

Programområde:

**Luft
Skog**

Undersökningstyp:

**Torrdeposition med
strängprovtagare,
månadsmedelvärden**

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Resultaten från undersökningstypen har flera olika användningsområden:

- Som komplettering till krondroppsmätningar, vilka ger information om hur mycket luftnedfall av partiklar bidrar till torrdepositionen till skog.
- Då depositionen av baskatjoner motverkar försurning kan den kritiska belastningsgränsen för försurning av skogsmark beräknas.
- Resultaten av torrdeposition ger underlag för validering av beräkningsmodeller.

Undersökningstypen är av betydelse för övervakningen av hur det nationella miljö kvalitetsmålet *Bara naturlig försurning* uppfylls. Enligt detta miljömål skall 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.

Samordning

Mätningar av torrdeposition till skog måste kompletteras med krondropps- och nederbörds-mätningar på samma plats. Om man gör mätningar av luftföroreningar bör även dessa synkroniseras med övriga mätningar.

Strategi

Torrdepositionen är en del av det totala luftnedfallet och den är som störst över skrovliga ytor såsom skog. Försurning av skogsmark leder till att marken förlorar utbytbara baskatjoner (kalium, kalcium och magnesium). Dessa joner är viktiga näringsämnen för träden.

Ett skogsbruk med helträdsutnyttjande leder också till försurning, om man inte genom kompensationsgödslning, eller genom att lämna kvar trädmateriäl som får brytas ner på platsen, ersätter de baskatjoner som förts bort i form av ved och grenar. Baskatjoner tillförs även skogsmarken via vittring och förs bort genom avrinning.

Det är därför strategiskt viktigt att mäta torr- och våtdepositionen till de ytor där avrinning, tillväxt, utbytbara baskatjoner i mark samt vittring studeras. Mätningar av torrdeposition är för närvarande främst ett komplement till krondroppsmätningar varför provpunkten bör väljas i närheten av en sådan mätning. Prov insamlas kontinuerligt under en månad. Månadsprover ger tillräcklig information om hur halterna och depositionen varierar under året och mellan olika år.

Statistiska aspekter

En studie på elva platser, främst i södra Sverige har visat på en stor geografisk variation, med stort luftnedfall längs kusterna (13). Man befärdar att depositionen av baskatjoner minskar med tiden som en följd av att man försöker minska utsläppen till luft av partiklar. En minskad deposition av baskatjoner skulle leda till ökad försurning. Det är därför väsentligt att mätningarna pågår under lång tid på samma mätplatser. Alla delar av provtagningen är väsentliga för jämförbarheten och kvaliteten. Därför är det viktigt att anvisningarna i provtagnings- och analysmetoden följs.

Plats-/stationsval

Mätplatsen får inte påverkas av lokala utsläpp av förorenande partiklar och bör därför inte ligga i närheten av bilvägar, platser med förbränning som kan ge upphov till vedrök etc. Vid ett tillfälle har man studerat betydelsen av hur utrustningen placeras inom ett provtagningsområde (8) och fann då att placeringen inte hade så stor betydelse. På grund av att skogen mycket effektivt filtrerar partiklar sker merparten av torrdepositionen i vegetationens mest vindexponerade delar. Därför bör även strängprovtagaren placeras på en vindexponerad plats. Man får då även större mängder att analysera.

Om en speciell plats ska övervakas för att studera den lokala belastningen eller åtgärd/upp-följning av åtgärd, kan mätning naturligtvis göras även där, men resultaten blir då inte representativa för mer än just den platsen.

Mätprogram

Variabler

Ur halterna i laktlösningen kan den relativa fördelningen i det torrdeponerade materialet lätt beräknas. De enskilda värdena som sådana är här av mindre betydelse.

Tabell 1. Översiktstabell för variabler och tidsperioder m.m.

Företeelse	Determinand (Mätvariabel)	Metodmoment	Enhet	Statistisk värdetyp	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetodik	Referens till analysmetod
Provtagningstillfälle	Datum (Startdatum, Slutdatum)					Byte av strängprovtagare kring varje månads-skifte		
Laktlösning	Sulfat som svavel, halt, SO ₄ -S-halt	Strängprovtagare	mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2)	(1)
	Nitrat som kväve, halt, NO ₃ -N-halt		mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(1)
	Ammoniumhalt, NH ₄ -halt		mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(2)
	Kloridhalt, Cl-halt		mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(1)
	Natriumhalt, Na-halt		mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(3), (4)
	Kaliumhalt, K-halt		mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(3), (4)
	Kalciumhalt, Ca-halt		mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(3), (5)
	Magnesiumhalt, Mg-halt		mg/l	Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(3), (5)
	pH			Månadsmedelvärde	1		(1), (2), (8)	(6)
	Konduktivitet			mS/m	Månadsmedelvärde		1	(1), (2), (8)
	Volym*		l					
Dimdeposition	Volym*							

* Bakgrundsdata

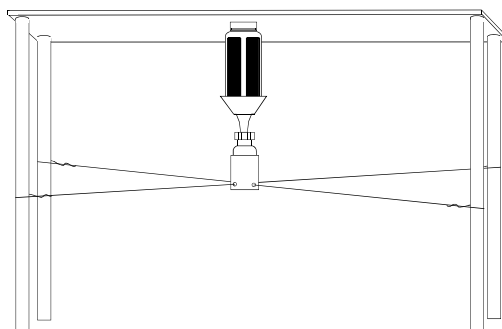
Frekvens och tidpunkter

Månadsmätningar bör göras, d.v.s. att prov insamlas under en månad.

Observations/provtagningsmetodik

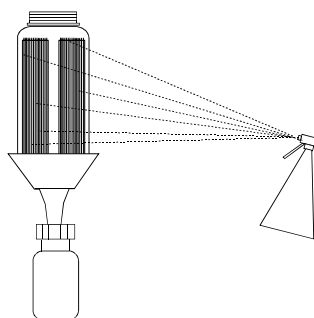
Strängprovtagaren monteras under ett svagt sluttande tak (se figur 1).

Version 1:0 2004-06-28



Figur 1. Strängprovtagare med tratt och flaska monterad under ett ca 1,5 x 1,2 m svagt sluttande tak.

I början på en provtagningsperiod skruvar man fast en rengjord strängprovtagare under taket. När provtagningsperioden är slut, gör man en uppskattning av volymen i flaskan genom att mäta höjden på vattennivån (dimdepositionen). Därefter sprayas strängarna med avjoniserat vatten på så sätt som visas i figur 2 (lakning), vilket ger en laklösning.



Figur 2. Lakning av strängarna sker genom att försiktigt spraya på avjoniserat vatten.

Betydelsen av strängprovtagarens utformning (trådtjocklek etc.) har inte testats. I väntan på att det undersöks rekommenderas därför de mått som beskrivs av Ferm *et al.* 2000 (13). Hela provet skickas till laboratoriet för analys. Där filtreras provet och där bestäms även den totala vattenvolymen. När temperaturen är under 0 °C skruvas strängprovtagaren loss och fraktas i en hink med lock till någon lämplig uppvärmd lokal, där strängarna kan sprayas. En ny strängprovtagare monteras under taket när man gör bytet; en dubbel uppsättning provtagare behövs alltså vid kyla. Vid handhavandet av prover och provtagningsutrustning måste alla risker för kontaminering undvikas. Man får aldrig med händerna beröra provet eller de ytor som kommer i direkt kontakt med provet.

Provet ska förvaras mörkt och kallt (om möjligt i kylskåp) i väntan på analys. Transport- och lagringstider ska vara så korta som möjligt.

Det är inte vanligt med provtagning med kortare intervall än en månad, t.ex. en eller två veckor, men detta kan vara motiverat om det finns risk för att proverna annars kan förstöras. Det kan finnas risk för åverkan eller risk att provet på något sätt kontamineras.

Utrustningslista

Strängprovtagare i plast

Tratt

Flaska

Tak

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Vid ankomst till laboratoriet mäts pH och ledningsförmåga (konduktivitet) i det obehandlade provet. Därefter filtreras provet inför vidare kemiska analyser.

Analys görs av svavelhalt, kvävekomponenter, baskatjoner, pH, klorid och ledningsförmåga. Efter analys av ingående joner skall det göras en beräkning av jonbalans på provet samt en bedömning av balans mellan beräknad och uppmätt ledningsförmåga. Summan av analyserade positiva respektive negativa joner, räknat som ekvivalenter, bör vid korrekta analyser vara ungefär densamma. Ett visst överskott av positiva joner är vanligt eftersom karbonathalten inte ingår i analysen av negativa joner.

Fältprotokoll

I fältprotokollet antecknas datum, provplats, mängd i provflaska före spray (mm vätska på botten i flaskan), sprayvätskans sats ("batch") samt meddelande om iakttagelser eller avvikelser (se bilaga 1).

Bakgrundsinformation

En beskrivning av stationen samt dokumentation av den provtagnings- och de analysmetoder som används skall hållas aktuell och inrapporteras till datavärden.

Kvalitetssäkring

För provtagningsdelen finns inga utarbetade rutiner när det gäller kvalitetssäkring och interkalibreringar. Inga interkalibreringar av torrdepositionen har hittills genomförts. Analyserna ska göras vid ackrediterade laboratorier, där normala, rutinmässiga kvalitetskontroller av analyser och analysdata ger god kvalitet på själva analysdata. Andra faktorer som inverkar på resultatet är vad som hänt under själva provtagningen och därefter vid hanteringen av provet.

Vid validering av data kan kontroll av t.ex. samvariation mellan olika stationer eller samvariation mellan olika parametrar användas för bedömningar.

Det finns behov av nationella interkalibreringar av hela förfarandet, från provtagning till resultat. Dessa interkalibreringar skulle kunna omfatta såväl nationella som regionala och lokala mätningar.

Databehandling, datavärd

De månadsvisa resultaten för ingående variabler, tillsammans med beskrivning av stationen samt information om vilka provtagnings- och analysmetoder som används, skall årligen

lämnas till datavärden (om en överenskommelse har träffats om lagring av mätdata hos en datavärd).

En genomgång och validering av data ska göras före inrapportering av data till datavärden. Dessa rutiner bör innehålla möjligheter att upptäcka både slumpvisa och systematiska fel. Uppenbart eller med stor sannolikhet felaktiga värden skall strykas. Om inga felaktigheter kan konstateras vid kontroll av misstänkta värden bör de stå kvar, tillsammans med en kommentar. En enklare kontroll görs också hos datavärden genom jämförelse med andra data.

Det är viktigt att man avbryter provtagningen vid månadens slut för att korrekt kunna beräkna ett månadsmedelvärde.

De månadsvisa resultaten för listade variabler, tillsammans med beskrivning av stationen samt information om vilka provtagnings- och analysmetoder som används, skall årligen lämnas på överenskommet sätt till datavärden.

Datavärden skall, för enkel distribution till användare, lagra grunddata. I kombination med data från mätningar av krondropp och deposition på öppet fält går det att presentera bearbetade data.

En förteckning över datavärdar finns att hitta på Naturvårdsverkets webbplats under adressen <http://www.naturvardsverket.se/tillstandet-i-miljon/miljoovervakning/miljoovervakningsdata/>.

Rapportering, utvärdering

En årlig datasammanställning bör publiceras för att göra data tillgängliga för olika användare. En mer genomgripande utvärdering kan göras t.ex. vart tredje eller femte år.

Beräkning och redovisning av icke-havssaltrelaterad deposition av sulfat och baskatjoner skall ingå för varje station (se bilaga 2 för beräkning av havssaltskorrektion).

Den geografiska variationen av nedfallet redovisas lämpligen på kartor, eventuellt med inlagda isolinjer. Variationerna i halter och deposition över tid, i form av månads- eller årsmedelvärden, kan presenteras i diagram.

I databearbetningen bör det ingå enhetliga beräkningsrutiner för beräkning av viktade årsmedelhalter och deposition, med hänsyn tagen till om värden eventuellt saknas. Generellt bör man inte beräkna årsmedelvärden eller årsdeposition om resultat saknas från mer än två månadsprover. Om ett eller två resultat saknas kan man uppskatta halterna genom att jämföra data med en eller flera stationer där mätdata varierar på ett likartat sätt.

Kostnadsuppskattning

Följande kostnadsuppskattning baseras på 2003 års prisnivå:

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.

Kostnaderna för slutgiltig kontroll och validering av resultat, samt för sammanställning och presentation av data, är inte inräknade i nedanstående summor.

Fasta kostnader

Provtagningsutrustning kostar ca 1 000 kr per station i materialkostnad. Till detta kommer eventuell arbetskostnad för tillverkning av ny provtagningsutrustning.

Analyskostnader

Analyskostnader för obligatoriska parametrar är ca 1 000 kr per månadsprov.

Tidsåtgång

Provbyte i fält tar ungefär en timme. Utöver detta tillkommer restid, tid för förberedelse samt efterarbete.

Kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Yngve Brodin

Miljöanalysavdelningen

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tfn: 08- 698 13 06

E-post: yngve.brodin@naturvardsverket.se

Experter, IVL Svenska Miljöinstitutet:

Martin Ferm

Tfn: 031-725 62 00

E-post: martin.ferm@ivl.se

Olle Westling

Tfn: 031-725 62 00

E-post: olle.westling@ivl.se

Karin Sjöberg

Tfn: 031-725 62 00

E-post: karin.sjoberg@ivl.se

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 470 86

402 58 Göteborg

Referenser

Metodreferenslista

1. 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) (för bestämning av Cl^- , NO_3^- och SO_4^{2-})
2. Spektrofotometrisk analys av ammonium. Det finns ofta en rekommenderad metod för det instrument man använder, t.ex. Tecator metod (1984), "Determination of ammonia in water by flow injection analysis and gas diffusion".
3. SS 28150 Vattenundersökningar – Bestämning av metaller med atomabsorptionsspektrometri i flamma – Allmänna principer och regler. – Stockholm : SIS, 1993
4. SS 028160 Vattenundersökningar – Atomabsorptionsspektrometri i flamma – Speciella anvisningar för natrium och kalium. – Utg. 2. – Stockholm : SIS, 1993

5. SS 028161 Vattenundersökningar – Atomabsorptionsspektrometri i flamma – Speciella anvisningar för kalcium och magnesium. – Utg. 2. – Stockholm : SIS, 1993
6. SS 028122 Vattenundersökningar – Bestämning av pH-värde hos vatten. - Utg. 2). Stockholm : SIS, 1979. Modifierad: pH mäts vid rumstemperatur istället för i termostatbad (25 ± 2 °C), pH-meter med automatisk temperaturkompensering ska användas.
7. SS-EN 27888 Vattenundersökningar – Bestämning av konduktivitet (ISO 7888:1985). – Stockholm : SIS, 1994
8. Ferm M. and Hultberg H. (1999) Dry deposition and internal circulation of nitrogen, sulphur and base cations to a coniferous forest. *Atmospheric Environment* 33, 4421-4430.

Rekommenderad litteratur

9. Ferm M. and Hultberg H. (1995) Method to estimate atmospheric deposition of base cations in coniferous throughfall. *Water, Air and Soil Pollution* 85, 2229-2234
10. Hultberg H. and Ferm M. (1995) Measurements of atmospheric deposition and internal circulation of base cations to a forested catchment area. *Water, Air and Soil Pollution* 85, 2235-2240
11. Ferm M. and Hultberg H. (1998) Atmospheric Deposition to the Gårdsjön Research Area. *In: Experimental Reversal of Acid Rain Effects : the Gårdsjön Roof Project* (Ed. Hultberg H. and Skeffington R. A.) John Wiley & Sons Ltd. pp 71-84
12. Hultberg H. and Ferm M. (1998) Surrogate surface for determination of dry deposition of particles and some gases to forests. *In: Integrated Monitoring: environmental assessment through model and empirical analysis* (eds Forsius M., Guardans R., Jenkins A., Lundin L. and Nielsen K. E.) Final results from an EU/Life project. Edita Ltd. Helsinki 28-31
13. Ferm M., Westling O. and Hultberg H. (2000) 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. Ferm M. and Hultberg H. (2004) Neutralisation of sulphur dioxide deposition in a coniferous canopy. *Water, Air and Soil Pollution: Focus* 4, 237-245.
15. Hultberg H. and Ferm M. (2004) Temporal changes and fluxes of sulphur and calcium in wet and dry deposition, internal circulation as well as in runoff and soil in a forest at Gårdsjön, Sweden. *Biogeochemistry* 68, 355-364.

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:0 2003-12-15 Ny undersökningstyp

Bilaga 1. Fältprotokoll

Datum_____

Provplats_____

Mängd i provflaska före spray (mm vätska på botten i flaskan)_____

Sprayvätskans batch_____

Anmärkningar, iakttagelser eller avvikelser_____

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.