ITM-rapport 168

Bestämning av PM10 – En jämförelse av de vanligaste mätmetoderna använda i Sverige och den europeiska referensmetoden

Hans Areskoug

September 2007

Institutionen för tillämpad miljövetenskap

Department of Applied Environmental Science

ITM-Rapport 168

Bestämning av PM10 – En jämförelse av de vanligaste mätmetoderna använda i Sverige och den europeiska referensmetoden

Hans Areskoug

Stockholms universitet

Institutionen för tillämpad miljöforskning

September 2007

Innehållsföreckning

1. Bakgrund....1

2. Utvärdering enligt EU-guiden....3

3. Behandling av resultat från TEOM och från IVL:s provtagare....5

3.1 TEOM....5
3.2 IVL:s provtagare....6

4. Resultat....6

4.1 Jämförelse av IVL:s filtermetod med referensmetoden....6
4.2 Jämförelse av TEOM med IVL:s filtermetod....7
4.3 Jämförelse av TEOM med KFG och Leckel....10
4.4 Jämförelse av FDMS med Leckel....11
4.5 Jämförelse av TEOM med FDMS....12

5. Diskussion....13

5.1 Korrektionsfunktioner för TEOM....13
5.2 Rapportering av PM_{10}-data....16
5.3 Likvärdighetstester....16
5.4 Historiska data....16

6. Referenser....17

Bilaga 1. Resultat av ekvivalenstester

Bestämning av PM_{10} – En jämförelse av de vanligaste mätmetoderna använda i Sverige och den europeiska referensmetoden

1. Bakgrund

I Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft (NFS 2006:3) anges i 7 § referensmetoder för mätning av kvävedioxid, kväveoxider, svaveldioxid, kolmonoxid, bly, bensen och partiklar (PM10).

För mätning av PM_{10} är referensmetoden inom EU och Sverige beskriven i SS-EN 12341:1999 ”Air Quality – Determination of the PM_{10} fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods”. Mätprincipen utgår ifrån ett filterprov av andelen PM10 i luften och en gravimetrisk bestämning av partikelmassan. Vägning enligt referensmetoden skall göras vid 50 % relativ fuktighet och 20°C. Filtret skall konditioneras i 48 timmar innan vägningen sker.

Referensmetoden används dock inte så frekvent vare sig i Sverige eller i övriga Europa. Skälen till detta är:

1. I EU-rådets direktiv ”First Air Quality Daughter Directive” (1), 1999/30/EG, anges att information om partikelhalten skall uppdateras minst en gång per dag och göras tillgänglig för allmänheten och myndigheter på lämpligt sätt, t.ex. genom radio och TV, tidningar, informationstavlor eller på internet. Detta är inte möjligt med referensmetoden utan kräver kontinuerligt registrerande instrument.
2. Många länder, däribland Sverige, har sedan länge etablerat mätprogram baserat på kontinuerliga instrument. Stora belopp har investerats i mätutrustning och kringutrustning. Av ekonomiska skäl vill man därför behålla de kontinuerliga instrumenten
3. Referensmetoden kräver stora manuella insatser och kan därför vara dyrare än om kontinuerliga instrument används. Kraven på vägning av filter medför antingen investering i konditionerat vågrum eller att upphandling av denna tjänst görs.

Det är dock inget absolut krav att referensmetoden skall användas. Andra metoder får också användas om det kan visas att de ger likvärdiga resultat med referensmetoden. Med likvärdighet menas antingen att de ger samma resultat som referensmetoden eller att resultaten kan korrigeras på ett enhetligt sätt för mätningar som görs under olika förhållanden.

Enligt direktivet 1999/30/EG är det den berörda medlemsstaten som skall visa att den använda metoden är likvärdig (eller likvärdig efter korrektion) med referensmetoden.

Hur detta likvärdighetstest skall gå till har beskrivits närmare i ett dokument, ”Guidance for Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” (2), som publicerats av Europakommissionen år 2005. (I fortsättningen kallat EU-guiden). Likvärdighetstestet innefattar både tester på laboratorium och i fält och är relativt omfattande.

Hittills har bara ett fåtal tester enligt rekommendationerna i EU-guiden genomförts i Europa. Däremot har ett flertal likvärdighetstest för olika typer av automatiska PM10-instrument, bl.a. TEOM och ß-stråleinstrument, gjorts på andra sätt. Dessa tester har främst varit inriktade på att ta fram praktiskt användbara korrektionsfunktioner. Dessa studier har gett mycket varierande

resultat (3). Ett flertal olika algoritmer för att räkna om resultat från automatiska instrument används därför runt om i Europa. I vissa länder, t.ex. i Finland, används ingen omräkningsfunktion alls, men i andra multipliceras resultaten från TEOM och ß-stråleinstrumenten upp med 30%.

Ett omfattande test enligt EU-guiden har nyligen gjorts i Storbritannien (4). Resultaten där visar bland annat att TEOM-metoden inte är likvärdig med referensmetoden. Med andra ord går det inte att bestämma en stabil funktion för omräkning till PM_{10} mätt enligt referensmetoden. Omräkningsfunktionen är olika för olika platser beroende på de närliggande källorna och varierar under året och är beroende av de meteorologiska förhållandena.

I Sverige används främst följande metoder för PM10-mätningar:

1. TEOM i standardutförande.
2. IVL:s provtagare (PModel. S10)
3. TEOM med FDMS-modul
4. ß-stråleinstrument.

En beskrivning av metoderna 1 – 3 ges i Tabell 1

Metoderna 1 och 2 är de i särklass mest använda. Standard-TEOM har använts under många år, främst i de större städerna. IVL:s filtermetod används i det s.k. urbannätet; f.n. i cirka 25 kommuner.

TEOM med FDMS-modul är ännu inte så vanliga i Sverige, men sedan 2003 har ett mindre antal tagits i bruk i Sverige.

I ß-stråleinstrument provtas partiklar på ett filter. Absorptionen av ß-strålar mäts vid provtagningens början och slut. Förändringen, ökningen av absorptionen, är proportionell mot massan av de provtagna partiklarna eftersom absorptionen i stort sett är oberoende av partiklarnas kemiska sammansättning. ß-stråleinstrument används i ett tiotal kommuner.

IVL:s filtermetod har bedömts likvärdig med den europeiska referensmetoden och har därför använts som surrogat för referensmetoden vid några tillfällen i Sverige för att ta fram en omräkningsfunktion för TEOM. Det är resultat från dessa studier som ligger till grund för referenslaboratoriets rekommendationer (se www.itm/su/se/reflab/).

Bedömningen att IVL:s metod är likvärdig med referensmetoden baseras främst på preliminära resultat från en studie i Oslo år 2002 .

I denna studie kontrolleras bedömningen att IVL:s metod är likvärdig med referensmetoden med hjälp av de resultat som erhölls på Aspvreten under en sameuropeisk kampanj för att ta fram en standardmetod för $PM_{2.5}$, då också PM_{10} mättes med den europeiska referensmetoden och med IVL:s metod (5). Analysen har genomförts enligt EU-guiden.

Dessutom analyseras resultaten från de likvärdighetstester mellan IVL:s metod och den klassiska TEOM-metoden som ligger till grund för de funktioner som används i Sverige för omräkning av TEOM-data med hjälp av den procedur som föreslås i EU-guiden.

Resultaten från ett antal tester där TEOM jämförts med en variant av referensmetoden med automatiskt filterbyte analyseras också enligt förslaget i EU-guiden.

Observera att inga av de ovan beskrivna testerna har gjorts helt i enlighet med EU-guiden, framförallt har de inte varit lika omfattande. T.ex.har ingen kontroll av testmetodens interna variablitet gjorts. I samtliga fall har bara ett testinstrument resp. ett referensinstrument deltagit.

De resultat som presenteras här är därför indikativa och kan inte utnyttjas för att med säkerhet säga om någon metod är likvärdig med EU-s referensmetod.

Vid de olika jämförande studier som redovisas här har följande metoder använts, se Tabell 1.

Metodbeteckning[1]	Beskrivning
KFG	Klein Filter Gerät. Referensmetod inom EU. PM_{10}-insug med speciell design, aktiv volumetrisk flödeskontroll, provtagning på filter och manuellt byte av filter varje dygn. Filtret skall förvaras i kylskåp efter provtagningen innan det konditioneras vid 20°C och 50 % RH före vägning. Filtret skall också konditioneras före provtagning på samma sätt.
IVL, PModel S10	Provtagning på filter. Egenkonstruerat insug, manuell flödeskontroll[2], filterbyte en gång per vecka. Vägning av filter före och efter provtagning efter konditionering vid 20°C och 50 % RH
Leckel	Samma som KFG, men filter byts automatiskt. Upp till 14 filter kan provtas innan byte måste göras. Vid dygnsprovtagning förvaras filtret i upp till 14 dagar i utomhustemperatur.
TEOM	Klassisk TEOM med uppvärmning av provluften till 50°C. Aktiv volumetrisk flödeskontroll. Partiklarna i provluften samlas på ett filter som kontinuerligt vägs. Kunskap om massökningen per tidsenhet och provluftens volym ger ett direkt mått på halten partiklar i luften.
FDMS	En utveckling av TEOM, där man har vidtagit åtgärder för att bestämma massan av de lättflyktiga ämnen som avdunstar under provtagningen. Med kunskap om detta kan den ”verkliga” halten beräknas.

1. De metodbeteckningar som används i rapporten
2. Flödet ställs in manuellt och kontrolleras ett par gånger per vecka.

Tabell 1. Metoder för bestämmning av PM10 utvärderade i denna studie.

2. Utvärdering enligt EU-guiden

I likvärdighetstestet jämförs dygnsmedelvärden av PM_{10} (eller $PM_{2.5}$) uppmätta med testmetoden med resultat från referensmetoden. Jämförande mätningar skall göras på minst fyra olika platser. På varje plats skall minst 40 samtidiga mätningar med test- respektive refensmetoden göras. Platserna skall väljas för att representera påverkan från olika typer av källor. Testerna skall också göras under olika årstider. Resultaten utnyttjas för:

1. Kontroll av test- och referensmetodens interna variabilitet. Denna del av testen görs genom att två test- resp. referensinstrument mäter parallellt på varje mätplats.
2. Kontroll av överensstämmelse av resultat från test- respektive referensmetoden

Om medelvärdet av skillnaden mellan dygnsmedelvärdena från de två testinstrumenten, steg 1 ovan, är större än ett förutbestämt värde (som anges i EU-guiden) förklaras instrumentet/metoden som ej likvärdigt och någon jämförelse med referensmetoden, punkt 2 ovan, görs aldrig.

Testen av den interna variabiliteten görs efter viss datakontroll. I de fall då skillnaden mellan data från två instrument är betydligt större än ”normalt” tas dessa data bort från den fortsatta analysen för att utvärdera metodens interna variabilitet, men också från de data som används i steg 2. Bestämningen av de avvikande värdena görs med Grubb’s test (6). I testet kontrolleras först om den största skillnaden är avvikande. Är den det, tas detta värde bort från data och testet repeteras för de kvarvarande värdena. I EU-guiden anges inte klart hur många avvikande värden som man kan ta bort, men i några studier har man valt att ta bort högst 5 % av data. Ev. data som fortfarande är avvikande enligt Grubb’s test efter att dessa 5 % tagit bort, behålls i den vidare analysen.

I steg 2 jämförs medelvärdena av de två resultaten (dygnsmedelvärdena) från testmetoden med medelvärdet av de två referensinstrumenten. Skillnaden (den kombinerade osäkerheten) skall vara lägre än ett värde angivet i EU-guiden på 1) alla fyra mätplatser, 2) för alla data från alla mätplatser analyserade tillsammans, och 3) för alla mätresultat större än 50% av gränsvärdet för aktuell parameter.

För PM_{10} finns två gränsvärden: 1) För dygn: 50 μg/m³ (får överskridas 35 ggr/år) och 2) för årsmedelvärde: 40 μg/m³. Test om likvärdighet för data över 50 % av gränsvärdet skall göras för båda värdena.

Likvärdighetskravet skall alltså för PM_{10} vara uppfyllt vid minst nio olika tester för att en metod skall förklaras likvärdig med referensmetoden.

Förutom dessa krav skall minst 20 % av data ligga över 50 % av det gränsvärde som man testar likvärdigheten emot. Detta krav gäller vid alla testplatser.

För kontroll av testmetodens jämförbarhet med referensmetoden görs en regressionsanalys där man antar att sambandet mellan resultaten uppnådda med de två metoderna kan uttryckas som

$$y_i = a + bx_i \qquad (1)$$

där y_i är resultat, i detta fall dygnsmedelvärden, från testmetoden och x_i från referensmetoden. Konstanterna a och b är den räta linjens skärning med y-axeln resp. lutning.

Regressionsanalysen skall enligt EU-guiden göras med ortogonal regression, som ger en symmetrisk behandling av de båda variablerna.

Om konstanterna a och/eller b i formel 1 ovan skiljer sig signifikant från 0 resp. 1 görs beräkningen av den kombinerade osäkerheten på resultat från testmetoden omräknade enligt formel 1.

Även om konstanterna a och b inte är signifikant skilda från 0 resp. 1 kan en omräkning av testmetodens resultat ge en lägre kombinerad osäkerhet och är därför att föredra.

Enligt EU-guiden skall inga resultat tas bort från analysen av jämförbarheten mellan test- och referensmetoden p.g.a. att skillnaden mellan två värden är signifikant större än vad den ”normala” skillnaden är under den aktuella jämförelsen. Som nämnts ovan tas dock data bort om skillnaden mellan två resultat från samma metod är avvikande.

I de studier som analyseras här har dock bara ett test- resp. ett referensinstrument jämförts. Några avvikande resultat har därför inte kunnat upptäckas genom parallella mätningar. För att undvika missvisande resultat har därför data där skillnaden mellan test – och referensmetoden är signifikant avvikande från den normala skillnaden tagits bort från analysen. Detta är då i strid med EU-guiden, men har bedömts vara det bästa sättet att identifiera avvikande värden med de begränsade data som finns tillgängliga. Testet har gjort med Grubb's test, se ovan.

3. Behandling av resultat från TEOM och från IVL:s provtagare

3.1 TEOM

Ett problem med TEOM i dess grundutförande med uppvärmning till 50°C av provluften är att lättflyktiga partikulära komponenter (t.ex. ammoniumnitrat och semi-volatila organiska ämnen) avdunstar och därför ger TEOM lägre halter än filtermetoder utan uppvärmning.

I USA har TEOM förklarats likvärdig med den amerikanska referensmetoden efter följande korrektion för förluster av de lättflyktiga komponenterna:

$$PM_{10}(TEOM_{korr}) = 1{,}03 \cdot PM_{10}(TEOM) + 3$$

där PM_{10}(TEOM) är den okorrigerade halt som TEOM-instrumentet ger.

Denna korrektion är förprogrammerad i TEOM-instrumenten och har ofta behållits i de instrument som används i Europa, trots att förhållandena inte nödvändigtvis överensstämmer med de amerikanska och dessutom kan variera kraftigt mellan olika platser.

I Sverige har praxis varit att behålla den inbyggda korrektionen i rådata och därefter använda de omräkningsfunktioner ITM referenslaboratoriet rekommenderar (www.itm.su.se/reflab/) vid utvärdering och sammanställning av data.

I denna rapport har den inbyggda korrektionen tagits bort innan jämförelse med referensmetoden eller en metod likvärdig med referensmetoden gjorts.

I USA rapporterades koncentrationen av PM_{10} vid standardtryck och –temperatur (1 atm, 25 °C) i början av 90-talet då TEOM godkändes som likvärdig metod. I TEOM-instrumentens grundutförande räknas koncentrationen i enlighet med detta om till standardförhållanden. Denna inställning har behållits i TEOM trots att man i USA övergick till att redovisa halten vid rådande tryck och temperatur redan 1997. I Europa anges det inte helt klart i EU:s direktiv vid vilket tryck resp. temperatur PM_{10} skall anges. Ett klargörande av "Air Quality Steering Group" (3) anger dock att halten skall rapporteras vid rådande tryck och temperatur, men även i Europa (inkl. Sverige) har TEOM-instrumentens grundinställning ofta behållits.

I moderna TEOM-instrument är det möjligt att ta bort den interna korrektionen och att rapportera halterna vid aktuellt tryck och temperatur.

Vid de jämförelser som görs i denna studie har halten angetts vid rådande utomhustryck och temperatur.

3.2 IVL:s provtagare

Vid mätning av PM10 med IVL:s provtagare bestäms halten normalt som

$$PM_{10} = \frac{Massa}{Volym_{20,\ Amb_P}}$$

där *Massa* är vikten på de partiklar som samlats på filtret under provtagningen och $Volym_{20,\ Amb_P}$ är provtagen luftvolym vid cirka 20°C och rådande atmosfärstryck

Orsaken till att volymen beräknas på detta sätt är att volymmätaren, ett gasur, är placerad inomhus i rumstemperatur och att ingen korrektion för tryck görs.

I denna studie har halterna räknats om till aktuellt tryck och temperatur. Då meteorologiska data har saknats har halterna räknats med lämpliga månadsmedelvärden för tryck och temperatur.

4. Resultat

4.1 Jämförelse av IVL:s filtermetod med referensmetoden

Under maj till oktober 2002 mättes PM_{10} parallellt med KFG (den europeiska referensmetoden) och med IVL:s provtagare på Aspvreten. Samtidiga resultat från de två instrumenten finns under 50 dygn. Under två av dessa dygn var skillnaden mellan IVL och KFG signifikant större än under de övriga 48 dygnen enligt Grubb's test. Data från dessa två dygn har tagits bort från den fortsatta statistiska analysen.

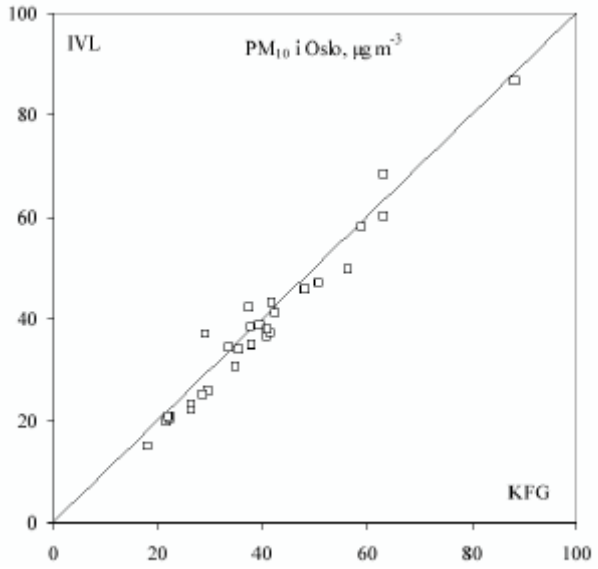
Enligt EU-guiden skall de dagar då PM_{10}-halten är högre än 50 % av gränsvärdet analyseras separat. På Aspvreten var halten över 25 μg/m³ (hälften av EU gränsvärdet för dygn) under endast fyra dagar och över 20 (hälften av gränsvärdet för helår) under sammanlagt endast 7 dagar. Det är därför inte meningsfullt att göra den delen av analysen. Analysen har därför bara gjorts för alla data.

Resultaten visar att IVL:s metod är likvärdig med KFG utan att någon korrektion måste göras, se bilaga 1, sida 2. Om korrektion för skärning görs blir dock den kombinerade och relativa osäkerheten vid gränsvärdet (50 μg/m³, dygnsmedel) något bättre. Förbättringen jämfört med att använda helt okorrigerade data är dock relativt liten.

Då detta test är begränsat kan dock inte bara detta resultat ensamt avgöra om IVL är likvärdigt med KFG.

Referenslaboratoriets tidigare bedömning att IVL:s metod är likvärdig med den europeiska referensmetoden bygger till stor del på resultat från en studie i Oslo 2001. Slutrapporten från denna studie är ännu inte publicerad. Preliminära resultat visar dock på en mycket god överensstämmelse. I Figur 1 visas jämförelsen mellan IVL och KFG för mätningar genomförda längs en trafikerad gata i Oslo. De data som ligger till grund för figuren är inte kända, men det är ändå klart att resultaten från denna studie säkert uppfyller kraven i EU-guiden. PM_{10}-halterna i den norska studien var betydligt högre än de som uppmättes på Aspvreten .

Sammanfattningsvis kan man därför med ledning av resultaten från Aspvreten och Oslo med stor sannolikhet anta att IVL:s metod är likvärdig med KFG, den europeiska referensmetoden för PM_{10}.



Figur 1. Jämförelse mellan PM10 mätningar med IVL's filtermetod och Klein Filtergerät i Oslo 2001. Från Johansson, C. (9)

Resultaten från Aspvreten visade att bäst överensstämmelse fås om resultat från IVL:s provtagare korrigeras enligt formeln nedan

$$IVL_{korr} = IVL - 1{,}20$$

där IVL är den okorrigerade PM_{10}-halten.

Studien på Aspvreten var dock begränsad varför korrektionsfunktion är osäker. Då den dessutom inte har så stor vikt vid halter i närheten av gränsvärdena och då införandet av korrektionen inte förbättrade jämförbarheten mellan KFG och IVL speciellt mycket, se bilaga 1, kommer i fortsättningen av denna rapport inte IVL-data korrigeras enligt formeln ovan då jämförelser mellan TEOM och IVL görs.

4.2 Jämförelse av TEOM med IVL:s filtermetod.

Ett antal jämförelser har gjorts i Sverige för att bestämma en funktion för omräkning av PM_{10} halter uppmätta med TEOM till halter jämförbara med IVL:s filtermetod. Jämförelsen med IVL:s metod har motiverats med att den har ansetts likvärdig med KFG-metoden. Utredningen ovan visar att detta antagande troligen är riktigt. Testerna i Oslo och på Aspvreten bevisar inte att KFG och IVL är likvärdiga, men indicierna för att så är fallet är starka.

Man kan därför utnyttja resultaten från samtidiga mätningar av PM_{10} med IVL:s provtagare och TEOM-instrument för att beräkna om TEOM är likvärdig enligt EU-guiden och om så är fallet kontrollera rimligheten i de funktioner som rekommenderats i Sverige för justering av TEOM-data.

Fyra jämförande mätningar mellan TEOM och IVL gjordes i Sverige och Norge 2001 – 2002

1. Oslo. Gatustation januari – mars 2001.
2. Oslo. Urban bakgrund november – december 2001.
3. Aspvreten. Regional bakgrund mars – november 2002.

4. Stockholm. Gatustation (Hornsgatan) januari – juni 2002.

Detta ger möjlighet att göra alla de tester som krävs enligt EU-guiden, förutom att det inte är möjligt att testa instrumentens (referensens och kandidatens) interna variabilitet eftersom bara ett instrument av varje sort användes på de olika provplatserna.

Följande sex tester av jämförbarheten har gjorts:

1. Med data från gatustationen i Oslo.
2. Med data från den urbana bakgrundsstationen i Oslo.
3. Med data från Hornsgatan i Stockholm.
4. Med data från Aspvreten,
5. Med alla data från alla stationer.
6. Med alla data över 50 % av gränsvärdet för dygn (50 μg/m³)

Ytterligare ett test krävs enligt EU-guiden: För alla data över 50 % av gränsvärdet för helår (40 μg/m³). Dessa har dock inte gjorts i denna indikativa studie. Då gränsvärdet för dygn är det mest kritiska i Sverige har likvärdighetstestet för det värdet prioriterats.

I de norska studierna var antalet dygn med samtidiga resultat från de två mätmetoderna under 30, men betydligt fler på Aspvreten och Hornsgatan. För att resultaten från de olika stationerna skall väga ungefär jämnt i den statistiska analysen har därför 30 dygn vardera från Aspvreten och Hornsgatan valts ut.

På Hornsgatan har valet gjorts slumpmässigt. På Aspvreten gjordes urvalet på följande sätt: Ett krav på de data som används är att minst 20 % skall vara över 50 % av gränsvärdet. Detta krav är uppfyllt på alla stationer utom på Aspvreten. Där uppfylldes kravet under endast nio dygn av 177. I urvalet av 30 dygn ingår dessa dygn och 21 slumpässigt valda av de övriga.

I nästa steg kontrollerades om skillnaden mellan resultaten från de två instrumenten under något eller några dygn var signifikant avvikande enligt Grubb's test. Dessa data togs bort innan likvärdighetstesten enligt EU-guiden genomfördes.

Vid alla dataurval visade likvärdighetstestet att TEOM gav lägre resultat än referensmetoden, se Tabell 2. Den ortogonala regressionsanlysen ger att lutningen varierar mellan 0,84 och 0,88 och att skärningen är noll eller negativ för alla dataurval. Överensstämmelsen mellan resultaten vid de olika daturvalen är alltså relativt bra. Detta indikerar att det kan vara möjligt att räkna om resultaten från TEOM med en och samma omräkningsfunktion och att dessa omräknade halter uppfyller likvärdighetskravet i EU-guiden.

För att avgöra om TEOM är likvärdig skall den korrektionsfunktion som gäller för alla data i tabell 2, $TEOM_{korr}$ = 1,19 x TEOM + 1,15, användas för att räkna om de ursprungliga halterna som uppmätts med TEOM. För dessa omräknade resultat görs en likvärdighetstest på nytt.

Resultaten av denna likvärdighetsanalys visas i Tabell 3.

Dataurval	N	Avvi-kare[1]	Lutning (b)	Skärning (a)	Korrektion[2]
Oslo gata	26	0	**0,88 ± 0,03**	-1,50 ± 1,37	$TEOM_{korr}$ = 1,14xTEOM + 1,70
Oslo bakgrund	24	0	**0,84 ± 0,02**	-0,25 ± 0,74	$TEOM_{korr}$ = 1,19xTEOM
Stockholm, Hornsgatan	30	0	**0,84 ± 0,02**	**-3,36 ± 1,05**	$TEOM_{korr}$ = 1,19xTEOM + 4,00
Aspvreten, reg. bakgrund	30	2	**0,84 ± 0,03**	-0,07 ± 0,73	$TEOM_{korr}$ = 1,18xTEOM
Data > 25 µg/m³	61	3	**0,85 ± 0,02**	-1,38 ± 1,18	$TEOM_{korr}$ = 1,17xTEOM + 1,62
Alla data	110	3	**0,84 ± 0,01**	**-0,97 ± 0,48**	$TEOM_{korr}$ = 1,19xTEOM + 1,15

Lutning och skärning i fet stil anger att värdet är statistiskt signifikant skilt från 1 resp. 0.

1. Antalet avvikande värden är bestämda med hjälp av Grubbs test
2. Den korrektion som ger bäst överensstämmelse vid gränsvärdet för dygn, 50 µg/m³

Data från Aspvreten och Hornsgatan omräknat till aktuellt tryck och temp. Data från Oslo omräknat till 0°C och 1 atm

Tabell 2 Sammanfattning av jämförande mätningar mellan IVL:s provtagare och TEOM 2001 – 2002

Dataurval	Lutning $b \pm u_b$	Skärning $a \pm u_a$	Relativ osäkerhet vid 50 µg/m³, %	Likvärdig?
Oslo, gata	1,05 ± 0,04	-0,74 ± 1,63	10,8	Ja
Oslo, urban bakgrund	0,98 ± 0,02	+1,05 ± 0,69	0,6	Ja
Stockholm, Hornsgatan	1,00 ± 0,03	**-2,92 ± 1,24**	17,1	Nej
Aspvreten, reg. bakgrund	1,01 ± 0,04	+1,01 ± 0,87	13,0	Ja
Data > 25 µg/m³	1,02 ± 0,03	-0,67 ± 1,40	13,9	Ja
Alla data	1,00 ± 0,01	-0,06 ± 0,57	11,2	Ja

Värden i fetstil anger att kravet enligt EU-guiden inte är uppfyllt

Tabell 3. Likvärdighetstest för alla daturval. Testet är gjort för data omräknat enligt den ortogonala regressionsanalysen för alla data gemensamt ($TEOM_{korr} = 1{,}19 \cdot TEOM + 1{,}15$)

För att TEOM skall vara likvärdig med IVL krävs att

1. Lutningen för alla daturval inte skall vara signifikant skild från 1.
2. Skärningen för alla daturval inte skall vara signifikant skild från 0.
3. Den relativa osäkerheten vid gränsvärdet, 50 µg/m³, skall vara mindre än 25 %.

Sammanlagt är det alltså i detta fall med sex dataurval 18 kriterier som skall vara uppfyllda för att TEOM skall vara likvärdig med IVL:s provtagare. Kraven är uppfyllda i 17 av dessa fall; det är endast kravet för skärningen vid regressionsanalysen av data från Hornsgatan som inte uppfylls. En strikt tolkning av EU-guiden betyder att TEOM inte är likvärdig med IVL och då inte heller med referensmetoden, KFG.

4.3 Jämförelse av TEOM med KFG och Leckel

TEOM jämfördes under 2002 direkt mot referensinstrumentet, KFG. Vid två andra tillfällen har TEOM jämförts med en automatiserad version av KFG, den s.k. Leckel-provtagaren. Skillnaden mellan de två provtagarna är att Leckel är utrustad med automatiskt byte av filterna. Då provtagning görs med KFG byts filter varje dag direkt efter provtagningen. Vid provtagning med Leckel förvaras filter upp till 14 dagar i instrumentet efter provtagningen innan de lagras i kylskåp till strax före vägning. Detta kan ge förluster av lättflyktiga ämnen vid höga temperaturer, speciellt om temperaturen varierar mycket under den period filtren finns i provtagaren.

Ett test utfört av Borowiak (7) m.fl. vid EU:s gemensamma forskningslaboratorium (Joint Research Centre, JRC, Ispra, Italien) i enlighet med EU-guiden har visat KFG och Leckel är likvärdiga. I princip skall man då också kunna använda också Leckel som referens för att testa om något annat instrument är likvärdigt med referensmetoden.

Tre tester mellan TEOM och KFG eller Leckel har gjorts i Sverige under perioden 2002 – 2006:

1. Aspvreten juni - okt 2002. TEOM och KFG.
2. Aspvreten aug – okt 2006. TEOM och Leckel
3. Stockholm, Maria Pol., urban bakgrund maj 2006. TEOM och Leckel

Även i detta fall har testerna inte gjorts enligt EU-guiden, varför resultaten endast är indikativa. Vid testet i Stockholm gjordes från början 28 parallella mätningar men pga. av problem med Leckel fick 14 dygnsmedelvärden tas bort ur analysen. En sammanfattning av resultaten visas i Tabell 4 och mer utförligt i bilaga 1, sidan 9 - 11.

Vid det två mätningarna på Aspvreten uppfylldes EU:s datakrav efter korrektion, men inte vid den begränsade studien på den urbana bakgrundsstationen Maria Pol. i Stockholm.

Korrektionsfunktionerna och speciellt lutningen för dataurvalen i är dock i samma storleksordning som vid jämförelse mellan TEOM och IVL se Tabell 2. Mätningarna vid Aspvreten 2005 gav dock en större korrektion, dvs. TEOM var något lägre jämfört med referensinstrumenten än vid de andra jämförelserna.

Dataurval	N	Av-vikare[1]	Lutning (b)	Skärning (a)	Korrektion[2]
Aspvreten, reg. bakgrund, 2002	52	0	**0,87 ± 0,03**	**1,29 ± 0,49**	**$TEOM_{korr}$ = 1,15xTEOM - 1,49**
Aspvreten, reg. bakgrund, 2005	54	3	**0,80 ± 0,04**	**-1,99 ± 0,40**	**$TEOM_{korr}$ = 1,26xTEOM + 2,51**
Stockholm, Maria Pol, 2006	14	0	0,87 ± 0,13	-0,12 ± 1,37	$TEOM_{korr}$ = 1,15xTEOM + 0,14

På Aspvreten 2002 testades TEOM mot KFG, vid de två andra testerna mot Leckel

Lutning och skärning i fet stil anger att värdet är statistiskt signifikant skilt från 1 resp. 0.

Korrektion angiven i fet stil anger att resultaten uppfyller EU:s datakvalitetskrav

1. Antalet avvikande värden är bestämda med hjälp av Grubbs test
2. Den korrektion som ger bäst överensstämmelse vid gränsvärdet för dygn, 50 µg/m³

Tabell 4. Sammanfattning av jämförande mätningar mellan EU:s referensprovtagare (KFG/Leckel) och TEOM 2002 - 2006.

4.4 Jämförelse av FDMS med Leckel

I den omfattande engelska studien (4) visades att FDMS är likvärdigt med den europeiska standardmetoden för PM_{10}, KFG. Resultaten från den studien bekräftas av resultaten från en kampanj som gjordes av ITM i Lycksele under vintern 2005-2006.

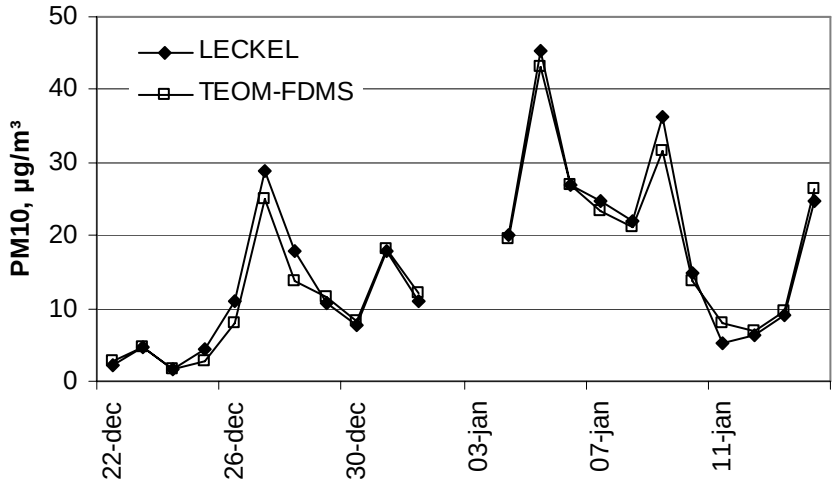
I Lycksele gjordes 22 parallella mätningar i ett område med relativt mycket vedeldning och vid låga temperaturer. Under perioden varierade dygnsmedeltemperaturerna mellan minus 1 till minus 23 °C.

De båda metoderna visade mycket god överensstämmelse, se Figur 2.

En utvärdering enligt EU-guiden, se bilaga 1, sidan 12, visar att FDMS är likvärdig med Leckel. Metoderna är likvärdiga utan att FDMS-data korrigeras men bäst överensstämmelse fås om FDMS-data korrigeras enligt

$$FDMS_{korr} = 1{,}08 \cdot FDMS - 0{,}55$$

Denna korrektion ligger inom de intervall som man fick på fyra olika platser i den engelska studien (4), där en sammanvägning av de resultaten ledde till slutsatsen att FDMS är likvärdig med referensmetoden utan korrektion.

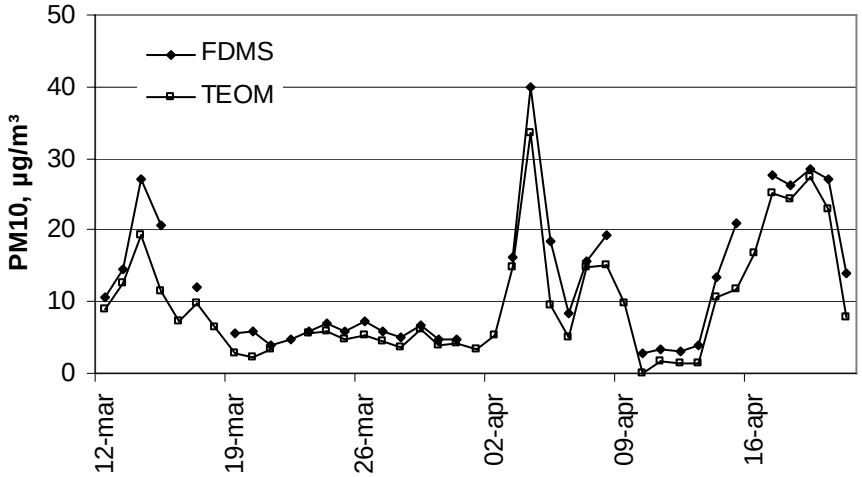


Figur 2. Dygnsmedelvärden av PM10 i Lycksele vintern 2005-06. Jämförelse av halter uppmätta med FDMS och Leckel

4.5 Jämförelse av TEOM med FDMS

På samma sätt som ovan är det då alltså möjligt att använda resultat från samtidiga mätningar med TEOM och FDMS för att kontrollera om de två instrumenten är likvärdiga och alltså TEOM likvärdig med KFG.

En sådan jämförelse gjordes på Aspvreten under en och en halv månad 2004 då PM_{10} mättes med både FDMS och TEOM, se Figur 3.



Figur 3. Dygnsmedelvärden av PM_{10} på Aspvreten. Jämförelse av halter uppmätta med FDMS och TEOM

Dygnsmedelvärdena stämmer väl överens och en analys av de 34 samtidiga dygnsmedelvärdena enligt EU-guiden visar att TEOM är likvärdig med FDMS. Bäst överensstämmelse fås efter korrektion för lutning och skärning, se bilaga 1, sidan 13.

Korrektionsfunktionen blir $TEOM_{korr} = 1{,}13 \cdot TEOM + 1{,}60$

Korrektionsfunktionen från denna studie är alltså också i samma storleksordning som vid de övriga jämförelserna, se tabell 2 och 4.

5. Diskussion

5.1 Korrektionsfunktioner för TEOM

De rekommendationer som referenslaboratoriet har gett för omräkning av TEOM data för att de skall bli jämförbara med referensmetoden är mestadels baserade på jämförande mätningar mellan TEOM och IVL.

ITM referenslaboratoriet har rekommenderat följande korrektionsfunktion:

$$TEOM_{korr} = 1{,}3 \cdot TEOM(STP) \qquad (a)$$

I denna funktion har den i TEOM inbyggda korrektionen, se sidan 5, tagits bort. Korrektionen skall beräknas för data angivet vid 25°C och 1 atm (STP).

En annan funktion som diskuteras av referenslaboratoriet är

$$TEOM_{korr} = 1{,}2 \cdot TEOM_{\text{int}}(STP)$$

I denna korrektionsfunktion har den interna korrektionen behållits och om funktionen i stället uttrycks i den internt okorrigerade TEOM-halten blir funktionen

$$TEOM_{korr} = 1{,}26 \cdot TEOM(STP) + 3{,}6 \qquad (b)$$

Denna korrektion används bl.a. av Stockholms stad och ger jämfört med korrektionsfunktion (a) något högre halter vid låga halter, men ingen större skillnad i intervallet 20 – 90 μg/m³, dvs. i det intervall gränsvärdena finns. Fördelen med denna korrektion är att den inte ger lika många negativa halter. En negativ halt är fysiskt omöjlig, men TEOM kan ändå ”korrekt” rapportera sådana. Detta är inte så vanligt för dygnsmedelvärden, men kan ske under enstaka timmar, då avdunstningen av lättflyktiga komponenter från partiklar som samlats in på filtret under timmarna före aktuell timme är större än massan av de partiklar som samlas in under aktuell timme. Fenomenet är vanligast vid de tillfällen halten partiklar i luften hastigt sjunker i samband med frontpassager.

Formlerna (a) och (b) är baserade på tidigare analyser av de jämförande mätningarna mellan TEOM och IVL:s provtagare gjorda i Oslo och på Aspvreten och Hornsgatan under 2002. Jämförelsen har motiverats av att IVL:s provtagare bedömts likvärdig med den europeiska referensprovtagaren.

Analysen här indikerar att IVL:s metod uppfyller kraven på likvärdighet enligt kraven i EU-guiden, men något säkert svar kan inte ges då de jämförande mätningar som gjorts inte varit lika omfattande som de nuvarande kraven.

De analyser som ligger till grund för de av ITM Referenslaboratoriets rekommenderade korrektionsfunktionerna har inte gjorts enligt EU-guiden, vilket dock analysen i denna rapport gjort. Skillnaden mellan de två analyserna framgår av Tabell 5

			Konc. rapporterat vid ..		
Studie	**Plats**	**Referens**	**TEOM**	**Ref**	**Regressionanalys**
Ferm & Hansson, 2003 (8), Johansson 2003 (9)	Aspvreten 2002, Hornsgatan 2002	IVL	25°C, 1 atm	20 °C, aktuellt tryck	Klassisk regr.
	Oslo 2001	IVL	0°C, 1 atm	0°C, 1 atm	Klasissk regr.
Denna rapport	Aspvreten 2002, Hornsgatan 2002	IVL	Aktuellt tryck och temp		Ortogonal. enligt EU-guiden
	Oslo 2001	IVL	0°C, 1 atm		Ortogonal. enligt EU-guiden
	Aspvreten 2002 och 2006, Sthlm, Maria Pol., 2006	KFG och Leckel	Aktuellt tryck och temp		Ortogonal. enligt EU-guiden
	Aspvreten 2004	FDMS	Aktuellt tryck och temp		Ortogonal. enligt EU-guiden

Tabell 5 . Utvärderingsmetoder för jämförelse av TEOM med den europeiska referensmetoden för PM_{10} eller likvärdig metod.

De tidigare analyserna (8, 9) har inte varit inriktade mot att kontrollera likvärdigheten enligt så formella krav som finns angivna i EU-guiden utan mer på att hitta en lämplig korrektionsfunktion som kan tillämpas på redan befintliga mätningar med TEOM. Funktionen har tagits fram med klassisk regressionsanalys, vilket inte är helt korrekt, då den förutsätter att den oberoende variabeln, i detta fall resultat från referensinstrumentet, inte innehåller något fel, eller åtminstone att felet vid mätning är betydligt mindre än felet i den beroende variabeln, dvs. resultat från TEOM. I den ortogonala regressionsanalysen behandlas de två variablerna symmetriskt, dvs. man antar att felet i den oberoende och beroende variabeln är i samma storleksordning.

Vid analyserna från 2002-03 beaktades inte att de koncentrationer som användes inte var omräknade till aktuellt tryck och temp, vilket borde ha gjorts eftersom halterna skall rapporteras så.

I Oslo räknades resultaten från både TEOM och referensinstrumentet om till 0°C och 1 atm, varför en omräkning till aktuellt tryck och temp skulle ha förändrat halterna uppmätta med de två instrumenten med samma faktor. Resultatet av den regressionsanalysen har alltså inte påverkats nämnvärt av att fel tryck och temp använts. Vid behandling av data från Hornsgatan och Aspvreten har halterna från TEOM angetts vid 25°C och 1 atmosfär, från IVL vid ungefär 20°C och aktuellt tryck. Här var felet något större än i Oslo, eftersom PM_{10}-halten från de två metoderna inte angetts vid samma temperaturer och tryck.

Den omräkningsfunktion som erhölls ovan, se sidan 9, vid jämförelse av PM10-data från TEOM och IVL rapporterat vid aktuellt tryck och temp (ATP)

$$TEOM_{korr} = 1{,}19 \cdot TEOM(ATP) + 1{,}15 \quad \text{(i)}$$

ger rent numeriskt en mindre korrektion (vid TEOM-halter över 11 µg/m³) än den korrektion som referenslaboratoriet rekommenderar

$$TEOM_{korr} = 1{,}3 \cdot TEOM(STP) \quad \text{(ii)}$$

Korrektionen är också lägre (vid alla halter) än den som används av bl.a. Stockholms stad

$$TEOM_{korr} = 1{,}26 \cdot TEOM(STP) + 3{,}6 \quad \text{(iii)}$$

Detta motverkas dock av att PM_{10}-halter rapporterat vid aktuellt tryck och temperatur i allmänhet är högre än halter rapporterat vid standardtryck och –temperatur (1 atm, 25°C) eftersom dygnsmedeltemperaturen i Sverige är betydligt lägre än 25 grader under hela året.

En jämförelse av korrektion av PM_{10}-data rapporterat vid ATP enligt formel (i) ovan och data rapporterat vid STP och korrigerat enligt formlerna (ii) och (iii) ovan för data från Hornsgatan under perioden 2002 till 2006 ges i Tabell 6.

	Årsmedelvärden			**Antal dygnsmedel över 50 µg/m³**		
	Korrektionsfunktion			**Korrektionsfunktion**		
År	**ATP (i)**	**STP-Ref (ii)**	**STP-Sthlm (iii)**	**ATP (i)**	**STP-Ref (ii)**	**STP-Sthlm (iii)**
2002	46,2	46,4	47,7	95	99	100
2003	39,3	39,2	40,9	53	55	57
2004	41,4	41,5	43,1	68	68	71
2005	41,7	41,9	43,5	52	52	53
2006	36,0	36,2	38,1	60	63	65
Medel	**40,9**	**41,0**	**42,6**	**66**	**67**	**69**

ATP (i) = Data från TEOM vid ATP korrigerat enligt formel (i) ovan

STP-Ref (ii) = Data från TEOM vid STP korrigerat enligt formel (ii) ovan

STP-Sthlm (iii) = Data från TEOM vid STP korrigerat enligt formel (iii) ovan

ATP = Rådande tryck och temperatur. STP = Standardtemperatur (25°C) och –tryck (1 atm).

OBS! Statistiken är baserad endast på de dygn data för PM_{10}, temperatur och tryck finns samtidigt under 18 eller fler timmar.

Tabell 6. PM_{10} Hornsgatan 2002 – 2006. Årsmedelvärden och antal dygn med halter över 50 µg/m³. Data från TEOM korrigerat för likvärdighet med referensmetoden med tre olika metoder

De tre beräkningssätten ger ingen större skillnad. Den av ITM Referenslaboratoriet rekommenderade omräkningsfunktionen och den som används bl.a. av Stockholms stad, ger marginellt högre årsmedelvärden och något fler dygn med halter över 50 μg/m³ än den som erhållits vid jämförelse mellan TEOM och IVL analyserat enligt EU-guiden i denna studie.

5.2 Rapportering av PM_{10}-data

Halter av PM_{10} enligt EU-direktivet skall rapporteras vid rådande tryck och temperatur. Detta görs inte för närvarande i Sverige. Behandlingen av data från TEOM och från IVL:s provtagare bör därför ändras. För att kunna rapportera på rätt sätt måste mätningar av tryck och temperatur göras samtidigt som mätningarna av PM_{10}. Det är också möjligt att i efterhand korrigera PM_{10}-halterna med hjälp av data från en näraliggande meteorologisk station.

5.3 Likvärdighetstester

Testerna i denna rapport är inte optimalt designade för att visa likvärdighet med den europeiska referensmetoden. Ett fullständigt test för att kontrollera bedömningen att IVL:s provtagare är likvärdig bör göras.

Den indikativa studien här visade att TEOM inte var likvärdig med referensmetoden, samma resultat som vid den stora ekvivalensstudien i Storbritannien (4). Här uppfylldes dock kriterierna i 17 fall av 18. I det fall då kriteriet inte uppfylldes, för skärning på Hornsgatan i Stockholm, var felet dock relativt litet, varför de resultat som finns för PM_{10} uppmätt med TEOM historiskt i Sverige kan anses ge en bra bild av hur PM_{10}-halten varit under åren.

Här har bara likvärdighet för TEOM och IVL kontrollerats. Ett flertal andra metoder kan användas för PM_{10} om det kan visas att de är likvärdiga med referensmetoden. Resultat från likvärdighetstestester runt om i Europa bör kunna tillämpas även i Sverige och ev. kompletteras med ytterligare tester i förhållanden som är speciella för Sverige. Ett antal tester har t.ex. visat att TEOM-FDMS och olika ß-stråleinstrument är likvärdiga med referensmetoden (10). För bedömning av TEOM:s likvärdighet och ev. lämplighet för kontroll av miljökvalitetsnormerna bör också resultat från europeiska studier användas.

5.4 Historiska data

Som visats ovan, se Tabell 6, sidan15, ger en omräkning av PM_{10}-data uppmätta enligt rekommendationerna här ingen större skillnad jämfört med ITM referenslaboratoriets nuvarande råd. En omräkning ger marginellt lägre årsmedelvärde och något färre överskridanden av gränsvärdet för dygn. Det är därför inte nödvändigt att räkna om historiska PM_{10}-data uppmätta med TEOM.

PM_{10}-data uppmätt med IVL:s provtagare som används för kontroll av miljökvalitetsnormerna bör dock räknas om till rådande utomhustemperatur vid provtagningstillfället. Halten anges vid cirka 20°C och då utomhustemperaturen är betydligt lägre än så under en stor del av året undervärderar IVL:s metod halterna. I södra Sverige är årmedeltemperaturen ca 7 grader, längst i norr ca 0. I söder undervärderas därför årsmedelvärdet med ca 5 procent, längs i norr med drygt 7. Under vinterdagar i norr med en temperatur på minus 25 grader ger IVL:s metod ca 15 procent lägre PM_{10}-halt än den verkliga. Detta kan då ge en undervärdering av antalet tillfällen med överskridanden av miljökvalitetsnormen för dygnsmedelvärden av PM_{10}.

6. Referenser

1. Rådets direktiv 1999/30/EG av den 22 april 1999 om gränsvärden för svaveldioxid, kvävedioxid och kväveoxider, partiklar och bly i luften. http://www.itm.su.se/reflab/lagar/1999_30_EG.pdf
2. Demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods. Report by an EC Working group on Guidance for the Demonstration of Equivalence (2005) http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/equivalence_report3.pdf
3. EC Working group particulate matter. A report on Guidance to member states on PM10 monitoring and intercomparisons with the reference method (2002). www.ec.europa.eu/environment/air/pdf/finalwgreporten.pdf
4. UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter. (2006) (www.itm.su.se/reflab/dokument/Equivalence%20Programme%20for%20Monitoring%20of%20Particulate%20Matter.pdf)
5. EUR 22341. (2006). "Field test experiments to validate the CEN standard measurement method for PM2,5". www.itm.su.se/reflab/dokument/EUR_22341_CEN_PM_2_5.pdf
6. Grubbs, F. E. (1969). Procedures for detecting outlying observations in samples. Technometrics 11, 1-21
7. Borowiak, A., Marelli, L., Lagler, F. and de Sager, E. European Programmes on QA/QC of PM Measurements. Presentation vid "Particles in Europe" Antwerpen 2006. http://rsc-aamg.org/Documents/Papers/ParticlesInEurope/European%20Programmes%20on%20QA%20QC%20of%20PM%20Measurements%20-%20Annette%20Bo.pdf
8. Ferm, M. & Hansson, H.-C. (2003). Jämförelse mellan de två vanligaste metoderna att mäta PM10 i Sverige. IVL rapport B1527. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm (finns på www.ivl.se)
9. Johansson, C. (2003) TEOM – IVL's filtermetod. En metodjämförelse. SLB rapport 1:2003, Miljöförvaltningen, Box 38 024, 100 64 Stockholm. (finns på www.slb.nu).
10. Presentationer vid "Workshop on demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods", Ispra 2 – 4 maj 2007. Gunnar Nyquist, ITM, personlig kommunikation

Bilaga 1. Resultat av ekvivalenstester

Beräkningarna som presenteras i bilagan är gjorda med hjälp av ett Excelblad som hämtats från EU. Filnamn: “Test for EquivalenceV31004.xls”. Länk:
http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/test_equivalencev31004.xls

Om resultaten från ett test godkänts (d.v.s. testmetoden är likvärdig med referensmetoden) anges det som **pass** i rutan för ’relative uncertainty at LV’. Detta värde skall vara under 25 %. LV = Limit Value. I dessa test har likvärdigheten testats vid gränsvärdet för dygn, 50 µg/m³.

Ortogonal regression: Den räta linjens lutning är statistiskt signifikant skild från 1 om $|b - 1| > 2 \cdot u_b$, där b är lutningen (slope b) och u_b är lutningens osäkerhet (uncertainty of b). Skärningen är statistiskt signifikant skild från 0 om $|a| > 2 \cdot u_a$, där a är skärningen (intercept a) och u_a skärningens osäkerhet (uncertainty of a).

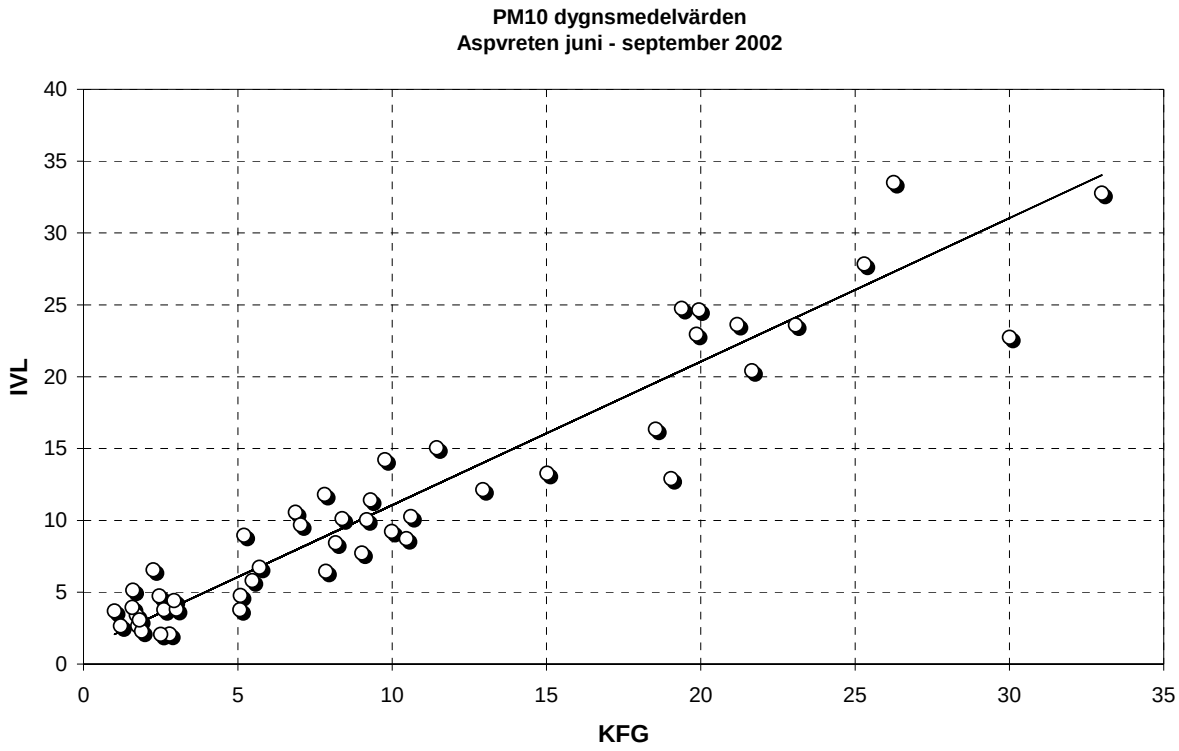
RM between-sampler uncertainty: Ett mått på referensmetodens interna variabilitet. Bestäms genom samtidiga mätningar av två referensinstrument. Då parallella mätningar inte gjorts i denna studie har detta värde satts till 2 µg/m³, vilket är det krav som ställs på referensmetoden i EU-guiden.

Plats och tid: Aspvreten 2002. Alla data. Referensinstrument: KFG Testinstrument: IVL. Två outliers (av 50) enligt Grubb's test utsorterade innan likvärdighetstestet.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 48**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,05*		*uncertainty of b*	*0,05*	
intercept a	*1,20*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,61*		*uncertainty of a*	*0,61*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,84		random term	1,93	
bias at LV	1,06		bias at LV	-0,14	
combined uncertainty	2,12		combined uncertainty	1,94	
relative uncertainty at the LV, %	8,5	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	7,8	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,05*		*uncertainty of b*	*0,05*	
intercept a	*1,20*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,61*		*uncertainty of a*	*0,61*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,94		random term	3,00	
bias at LV	1,20		bias at LV	0,01	
combined uncertainty	3,18		combined uncertainty	3,00	
relative uncertainty at the LV, %	12,7	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	12,0	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: IVL.s metod är likvärdig utan att någon korrektion måste göras (se resultat i rutan UNCORRECTED DATA). Om korrektion för intercept (skärning) görs blir dock den kombinerade osäkerheten och relativa osäkerheten vid gränsvärdet (50 µg/m³) något bättre (se rutan INTERCEPT CORRECTION)

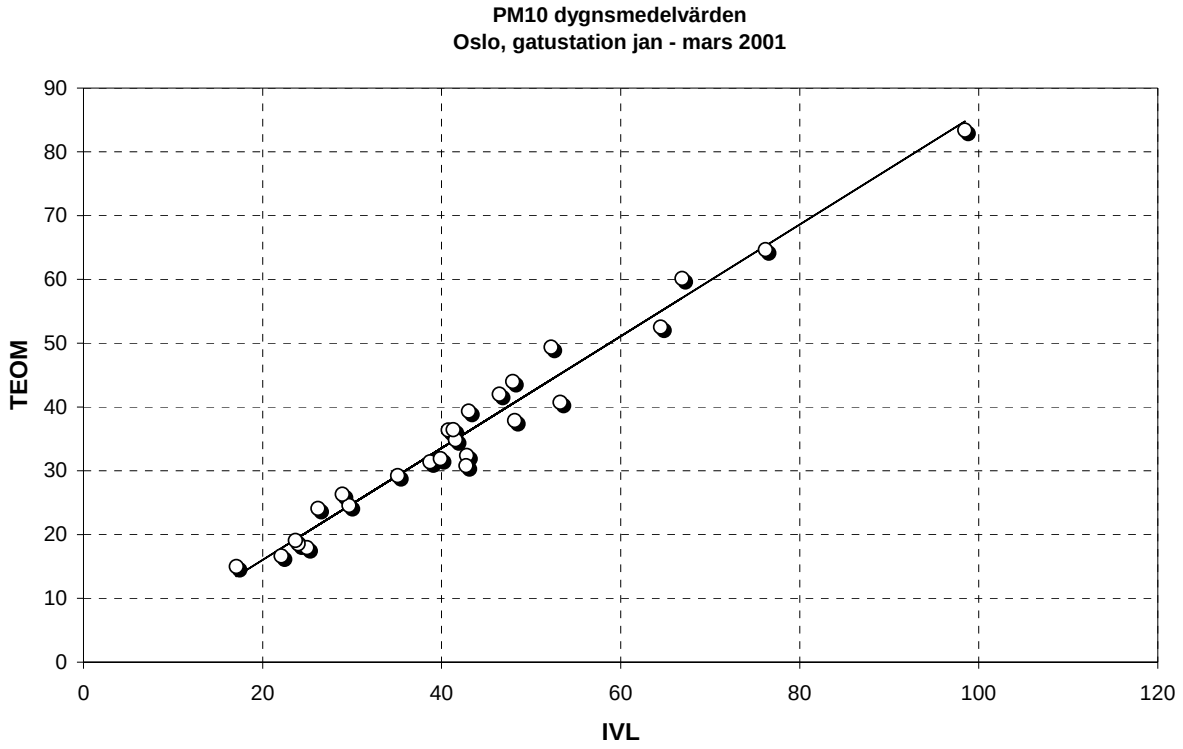


Plats och tid: Oslo, gatustation. Referensinstrument: IVL Testinstrument: TEOM

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 26**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,88*	significant	*slope b*	*0,88*	significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*-1,50*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*1,37*		*uncertainty of a*	*1,37*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,82		random term	2,28	
bias at LV	-7,68		bias at LV	-6,18	
combined uncertainty	7,89		combined uncertainty	6,59	
relative uncertainty at the LV, %	31,6	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	26,4	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*-1,79*	not significant	*intercept a*	*-0,08*	not significant
uncertainty of a	*1,57*		*uncertainty of a*	*1,57*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,78		random term	3,10	
bias at LV	-1,70		bias at LV	0,01	
combined uncertainty	3,26		combined uncertainty	3,10	
relative uncertainty at the LV, %	13,0	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	12,4	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med IVL om korrektion görs för 1)lutning och 2) för lutning och skärning. Bäst överensstämmelse om korrektion för både skärning och lutning görs**.**

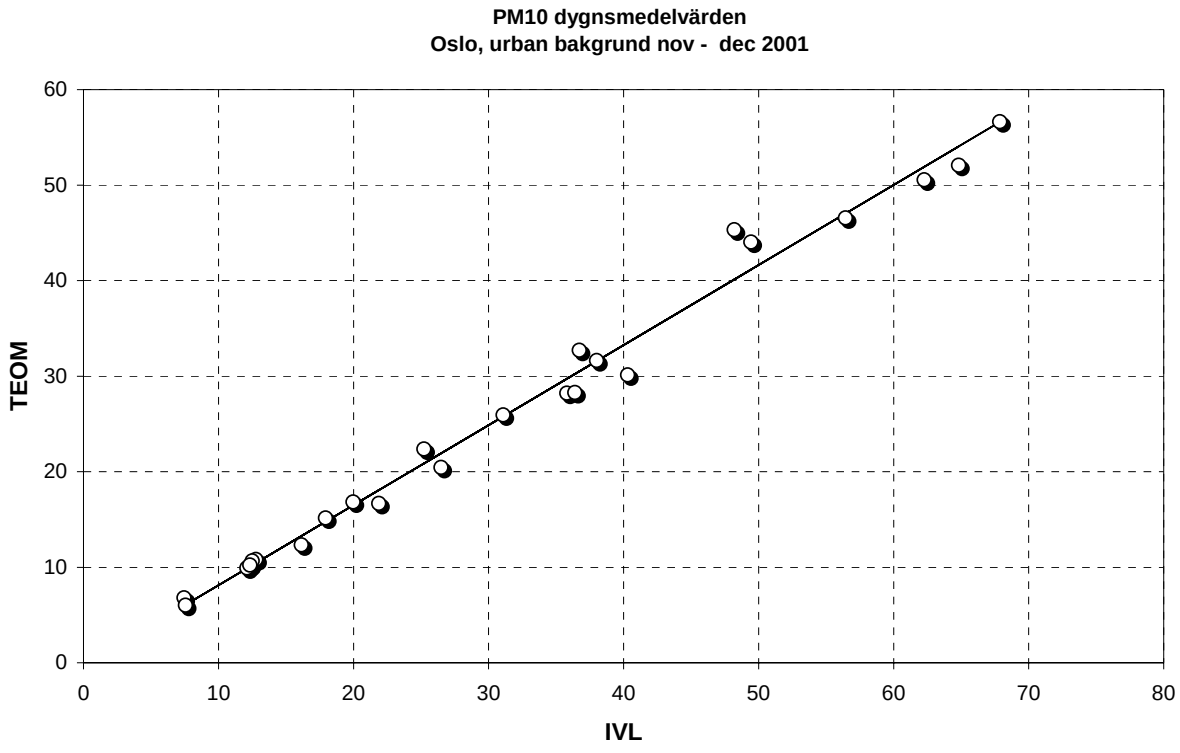


Plats och tid: Oslo, urban bakgrund. Referensinstrument: IVL Testinstrument: TEOM

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 24**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,84*	significant	*slope b*	*0,84*	significant
uncertainty of b	*0,02*		*uncertainty of b*	*0,02*	
intercept a	*-0,25*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,74*		*uncertainty of a*	*0,74*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	0,00		random term	0,00	
bias at LV	-8,36		bias at LV	-8,11	
combined uncertainty	8,36		combined uncertainty	8,11	
relative uncertainty at the LV, %	33,5	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	32,4	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,02*		*uncertainty of b*	*0,02*	
intercept a	*-0,34*	not significant	*intercept a*	*-0,04*	not significant
uncertainty of a	*0,88*		*uncertainty of a*	*0,88*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,30		random term	1,49	
bias at LV	-0,28		bias at LV	0,02	
combined uncertainty	1,33		combined uncertainty	1,49	
relative uncertainty at the LV, %	5,3	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	6,0	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med IVL om korrektion görs för 1)lutning och 2) för lutning och skärning. Bäst överensstämmelse om korrektion för enbart lutning görs.

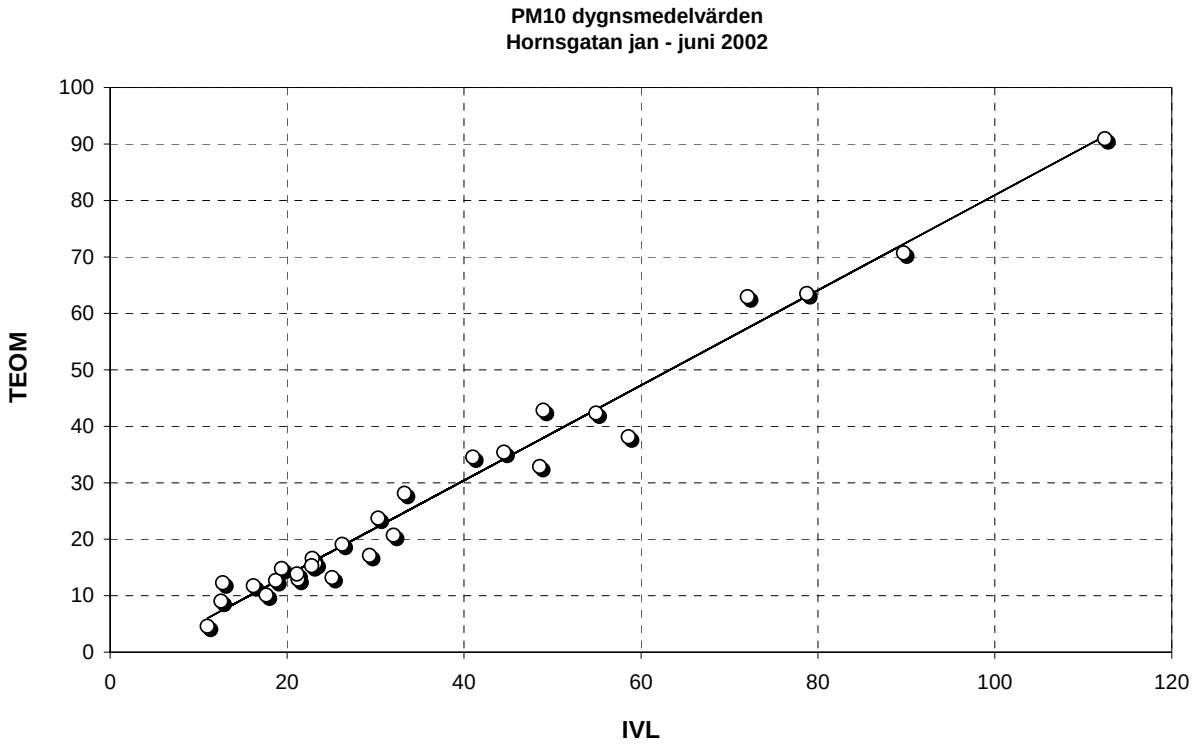


Plats och tid: Stockholm, Hornsgatan. 30 dygn under perioden jan – juni 2002. Referensinstrument: IVL Testinstrument: TEOM.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 30**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,84*	significant	*slope b*	*0,84*	significant
uncertainty of b	*0,02*		*uncertainty of b*	*0,02*	
intercept a	*-3,36*	significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*1,05*		*uncertainty of a*	*1,05*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,47		random term	2,68	
bias at LV	-11,34		bias at LV	-7,97	
combined uncertainty	11,60		combined uncertainty	8,41	
relative uncertainty at the LV, %	46,4	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	33,6	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*-4,07*	significant	*intercept a*	*-0,07*	not significant
uncertainty of a	*1,24*		*uncertainty of a*	*1,24*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	3,41		random term	3,57	
bias at LV	-3,98		bias at LV	0,02	
combined uncertainty	5,24		combined uncertainty	3,57	
relative uncertainty at the LV, %	21,0	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	14,3	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med IVL om korrektion görs för 1)lutning och 2) för lutning och skärning. Bäst överensstämmelse om korrektion för både skärning och lutning görs.



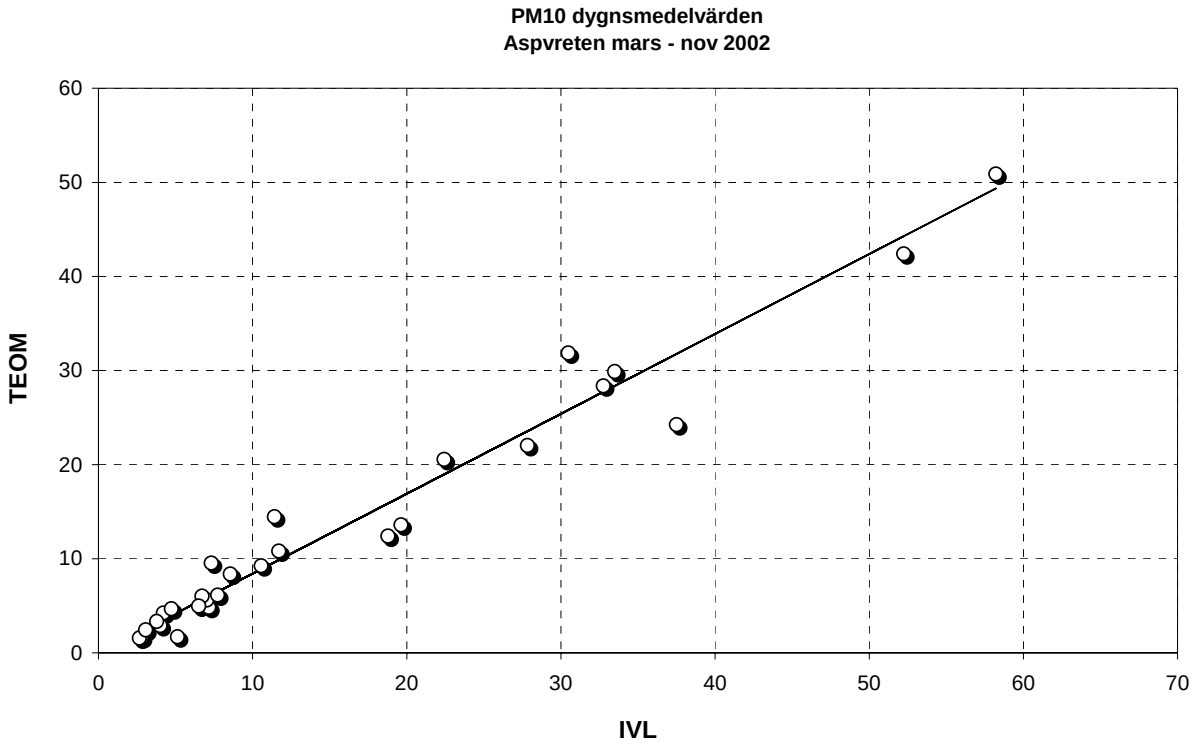
Plats och tid: Aspvreten regional bakgrund. 30 dygnsmedelvärden under perioden mars –nov 2002. Referensinstrument: IVL Testinstrument: TEOM . Två outliers enligt Grubb's test utsorterade innan likvärdighetstestet.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points:** **28**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,84*	significant	*slope b*	*0,84*	significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*-0,07*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,73*		*uncertainty of a*	*0,73*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,77		random term	1,92	
bias at LV	-7,83		bias at LV	-7,76	
combined uncertainty	8,03		combined uncertainty	7,99	
relative uncertainty at the LV, %	32,1	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	32,0	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,04*		*uncertainty of b*	*0,04*	
intercept a	*-0,14*	not significant	*intercept a*	*-0,05*	not significant
uncertainty of a	*0,87*		*uncertainty of a*	*0,87*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,95		random term	3,04	
bias at LV	0,03		bias at LV	0,11	
combined uncertainty	2,95		combined uncertainty	3,04	
relative uncertainty at the LV, %	11,8	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	12,2	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med IVL. Likvärdig med korrektion för 1)lutning och 2) lutning och skärning. Bäst överensstämmelse med korrektion för endast lutning

.

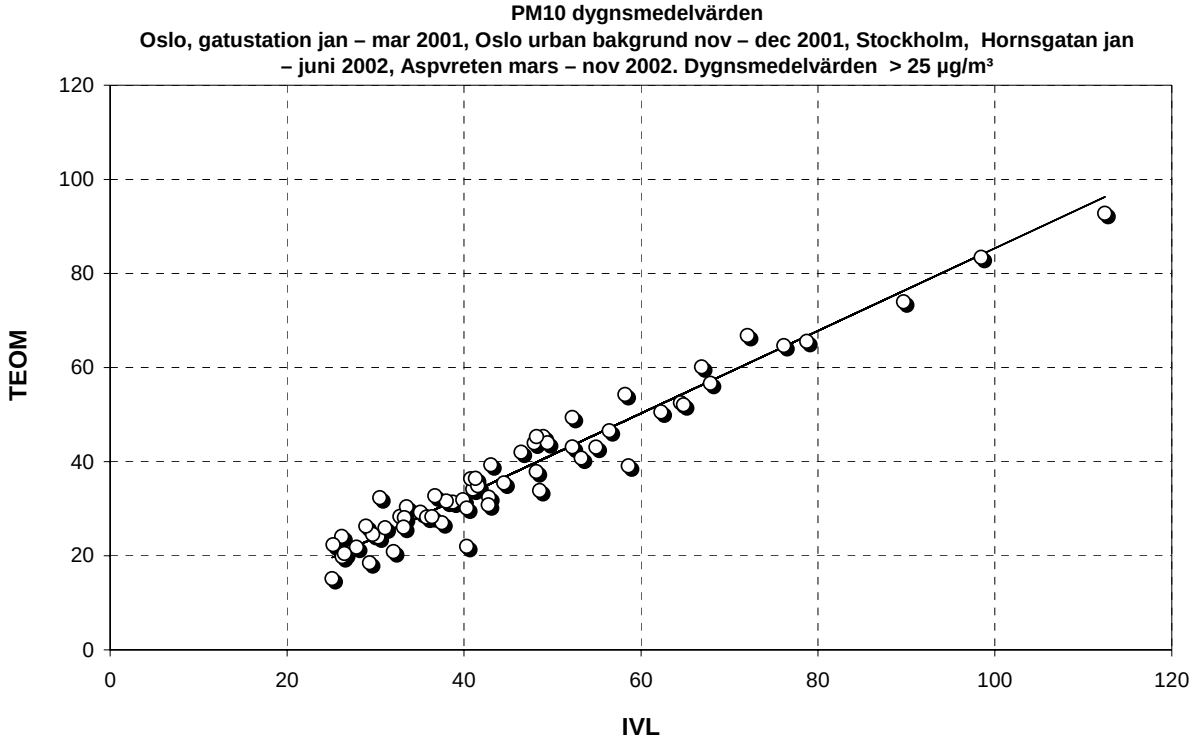


Plats och tid: Oslo, gatustation jan – mar 2001, Oslo urban bakgrund nov – dec 2001, Stockholm, Hornsgatan jan – juni 2002, Aspvreten mars – nov 2002. 60 dygnsmedelvärden > 25 µg/m³ . Referensinstrument: IVL. Testinstrument: TEOM. En outlier enligt Grubb's test utsorterade innan likvärdighetstestet

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 58**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,85*	significant	*slope b*	*0,85*	significant
uncertainty of b	*0,02*		*uncertainty of b*	*0,02*	
intercept a	*-1,38*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*1,18*		*uncertainty of a*	*1,18*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,70		random term	2,94	
bias at LV	-8,77		bias at LV	-7,39	
combined uncertainty	9,18		combined uncertainty	7,95	
relative uncertainty at the LV, %	36,7	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	31,8	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*-1,78*	not significant	*intercept a*	*-0,16*	not significant
uncertainty of a	*1,38*		*uncertainty of a*	*1,38*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	3,60		random term	3,78	
bias at LV	-1,61		bias at LV	0,01	
combined uncertainty	3,94		combined uncertainty	3,78	
relative uncertainty at the LV, %	15,8	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	15,1	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med IVL om korrektion görs för 1)lutning och 2) lutning och skärning. Bäst v vid gränsvärdet (LV) om korrektion görs för lutning och skärning.

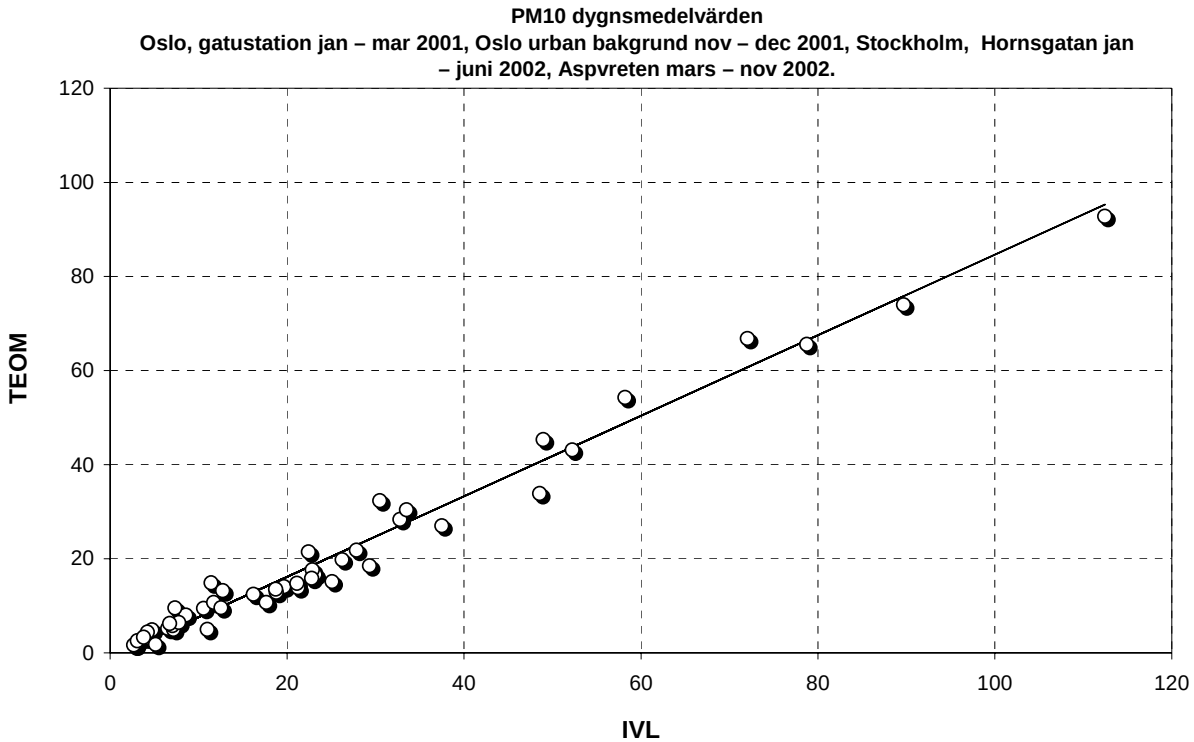


Plats och tid: Oslo, gatustation jan – mar 2001, Oslo urban bakgrund nov – dec 2001, Stockholm, Hornsgatan jan – juni 2002, Aspvreten mars – nov 2002. 110 dygnsmedelvärden. Referensinstrument: IVL. Testinstrument: TEOM. Tre outliers enligt Grubb's test utsorterade innan likvärdighetstestet.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 107**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,84*	significant	*slope b*	*0,84*	significant
uncertainty of b	*0,01*		*uncertainty of b*	*0,01*	
intercept a	*-0,97*	significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,48*		*uncertainty of a*	*0,48*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,00		random term	2,06	
bias at LV	-8,83		bias at LV	-7,86	
combined uncertainty	9,05		combined uncertainty	8,12	
relative uncertainty at the LV, %	36,2	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	32,5	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,01*		*uncertainty of b*	*0,01*	
intercept a	*-1,22*	significant	*intercept a*	*-0,06*	not significant
uncertainty of a	*0,57*		*uncertainty of a*	*0,57*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,77		random term	2,81	
bias at LV	-1,12		bias at LV	0,04	
combined uncertainty	2,99		combined uncertainty	2,81	
relative uncertainty at the LV, %	11,9	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	11,2	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med IVL om korrektion görs för 1)lutning och 2) lutning och skärning. Bäst överensstämmelse vid gränsvärdet (LV) om korrektion görs för lutning och skärning

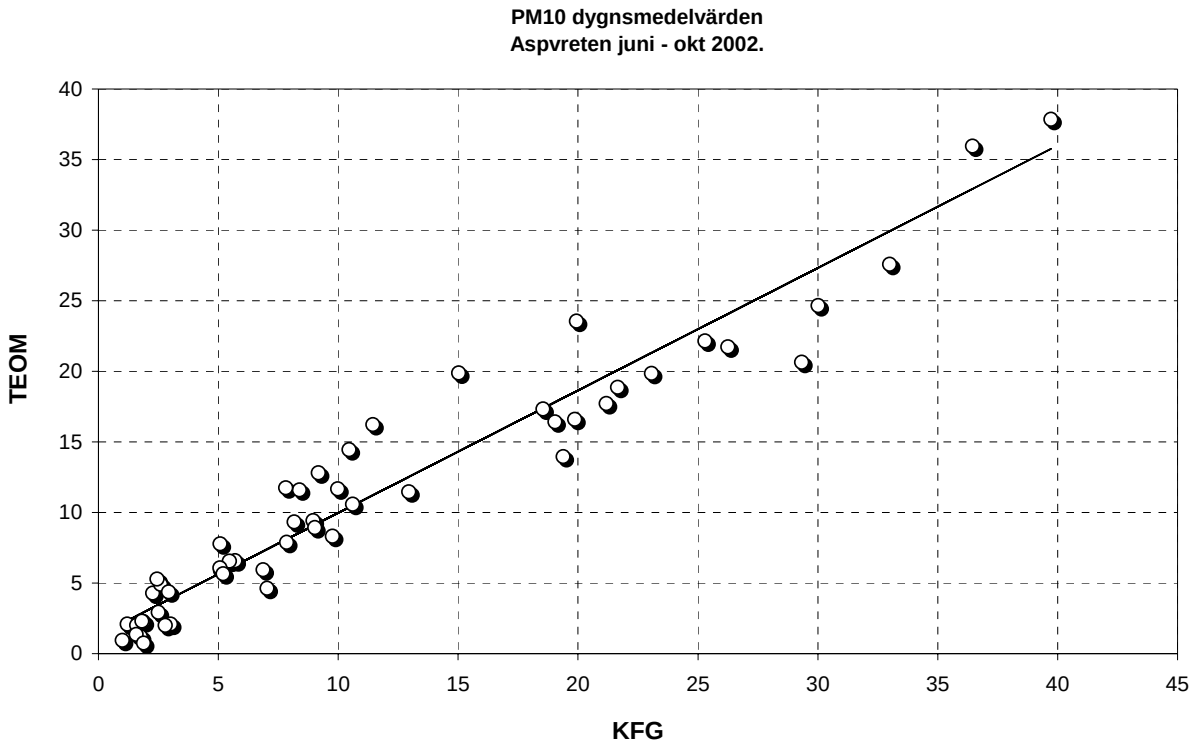


Plats och tid: Aspvreten maj – okt 2002. 52 dygnsmedelvärden. Referensinstrument: KFG. Testinstrument: TEOM.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 52**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,87*	significant	*slope b*	*0,87*	significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*1,29*	significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,49*		*uncertainty of a*	*0,49*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,26		random term	1,35	
bias at LV	-5,31		bias at LV	-6,60	
combined uncertainty	5,46		combined uncertainty	6,74	
relative uncertainty at the LV, %	21,8	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	27,0	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,01*	not significant	*slope b*	*1,01*	not significant
uncertainty of b	*0,04*		*uncertainty of b*	*0,04*	
intercept a	*1,43*	significant	*intercept a*	*-0,06*	not significant
uncertainty of a	*0,57*		*uncertainty of a*	*0,57*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,46		random term	2,51	
bias at LV	1,68		bias at LV	0,20	
combined uncertainty	2,98		combined uncertainty	2,52	
relative uncertainty at the LV, %	11,9	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	10,1	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med KFG om korrektion görs för 1)lutning och 2) lutning och skärning. Bäst överensstämmelse vid gränsvärdet (LV) om korrektion görs för lutning och skärning

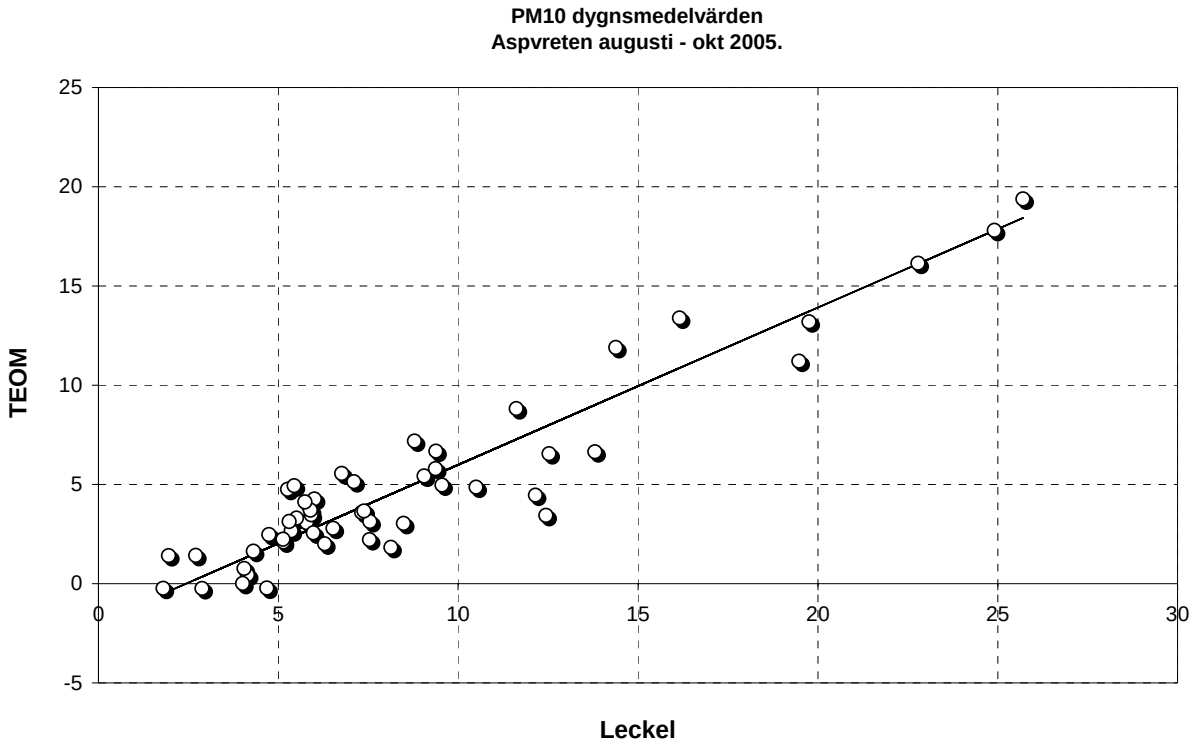


Plats och tid: Aspvreten aug – okt 2005. 54 dygnsmedelvärden. Referensinstrument: Leckel. Testinstrument: TEOM. Tre outlier enligt Grubb's test utsorterade innan likvärdighetstestet.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points:** **52**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,80*	significant	*slope b*	*0,80*	significant
uncertainty of b	*0,04*		*uncertainty of b*	*0,04*	
intercept a	*-1,99*	significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,40*		*uncertainty of a*	*0,40*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	0,00		random term	0,00	
bias at LV	-12,19		bias at LV	-10,20	
combined uncertainty	12,19		combined uncertainty	10,20	
relative uncertainty at the LV, %	48,8	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	40,8	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,01*	not significant	*slope b*	*1,01*	not significant
uncertainty of b	*0,05*		*uncertainty of b*	*0,05*	
intercept a	*-2,63*	significant	*intercept a*	*-0,13*	not significant
uncertainty of a	*0,51*		*uncertainty of a*	*0,51*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,98		random term	2,02	
bias at LV	-1,89		bias at LV	0,61	
combined uncertainty	2,74		combined uncertainty	2,11	
relative uncertainty at the LV, %	11,0	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	8,4	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med Leckel om korrektion görs för 1)lutning och 2) lutning och skärning. Bäst överensstämmelse vid gränsvärdet (LV) om korrektion görs för lutning och skärning

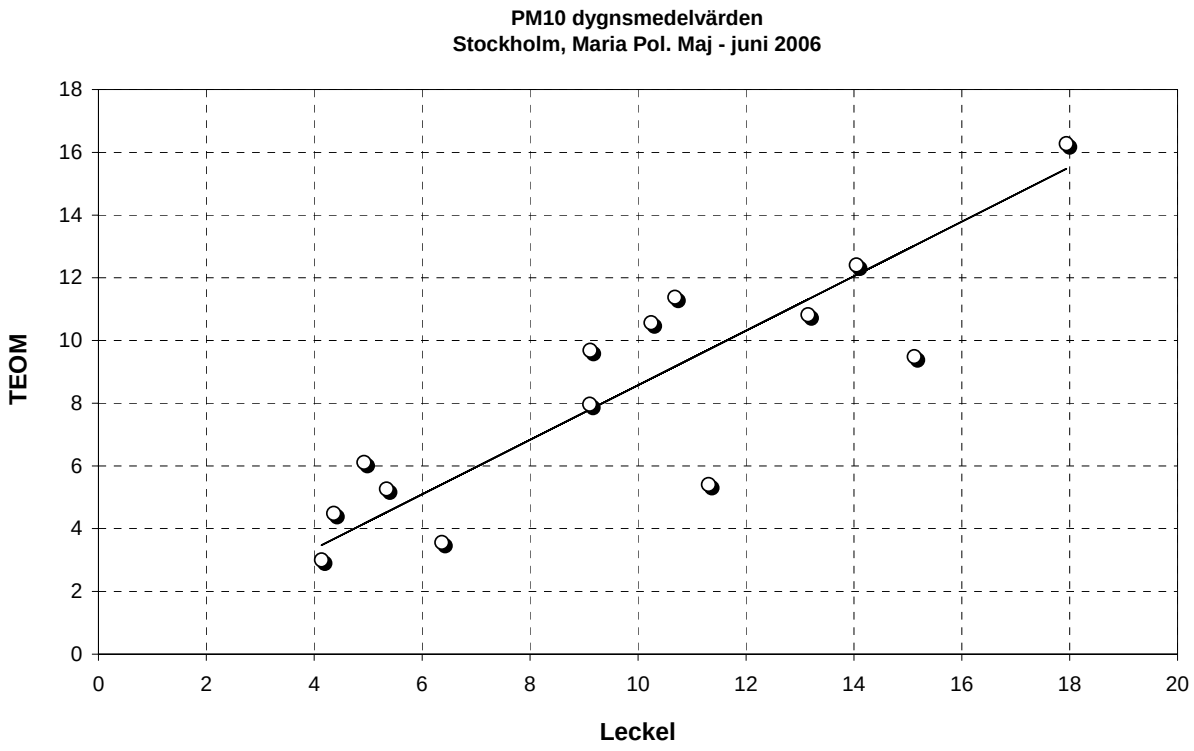


Plats och tid: Stockholm, Maria Pol., maj -juni 2006. 14 dygnsmedelvärden. Referensinstrument: Leckel. Testinstrument: TEOM.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 14**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,87*	not significant	*slope b*	*0,87*	not significant
uncertainty of b	*0,13*		*uncertainty of b*	*0,13*	
intercept a	*-0,12*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*1,37*		*uncertainty of a*	*1,37*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	0,60		random term	1,50	
bias at LV	-6,66		bias at LV	-6,54	
combined uncertainty	6,69		combined uncertainty	6,71	
relative uncertainty at the LV, %	26,8	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	26,9	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,02*	not significant	*slope b*	*1,02*	not significant
uncertainty of b	*0,15*		*uncertainty of b*	*0,15*	
intercept a	*-0,36*	not significant	*intercept a*	*-0,22*	not significant
uncertainty of a	*1,58*		*uncertainty of a*	*1,58*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	6,64		random term	6,78	
bias at LV	0,78		bias at LV	0,91	
combined uncertainty	6,68		combined uncertainty	6,84	
relative uncertainty at the LV, %	26,7	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	27,4	**fail**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är inte likvärdig med Leckel: Korrektioner leder inte till några förbättringar

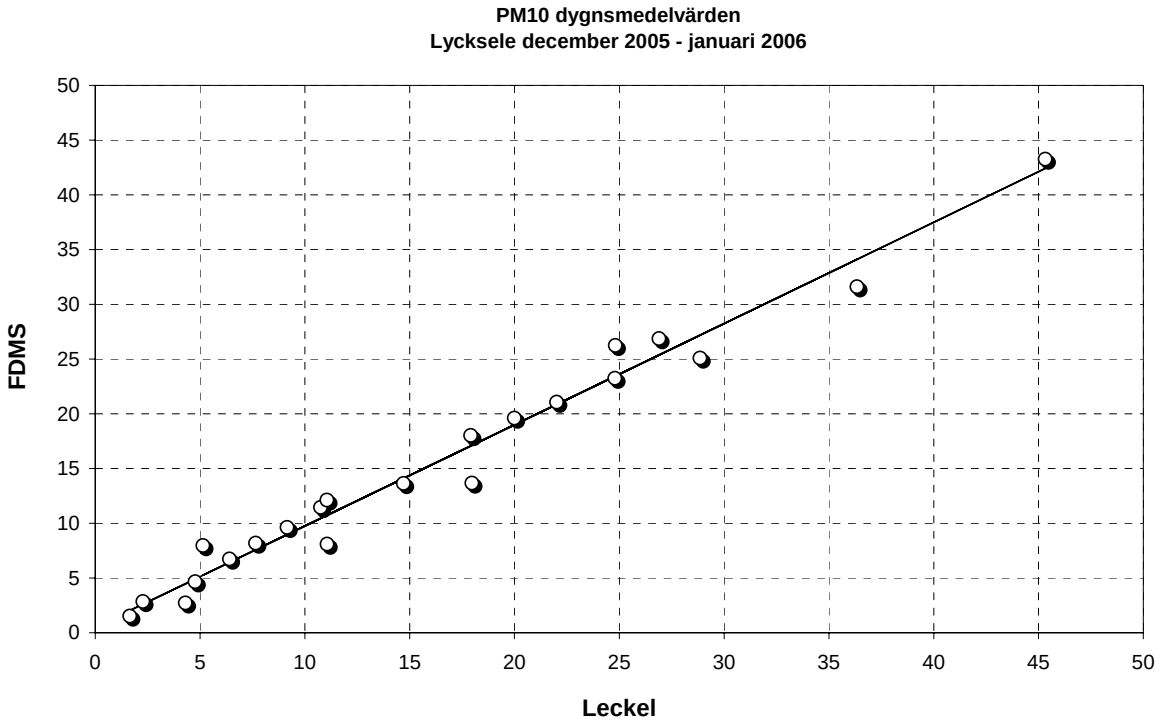


Plats och tid: Lycksele, dec 2005 –jan 2006. 22 dygnsmedelvärden. Referensinstrument: Leckel. Testinstrument: TEOM-FDMS.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 22**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,92*	significant	*slope b*	*0,92*	significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*0,51*	not significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,62*		*uncertainty of a*	*0,62*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	0,00		random term	0,00	
bias at LV	-3,26		bias at LV	-3,77	
combined uncertainty	3,26		combined uncertainty	3,77	
relative uncertainty at the LV, %	6,52	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	7,53	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,03*		*uncertainty of b*	*0,03*	
intercept a	*0,53*	not significant	*intercept a*	*-0,01*	not significant
uncertainty of a	*0,67*		*uncertainty of a*	*0,67*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,34		random term	1,47	
bias at LV	0,58		bias at LV	0,03	
combined uncertainty	1,46		combined uncertainty	1,48	
relative uncertainty at the LV, %	2,92	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	2,95	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM-FDMS är likvärdig utan att någon korrektion måste göras. Bäst överensstämmelse om korrektion för lutning görs.

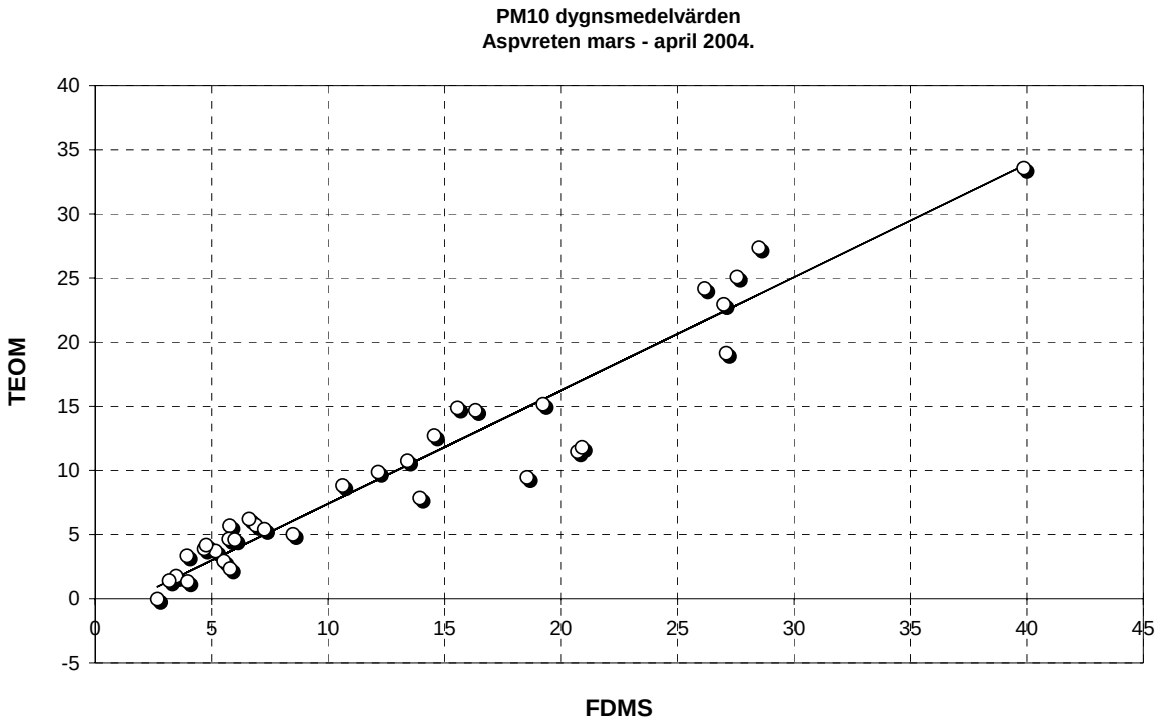


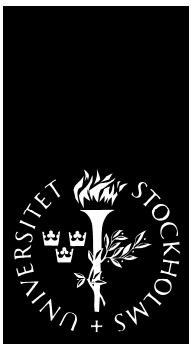
Plats och tid: Aspvreten , mars -april 2004. 34 dygnsmedelvärden. Referensinstrument: FDMS. Testinstrument: TEOM.

PM10 **Equivalence field test** **Number of data points: 34**

UNCORRECTED DATA			**INTERCEPT CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*0,88*	significant	*slope b*	*0,88*	significant
uncertainty of b	*0,04*		*uncertainty of b*	*0,04*	
intercept a	*-1,42*	significant	*intercept a*	*0,00*	not significant
uncertainty of a	*0,66*		*uncertainty of a*	*0,66*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	1,06		random term	1,25	
bias at LV	-7,29		bias at LV	-5,88	
combined uncertainty	7,37		combined uncertainty	6,01	
relative uncertainty at the LV, %	29,5	**fail**	relative uncertainty at the LV, %	24,0	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	
SLOPE CORRECTION			**INTERCEPT AND SLOPE CORRECTION**		
REGRESSION OUTPUT			*REGRESSION OUTPUT*		
slope b	*1,00*	not significant	*slope b*	*1,00*	not significant
uncertainty of b	*0,05*		*uncertainty of b*	*0,05*	
intercept a	*-1,66*	significant	*intercept a*	*-0,06*	not significant
uncertainty of a	*0,75*		*uncertainty of a*	*0,75*	
EQUIVALENCE TEST RESULTS			*EQUIVALENCE TEST RESULTS*		
random term	2,61		random term	2,69	
bias at LV	-1,44		bias at LV	0,17	
combined uncertainty	2,98		combined uncertainty	2,70	
relative uncertainty at the LV, %	11,9	**pass**	relative uncertainty at the LV, %	10,8	**pass**
RM between-sampler uncertainty	2,00		RM between-sampler uncertainty	2,00	

Kommentar: TEOM är likvärdig med FDMS om korrektion görs för 1)lutning, 2) skärning och 3) lutning och skärning. Bäst korrektion vid gränsvärdet (LV) om korrektion görs för lutning och skärning





INSTITUTIONEN FÖR TILLÄMPAD MILJÖVETENSKAP

VID STOCKHOLMS UNIVERSITET

106 91 STOCKHOLM

Telefon 08-674 70 00 vx - Fax 08-674 72 39

•

s

ISSN 1103-341X **ISRN SU-ITM-R-125-SE**