

Programområde:

Luft

Undersökningstyp:

**Föroreningar i fjällnära
luft, månadsmedelvärden**

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Undersökningstypen har fler olika användningsområden, däribland:

- att verifiera spridningsmodeller (främst MATCH-modellen¹),
- för jämförelse med torrdepositionen till skog (depositions hastigheter),
- för jämförelse med koncentrationer i nederbörd (eng: scavenging ratios),
- för långsiktiga trender i försurningskomponenternas och baskatjonernas halter.

Undersökningstypen är främst avsedd för jämförelse med kritiska belastningsgränser i känsliga ekosystem såsom skog och fjälltrakter och kan användas för att fastställa områdets status i förhållande till miljömålen *Frisk luft*, *Levande skogar* och *Storslagen fjällmiljö*.

Strategi

Dygnshalter av försurningskomponenterna (svaveldioxid/partikulärt sulfat, salpetersyra/partikulärt nitrat och ammoniak/partikulärt ammonium samt partikulär klorid, natrium, kalium, magnesium och kalcium) i luft mäts på fyra stationer spridda över landet enligt undersökningstypen ”Föroreningar i luft, dygnsmedelvärden”. Stationerna ingår i det internationella EMEP-samarbetet². Detta är, för de flesta frågeställningar, en tillräcklig omfattning på mätningarna för att man ska kunna följa variationen av lufthalter i bakgrundsområden och kunna utvärdera bidraget från långdistanstransport av luftföroreningar till Sverige. Föreliggande undersökningstyp ”kompletterar dessa mätningar vid mer avlägsna och svårtillgängliga platser bl.a. i den svenska fjällkedjan. Samma försurningskomponenter mäts fast med en lägre detektionsgräns. Provtagningsprincipen framgår av bilaga 1.

Mätningar med tidsupplösning på en månad är ett billigare alternativ än dygnsmätningar och kan användas när man enbart är intresserad av föroreningsbelastningen och inte varifrån föroreningarna kommer. Månadsmätningar är även lämpliga när man vill mäta halter i luft i områden med mycket låga halter. De är även lämpliga för jämförelser med våt- och torrdeposition som normalt mäts med månadsupplösning i Sverige.

¹ Mesoscale Atmospheric Transport and Chemistry, en modell, utvecklad av SMHI.

² Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air pollutants in Europe.

Statistiska aspekter

Prov tas intermittent ca 3 minuter per halvtimme. Eftersom stationerna ligger mycket långt från föroreningskällorna kommer haltvariationen med tiden att vara liten jämfört med tiden mellan provtagningarna (ca 27 min). De små överskattningar och underskattningar som uppstår kommer att jämnas ut sig eftersom månadsmedelvärden baseras på ca 1440 provtagningstillfällen.

För att välja lämplig statistisk bearbetning se Naturvårdsverkets handledning i ”Dataanalys och hypotesprövning för statistikanvändare”. Handledningen finns som pdf på Naturvårdsverkets webbplats. Se även webbplatsen www.miljostatistik.se för att läsa mer om statistiska analyser.

Plats/stationsval

Depositionen varierar kraftigt med höjden över havet beroende av vindhastighet och dimfrekvens (4). Halten i luft varierar däremot inte lika mycket. Det viktigaste vid val av plats är att provtagningsstationen kommer så långt ifrån källor till gaser (svaveldioxid och ammoniak) samt partiklar som är praktiskt möjligt. Stugbyar med vedeldning samt skotertrafik bedöms vara de största problemen för partiklar i fjällen. Djurhållning är den största källan till ammoniakemissioner.

Provtagningsplatsen ska väljas så att den luftström som provtas kan anses representera koncentrationen av de aktuella komponenterna över ett större område. Omgivningen ska vara fri från växtlighet och annat som kan påverka luftströmmar. Annan lokal påverkan såsom närliggande jordbruk, emissioner från lokal uppvärmning eller annan verksamhet ska undvikas. Platsen får inte heller vara påverkad av lokala klimatologiska förhållanden eller ha en topografi som kan påverka mätresultaten.

Mätprogram

Variabler

Vid mätning av luftföroreningar med filterpack kan följande variabler mätas:

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

Företeelse	Determinand (Mätvariabel)	Metod- moment	Enhet	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagnings- metodik	Referens till analysmetod
Luft	SO ₂ -S-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	NH ₃ -N-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	HNO ₃ -N-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	SO ₄ -S-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	NH ₄ -N-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	NO ₃ -N-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	Na-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	Cl-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	K-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1

Version 1:1 2013-03-12

Företeelse	Determinand (Mätvariabel)	Metod- moment	Enhet	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagnings- metodik	Referens till analysmetod
	Ca-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1
	Mg-halt	Lakning	ug/m ³	1	Varje månad	Bilaga 1	Referens 1

Frekvens och tidpunkter

Föroreningshalter mäts som månadsmedelvärden under hela året. Se även under rubrikerna "Strategi" och "Statistiska aspekter".

Observations/provtagningsmetodik

Mätutrustning och provtagningsmetodik beskrivs i Bilaga 1.

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Tillvaratagande av prov beskrivs i Bilaga 1.

Fältprotokoll

Utformningen av fältprotokoll kan variera men bör omfatta information om stationsnamn, stationens koordinater enligt gällande koordinatsystem vem som utfört provtagningen, provnummer, provtagningsperiod, rapportering av avvikelser, information om eventuella strömavbrott, behov av ny utrustning m.m. Ett exempel på fältprotokoll finns i Bilaga 2.

Bakgrundsinformation

En provtagningsrapport fylls i vid varje byte av provtagningsutrustningen d.v.s. en gång per månad. Förutom provnummer samt start- och stopptid, ska sådan information som kan ha påverkat provtagningen rapporteras. Exempel på händelser som kan påverka provtagningen är fel på provtagningsutrustningen, strömavbrott och förstörelse.

Kvalitetssäkring

Provtagningen ska utföras enligt skriftliga instruktioner, i enlighet med ett kvalitetssäkrat förfarande. Vid uppsättning av en ny mätplats ska provtagningspersonal ges utbildning i provtagning och provhantering. Fältprotokoll ska finnas där standarduppgifter såsom mätstation, tidpunkt m.m. anges. Dessutom ska utrymme finnas för att anteckna eventuella iakttagelser eller avvikelser under provtagningen samt vid hantering av provet.

De kemiska analyserna av proverna bör utföras av ett ackrediterat laboratorium. Den normala, rutinmässiga kvalitetskontroll av analyser och analysdata som sker vid ackrediterade laboratorier ger god kvalitet på analysdata.

Som nämns ovan ska data gås igenom och valideras innan de inrapporteras till datavärd. De rutiner som tillämpas bör innehålla möjlighet att upptäcka såväl slumpvisa som systematiska fel. Vid validering av data kan kontroll av till exempel samvariation mellan olika stationer eller samvariation mellan olika parametrar användas för bedömningar. Som också nämnts ska uppenbart eller med stor sannolikhet felaktiga värden strykas. Om inga felaktigheter kan

konstateras vid kontroll av misstänkta värden, bör dessa stå kvar, eventuellt med en kommentar.

Databehandling, datavärd

IVL är datavärd.

De månadsvisa resultaten för ingående variabler, tillsammans med beskrivning av stationen samt information om vilka provtagnings- och analysmetoder som används, ska årligen lämnas till datavärden.

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 ska strykas.

Datavärden lagrar grunddata och bearbetade data för enkel distribution till användare. En enklare rimlighetskontroll bör göras hos datavärden genom jämförelse med tidigare data.

Rapportering, utvärdering

En årlig sammanställning av provresultaten bör publiceras eller på annat sätt göras tillgänglig för olika användare. Data kan laddas ner från IVL:s webbplats, www.ivl.se (välj projekt, därefter uppdrag och slutligen Lufthalter och deposition på hög höjd i svenska fjällen).

Det är lämpligt att vid mer omfattande rapportering även göra jämförelser med resultat från till exempel den nationella övervakningen (EMEP) eller andra befintliga övervakningsprogram.

Data bör sammanställas och utvärderas med jämna mellanrum. Detta kan till exempel ske i samband med övrig rapportering ifall luftmätningarna ingår som en del i ett mer omfattande mätprogram. Jämförelser med modellberäkningar och kritiska belastningsgränser kan exempelvis göras.

Kostnadsuppskattning

Kostnader för datahantering, validering och rapportering är beroende av hur omfattande mätningarna och rapporteringen är.

Förberedelsearbete i form av planering, kostnader för val av mätplatser och installation av mätutrustning är också i hög grad beroende av hur mätprogrammet utformas, av vilka samordningsvinster som eventuellt kan göras med andra mätprogram, samt av den lokalkännedom som finns.

Fasta kostnader

Kostnader för hyra av provtagningsutrustning, inklusive provtagningsmaterial, är i storleksordningen 1 500 kronor/månad (2012).

Analyskostnader

Kostnaden för analys av samtliga försurningskomponenter från filterpacken uppskattas till 2 500 kronor per månad (2012).

Tidsåtgång

Om inga oförutsedda problem uppstår tar bytet i fält cirka 30 minuter per gång exklusive restid.

Kontaktpersoner

Programansvarig, Naturvårdsverket:

Anna Forsgren

Avdelningen för analys och forskning

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tfn: 010 - 698 11 18

E-post: anna.forsgren@naturvardsverket.se

Experter, IVL Svenska Miljöinstitutet:

Martin Ferm

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 5302

400 14 Göteborg

Tfn: 031-725 62 24,

E-post: martin.ferm@ivl.se

För generella frågor angående undersökningstyper: susanna.schroder@naturvardsverket.se

Referenser

Metodreferenslista

1. EMEP manual for sampling and chemical analysis. - Kjeller: Norwegian Institute for Air Research, 2002 (EMEP/CCC-Report 1/95).
Newest version always on <http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html>
2. Ferm M., Areskoug H., Hanssen J-E., Hilbert G. and Lättilä H. (1988): Field intercomparison of measurements techniques for total NH_4^+ and total NO_3^- in ambient air. *Atmospheric Environment* **22**, 2275-2281.
3. 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. pp71-84.

Rekommenderad litteratur

4. Ferm M. (2003): Miljöövervakning av nedfall av luftföroreningar på hög höjd i svenska fjäll – Metod och stationsval. IVL-rapport L03/13.

5. Akselsson C., Ferm M., Hallgren Larsson E., Knulst J., Lövblad G., Malm G. och Westling O. (2000): Regional övervakning av nedfall och effekter av luftföroreningar : sammanfattande slutrapport från ett samarbetsprojekt mellan IVL, länen och Naturvårdsverket. [IVL rapport. B1369.](#)
6. Ferm M. and Hellsten S. (2012). Trends in atmospheric ammonia and particulate ammonium concentrations in Sweden and its causes. *Atmospheric Environment* 61, 30-39.
7. Karlsson P. E., Ferm M., Tømmervik H., Hole L.R. , Pihl Karlsson G., Ruoho-Airola T., Aas W., Hellsten S., Akselsson C. ,Nørgaard Mikkelsen T, and Nihlgård B. (2013) Biomass burning in eastern Europe during spring 2006 caused high deposition of ammonium in northern Fennoscandia. *Environmental Pollution* 176, 71-79.

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:0. 2004-04-19, ny undersökningstyp.

Version 1:1, 2013-03-12. IVL (Martin Ferm) har uppdaterat undersökningstypen och Naturvårdsverket (programansvarig, teknisk redaktör och samordnare för metoder inom miljöövervakningen) har godkänt undersökningstypen för publicering på Naturvårdsverket webb.

Bilaga 1: Provtagningsmetoder för luftövervakning månadsprovtagning

Provtagningsutrustning

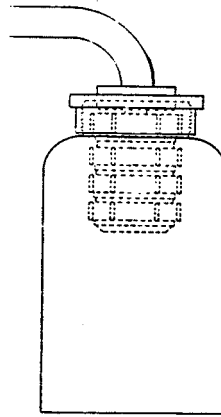
Provtagningsutrustningen ska placeras i ett regnskyddat och helst frostfritt utrymme. Om frostfritt utrymme saknas kan en uppvärmd aluminiumlåda användas, se figur 1. Provlufsintaget ska vara placerat i ett fritt läge, 3-4 meter över marknivån. Provtagningen kräver tillgång till ström (220 V) för att pumpa luften genom mätinstrumentet.



Figur 1. Uppvärmad isolerad låda med tidur, pump och gasmätare.

Princip

För provtagning av svaveldioxid, sulfat, total-nitrat och total-ammonium samt natriumklorid och baskatjoner används en så kallad filterpack (Figur 2) för provtagning av både gasformiga och partikelbundna komponenter i luft. Filterpacken samlar upp följande komponenter i gas- (g) respektive partikelfas (p): $\text{SO}_2\text{-S}$ (g), $\text{NH}_3\text{-N}$ (g), $\text{HNO}_3\text{-N}$ (g), $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ (p), $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (p), $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (p), Na^+ (p), Cl^- (p), K^+ (p), Ca^{2+} (p), samt Mg^{2+} (p). Luften sugas intermittent med ett konstant flöde genom filterpacken, där tre filter är monterade i serie. På det första filtret uppsamlas partikelfasen för samtliga komponenter. Det andra filtret absorberar sura gaser och det tredje basiska gaser. Nätspanningen slås på och av med hjälp av ett tidur, se Figur 3. Filterpacken är monterad utomhus på en ställning. Två filter monteras. Det ena utgör en blank och ansluts inte till pumpen. Slangar leder provluften till pumpen med gasmätare.



Figur 2. Ett filterpack med tre filter monterade i serie inuti en flaska utan botten.

Flaskan fungerar som regnskydd.



Figur 3. Tidur som styr den intermittenta provtagningen.

Provberedning och analys

I en filterpack är tre filter monterade. Det första, och nedersta, är ett teflonfilter där de partikulära föreningarna samlas upp. Nästa filter är ett KOH-impregnerat (kaliumhydroxid) pappersfilter som absorberar de sura gaserna. Det tredje filtret är ett pappersfilter impregnerat med oxalsyra för provtagning av den basiska gasen (NH_3).

Vid ankomst till laboratoriet demonteras filterpacken och filtren lakas var för sig i avjoniserat vatten. Laklösningarna analyseras sedan kemiskt.

Bilaga 2: Fältprotokoll (Föroreningar i luft, månadsmedelvärden)**Information om det laboratorium dit nederbördsprover ska skickas:**

Företagsnamn _____

Gatuadress _____

Postadress _____

Telefonnummer _____

Kontaktperson _____

Telefonnummer _____

Information om luftprovtagningen:

Stationsnamn _____

Stationens koordinater enligt gällande koordinatsystem:

N: _____, E: _____

	datum	kl	t	gasmätarställning
	åå-mm-dd	hh:mm	°C	m ³
start				
stopp				
luftvolym (ca 70 m ³):				

(för data vidare till start i nästa protokoll)

Namn på provtagningspersonal och i förekommande fall företagsnamn:

Anmärkning: _____

Signatur: _____