

Programområde: **Luft**

Undersökningstyp: **Metaller i mossa**

Författare: Se avsnittet ”Författare och övriga kontaktpersoner”.

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Miljöövervakningen enligt denna undersökningstyp har flera olika användningsområden, däribland:

- att ge en bild av hur det regionala bakgrundsnedfallet av metaller varierar såväl geografiskt som tidsmässigt, både kvalitativt och kvantitativt
- att följa upp tidigare nedfallsmätningar och följa tidsutvecklingen
- att följa upp resultatet av emissionsbegränsande åtgärder
- att påvisa mer betydande föroreningskällor och storleken av de påverkade områdena
- att utgöra ett komplement till övervakning av metaller i luft och nederbörd som genomförs årligen
- att delta i det europeiska samarbetet inom Luftkonventionen (ICP Vegetation)

Undersökningstypen är av betydelse för övervakningen av hur det nationella miljö kvalitetsmålet *Gifrfri miljö* uppfylls. Enligt detta miljömål skall miljön vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.

Samordning

Projektet koordineras av en nationell utförare; IVL Svenska Miljöinstitutet AB och genomförs i samarbete med Riksskogstaxeringen vid Sveriges Lantbruksuniversitet som provtar i samband med annan inventering. Naturhistoriska Riksmuseet gör provberedning inför analys och lagring av material som ej går till analys.

Projektet samordnas även internationellt genom att det ingår i aktiviteterna inom ICP Vegetation (International Cooperative Programme on the effects of air pollution on natural vegetation and crops) som ligger under Working Group on Effects inom Luftkonventionen (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP)). LRTAP innefattar

*Handledning för miljöövervakning
Undersökningstyp*

länderna som ingår i UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) och Nordamerika. Detta innebär att resultaten jämförs och samrapporteras med övriga deltagande länders resultat. Provtagning, övrig provhantering och analys förljer den metodik som beskrivs i ICP Vegetations Monitoring Manual (Ref 1).

Strategi

Nedfallet av tungmetaller kan uppskattas genom analys av metallinnehållet i markens mosstäcke. Den beskrivna metoden grundar sig på mossornas egenskaper att främst ta upp metaller från luften. Undersökningen avser beskriva den mer storskaliga variationen i inom landet.

Strategin för undersökningstypen är att prov insamlas med 5 års intervall i den nationella mossundersökningen.

Mossmetodikens styrka ligger i att man enkelt tar in prover vars metallhalt representerar metallbelastningen under en längre tid (ca tre år) för analys. Inga speciella provtagningsanordningar behöver placeras ut. Detta gör metoden kostnadseffektiv. Proverna prepareras så att de senaste två till tre årens tillväxt på mossorna tillvaratas och analyseras, varigenom ett samlat mått på nedfallet av metaller under den perioden erhålls.

Om man vill följa mer kortfristiga förändringar i tiden, mindre än två år, bör andra metoder övervägas.

Kunskaper om den generella bakgrundsnivån inom ett län eller annat område av liknande storlek erhålls lämpligen från den nationella provtagningen. Om en mer detaljerad kartläggning eller kännedom om belastningen inom ett mindre område önskas, exempelvis kommun, krävs en förtätning av mossprovtagningen.

De element som främst bör analyseras är arsenik, bly, järn, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel, vanadin och zink.

Det finns även metoder för att beräkna den absoluta depositionen utifrån koncentrationen i mossan (Ref 2).

Statistiska aspekter

Variationen i fält är relativt stor varför man bör ta ett samlingsprov från varje provplats. Samlingsprovet bör bestå av mellan fem till tio delprov tagna inom en yta på ca. 50 × 50 meter. Ett relativt stort provantal rekommenderas och möjliggörs av metodens enkelhet och relativt låga kostnad.

Plats/stationsval

Den huvudsakliga provtagningen utförs i samband med Riksskogstaxeringens ordinarie inventeringsarbete och deras system av provytor, ”trakter”, används vid denna undersökning. Mossprover samlas in från flertalet Riksskogstaxeringens provytor där väggmossa eller husmossa finns. I vissa områden krävs en viss förtätning jämfört med Riksskogstaxeringens provytor vilket medför en viss utökad provtagning. Detta gäller speciellt vid kustnära platser i hela Sverige samt i södra Sveriges jordbruksområden. Utifrån alla dessa insamlade prov görs sedan ett val av vilka prov som skall gå vidare till analys.

Mätprogram

Variabler

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

<i>Företeelse</i>	<i>Determinand (Mätvariabel)</i>	<i>Metodmoment</i>	<i>Enhet</i>	<i>Prioritet</i>	<i>Frekvens och tidpunkter</i>	<i>Referens till provtagningsmetodik</i>	<i>Referens till analysmetod</i>
Väggmossa <i>Pleurozium schreberi</i> resp. Husmossa <i>Hylocomium splendens</i>	Arsenikhalt (As-halt)	Uppslutning i HNO ₃	mg/kg	1	Vart femte år. Maj-Sept.	2	2
	Blyhalt (Pb-halt)		mg/kg	1		2	2
	Järnhalt (Fe-halt)		mg/kg	1		2	2
	Kadmiumhalt (Cd-halt)		mg/kg	1		2	2
	Kopparhalt (Cu-halt)		mg/kg	1		2	2
	Kromhalt (Cr-halt)		mg/kg	1		2	2
	Kvicksilverhalt (Hg-halt)		mg/kg	1		2	2
	Nickelhalt (Ni-halt)		mg/kg	1		2	2
	Vanadinhalt (V-halt)		mg/kg	1		2	2
	Zink (Zn-halt)		mg/kg	1		2	2

Frekvens och tidpunkter

Mossprover insamlas vart femte år (2020 härnäst).

Den ordinarie provtagningen följer Riksskogstaxeringens årliga arbetsperiod maj-september. Om insamling av mossor sker på annat sätt rekommenderas en kortare period t.ex. augusti – september.

Observations/provtagningsmetodik

Prov insamlas i första hand av väggmossa, *Pleurozium schreberi*, och i andra hand av husmossa *Hylocomium splendens*.

Provplatserna ska vara belägna minst 300 m från större vägar och sluten bebyggelse eller minst 100 m från mindre vägar och enstaka hus. Proverna får ej tas i droppzonen under yngre, täta granar utan helst i små luckor i krontaket. På varje provplats ska mellan fem och tio delprov tas ut inom en yta på helst 50 × 50 meter Dessa delprov sammanslås direkt i fält.

Proverna läggs i plastpåsar, som ska förvaras svalt tills de sänds till laboratorium för provberedning, vilket ska ske inom högst en vecka. I påsarna läggs en lapp med uppgifter om plats, datum, art, insamlare.

Tillvaratagande av prov, analysmetodik*Provberedning*

För inkommande prover registreras följande uppgifter: providentifikation, provplatsens läge, insamlingsdatum, art, insamlare, ankomstdatum.

Kan vidare behandling av mossorna ske inom två veckor kan de förvaras i kyl till dess, annars måste de frysas. Mossorna rensas och de tre senaste årens tillväxt tillvaratas för analys. Den mosstillväxt som skett under provtagningsåret tas bort.

Analys

För den kemiska analysen upplöses materialet uppslutning i salpetersyra i mikrovågsugn eller genom kokning i salpetersyra under fyra dygn. Metallerna analyseras med ICP-metodik, antingen ICP MS-instrument eller ICP AES-instrument. Halterna rapporteras som mg/kg torrsvikt vid 40 °C.

Fältprotokoll

Fältprotokoll ska innehålla providentifikation samt uppgifter av läge (X- & Y-koordinater) insamlad art, insamlingsdatum, hur många delprover samlingsprovet består av, insamlare, topografi samt, vid behov, övriga kommentarer.

Bakgrundsinformation

Förutom uppgifter som ges på direkt på fältprotokollet ger Riksskogstaxeringen efter avslutad insamling information om provplatsernas vegetationstyp samt uppgift om län och kommun för samtliga provplatser.

Kvalitetssäkring

Alla delar av provtagnings- och analysförfarandet är väsentliga för undersökningens kvalitet och jämförbarhet. Det är därför viktigt att anvisningar i provtagnings- och analysmetoder följs. Anvisningarna bygger på de instruktioner som framtagits för den europeiska karteringen av metallnedfall.

Provtagningen skall göras enligt dokumenterade provtagningsrutiner och av personer med god kännedom om de problem och villkor som är förknippade med provtagning av material innehållande ämnen med låga haltnivåer (spårämnen).

Analyserna skall göras vid ett ackrediterat laboratorium, där kvalitetssystemet innebär att normal, rutinmässig kvalitetskontroll av provhantering, analysförfarande och analysdata ger god kvalitet på själva analysresultaten. Analyserna kontrolleras genom att referensmaterial analyseras tillsammans med de aktuella proverna.

Vid validering av data kan kontroll av t.ex. samvariation mellan olika provplatser eller mellan olika parametrar användas för bedömningar. Jämförelser med resultat från tidigare års undersökningar görs också.

Databehandling, datavärd

Resultaten för ingående variabler, tillsammans med beskrivning av provplatsen samt information om vilka provtagnings- och analysmetoder som använts, 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.

Aktuella analysresultat ska åtföljas av uppgifter om laboratorium samt använda analysmetoder. Dessutom ska det tydligt framgå om eventuella mindre-än-värden (<) avser detektionsgräns eller kvantifieringsgräns.

Datavärden skall lagra grunddata samt bearbetade data, för enkel distribution till användare.

Datavärd (2016):

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 53021
400 14 Göteborg
Tfn: 010-788 65 00 (vxl)
Förfrågningar kan göras till e-post: datamanager@ivl.se

Kontaktpersoner:

Karin Sjöberg
Tfn: 010-788 65 00
E-post: karin.sjoberg@ivl.se

Håkan Blomgren
Tfn: 010-788 65 00
E-post: hakan.blomgren@ivl.se

Rapportering, utvärdering

Den nationella undersökningen, som utförs regelbundet vart femte år, presenteras i en rapport, vari den eventuellt förekommande regionala förtätningen kan ingå. En länsvis sammanställning av metallhalter tillsammans med enkel beskrivande statistik bör göras. Datavärden svarar bl.a. för att kartor som visar metallhalternas fördelning inom landet tas fram samt möjliggör att data kan hämtas på IVL:s webbplats: www.ivl.se.

Kostnadsuppskattning

Kostnaderna anges med utgångspunkt från 2015 års undersökning.

Fasta kostnader

Kostnader för provtagningsutrustning, förvaringsmaterial, försändelser etc. är beroende av omfattning och samordningsvinster inom mätprogrammet.

Analyskostnader

Provinsamling, ca 400 kr per samlingsprov

Provberedning, miljöprovbanks, ca 250 kr per prov

Analyskostnader för metaller är ca 700 kr per prov beroende på antal prover.

Författare och övriga kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Lars Klintwall
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Tel: 010-6981282
E-post: lars.klintwall@naturvardsverket.se

Författare samt Experter, IVL Svenska Miljöinstitutet:

Gunilla Pihl Karlsson
Tfn: 031-725 62 00
E-post: gunilla.pihl.karlsson@ivl.se

Helena Danielsson
Tfn: 031- 725 62 00
E-post: helena.danielsson@ivl.se

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 53021
400 14 Göteborg

Referenser

1. DRAFT. HEAVY METALS IN EUROPEAN MOSSES: 2015 SURVEY. MONITORING MANUAL. International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops. <http://icpvegetation.ceh.ac.uk>. (Bilaga till detta dokument)
2. Berg, T., Hjellbrekke, A., Rühling, Å. & Stennes, E. 2003: Maps of the absolute deposition of heavy metals for the Nordic countries based on moss survey. J. Phys IV France 107 (155-158).

Rekommenderad litteratur

3. Berg, T., Steinnes, E. (1997). Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute values. Environmental Pollution 98, 61-71.

4. Couto, J.A., Fernandez, J.A., Aboal, J.R., Carballeira, A. (2003). Annual variability in heavy-metal bioconcentration in moss: sampling protocol optimization. *Atmospheric Environment* 37: 3517-3527.
5. H. Harmens, D.A. Norris, K. Sharps, G. Mills, R. Alber, Y. Aleksiyenak, O. Blum, S.-M. Cucu-Man, M. Dam, L. De Temmerman, A. Ene, J.A. Fernández, J. Martinez-Abaigar, M. Frontasyeva, B. Godzik, Z. Jeran, P. Lazo, S. Leblond, S. Liiv, S.H. Magnússon, B. Maňkovská, G. Pihl Karlsson, J. Piispanen, J. Poikolainen, J.M. Santamaria, M. Skudnik, Z. Spiric, T. Stafilov, E. Steinnes, C. Stihi, I. Suchara, L. Thöni, R. Todoran, L. Yurukova, H.G. Zechmeister. (2015). Heavy metal and nitrogen concentrations in mosses are declining across Europe whilst some “hotspots” remain in 2010. *Environmental Pollution* 200: 93-104.
6. Harmens, H., Ilyin, I., Mills, G., Aboal, J.R., Alber, R., Blum, O., Coşkun, M., De Temmerman, L., Fernández, J.A., Figueira, R., Frontasyeva, M., Godzik, B., Goltsova, N., Jeran, Z., Korzekwa, S., Kubin, E., Kvietkus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S.H., Maňkovská, B., Nikodemus, O., Pesch, R., Poikolainen, J., Radnović, D., Rühling, Å., Santamaria, J.M., Schröder, W., Spiric, Z., Stafilov, T., Steinnes, E., Suchara, I., Tabor, G., Thöni, L., Turcsányi, G., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2012). Country-specific correlations across Europe between modelled atmospheric cadmium and lead deposition and concentrations in mosses. *Environmental Pollution* 166: 1-9.
7. Harmens, H., Norris, D. A., Cooper, D.M., Mills, G., Steinnes E., Kubin, E., Thöni, L., Aboal, J.R., Alber, R., Carballeira, A., Coşkun, M., De Temmerman, L., Frolova, M., Frontasyeva, M., González-Miqueo, L., Jeran, Z., Leblond S., Liiv, S., Maňkovská, B., Pesch, R., Poikolainen, J., Rühling, Å., Santamaria, J. M., Simonèiè, P., Schröder, W., Suchara, I., Yurukova, L., Zechmeister, H. G. (2011). Nitrogen concentrations in mosses indicate the spatial distribution of atmospheric nitrogen deposition in Europe. *Environmental Pollution* 159: 2852-2860.
8. Harmens, H., Norris, D. and the participants of the moss survey (2008a). Spatial and temporal trends in heavy metal accumulation in mosses in Europe (1990-2005). Programme Coordination Centre for the ICP Vegetation, Centre for Ecology and Hydrology, Bangor, UK. <http://icpvegetation.ceh.ac.uk>
9. Harmens, H., Norris, D., Cooper, D., Hall, J. and the participants of the moss survey (2008b). Spatial trends in nitrogen concentrations in mosses across Europe in 2005/2006. Programme Coordination Centre for the ICP Vegetation, Centre for Ecology and Hydrology, Bangor, UK. <http://icpvegetation.ceh.ac.uk>
10. Harmens, H., Norris, D.A., Koerber, G.R., Buse, A., Steinnes, E., Rühling, Å. (2007). Temporal trends in the concentration of arsenic, chromium, copper, iron, nickel, vanadium and zinc in mosses across between 1990 and 2000. *Atmospheric Environment* 41: 6673-6687.
11. Harmens, H., Norris, D.A., Koerber, G.R., Buse, A., Steinnes, E., Rühling, Å. (2008). Temporal trends (1990 - 2000) in the concentration of cadmium, lead and mercury in mosses across. *Environmental Pollution*, 151, 368-376.
12. Harmens, H., Norris, D.A., Steinnes, E., Kubin, E., Piispanen, J., Alber, R., Aleksiyenak, Y., Blum, O., Coşkun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Fernández, J.A., Frolova, M., Frontasyeva, M., González-Miqueo, L., Grodzińska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, M., Kvietkus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S.H., Maňkovská, B., Pesch, R., Rühling, Å., Santamaria, J.M., Schröder, W., Spiric, Z.,

- Suchara, I., Thöni, L., Urumov, V., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2010). Mosses as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: spatial and temporal trends in Europe. *Environmental Pollution*. *Environmental Pollution* 158: 3144-3156.
13. Harmens, H., Schnyder, E., Thöni, L., Cooper, D.M., Mills, G., Leblond, S., Mohr, K., Poikolainen, J., Santamaria, J., Skudnik, M., Zechmeister, H.G., Lindroos, A.-J., Hanus-Ilmar, A. (2014). Relationship between site-specific nitrogen concentrations in mosses and measured wet bulk atmospheric nitrogen deposition across Europe. *Environmental Pollution* 194: 50 - 59.
 14. Holy, M., Pesch, R., Schröder, W., Harmens, H., Ilyin, I., Alber, R., Aleksiyenak, Y., Blum, O., Coşkun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Fedorets, N., Figueira, R., Frolova, M., Frontasyeva, M., Goltsova, N., González Miqueo, L., Grodzińska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, M., Kubin, E., Kvietkus, K., Larsen, M., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S., Maňkovská, B., Mocanu, R., Piispanen, J., Rühling, Å., Santamaria, J., Steinnes, E., Suchara, I., Thöni, L., Turcsányi, G., Urumov, V., Wolterbeek, H.T., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2010). First thorough identification of factors associated with Cd, Hg and Pb concentrations in mosses sampled in the European Surveys 1990, 1995, 2000 and 2005. *Journal of Atmospheric Chemistry* 63, 109-124.
 15. Rühling, Å. & Steinnes, E. (eds.) 1998: Atmospheric heavy metal deposition in Europe 1995-1996. *Nord* 1998:15.
 16. Rühling, Å. (ed.) (1992). Atmospheric heavy metal deposition in Northern Europe 1990. *Nord* 1992:12.
 17. Rühling, Å. m fl. (1987). Survey of atmospheric heavy metal deposition in the Nordic countries in 1985. *Nord* 1987:21.
 18. Rühling, Å., Steinnes, E. & Berg, T. (1996). Atmospheric heavy metal deposition in northern Europe 1995. *Nord* 1996:37.
 19. Schröder, W., Englert, C., Pesch, R., Zechmeister, H.G., Thöni, L., Suchara, I., Maňkovská, B., Jeran, Z., Harmens, H., Grodzinska K., Alber, R. (2008). Metal accumulation in mosses across national boundaries: uncovering and ranking causes of spatial variation. *Environmental Pollution*, 151, 377-388.
 20. Schröder, W., Holy, M., Pesch, R., Harmens, H., Fagerli, H., Alber, R., Coşkun, M., De Temmerman, L., Frolova, M., González-Miqueo, L., Jeran, Z., Kubin, E., Leblond, S., Liiv, S., Maňkovská, B., Piispanen, J., Santamaria, J.M., Simonè, P., Suchara, I., Yurukova, L., Thöni, L., Zechmeister, H.G. (2010). First Europe-wide correlation analysis identifying factors best explaining the total nitrogen concentration in mosses. *Atmospheric Environment* 44, 3485-3491.
 21. Schröder, W., Holy, M., Pesch, R., Harmens, H., Ilyin, I., Steinnes, E., Alber, R., Aleksiyenak, Y., Blum, O., Coşkun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Frolova, M., Frontasyeva, M., González-Miqueo, L., Grodzińska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, M., Kubin, E., Kvietkus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S., Maňkovská, B., Piispanen, J., Rühling, Å., Santamaria, J., Spirc, Z., Suchara, I., Thöni, L., Urumov, V., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2010). Are cadmium, lead and mercury concentrations in mosses across Europe primarily determined by atmospheric deposition of these metals? *Journal of Soils and Sediments* 10: 1572-1584.
 22. Schröder, W., Pesch, R., Englert, C., Harmens, H., Suchara, I., Zechmeister, H.G., Thöni, L., Maňkovská, B., Jeran, Z., Grodzinska, K., Alber, R. (2008). Metal accumulation in

- mosses across national boundaries: uncovering and ranking causes of spatial variation. *Environmental Pollution* 151: 377-388.
23. Schröder, W., Pesch, R., Hertel, A., Schönrock, S., Harmens, H., Mills, G., Ilyin, I (2013). Landscape-specific correlation between atmospheric depositions of Cd, Hg and Pb and their concentrations in mosses across Europe. *Atmospheric Pollution Research* 4: 267-274.
 24. Schröder, W., Pesch, R., Schönrock, S., Harmens, H., Mills, G., Fagerli, H. (2014). Mapping correlations between nitrogen concentrations in atmospheric deposition and mosses for natural landscapes in Europe. *Ecological Indicators* 36: 563-571.
 25. Steinnes, E., Johansen, O., Røyset, O., Ødegård, M. (1993). Comparison of different multielement techniques for analysis of mosses used as biomonitors. *Environmental Monitoring and Assessment* 25, 87-97.
 26. Steinnes, E., Rühling, Å., Lippo, H, Makinen, A. (1997). Reference materials for large-scale metal deposition surveys. *Accreditation and Quality Assurance* 2: 243-249.
 27. Thöni, L., Schnyder, N., Krieg, F. (1996). Comparison of metal concentrations in three species of mosses and metal freights in bulk precipitation. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* 354, 703-708.
 28. Working Group on Effects (2004). Review and assessment of air pollution effects and their recorded trends. Working Group on Effects, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Natural Environment Research Council, UK.
 29. Zechmeister, H.G. (1995). Correlation between altitude and heavy metal deposition in the alps. *Environmental Pollution* 89, 73-80.
 30. Zechmeister, H.G., Hohenwallner, D., Riss, A., Hanus-Illnar, A. (2003). Variations in heavy metal concentrations in the moss species *Abietinella abietina* (Hedw.) Fleisch according to sampling time, within site variability and increase in biomass. *Science of the Total Environment* 301, 55-65.

Uppdateringar, versionshantering

Version 1, 1996-10-21. Originalversion.

Version 1:2, 2009-12-09. Omarbetad version.

Version 1:3, 2012-01-25. Omarbetad version.

Version 1:4, 2016-03-29. Omarbetad version.