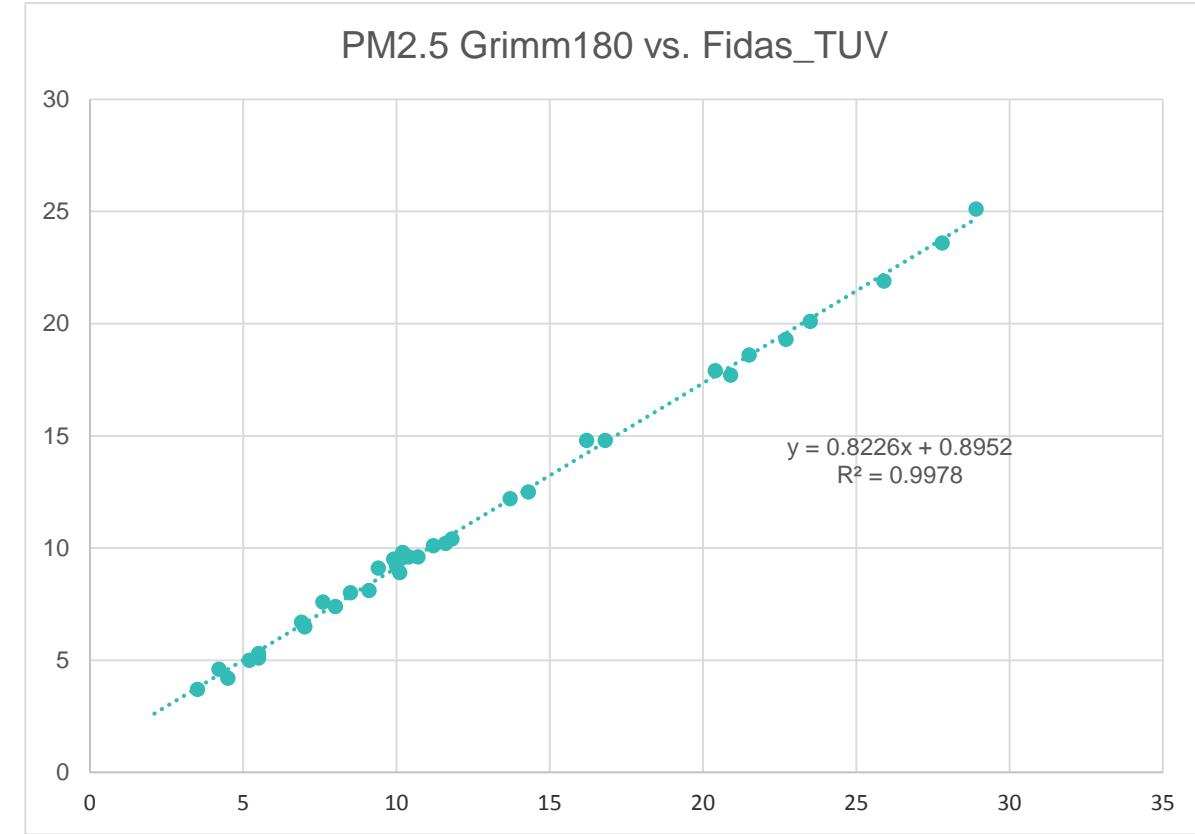
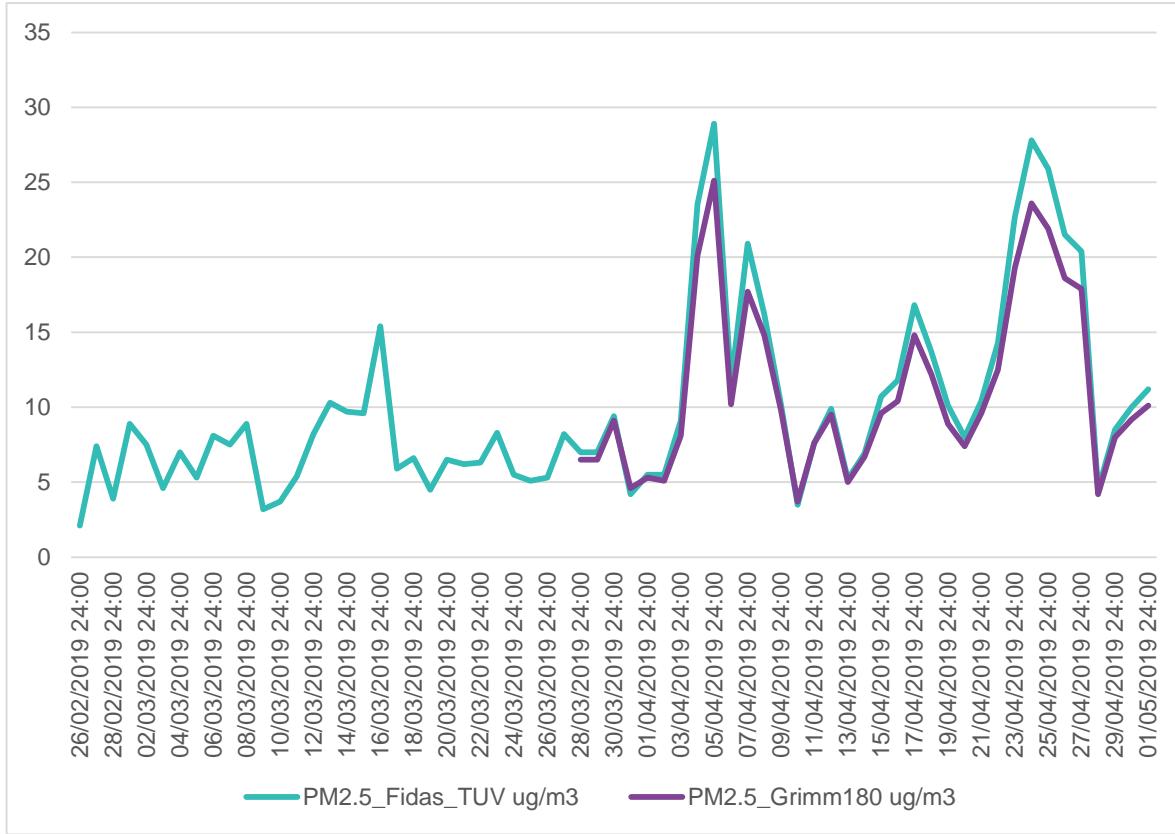
PM2.5 Teom1405 vs. Fidas 26.2-31.3.2019



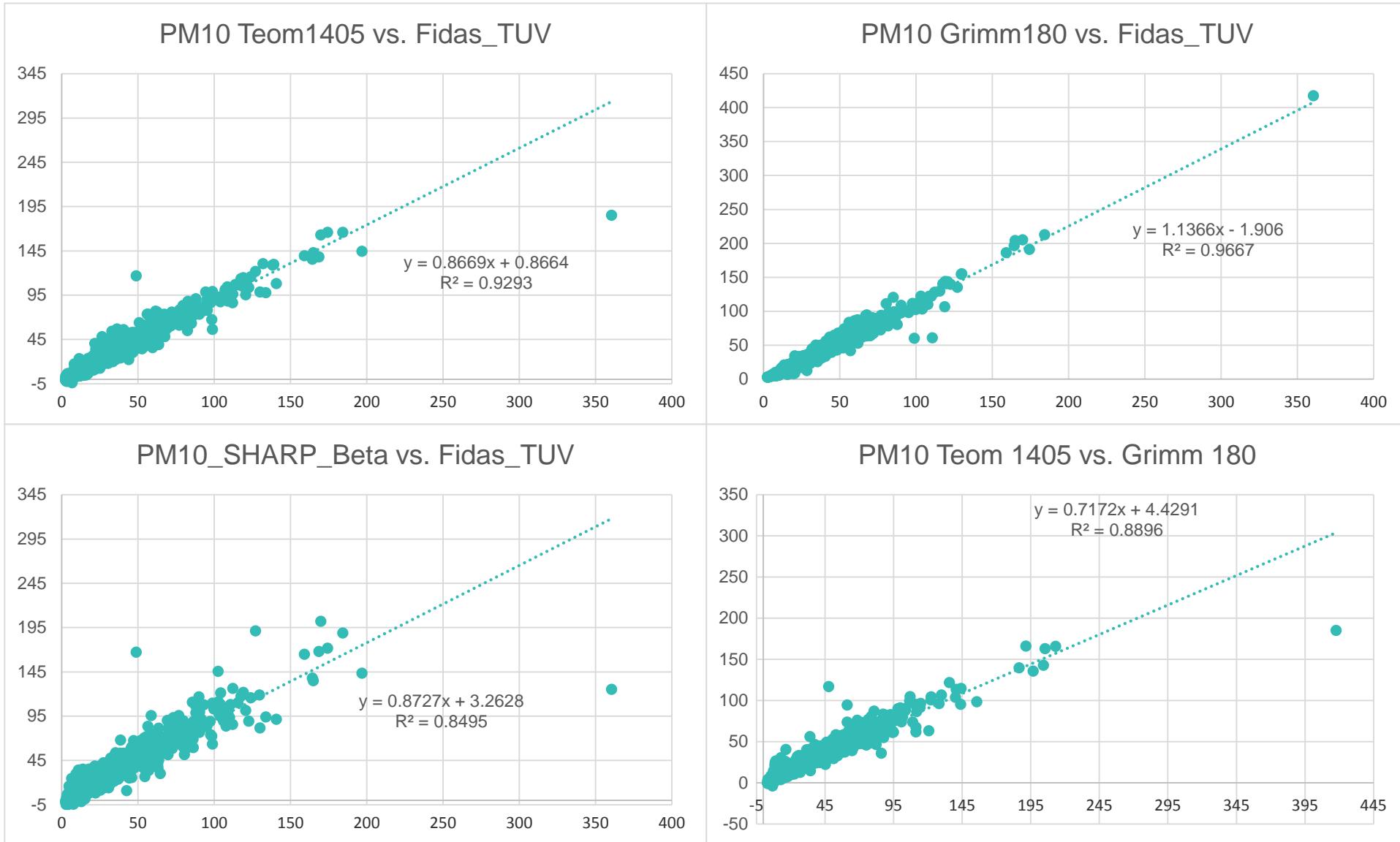
PM2.5 Teom1405 vs. Fidas 1.4.-2.5.2019



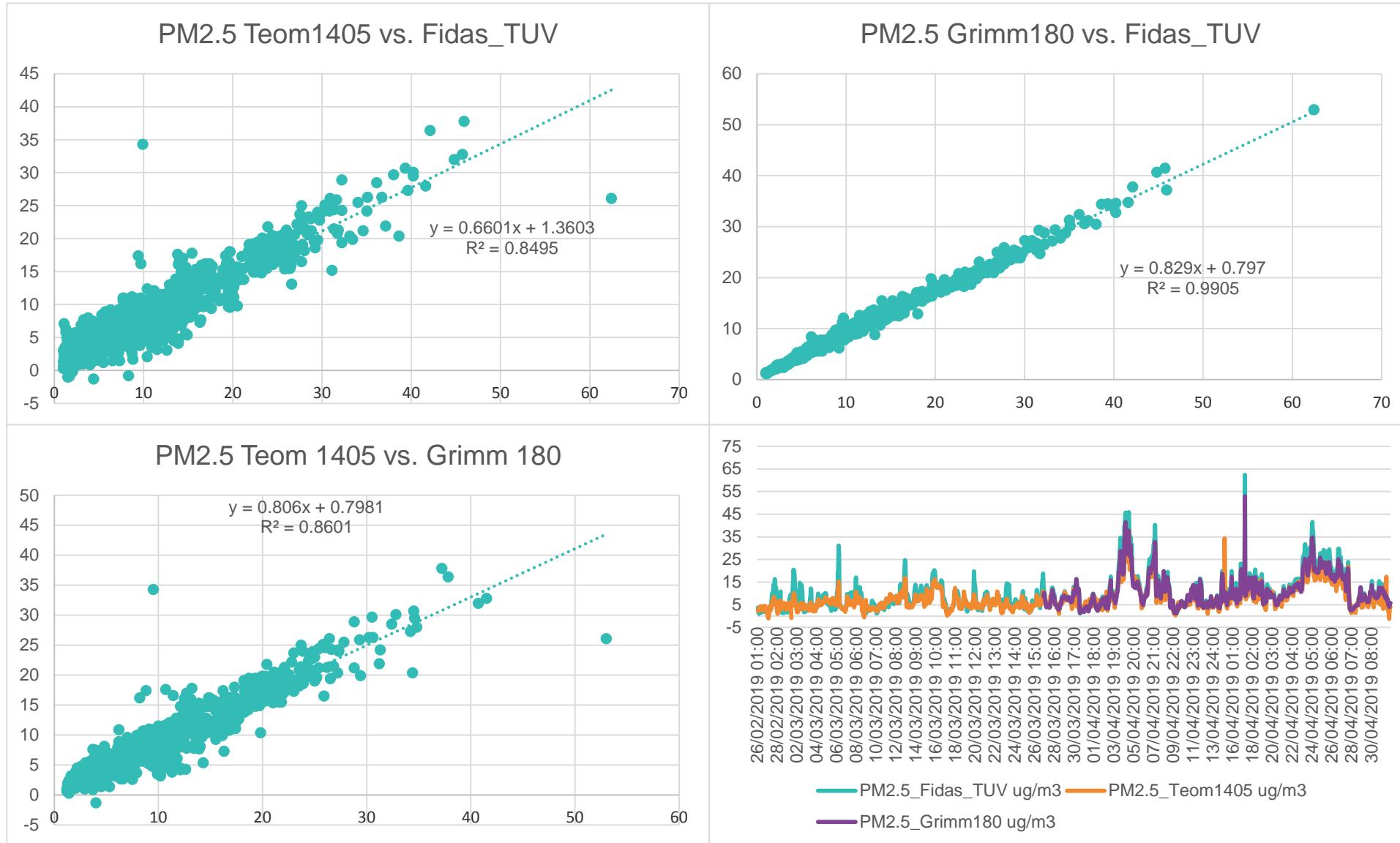
PM_{2.5} –pitoisuus Grimm 180 vs. Fidas 200



PM₁₀ –tuntipitoisuudet Mäkelänkadulla

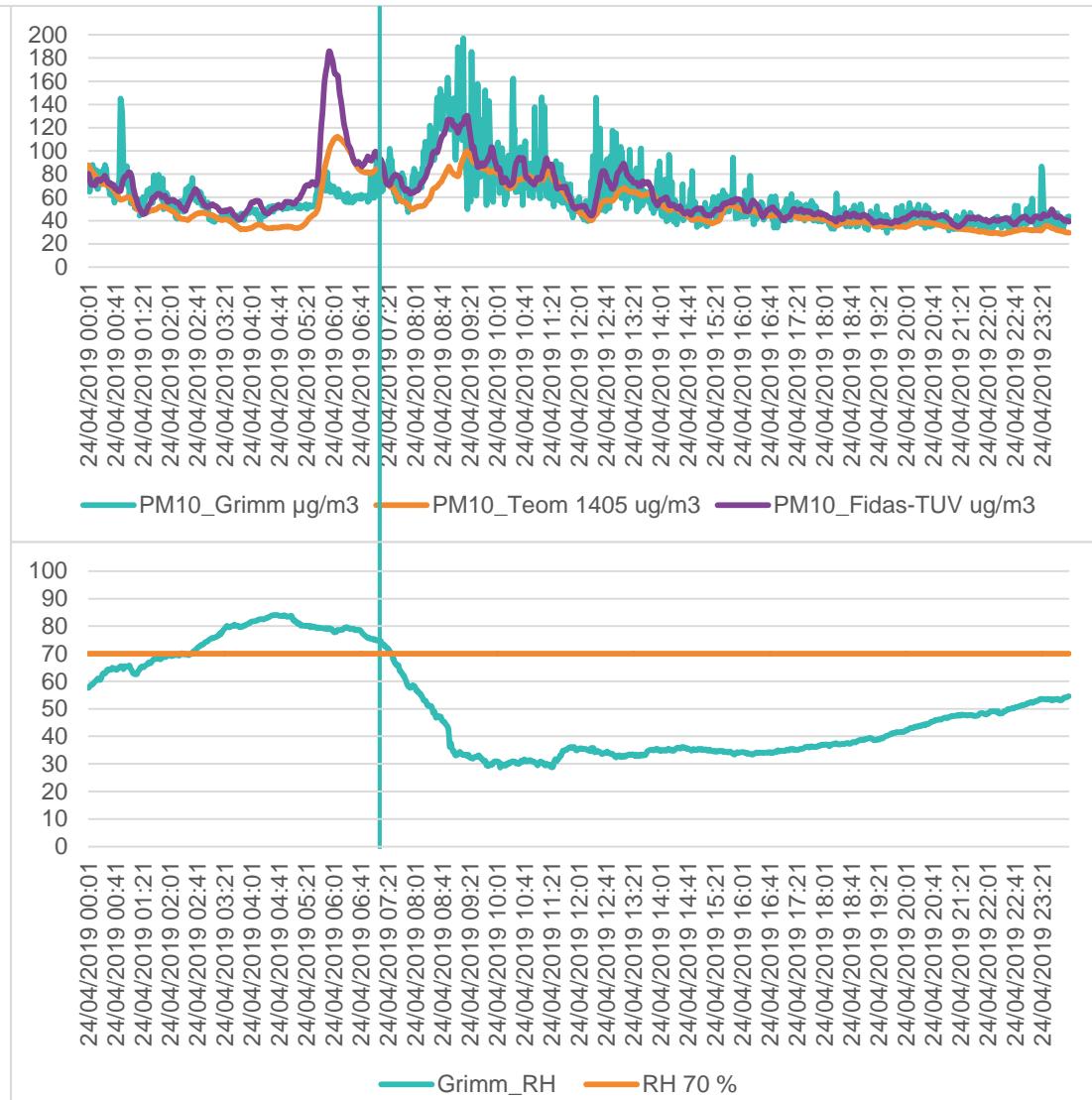
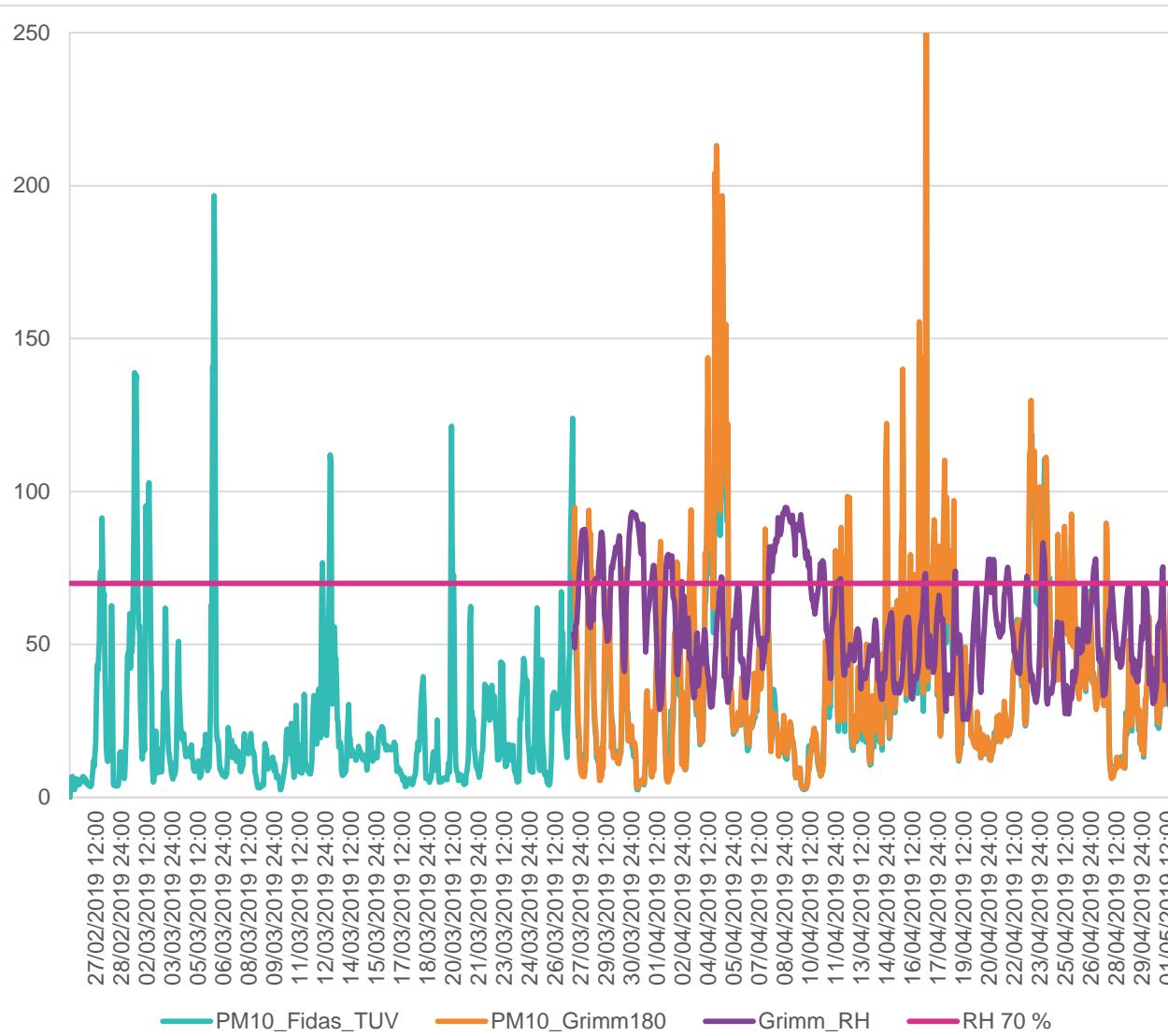


PM_{2.5} –tuntipitoisuudet Mäkelänkadulla



Näytteen käsittelyn ja keskiarvon laskenta-ajan vaikutus tulokseen

Grimm 180 näytekuvain on päällä, kun RH > 70 % (50 % Kuopion vertailussa)



Millä menetelmillä ja kertoimilla pitäisi mitata?

"Mittauksissa voidaan käyttää mitä tahansa muuta menetelmää, jonka tulokset ovat yhteneviä vertailumenetelmän antamien tulosten kanssa. Tällaisella menetelmällä saatuja tuloksia on tarvittaessa korjattava, jotta saataisiin vertailumenetelmää käyttämällä saatavia tuloksia vastaavat tulokset."

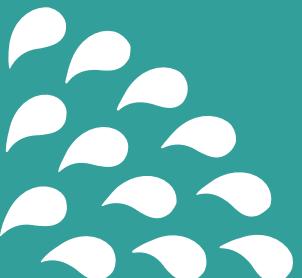
Jatkuvatoimisen mittalaitteen rinnalla pitäisi olla aina referenssikeräin, jotta voitaisiin varmistaa kaikissa tilanteissa tulosten yhdenmukaisuus.

Eri mittausmenetelmillä saadaan erilaisia tuloksia olosuhteista riippuen.

Sallittu 25 % mittausepävarmuus antaa tiettyä joustoa, mutta jatkuvatoimisten mittalaitteiden vastaavuuden osoittamiseen tarvitaan vielä lisämittauksia tulevaisuudessa.

Puhtaasti parempaa arkea | En rent bättre vardag | Purely better, every day

Kiitos mielenkiinnosta!



Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster
Helsinki Region Environmental Services Authority