

# Löpande kontroll av likvärdiga partikelinstrument

## Sundsvall 2020

Referenslaboratoriet för tätortsluft – mätningar



# Löpande kontroll av likvärdiga partikelinstrument

## Sundsvall 2020

Ref-m rapport: 2020:1

**Rapport framtagen av:**

Referenslaboratoriet för tätortsluft - mätningar  
Institutionen för miljövetenskap, Stockholms Universitet

**Rapport skriven av:**

Alexander Håkansson, projektledare  
2021-01-11

Version: 1,0

## Innehåll

Innehåll .....	3
Bakgrund.....	4
Sundsvall 2020, PM10 .....	5
Instrument.....	6
Datasetets lämplighet .....	6
Väder.....	8
Sammanställning resultat PM10 .....	9
Fidas 200, PM10.....	11
Sammanfattning Sundsvall 2020.....	13
Appendix A, jämförelse med MKN, PM10 .....	14
Kontingenstabell miljökvalitetsnormen .....	15

## Bakgrund

I Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet, NFS 2019:9, anges att om halten av partiklar (PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>), kvävedioxid, svaveldioxid, kolmonoxid, bly, bensen, arsenik, kadmium, nickel eller bens(a)pyren är högre än den övre utvärderingströskeln, ÖUT, för respektive förening ska halten i första hand bestämmas genom mätningar.

Mätningarna ska göras med instrument som mäter enligt de referensmetoder som finns angivna i NFS 2019:9 och som dessutom uppfyller föreskrifternas kvalitetskrav. Mätningarna kan också göras med vilken annan metod som helst under förutsättning att de är likvärdiga med referensmetoden. Alla instrument som används för kontinuerliga mätningar i Sverige ska på dessa premisser vara godkända av Naturvårdsverket.

Om ett instrument mäter enligt någon annan metod än referensmetoden prövas dess likvärdighet på det sätt som anges i "Guide to the Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods", GDE<sup>1</sup>. Från och med 2017 finns kraven på likvärdiga instrument som mäter partiklar, PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>, även överförda till standard SS-EN 16450:2017. Kraven på instrumenten är dock detsamma i båda dokumenten men eftersom instrument i Sverige godkänts enligt GDE kommer även denna utvärdering utgå från GDE.

För att säkerställa att data från ett godkänt instrument som används för kontinuerliga mätningar uppfyller datakvalitetskraven skall instrumentets prestanda kontrolleras regelbundet. Instrument som mäter enligt någon av referensmetoderna ska kontrolleras så som det anges i respektive standard. Likvärdiga instrument för gaser skall också, så långt det är möjligt, testas på samma sätt. Kontrollerna av likvärdiga instrument för partiklar är däremot mer omfattande och betydligt mer komplicerad än den är för gaser. Orsaken till detta är bland annat att det inte finns något spårbart referensmaterial som man kan kalibrera instrumenten med, vilket det gör för gaserna. Naturvårdsverket har därför gett Referenslaboratoriet för tätortsluft - mätningar, Ref-m, ansvaret för att stödja landets kommuner med den löpande kontrollen av likvärdiga partikelinstrument. Referenslaboratoriet drivs av Institutionen för miljövetenskap vid Stockholms Universitet.

Kontrollerna av likvärdiga instrument för PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub> ska följa de krav som anges i GDE förutom på en punkt. I Sverige har Naturvårdsverket bestämt<sup>2</sup> att insugshuvudet på instrument som mäter PM<sub>10</sub> ska följa standardiserad amerikansk modell, så kallat US-insug. Instrument som i normalfallet har standardiserat europeiskt insug, EU-insug, använder i Sverige därför US-insug vid regulatoriska luftkvalitetsmätningar. Detta krav gäller således också vid denna typ av kontroller.

I denna rapport redovisas resultatet av den kontroll som genomfördes 2020 i Sundsvall. Mätningarna syftade till att utvärdera hur väl instrumentet Fidas 200 fungerar i en belastad gatumiljö för mätningar av PM<sub>10</sub>.

---

<sup>1</sup> <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/equivalence.pdf>

<sup>2</sup> [http://www.aces.su.se/reflab/wp-content/uploads/NV\\_beslut\\_PM10insug.pdf](http://www.aces.su.se/reflab/wp-content/uploads/NV_beslut_PM10insug.pdf)

## Sundsvall 2020, PM10

Kontrollen i Sundsvall genomfördes på Bergsgatan 24 i direkt anslutning till en av Sundsvalls kommuns ordinarie mätplats för luftföroreningar, Figur 1 och 2. Stationen är placerade gaturum. Kontrollen genomfördes som parallella jämförande mätningar mellan Referenslaboratoriets referensprovtagare och stationens ordinarie instrument, i detta fall en Fidas 200. De jämförande mätningarna pågick mellan 28 februari och 7 september 2020.

Kommande delar av rapporten redovisar hur mätningarna gick till och utvärderats samt väderförutsättningarna och resultat.



Figur 1. Mätstationen på Bergsgatan 24 i Sundsvall.



Figur 2. Instrumentens uppställning i Sundsvall, det ljusrosa skåpet innehåller Fidas 200 instrumentet och referensprovtagaren är placerad bredvid.

## Instrument

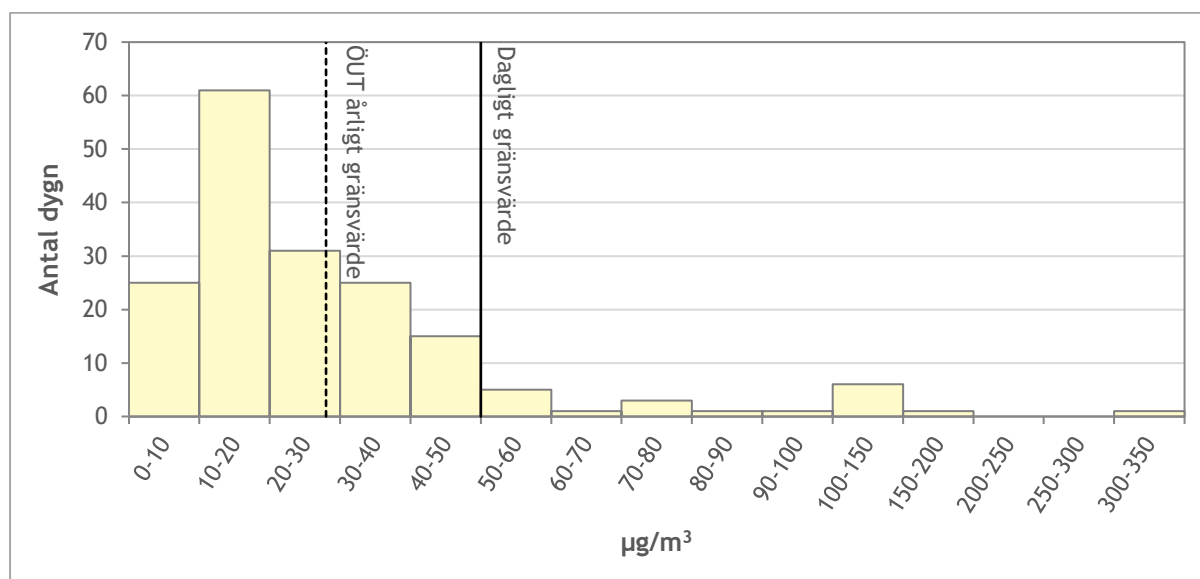
I Sundsvall utvärderades ett kandidatinstrument, Fidas 200, mot en referensprovtagare, Derenda PNS 18T DM-3.1, för PM10. Fidas 200 är tillverkat av Palas i Tyskland och finns i ett antal varianter: Fidas 200, Fidas 200E och Fidas 200S samt Horiba APDA 372 och APDA 372E. Samtliga varianter är dock mättekniskt identiska. Under kontrollen hanterades kandidatinstrumentet enligt kommunens ordinarie drift på stationen. Referensinstrumentet samt filtervägning hanterades av Referenslaboratoriet enligt rutiner för löpande kontroller av likvärdiga partikelinstrument.

Kandidatinstrumentet Fidas 200, som bygger på optiskpartikelräkning, hade Sigma-2 insugshuvud. Referensinstrumentet däremot använde sig av US-EPA insug för mätningarna.

## Datasetets lämplighet

Förutom det amerikanska insugshuvudet på referensprovtagaren genomfördes all referensprovtagning under mätningarna enligt standard SS-EN 12341:2014 precis som GDE föreskriver. För utvärderingen användes alla giltiga dygnsvärden. Från kandidatinstrumenten användes också alla validerade värden förutom de dygn som hade mindre än 75% datafångst. I övrigt har inga andra värden tagits bort från utvärderingen. I praktiken innebär detta att alla dygn som instrumenten var i drift kunde användas förutom ett antal dygn under sommarmånaderna då referensprovtagaren till och från hade tekniska problem med filterbytena.

Haltfördelningen under de jämförande mätningarna i Sundsvall kan ses i Figur 3, denna figur visar samtliga halter från referensprovtagaren för dygn med giltiga datapar.



Figur 3. Haltfördelningen för referensprovtagaren i Sundsvall, bilden visar samtliga 176 dygn med giltiga datapar. Observera att histogramintervallen ändras efter 100 µg/m³.

Enligt GDE behövs minst 40 datapar för denna typ av likvärdighetsutvärdering och 20% av dessa ska vara halter över den övre utvärderingströskeln (ÖUT) för det årliga gränsvärdet. För PM10 är ÖUT för det årliga gränsvärdet  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vilket alltså innebär att 20% av dygnen ska ha halter över denna gräns. Datasetet från Sundsvall hade karaktär enligt Tabell 1 och uppfyllde alltså detta krav. För att undersöka hur halterna var i förhållande till miljö kvalitetsnormen se Appendix A.

### Sundsvall 2020

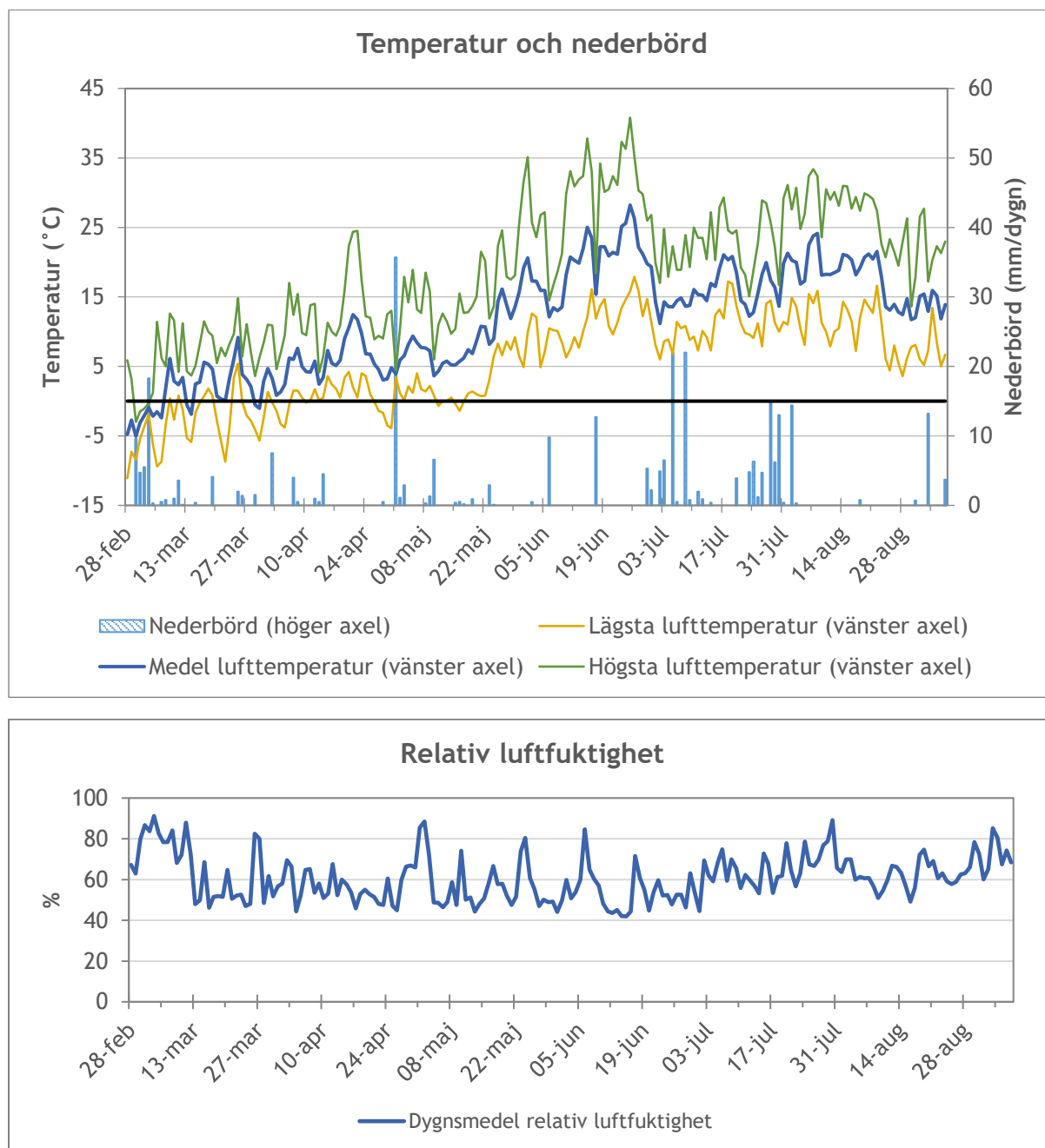
Instrument	Fidas 200
Antal datapar	176
Antal datapar över ÖUT	66
Andel datapar över ÖUT	38 %

Tabell 1. Antal giltiga datapar från jämförelsen i Sundsvall samt antal och andel över ÖUT för det årliga gränsvärdet.



## Väder

Väderförutsättningarna under mätningarna i Sundsvall kan ses i Figur 4. Vinter- och vårmånaderna var för platsen milda med i allmänhet temperatur över noll grader. Sommaren inleddes med varmt och tørt väder, juli månad var dock desto blötare innan det återigen blev torrare under slutet av sommaren.



Figur 4. Väderförutsättningarna under mätningarna i Sundsvall. Temperatur och fuktighet kommer från referensprovtagaren på Bergsgatan. Nederbörd från Sidsjö strax söder om Sundsvall<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Nederbörd är hämtat från SMHI:s öppna väderobservationsdatabas och är smält nederbörd per 24 timmar, 06:00-06:00, från station Sidsjö D.



## Sammanställning resultat PM10

Datakvalitetsmålet för kontinuerliga mätningar av PM10 anger att den relativa expanderade mätosäkerheten ska vara under 25% vid det dagliga gränsvärdet på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . För att beräkna den relativa expanderade mätosäkerheten för det testade kandidatinstrumentet, dvs instrumentens likvärdighet, jämförs och utvärderas kandidatinstrumentets prestanda mot referensinstrumentet. Vid behov får man applicera en linjär kalibreringsfunktion och kalibrera kandidatinstrumentets resultat för att överensstämmelsen ska bli bättre.

Förutom krav på den relativa expanderade mätosäkerheten finns också krav på att den beräknade regressionslinjen för kandidatinstrumentets resultat inte bör ha en lutning signifikant skiljt från 1 och en skärning inte signifikant skiljt från 0. Innebörden av detta betyder att man inte bara kräver att kraven ska vara uppfyllda vid gränsvärdet utan att instrumenten ska uppvisa en viss nivå av likvärdighet över hela mätregistret. En linjär kalibreringsfunktion får således även appliceras för att komma till rätta med en eventuell signifikant regressionslinje. Detta krav bör dock utvärderas pragmatiskt när man lägger samman flera resultatet från olika mätningar. För mer detaljer kring hur kraven ser ut och hur beräkningen går till hänvisas till GDE.

I Tabell 2 på kommande sida redovisas resultaten för kandidatinstrumentet på Bergsgatan i Sundsvall. Resultaten är beräknade<sup>4</sup> enligt kraven i GDE där fyra fall redovisas för instrumentet. Första fallet innebär att data inte kalibrerats, dvs rådata, och de tre sista fallen då man valt att använda en linjär kalibreringsfunktion för att förbättra likvärdigheten.

Siffror i grönt och rött indikerar huruvida datakvalitetsmålet på 25% mätosäkerhet är uppfyllt eller ej. Siffror i gult indikerar att kravet på mätosäkerhet är uppfyllt men att regressionslinjen är signifikant.

---

<sup>4</sup> Utvärderingen är gjord med hjälp av Equivalence Tool V3.1 020720 från CEN TC-264/WG15

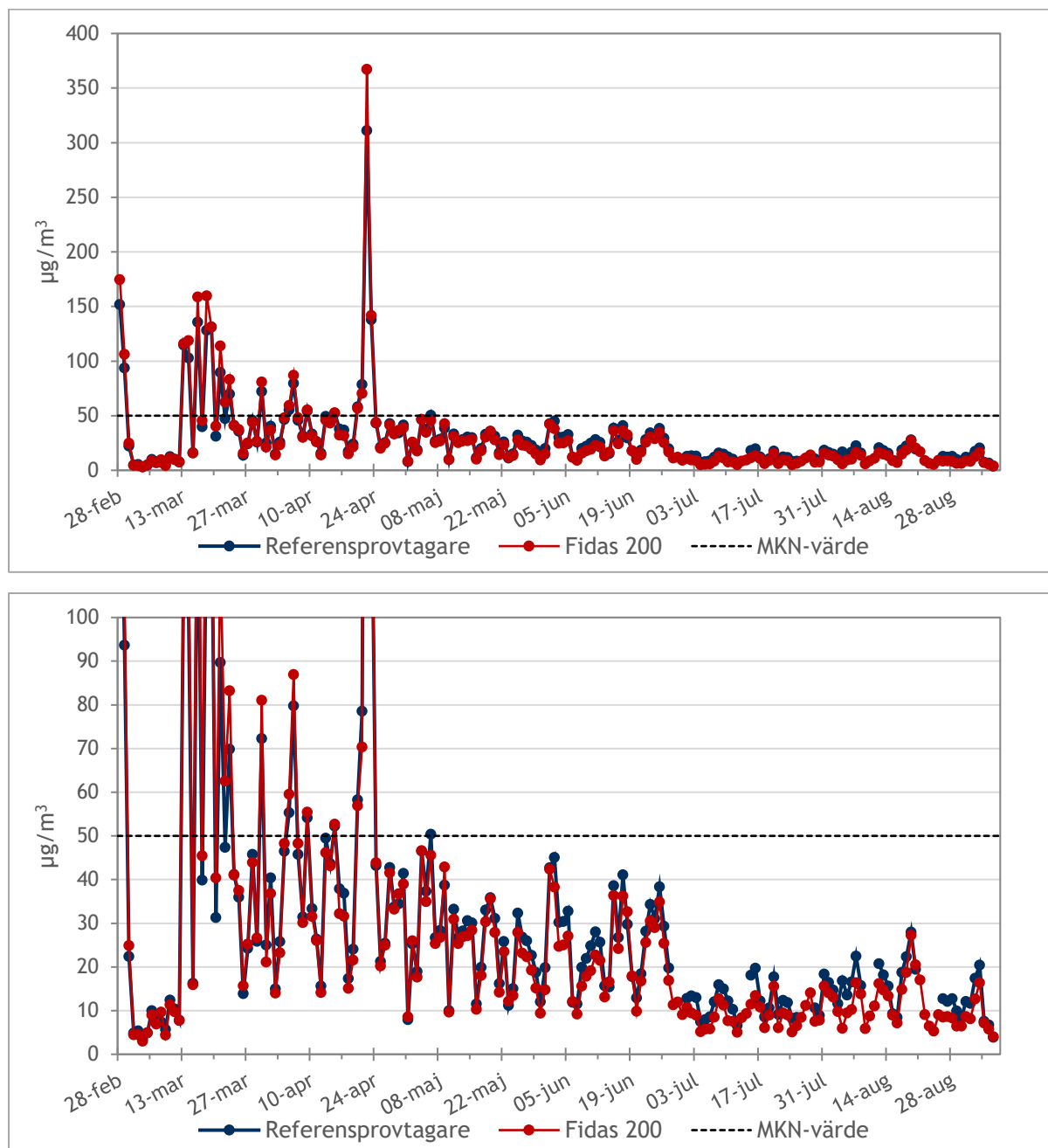
## Sundsvall 2020

Test av likvärdighet, PM10	Fidas 200	
Antal datapar	176	
Medelkoncentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Referens	Kandidat
	30,4	29,9
Kalibrering:	Ingen kalibrering	
Kalibreringsekvation	-	
Rel. expanderad osäkerhet	<b>20,3%</b>	
Kalibrering:	Lutning och skärning	
Kalibreringsekvation	0,86y + 4,83	
Rel. expanderad osäkerhet	<b>14,7%</b>	
Kalibrering:	Lutning	
Kalibreringsekvation	0,86y + 0	
Rel. expanderad osäkerhet	<b>24,3%</b>	
Kalibrering:	Skärning	
Kalibreringsekvation	y + 5,64	
Rel. expanderad osäkerhet	<b>37,8%</b>	

Tabell 2. Utvärdering av kandidatinstrumnets likvärdighet i Sundsvall. Siffror i **grönt** / **rött**: datakvalitetsmålet på 25% är **uppfyllt** / **inte uppfyllt**. Siffror i **gult**: datakvalitetsmål uppfyllt men tillhörande regressionslinje är signifikant.

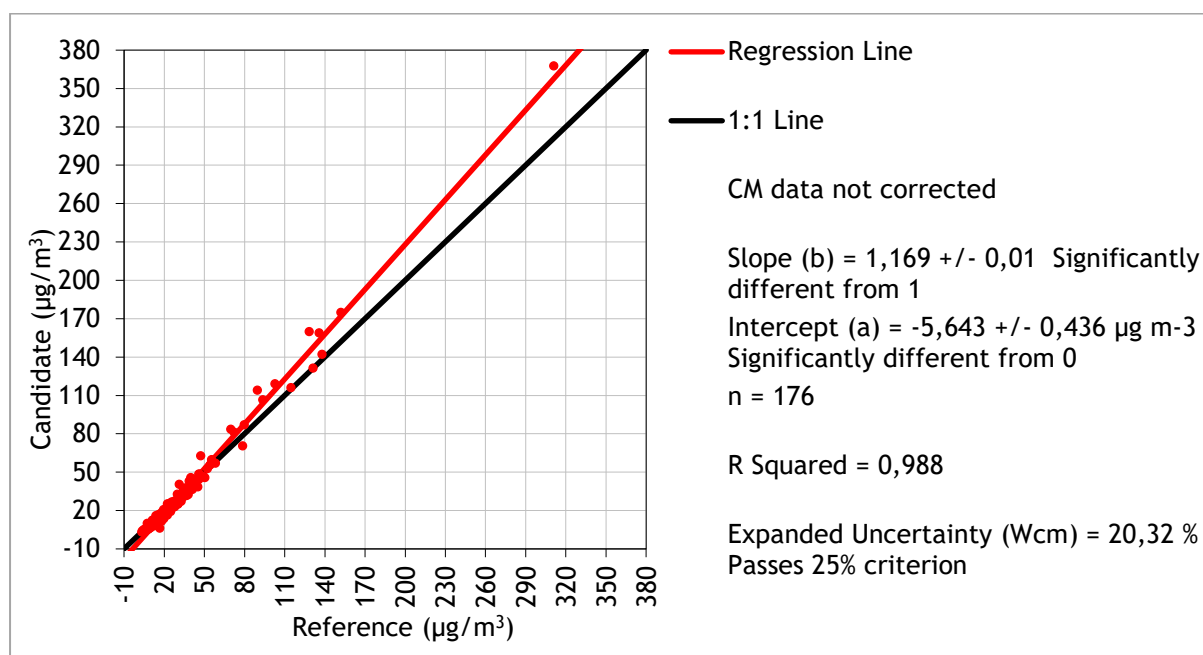
## Fidas 200, PM10

Följande resultat erhöles för Fidas 200 under de jämförande mätningarna i Sundsvall. Figur 5 visar en jämförelse mellan kandidatinstrumentet och referensinstrumentets mätningar, observera att båda bilderna visar samma information men den undre bilden visar endast halter mellan 0 och 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I bilderna har ingen kalibrering av kandidatinstrumentets resultat gjorts.



Figur 5. Utvärdering av Fidas 200 på Bergsgatan i Sundsvall. Båda bilderna visar samma data men den undre bilden visar mer detaljer då skalan endast går till 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

För att utvärdera likvärdigheten och beräkna mätosäkerhet enligt GDE görs en ortogonal regression mellan kandidat- och referensinstrumentet, Figur 6. Bilden visar samtliga dygn med giltiga datapar utan någon kalibrering av kandidatinstrumentets resultat.



Figur 6. Utvärdering av Fidas 200 på Bergsgatan i Sundsvall. Bilden visar ortogonal regression mellan Fidas 200 och referensprovtagaren.

Utöver jämförelsen i Tabell 2, som avser samtliga tillgängliga dygnsvärden, har några ytterligare jämförelser gjorts där datasetet har delats i mindre delar, Tabell 3. Samtliga beräkningar avser mätosäkerhet utan kalibrering av kandidatinstrumentets halter. Det finns inget krav i GDE att dela upp datasetet i dessa delar men då antalet dygnsvärden från Sundsvall varit så pass stort har det varit möjligt att undersöka eventuella halt eller säsongsvariationer i resultatet.

### Sundsvall 2020

Test av likvärdighet, PM10	Fidas 200	
	Antal datapar	Rel. expanderad osäkerhet
<b>Haltvariation</b>		
Samtliga dygn	176	20,3%
Samtliga dygn <100 µg/m <sup>3</sup>	168	15,8%
<b>Säsongsvariation</b>		
Samtliga dygn, februari till maj	94	24,3%
Samtliga dygn, februari till maj <100 µg/m <sup>3</sup>	86	19,6%
Samtliga dygn, juni till september	82	17,9%

Tabell 3. Utvärdering av kandidatinstrumentets likvärdighet då datasetet har delats upp i mindre delar. Dels visas skillnanden i mätosäkerhet ifall man exkluderar halter över 100 µg/m<sup>3</sup> samt mätosäkerhet beräkande för vinter- och vårmånaderna samt sommarmånaderna separat.

## Sammanfattning Sundsvall 2020

Vintern, våren och sommaren 2020 testades instrumentet Fidas 200 för mätningar av PM10 i gatumiljö i Sundsvall. Utvärderingen syftade till att bestämma instrumentets mätosäkerhet och gjordes mot en referensprovtagare enligt kraven i GDE.

Mätningarna pågick mellan 28 februari och 7 september och omfattade totalt 176 giltiga datapar mellan referensprovtagaren och kandidatinstrumentet. Baserat på alla tillgängliga datapar beräknades mätosäkerheten för Fidas 200 instrumentet till 20,3%, även om regressionslinjen var signifikant var detta alltså inom Naturvårdsverks krav för kontinuerliga mätningar som är maximalt 25% mätosäkerhet. Noterbart är dock att halterna på platsen tidvis var väldigt höga och att Fidas 200 instrument konsekvent överskattar halter över 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Utesluter man därför dygn med halter över 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erhålls en mätosäkerhet på 15,8%.

Man kan också se att säsongvariation är väldigt liten, under sommarmånaderna var mätosäkerheten 17,9% och men bara marginellt högre under vinter- och vårmånaderna ifall man återigen utesluter dygn över 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Resultatet visar alltså att Fidas 200 kan används på denna plats och uppfylla datakvalitetsmålet på 25% mätosäkerhet utan någon kalibrering av uppmätta halter. En eventuell kalibrering av resultat kan sänka mätosäkerheten men har bara en begränsad påverkan på halter som ligger kring MKN-värdet då fåtalet mycket höga dygnshalter har en stor påverkan på kalibreringsekvationen.

Vill man göra sig en övergripande bedömning kring vilken mätosäkerhet ett likvärdigt PM10-instrument har så är det viktigt att komma ihåg att man inte bara bör väga in resultatet från mätningarna i Sundsvall utan göra en samlad bedömning baserad på resultat från ytterligare mätningar på relevanta platser. Detta är framförallt viktigt om en bedömning ska göras för en plats där jämförande mätningar inte har utförts eftersom denna typ av instrument kan presterar olika bra i olika miljöer.

## Appendix A, jämförelse med MKN, PM10

I detta Appendix jämförs halterna från kandidatinstrumenten med miljökvalitetsnormen (MKN) för att se hur en eventuell kalibreringsfunktion påverkar antalet överskridanden av MKN-värdet. MKN-värdet för PM10 är  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som dygnsmedelvärde och får enligt normen överskridas 35 gånger per år. Färgerna i tabell 4 motsvarar likvärdighetsbedömningen i avsnittet *Sammanställning Resultat PM10*.

### Sundsvall 2020

Antalet överskridande av MKN ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Fidas 200
Antal datapar	176
Antalet överskridande referensprovtagare	<b>19</b>
Kalibrering:	Ingen kalibrering
Kalibreringsekvation	-
Antalet överskridande kandidatinstrument	<b>19</b>
Kalibrering:	Lutning och skärning
Kalibreringsekvation	$0,86y + 4,83$
Antalet överskridande kandidatinstrument	<b>18</b>
Kalibrering:	Lutning
Kalibreringsekvation	$0,86y + 0$
Antalet överskridande kandidatinstrument	<b>16</b>
Kalibrering:	Skärning
Kalibreringsekvation	$y + 5,64$
Antalet överskridande kandidatinstrument	<b>25</b>

Tabell 4. Antal överskridanden av MKN-värdet vid mätningarna i Sundsvall. Siffror i **grönt** / **rött**: datakvalitetsmålet på 25% är **uppfyllt** / **inte uppfyllt**. Siffror i **gult**: datakvalitetsmål uppfyllt men tillhörande regressionslinje är signifikant.

## Kontingenstabell miljö kvalitetsnormen

Grafiken nedan redovisar precisionen kandidatinstrumenten hade i att ligga på rätt sida om MKN-värdet, dvs  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Resultatet baseras på icke kalibrerade halter. Önskvärt är att värdena i de röda rutorna är så låga som möjligt, mer detaljerade förklaring återfinns efter resultatet.

### Sundsvall 2020

Fidas 200		
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ref $\geq 50$	Ref $< 50$
Kandidat $\geq 50$	18	1
Kandidat $< 50$	1	156

Förklaring		
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ref $\geq 50$	Ref $< 50$
Kandidat $\geq 50$	A	B
Kandidat $< 50$	C	D

A. Antalet dygn då både referensprovtagare och kandidatinstrument haft ett dygnsmedelvärde över MKN-värdet, dvs då kandidatinstrumentet gett ett korrekt överskridande.

B. Antalet dygn då referensprovtagaren haft en halt under MKN-värdet men kandidatinstrumentet haft ett överskridande, dvs då kandidatinstrumentet gett ett falsklarm.

C. Antal dygn då referensprovtagaren har överskridit MKN-värdet men inte kandidatinstrumentet, dvs då kandidatinstrumentet haft en miss.

D. Antal dygn då både referens- och kandidatinstrument haft halter under MKN-värdet.