

Kvalitetssäkringsprogram

För mätningar och modellberäkningar av luftföroreningar

Michael Norman, Magnus Brydolf, Billy Sjövall och Kristina Eneroth



SLB-analys, augusti 2019



Daterad	2019-08-21
Handläggare	Michael Norman 08-508 28 933 och Kristina Eneroth 08-508 28 178
Status	Granskad av Malin Täftefur

Förord

Denna rapport beskriver SLB-analys system för kvalitetskontroll för mätningar och beräkningar i syfte att kontrollera miljökvalitetsnormen. Programmet har upprättats i enlighet med gällande lagstiftning, Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9) samt Naturvårdsverkets anvisningar Handbok 2019:1, utgåva 1, januari 2019, Luftguiden, version 4.

Kvalitetssäkringsprogrammet uppdateras löpande.

Innehåll

Kvalitetssäkringsprogram – system för kvalitetssäkring (QA) och kvalitetskontroll (QC)	1
SLB-analys organisation	1
System för mätning och modellberäkning	2
Val av mätplats samt design och skötsel (QA).....	3
Val av mätplats	3
Stationsdesign	3
Skötsel av mätstation.....	4
Metod för mätning, analys och tidsupplösning (QA).....	5
Partiklar, PM10 och PM2,5	7
Instrument: TEOM 1400ab.....	7
Instrument: Grimm EDM 180	8
Instrument: PALAS Fidas 200.....	8
Kväveoxider, NO _x och NO ₂	8
Instrument: Environnement AC31M.....	8
Instrument: Environnement /AC32M.....	9
Kolmonoxid, CO.....	10
Instrument: Environnement CO12M	10
Ozon, O ₃	10
Instrument: O342M Environnement och 49 PS Thermo Scientific	10
Svaveldioxid, SO ₂	11
Bens(a)pyren	11
Bensen	11
Bly, arsenik, kadmium och nickel	11
Datainsamling – insamlingsystem (QA)	12
Insamling av data.....	12
Rutiner och program för att förhindra databortfall i insamlingskedet (QA) ...	12
Kalibrering och underhåll av instrument (QA)	14
PM10 och PM2.5 Thermo Scientific TEOM 1400a.....	14
PM10 och PM2.5, Grimm EDM-180.....	15
PM10 och PM2.5, PALAS Fidas 200	16
Kväveoxider, NO _x , Environnement AC31M och AC32M.....	17
Kolmonoxid, CO, Environment CO12M.....	20
Ozon, O ₃ , Environnement S.A modell O342M, Thermo Sientific modell 49....	22
Lagring av mätdata - rådatahantering (QA)	24
Lagring av mätdata samt automatisk kvalitetscheck	24
Omvandlingsformler i databasen	24
Kvalitetsgranskning av data (QC).....	25
Kvalitetskontroll mätdata realtid (QC).....	25
Kvalitetskontroll av mätdata (QC)	26

Medelvärdesbildning av mätdata och beräknad mätosäkerhet (QC).....	28
Medelvärdesbindning av mätdata	28
Beräknad mätosäkerhet för kvävedioxid	28
System för rapportering och information av mätdata	29
Realtidsrapportering av mätdata till Naturvårdverkets hemsida.....	29
Årlig rapportering till Naturvårdsverkets datavärd.....	29
Webbida, information till allmänheten, årsrapporter	29
Larm vid överskridande av tröskelvärde för kvävedioxid	29
Modellberäkningar	30
Airviro vindmodell	30
Airviro gaussmodell	30
Airviro-OSPM.....	31
CFD-modeller	31
Hantering av indata till beräkningsmodellerna (QA)	32
Kvalitetskontroll av beräkningsmodellerna (QC)	32
Uppfyllande av kvalitetsmål (QC)	34
Mätdata	34
Modellberäkningar	34
Referenser	35

Kvalitetssäkringsprogram – system för kvalitetssäkring (QA) och kvalitetskontroll (QC)

Kvalitetssäkringsprogrammet (QA) beskriver SLB-analys system för kvalitetskontroll för mätningar och beräkningar i syfte att kontrollera miljökvalitetsnormen. Systemet för kvalitetssäkring omfattar alla de planerade och systematiska aktiviteter som behövs för att säkerställa och visa att datakvaliteten uppfyller kvalitetskraven i Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvaliteten (NFS 2016:9) I detta ingår fastställandet av rutiner för kvalitetskontroll.

Systemet för kvalitetskontroll (QC) innefattar genomförandet av de aktiviteter, enligt fastställda rutiner, som erfordras för att kontrollera att kvalitetskraven uppfylls. Målet för kvalitetskontrollen är att ge en rimlig grad av kontroll i olika stadier av datainsamlingsprocessen för att säkerställa att datakvaliteten bibehålls. Kvalitetskontrollen sker löpande och om det konstateras att kvaliteten inte har varit tillfredsställande, kan detta upptäckas snabbt och dataförlusten kan minimeras.

SLB-analys organisation

SLB-analys är en enhet vid Stockholms stads Miljöförvaltning. SLB-analys ansvarar för luftövervakning, genomför utredningar på uppdrag av såväl företag som statliga och kommunala myndigheter samt bedriver forskning inom luftföroreningsområdet. SLB-analys svarar för driften av Stockholms stads luftövervakningssystem. På uppdrag av Östra Sveriges Luftvårdsförbund driver även SLB-analys det regionala luftövervakningssystemet inom förbundets samverkansområde. Nuvarande avtal med luftvårdsförbundet löper ut 2019. Ny upphandling för perioden 2020-2023 sker under hösten 2019. SLB-analys utför även mätningar på uppdrag åt andra kommuner samt andra aktörer såsom Trafikverket.

Luftövervakningssystemen består av mätstationer för luftkvalitet och meteorologi, databaser för mätdata och utsläpp samt meteorologiska spridningsmodeller. Spridningsmodellerna medger möjlighet av beräkning av luftkvaliteten både i nuläget och för scenarier bakåt och framåt i tiden.

SLB-analys har lång erfarenhet av mätningar, mätteknik, utsläppsdatabaser och modellberäkningar av luftkvalitet. SLB-analys har även hög kompetens vad gäller användning av senaste datateknik för bearbetning av mätdata samt utveckling av beräkningsmodeller. Nya uppdrag och forskningsprojekt bidrar till utveckling och ständigt växande kompetens och erfarenhet inom SLB-analys. SLB-analys består av 17 personer med doktorsutbildning inom atmosfärsvetenskap och meteorologi, civilingenjörer inom samhällsbyggnad och dataadministration, instrumenttekniker, nätverkstekniker och miljö- och hälsoinspektörer specialiserade på modeller och GIS (Geografiska Informationssystem).

Inom organisationen finns utsedda personer med ansvar för drift och reparation av mätinstrument, kommunikation, datainsamling, databas samt redigering av data.

För beräkningsuppdrag utses alltid en projektansvarig som utför uppdraget. Rapport och beräkningsresultat granskas internt innan slutligt resultat når kunden. Både inom ordinarie

mätverksamheten och vid kortare mätuppdrag finns en projektansvarig och en person med andrahandsansvar utsedd.

SLB-analys deltar fortlöpande på seminarier antingen som åhörare eller som föreläsare. Mättekniker har nära kontakt och samarbete med instrumenttillverkar och det svenska referenslaboratoriet och även inom det området sker fortbildning kontinuerligt. SLB-analys har även fått uppdraget att hjälpa referenslaboratoriet att bygga upp sitt NO₂-laboratorium.

System för mätning och modellberäkning

SLB-analys använder det webbaserade luftövervakningssystemet Airviro (<https://www.airviro.com/airviro/>) för kontinuerlig lagring av information om utsläpp, uppmätta meteorologiska parametrar och luftföreningshalter samt modellberäkningar av halter av luftföreningar. Airviro har utvecklats kontinuerligt sedan 1990 och har tusentals användare över hela världen.

Information om utsläpp av luftföreningar kartläggs och samlas i emissionsdatabaser (EDB:er). Att kartlägga utsläpp och samla informationen i databaser är en viktig del i arbeten övervakning av luftens kvalitet. Ju mer detaljerad information som finns om källorna och deras utsläpp desto bättre kan olika åtgärder prioriteras och genomföras. EDB:erna uppdateras årligen av SLB-analys med hjälp av medlemmarna i Östra Sveriges luftvårdsförbund. EDB:erna utgör även indata till modellberäkningar av deposition och halter av luftföreningar. Modellberäkningarna möjliggör geografisk och tidsmässig fördelning av luftföreningshalter över stora områden och under långa tidsperioder.

Val av mätplats samt design och skötsel (QA)

Val av mätplats

Halten av luftföroreningar mäts kontinuerligt vid ett antal stationer inom Östra Sveriges Luftvårdsförbunds samverkansområde. Mätningar sker på platser som väljs ut för att vara representativa för den allmänna luftkvaliteten eller för att ge information om situationen på särskilt utsatta platser.

Vid start av en ny station inhämtas uppgifter från uppdragsgivaren rörande syfte med mätningen samt lokalisering av mätplats. För att lokalisera den mest lämpliga mätplatsen används resultat från beräknade halter och uppgifter om bl a gaturumsutformning, trafikbelastning, hastighet samt fordonssammansättning. Vidare diskuteras vilka parametrar som ska mätas, vilken mätmetod som är mest lämplig för syftet samt tidsupplösning på mätdata, planerad mätstart och mätperiodens längd. En projektansvarig och delansvarig utses för varje projekt. Innan mätstart kallar projektansvarige till ett projektmöte med instrumentansvariga, redigeringsansvariga och ansvariga för datainsamling och kommunikation och upprättar en tidplan och en fördelning av arbetsuppgifterna inför mätstart.

Vid val av mätplats uppfylls kraven i Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvaliteten (NFS 2016:9).

Stationsdesign

Beroende på förhållandena på mätplatsen placeras mätutrustningen i väderskyddad vagn, bod eller skåp, se exempel i Figur 1.



Figur 1. Mätstation intill E4/E20 på Lilla Essingen i Stockholm, mätutrustningen är placerad i ett mätskåp (vänster bild). Mätstation på Hornsgatan i Stockholm, mätutrustningen är placerad i en mätvagn (höger bild).

Skåp, bodar och vagnar är utrustade med luftkonditionering för att hålla de inomhustemperaturer som mätinstrument och kringutrustning kräver. Instrumenten placeras alltid i kontrollerad miljö så att instrumentens driftkrav uppfylls. Skåp förankras i betongfundament och instrumentinsugen förses om nödvändigt med skyddande bur mot

skadegörelse. Om påkörningsskydd krävs förses mätplatsen med lämpligt skydd tex. GP-links. Vid håltagning, i skåp/vagn för slangar/insug, sker tätning för att hindra läckage in i mätstationen. Ledningsdragningar i mark samt givare i vägbana inom Stockholms stad registreras i trafikkontorets databas för att underlätta för t ex vägarbeten.

Skötsel av mätstation

Mätstationerna besöks regelbundet i samband med skötsel av mätutrustningen, se Tabell 1. Städning runt innerstadsstationerna sker regelbundet genom en upphandlad städtjänst. Vid varje besök kontrolleras skadegörelse, behov av klottersanering, att insug inte är skadade samt behov av ytterligare utomhusstädning runt stationen.

Tabell 1. Beskrivning av skötsel av mätstationer.

Parameter	Frekvens	Accepterat kriterium
Omgivningstemperatur inne i vagn/mätskåp	dagligen*	CO och NO _x : +10°-+35°C Övriga ämnen: +15° - +25° C
Upphandlad städning (station i innerstad)	1 gång/mån	
Yttre miljö: skadegörelse, klotter, städning	besök 1 gång/vecka	Inget klotter/nedskräpning, ingen skadegörelse

* Kontrolleras via timdatabasen i Airviro.

Kylaggregat rengörs regelbundet för bästa funktion och vagnar städas invändigt. Temperatur i skåp och vagnar registreras kontinuerligt i vår databas och kontrolleras dagligen av instrumentansvarig eller ersättare. Vid hög/låg temperatur ska åtgärder vidtas som t ex installation av frostvakt eller byte/rengöring av kylaggregat.

För stationer inom Stockholms stad får SLB-analys automatiskt meddelande per e-post om väg- och grävarbeten planeras i närområdet av mätstationerna. Eventuella skyddsåtgärder kan då vidtas i god tid för att säkra mätdata.

Metod för mätning, analys och tidsupplösning (QA)

Vid kontinuerliga mätningar för kontroll av miljökvalitetsnormen ska referensmetod för respektive ämne användas. Annan metod får användas om metoden ger likvärdiga resultat som referensmetoden. Mätinstrument som mäter enligt referensmetod eller likvärdig metod ska vara godkända av Naturvårdsverket. Referensmetoder anges i Bilaga 2 i Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9) och godkännande av instrument återfinns på Referenslaboratoriet för tätortsluft – Mätningar:s hemsida, <https://www.aces.su.se/reflab/matningar/godkanda-matinstrument/>.

För att kontrollera miljökvalitetsnormen använder SLB-analys instrument godkända av Naturvårdsverket. Instrumenten mäter enligt referensmetoden eller är likvärdiga med referensmetoden, se Tabell 2.

Merparten av SLB-analys mätinstrument är direktvisande, d v s halten analyseras direkt av instrumentet och några prov behöver inte skickas på analys till externa laboratorium. Vid provtagning av SO₂, PAH, bens (a)pyren, metaller och bensen skickas proverna till ackrediterat laboratorium enligt anvisningar från laboratoriet för de olika metoderna.

Manualer och instruktioner för instrument finns samlade digitalt i en gemensam mapp på SLB-analys servrar.

Vid mätning av gaser ska enligt bilaga 3 i NFS 2016:9, mätvärdena omräknas till standardtemperaturen 293 K och standardtrycket 101,3 kPa, motsvarande 20 °C och 1 atm.

Instrumenten för mätning av gaser (NO_x, CO, O₃) visar koncentrationen i ppm/ppb, vilket innebär att en omvandling till massa måste utföras för att kunna jämföra uppmätt halt med miljökvalitetsnormen. Omvandling från ppb till µg/m³ respektive ppm till mg/m³ sker med konstanter enligt

Tabell 3.

För partiklar och ämnen som ska analyseras i partikelform ska mätvolymen avse omgivningsförhållandena vid mätningen, d v s temperatur och atmosfäriskt tryck vid tidpunkten för mätningen.

Tabell 2. Mätparametrar och instrument vid SLB-analys mätstationer år 2019.

	NO _x /NO ₂	PM10	PM2,5	CO	O ₃
<i>Referensmetod</i>	SS-EN 14211:2012	SS-EN 12341:2014	SS-EN 12341:2014	SS-EN 14626:2005	SS-EN 14625:2005
Station	Instrumenttyp				
Norr Malma, Norrtälje	Environnement AC32M	GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		Environnem ent O342M

	NO _x /NO ₂	PM10	PM2,5	CO	O ₃
<i>Referensmetod</i>	SS-EN 14211:2012	SS-EN 12341:2014	SS-EN 12341:2014	SS-EN 14626:2005	SS-EN 14625:2005
Station	Instrumenttyp				
Torkel Knutssonsg, Stockholm	Environnement AC32M	TEOM 1400ab/ GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		Environnem ent O342M
Dragarbrunnsg, Uppsala	Environnement AC32M	GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		
Kanaan, Stockholm	Passiv provtagning				
Hornsgatan, Stockholm	Environnement AC32M	GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180	Environnem ent CO12M	
Sveavägen, Stockholm	Environnement AC32M	TEOM 1400a	TEOM 1400a	Environnem ent CO12M	
S:t Eriksgatan, Stockholm	Environnement AC32M	GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		
Folkungagatan, Stockholm	Environnement AC32M	TEOM 1400ab			
E4, Essingeleden, östra sidan, Stockholm	Environnement AC31M	TEOM 1400ab	TEOM 1400ab		
E4, Essingeleden, västra sidan, Stockholm	Environnement AC31M	TEOM 1400ab			
Kungsgatan, Uppsala	Environnement AC32M	GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		
Turingegatan, Södertälje	Environnement AC32M	TEOM 1400ab			
Birkakorset, Södertälje		TEOM 1400ab			
E4,Häggvik, Sollentuna	Environnement AC31M	GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		
Danderydsvägen, Sollentuna		GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		
Råsundavägen, Solna	Environnement AC32M	GRIMM EDM-180	GRIMM EDM-180		
E4/Hågelbyleden, Botkyrka	Environnement AC32M				
Södra Kungsgatan, Gävle	Environnement AC32M	TEOM 1400ab			

Tabell 3. Omvandlingsfaktorer från Referenslaboratoriet för tätortsluft - mätningar.

ppb till $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 atm, 20 °C)				
NO ₂	NO	SO ₂	CO*	O ₃
1,91	1,25	2,66	1,16	2,00
$\mu\text{g}/\text{m}^3$ till ppb (1 atm, 20 °C)				
NO ₂	NO	SO ₂	CO*	O ₃
0,523	0,802	0,376	0,859	0,501

* För CO avses omvandlingen ppm till mg/m^3 och vice versa.

Partiklar, PM10 och PM2,5

För mätning av PM10 och PM2.5 använder SLB-analys Thermo Scientific TEOM 1400ab samt optiska instrument (EDM-180) från GRIMM Aerosol för samtidig mätning av PM1, PM2.5 och PM10 och Fidas 200 från Palas för samtidig mätning av PM1, PM2.5 och PM10. Såväl TEOM 1400ab, EDM-180 och FIDAS 200 är godkända av Naturvårdsverket som likvärdiga med referensmetoden för PM10 som beskrivs i ”EN 12341:2014 Utomhusluft – Standardmetod för gravimetrisk bestämning av masskoncentrationen av PM10- eller PM2.5-fraktionen av svävande stoft i luft”. EDM-180 och FIDAS 200 är även godkända för mätningar av PM2.5.

Instrument: TEOM 1400ab

Mätprincipen för TEOM-1400ab (Tapered Element Oscillating Microbalance) innebär att partiklar samlas på ett filter placerat på toppen av en oscillerande glaskropp. Provlufden värms och temperaturen över filtret hålls konstant vid 50 °C för att undvika variationer på grund av varierande vatteninnehåll. Glaskroppens frekvens förändras proportionellt med massförändringen på filtret. Frekvensförändringen över en given tid räknas om till partikelhalt (massa per volymenhet). Tekniken möjliggör mätningar av relativt små massförändringar på kort tid. Partikelfractionen bestäms av utformningen på partikelavskiljaren vid luftintaget.

TEOM instrumentet är direktvisande och partikelhalten mäts i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Eftersom tryck och temperatur varierar och påverkar uppmätt massa finns krav på korrigering för detta. Mätning av tryck och temperatur görs därför på varje mätplats med TEOM-instrument. Korrigering sker också för vatten på partiklarna (volatilitet, VCM). Korrigeringen för VCM gör enligt Referenslaboratoriets rekommendation för godkännandet av TEOM. Genom att använda en provluftväxlare med två separata insug kan TEOM instrumentet mäta både PM10 och PM2.5. SLB-analys använder i vissa fall växlaren så att ett mätvärde för både PM10 och PM2.5 levereras var 15:e minut.

Service och underhåll av instrumentet sköts enligt tillverkarens rekommendationer.

Instrument: Grimm EDM 180

Grimm EDM180 utför kontinuerlig och parallell mätning av PM10 och PM2.5 med optisk partikelräkning. Den fysikaliska mätprincipen är ortogonal ljusspridning. Provlufte leds in i en mätkammare och partiklarna belyses med laserljus ($\lambda = 655 \text{ nm}$) i 90 graders vinkel mot flödesriktningen. Vid immissionsmätningar är partikelkoncentrationen så låg att det i mätvolymen mestadels finns endast en partikel samtidigt. Det från varje partikel spridda ljuset skickas via en spegel till en fotodiod (detektor). Intensiteten av den reflekterade ljusstrålen är proportionell mot partikelstorleken. Antalet impulser per tidsenhet beror på antalet partiklar och volymflödet. Varje signal från dioden matas, efter förstärkning, in i en pulshöjdsanalysator och klassificeras till storlek och sparas i olika kanaler. Impulsräkningarna överförs till en massfördelning och halter av PM10, PM2,5 och PM1 erhålls. SLB-analys sparar normalt 15-minuters medelvärden från instrumentet.

Korrigeringsformeln för PM2.5 värden från EDM-180 sker enligt formel framtagen vid test mot referensmetoden på taket vid Torkel Knutssongatan under hösten år 2014 (REF-M rapport 2017:1). Utifrån denna formel korrigeras även PM1.

Service och underhåll av instrumentet sköts enligt tillverkarens rekommendationer.

Instrument: PALAS Fidas 200

PALAS Fidas 200 utför kontinuerlig och parallell mätning av PM10 och PM2.5 med optisk partikelräkning. Den fysikaliska mätprincipen är ortogonal ljusspridning. Provlufte leds in i en mätkammare och partiklarna belyses med LED ljuskälla ($\lambda = 180 \text{ nm}$) i 85-95 graders vinkel mot flödesriktningen. Ljuskällan är mycket stabil och har en lång livslängd. Det från varje partikel spridda ljuset skickas via en spegel till en fotodiod (detektor). Intensiteten av den reflekterade ljusstrålen är proportionell mot partikelstorleken via Lorenz-Mie spridning. Antalet impulser per tidsenhet beror på antalet partiklar och volymflödet. Varje signal från dioden matas, efter förstärkning, in i en pulshöjdsanalysator och klassificeras till storlek och sparas i olika kanaler. Instrumenten kan detektera partiklar ner till 180 nm i diameter. Impulsräkningarna överförs till en massfördelning och halter av PM10, PM2,5 och PM1 erhålls. SLB-analys sparar normalt 15-minuters medelvärden från instrumentet.

PALAS Fidas är utrustat med Sigma-2 huvud för att kunna mäta även under kraftiga vindar samt ett smart torksystem från luften som anpassar sig efter utomhusluftens temperatur och fuktighet.

Service och underhåll av instrumentet sköts enligt tillverkarens rekommendationer.

Kväveoxider, NO_x och NO₂

Instrument: Environnement AC31M

SLB-analys använder instrumentet Environnement AC31M som mäter enligt referensmetoden för NO₂ och NO_x, SS-EN 14211:2012 "Utomhusluft - Standardmetod för mätning av koncentrationer av kvävedioxid och kvävemonoxid med kemiluminiscens". Instrumenten mäter NO_x och NO₂ simultant och kan följa de snabba variationer i halter som kan uppstå i miljöer som är kraftigt påverkade av fordonstrafik och som krävs för att övervaka miljö kvalitetsnormen för timmar och för åtgärdsrelaterade studier. I instrumentet utnyttjas den snabba reaktionen mellan NO och ozon (O₃). En del av de NO₂ molekyler som bildas är exciterade och sänder ut ljus då de återgår till grundtillstånd.

Ljusb mängden är proportionell mot NO-halten och kan mätas med stor noggrannhet. Ett konstant luftflöde sugas in i instrumentets reaktionscell och blandas med ozonmättad luft. En fotomultiplikator översätter intensiteten på det utsända ljuset till en voltsignal. Spänningen är direkt proportionell mot NO-halten i provluften. NO_x (NO + NO₂) mäts i en andra kanal efter reducering av NO₂ till NO i en uppvärmd katalytisk (Molybden) konverter. NO₂-halten bestäms som skillnaden mellan de bägge kanalerna. Instrumentet är direktvisande och anger halten i ppb. Koncentrationen räknas om till masskoncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) genom en konverteringsfaktor, se

Tabell 3.

Framräkningen av NO₂ samt omräkningen från ppb till $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sker på mätstationen och omvandlingsparametrarna lagras i en parameterfil som finns på stationens dator (ParamSet.cfg). Här styrs också hur många decimaler som mätvärdet ska levereras med till databasen.

Till instrumentet kopplas en mätslang och extern pump så att själva provtagningsplatsen för luften kan placeras i gaturummet eller utanför eventuell mätvagn och behöver inte vara i omedelbar närhet av placeringen av mätinstrumentet. Mätslangen skyddas från nedsmutsning med ett partikelfilter vid mätpunkten.

Värdet från instrumentet läses av ungefär varje sekund. SLB-analys sparar normalt 15-minutersmedelvärden, men har även med goda erfarenheter använt 1 minuts tidsupplösning i trafikmiljö.

Service och underhåll av instrumentet sköts enligt tillverkarens rekommendationer.

Instrument: Environnement /AC32M

SLB-analys använder instrumentet Environnement AC32M som mäter enligt referensmetoden för NO₂ och NO_x, SS-EN 14211:2012 "Utomhusluft - Standardmetod för mätning av koncentrationer av kvävedioxid och kväveoxid med kemiluminiscens".

Instrumenten mäter NO_x och NO₂ växelvis och klarar att följa de snabba variation i halter som kan uppstå i miljöer som är kraftigt påverkade av fordonstrafik och som krävs för att övervaka miljö kvalitetsnormen för timmar och för åtgärdsrelaterade studier. I instrumentet utnyttjas den snabba reaktionen mellan NO och ozon (O₃). En del av de NO₂ molekyler som bildas är exciterade och sänder ut ljus då de återgår till grundtillstånd. Ljusb mängden är proportionell mot NO-halten och kan mätas med stor noggrannhet. Ett konstant luftflöde sugas in i instrumentets reaktionscell och blandas med ozonmättad luft. En fotomultiplikator översätter intensiteten på det utsända ljuset till en voltsignal. Spänningen är direkt proportionell mot NO-halten i provluften. NO_x (NO + NO₂) mäts i en andra sekvens efter reducering av NO₂ till NO i en uppvärmd katalytisk (Molybden) konverter. NO₂-halten bestäms som skillnaden mellan de bägge proven. Instrumentet är direktvisande och anger halten i ppb. Koncentrationen räknas om till masskoncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) genom en konverteringsfaktor, se

Tabell 3.

Framräkningen av NO₂ samt omräkningen från ppb till $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sker på mätstationen och omvandlingsparametrarna lagras i en parameterfil som finns på stationens dator

(ParamSet.cfg). Här styrs också hur många decimaler som mätvärdet ska levereras med till databasen.

Till instrumentet kopplas en mätslang och eventuellt en extern pump så att själva provtagningsplatsen för luften kan placeras i gaturummet eller utanför eventuell mätvagn och behöver inte vara i omedelbar närhet av placeringen av mätinstrumentet. Mätslangen skyddas från nedsmutsning med ett partikelfilter vid mätpunkten.

Värdet från instrumentet läses av ungefär varje sekund, men SLB-analys sparar normalt 15-minutersmedelvärden.

Service och underhåll av instrumentet sköts enligt tillverkarens rekommendationer.

Kolmonoxid, CO

Instrument: Environnement CO12M

SLB-analys använder instrumentet Environnement CO12M som mäter enligt referensmetoden för CO, SS-EN 14626:2005 "Utomhusluft -Standardmetod för mätning av koncentrationen av kolmonoxid med icke-dispersiv infraröd spektroskopi".

Mätningarna av kolmonoxid (CO) baseras på kolmonoxidens absorption av infrarött ljus. Luften sugas med hjälp av en pump kontinuerligt genom en mätkyvett som genomlyses med infrarött ljus. Ljuset som passerar kyvetten absorberas på grund av CO-molekylernas förmåga att absorbera vissa våglängder. En fotodetektor mäter hur mycket ljus - av den våglängd som är specifik för CO - som absorberas i kyvetten. Ljusminskningen omvandlas till en elektrisk signal. Med icke-dispersiv IR-teknik (NDIR), mäts ljusabsorptionen inom en smal del av IR-spektrat.

Instrumentet levererar haltnivån i ppm som sedan omvandlas till massa (mg/m^3) se

Tabell 3. Omräkningen från ppm till mg/m^3 sker på mätstationen och konverteringsfaktorn lagras i en parameterfil som finns på stationens dator (ParamSet.cfg).

Instrumentets funktion är mycket god även i de låga nivåerna (0-1 ppm) som är vanligast förekommande inom Stockholm. Instrumenten kan följa de snabba variation i halter som kan uppstå i miljöer som är kraftigt påverkade av fordonstrafik och som krävs för att övervaka miljö kvalitetsnormen. SLB-analys mäter CO i anslutning till mätningar av NO_2 och använder samma metod med extern pump och mätslang. Det medför att mätpunkten kan placeras på önskat ställe som inte behöver vara i närheten av instrumentet. Mätslangen skyddas från nedsmutsning med ett partikelfilter vid mätpunkten

Värdet från instrumentet läses av ungefär varje sekund, men SLB-analys sparar normalt 15-minuters medelvärden.

Service och underhåll av instrumentet sköts enligt tillverkarens rekommendationer.

Ozon, O_3

Instrument: O342M Environnement och 49 PS Thermo Scientific

SLB-analys använder instrumentet Environnement S.A modell O342M samt Thermo Scientific modell 49 som mäter enligt referensmetoden för ozon, SS-EN 14625:2005 "

Utomhusluft – Standardmetod för mätning av ozon med ultraviolett fotometri”. Metoden bygger på ozonets absorption av ultraviolett ljus (UV-fotometri).

Kontinuerlig mätning av ozon baseras på ozonets absorption av ultraviolett ljus (UV-ljus), med ett absorptionsmaximum vid 254 nm. Instrumentet levererar data i ppb som sedan omvandlas till massa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se

Tabell 3. Omräkningen från ppb till $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sker på mätstationen och konverteringsfaktorn lagras i en parameterfil som finns på stationens dator (ParamSet.cfg). Ozon är reaktivt och längden på mätslangen skall anpassas så att provluftens uppehållstid totalt genom mätslang och instrument inte överstiger 5 sekunder. Mätslangen skyddas från nedsmutsning med ett partikelfilter av teflon vid mätpunkten. Även instrumentet i sig skyddas med partikelfilter av teflon.

Värdet från instrumentet sparas normalt som 15-minutersmedelvärden.

Service och underhåll av instrumentet sköts enligt tillverkarens rekommendationer.

Svaveldioxid, SO₂

Halterna av svaveldioxid i regionen ligger under nedre utvärderingströskeln. Mätningarna av svaveldioxid utförs därför med passiva diffusionsprovtagare sedan år 2005. Mätresultaten används som underlag till den objektiva skattningen som görs för att kontrollera halten av svaveldioxid.

Bens(a)pyren

SLB-analys mätningar baseras på principen att ämnen i partikelfas uppsamlas på ett filter av kvartsfiber. Analysen av filtren för polycykliska aromatiska kolväten (PAH) inklusive bens(a)pyren gjordes i de senaste mätningarna enligt IVL Svenska Miljöinstitutets metod ”A20 Vätskekromatografisk bestämning av PAH”. Luften provtas med ett luftvolymflöde på 1 kubikmeter per timme (16,7 liter/minut). Resultaten ger underlaget som används till den objektiva skattningen som görs för att kontrollera detta ämne. Bens(a)pyren mättes på en plats 2016, tre platser under 2017 och på en plats inom luftvårdförbundet under 2018.

Bensen

SLB-analys mäter bensen med diffusionsprovtagare (passiva provtagare) med efterföljande termisk desorption och gaskromatografi. Resultaten ger underlaget som används till den objektiva skattningen som görs för att kontrollera detta ämne. Mätningar av bensen genomförs på sex platser inom luftvårdförbundets område under 2019.

Bly, arsenik, kadmium och nickel

SLB-analys gör mätningar av tungmetaller med oregelbundna intervall. Halterna har visat sig vara så låga att kontinuerlig övervakning inte är nödvändig. Den senaste mätningen utfördes åren 2003-2004. Mätmetoden som användes var ansamling av partiklar med diameter mindre än 10 μm (PM10) på filter. Detta gjordes med så kallad Gent provtagare (Hopke m fl., 1997). Mätperioden var en vecka per månad och utfördes under ett års tid. Filtren skickades till IVL Svenska Miljöinstitutet för analys av tungmetallerna.

Datainsamling – insamlingssystem (QA)

Mätdata samlas in från mätstationerna via modem eller trådlöst nätverk och förs över till en central server där de lagras i en och samma databas –Airviro. Databasen skapar god tillgänglighet för kvalitetsgranskning, information, grafisk presentation, rapportering och statistisk analys av lagrade mätserier. Alla mätstationers insamlingssystem kan nås via fjärrskrivbord vilket gör att stationen kan styras "hemifrån" och eventuella fel snabbt kan avhjälpas.

Insamling av data

Insamling av data från mätstationerna sker via dataloggrar eller olika typer av insamlings/styrprogram, varav merparten är applikationer av programmet Labview. Dokumentation av program och manualer finns digitalt på SLB-analys gemensamma server.

På SLB analys intranät finns en samlad översikt över alla aktiva/vilande/avaktiverade mätstationer. Där finns all stationsinformation samlad; typ av insamlingsprogram, web- och routeradress, adress till fjärrskrivbord, information om stationen haft några badcalls (stn svarar inte vid inhämtning av data) länk till karta, länk till fil med loggrar för watchdog, user-log och note-log samt filer med inställningsparametrar för stationen.

Labview-datorernas log- och settings-filer sparas på en server hos SLB som en backup om en dator på fältet skulle krascha eller om man bytt dator och glömt föra över den tidigare datorns log- och settingsfiler.

En rutin körs en gång per dygn för varje SMIL-station och skapar en mapp numrerad från 01 till 31 som står för innevarande dag i månaden. Under denna mapp lagras mapparna "Settings" och "Log" vilka innehåller de filer som kopierats från loggern innevarande dag. På detta vis sparas en backup för en månads uppsättning av de aktuella filerna.

I loggfiler dokumenteras inställningar och de åtgärder som utförs på stationerna.

Till Airvirodatabasen finns även en eventdatabas kopplad där det i fri text per mätparameter/station skrivs in allt som sker i databasen, text korrigeringsparametrar, gränser för tillåtna värden o s v.

Rutiner och program för att förhindra databortfall i insamlingsskedet (QA)

Alla datorer på stationerna startas om automatiskt klockan 04.00 varje morgon för att förhindra databortfall om någon dator t ex har hängt sig eller inte startat om automatiskt efter strömavbrott.

Om Airviro-systemet misslyckats mer än ca tre timmar att få in data för en station skickats ett e-post till en specifik e-postadress (vidarebefordras till instrument- och systemansvarig person) med en rapport om vilken station det gäller, hur många försök som gjorts m m samt en länk som visar aktuell stationsstatus med problemstationerna först i listan.

Programmet "Watchdog" finns installerat på stationer med SMIL. Programmets syfte är att vid behov starta om mätstationsdatorerna. För att minimera längre dataavbrott har en så kallad watchdog skapats vars syfte är att kontrollera om datafiler skapats eller modifierats

varje kvart. Om datafiler inte skapas/modifierats startas datorn om automatiskt. Det skickas (om den har internetförbindelse) en rapport om detta via e-post till en specifik e-postadress (vidarebefordras till instrument- och systemansvariga). En rutin körs en gång per timme som kollar samtliga watchdogs tidsstämplingsfil. Om någon av dessa är äldre än fem minuter skickas e-post där stationen identifieras och den aktuella filen visas.

En rutin har skapats som kollar om de meteorologiska stationerna förlorat nätspänningen och går på batteri. I detta fall skickas e-post till specifik e-postadress som vidarebefordras till instrument- och systemansvarig person.

Kalibrering och underhåll av instrument (QA)

Regelbunden kontroll av de automatiska mätinstrumenten för PM10, PM2.5, NO_x, CO och O₃ sker med fasta rutiner för personal inom SLB-analys och följer Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9). Genom den dagliga kontrollen av mätdata har SLB-analys snabbt möjlighet att åtgärda eventuella avvikelser. Normalt åtgärdas avvikelser eller fel under innevarande eller kommande arbetsdag.

Dokumentation av besök och utförda åtgärder bokförs i en digital loggbok på varje station, se under rubriken "Datainsamling -insamlingssystem (QA)".

PM10 och PM2.5 Thermo Scientific TEOM 1400a

Dagligen kontrolleras rimligheten i mätdata och att störningssignalen (noise) inte visar för högt värde samt tryckfallet över samplingsfiltret. Dessutom kontrolleras att mätskåpet håller rätt temperatur. Varje vecka kontrolleras statusen på mätinstrumentet från distans. Vid den checken kontrolleras att flödet in i instrumentet är korrekt, att samtliga status signaler är i normalt läge och att instrumentet registrerar utomhustemperatur och tryck.

Byte av samplingsfilter och DFU-filter i instrumentet görs efter behov vilket varierar med koncentrationen vid mätplatsen. Normalt görs byte av samplingsfilter månadsvis, men kan vid behov göras oftare.

Varje halvår byts insamlingshuvuden för både PM10 och PM2.5 till rengjorda och kontrollerade huvuden.

En gång per år tas instrumentet in till verkstad för årlig översyn. Översynen tar ca en dag. I samband med den årliga översynen rengörs hela insuget. Instrumentet ses över i enlighet med instrumenttillverkarens rekommendation. Det innebär bland annat att vakuumpumpen byts, samtliga flöden i instrumentet kontrolleras och justeras och det sker en kalibrering av mätenhet och elektroniska in- och utgångar. SLB-analys innehar alltid minst ett instrument i utbyte som sätts i drift vid mätstationen vid ett eventuellt instrumenthaveri och i samband med att årlig service. Detta medför att tidstäckningen av mätdata maximeras vid stationen.

Tabell 4 visar kvalitetsparametrar för mätinstrument TEOM 1400 ab.

Tabell 4. Kvalitetsparametrar för mätinstrument TEOM 1400 ab.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Mätosäkerhet	Ej beräknad	25 % *
Mätområde	I samverkansområdet förekommer halter i utomhusluften 0,5 - 500 µg/m ³ (timmedelvärden)	0-1500 µg/m ³
Omgivningstemp	kollas dagligen (timmata till databasen)	+10 - +30 °C
Detektionsgräns	+ - 6 µg/m ³ för kvartsdata + - 3 µg/m ³ för timdata + - 0,6 µg/m ³ för dygn (0,01 µg/m ³ enligt tillverkaren)	

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Noise	kollas dagligen (timdata till databasen)	< 0,1
Filtertryck/byte sample filter	kollas dagligen (timdata till databasen)	< 95 %
Flöde	Instrumentet larmar vid för stor flödesavvikelse	Sample: 3 l/min Main: 13,67 l/min
Temperatur	Instrumentet larmar vid för stora avvikelser	+50 °C
Växling PM10/2.5	kollas dagligen	voltsignal
Registrering tryck/utomhustemp	kollas dagligen	Giltiga data
Byte DFU-filter	Varierande bytesintervall	
Byte/rengöring sampelhuvud	utförs två ggr varje halvår	
Verkstadservice	utförs varje år	

*Kvalitetsmål enligt NFS 2016:9, bilaga 1.

PM10 och PM2.5, Grimm EDM-180

Dagligen kontrolleras rimligheten i inkommande mätdata samt att instrumentets självtester inte levererar något larm. Var 3:e månad utförs Zerotest, läckagetest och flödestest. Varje halvår eller vid behov rengörs instrumentets insugssystem. Årligen tas instrumentet in till vår verkstad för översyn och rengöring. Vartannat år skickas instrumentet till GRIMM i Tyskland för service och kalibrering. SLB-analys håller med ersättningsinstrument vid eventuellt instrumenthaveri eller vid avbrott för service.

Tabell 5 visar kvalitetsparametrar för mätinstrument GRIMM EDM 180.

Tabell 5. Kvalitetsparametrar för mätinstrument GRIMM EDM 180.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Mätosäkerhet	ej beräknad	25 % *
Mätområde	I samverkansområdet förekommer halter i utomhusluften 0,5 - 500 µg/m ³ (timmedelvärden)	0-6000 µg/m ³
Detektionsgräns	Minsta detekterbara partikelstorleken är 0,25 µm	Partiklar > 0,25 µm
Omgivningstemp	kollas dagligen (timdata till databasen)	+4 - +40 °C
Rengöring sample inlet.	Beroende på omgivningsmiljön.	

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Flöde		1,2 liter per minut (+/-5%)
Statussignaler	Kontrolleras dagligen. Instrument larmar om avvikelser är för stora	
Rengöring inlet filter	Utförs varje halvår	
Verkstadsservice	Årligen	
Service hos tillverkaren/kalibrering	Vartannat år	

*Kvalitetsmål enligt NFS 2016:9, bilaga 1.

PM10 och PM2.5, PALAS Fidas 200

Dagligen kontrolleras rimligheten i inkommande mätdata samt att instrumentets självtester inte levererar något larm. Var 3:e månad utförs Zerotest, läckagetest och flödestest. Varje halvår eller vid behov rengörs instrumentets insugssystem. Årligen tas instrumentet in till vår verkstad för översyn, rengöring och kalibrering. Vid behov skickas instrumentet till den svenska återförsäljaren för service och kalibrering. Vid behov kan instrumentet även skickas PALAS i Tyskland för service och kalibrering.

Tabell 6 visar kvalitetsparametrar för mätinstrument PALAS Fidas 200.

Tabell 6. Kvalitetsparametrar för mätinstrument PALAS Fidas 200.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Mätosäkerhet	ej beräknad	25 % *
Mätområde	I samverkansområdet förekommer halter i utomhusluften 0,5 - 500 µg/m ³ (timmedelvärden)	0-10000 µg/m ³
Detektionsgräns	Minsta detekterbara partikelstorleken är 0, µm	Partiklar > 0,18 µm
Omgivningstemp	kollas dagligen (timdata till databasen)	+5 - +40 °C
Rengöring sample inlet.	Beroende på omgivningsmiljön.	
Flöde		4,8 liter per minut (+/-5%)
Statussignaler	Kontrolleras dagligen. Instrument larmar om avvikelser är för stora	
Rengöring inlet filter	Utförs varje halvår	
Verkstadsservice	Årligen	

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Service hos tillverkaren/kalibrering	Vid behov	

*Kvalitetsmål enligt NFS 2016:9, bilaga 1.

Kväveoxider, NO_x, Environnement AC31M och AC32M

Med 10-30 dagars intervall görs manuell kalibrering på plats. Vid manuell kalibrering kontrolleras instrumentets nollnivå med hjälp av filtrerad luft. Kalibrering av instrumentet görs med en referensgas med känd NO-koncentration som motsvarar 70-80 % av instrumentets mätområde. Vid avvikelse större än 5 % från den kända gaskoncentrationen korrigeras insamlade mätdata sedan senaste kalibrering. I anslutning till besöken görs även byte av partikelfilter vid mätpunkten.

Vid placering av instrumentet i mätvagn eller i större utrymme i byggnader kan den manuella kalibreringen kompletteras med en dygnsvis automatisk kalibrering. Detta görs i dagsläget vid fyra av SLBs stationer. Automatkalibreringar görs i tre steg (nollnivå och spannivå) med 24-timmars intervall. Spanngasen består av ca 80 % av instrumentets mätområde.

Månadsvis görs en kontroll av hela mätkedjan från insamlingspunkt till mätinstrumentet inklusive partikelfilter och mätslang. Detta sker genom att tillsätta spangas med 70-80 % av instrumentets mätområde vid mätpunkten. Samtidigt görs även ett läckagetest av mätslangen. Vid avvikelser från kalibreringen eller tecken på läckage felsöks insamlingssystemet och åtgärdas eller byts ut. Var 6:e månad byts vakuumpumpen till instrumentet. En gång per år tas instrumentet in till verkstad för årlig översyn. Vid denna årliga översyn görs en noggrann genomgång av instrumentet i enlighet med instrumenttillverkarens rekommendationer. SLB-analys innehar alltid minst ett instrument i utbyte som sätts i drift vid mätstationen vid ett eventuellt instrumenthaveri och i samband med att ett mätinstrument tas in för årlig service. Detta medför att tidstäckningen av mätdata maximeras vid stationen.

Tabell 7 och Tabell 8 visar kvalitetsparametrar för mätinstrument Environnement AC31M och Environnement AC32M.

Tabell 7. Kvalitetsparametrar för mätinstrument Environnement AC31M.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Beräknad mätosäkerhet *	Beräknad mätosäkerhet 11 %	15 %**
Mätområde	I samverkansområdet förekommer halter 0-3000 µg/m ³	Instrumentet klarar 0-20 000 µg/m ³
Detektionsgräns		0,35 ppb (0,6 µg/m ³)
Omgivningstemperatur	Kontrolleras dagligen	+ 10 - + 35 °C
Automatkalibrering	Sker varje natt, kollas dagligen	
Manuell kalibrering	utförs var 20:de dag.	< 5 % avvikelse
Byte partikelfilter	utförs var 15:e dag, (beroende på miljön).	
Tryck mätpunkter	kollas dagligen (timdata till databasen) indikerar slangläckage	konstant
Flöde	Daglig kontroll via instrumentets statussignaler.	0,57 l/minut
Konvertereffektivitet	Kontrolleras dygnsvis vida automatiska kalibreringar.	Byte årligen
Växling mätpunkter	kollas dagligen mot vindriktning och haltnivå	Differens mellan tak och gata beroende på vindriktning
Kontroll och läckagetest av slangar	2 ggr/år, eller vid behov	
Byte vakuumpump	Vid behov.	
Verkstadsservice	utförs varje år	

* enligt EN14211, **enligt NFS 2016:9, bilaga 1.

Tabell 8. Kvalitetsparametrar för mätinstrument Environnement AC32M.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Beräknad mätosäkerhet *	Beräknad mätosäkerhet 11 %	15 %**
Mätområde	I samverkansområdet förekommer halter 0-3000 µg/m ³	Instrumentet klarar 0-95 500 µg/m ³
Detektionsgräns		0,4 ppb (0,7 µg/m ³)
Omgivningstemperatur	Kontrolleras dagligen	+ 5 - + 40 °C
Automatkalibrering	Sker varje natt, kollas dagligen	

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Manuell kalibrering	utförs var 20:e dag.	< 5 % avvikelse
Byte partikelfilter	utförs var 15:e dag, (beroende på miljön).	
Tryck mätpunkter	kollas dagligen (timdata till databasen) indikerar slangläckage	konstant
Flöde	Daglig kontroll via instrumentets statussignaler.	0,66 l/minut
Konvertereffektivitet	Kontrolleras dygnsvis vida automatiska kalibreringar.	Byte årligen
Växling mätpunkter	kollas dagligen mot vindriktning och haltnivå	Differens mellan tak och gata beroende på vindriktning
Kontroll och läckagetest av slangar	2 ggr/år, eller vid behov.	
Byte vakuumpump	Vid behov.	
Verkstadservice	utförs varje år	

** enligt EN14211, **enligt NFS 2016:9, bilaga 1.

Kolmonoxid, CO, Environment CO12M

Instrumentets funktion är mycket god även i de låga nivåerna (0-1 ppm) som är vanligast förekommande inom Stockholm. Automatkalibreringar görs med 24-timmars intervall i två steg (nollnivå och spannivå). Spanngasen består av 50 % av instrumentets mätområde. Nollnivån kontrolleras genom att luft fri från CO matas in i instrumentet. Både nollnivån och spannivån gäller till nästa automatiska kalibrering. Då CO-mätningarna utförs på samma platser som NO₂-mätningarna genomförs ett byte av partikelfilter vid mätpunkten var 10:e dag samt månadsvis kontroll av hela mätkedjan från insamlingspunkt till mätinstrument med bland annat läckagetest av mätslangen. Vakuumpumpen byts vid behov samt en vakuumpump check görs i samband med årlig service. En gång per år tas instrumentet in till verkstad för årlig översyn. Vid denna årliga översyn görs en noggrann genomgång av instrumentet i enlighet med instrumenttillverkarens rekommendationer.

Tabell 9 visar kvalitetsparametrar för mätinstrument Environnement CO12M.

Tabell 9. Kvalitetsparametrar för mätinstrument Environnement CO12M.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Mätosäkerhet	6,6 % (enl. reflab 2011)	15 %*
Mätområde	nivå inom samverkansområdet 0-21 ppm	instrumentet klarar 0-200 ppm
Detektionsgräns	0,05 ppm (0,06 mg/m ³)	
Automatkalibrering	sker varje natt, kollas dagligen	
Byte partikelfilter	utförs var 15:e dag, (beroende på miljön).	
Tryck mätpunkter	kollas dagligen (timdata till databasen)	konstant
Flöde	Automatiskt larm vid för lågt flöde	1,3 l/min
Statussignaler	Automatiska larm vid fel på statussignaler	
Växling mätpunkter	kollas dagligen (timdata till databasen)	
Kontroll och läckagetest av slangar	2 ggr per år	
Byte/kontroll vakuumpump	var 6:e månad	
Verkstadservice	Utförs varje år	

* kvalitetsmål enligt NFS 2016:9, bilaga 1.

Ozon, O₃, Environnement S.A modell O342M, Thermo Sientific modell 49

En gång per år tas instrumenten in för årlig service och översyn. Ett av SLB's instrument används transfer standard och skickas en gång per år till svenska referenslaboratoriet för kalibrering mot en primär standard. Ett kalibrerings certifikat utfärdas för ozoninstrumentet (transfer standard) vid varje årlig kalibrering mot primär standarden. De övriga ozoninstrumenten i SLB-analys drift jämförs och kalibreras sedan mot transfer standard instrumentet.

Tabell 10 och Tabell 11 visar kvalitetsparametrar för mätinstrument Environnement S.A modell O342M och Thermo Sientific modell 49.

Tabell 10. Kvalitetsparametrar för mätinstrument Environnement S.A modell O342M.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Mätosäkerhet	ej beräknad	kvalitetsmål saknas
Mätområde	nivå inom samverkansområdet 0-0,25ppm	Instrumentet klarar 0-0,5 ppm

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Detektionsgräns	0,001 ppm (1 µg/m ³)	
Noise		0,0005 ppm
Zero drift		< 1 ppb per 7 dygn
Span drift		< 1 % per 7 dygn
Byte teflonfilter	byts var 14:e dag	
Flöde		ca 1 l/min
Statussignaler	Alarm display: temp, flöde, elektroniska parametrar, värde över inställda tröskelparametrar	
Kalibrering	1 gång per år av Referenslaboratoriet enligt NIST-SRP11, National Institute of Standards and testing, USA	

Tabell 11. Kvalitetsparametrar för mätinstrument Thermo Scientific modell 49.

Parameter	Kommentar	Accepterat kriterium
Mätosäkerhet	ej beräknad	kvalitetsmål saknas
Mätområde	nivå inom samverkansområdet 0-0,25ppm	Instrumentet klarar 0-0,5 ppm
Detektionsgräns	0,002 ppm (2 µg/m ³)	
Noise		0,0001 ppm
Zero drift		<0,5 % per månad
Span drift		< 1% per månad
Byte teflonfilter	byts var 14:e dag	
Flöde		1-3 l/min
Statussignaler	Test frekvens/noise detektor cell A och B	
Kalibrering	1 gång per år av Referenslaboratoriet enligt NIST-SRP11, National Institute of Standards and testing, USA	

Lagring av mätdata - rådatahantering (QA)

Lagring av mätdata samt automatisk kvalitetscheck

SLB-analys lagrar alla mätdata i systemet Airviro. Systemet innehåller bl a funktioner för datainsamling, validering av data, funktioner för analys, lagring och presentation. En backup av databasen tas varje dygn.

Data från mätstationerna hämtas automatiskt var 15:e minut alternativt varje timme.

I databasen finns en första automatisk kvalitetscheck där data som inte klarar vissa uppställda kvalitetsmål märks ut med en unik dataflagg, se Tabell 12. Detta kan t ex vara data under en fastställd detektionsgräns, att mätdata ligger utanför instrumentets mätområde eller att samma värde kommer in flera timmar i sträck. All aktivitet i databasen kan spåras och rådata sparas, se under rubriken "Datainsamling -insamlingssystem (QA)".

Tabell 12. Dataflaggor i Airviro.

Flagga	Förklaring	Gränsvärde
0	Data missing	
4	Value below absolute min	Se Tabell 4-11 detektionsgräns
5	Value above absolute max	Se Tabell 4-11 mätområde

Omvandlingsformler i databasen

Omräkning av partikeldata från mätningar med TEOM instrument ska enligt instruktioner från Referenslaboratoriet räknas om med specifika omräkningsfaktorer.

Kvalitetsgranskning av data (QC)

Mätdata granskas i flera steg av minst tre olika personer för att säkerställa kvaliteten. Vid semestertider upprättas ett speciellt dokument med tydligt personalansvar och rutiner. I Tabell 13 beskrivs planerade och systematiska aktiviteter samt åtgärder som genomförs av SLB-analys för att kvalitetssäkra mätdata och säkerställa att datakvalitetsmålen uppnås.

Tabell 13. Schema för kvalitetsgranskning av data.

Aktivitet	Syfte	Tidsintervall	Dokumentation utanför databasen	Dokumentation i Airviro mätdatabas
1. Instrumentansvarig utför kontroll av datakommunikation, instrumentstatus och inkommande data. Mätdata granskas tillsammans med instrumentparametrar för att upptäcka eventuella avvikelser.	Kontrollera att datainsamling fungerar. Upptäcka eventuella instrumentfel.	Dagligen under vardagar av mätansvarig.	Protokoll	Dataflagg skapas beroende av aktivitet.
2. Två personer ansvarar för att kontrollera instrumentstatus och inkommande data. Mätvärdena jämförs systematiskt med meteorologiska förhållanden och andra mätstationer, för att avslöja ev. avvikelser och felaktigheter.	Kontrollera avvikelser i enskilda mätvärden eller trender.	Veckovis av två personer med mångårig erfarenhet av att utvärdera mätdata.	Protokoll	Felaktiga/ogiltiga värden redigeras/tas bort. Dataflagg skapas beroende av aktivitet.
3. Kontroll av mätdata. Samtliga mätdata kontrolleras sammantaget i en slutlig kvalitetskontroll där tidigare ev. tveksamma värden har utretts.	Producera slutligt kvalitetssäkrat dataset.	Månadsvis av instrumentansvarig.	Slutredigeringslista för varje mätparameter och mätstation fylls i.	Ev. tidigare tveksamma värden som utretts flaggas.
4. Sammanställning i rapport / Rapportering till Datavärd.	Avrapportering till beställare.	Årligen eller enligt avtal med beställaren.	Årsrapport eller rapport enligt beställarens önskemål.	

Kvalitetskontroll mätdata realtid (QC)

Alla realtidsdata kontrolleras dagligen av instrumentansvarig. Felaktiga data som kan kopplas till kända servicebesök, kalibrering eller kända yttre faktorer flaggas om. Vidare kontrolleras enskilda parametrar och enskilda stationen genom att stationer jämförs mot varandra och samvarierande ämnen mot varandra. På så vis upptäcks avvikande och onormala mätvärden snabbt och orsaken till avvikelsen dokumenteras (se avsnitt Datainsamling -insamlingssystem (QA)).

Avvikande värden som bedöms som ogiltiga flaggas om i databasen, se Tabell 14. I de flesta fall sker detta inom ett dygn.

Tabell 14. Dataflaggor i Airviro vid manuell datacheck.

Flagga	Förklaring
2	Manually marked invalid
14	Data checked-OK
15	Manually changed

Kvalitetskontroll av mätdata (QC)

Validering av data sker som nämnts ovan i flera steg och av olika personer, se Tabell 13.

Vid "spikar och dippar" kontrolleras alltid först eventuella fel på instrument och datainsamlingsutrustning. Instrumentfel och åtgärder dokumenteras kontinuerligt i vår databas vilket hjälper till att "känna igen" utseende på mätdata och snabbt kunna åtgärda fel. Den veckogranskning som görs av mätdata varje vecka diskuteras i grupp vilket leder till ökad kunskap för samtliga datagranskare. Tveksamma och svårbedömda mätdata diskuteras och ett gemensamt beslut tas om godkännande eller ogiltighetsflagg.

Hittas inget fel på instrument mm går vi vidare med att kontrollera rimligheten i mätvärdet. Bedömningen om ett mätvärde är rimligt bygger till stor del på erfarenhet men flera metoder att granska data används inom SLB-analys, se nedan och även Tabell 15.

Jämförelse över tiden med olika parametrar vid samma station

- NO_x och CO brukar samvariera.
- Halter på olika sidor i ett gaturum är beroende av vindriktning - kontrollera att halten är högst på "rätt sida".
- Halter i taknivå bör vara lägre än i gatunivå.
- NO_x och antal partiklar samvarierar.
- PM10 värde ska vara högre än PM2.5.
- Ozon och NO₂ ska i de flesta fall vara antikorrelerade.
- Jämför med väderparametrar: inversion och låg vindhastighet ger höga halter. Regn ger våta vägbanor och låga PM10 halter, torra vägbanor under och efter dubbdäckssäsong ger höga PM10.
- Jämför dygns- vecko- och årstidsvariationer; höga halter i rusningstid, lägre under natten och på helger.

Jämförelse över tiden mellan mätstationer

- Samvarierar halterna normalt? Ligger nivåer i olika miljöer rätt (urban bakgrund högre än regional)?
- Är det höga värden på flera stationer i regional bakgrund, t ex PM2.5 kan tyda på en episod och bör höja värdena även i urban bakgrund och gatumiljö.
- Bilda trendlinjer över längre period och titta på om halten varierar som den ska över året och jämföra med andra stationer.

Tabell 15. Kvalitetskontroll av data.

Fel	Kontroll	Åtgärd mätvärde
Felaktig kalibrering, felaktig "zero baseline", drift	Jmf med tidserier bakåt i tiden för att hitta "hack" i mätdata där nivån plötsligt dyker/ökar.	Nivå på mätdata justeras om möjligt.
Enstaka värden från mätstation avviker	Söker felkälla: lokal yttre störning (tex vägarbete, nyårsfyrverkeri), felmeddelande på logger/instrument, filterbyte, service. Värdet jämförs med mätparametrar från samma station som förväntas samvariera. Värdet jämförs med mätdata från övriga stationer inom samverkansområdet	Lokal yttre störning känd: värdet behålls, kommentar om källa och orsak till störningen. Felmeddelande instrument: värdet flaggas som ogiltigt alt felaktigt värde pga service. Om instrumentfel eller yttre störning kan uteslutas tas beslut i mätgruppen om värdet ska godkännas eller klassas som ogiltigt
Längre period med värden som avviker från trend på mätstation/liknande station	Söker felkälla, yttre lokal störning tex vägarbete, instrumentbyte, ev parallellkörning med likvärdigt instrument. Läcksökning från provtagningspunkt till instrument.	Lokal yttre störning känd: värdet behålls, kommentar om källa och orsak till störningen.

Medelvärdesbildning av mätdata och beräknad mätosäkerhet (QC)

Medelvärdesbindning av mätdata

Medelvärdesbindning sker i enlighet med bilaga 5 i NFS 2016:9. Om högre upplösning än timme registreras bildas timmedelvärde om 75 % giltig mätdata finns. Undantag sker vid de stationer som har kvartsupplösning och har växling mellan PM10 och PM2,5 samt stationer med växling mellan mätpunkter (takpunkt samt olika sidor i gaturum). Vid dessa stationer erhålls inte 75 % giltig mätdata som underlag för timmedelvärdet. SLB-analys har utfört en rad parallellmätningar och jämfört med/utan växling och konstaterat att avvikelserna på timmedelvärdet är mycket liten.

Beräknad mätosäkerhet för kvävedioxid

Mätosäkerheten har beräknats för mätningar med instrumentet Environnement AC31M samt AC32M. Beräkningar av osäkerhet för kvävedioxidmätningar utförs enligt EN 14211. Som hjälp har kalkylark från Referenslaboratoriet använts, "ITM_kalkylark NO2 uncertainty.xls" (<http://www.aces.su.se/reflab/kvalitetssakring.html>).

System för rapportering och information av mätdata

Realtidsrapportering av mätdata till Naturvårdverkets hemsida

Preliminära mätdata från de stationer som SLB mäter mot miljökvalitetsnormen skickas varje timme till Naturvårdverket för presentation på Naturvårdverkets hemsida.

Årlig rapportering till Naturvårdsverkets datavärd

Kvalitetssäkrade data (se under rubriken Kvalitetsgranskning av data (QA)) rapporteras årligen till datavärden enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9). SLB-analys sköter rapportering av mätdata för mätningar inom Östra Sveriges Luftvårdsförbund, mätningar inom Stockholms Stad samt mätningar som utförs av SLB-analys på uppdrag av andra kommuner och Trafikverket.

Webbsida, information till allmänheten, årsrapporter

På SLB-analys hemsida redovisas bl a mätdata i realtid, prognoser för luftföroreningshalter, överskridande av miljökvalitetsnormen, trenddiagram samt modellerade haltkartor över samverkansområdet.

Varje år sammanställs en årsrapport för mätstationer inom Stockholms stad samt en årsrapport för mätningar som sker inom Östra Sveriges Luftvårdsförbund. I rapporterna redovisas förutom uppmätta halter under året även långsiktiga trender.

Larm vid överskridande av tröskelvärde för kvävedioxid

I Naturvårdsverkets Luftkvalitetsförordning (SFS 2010:477) finns tröskelvärde för larm om kvävedioxid vid 400 mikrogram kvävedioxid per kubikmeter luft som ett medelvärde under tre på varandra följande timmar i ett område som är representativt för luftkvaliteten och minst 100 kvadratkilometer stort eller i en tätbebyggelse.

Halten kvävedioxid har inte överskridit detta värde sedan Luftkvalitetsförordningen trädde i laga kraft.

SLB-analys har utarbetad kontakt med Naturvårdverket om gränsvärdet skulle överskridas.

Modellberäkningar

SLB-analys använder modellberäkningar som ett komplement till mätningar för att beskriva halterna över ett större geografiskt område. SLB-rapport 11:2017 "Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer – Modeller, emissionsdata, osäkerheter och jämförelser med mätningar" beskriver i detalj beräkningsmetodiken som SLB-analys använder i olika utredningar om påverkan på luftkvaliteten i miljökonsekvensutredningar, tillståndsärenden, kartläggningar, mm. I rapporten finns en detaljerad genomgång av hur kvaliteten i beräkningarna säkerställs och en beskrivning av osäkerheter som föreligger i olika delmoment.

SLB-analys har på uppdrag av Östra Sveriges Luftvårdsförbund utfört kartläggningar av luftföroreningshalter inom luftvårdsförbundets hela verksamhetsområde. Luftvårdsförbundet har initierat kartläggningar allt eftersom miljökvalitetsnormer införts för olika ämnen. Den senaste kartläggningen avser partiklar (PM10) och kvävedioxid år 2015. Haltkartor samt de rapporter som skrivits i samband med olika kartläggningarna finns tillgängliga på SLB-analys hemsida, <http://slb.nu/slbanalys/>.

SLB-analys har tillgång till flera olika modeller för olika skalor. Nedan presenteras modellerna som används.

Airviro vindmodell

Luftföroreningar påverkas av olika meteorologiska processer. Vindar transporterar föroreningar, turbulensen blandar och späder dem. Airviro använder en förenklad vindfältmodell baserad på Danard (1977) för att beräkna de vindfält som används av spridningsmodellerna.

Vindfältberäkningarna bygger på principen att småskaliga vindar kan ses som en lokal anpassning av storskaliga vindar (vindar i fria atmosfären) beroende på lokala flöden av rörelsemängd och värme från mark- eller havsytan. Alla olinjära interaktioner mellan skalorna bortses från. Det antas också att anpassningsprocessen är mycket snabb och att horisontella processer kan beskrivas genom icke-linjära ekvationer medan vertikala processer kan beskrivas med linjära funktioner (Airviro Dispersion dokumentation).

Halten av luftföroreningar kan variera mellan olika år beroende på variationer i meteorologiska faktorer och intransport av långväga luftföroreningar. När luftföroreningshalter jämförs med miljökvalitetsnormer ska halterna vara representativa för ett normalår. Som indata till Airviro vindmodell används därför en klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod. De meteorologiska mätningarna har hämtats från någon av Luftvårdsförbundets meteorologiska master och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen samt solinstrålning. Vindmodellen tar även hänsyn till variationerna i lokala topografiska förhållanden. Upplösningen på topografi och markanvändningsdata i vindmodellen är 250 meter.

Airviro gaussmodell

I atmosfären sprids föroreningar genom spädning och transport. Spridningen beror bl a på vilken höjd på vilken föroreningar släpps ut t ex i marknivå eller från en hög skorsten. Även

rökgasers temperatur är av betydelse. En varm gas kommer att stiga uppåt och ge en högre effektiv utsläppsnivå.

Gaussmodellen används för att beräkna halter av föroreningar ovan mark (öppet landskap) eller tak (bebyggelse). Beräkningshöjden är satt till 2 m som standardvärde, men användaren kan specificera andra värden. Spridningen från varje enskild källa beskrivs i modellen med hjälp av en Gaussisk plymmodell (Airviro Dispersion).

För gridstorlek, dvs. storleken på beräkningsrutorna används oftast ett variabelt beräkningsgrid. Gridrutornas storlek varierar vanligtvis mellan 25 och 500 meter, med de minsta gridrutorna längs med trafikerade vägar och intill stora punkt- och areautsläpp. Haltbidragen från källor utanför länen erhålls genom mätningar.

Airviro-OSPM

I tätbebyggda områden beskriver gaussmodellen halter av luftföroreningar i taknivå. För att beräkna halten nere i gaturum kompletteras därför gauss-beräkningarna med beräkningar med gaturumsmodellen Airviro-OSPM (Operational Street Pollution Model: <http://envs.au.dk/en/knowledge/air/models/ospm/>).

I smala gaturum kan halterna av föroreningar variera stort från ena sidan till den andra. Detta beror på virvelbildningar från de omkringliggande husen. Gaturummens utformning har stor betydelse för ventilation och utspädning av luftföroreningar. Smala gator är sämre än breda och gator med hög bebyggelse är sämre än gator med låg eller ingen bebyggelse. Just bebyggelsefaktorn, dvs. om gaturummet är slutet samt dess dimensioner, spelar stor roll för gatuventilationen och därmed för haltnivåerna. OSPM-modellen användas för att beräkna halterna vid enkelsidig eller dubbelsidig bebyggelse (SMHI rapport 2005-37).

CFD-modeller

CFD-modeller (CFD=Computational Fluid Dynamics) är avancerade modellverktyg som kan användas för att detaljerat beräkna luftföroreningshalter i miljöer med komplicerad geometri som t.ex. stadsbebyggelse, vägbroar eller tunnelmynningar. Modellen kan liknas vid en numerisk vindtunnel som tar hänsyn till det turbulenta flödet av luft kring enskilda byggnadsstrukturer. Tekniken har länge använts vid aerodynamisk utformning av bilar och flygplan, samt inom en rad andra industrietillämpningar. CFD-beräkningar används av SLB-analys som ett komplement till mer traditionella modellberäkningar, såsom t.ex. gaussmodeller, i de fall då geometrin hos bebyggelsen bedöms påverka halterna av luftföroreningar på ett sätt som enklare modeller inte till fullo kan ta hänsyn till.

CFD beräkningar utförs av SLB-analys med hjälp av modellerna MISKAM (Mikroskaliges Strömungs- und AubreitungsModell, <http://www.lohmeyer.de/en/node/195>) och OpenFOAM (Open source Field Operation And Manipulation, www.openfoam.com).

CFD-beräkningar utförs vanligtvis för ett begränsat område, men med mycket hög upplösning. Avståndet mellan två beräkningsrutor är typiskt 1-2 meter vilket gör att det går att fånga spridningen av luftföroreningar med hög detaljrikedom, och dessutom hur denna spridning påverkas av den turbulens som skapas av omgivningens beskaffenhet. I konstruerande av beräkningsdomän, val av numerisk metod, val av upplösning och utsträckning, följer SLB-analys så kallade ”Best Practice Guidelines” för högupplösta flödesberäkningar i urban miljö (Blocken m fl., 2015).

Hantering av indata till beräkningsmodellerna (QA)

Indata till modellberäkningar utgörs av emissionsdatabaser omfattande Luftvårdsförbundets verksamhetsområde. Databaserna innehåller detaljerade data som möjliggör beräkningar av utsläpp och halter från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten.

Inom Luftvårdsförbundets geografiska område är vägtrafiken den största källan till luftföroreningar. Trafikflöden, hastighet och andel tung trafik på det statliga vägnätet uppdateras årligen baserat på den nationella vägdaten. Uppgifter om kommunala vägar läggs in av SLB-analys och bygger på uppgifter från enskilda medlemskommuner. Fordonsparkens sammansättning vad gäller olika fordonstyper och bränslen bygger på fordonsdata från vägtrafikregistret och registreringar som görs vid betalstationerna för trängselskatt i Stockholm. Vägtrafikens utsläpp av olika luftföroreningar är beskrivna med emissionsfaktorer för olika fordons- och vägtyper enligt HBEFA-modellen. Emissionsfaktorer för slitagepartiklar utifrån olika dubbdäcksandelar baseras på NORTRIP-modellen. Andelen dubbdäck baseras på manuella räkningar och underlag från Trafikverket.

Energianläggningar, panncentraler och industrier är inlagda som koordinatsatta punktkällor med uppgifter om skorstenshöjder, rökgashastigheter, rökgastemperaturer mm. Utsläppen baseras på årlig miljörapportering av antingen förbrukad mängd bränsle eller verkligt utsläpp av t ex NO_x, PM10 och SO₂. Dessa källor uppdateras årligen av en person från varje medlemskommun. Utsläpp från sjöfarten baseras på Shipair, en emissionsmodell utvecklad av SMHI, som tar hänsyn till fartygsrörelser och använder data från fartygsregistret om fartygsklass, motortyp, ålder mm. Utsläpp från trivseledning i form av t ex pelletspannor samt hushållens uppvärmning i form av vedpannor och oljepannor baseras på kommunal årlig statistik över bränsleförbrukning från Statistiska centralbyrån (SCB).

Utöver uppdatering av källornas utsläpp så uppdaterar SLB-analys kontinuerligt även underordnade databaser såsom emissionsfaktorer m m.

Omfattande kvalitetskontroller av emissionsdatabaserna utförs efter varje årlig uppdatering. Kvalitetskontrollen består i att jämföra utsläpp med tidigare inrapporterade data, säkerställa att statistiska data såsom skorstensinformation finns med. Säkerställa att korrekta kopplingar till underordnade databaser utförts. Slutligen genomförs även haltberäkningar för att se om emissionsdatabasen genererar rimliga haltvärd. Därefter fastställs ny emissionsdatabas.

Kvalitetskontroll av beräkningsmodellerna (QC)

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. Systematiska fel uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna. Kvaliteten på indata är en annan parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången dvs. emissionsberäkningar, vind- och stabilitetsberäkningar samt spridningsberäkningar har modellberäkningarna jämförts med mätningar av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar på en rad platser (SLB-rapport 11:2017, SMHI Meteorologi nr 137).

Avvikelse mellan beräknade och uppmätta luftföroreningshalter används för att kalibrera modellen. De beräknade haltnivåerna korrigeras med en konstant faktor för att optimera överensstämmelsen med mätningarna. För att omvandla beräknade halter av NO_x till NO₂ används ett icke-linjärt statistiskt samband, NO₂ = f(NO_x). Detta förhållande baseras på mätningar från stationer i gatunivå och taknivå samt i regional bakgrundsmiljö under den senaste femårsperioden. Uppmätta halter av PM10 och NO₂ de senaste fem åren används även till att omvandla beräknade årsmedelhalter till percentiler av dygnsmedelvärden.

Enligt Naturvårdsverkets ”Föreskrifter om kontroll av luftkvalitet” (2016:9) ska avvikelsen i beräknade årsmedelvärden för NO₂ vara mindre än 30 % och för dygnsmedelvärden ska den vara mindre än 50 %. För PM10 ska avvikelsen vara mindre än 50 % för årsmedelvärden (krav för dygnsmedelvärden saknas).

I SLB-rapport 11:2017 visade jämförelsen mellan beräknade och uppmätta halter att kvalitetskraven på beräkningar enligt Naturvårdsverkets ”Föreskrifter om kontroll av luftkvalitet” (2016:9) uppfylls med god marginal. För beräknade gaturumshalter av NO₂ var den genomsnittliga avvikelsen om man inkluderar alla mätvärden mindre än 1 % och den högsta avvikelsen för en enskild mätstation 12 %. För PM10 var den genomsnittliga avvikelsen mycket mindre än 1 % och den maximala avvikelsen för en enskild mätstation 19 %. För urbana bakgrundshalter av NO₂ var den genomsnittliga avvikelsen 11 % och för dygns- respektive timmedelvärden var den genomsnittliga avvikelsen 8,5 % och 8,6 %. För PM10 var den genomsnittliga avvikelsen om man inkluderar alla mätvärden 5,7 % för årsmedelvärden och 7,8 % för dygnsmedelvärden.

EU:s expertgrupp för modellberäkningar, FAIRMODE, arbetar med integrering och kvalitetssäkring av mätningar, emissioner och modellering <https://fairmode.jrc.ec.europa.eu/>. SLB-analys har deltagit i FAIRMODE:s arbete sedan 2014. SLB-analys har bl a bidragit med arbete kring kvalitetssäkring av emissionsinventeringar på urban nivå och metoder för att uppskatta representativiteten för mätstationer (Kracht m fl., 2017). 2017 startade en ny aktivitet inom FAIRMODE där olika pilotstäder/regioner deltar för att testa och utvärdera samtliga verktyg som har utvecklats inom FAIRMODE (modeller, emissioner, källfördelning samt planering). SLB-analys deltar och representerar Stockholmsregionen. För att validera modellberäkningar mot mätdata har FAIRMODE utvecklat DELTA-verktyget. Inom ramen för pilotprojektet har SLB-analys använt DELTA för att validera modellberäkningar med Airviro-Gauss och Airviro-OSPM mot uppmätta halter vid bakgrunds-respektive gaturumsstationer i Stockholm. Modellresultaten visade godkända resultat med avseende på de prestandakriterier som är uppsatta i verktyget (Pisoni m fl., 2019).

Uppfyllande av kvalitetsmål (QC)

Mätdata

Genom de kontinuerliga kontroller som utförs enligt kvalitetssäkringsprogrammet och kvalitetskontrollen klarar SLB-analys att uppfylla de krav som ställs i Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet enligt bilaga 1 i NFS 2016:9. Kvalitetsmål för data och modellberäkningar.

I de fall datafångsten inte uppfyller fastställda krav är det yttre omständigheter som har påverkat mätningen som SLB-analys oftast inte har rådighet över, t ex vandalism, strömavbrott, renoveringsarbeten/gatuarbeten mm.

Modellberäkningar

Jämförelser mellan modellberäkningarna och mätningarna visar att beräknade halter av NO₂ och PM10 gott och väl uppfyller kraven på överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade halter enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet (NFS 2016:9). De genomsnittliga avvikelserna efter justeringar både för beräknade halter av PM10 och NO₂ är mindre än 10 % från uppmätta halter (SLB-rapport 11.2017).

Referenser

1. Airviro Dispersion, <http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>
2. Airviro, <https://www.airviro.com/airviro/>
3. Blocken m fl. Computational Fluid Dynamics for urban physics. *Building and Environment*, 91, 2015.
4. Danard, M. A simple model for mesoscale effects of surface winds, *Mon. Wea. Rev.*, 105, 572-580, 1977.
5. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., och Omstedt, G. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 1: Road dust loading and suspension modelling. *Atmospheric Environment* 77:283-300, 2013.
6. Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzler, K., Norman, M., Kupiainen, K., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Kauhaniemi, M., och Omstedt, G. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: Surface moisture and salt impact modelling. *Atmospheric Environment* 81:485-503, 2013.
7. HBEFA-modellen, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
8. Hopke m fl. Characterization of the Gent Stacked Filter Unit PM10 Sampler. *Aerosol Sci. Technol.*, 27, 726-735, 1997.
9. Kracht and m fl. Spatial Representativeness of Air Quality Monitoring Sites. Outcomes of the FAIRMODE/AQUILA Intercomparison Exercise. JRC Technical reports. 2017.
10. Luftguiden 2019:1, Naturvårdsverket. Luftguiden. Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft. Version 4.
11. MISKAM, <http://www.lohmeyer.de/en/node/195>
12. NFS 2016:9, Naturvårdsverkets författningssamling. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av luftkvalitet.
13. Openfoam, <https://www.openfoam.com/>
14. Operational Street Pollution Model (OSPM): <http://envs.au.dk/en/knowledge/air/models/ospm/>
15. Pisoni m fl. Supporting the improvement of air quality management practices the "FAIRMODE pilot" activity. *Journal of Environmental Management*, 245, pp 122-130, Sept 2019.
16. Referenslaboratoriet för tätortsluft – Mätningar. Institutionen för miljövetenskap och analytisk kemi – Atmosfärvetenskap Stockholms Universitet, 10691 Stockholm.
17. REF-M rapport 2017:1. Löpande kontroll av likvärdiga partikelinstrument. Mätprogram 2014-2015.

18. SFS 2010:477, Svensk författningssamling, Luftkvalitetförordningen 2010:477.
19. SLB-rapport 11:2017. Luftkvalitetsberäkningar för kontroll av miljökvalitetsnormer – Modeller, emissionsdata, osäkerheter och jämförelser med mätningar.
20. SMHI rapport 2005-37. SIMAIR: Modell för beräkning av luftkvalitet i vägars närområde.
21. SMHI, Meteorologi nr 137, 2009. Andersson, S., och Omstedt, G., Validering av SIMAIR mot mätningar av PM10, NO₂ och bensen. Utvärdering för svenska tätorter och trafikmiljöer avseende år 2004 och 2005.
22. SS-EN 12341:2014, Svensk standard, Utomhusluft – Standardmetod för gravimetrisk bestämning av masskoncentrationen av PM10- eller PM2,5-fraktionen av svävande stoft i luft.
23. SS-EN 14211:2012, Svensk standard, Utomhusluft – Standardmetod för mätning av koncentrationen av kvävedioxid och kvävemoxid med kemiluminescens.
24. SS-EN 14625:2005, Svensk standard, Utomhusluft – Standardmetod för mätning av koncentrationen av ozon med ultraviolet fotometri
25. SS-EN 14626:2005, Svensk standard, Utomhusluft - Standardmetod för mätning av koncentrationen av kolmonoxid med icke-dispersiv infraröd spektroskopi.

SLB-analys, Miljöförvaltningen i Stockholm.
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.
Box 8136, 104 20 Stockholm.
www.slb.nu

