

# Undersökningstyp

(Manual för undersökning)

## Metaller i mossa

Version 1:6, 2020-06-23

Programområde: Luft  
Handledning för miljöövervakning



## Innehåll

Bakgrund och syfte med undersökningstypen .....	3
Samordning .....	3
Strategi .....	3
Statistiska aspekter .....	4
Plats/stationsval .....	4
Mätprogram .....	4
Variabler .....	4
Frekvens och tidpunkter .....	5
Observations/provtagningsmetodik .....	5
Tillvaratagande av prov, analysmetodik .....	5
Fältprotokoll .....	6
Bakgrundsinformation .....	6
Kvalitetssäkring .....	6
Databehandling, datavård .....	6
Rapportering, utvärdering .....	7
Tids- och kostnadsuppskattning .....	7
Fasta kostnader .....	7
Analyskostnader .....	7
Övrigt .....	7
Författare och kontaktpersoner .....	7
Referenser .....	8
Rekommenderad litteratur (från 2005) .....	8
Uppdateringar, versionshantering .....	9
Bilaga 1. Variabeltabell enligt mätprogram .....	10

## Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Miljöövervakningen enligt denna undersökningstyp har flera olika användningsområden, däribland:

- att ge en bild av hur det nationella/regionala/lokala 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 Luftvårdskonventionen (ICP Vegetation)

Undersökningstypen är av betydelse för övervakningen av hur det nationella miljökvalitetsmålet *Giftfri miljö* uppfylls. Riksdagens definition av miljömålet är: *”Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna.”*

## 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 vilket innebär samordningsvinster med annan miljömålsuppföljande verksamhet. Naturcentrum AB gör provberedning inför 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 Luftvårdskonventionen (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP)). Luftvårdskonventionen innefattar länderna som ingår i UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). Detta innebär att resultaten jämförs och samrapporteras med övriga deltagande länders resultat. Provtagning, övrig provhantering och analys följer den metodik som beskrivs i ICP Vegetations Monitoring Manual (Ref 1).

## Strategi

Den beskrivna metoden grundar sig på mossornas egenskaper att främst ta upp metaller från luften. Under senare år har visats att metoden även lämpar sig för studier av förekomst av andra ämnen (se nedan).

Nedfallet av tungmetaller kan uppskattas genom analys av metallinnehållet i markens mosstäcke. Undersökningen avser beskriva den mer storskaliga variationen i inom landet men kan även användas för regionala och lokala studier.

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 annan provpreparering övervägas.

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

Kunskaper om den generella bakgrundsivån 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. Det finns även metoder för att beräkna den absoluta depositionen utifrån metallkoncentrationen i mossan (Ref 2, Ref 3) samt kvävekoncentrationen (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.

Enligt manualen från ICP Vegetation bör man nationellt sträva efter att samla in minst 1,5 mossprov per 1000 km<sup>2</sup>. Om detta inte är möjligt rekommenderas en provtagningsdensitet på minst 2 mossprovplatser per 50 x 50 kilometer.

### Plats/stationsval

Den huvudsakliga provtagningen utförs i samband med Riksskogstaxeringens ordinarie inventeringsarbete och deras system av provvytor, ”trakter”, används vid denna undersökning. Mossprover samlas in från Riksskogstaxeringens permanenta provvytor där väggmossa eller husmossa finns. I vissa områden krävs en viss förtätning jämfört med Riksskogstaxeringens provvytor 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

I mossmanualen från ICP Vegetation uppmanas deltagarna att analysera så många parametrar som möjligt men basnivån enligt manualen utgörs av analys av följande metaller:

- Aluminium
- Arsenik
- Kadmium

- Krom
- Koppar
- Järn
- Kvicksilver
- Nickel
- Bly
- Antimon
- Vanadin
- Zink

I Bilaga 1 finns en tabell med kvalitetskrav för ingående variabler.

Deltagarna uppmuntras i manualen att även analysera mossproverna med avseende på innehåll av kväve och persistenta organiska ämnen (POPs). Dessutom finns i senaste manualen (Ref 1) två optioner som omfattar analys av mikroplast och långlivade radionuklider.

I Sverige har mossprover använts för att kartlägga förekomst av tungmetaller sedan början av 1970-talet. I den senaste rapporten från 2015 presenteras resultaten från 1975 till 2015 (Ref 4). Dessutom har metoden nyligen använts framgångsrikt för att även kartlägga förekomst av kväve (Ref 2), lantanioder (sällsynta jordartsmetaller) (Ref 5) och POPs (Ref 6).

### **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 slutna 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 dubbla plastpåsar, som ska förvaras svalt tills de sänds till laboratorium för provberedning, vilket ska ske inom högst en vecka. Mellan påsarna läggs en lapp med uppgifter om plats, datum, art, insamlare, topografi, antal delprover.

### **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 i salpetersyra med tillsats av väteperoxid i mikrovågsugn eller genom kokning i salpetersyra under fyra dygn. Metallerna analyseras med ICP-metodik, antingen ICP MS-instrument eller ICP OES-instrument. Halterna rapporteras som µg/g 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 direkt i 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.

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 lagras, för enkel distribution till användare.

DATAVÄRD (2020):

SMHI ([www.smhi.se](http://www.smhi.se))

Kontaktperson:

Heléne Alpfjord Wylde

Telefon: 011-495 83 45

E-post [datavardluft@smhi.se](mailto:datavardluft@smhi.se)

## Rapportering, utvärdering

Resultaten från den nationella undersökningen, som utförs regelbundet vart femte år, presenteras även i en rapport till Naturvårdsverket.

Data rapporteras till Naturvårdsverket, nationell datavärd samt internationellt till ICP Vegetation.

Utföraren (IVL Svenska Miljöinstitutet AB) 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](http://www.ivl.se).

## Tids- och kostnadsuppskattning

Kostnaderna anges med utgångspunkt från 2020 års undersökning.

### Fasta kostnader

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

### Analyskostnader

Provinsamling, provhantering och provberedning, ca 1000 kr per samlingsprov

Analyskostnader för metaller är ca 1100 kr per prov beroende på antal prover.

## Övrigt

-

## Författare och kontaktpersoner

*Programområdesansvarig (Programområde Luft), Naturvårdsverket*

Helena Sabelström

Luftenheten

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tel: 010-698 10 95

E-post: [helena.sabelstrom@naturvardsverket.se](mailto:helena.sabelstrom@naturvardsverket.se)

*Delprogramansvarig (Metaller i mossor), Naturvårdsverket:*

Petra Hagström

Luftenheten

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm  
Tel: 010-698 12 84  
E-post: [petra.hagstrom@naturvardsverket.se](mailto:petra.hagstrom@naturvardsverket.se)

*Författare samt Experter, IVL Svenska Miljöinstitutet:*

Helena Danielsson  
Tfn: 010- 788 65 00  
E-post: [helena.danielsson@ivl.se](mailto:helena.danielsson@ivl.se)

Gunilla Pihl Karlsson  
Tfn: 010-788 65 00  
E-post: [gunilla.pihl.karlsson@ivl.se](mailto:gunilla.pihl.karlsson@ivl.se)

IVL Svenska Miljöinstitutet AB  
Box 53021  
400 14 Göteborg

## Referenser

1. HEAVY METALS, NITROGEN AND POPs IN EUROPEAN MOSSES: 2020 SURVEY. MONITORING MANUAL. International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops. <http://icpvegetation.ceh.ac.uk>.
2. Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Karlsson, P-E. och Wängberg, I. 2017. Samband mellan halter i mossa och deposition av metaller, kväve och svavel. IVL-rapport C231. ISBN 978-91-88319-47-0.
3. 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).
4. Danielsson, H. och Pihl Karlsson, G. 2016. Metaller i mossa 2015. IVL-rapport C204. ISBN 978-91-88319-07-4.
5. Danielsson, H., Segura Roux, M., Pihl Karlsson, G. 2018. Kartläggning av lantanoider i mossa i Sverige. IVL-rapport C281. ISBN 978-91-88787-17-0.
6. Danielsson, H., Hansson, K., Potter, A., Friedrichsen, J., Brorström\_Lundén, E. 2016. Persistent organic pollutants in Swedish mosses. IVL-report C188.

## Rekommenderad litteratur (från 2005)

- 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. Maňková, G. Pihl Karlsson, J. Piispanen, J. Poikolainen, J.M. Santamaria, M. Skudnik, Z. Spiric, T. Stafilov, E. Steinnes, C. Stihl, 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.
- 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., Kvietskus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnússon, S.H., Maňková, 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.
- Harmens, H., Mills G., Hayes, F., Norris D. Sharps, K. (2015). TWENTY EIGHT YEARS OF ICP VEGETATION: AN OVERVIEW OF ITS ACTIVITIES. *Ann. Bot. (Roma)*, 2015, 5: 31–43.
  - 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., Maňkiovská, B., Pesch, R., Poikolainen, J., Rühling, Å., Santamaria, J. M., Simonè, 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.
  - Harmens, H., Norris, D.A., Steinnes, E., Kubin, E., Piispanen, J., Alber, R., Aleksiyaynak, 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., Maňkiovská, 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.
  - 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-Illyar, A. (2014). Relationship between site-specific nitrogen concentrations in mosses and measured wet bulk atmospheric nitrogen deposition across Europe. *Environmental Pollution* 194: 50 - 59.
  - Holy, M., Pesch, R., Schröder, W., Harmens, H., Ilyin, I., Alber, R., Aleksiyaynak, 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., Maňkiovská, 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.

## 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.

Version 1:5, 2019-10-31. Omarbetad version.

Version 1:6, 2020-06-23. Omarbetad version.

## Bilaga 1. Variabeltabell enligt mätprogram

Område	Företeelse	Determinand <sup>1</sup>	Metod-moment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetod	Referens till analysmetod
Nationellt/ Regionalt/ Lokalt	Väggmossa <i>Pleurozium schreberi</i> resp. Husmossa <i>Hylocomium splendens</i>	Aluminiumhalt (Al-halt)	Uppslutning i HNO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	µg/g	Obligatorisk	Vart femte år. Maj-Sept.	Ref. 1	Ref. 1
		Antimonhalt (Sb-halt)			Obligatorisk			
		Arsenikhalt (As-halt)			Obligatorisk			
		Blyhalt (Pb-halt)			Obligatorisk			
		Järnhalt (Fe-halt)			Obligatorisk			
		Kadmiumhalt (Cd-halt)			Obligatorisk			
		Kobolthalt (Co-halt)			Frivillig			
		Kopparhalt (Cu-halt)			Obligatorisk			
		Kromhalt (Cr-halt)			Obligatorisk			
		Kvicksilverhalt (Hg-halt)			Obligatorisk			
		Molybdenhalt (Mo-halt)			Frivillig			
		Nickelhalt (Ni-halt)			Obligatorisk			
		Vanadinhalt (V-halt)			Obligatorisk			
Zink (Zn-halt)	Obligatorisk							

<sup>1</sup> I de flesta fall liktydigt med *Mätvariabel*.