

Undersökningstyp

(Manual för undersökning)

Deposition till skog

Version 1:4, 2020-10-16

Programområde: Programområde Luft, Skog
Handledning för miljöövervakning



Innehåll

Bakgrund och syfte med undersökningstypen	3
Samordning	3
Strategi	4
Statistiska aspekter	5
Plats/stationsval	5
Mätprogram	6
Variabler	6
Frekvens och tidpunkter	7
Observations/provtagningsmetodik	7
Permanent skogsyta	7
Avrinningsområden	8
Märkning av prover	9
Urustningslista	9
Tillvaratagande av prov, analysmetodik	9
Fältprotokoll	9
Kvalitetssäkring	9
Databehandling, datavärd	10
Rapportering, utvärdering	11
Tids- och kostnadsuppskattning	11
Fasta kostnader	11
Analyskostnader	11
Övrigt	12
Författare och kontaktpersoner	12
Referenser	13
Metodreferenslista	13
Rekommenderad litteratur	13
Uppdateringar, versionshantering	14
Bilaga 1. Fältprotokoll	15
Bilaga 2. Beräkning av havssaltskorrektion	16

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Målet med denna undersökningstyp är att kvantifiera depositionen (atmosfäriskt nedfall) av olika ämnen till skogsmark för regional, nationell och internationell jämförelse samt att följa utvecklingen över tiden. Undersökningstypen kan även beskriva den lokala 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 (Krondroppsnätet och IM).

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 användas för att utvärdera om miljömålet *Ingen övergödning* uppnås, alltså om utsläppen av bland andra olika kväveföreningar minskar. Detta sker genom att resultaten från undersökningstypen används för att ta fram indikatorn: *Nedfall av kväve till barrskog* inom miljömålet *Ingen övergödning* genom att beräkna totalt nedfall av oorganiskt kväve till barrskog. När det gäller kväve kan inte resultaten från krondroppsmätningar under trädkronorna användas rakt av för att beräkna det totala kvävenedfallet till barrskog, eftersom kvävet interncirkulerar i träden, utan dessa mätningar måste kombineras med mätningar av nederbörds kemi på öppet fält och med resultaten från strängprovtagare. För att beräkna totalt nedfall av oorganiskt kväve till barrskog används förutom mätningar av nedfall som krondropp även samtidiga mätningar av nedfall med nederbörden på öppet fält (se undersökningstyp ”Nederbörds kemi, månadsmedelvärden”) samt resultaten från strängprovtagning (se undersökningstypen ”Torrdeposition med strängprovtagare, månadsmedelvärden”).

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 och markanvändning inte få överskrida gränsen för vad mark och vatten tål av försurande ämnen. Resultat från undersökningstypen kan användas som ett mått på om nationella och internationella utsläppsstrategier har effekt i form av minskade mängder nedfall av svavel- och kväveföreningar.

Samordning

Regionalt finansierade krondroppsmätningar (främst genom luftvårdsförbund och länsstyrelser) är samordnade över landet så att ett enhetligt program har skapats. Idag utgör Krondroppsnätet ett s.k. Gemensamt delprogram. Detta är samordnat med det nationella delprogrammet om Krondroppsmätningar, Krondroppsnätet-NV (programområde Luft). Mätningarna är för de flesta lokaler även samordnade med Skogsstyrelsens tidigare skogliga observationsytor. Mätprogrammet inom

Krondropps nätet kan även kompletteras med modellberäkningar. Resultaten från mätningarna inom Krondropps nätet används för modellering bland annat med ekosystemmodeller, t.ex. ForSafe.

Strategi

Denna undersökningstyp beskriver främst krondroppsmätningar som metod att kvantifiera depositionen till skog i en provyta eller på beståndsnivå.

Krondroppsmätningar bör kompletteras med mätningar av nederbörds kemi på öppet fält (se undersökningstyp "Nederbörds kemi, månadsmedelvärden") samt i vissa fall med mätningar av halter i luft (se undersökningstyp "Föroreningar i luft, månadsmedelvärden med diffusionsprovtagare" resp. "Föroreningar i luft, dygnsmedelvärden") samt mätningar med strängprovtagning (se undersökningstypen "Torrdeposition med strängprovtagare, månadsmedelvärden").

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 och hur det varierar i olika regionala delar av Sverige. Med ytterligare fler lokaler kan man studera hur mycket större belastningen blir på mer utsatta lokaler. Som exempel kan nämnas tätortsnära bestånd, kustnära platser 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 omfattar också samordning både inom och utanför Sveriges gränser. Likartade mätningar, med årlig rapportering för hela UNECE-regionen inom ramen för Luftvårdskonventionens effektarbete, görs inom ICP-Forest (bl.a. ICP Forest, 2018). Data från Krondropps nätet rapporteras årligen till bland annat ICP-Forest.

Undersökningstypen bygger på uppskattning av deposition genom analyser av krondropp, nedfall med nederbörden till öppet fält samt resultat från strängprovtagare, beroende på ämne. 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 nederbörds kemiska 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 (s.k. krondropp). Krondroppet är påverkat av trädens interna cirkulation av olika ämnen. För att kvantifiera den totala depositionen av ett ämne som påverkas av trädens interna cirkulation fordras att upptag och läckage från trädkronorna kan kvantifieras. Krondropp som mätmetod för att kvantifiera depositionen ger ett samlat mått på den totala depositionen vad gäller sulfatsvavel och havssalt och tillämpas i första hand i permanenta skogsytor på vanligtvis 30×30 m² eller i ett avrinningsområde. För övriga ämnen såsom kväveföreningar och baskatjoner kan våtdepositionen kvantifieras genom mätningar av nedfall med nederbörden på öppet fält. För att få

ett samlat mått på den totala depositionen krävs samlokaliserade mätningar av krondropp, nederbörd på öppet fält samt mätningar med strängprovtagare. Om dessa samlokaliserade mätningar bedrivs vid ett tillräckligt antal platser fördelade över landet, kan en uppskattning göras av en geografisk gradient över Sverige vad gäller den andel som torrdepositionen utgör av den totala depositionen. Utifrån denna geografiska gradient kan det totala nedfallet av olika ämnen skattas även för mätplatser där det endast bedrivs mätningar av nedfall med nederbörden på öppet fält. Denna metodik finns i nuläget utarbetad för nitrat- och ammoniumkväve (Ferm & Hultberg, 1999, Karlsson m.fl., 2018, 2019, se undersökningstypen ”Torrdeposition med strängprovtagare, månadsmedelvärden”), men inte för basketjoner.

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, framförallt beroende på ökade provtagningskostnader. 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 även 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 (> 20 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. Depositions-mätningar till skog kan naturligtvis även användas för att spegla speciella förhållanden som inte är typiska för en hel region, såsom exempelvis hur stor belastningen är till ett bestånd i en exponerad sydvästsluttning eller i närheten av större föroreningskälla.

För att välja lämplig statistisk bearbetning eller metoder rekommenderas den handledning i ”Dataanalys och hypotesprövning för statistikanvändare” (pdf 1,3 MB), som finns på Naturvårdsverkets webbplats. Se även en fristående webbplats med vägledning i miljöstatistik www.miljostatistik.se.

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 företrädevis 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 krondropp görs kontinuerligt under månaden med byte i anslutning till månadsskifte och med parameterlista enligt nedanstående tabell.

Område	Företeelse	Determinand (Mät- variabel)	Metod- moment	Enhet	Priorit et	Frekvens 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)						
	Krondropp, Nederbörd	Krondropps- mängd Nederbörds- mängd	Ofiltrerat	mm	1	Månad	1	-
		SO ₄ -S-halt Sulfat som svavel, halt	Filtrerat	mg S/l	1	Månad	1	2
		NO ₃ -N-halt Nitrat som kväve, halt	Filtrerat	mg N/l	1	Månad	1	2
		NH ₄ -N-halt Ammonium som kväve, halt	Filtrerat, konserve rat	mg N/l	1	Månad	1	3
		Kvävehalt, Kjeldahl	Filtrerat, konserve rat	mg N/l	1	Månad	1	4
		DOC-halt Löst organiskt kol	Filtrerat, konserve rat	mg/l	2	Månad	1	5
		Cl-halt Kloridhalt	Filtrerat	mg/l	1	Månad	1	2
		Na-halt Natriumhalt	Filtrerat	mg/l	1	Månad	1	6
		K-halt Kaliumhalt	Filtrerat	mg/l	1	Månad	1	6

Fortsättning på tabellen ovan

Område	Företeelse	Determinand (Mätvariabel)	Metod- moment	Enhet	Prioritet	Frekvens och tid- punkter	Referens till prov- tagnings- metodik	Referens till analys- metod
Lokal i skog resp. lokal på öppet fält	Krondropp, Nederbörd	Ca-halt Kalciumhalt	Filtrerat	mg/l	1	Månad	1	6
		Mg-halt Magnesiumhalt	Filtrerat	mg/l	1	Månad	1	6
		Mn-halt Manganhalt	Filtrerat	mg/l	2	Månad	1	6
		pH	Ofiltrerat	pH	1	Månad	1	7
		Alkalinitet	Ofiltrerat	mmol/l	1, (pH>5,4)	Månad	1	8
		Konduktivitet	Ofiltrerat	mS/m	1	Månad	1	9
		Ptot-halt Totalfosforhalt	Filtrerat	mg/l	1	Månad	1	6

Nedfallet av svavel och kväve används som rena indikatorer inom miljömålsuppföljningen och nedfallet av basketjoner ger viktig information bland annat i samband med bedömning av kritisk belastning.

I vissa skogstyper, speciellt bokskog, 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 depositions-mätningar på skogsytor (Level 2) inom ICP Forest-programmet (2016), Draaijers et al., 2001 samt i Lövblad & Westling (1989).

Frekvens och tidpunkter

Prover samlas in kontinuerligt för månatlig provtagning i anslutning till månadsskifte (samordnat så samtliga prover i en region tas samma dag). Provtagningen bör ske på den måndag som är närmast månadsskiftet för att provet ska hinna skickas till laboratoriet under samma vecka utan att bli liggande på posten.

Observations/provtagningsmetodik

PERMANENT SKOGSYTA

Normalt används tio trattförsedda (trattdiameter 150-210 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 hinkar (diameter 200-210 mm, volym 5-15 l, beroende på nederbörds mängd). Vid provtagning under vinterförhållanden måste all insamlad snö och is tinas före vidare provhantering. Provinsamlarna placeras på förutbestämda avstånd längs två 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, cirka 0,5 m ovan mark. I områden med stora snödjup kan det vara nödvändigt att använda högre stolpar. För att minimera ljusstrålningen 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, trattadie och volym noteras. Även eventuella störningar i provtagningen noteras.

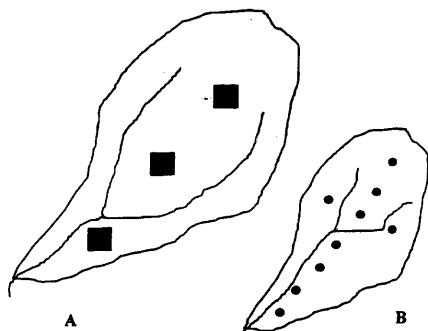
Proverna transporteras snabbast möjligt till laboratorium för att minimera effekten av eventuella förändringar som kan äga rum i flaskan. Förvaring av prover ska ske mörkt och kallt. Månatlig provtagning ska ske i månadsskiftet och på samma datum i hela eller delar av landet. Provtagningen bör ske på den måndag som är närmast månadsskiftet för att provet ska hinna skickas till laboratoriet under samma vecka utan att bli liggande på posten. Provtagning i ett län bör helst ej sträckas ut mer än två dagar.

AVRINNINGSSOMRÅDEN

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 typytorna. 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 vara tydlig 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 2-9 i Metodreferenslistan.

Fältprotokoll

Se Bilaga 1 för mer information.

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 ska omfatta:

- 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.

Metoder som anges i undersökningstypen, alternativt likvärdig metod, ska användas. Ansvaret för kvalitetskontrollen med avseende på analyser ligger på utförande laboratorium. Analyser bör med jämna mellanrum bli föremål för interkalibreringar. Såväl analyser som provtagningsmetoder bör helst 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, 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 närliggande 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).

Data från krondroppsmätningar kan i dagsläget ej skickas till datavärd då rutiner hos denne ej utvecklats för denna typ av data. Detta gör att mätresultat kan erhållas från IVL Svenska Miljöinstitutet när det gäller data inom Krondroppsnätet (<http://www.krondroppsnatet.ivl.se>) och när det gäller data från IM på IM:s webbplats, <https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/miljoanalys/integrerad-monitoring-im/>).

Datavärden lagrar endast grunddata. 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 för Luftkvalitet:

SMHI

Webb: www.smhi.se/datavardluft

E-post: datavardluft@smhi.se

Rapportering, utvärdering

Data redovisas både som halter, mg/l samt som deposition i kg/ha och år och visar variation i tid och rum samt skillnader mellan olika trädslag. Då data ska användas för årsvis beräkning av nedfall bör eventuellt saknade månader, på grund av kontaminering eller liknande, först uppskattas. Denna uppskattning görs bäst genom att mätdata från en närliggande mätplats används. Detta för att man ska få en så korrekt bedömning av det årliga nedfallet som möjligt. Data kan användas för uppföljning av miljökvalitetsmål och jämförelser med kritisk belastning. För jämförelser med kritisk belastning av svavel ska antropogent svavel, det vill säga icke havssaltsrelaterat sulfatsvavel, användas. För metod av beräkning av icke-havssaltsrelaterad deposition av sulfat se Bilaga 2.

Med vissa intervall bör data jämföras med andra mätningar och modellberäkningar för att bedöma osäkerheter som kan vara viktiga. Data presenteras som nämnts ovan bland annat på Krondroppsnetets webbplats,

<http://www.krondroppsnetet.ivl.se> eller på IM:s webbplats,

<https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/miljoanalys/integrerad-monitoring-im/>

Tids- och kostnadsuppskattning

Kostnaden för mätningarna beror i viss utsträckning på hur rationellt man kan genomföra provtagning och analys och om några samordningsvinster kan göras med andra provtagningar eller analyser.

Fasta kostnader

Provtagningsutrustningen för krondroppsmätningar i en skogsyta (10 insamlare) kostar cirka 7 500 kr och en årlig servicekostnad på cirka 5 000 kr. Till detta kommer kostnader för installation. Kostnader är angivna med 2020 års priser.

Analyskostnader

En årlig kostnad för provtagning av krondropp samt öppet fält uppskattas till mellan 40 000 kr och 80 000 kr per provyta. Årlig analyskostnad för månatliga krondroppsmätningar är cirka 20 000 kr. Till det kommer en kostnad för kvalitetssäkring, bearbetning och redovisning av grunddata på cirka 12 000 kr per år och mätplats. Önskas mätningar även på öppet fält är kostnaderna för analys och kvalitetssäkring, bearbetning och redovisning av grunddata samma som för krondroppsmätningarna. Kostnad för utvärdering och presentation av resultat i rapporter och på webbplatser och jämförelse med andra data ingår inte i denna kostnadsberäkning. Kostnader är angivna med 2020 års priser.

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 kontaktpersoner

Delprogramansvarig, Naturvårdsverket:

Salar Valinia
Luftenheten
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Tel: 010-698 14 65
E-post: salar.valinia@naturvardsverket.se

Programområdesansvarig Programområde Luft, Naturvårdsverket

Helena Sabelström
Luftenheten
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Tel: 010-698 10 95
E-post: helena.sabelstrom@naturvardsverket.se

Programområdesansvarig Programområde Skog, Naturvårdsverket:

Ola Inghe
Naturanalysenheten
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Tel: 010-698 15 71
E-post: ola.inghe@naturvardsverket.se

Författare samt Experter, IVL Svenska Miljöinstitutet:

Gunilla Pihl Karlsson
Tel: 010-788 67 58
E-post: gunilla.pihl.karlsson@ivl.se

Per Erik Karlsson
Tel: 010-788 67 57
E-post: pererik.karlsson@ivl.se

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 53021
400 14 Göteborg

Referenser

Metodreferenslista

1. ICP Forest 2016. MANUAL on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part14.pdf
2. SS-EN ISO 10304-1:2009. Vattenundersökningar - Bestämning av lösta anjoner med jonkromatografi - Del 1: Bestämning av bromid, klorid, fluorid, nitrat, nitrit, fosfat och sulfat (ISO 10304-1:2007).
3. ISO 15923-1:2013. Water quality -- Determination of selected parameters by discrete analysis systems -- Part 1: Ammonium, nitrate, nitrite, chloride, orthophosphate, sulfate and silicate with photometric detection.
4. EPA 351.2. Method 351.2, Revision 2.0: Determination of Total Kjeldahl Nitrogen by Semi-Automated Colorimetry.
5. SS-EN 1484 utg 1. Vattenundersökningar - Riktlinjer för bestämning av totalt organiskt kol (TOC) och löst organiskt kol (DOC).
6. SS-EN 11885-2009. Vattenundersökningar - Bestämning av ett antal utvalda grundämnen genom atomemissionspektrometri med induktivt kopplad plasma (ICP-AES) (ISO 11885:2007).
7. SS-EN ISO 10523:2012. Vattenundersökningar - Bestämning av pH-värde i vatten (ISO 10523:2008).
8. SS-EN ISO 9963-2 utg 1 mod. Vattenundersökningar - Bestämning av alkalinitet - Del 2: Bestämning av karbonatalkalinitet (ISO 9963-2:1994).
9. ISO 27888 utg 1. Vattenundersökningar - Bestämning av konduktivitet (ISO 7888:1985).

Rekommenderad litteratur

- 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.
- Ferm, M., Hultberg, H. 1999. Dry deposition and internal circulation of nitrogen, sulphur and base cations to a coniferous forest. Atmospheric Environment 33, 4421-4430.
- ICP Forest 2016. MANUAL on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). https://www.icp-forests.org/pdf/manual/2016/ICP_Manual_2016_01_part14.pdf
- ICP Forest 2018. Forest conditions in Europe. 2018. Michel, A., Seidling, W. & Prescher, A-K (editors). Report under the UNECE Convention on Long-

Range Transboundary Air Pollution (Air Convention). BFW-Dokumentation 25/2018. Vienna. BFW Austrian Research Center for Forests. 92p.

IM Svenska IMs hemsida <https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/miljoanalys/integrerad-monitoring-im/>).

Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Akselsson, C. 2018. Utveckling av en indikator för totalt nedfall av kväve till barrskog inom miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning. IVL Rapport C286.

Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Akselsson, C., Ferm, M., & Hultberg, H. 2019. Total deposition of inorganic nitrogen to Norway spruce forests – Applying a surrogate surface method across a deposition gradient in Sweden. Atmospheric Environment 217. 116964
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.116964>

Krondropps nätets hemsida: <http://www.krondroppsnetet.ivl.se>

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.

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.

Westling O., Hallgren Larsson E., Sjögren K. & Lövblad G. 1992. Deposition och effekter av luftföroreningar i södra och mellersta Sverige. IVL rapport. B 1079

Uppdateringar, versionshantering

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

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

Version 1:3, 2013-05-29. IVL (Gunilla Pihl Karlsson) har uppdaterat undersökningstypen. Naturvårdsverket har godkänd undersökningstypen för publicering.

Version 1:4, 2020-10-16. Ändring enligt ny mall samt allmän uppdatering av tidigare inaktuella uppgifter. Uppdatering av analysmetoder har skett samt även uppdatering till aktuella uppgifter för användning av data inom miljömålet *Ingen övergödning*. Allmän genomgång av text så den blir mer korrekt utifrån dagens situation.

Bilaga 1. Fältprotokoll

Utformningen av fältprotokoll kan variera eftersom det är olika fältprotokoll för olika projekt men bör omfatta stationsnamn, stationens koordinater enligt gällande koordinatsystem, provbeteckning, provtagningsperiod, provtagningsutrustning (inklusive insamlarnas diameter), antal delprov och insamlad provvolym, vem som utfört provtagningen, rapportering av avvikelser, behov av ny utrustning m.m. Se ett exempel på fältprotokoll nedan.

Fältprotokoll - deposition

Övervakning av luftburna föroreningar i skogliga obsytor

Ordinarie xxxx provtagare Telefon: Arb: Telefon: Mobil: E-post:

Vikarierande provtagare

Namn: _____

Adress: _____

Tfn nr: _____

E-post: _____

Provtagarens sign. _____ Nät = sommar

Ej nät = vinter

Insändningsdatum. _____

Öppet fält

Volym anges i ml

Lokal och Provkod	Start-	Stopp-	Fylld	Resterande	Total-
	datum	datum	flask-	volym	volym
år-mån-dag	år-mån-dag	ml	ml	ml	
XXXXXX 500					

Tratt = sommar

Hink/säck = vinter

Krondropp

Lokal och Provkod	Start-	Stopp-	Antal	Fylld	Avstånd	Resterande	Total-
				flask-	från	volym i	
år-mån-dag	år-mån-dag	styck	volym	hinkkant till	volym i	hinken	volym
år-mån-dag	år-mån-dag	ml	cm	ml	ml	ml	
XXXXXX 500							

Noteringar (t.ex. händelser som påverkat provtagningen, utrustning skadad, djur vid platsen, eller annat t.ex. gallring, avverkning, körskador, stomfällan, meddelande till labbet etc.):

Bilaga 2. Beräkning av havssaltskorrektion

Havssalt: sammansättning, g/kg

Cl	18,980
Na	10,561
Mg	1,272
S	0,884
Ca	0,400
K	0,380

I första hand används Na för havssaltskorrektion.

$$[\text{SO}_4\text{-S}] = [\text{SO}_4\text{-S}]_{\text{tot}} - 0,0837[\text{Na}]_{\text{tot}}$$

$$[\text{Ca}] = [\text{Ca}]_{\text{tot}} - 0,0379[\text{Na}]_{\text{tot}}$$

$$[\text{Mg}] = [\text{Mg}]_{\text{tot}} - 0,1204[\text{Na}]_{\text{tot}}$$

$$[\text{K}] = [\text{K}]_{\text{tot}} - 0,0360[\text{Na}]_{\text{tot}}$$

$$[\text{Cl}] = [\text{Cl}]_{\text{tot}} - 1,797[\text{Na}]_{\text{tot}}$$

OBSERVERA att enheten måste vara densamma, mg/l

$[\text{SO}_4\text{-S}]_{\text{tot}}$, $[\text{Na}]_{\text{tot}}$, $[\text{Ca}]_{\text{tot}}$, $[\text{Mg}]_{\text{tot}}$, $[\text{K}]_{\text{tot}}$, $[\text{Cl}]_{\text{tot}}$ är halter uppmätta i provet.