

Programområde: **Luft**
Skog

Undersökningstyp: **Deposition till skog**

Författare: Se avsnittet ”Författare och övriga kontaktpersoner”.

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Målet med denna undersökningstyp är att kvantifiera depositionen av olika ämnen till skogsmark för regional, nationell och internationell jämförelse samt att följa utvecklingen över tiden. Undersökningstypen kan även beskriva variationen i deposition mellan olika naturtyper och höjdlägen inom en region, samt ge underlag för kalibrering och validering av beräkningsmodeller. Den kan användas både för att beräkna deposition i specifika provytor (t.ex. permanenta skogsytor) och för hela avrinningsområden. Undersökningstypen utgör en del av den miljöövervakning som syftar till att beskriva effekter av luftföroreningar på skogsmarkens syra/bas-status, näringstillstånd, produktionsförmåga samt biologiska mångfald (till exempel Skogsvårds-organisationens miljöövervakning på skogliga observationsytor, ICP Forest 1998 och ICP IM 1998).

Deposition av svavel och kväve är den viktigaste orsaken till att delar av Sveriges skogar, fjällområden och sjöar är försurade. Enligt miljömålet *Bara naturlig försurning* ska miljöeffekterna av nedfall inte få överskrida gränsen för vad mark och vatten tål av försurande ämnen. Resultat från undersökningstypen kan därför användas som ett mått på om nationella och internationella utsläppsstrategier har effekt i form av minskade mängder nedfall av svavel- och kväveföreningar.

Övergödning av mark och vatten orsakas av höga halter av kväve- och fosforföreningar. I Sverige kommer cirka 80 procent av det luftburna kvävet från utländska källor, varifrån föroreningarna har transporterats med vindar till Sverige. Resultat från undersökningstypen kan även användas för att utvärdera om miljömålet *Ingen övergödning* uppnås, alltså om utsläppen av bland andra olika kväveföreningar minskar.

Samordning

Regionalt finansierade krondroppsmätningar (främst genom luftvårdsförbund och länsstyrelser) är samordnade över landet så att ett enhetligt program har skapats. I dag utgör det ett s.k. Gemensamt delprogram. Detta är samordnat med det nationella delprogrammet om Krondroppsmätningar (programområde Luft) och internationell miljöövervakning inom ICP-Forest. Mätningarna är även samordnade med Skogsvårdsorganisationens miljöövervakning

på skogliga observationsytor, där kontinuerlig övervakning av skogliga parametrar utförs. Dessutom har mätprogrammet kompletterats med modellberäkningar.

Ytterligare samordningar inom landet skulle kunna göras med områden för delprogrammet *Integrerad övervakning* inom programområde *Skog* och delprogrammet *Försurande och övergödande ämnen i luft och nederbörd* inom programområde *Luft* (undersökningstyp "Nederbörds kemi, månadsmedelvärden").

Strategi

Denna undersökningstyp beskriver främst krondroppsmätningar som metod att kvantifiera depositionen till skog i en provyta eller på beståndsnivå. Krondroppsmätningar bör alltid kompletteras med mätningar av nederbörd på öppet fält (se undersökningstyp "Nederbörds kemi, dygnsmedelvärden") eller modellberäknad våtdeposition samt i vissa fall med mätningar av halter i luft (se undersökningstyp "Föroreningar i luft, månadsmedelvärden med diffusionsprovtagare" resp. "Föroreningar i luft, dygnsmedelvärden"). Se även delprogram *Försurande och övergödande ämnen i luft och nederbörd*.

Strategin bygger på relativt många lokaler med extensiva mätningar för att, till en rimlig kostnad, visa nivåer avseende belastning av svavel och kväve till skog i bakgrundsmiljö i olika delar av Sverige. Med ökad ambitionsnivå kan man studera hur mycket större belastningen blir på mer utsatta lokaler. Som exempel kan nämnas tätortsnära bestånd, kustnära platser i områden med skogsdungar i jordbrukslandskap eller granskog i sydvästsluttningar i södra Sverige, där belastningen kan förväntas vara större än i bakgrundsmiljö på plan mark. Erhållna data används bland annat i samband med uppföljning av miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*. Strategin har också omfattat samordning både inom och utanför Sveriges gränser. Likartade mätningar, med årlig rapportering för hela Europa, görs inom ICP-Forest (bl.a. de Vries et. al., 2003).

Undersökningstypen bygger på uppskattning av deposition genom analyser av krondropp. Trädkronorna fungerar som provtagare som filtrerar torra partiklar, gaser och dimma från luften. Föroreningarna sköljs sedan ner av nederbörden och samlas upp i insamlare på marken. Den totala depositionen till skog kan delas in i våtdeposition och torrdeposition. Med våtdeposition menas ämnen som deponeras med nederbörden. Våtdepositionen mäts genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält. Med torrdeposition menas direkt deposition av partiklar samt gaser till vegetation och andra ytor. Utöver våt- och torrdeposition deponeras även dimma. Summan av våt-, torr- och dimdeposition till skogsmarken kan mätas genom undersökning av nederbördens mängd och kemiska sammansättning, efter att den passerat trädkronorna (krondropp). Krondroppet är påverkat av trädens interna cirkulation av olika ämnen. För att kvantifiera den totala depositionen av ett ämne på ett bra sätt fordras antingen att upptag och läckage kan kvantifieras alternativt att ämnet ej påverkas av biologiska processer i trädkronan. Trots den nackdel som upptag och läckage av vissa ämnen ger vid mätning av totaldeposition är krondroppsmetoden det enda realistiska alternativet för rutinbruk i varierande skogstyper (Lövblad m.fl. 1993). Krondropp som mätmetod för att kvantifiera depositionen tillämpas i första hand i permanenta skogsytor på vanligtvis 30×30 m² eller i ett avrinningsområde.

För svavel och havssalter, som inte interncirkuleras i trädkronan, ger krondroppsmätningarna en god bild av den totala depositionen. Andelen torrdeposition för svavel, natrium och klorid ger även en indikation på storleken av den totala depositionen av andra ämnen. Det finns flera

utvecklade metoder för att uppskatta totaldepositionen av baskatjoner (Ca^{2+} , Mg^{2+} och K^{+}) samt vätejoner med utgångspunkt från mätningar på öppet fält och krondroppsmätningar (bl.a. Westling m.fl. 1995, Ferm m.fl, 2003). Det är även möjligt att beräkna torrdepositionen av baskatjoner och kväve med hjälp av speciella undersökningar (se undersökningstypen ”Torrdeposition med strängprovtagare, månadsmedelvärden”).

Trädens kväveupptag i kronan gör att den totala depositionen av kväve till skogsekosystemen ej går att med tillräcklig noggrannhet uppskatta med krondroppundersökningar, med undantag för mycket hårt belastade lokaler där upptaget i kronan blir en liten del av totala kväveflödet. Jämförelser mellan nedfallet på öppet fält och i krondropp ger dock en bild av kvävebelastningen i beståndet. Ett alternativt sätt att uppskatta totaldepositionen av kväve är att använda mesoskaliga modellberäkningar (Sverigemodellen). Det behövs ytterligare metodutveckling för att klarlägga den totala depositionen av kväve till skogsekosystemen.

Beräknad totaldeposition till skog

Alternativet till krondroppsmätningar för att kvantifiera deposition till skog på en bestämd plats är att kombinera beräkningsmodeller med omfattande mätningar av halter i luft av olika komponenter på många platser inne i skogsbeståndet tillsammans med mikrometeorologiska undersökningar. Denna metodik kräver stora arbetsinsatser och är förknippad med stora investeringar. Hittills har den därför endast tillämpats inom vissa forskningsprojekt.

Miljöövervakningen kan i många fall ställas inför en valsituation mellan mer omfattande mätningar eller utveckling av modeller för beräkning av föroreningsnivå, transport och deposition. Resultatmässigt är den bästa lösningen ofta en kombination av mätningar och modellberäkningar. Beräkningarna bör i ett inledningsskede baseras på underlag från ett mer omfattande mätprogram, eftersom modellberäkningar behöver valideras med hjälp av mätresultat. En väl fungerande modell kan sedan generalisera mätresultaten och ge kunskap om föroreningssituationen över större områden än vad som är genomförbart med enbart mätningar.

Statistiska aspekter

Krondroppsmätningarna innebär att provinsamlingen sker kontinuerligt under en månad. Månadsprover ger normalt tillräcklig information för att variationen under och mellan år ska kunna beskrivas. I speciella fall kan det vara motiverat med tätare provtagning än månadsvis, men detta ökar kostnaderna kraftigt. För att kunna utläsa trender eller säkerställa bestående förändringar i depositionen till skog måste mätningarna vara långsiktiga (> 10 år), eftersom den naturliga mellanårsvariationen kan vara stor. Vid trendberäkningar av depositionens tidsutveckling måste även hänsyn tas till att skogsbestånden växer till och förändras på annat sätt.

Långsiktiga mätningar av depositionsutvecklingen i skogsbestånd som ingår i ett nationellt eller regionalt nät, där likartade bestånd ska jämföras, kräver tillgång till lokaler som inte förändras, utöver naturlig tillväxt. Mycket långa mätserier i skog (> 15 år) kräver i många fall att det sker ett byte av mätplats. Om syftet med depositions-mätningen enbart är att ge platsspecifika data på tillförseln av olika ämnen till en skogsyta eller ett avrinningsområde kan större förändringar av mätplatsen tolereras. Om en depositions-mätning i ett bestånd ska vara representativ för bakgrundsbelastningen i ett större område (med likartad skog) är det viktigt att lokalen inte är lokalt påverkad eller exponerad på ett onormalt sätt. Depositionsmätningar till skog kan naturligtvis även användas för att spegla speciella förhållanden som

inte är typiska för en hel region, men trots det angelägna att övervaka, exempelvis hur stor belastningen är till ett bestånd i en exponerad sydvästsluttning eller i närheten av större föroreningskälla.

Om syftet är att få ett representativt mått på depositionen i en permanent skogsyta av normal storlek bör minst 10 insamlare användas. Behovet av insamlare i ett avrinningsområde varierar starkt, beroende på områdets storlek och karaktär. I avrinningsområden kan det vara nödvändigt att under en kortare tid mäta på många platser för att beräkna vad som är minsta antalet insamlare för att uppnå en viss precision i mätningarna. Vid en sådan mätning kan analysprogrammet vara litet, till exempel konduktivitet och kalium.

Den optimala utformningen och storleken (diameter på öppningen) på insamlarna är inte utredd i detalj. Det finns dock en omfattande praktisk erfarenhet från tidigare mätningar med relativt standardiserad utrustning (Westling m.fl., 1992, Lövblad m.fl., 1994). Storleken på uppsamlingsytan måste vara tillräckligt stor för att ge analyserbara vätskemängder under de flesta perioder. Vid månadsprovtagning är detta oftast inget problem. Samlarna på öppet fält bör vara aerodynamiskt utformade för att störa vindrörelserna så lite som möjligt, och dessutom störa lika i alla riktningar. Det är denna utrustning som beskrivs i metodavsnittet och det är viktigt att framtida val av utrustning inte avviker kraftigt från den beskrivningen, om inte skillnaden kan dokumenteras tydligt. Den utrustning och de metoder som används inom den nationella och regionala miljöövervakningen har gett goda resultat i en internationell interkalibrering där utrustning från 20 olika länder har jämförts (Draaijers et al., 2001).

Plats/stationsval

När syftet är att belysa bakgrundsbelastningen i ett område ska lokalen bestå av ett homogent bestånd (exempelvis mogen granskog) med en marktyp som inte avviker från det normala i området. Den ska ligga på tillräckligt avstånd för att undvika lokal påverkan från industrier, tätorter, stora vägar eller andra föroreningskällor. Beståndet ska i allmänhet vara representativt för normalt brukad skogsmark. För de kompletterande nederbördskemiska mätningarna på öppet fält gäller att de bör göras inom 1 km radie från krondroppsmätningarna. I övrigt gäller samma strategi som för undersökningstyp ”Nederbörds kemi, månadsmedelvärden”.

Mätprogram

Variabler

Provtagning av nederbörd och kron dropp görs kontinuerligt under månaden med byte i anslutning till månadsskifte och med parameterlista enligt nedanstående tabell.

Område	Företeelse	Deter- minand (Mät- variabel)	Metod- moment	Enhet	Prioritet	Frekve- ns och tid- punkter	Referens till prov- tagnings- metodik	Referens till analys- metod
Lokal i skog resp. lokal på öppet fält	Provtagnings- tillfälle	Datum (Startdatum, Slutdatum)						
	Kron dropp, Nederbörd	Kron dropps- mängd Nederbörds- mängd	Ofiltrerat	mm	1	Månad	1	-
	Kron dropp, Nederbörd	SO ₄ -S-halt Sulfat som svavel, halt	Filtrerat	kg/ha	1	Månad	1	8
	Kron dropp, Nederbörd	NO ₃ -N-halt Nitrat som kväve, halt	Filtrerat	kg/ha	1	Månad	1	8
	Kron dropp, Nederbörd	NH ₄ -N-halt Ammonium som kväve, halt	Filtrerat, konserverat	kg/ha	1	Månad	1	3
	Kron dropp, Nederbörd	Kvävehalt, Kjeldahl	Filtrerat, konserverat	kg/ha	1	Månad	1	7
	Kron dropp, Nederbörd	DOC-halt Löst organiskt kol	Filtrerat, konserverat	kg/ha	2	Månad	1	9
	Kron dropp, Nederbörd	Cl-halt Kloridhalt	Filtrerat	kg/ha	1	Månad	1	8
	Kron dropp, Nederbörd	Na-halt Natriumhalt	Filtrerat	kg/ha	1	Månad	1	6
	Kron dropp, Nederbörd	K-halt Kaliumhalt	Filtrerat	kg/ha	1	Månad	1	6
	Kron dropp, Nederbörd	Ca-halt Kalciumhalt	Filtrerat	kg/ha	1	Månad	1	6
	Kron dropp, Nederbörd	Mg-halt Magnesium- halt	Filtrerat	kg/ha	1	Månad	1	6
	Kron dropp, Nederbörd	Mn-halt Manganhalt	Filtrerat	kg/ha	2	Månad	1	6
	Kron dropp, Nederbörd	pH	Ofiltrerat		1	Månad	1	2
	Kron dropp, Nederbörd	Alkalinitet	Ofiltrerat	mekv/l	1, (pH>5,4)	Månad	1	4
Kron dropp, Nederbörd	Konduktivitet	Ofiltrerat	mS/m	1	Månad	1	5	

Nedfallet av svavel och kväve används som rena indikatorer inom miljömålsuppföljningen och nedfallet av baskatjoner ger viktig information bland annat i samband med bedömning av kritisk belastning. När det gäller totalt organiskt kol är lokal påverkan och regional variation

mindre än för många övriga komponenter och behöver därför inte mätas på lika stort antal platser.

Fosfor kan för närvarande inte rekommenderas som variabel i krondropp insamlad enligt denna metodbeskrivning, eftersom det ställer krav på syradiskad provtagningsutrustning samt att proverna konserveras i insamlingskärlet. Fosfor kan däremot analyseras på prover avsedda för analys av tungmetaller. Även undersökning av tungmetaller och persistenta organiska ämnen i krondropp kräver modifiering av provtagningsutrustningen, samt i många fall dubblade insamlare.

I vissa skogstyper, speciellt bokskog och tallskog leder grenverket ner en viss del av nederbörden till stammen, stamavrinning. Om totaldepositionen ska mätas med hög precision i denna typ av bestånd bör krondroppsmätningen kombineras med mätning av stamavrinning. Metoder för detta beskrivs i manualen för de positionsmätningar på skogsytor (level 2) inom ICP Forest-programmet (1998), Draaijers et al., 2001 samt i Lövblad & Westling (1989). Speciella undersökningar för att mäta depositionen av baskatjoner till skog kan ske med hjälp av inerta substrat, som består av tunna trådar som ska efterlikna barrträd, placerade i trädkronan (Ferm m.fl., 2003).

Frekvens och tidpunkter

Prover samlas in kontinuerligt för månatlig provtagning i anslutning till månadsskifte (samordnat så samtliga prover i en region tas samma dag). Med hänsyn till situationen i Sverige med förhållandevis sur nederbörd, kylig väderlek och lite solljus har det generellt sett inte bedömts motiverat med tätare provtagningsfrekvens.

Observations/provtagningsmetodik

Permanent skogsyta

Normalt används tio trattförsedda (tratt diameter 140-160 mm) dunkar (2-5 l, beroende på nederbördsmängd) per skogsyta. Mellan tratt och dunk finns ett nät eller filter som hindrar fallförna och insekter att ramla ned i provet. De tio delproven från ytan slås normalt samman till ett samlingsprov. Misstänkt förorenade prov (av fåglar etc.) blandas inte in i samlingsprovet. Under vinterperioden ersätts dunkar och trattar av koniska hinkar (diameter 200-210 mm, volym 5-15 l, beroende på nederbördsmängd). Vid provtagning under vinterförhållanden måste all insamlad snö och is tinas före vidare provhantering. Provinsamlarna placeras på förutbestämda avstånd längs 2 av ytans sidor. Det innebär även att insamlarna blir placerade slumpmässigt på olika avstånd från trädstammarna. Att kvantifiera depositionen under ett enskilt träd kräver att insamlarna placeras på ett för trädkronan representativt sätt. Denna specialmätning har ett begränsat användningsområde, men kan vara intressant vid studier av till exempel skador på enskilda träd.

För att minska inverkan av fältskikt och snödrev är krondroppsinsamlarna placerade på stolpar, 0,5 m ovan mark. I områden med stora snödjup kan det vara nödvändigt att använda högre stolpar. För att minimera ljusinstrålningen till provet är samtliga dunkar försedda med aluminiumfolie som dessutom reflekterar solstrålarna och håller temperaturen i proverna nere. Lämpligt material i trattar, dunkar och hinkar är polyeten. För att undvika diskning av insamlarna invändigt efter provuttag är det lämpligt att sätta i en lagom stor plastpåse (hög renhet, påsar avsedda för livsmedel) i dunkar och hinkar. Påsarna byts vid varje provtagning. Generellt är det viktigt att undvika kontaminering så långt möjligt, framför allt genom att

undvika att beröra de delar av insamlarna som kommer i kontakt med krondroppet. Om utrustningen blir kontaminerad måste den rengöras med avjoniserat vatten.

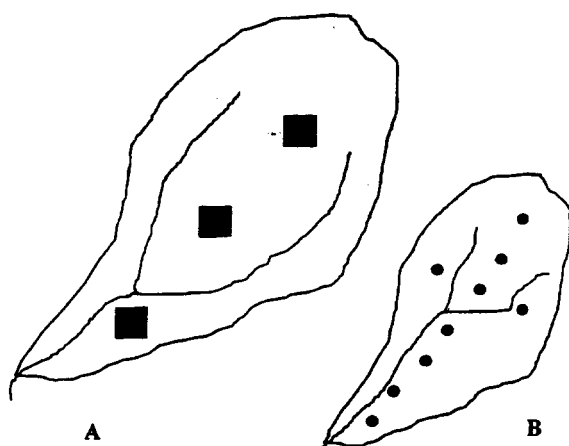
Nedfallsinsamlarna på öppet fält och i skogsytan töms normalt en gång i månaden. Om kortare provtagningsintervall än en månad tillämpas påverkar inte det rutinerna för insamlingen. Exponeringstid, antal trattar, trattaradie och volym noteras. Även eventuella störningar i provtagningen noteras.

Proverna transporteras snabbast möjligt till laboratorium för att minimera effekten av eventuella förändringar som kan äga rum i flaskan. Förvaring av prover ska ske mörkt och kallt. Månatlig provtagning ska ske i månadsskiftet och på samma datum i hela eller delar av landet. Provtagning i ett län bör ej sträckas ut mer än två dagar.

Avrinningsområden

För depositions-mätningar i avrinningsområden används samma typ av utrustning och provtagningsförfarande som i permanenta skogsytor. I stora avrinningsområden (>500 hektar) med varierande skogstyper bör depositions-mätningarna ske i utvalda typytor som representerar områdets olika skogsbestånd och topografi (typ A i figur 1 nedan). Mätningarna i typytor sker på samma sätt som i permanenta skogsytor. Sammanhållning av prov från insamlarna sker endast inom typytan, aldrig mellan ytorna. I små avrinningsområden (<500 hektar) där skogen är relativt homogen kan insamlarna placeras ut i hela området så att de representerar olika förhållanden (typ B i figur 1 nedan). Mest praktiskt är att placera insamlarna regelbundet på en eller flera linjer genom hela området. Linjerna måste dras så att insamlarna efter utplacering ytmässigt representerar de dominerande skogstyperna inom området. I vilken utsträckning prover från insamlarna på linjer i ett avrinningsområde kan hållas ihop till samlingsprov kan inte anges generellt, utan det beror på behovet av detaljerad information samt områdets karaktär.

Sammanhållning av många prov från ett stort område innebär alltid en risk för bortfall av data efter den kemiska analysen, då kontaminerade prover kan bli inblandade. Bortfall från en typyta bland flera andra är mindre allvarligt än bortfall från ett helt avrinningsområde med endast ett samlingsprov från linjer genom området.



Figur 1. Principskiss på depositions-mätningar i ett stort (A), respektive litet (B) avrinningsområde.

Märkning av prover

Provflaskor bör märkas med länsbokstav, nummer på lokalen, kod för typ av prov samt datum. Den exakta utformningen av märkningen bör ske i samråd med en datavärd för att undvika förväxlingar och försvårad bearbetning av data.

Utrustningslista

Se ovan under avsnitt ”Permanent skogsyta”.

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Använd analysmetodik framgår av tabell 1. För mer utförlig beskrivning av analysmetoderna hänvisas till 1-9 i Metodreferenslistan.

Fältprotokoll

Utformningen av fältprotokoll kan variera men bör omfatta stationsnamn, provbeteckning, provtagningsperiod, provtagningsutrustning (inklusive insamlarnas diameter), antal delprov och insamlad provvolym, vem som utfört provtagningen, rapportering av avvikelser, behov av ny utrustning m.m.

Bakgrundsinformation

På ett fåtal lokaler finns automatisk registrering avseende nederbörd, temperatur, vindriktning och vindhastighet. Inga ytterligare meteorologiska mätningar med undantag för insamlarnas volymsuppgifter planeras inom undersökningstypen. Data på temperatur, nederbörd, vindriktningar och vindhastigheter kan inhämtas från SMHI:s stationer i samband med utvärdering och rapportering, alternativt modellberäknad våtdeposition. Specialundersökningar kan medföra behov av särskilda meteorologiska mätningar.

För att kvantifiera betydelsen av skogens karaktär för depositionen, eller konstatera att skogsytor är jämförbara, krävs detaljerade beskrivningar av beståndsegenskaper. Skogliga data undersöks inom Skogsvårdsorganisationens miljöövervakning på skogliga observationsytor.

Kvalitetssäkring

Depositionsdata ska vara av god kvalitet, avseende hela kedjan från planering av program till rapportering och utvärdering. Detta innebär att de ska vara framtagna med väl utprovade och dokumenterade metoder för provtagning och analys.

Kvalitetssäkringen omfattar:

- urval av mätstationer
- val och installation av mätutrustning
- utarbetning av manualer och provtagningsschema samt utbildning av provtagare
- märkning av prover
- analyser, analys av referenssubstanser
- interkalibreringar
- datavalidering (se Databehandling)

Om flera laboratorier används för samma analys inom ett nationellt eller regionalt nät måste interkalibreringar utföras för att säkerställa jämförbarheten mellan laboratorierna. Alla analyser ska utföras av ackrediterade laboratorier.

En samordning bör ske med det nationella programmets analysmetoder och laboratorier för att underlätta jämförbarheten. Metoder som anges i undersökningstypen alternativt likvärdig metod ska användas. Ansvar för kvalitetskontrollen med avseende på analyser ligger på utförande laboratorium. Analyser bör med jämna mellanrum bli föremål för interkalibreringar. Såväl analyser som provtagningsmetoder bör vara ackrediterade (SWEDAC).

Kvalitetskontrollen avseende provtagningen formaliseras genom överenskommelser mellan uppdragsgivaren och aktuella utförare.

Databehandling, datavärd

Valideringsrutiner ska ingå i datahanteringen. Via uppställda kriterier som kan visa på orimligheter i data, och som automatiskt ställs mot rådata, kan mätfel eller inmatningsfel upptäckas. Vid tveksamheter kan sparade prov behöva analyseras om för kontroll (endast vissa parametrar). Det krävs även en manuell genomgång av mätdata då jämförelser med andra mätstationer och andra variabler genomförs. Kriterier för felaktigt värde kan till exempel vara:

- stor avvikelse från långtidsmedelvärdet
- tidigare observerad samvariation med andra mätvariabler, alternativt mätstationer, upphör plötsligt
- anmärkningar i fältprotokollet
- obalans mellan uppmätta positiva och negativa joner
- obalans mellan uppmätta joner och jonstyrka

Om ett mätvärde är uppenbart felaktigt ska det strykas. För vidare utvärdering är det i allmänhet nödvändigt att uppskatta strukna eller saknade värden. Att data är uppskattade ska markeras i databasen. Kan vid kontroll av avvikande data inga felaktigheter konstateras, ska mätvärdet kvarstå, eventuellt med en kommentar i datalagringen och resultatredovisningen. Mindre-än-värden (<) kan avse detektionsgräns eller kvantifieringsgräns. Vid beräkningar där analysvärden med tillägget ”mindre än” förekommer, ersätts vanligen värdet med halva gränsen, förutsatt att antalet ”mindre än”-värden är litet. Att ersätta ”mindre än”-värden med 0 rekommenderas inte.

Månadsvisa resultat för ingående variabler, tillsammans med beskrivning av stationen samt information om vilka provtagnings- och analysmetoder som använts, lämnas årligen till datavärd (i de fall en överenskommelse har träffats om lagring hos datavärd).

Datavärden lagrar grunddata och bearbetade data för enkel distribution till användare. Kontroll av datamaterialets kvalitet ska göras innan man lämnar in data till datavärden, men en enklare rimlighetskontroll bör göras hos datavärden genom jämförelse med tidigare data.

Datavärd (2009):

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 5302

400 14 Göteborg

Tfn: 031- 725 62 00

Förfrågningar kan göras till e-post: datamanager@ivl.se

Rapportering, utvärdering

Data redovisas i kg/ha och år och visar variation i tid och rum samt skillnader mellan olika trädslag. Data kan användas för uppföljning av miljö kvalitetsmål och jämförelser med kritisk

belastning. För jämförelser med kritisk belastning av svavel ska antropogent svavel, det vill säga icke havssaltsrelaterat sulfatsvavel, användas. Med vissa intervall bör data jämföras med andra mätningar och modellberäkningar för att bedöma osäkerheter som kan vara viktiga. Data presenteras bland annat på Krondroppsnätets webbplats, <http://www.krondroppsnatet.ivl.se>

Kostnadsuppskattning

Beräknade kostnader 2009:

Provtagningsutrustningen för krondroppsmätningar i en skogsyta (10 insamlare), samt insamlare på öppet fält kostar ca 7 500 kr och en årlig servicekostnad på ca 2 000 kr. Till detta kommer kostnader för installation.

Årliga kostnader per station (en station omfattar nederbörd på öppet fält samt krondropp i en skogsyta, månatlig provtagning):

Provtagningskostnad	9 000-17 000 kr
Kemisk analys (24 prov)	20 000-25 000 kr
Kvalitetssäkring, bearbetning och redovisning av grunddata. (Databaslagring, utvärdering och presentation av resultat i rapporter och på webbplatser och jämförelse med andra data ingår inte i denna kostnadsberäkning.)	8 000-10 000 kr

Ovanstående kostnader kan påverkas av olika samordningsvinster inom samtliga moment av undersökningarna.

Övrigt

Långsiktiga mätningar av depositionsutvecklingen i skogsbestånd som ingår i ett nationellt eller regionalt nät, där likartade bestånd ska jämföras, kräver någon form av avtal med markägaren.

Jämförelser mellan olika perioder och olika delar av landet underlättas av att mätningarna utförs på samma sätt.

Jämförelser mellan uppmätta och modellberäknade värden kan på sikt motivera en revidering av undersökningstypen.

Författare och övriga kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Anna Jonsson (Luft)

Miljöövervakningsenheten

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tel: 08-698 16 27

E-post: anna.jonsson@naturvardsverket.se

Ola Inghe (Skog)
Miljöövervakningsenheten
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Tel: 08-698 15 71
E-post: ola.inghe@naturvardsverket.se

Författare samt Experter, IVL Svenska Miljöinstitutet:

Gunilla Pihl Karlsson
Tfn: 031-725 62 08
E-post: gunilla.pihl.karlsson@ivl.se

John Munthe
Tfn: 031-725 62 56
E-post: john.munthe@ivl.se

Sofie Hellsten
Tfn: 031-725 62 15
E-post: sofie.hellsten@ivl.se

Per Erik Karlsson
Tfn: 031-725 62 07
E-post: pererik.karlsson@ivl.se

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 5302
400 14 Göteborg

Referenser

Metodreferenslista

1. ICP-Forest 1998. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, - UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests
2. SS 028122. Vattenundersökningar – Bestämning av pH-värde hos vatten. – Stockholm : SIS, 1979 (Svensk standard)
3. FOSS Tecator AN 5221 2002-10-24. Baseras på SS-EN ISO 11732,1998 Vattenundersökningar - Bestämning av ammoniumkväve genom flödesanalys (CFA och FIA) och spektrometrisk detektion (ISO 11732:1997).
4. SS-EN ISO 9963-2. Vattenundersökningar – Bestämning av alkalinitet – Del 2: Bestämning av karbonatalkalinitet (ISO 9963-2:1994). – Stockholm : SIS, 1996 (Svensk standard)
5. SS-EN 27888. Vattenundersökningar – Bestämning av konduktivitet (ISO 7888:1985). – Stockholm : SIS, 1994 (Svensk standard)

6. SS-EN ISO 14911. Vattenundersökningar – Bestämning av lösta katjoner Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} och Ba^{2+} med jonkromatografi (ISO 14911:1998) . – Stockholm : SIS, 2000 (Svensk standard)
7. FOSS Tecator AN 5221 2002-10-24. Bestämning av Kjeldahlkvävekoncentrationer hos vatten. Analysmetoden baseras på SS EN ISO 11732:1997 och uppslutningen på SS-EN 25663 Vattenundersökningar – Bestämning av Kjeldahl-nitrogen – Uppslutning med selen (ISO 5663:1984) – Stockholm: SIS, 1994 (Svensk standard)
8. EPA method 300.0, Rev. 2.1. Inorganic anions by ion chromatography. *In: Methods for the Determination of Inorganic Substances in Environmental Samples (EPA/600/R-93/100)*, (PB94-120821)
9. SS 028199-1, 1990. Vattenundersökningar – Riktlinjer för bestämning av totalt organiskt kol (TOC) i vatten. (*Upphävd 1997*)

Rekommenderad litteratur

10. Bleeker, A., Draaijers, G., Van Der Veen, D., Erisman, J. W., Mols, H., Fonteijn, P. and Geusebroek, M. (2003). Field Intercomparison of Throughfall Measurements Performed Within the Framework of the Pan European Intensive Monitoring Program of EU/ICP Forest. *Environmental Pollution* 125:123-138.
11. Draaijers, G.P.J., Bleeker, A., van der Veen, D., Erisman, J.W., Möls, H., Fonteijn, P. och Geusenbroek, M. 2001. Field inter-comparison of throughfall, stemflow and precipitation measurements performed within the framework of the Pan European Intensive Monitoring Program of EU/ICP forests. TNO report R 2001/140.
12. Erisman, J.W., Möls, H., Fonteijn, P., Geusenbroek, M., Draaijers, G., Bleeker, A. och van der Veen, D. 2003. Field intercomparison of precipitation measurements performed within the framework of the Pan European Intensive Monitoring Program of EU/ICP Forest. *Environmental Pollution* 125, 139-155.
13. Ferm, M., Westling, O., Hultberg, H. 2003. Atmospheric deposition of base cations, nitrogen and sulphur in coniferous forests in Sweden - a test of a new surrogate surface. *Boreal Environment Research* 5: 197-207.
14. Hallgren Larsson, E., Svensson, A., Westling, O. 2003. Luftföroreningar i skogliga provtytor – Resultat till och med september 2002. IVL rapport. B 1521.
15. ICP Forest 1998. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, - UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests
16. ICP-IM, 1998. Manual for integrated monitoring. - UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. International Co-operative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Compiled by IM Programme Centre, Finnish Environment Institute, Helsinki. Finland.
17. Krondroppsnätets hemsida: <http://www.krondroppsnatet.ivl.se>
18. Lövblad G & Westling O. 1989. Methods for determination of atmospheric deposition. In: *Methods for integrated monitoring in the Nordic countries*, Nordiska Ministerrådets Miljörapport / Nordisk Ministerråd 1989:11; Nord 1989:68, s. 19-62.
19. Lövblad G., Hovmand M., Reissel A., Westling O., Aamlid D., Hyvärinen A. & Schaug J. 1994. Throughfall Monitoring in the Nordic Countries. IVL rapport. B 1132.
20. Lövblad G., Erisman J.W. & Fowler D.(eds.) 1993. *Models and Methods for the Quantification of Atmospheric Input to Ecosystems : an international workshop on the deposition of acidifying in*

Göteborg 3-6 November 1992. Nordiske Seminar og Arbejdsrapporter 1993:573. Nordiska Ministerrådet i Köpenhamn.

21. Uggla, E., Hallgren Larsson, E., Knulst, J. och Westling, O. 2003. Jämförelse mellan uppmätt och modellberäknad deposition av svavel och kväve i Sverige. IVL rapport. B 1530.
22. Vries, W. de, Reinds, G.J., Posch, M., Sanz, M.J., Krause, G.H.M., Calatayud, V., Renaud, J.P., Dupouey, J.L., Sterba, H., Vel, E.M., Dobbertin, M., Gundersen, P. och Voogd, J.C.H. 2003. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. Technical report 2003. EC - UN/ECE, Brussels, Geneva, 2003.
23. Westling O., Hallgren Larsson E., Sjögren K. & Lövblad G. 1992. Deposition och effekter av luftfororeningar i södra och mellersta Sverige. IVL rapport. B 1079
24. Westling O., Hultberg H. & Malm G. 1995. Total deposition and tree canopy internal circulation of nutrients in a strong acid deposition gradient in Sweden, as reflected by throughfall fluxes. In: Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems: proceedings from an CEC/IUFRO symposium, Halmstad, Sweden, June 1993. pp 639-647. Kluwer Academic Publishers.

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:1, 2005-01-27. Ändringar enligt ny mall från Naturvårdsverket samt uppdatering.

Version 1:2, 2010-03-30. Uppdatering.