

Kvalitetssäkringsprogram för luftkvalitetsmätningar

Avseende IVL:s mätningar inom Urbanmätnätet och liknande
uppdrag för kommuner och samverkansområden



Henrik Fallgren

Författare: Henrik Fallgren

Rapportnummer: C 474

ISBN nummer: 978-91-7883-148-7

Upplaga: Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2020

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel: 010-788 65 00

www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
2	Ansvarsfördelning	4
3	Beskrivning av metoder och instrument	5
3.1	Kvalitetsmanual	5
3.2	Metoder, likvärdighet och ackreditering.....	5
3.3	Kontinuerlig mätmetod för NO _x (timvis).....	5
3.4	Optiska mätningar av partiklar*	6
3.4.1	Grimm EDM-180	6
3.4.2	Palas Fidas.....	6
3.5	Kontinuerlig mätmetod för O ₃	6
3.6	Provtagning och analys av NO ₂ , SO ₂ och sot (dygnsvis)	7
3.7	Provtagning och analys av partiklar	7
3.8	Analys av PAH och metaller på partikelfilter	8
3.9	Diffusiv provtagning och analys av NO ₂ , SO ₂ och O ₃	8
3.10	Mätningar av bensen med diffusionsprovtagare för VOC.....	8
4	Rutiner för kalibrering, kontroll och underhåll	8
4.1	Direktvisande instrument.....	8
4.2	Provtagningsautomater	9
4.3	Diffusiv (passiv) provtagning	9
4.4	Laboratorieanalyser	10
4.5	Utbildning	10
5	Hantering av mätdata	10
5.1	Kvalitetsmål.....	11
5.2	Kvalitetskontroll av mätdata	11
6	Referenser.....	12

1 Inledning

IVL Svenska Miljöinstitutet erbjuder luftkvalitetsmätningar till kommuner och samverkansområden t ex luftvårdsförbund (gemensamt benämnda ”uppdragsgivare”) vilkas rapportering till datavärden sker i enlighet med Naturvårdsverkets föreskrifter. Detta dokument beskriver den övergripande kvalitetssäkringen av IVL:s mät- och analysmetoder, mätningar och resultat. Tillägg till detta program kan behövas i enskilda fall om modifierade metoder eller annan ansvarsfördelning tillämpas.

Detta kvalitetssäkringsprogram omfattar:

- timvis kontinuerlig mätning av kväveoxider (NO_x ; NO, NO_2);
- timvis kontinuerlig mätning av partiklar (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$)
- timvis kontinuerlig mätning av ozon (O_3);
- dygnsvis provtagning av kvävedioxid (NO_2), svaveldioxid (SO_2) och partiklar (sot, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$);
- analys av polyaromatiska kolväten (PAH) och metaller som arsenik (As), bly (Pb), kadmium (Cd) och nickel (Ni) på PM_{10} -fraktion;
- diffusiv provtagning av NO_x , NO_2 , SO_2 , O_3 och flyktiga organiska ämnen (VOC) inklusive bensen.
- hantering av mätdata - datakontroll och rapportering

2 Ansvarsfördelning

Helhetsansvaret för kvalitetssäkringen i de uppdrag som utförs bärs av IVL. Installation av mätstationer sker genom IVL personal med utbildning i aktuella provtagningsmetoder, undantaget diffusiv (passiv) provtagning som får sättas upp av Uppdragsgivaren enligt IVL:s instruktioner.

Om inte annat överenskommits ansvarar uppdragsgivaren för periodisk (vanligen veckovis) skötsel, kontroll och provbyten efter utbildning av IVL-personal och enligt tillhandahållna instruktioner.

Ansvar för val av mätstation ligger på uppdragsgivaren, vilket innebär att tillhandahålla en mätplats som är representativ för sitt syfte och har nödvändig infrastruktur för driften. IVL bistår med rådgivning för lämpliga mätplatser.

3 Beskrivning av metoder och instrument

Luftkvalitetsmätningarna består till övervägande del av mät- och analysverksamhet som är ackrediterad av Swedac. Tillämpliga rutiner för kvalitetskontroll (QC) och kvalitetssäkring (QA) som gäller för ackrediterade analyser används även för de metoder som ännu inte ackrediterats. Uppgifter om datakvaliteten för IVL:s mätmetoder är sammanställda i bilaga.

3.1 Kvalitetsmanual

IVL:s kvalitetsmanual för mätningar och analyser finns i organisationens kvalitetssystem för metoder ackrediterade enligt ISO IEC 17025:2005. Originaldokumenten i kvalitetsmanualen är dokumentstyrda filer som lagras elektroniskt. Kvalitetsmanualen behandlar såväl provtagning som laboratorierutiner för att bestämma de mätvärden som används för kontroll av luftkvalitetsnormer. Granskning sker enligt löpande schema i form av internrevisioner och vid Swedac:s återkommande inspektion av IVL som ackrediterat laboratorium inklusive provtagning och mätningar på fält.

3.2 Metoder, likvärdighet och ackreditering

Generellt skall utrustning som används vid kontinuerliga mätningar enligt EU:s luftkvalitetsdirektiv 2008/50/EG överensstämja eller vara likvärdig med referensmetoden. Utöver kontinuerliga mätningar beskrivs mätmetoder som lämpar sig väl för indikativa mätningar enligt Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477. Metoderna i detta dokument ingår i IVL:s ackrediterade verksamhet (undantag är markerade med asterisk*). De ackrediterade metoderna är beprövade under lång tid inom svensk luftövervakning och utgör antingen referensmetod eller visar god överensstämmelse med en referensmetod. Icke ackrediterade metoder genomförs med typgodkända mätinstrument på Referenslaboratoriet:s lista över likvärdiga instrument.

3.3 Kontinuerlig mätmetod för NO_x (timvis)

För timvisa mätningar av NO_x (NO₂, NO) används kemiluminiscensinstrument av typ Thermo Fisher Scientific 42i som överensstämmer med referensmetoden SS-EN 14211:2012 enligt EU-direktivet för luftkvalitet 2008/50/EG. Instrumenten är uppkopplade för att möjliggöra övervakning och publicering av preliminära mätresultat i realtid.

Mätmetoden ingår i IVL:s ackreditering (Swedac, SS-EN 17025) med följande metadata för NO₂:

- Undre detektionsgräns (LOD): 1 ppb motsvarande 1.9 µg/m³
- Utvidgad mätosäkerhet 10%
- Mätområde kalibrerat upp till 500 ppb motsvarande 950 µg/m³
- Spårbarhet genom kalibrering med referensgas NO med ackrediterat certifikat
- Spårbarhet gäller även NO₂ efter kontroll av instrumentets NO₂-converter

3.4 Optiska mätningar av partiklar*

För timvisa mätningar av partiklar används en likvärdig metod enligt Naturvårdsverkets godkännande för mätning av partikelhalter (PM₁₀). IVL använder sig av två olika typgodkända instrument, Grimm EDM-180 och Palas Fidas 200S. Båda följer mätprincipen optisk partikelräkning.

3.4.1 Grimm EDM-180

Med instrumentet Grimm EDM-180 analyseras kontinuerligt antalet partiklar och deras storleksfördelning som räknas om till masskoncentrationer för respektive partikelfraktion (PM₁₀ och/eller PM_{2,5}).

Övervakning online (kontroll att rimliga mätresultat inkommer) sker minst 3 gånger varje vecka. Service och underhåll utförs enligt tillverkarens föreskrifter. Årligen sänds instrumentet till Grimm i Tyskland för kalibrering och underhåll. Insugsröret med torkfunktion rengörs av IVL vart annat år.

Följande metadata gäller för mätningen:

- Undre detektionsgräns (LOD): 0.1 µg/m³
- Utvidgad mätosäkerhet 20 %
- Mätområde testat upp till 10 000 µg/m³
- Kalibrering årligen, utförs av tillverkaren
- Spårbarhet enligt tillverkarens certifikat

3.4.2 Palas Fidas

Även instrumentet Palas Fidas 200S analyserar kontinuerligt antalet partiklar och deras storleksfördelning som räknas om till masskoncentration av PM₁₀ och/eller PM_{2,5}. Övervakning online sker minst 3 gånger varje vecka. Service och underhåll utförs enligt tillverkarens föreskrifter. Täthetskontroll och fältkalibrering utförs kvartalsvis (under förutsättning att omgivningstemperaturen på mätplatsen är minst 5°C). Insugsröret med torkfunktion rengörs vart annat år.

Följande metadata gäller för mätningen:

- Undre detektionsgräns (LOD): 0.1 µg/m³
- Utvidgad mätosäkerhet 20 %
- Mätområde testat upp till 10 000 µg/m³
- Kalibrering kvartalsvis, utförs på plats av IVL
- Spårbarhet enligt tillverkarens certifikat

3.5 Kontinuerlig mätmetod för O₃

För timvisa mätningar av O₃ används ultraviolett fotometriska instrument av typ Thermo Fisher Scientific 49i som överensstämmer med referensmetoden SS-EN 14625:2012 enligt EU-direktivet för luftkvalitet 2008/50/EG. Instrumenten är uppkopplade för att möjliggöra övervakning och publicering av preliminära mätresultat i realtid. Mätmetoden ingår i IVL:s ackreditering.

Mätmetoden ingår i IVL:s ackreditering (Swedac, SS-EN 17025) med följande metadata:

- Undre detektionsgräns (LOD): 1 ppb motsvarande 2 µg/m³
- Utvidgad mätosäkerhet 10%
- Mätområde kalibrerat upp till 200 ppb motsvarande 400 µg/m³
- Spårbarhet genom kalibrering med IVL:s ozonkalibrator, som sin tur kalibreras en gång per år (april) gentemot National Bureau Standard (NBS) hos Institutet för Tillämpad Miljöforskning (Department of Environmental Science) vid Stockholms Universitet.

3.6 Provtagning och analys av NO₂, SO₂ och sot (dygnsvis)

För dygnsvisa mätningar av NO₂, SO₂ och sot tillämpas kontinuerlig provtagning på mätplatsen följt av analys i IVL:s laboratorium. Både provtagning och analys ingår i IVL:s ackreditering. Enligt EU-direktivet 2008/50/EG är metoden indikativ.

Provtagningen sker med hjälp av en automat (med åtta kanaler) som leder provluft till filter för sot och NO₂ respektive flaskor med absorbentlösning för SO₂. En pump drar flödet och automatisk växling av prover sker dygnsvis. Det löpande arbetet med veckovisa provbyten och tillsyn utförs vanligen av en person utsedd av uppdragsgivaren.

Analys av de insända proverna sker i IVL:s laboratorium. NO₂-filtret analyseras spektrofotometriskt med avseende på nitrit. SO₂-lösningen analyseras jonkromatografiskt med avseende på sulfat enligt SS-EN ISO 10304-1. Metoden för sot är reflektansmätning baserad på SS-ISO 9835. Halterna av NO₂, SO₂ och sot bestäms genom att relatera analysresultaten till luftvolymen som läses av på gasmätare vid provtagningen.

3.7 Provtagning och analys av partiklar

För dygnsvisa mätningar av partikelfraktionerna PM₁₀ och PM_{2,5} tillämpas provtagning på mätplatsen följt av analys av filter i IVL:s laboratorium. Både provtagning och analys ingår i IVL:s ackreditering. Metoden lämpar sig för kontinuerliga mätningar och har visat god överensstämmelse med referensmetoden, varför prövning av likvärdighet mot referensmetoden pågår. Längre provtagningsperioder än dygnsvis, t.ex. en vecka eller en månad, är möjlig med intermittent provtagning i syfte att reducera kostnader för en indikativ mätning.

Provtagning av partiklar sker genom att luft sugas med konstant flöde igenom ett provtagningshuvud utomhus där ett filter är monterat. Vid dygnsvis provtagning kopplas flödet automatiskt till ett (av åtta) filter per dygn. Analys av de insända proverna sker genom vägning av filter före och efter provtagning, dvs. gravimetriskt i likhet med referensmetoden, under standardiserade förhållande avseende temperatur och luftfuktighet enligt krav i SS-EN 13284-1. Partikelhalter bestäms genom att relatera uppvägd massa till luftvolymen som protokollförs vid avläsning på gasmätare.

3.8 Analys av PAH och metaller på partikelfilter

I IVL:s ackreditering ingår vätskekromatografisk bestämning av benso(a)pyren och andra polyaromatiska kolväten (PAH) för övervakning av miljökvalitetsnormer. Analys sker på partikelfraktion PM₁₀, på filter som provtagits enligt beskrivning ovan med hänvisning till referensmetoden SS-EN 14902:2005 för provtagning av metaller. Dessa partikelfilter används även för bestämning av metallerhalter i luft (såsom As, Cd, Cu, Ni, Pb och Zn) med ackrediterad analys i IVL:s laboratorium.

3.9 Diffusiv provtagning och analys av NO₂, SO₂ och O₃

Indikativa mätningar av NO₂, SO₂ och O₃ utförs med IVL:s diffusionsprovtagare. Provtagning sker vanligen månadsvis, men är även lämplig för provtagning under såväl kortare som längre tidsperioder. Metoden kräver inte någon pumpning av provluft och är därför enkel att sätta upp och använda. Analys av de insända proverna sker i IVL:s laboratorium enligt rutiner i kvalitetsmanualen.

3.10 Mätningar av bensen med diffusionsprovtagare för VOC

Veckovisa mätningar av bensen utförs med diffusionsprovtagare för VOC enligt en metod som utvecklats hos IVL. Denna metod kan anses vara en modifiering av standardmetoden SS-EN 14662:2005 "Utomhusluft - Standardmetod för mätning av bensenkoncentrationer", Del 4: Diffusionsprovtagning med efterföljande termisk desorption och gaskromatografi. Mätning med diffusionsprovtagare enligt denna metod är främst användbar för veckoprovtagningar. Ackrediterad analys med gaskromatografi sker i IVL:s laboratorium enligt rutiner i kvalitetsmanualen.

4 Rutiner för kalibrering, kontroll och underhåll

4.1 Direktvisande instrument

Direktvisande instrument används för närvarande till timvisa mätningar av NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} och O₃. Dessa kalibreras och kontrolleras enligt rutiner av IVL. Rutinerna följer IVL:s ackrediterade metod i kvalitetsmanualen, som är utformad enligt SS-EN 14211:2012 för NO_x och SS-EN 14625:2012 för O₃. I detta avsnitt sammanfattas de rutiner som är relevanta för mätningarna i Urbanmätnätet och liknande uppdrag.

Minst två gånger per vecka kontrolleras rimligheten i överförda mätdata av IVL:s personal, vilket ger möjlighet att snabbt reagera på eventuella avvikelser. Vid avvikelser undersöks först diagnostik via digital dataöverföring där detta är installerat (ej instrument som kopplats via analog logger). Vid behov kontaktas uppdragsgivarens personal på plats för avläsning av diagnostik eller för att hämta uppgift om faktorer i omgivningen som kan orsaka avvikelser.

Slutsatser om avvikande värden skrivs ner i en loggfil till varje mätplats i som används vid validering samt för uppföljning av instrumenteringens funktion. Vid behov görs felsökning och tekniska åtgärder på plats.

Med 3-4 månaders intervall utför IVL kalibrering och kontroll på plats enligt den ackrediterade metodens rutiner. För NO_x-instrument innebär det kalibrering och test av repeterbarhet görs enligt referensmetodens avsnitt 9.6.1 varvid nollgas (Nitrogen N₅₀) och referensgas (NO ca 500 ppb) används. Vid kalibrering av ozon- och NO_x-instrument byts även partikelfilter ut och ett ny kalibreringstest görs efter filterbytet. Mellanliggande kontroller (span and zero check) utförs något olika beroende på mätlokalens läge och förutsättningar. Alternativen är för närvarande, att utbildad personal hos beställaren eller IVL:s personal (inom IVL:s kontors närområde) utför mellanliggande kontroller.

Årligen byts instrument för NO_x ut mot ett instrument som nyligen har genomgått kalibrering med linjäritetstest och kontroll av NO₂-konverterns funktion i IVL:s laboratorium, samt tekniska kontroll- och serviceåtgärder enligt tillverkarens föreskrifter. Med två års intervall byts provtagnings slang och luftintag ut.

4.2 Provtagningsautomater

Detaljerade instruktioner för kalibrering och kontroll av automater för dygnsprovtagning av NO₂, SO₂, sot, PM₁₀ och PM_{2,5} ingår i kvalitetsmanualen. För mätningarna i Urbanmättnätet och liknande uppdrag gäller ansvarsfördelning och intervall enligt följande:

Uppdragsgivarens personal genomför varje vecka, i samband med provbyten, test av täthet och kontrollerar att normalt flöde upprätthålls genom att läsa av och dokumentera gasmätare. Vid indikativ månadsprovtagning görs detta endast vid provbytet runt månadsskiftet. Vid avvikelser kontaktas IVL för åtgärder. I provtagare för partiklar kontrolleras även att impaktorn fungerar genom att kraftigt förorenat impaktorfett ersätts med nytt. Rengöring av provtagarna sker efter behov enligt provtagningsinstruktionerna.

IVL:s personal kontrollerar löpande inkomna prover och protokoll, samt dokumenterar eventuella avvikelser i en loggfil. Avvikelse följs upp med ytterligare kontroll och felsökning i samarbete med uppdragsgivarens personal.

IVL:s personal gör ett årligt stationsbesök med ytterligare kontroller enligt checklista. Volymmätningens noggrannhet kontrolleras genom kalibrering av gasmätare mot en transferstandard, alternativt utbyte mot gasmätare som kalibrerats i IVL:s laboratorium. Vid dessa besök sker även underhåll och vid behov utbyte av utrustning. Slangar för intag av provluft byts ut vart tredje år.

4.3 Diffusiv (passiv) provtagning

Uppdragsgivarens personal kontrollerar i samband med provbyten att prover och upphängningsanordningar inte skadats och att provtagningen inte påverkas av t ex byggarbete som kan påverka resultatet eller vegetation som kan skärma av luftströmningen. Instruktioner för provbyte hämtas ur respektive provtagningsbeskrivning (se kvalitetsmanualen). Avvikelse och eventuella åtgärder skrivs i provtagningsprotokollet.

IVL kontrollerar löpande inkomna prover och protokoll, samt dokumenterar eventuella avvikelser i en loggfil. Avvikelse följs upp med ytterligare kontroll och felsökning varvid uppdragsgivarens personal kan behöva lämna ytterligare uppgifter. Detaljerade instruktioner finns i kvalitetsmanualens beskrivningar för de olika diffusiva metoderna.

4.4 Laboratorieanalyser

Detaljerade instruktioner för kvalitetskontroll av IVL:s laboratorieanalyser ingår i kvalitetsmanualen. Sammanfattningsvis består dessa av:

- dubbelanalys, dvs. analysen upprepas;
- analys av referensprover med känd halt;
- kontroll av blanker;
- deltagande i interlabjämförelser.

IVL deltar även i interkalibreringar av mätmetoder. Dessutom genomför IVL jämförelser av olika egna metoder (t.ex. parallell diffusiv /aktiv provtagning), och resultaten från dessa dokumenteras.

4.5 Utbildning

Utbildningsrutiner för IVL:s personal gällande metoder för provtagning och analys beskrivs i kvalitetsmanualen. För Urbanmättnätet och liknande uppdrag gäller följande sammanfattning.

Vid introduktion av nya metoder och/eller ny instrumentering erhåller berörd personal erforderlig utbildning antingen internt eller externt. Det skall finnas minst två personer som behärskar varje analysmetod. Internutbildning i redan ackrediterade metoder sker genom att en person med behörighet att utföra den aktuella metoden handleder och arbetar tillsammans med den som ska lära sig metoden.

För att självständigt få utföra en ackrediterad metod krävs metodbehörighet. Den som har varit handledare under utbildningen bedömer när tillräckliga kunskaper erhållits för att kunna utföra den aktuella metoden enligt gällande kvalitetskrav. Därefter utfärdar kvalitetsansvarig behörighet att utföra metoden. För att behålla behörighet att utföra en viss metod måste den behöriga personen utföra del av metoden minst en gång per år.

Uppdragsgivarens personal instrueras på plats i arbetet med provtagningsautomater och kontroll av utrustningen enligt kvalitetsmanualen. Detta sker i samband med installation och upprepas vid årlig tillsyn. Mottagna instruktioner signeras på plats av kunden och IVL i protokoll för kontroll av mätningar, vilka förvaras hos IVL:s projektledare. För diffusa (passiva) metoder ges skriftliga provtagningsinstruktioner.

5 Hantering av mätdata

All mätdata förs per automatik över till IVL:s datasystem. Som del av IVL:s SWEDAC-ackreditering (SS-EN 17025, ackrediterat laboratorium nr. 1213) granskas periodiskt att rutinerna för att säkerställa insamling av data samt säkerhetskopiera data hålls uppdaterade och följs.

5.1 Kvalitetsmål

Kvalitetsmålen för tidstäckning och datafångst rättar sig efter Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av luftkvalitet NFS 2019:9 Bilaga 1 – Kvalitetsmål för data. För kontinuerliga mätningar gäller att lägsta godtagbara tidstäckning för NO₂ och PM₁₀ är 100%. Detta innebär att instrumenten är inställda att mäta utan uppehåll, varvid pauser för service och kalibrering inte räknas. Lägsta godtagbara datafångst enligt kvalitetsmålen är 90%, dvs maximalt 10% av ett kalenderårs data kan falla bort, undantaget normal kalibrering och service, av t.ex. tekniska orsaker.

Kvalitetsmålet för mätosäkerhet är 15%.

5.2 Kvalitetskontroll av mätdata

IVL har en detaljerad instruktion för daglig och veckovis kontroll av all insamlad online-mätdata från mätningar över hela Sverige. Timvisa mätdata kontrolleras varje vecka utifrån följande punkter:

- Hur varierar mätvärden under senaste veckan/månaden?
- Driver värdena över tid?
- Ser vi förväntade dygns- vecko- och årstidsvariationer?
- Ser vi några orealistiskt höga toppar?

Vid misstänkt avvikelse undersöks data mellan olika närliggande mätstationer. Hänsyn tas till väderförutsättningar och kända större händelser som påverkar trafiken.

Preliminära mätdata utvärderas månadsvis. Godkända värden från IVL:s labdatasystem förs över månadsvis till projektledaren. Efter projektledarens månatliga genomgång går projektledare och mätansvarig igenom eventuella frågetecken i mätdata.

Efter mätperiodens slut, vanligen kalenderår, görs den slutliga valideringen. Datatillgänglighet, medelvärden, percentiler, max- och minvärden tas fram. Samtliga statistiska mått jämförs med tidigare års mätningar på samma plats. Halterna plottas även med tidigare år som jämförelse för att studera säsongvariationer och trender.

Kommuner har skyldighet att rapportera luftkvalitetsdata till Naturvårdsverkets datavärd för luft. På uppdrag av Beställaren kan IVL rapportera mätdata med erhållna metadata samt objektiva skattningar till Naturvårdsverkets datavärd.

6 Referenser

EU:s luftkvalitetsdirektiv 2008/50/EG

NFS 2019:9, Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av luftkvalitet

SFS 2010:477, Luftkvalitetsförordning

SS-EN ISO IEC 17025:2005 "Allmänna kompetenskrav för provnings- och kalibreringslaboratorier"

SS-EN 14211:2012 "Utomhusluft – Standardmetod för mätning av koncentrationen av kvävedioxid och kvävemonoxid med kemiluminescens"

SS-EN 14625:2012 "Utomhusluft – Standardmetod för mätning av koncentrationen av ozon med ultraviolett fotometri"

SS-EN ISO 10304-1:2009 "Vattenundersökningar - Bestämning av lösta anjoner med jonkromatografi - Del 1: Bestämning av bromid, klorid, fluorid, nitrat, nitrit, fosfat och sulfat"

SS-ISO 9835 "Utomhusluft - Bestämning av sotindex"

SS-EN 14662:2005 "Utomhusluft - Standardmetod för mätning av bensenkoncentrationer"

SS-EN 14902:2005 "Utomhusluft – Standardmetod för mätning av Pb, Cd, As och Ni i PM₁₀-fraktionen av svävande partiklar".



IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel: 010-7886500
www.ivl.se