

# miljö

## TREN DER

från SLU

### Innehåll

Skapa ett svenskt nätverk för  
långtidsförsök och miljöövervakning! 2

#### **Integrerad miljöövervakning (IM)**

IM i fokus 3

Kort om IM 6

Växter speglar luftföroreningar 7

Tungmetaller i skogsmark 10

#### **Långtidsförsök**

Skogliga långtidsförsök 12

Långtidsförsök i jordbruket 15

#### **Notiser**

Seminarier / konferenser 16



## Tema: Långsiktighet

Att förutsäga och avläsa effekter i miljön kräver kunskap och uthållighet. Det här numret ägnas åt att belysa behovet av långsiktiga observationsserier i tillämpad miljöforskning och miljöövervakning.

# Skapa ett svenskt nätverk för långtidsförsök och miljöövervakning!

FÅ FORSKARE ÄR BEREDDA att med säkerhet uttala sig om miljöproblemens varaktighet och miljökonsekvenserna av samhällets utveckling. Det här gäller inte bara "gamla problem" som försurning och övergödning. Det gäller i stort sett alla former av påverkan på och/eller nyttjande av naturresurserna skog, mark och vattenpåverkan, utsläpp av miljögifter, nya bruksformer, klimatförändringar, mm.



Foto: Mats Gerantz/SLU

SVÄRIGHETEN ATT FÖRUTSÄGA och avläsa effekter i miljön hänger samman med ekosystemens komplexitet och inneboende dynamik. För att nå framgång krävs kunskap och inte minst uthållighet. I SLU:s forskning kring skogs- och jordbrukets miljökonsekvenser har långtidsförsök därför alltid spelat en viktig roll. På samma sätt är miljöövervakningen beroende av tillgång till långsiktiga observationer under kontrollerade förhållanden.

FÖR NÄRVARANDE är förutsättningarna för såväl långsiktig forskning som miljöövervakning osäkra. SLU har fått vidkännas besparingar som gör att fakulteternas möjligheter att vidmakthålla långtidsförsöken minskar. Naturvårdsverket kan i samband med pågående översyn av miljöövervakningen tvingas skära ner på eller avsluta mätningarna i bland annat skogliga referensområden. Därmed riskerar värdefulla mätserier att avbrytas i förtid. Vi förlorar infrastruktur i form av basdata, fältinstrumentering och personal. Den måste återskapas om, eller snarare när, det blir uppenbart att den behövs för att belysa frågeställningar som kräver ett långsiktigt förhållningssätt.

INFÖR ETT SÅDANT perspektiv är det nödvändigt att söka nya lösningar som innebär att fler intressenter uppmärksammas på, utnyttjas och är beredda att stödja den resurs som forskningens långliggande försöksområden och miljöövervakningens referensområden utgör. Vetenskapssamhället, forskningsråden, miljövårds- och sektorsmyndigheter och inte minst näringarna själva borde alla ha intresse av detta. Kanske kunde Naturvårdsverket i anslutning till sin pågående översyn av miljöövervakningen ta initiativ för att samla berörda parter till stöd för ett nationellt nätverk av försöksområden och referensytor för

forskning och miljöövervakning? SLU är berett att medverka till en sådan utveckling.

FÖREBILDER finns i andra länder. Kanadas EMAN (Ecological Monitoring and Assessment Network) består av mer än 100 områden för forskning och miljöövervakning med syfte att studera miljöförändringar och ge vetenskapligt underlag för nyttjande av naturresurserna ([www.cciw.ca/eman/intro.html](http://www.cciw.ca/eman/intro.html)). USA har sitt Long Term Ecological Research Network, LTER (LTERnet.edu) med likartade syften.

I Storbritannien finns Ecological Change Network, ECN ([www.nmw.ac.uk/ecn](http://www.nmw.ac.uk/ecn)). På sikt kan vi vänta att de nationella nätverken integreras och samutnyttjas allt mer. En sådan utveckling har redan inletts (se till exempel [nolimits.nmw.ac.uk](http://nolimits.nmw.ac.uk)).

LÅT OSS ALLTSÅ SLÅ VAKT om den resurs som vi byggt upp i Sverige under många år, men låt oss utnyttja den bättre och dela på de ekonomiska bördorna. Låt oss skapa ett nationellt nätverk som också kan bli en stark del av det internationella samarbetet!

*Torgny Wiederholm*

TORGNY WIEDERHOLM

## Miljötrender utkommer med 4 nr/år

ANSVARIG UTGIVARE: Torgny Wiederholm, [torgny.wiederholm@md.slu.se](mailto:torgny.wiederholm@md.slu.se), 018-67 31 13  
REDAKTÖR: Ann-Katrin Hallin, [ann-katrin.hallin@md.slu.se](mailto:ann-katrin.hallin@md.slu.se), 018-67 38 25

REDAKTIONENS ADRESS: SLU Miljödata  
Box 7062  
750 07 Uppsala

FAX: 018-67 38 00  
E-POST: [miljodata@slu.se](mailto:miljodata@slu.se)

SLU MILJÖDATAS HEMSIDA: [www.md.slu.se](http://www.md.slu.se)

GRAFISK FORM & ORIGINAL: Grön idé AB  
OMSLAGSFOTO: Sven Bräkenhielm, SLU

UPPLAGA OCH TRYCK: 1500 ex., Adebé Miljötryck.  
ISSN: 1403-4743. © SLU Miljödata

PRENUMERATIONER (kostnadsfritt):  
SLU Publikationstjänst  
Box 7075  
750 07 Uppsala  
FAX: 018-67 28 54  
E-POST: [inger.blomstedt@cf.slu.se](mailto:inger.blomstedt@cf.slu.se)



# IM i fokus

*Vilka framtida behov finns av långsiktiga, intensiva undersökningar i avrinningsområden? I höstas samlades forskare, miljötjänstemän, representanter för skogsbranschen och andra intresserade för att ta del av och diskutera IM i skogsekosystem. Seminariet arrangerades av Institutionen för Miljöanalys på SLU. Nedan ges korta glimtar av innehållet.*

Ewa Bringmark från Institutionen för miljöanalys inledde seminariet:

– IM-programmets avrinningsområden ger unika möjligheter att utveckla förståelsen av processerna i skog, mark och vatten. Det krävs intensitet och samordning av mätningarna för att komma vidare i forskningen om hur de biologiska effekterna ute i miljön hänger samman med olika sorters miljöpåverkan.

## USA "avskräckande" exempel

USA:s IM-program utvecklades i början av 1990-talet. Richard Hooper från US Geological Survey berättade att det nu lett till att det saknas en systematisk uppföljning av effekterna av minskade utsläpp av försurande ämnen. Det saknas också underlag för att validera modeller och prediktioner.

– Data från dessa områden hade även kunnat användas för att öka förståelsen kring hydrologiska och biogeokemiska processer som bland annat styr transporten av diffusa föroreningar till vattendragen, reflekterade Richard Hooper. Det senare är idag ett högt prioriterat problemområde i USA och nya program har startats upp.

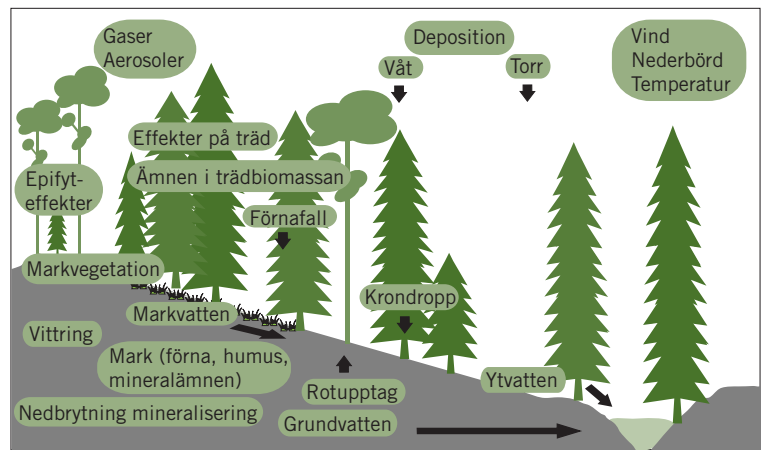
## 7000 miljoner ECU för strategi

Martin Forsius från Finnish Environment Institute pekade på IM:s betydelse för att kunna utvärdera effekter av olika internationella konventioner. I anförandet reflekterade han kring kostnaderna för miljöstrategiutvecklingen inom EU (7000 miljoner EU, varav 163 miljoner ECU i Sverige).

– För att följa upp miljömålen finns betydligt mindre medel avsatta i de olika länderna, konstaterade Martin Forsius.

## Återhämtning inte självklar

Jacob Hruska från Tjeckiens IM-program redovisade



IM:s samordnade provtagningar och observationer kan ge en helhetsbild av kemiska och fysiska processers effekter på naturliga ekosystem.

landets dramatiskt minskade nedfall av försurande ämnen. Det har gjort att beslutsfattare förväntar sig en snabb återhämtning av mark- och vattensystem. Men på grund av den historiska belastningen med försurande ämnen visar det sig att exempelvis bas-katjonmättnaden i marken stadigt kommer att sjunka till år 2020. Förhållandena kommer inte automatiskt att återgå till de "förindustriella".

– IM-data kan användas för att visa på sådana långtidseffekter och söka strategier som leder till en mer effektiv återhämtning, menade Jacob Hruska. Mycket tyder på att en förändring i regionens skogsbruk mot ökat lövträdsinslag kan vara ett alternativ.

## Effektorienterade åtgärder kräver mer kunskap

Kjell Johansson från Naurvårdsverket tog upp betydelsen av IM-data för internationella förhandlingar med kvicksilver som exempel. I somras undertecknades ett protokoll inom luftkonventionen, ECE, som innebär att kvicksilverutsläppen i Europa kommer att minskas.

– Protokollet är resultatet av 10 års arbete med att dokumentera luftspridningen av kvicksilver och dess risker i miljön. Forskningsresultat från Sverige har haft stor betydelse och en pionjärinsats gjordes i de svenska IM-områdena.

– Nästa steg är att gå mot en effektorienterad åtgärdsstrategi, dvs att målen utgår från vad naturen tål, fortsatte Kjell Johansson. IM-områdena kommer att vara värdefulla för att generera mer kunskap om processer och effekter som underlag för de modellberäkningar som krävs.

– IM-områdena bör också utnyttjas för att skapa ett bättre vetenskapligt underlag inom området organiska miljögifter, föreslog Kjell Johansson.

### Lågdoseffekter av tungmetaller

Lage Bringmark från Institutionen för miljöanalys gav en bild av kunskapsläget inom tungmetallområdet.

– Vi börjar förstå vilka faktorer som styr uttransporten av kvicksilver till sjöar. Men tidsserierna som modellerna bygger på är fortfarande korta och det krävs också mer forskning på processerna.

– Ännu finns inte godtagbara modeller för att fastställa vad naturen tål (kritisk belastning), fortsatte Lage Bringmark. Under arbetet med att med att fastställa lägsta biologiska effektnivå av metaller i skogsmark, har vi konstaterat markbiologiska effekter vid lägre metallnivåer än vad som tidigare rapporterats (se vidare sidan 10).

### Känslighetsindex som påverkansmått

Sven Bråkenhielm från Institutionen för miljöanalys har studerat hur övervakning av växtsamhällen kan användas för att följa biologiska effekter av minskade luftföroreningar. Han jobbar med känslighetsindex som bygger på enskilda arters känslighet för exempelvis pH och kvävehalter i marken och deras täckningsgrad i växtsamhället.

– Våra studier visar att en förändrad kvävedeposition ger förändringar i växtsamhället, berättar Sven Bråkenhielm. Han betonade även IM-områdenas betydelse som referens till exempelvis skötta skogar eller till mer föroreningsbelastade områden i Europa.

### Referens- och kontrollområden

Flera föredragshållare talade om behovet av referensområden för studier av olika markanvändningsåtgärder inom skogsbruket.

– Utan kontroll- eller referensområden kan naturliga förändringar tolkas som allvarliga miljöstörningar orsakade av exempelvis skogsbruket, menade Lars Lundin från Institutionen för miljöanalys.

– Inom seriös forskning räcker det inte med påståenden om alarmerande förändringar eller effekter utan relevant bakgrundsinformation, fortsatte han. Nyttjandet av avrinningsområden lämpar sig väl både för kort- och långsiktiga studier av effekter.

### Brukad skog saknar uppföljning

Stefan Löfgren från Institutionen för miljöanalys visade på avsaknaden av övervakning av brukad skog i större avrinningsområden. Han menade att flera frågetecken kvarstår om skogsmarkens långsiktiga produktionsförmåga och påverkan på den biologiska



IM bedrivs i små skyddade skogsområden och är en del av den nationella miljöövervakningen. Syftet är bland annat att följa gränsöverskridande luftföroreningars effekter på naturliga ekosystem.

mångfalden på land och i vatten.

– Svenskt skogsbruk skulle ha nytta av långsiktigt integrerat mätprogram i brukad skog där både kemiska och biologiska komponenter beaktas, föreslog Stefan Löfgren.

### Långa tidsserier stöder tolkning av miljödata

Henrik Kylin från Institutionen för miljöanalys har studerat hur olika svärnedbrytbara miljöföroreningar (så kallade POP:s) tas upp i tallbarr. Till skillnad från de ledande hypoteserna visar hans studie att HCH:er och DDT ackumuleras i tallbarr under barrrens hela livstid.

– Vår studie gjordes på unikt långa provtagningsserier och visar att upptaget av POP:s är mer komplext än vad de vanligtvis använda modellerna ger vid handen, berättade Henrik Kylin. Det pekar också på betydelsen av långa tidsserier för att tolka miljödata och utveckla förståelsen av processerna i naturen.

Mats Aastrup från SGU infogade att kunskapen från den integrerade övervakningen är en nödvändig hjälp för att tolka resultaten från mer extensiva miljöövervakningsprogram.

– Våra modeller kan inte bli bättre utan att valideras och testas. I arbetet med kemiska modeller behöver vi veta om våra antagna orsakssamband är riktiga, sade Mats Aastrup.



Foto: Per Bengtson/Grön tid

### Studera måttliga kväveeffekter!

Olle Westling föreslog att övervakningen av kväve i skogsekosystemet bör inriktas på fler aspekter än att beskriva drastiska effekter av kvävenedfall som kraftig utlakning och allvarliga skogsskador.

– Frågor kring hur måttliga ökningarna i kvävenedfall påverkar viktiga komponenter och processer i skogsekosystemet är minst lika viktiga, hävdade han. Det är exempelvis angeläget att studera om de kväveeffekter som redan uppstått är reversibla. Effekter av minskat kvävenedfall på skogens produktionsförmåga, kolupplagring och den biologiska mångfalden är andra viktiga frågor.

– I kombination med annan miljöövervakning kan IM-områdena utgöra en viktig referens till studier i brukad skogsmark, menade Olle Westling.

### IM-områdena "rödlistade"

Kevin Bishop, professor i miljöanalys vid SLU, reflekterade över kunskapsläget och miljöarbetet.

– Genom IM-programmet och annan forskning har vi fått en ökad kunskap om eutrofiering, försurning och metaller i miljön, inledde han. Miljöarbetet har också kommit en bit på väg. Ett framgångsrikt exempel är de minskade utsläppen av luftföroreningar. Kevin Bishop betonade dock att vi inte kan slå oss till ro med det.

– Förståelsen av processerna i skog, mark och vatten behöver utvecklas. Nu hotas IM-områdena av nedläggning eller stympning på grund av resursbrist. Kevin Bishop kategoriserade IM-områdena som "rödlistade" och föreslog en "bevarandeplan".

– En viktig åtgärd är att se till att mer forskning

knyts till IM-områdena, menade Kevin Bishop. Det måste också till finansiering från andra källor än Naturvårdsverket.

### Skogsbolag vill ha områden i brukad skog

En av representanterna för skogsbranschen, Jan-Erik Lundmark på Assidomän, efterlyste nya undersökningsområden i brukad skogsmark (IM-områdena ligger nu i skyddad skog).

– Skogsbolagen efterfrågar mer kunskap om effekter av olika skogsvårdsåtgärder på vattenmiljön i hela avrinningsområden, berättade J-E Lundmark. Stefan Löfgren från SLU föreslog att åtgärdsforskningen kan inlemmas i större IM-områden inkluderande även brukad skog.

– På SLU pågår redan ett antal skogliga långtidsförsök med frågeställningar kring miljöeffekter av olika skogsvårdsåtgärder, kommenterade Håkan Staaf från Naturvårdsverket (se vidare sidan 12). De flesta av dessa försök är dock inte gjorda på avrinningsområden. – Det som saknas är underlag om effekterna på större ytor och på lång sikt, inflikade Ove Westling från IVL.

### Dags för nationellt nätverk?

Torgny Wiederholm, SLU, frågade församlingen om det inte nu är dags att samla både långtidsförsök och miljöövervakning i ett gemensamt nationellt nätverk.

– Med en samlad resurs kan vi studera delar eller hela skogsekosystemet i både naturlig och brukad skog, föreslog Torgny Wiederholm. Anlogt finns samma behov av samordning för jordbruksmark, sjöar osv.

– Vi utformar just nu ett nytt program för den framtida miljöövervakningen som ska vara klart 1999, replikerade Manuela Notter från Naturvårdsverket. Det står klart att med bara miljöövervakningspengar klarar vi inte att behålla ett oförändrat IM-program.

– Forskningsvärlden måste lära sig att utnyttja de basresurser som finns inom IM-områdena och ta med sig finansiering på annat håll, manade Manuela Notter.

Håkan Staaf kommenterade att IM inte behövs för att upprätta trender över tillståndet i skogen.

– Däremot har IM en roll när det gäller att utveckla förståelsen av kemiska, biologiska processer i miljön för att kunna göra bättre konsekvensanalyser, modeller etc., menade Håkan Staaf. En fast finansiering via EU borde vara målet.

– Gör miljöövervakningen markanadsanpassad, uppmanade Olle Westling. Om de olika IM-områdena lyfter fram sina lokala särdrag bättre blir det lättare att söka finansiärer i stiftelser och liknande. 🌱

# Kort om IM

DEN INTEGRERADE MILJÖÖVERVAKNINGEN (IM) startade 1981 som en del av den nationella övervakningen. Syftet är bland annat att under lång tid följa effekter av gränsöverskridande luftföroreningar på naturliga ekosystem, där ingen aktiv markanvändning bedrivs. Särskilt viktigt är att påvisa om utsläppsminskningar i Europa gör våra ekosystem friskare.

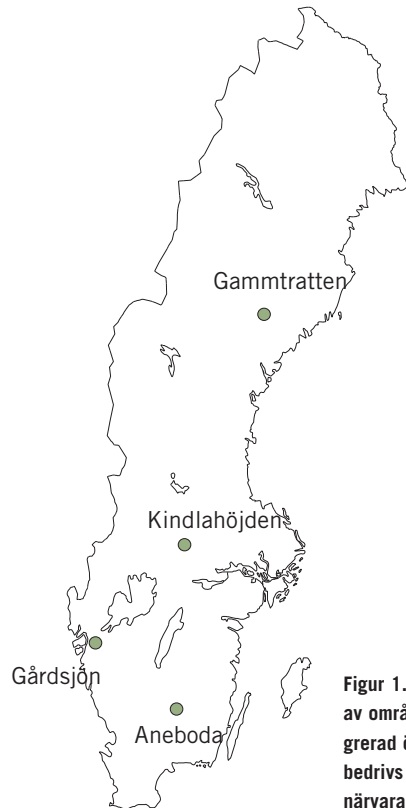
Initialt ingick fler områden och av olika naturtyp, men sedan 1993 bedrivs IM vid fyra skogsområden i Sverige. De nuvarande IM-områdena består av små homogent beskogade avrinningsområden (se tabell 1). Områdena är geografiskt placerade längs en luftföroreningsgradient från söder till norr (se figur 1). I de små avrinningsområdena är det möjligt att följa föroreningarna på deras väg från nederbörd till utloppsbäck och spåra deras inverkan på växter och markens nedbrytningsorganismer. Resultaten används dels som referens till mer påverkade ekosystem, dels för att påvisa mer långsiktiga trender.

## Internationella programmet (ICP-IM)

Svenska IM deltar även i det internationella samarbetsprogrammet för integrerad övervakning (ICP-IM). Syftet är bland annat att ge underlag för att följa upp FN/ECE-konventionen om begränsning av långtransporterade luftföroreningar (CLRTAP). Konventionen omfattar svavel, kväve, tungmetaller, organiska föroreningar och klimatpåverkande gaser. För närvarande deltar 22 länder i arbetet med att följa luftföroreningarnas effekter på mark, vatten och vegetation.



**MER INFO:** En utförlig beskrivning av det svenska IM-programmet finner du på Institutionen för Miljöanalys hemsida: [www.ma.slu.se](http://www.ma.slu.se), där finns också länkar till det internationella programmet.



Figur 1. Lokalisering av områden där integrerad övervakning bedrivs i Sverige för närvarande.

### fakta

#### Delprogram

Den integrerade övervakningen är indelad i ett antal delprogram:

- Klimat
- Luftkemi
- Nederbördskemi
- Metaller i mossor
- Krondropp
- Markkemi
- Markvattenkemi
- Grundvattenkemi
- Avrinningskemi
- Barrkemi
- Förnafallskemi
- Mikrobiell nedbrytning och markrespiration
- Skogsskador
- Vegetation

Provtagning och observationer samordnas för att kunna skapa en helhetsbild av olika kemiska och fysiska processers påverkan på de biologiska variablerna.

Tabell 1. Allmänna uppgifter om svenska IM-områden.

| Område       | Latitud | Longitud | Höjd över havet (m, max/min) | Startår | Areal (ha) | Dominerande vegetation  |
|--------------|---------|----------|------------------------------|---------|------------|-------------------------|
| Gammtratten  | 63 51   | 18 07    | 545/420                      | 1998    | 45         | blandbarrskog           |
| Kindlahöjden | 59 45   | 14 54    | 415/337                      | 1996    | 19         | blandbarrskog, kärr     |
| Gårdsjön     | 58 03   | 12 01    | 138/114                      | 1970/91 | 3,7        | blandbarrskog, sumpskog |
| Aneboda      | 57 07   | 14 32    | 242/204                      | 1982    | 20         | blandbarrskog, myr      |

# Växter speglar Luftföroreningar

*Återhämtar sig naturen när luftföroreningarna minskar? Genom att utnyttja kunskaper om växtlighetens känslighet för olika miljöfaktorer kan man följa förändringar i växternas miljö över tiden.*

Foto: Sven Brakenhielm/SLU



DEN INTEGRERADE MILJÖÖVERVAKNINGEN ska bland annat följa de biologiska effekterna av minskade luftföroreningar till följd av luftkonventionen (CLRTAP). Främst handlar det om svavel- och kväveföroreningar. Ett generellt problem har varit att finna metoder som är möjliggör jämförelser av biologiska effekter över tiden och mellan olika platser. Ett väg som provas inom IM:s vegetationsövervakning är att använda sig av känslighetsindex som bygger på arters individuella känslighet för olika miljöfaktorer (t.ex. markens surhetsgrad, pH).

## Mångfald i känslighet

Organismers möjlighet att överleva och föröka sig på en plats påverkas av en mängd faktorer som exempelvis temperatur, fuktighet, pH, mängden föroreningar, m fl. Olika arters toleransgränser för en viss miljöfaktor skiljer sig åt.

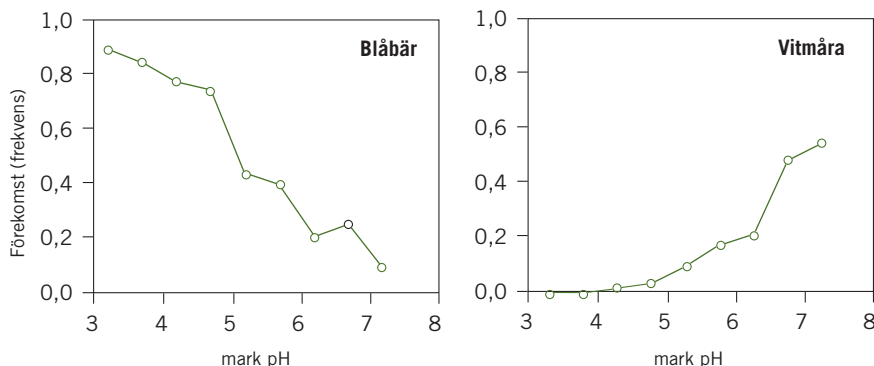
En faktor som visat sig påverka bland annat växters vitalitet avsevärt är markens pH. Vissa växter är exempelvis känsliga för lågt pH och klarar inte att växa och föröka sig en sur miljö. Andra växter för-

svinner i miljöer med ett högt pH. De arter som har ett tämligen smalt toleransområde för en eller flera miljöfaktorer kan användas som indikatorarter för att följa om miljöförhållandena ändras på en plats.

## Känsligheten görs jämförbar

Genom att undersöka artförekomsten längs en gradient av en miljöfaktor kan man få en uppfattning om olika arters känslighet, se exempel i figur 1. Den kunskapen kan sedan ge underlag för att grovt gradera de enskilda arternas känslighet för miljöfaktorn i en skala. Kombinerar en arts känslighetstal med artens mängd (täckning eller förekomst) på en given plats får man ett mått som varierar över tiden, se tabell 1. Om man dessutom summerar flera arters reaktioner på en plats får man ett samhällsindex som är oberoende av vilka arter som ingår och som därför kan jämföras över tiden oavsett vilka arter som tillkommer eller försvinner. Genom att använda alla växtarter på en lokal ökar också chanserna att deras samlade reaktion pekar i en viss riktning.

Tillsammans kan olika arter – här falsk vitmossa och blåbär – berätta om tillståndet i sin miljö.



Figur 1. Exempel på olika arters förekomst (frekvens) längs en gradient av markens surhetsgrad (pH). Data från Ståndortskareringen, 1993–1995, södra delen av Sverige. Blåbär är ganska tålig för ett lågt pH medan vitmåran är känsligare. Ur (1).



Insamling av markvegetationsdata. Alla växterna i ett antal provrutor artbestäms och deras täckning uppskattas.

Foto: Sven Bråkenhielm/SLU

Med denna metodik har stamlevande lavars känslighet för försurande luftföroreningar kunnat graderas. På liknande sätt har forskarna även kunnat gradera marklevande kärlväxters och mossors känslighet för syror, gödslande ämnen och ljus. Värdena brukar benämnas "Ellenbergvärden" efter den tyske professor som tidigt tog fram känslighetstal från 1 till 9 för Mellaneuropa (3). Eftersom arter kan reagera något annorlunda på en miljöfaktor i olika ekologiska regioner måste känslighetsvärdena för varje art anpassas regionalt.

## Svenska känslighetsvärden

För svenska förhållanden har man nyligen tagit fram surhetskänslighetsvärden för ett antal marklevande kärlväxter och mossor (1). Underlaget bygger på vegetations- och markdata från över 2000 av Ståndortskarteringens provrutor i södra Sverige (mer information om Riksskogstaxeringens ståndortskartering kan du få på [www.sml.slu.se](http://www.sml.slu.se)). Dessa surhetskänslighetsvärden ska tillämpas på vegetationsdata som samlats in inom miljöövervakningen sedan början av 1980-talet.

Kvävebehovsvärden, som antas kunna avspegla vegetationens reaktion på förändringar i kvävenedfallet, finns ännu inte framtagna för marklevande växter i Sverige. För att räkna fram växtsamhällets kvävebehovsindex används därför för närvarande Ellenbergs originalvärden för Mellaneuropa. För stamlevande lavar finns sedan tidigare både sur-

hetskänslighetsvärden och kvävebehovsvärden framtagna (4).

## Samband mellan index och föroreningar

Från de analyser som hittills gjorts har det framkommit att surhetskänslighetsindex för växtsamhällen (markväxter, stamlevande lavar) visar ett geografiskt samband med nedfallet av försurande ämnen över landet (5). På lokaler där nedfallet är högre (södra

### fakta

#### IM:s vegetationsövervakning

Vegetationsövervakningen syftar bland annat till att följa effekterna av luftföroreningar på träd, markvegetation och epifyter (stamlevande lavar och barrlevande alger). Man följer utbredning, struktur, artinnehåll och populationsdynamik hos de större växtsamhällena inklusive träden. Dessutom följs biomassans dynamik i trädbestånden (främst med hänsyn till förrådet av näringsämnen och vissa spårämnen) inklusive den döda veden, barrens näringsstatus och trädens vitalitet. Programmet syftar även till att följa den biologiska mångfalden bland växter. Förekomst och mängd av markväxter (kärlväxter, mossor, lavar) och epifyter (lavar och alger) inventeras. Övervakningen bedrivs inom väl avgränsade avrinningsområden vilket möjliggör koordinat med övriga delprogram inom IM. De data som samlas in över vegetationsdynamiken i orörda skogar kan även användas som referens till produktions-skogen som övervakas av Riksskogstaxeringen.

Mer information om IM:s vegetationsövervakning kan du få genom Institutionen för miljöanalys hemsida: [www.ma.slu.se](http://www.ma.slu.se).



| Växtart           | R | 1982 täckning | Relativ täckning | Vägt R      | 1983 täckning | Relativ täckning | Vägt R      | 1984 täckning |
|-------------------|---|---------------|------------------|-------------|---------------|------------------|-------------|---------------|
| ljung             | 1 | –             | –                | –           | 1             | 0,01             | 0,01        | osv           |
| kruståtel         | 4 | 1             | 0,02             | 0,06        | 1             | 0,01             | 0,06        | ...           |
| ekorrbar          | 4 | 1             | 0,02             | 0,06        | 1             | 0,01             | 0,06        | ...           |
| örnbräken         | 4 | 6             | 0,09             | 0,37        | 8             | 0,11             | 0,44        | ...           |
| skogsstjärna      | 4 | 1             | 0,02             | 0,06        | 1             | 0,01             | 0,06        | ...           |
| blåbär            | 1 | 9             | 0,14             | 0,14        | 11            | 0,15             | 0,15        |               |
| lingon            | 1 | 1             | 0,02             | 0,02        | 1             | 0,01             | 0,01        |               |
| stor kvastmossa   | 3 | 3             | 0,05             | 0,14        | 3             | 0,04             | 0,13        |               |
| vig kvastmossa    | 5 | 28            | 0,43             | 2,15        | 23            | 0,32             | 1,60        |               |
| vanlig kvastmossa | 1 | 5             | 0,08             | 0,08        | 6             | 0,08             | 0,08        |               |
| husmossa          | 1 | 4             | 0,06             | 0,06        | 6             | 0,08             | 0,08        |               |
| väggmossa         | 1 | 5             | 0,08             | 0,08        | 9             | 0,13             | 0,13        |               |
| kammossa          | 1 | 1             | 0,02             | 0,02        | 1             | 0,01             | 0,01        |               |
| <b>Summa</b>      |   | <b>65</b>     | <b>1</b>         | <b>3,23</b> | <b>72</b>     | <b>1,00</b>      | <b>2,82</b> |               |

Tabell 1. Exempel på surhetskänslighetstal (R) för marklevande växter graderade längs en skala från 1 till 9. Ju lägre värde desto mer surhet tål arten. Genom att multiplicera känslighetsvärdet (R) med artens mängd (täckning = medeltäckning i rutorna) får man ett vägt R som förändras när artens mängd förändras. Summan av de vägda R:en bildar ett samhällsindex som är oberoende av vilka arter som ingår och som därför kan jämföras över tiden oavsett vilka arter som tillkommer eller försvinner. Vegetationsdata från Sannen i Blekinge från det tidigare Programmet för övervakning av miljö kvaliteten (PMK). Ur (2)

Sverige) finner man växtsamhällen som är tåligare mot försurning i jämförelse med de lokaler där nedfallet är lägre (norra Sverige). Under en tolvårig undersökningsperiod kunde man inte se något samband mellan förändringar i surhetskänslighetsindex och förändringar av svavelnedfallet i enskilda undersökningsområden. Något sådant samband var inte heller väntat eftersom förändringarna av svavelnedfallet under tidsperioden varit små i jämförelse med Centraleuropa. Det mönster vi ser för växtsamhällena avspeglar istället effekten av det tidigare nedfall av försurande även som pågått under en längre tid.

På ett likartat sätt sammanfaller även kvävebehovsindex för analyserade växtsamhällen med det geografiska mönstret av kvävenedfall i landet. I fyra av områdena i sydvästra Sverige har kvävenedfallet ökat signifikant under tolvårsperioden. För dessa områden har man sett ett samband mellan förändringar i kvävebehovsindex över tiden och förändringar i kvävenedfallet. Det tyder på att kvävebehovsindex är ett instrument som kan visa på effekter av förändringar i kvävenedfall under en relativt kort tidsperiod. ☀

KONTAKTPERSON: Sven Bråkenhielm,  
Institutionen för miljöanalys, SLU,  
E-POST [Sven.Brakenhielm@ma.slu.se](mailto:Sven.Brakenhielm@ma.slu.se).

#### REFERENSER

- Liu, Qinghong (1998). *Ecological indication by Swedish forest plants – its application in environmental assessment*. Manuskript (kan erhållas av författaren: [qinghong.liu@md.slu.se](mailto:qinghong.liu@md.slu.se))
- Bråkenhielm, Sven (1998). *Växter berättar om sin miljö – en metod att mäta luftföroreningarnas effekter* (Red. Jonas Förare). Fakta Skog, nr 3, 1998. Sveriges Lanbruksuniversitet, Uppsala.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. (1998). *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Scripta Geobotanica 18.
- Hultengren, S., Martinsson, P.-O and J. Stenström (1991). *Lavar och luftföroreningar, Känslighetsklassning och indexberäkning av epifytiska lavar*. SNV rapport 3967. Statens Naturvårdsverk, Solna
- Bråkenhielm, S. & Q. Liu (1995). *Impact of sulphur and nitrogen deposition on plant species assemblages in natural vegetation*. Water, Air and Soil Pollution 85 (3): 1581-1586.



Foto: Sven Bråkenhielm/SLU

Barklevande lavar synas på nära håll.

# Tungmetaller

## – markbiologiska effekter och massbalanser

TUNGMETALLER är en del av de gränsöverskridande luftföroreningarna i Europa. En viktig uppgift för miljöövervakningen är att följa bland annat kvicksilver (Hg), bly (Pb) och kadmium (Cd) på deras väg genom ekosystemet och påvisa eventuella biologiska effekter. Det gäller att hitta svaga indikationer i en stor naturlig variation. Metallerna ansamlas i det organiska humusskikt, mårлагret, som ligger som ett täcke ovanpå de flesta skogsmarker. Därför kan biologiska effekter väntas just där (fakta 1). Nu tyder undersökningar på att markbiologiska effekter kanske redan finns över stora områden i Sverige. Ännu finns ingen internationell acceptans för biologiska lågdoseffekter i humusskiktet. Frågan är aktuell eftersom det pågår förhandlingar om utsläppen av luftburna metaller inom luftkonventionen för begränsning av långtransporterade föroreningar i Europa (CLRTAP).

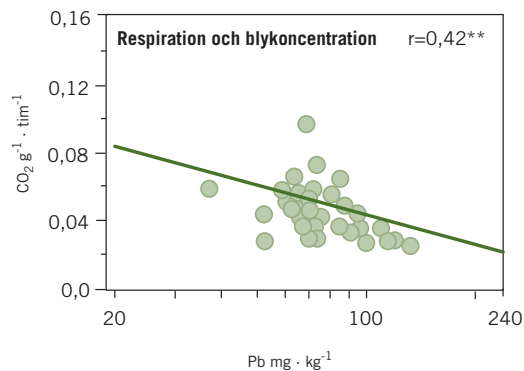
### Markbiologiska effekter av tungmetaller

Det finns indikationer på att markbiologiska effekter uppträder vid lägre Pb- och Hg-halter än man hittills kunnat visa. Respiration i humusprover bestämd under standardiserade laboratorieförhållanden visar den potentiella aktiviteten hos de nedbrytande mikroorganismerna när materialets kvalitet är enda begränsningen. Respirationen fungerar som en indikator på nedbrytningen av organiskt material. I en studie av mårлагret i Aneboda i södra Sverige fann man tydliga negativa samband mellan den mikrobiologiska aktiviteten mätt som respiration och halten av Pb/Hg (figur 1). Pb- och Hg-halterna var lägre än vad som tidigare ansetts ge markbiologisk effekt och ligger i nivå med halterna i södra Sveriges skogsmark

#### fakta

##### 1) ACKUMULATION I MARKEN

Karaktäristiskt för skogsmarken i Sverige är ett markerat ytligt lager av organiskt material, mårлагret. Detta lager är ca 3–8 cm tjockt och adsorberar de flesta metaller mycket effektivt. Mårлагret fungerar därför som ett filter för metaller som tillförs med nederbörd och torrdeposition. Nedbrytningen av det organiska materialet i mårлагret går mycket långsamt (halveringstid 250–300 år). På grund av långvarig ackumulation är markförråden av kvicksilver, bly och kadmium mycket stora. För både Hg och Pb visar massbalansberäkningar att ackumulationen i marken fortsätter trots reducerad deposition på senare år. Källa (1).

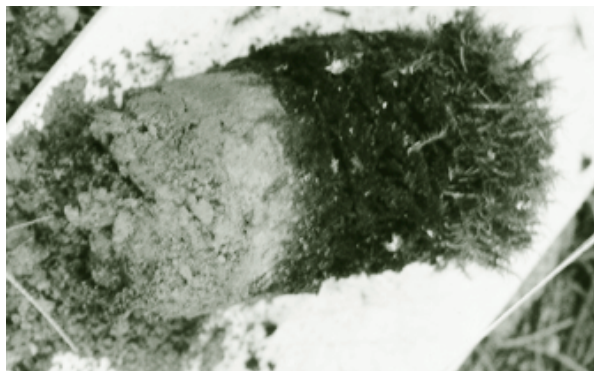


Figur 1. Samband mellan blykoncentration (log Pb mg/kg organiskt mtrl) och mikrobiologisk aktivitet mätt som respiration (mg CO<sub>2</sub>/g organiskt mtrl) i skogsmark på IM:s provyta i Aneboda. Ett tydligt negativt samband tyder på markbiologiska effekter vid blykoncentrationer som lägre än man hittills kunnat visa. Ur (2).

idag, fakta 2. Eftersom Pb och Hg var inbördes korrelerade kunde deras respektive samband med respirationen inte särskiljas. Genom fortsatta detaljerade undersökningar i fält och experimentella metalltillsatser försöker man nu entydigt påvisa effekter av Pb och Hg vid låga haltnivåer (se figur 2). Resultaten håller på att sammanställas för en slutrapport.

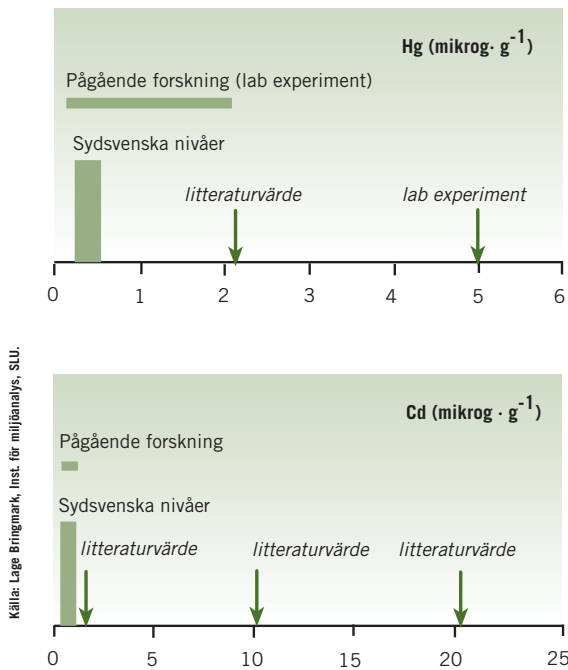
### Massbalanser gav förhandlingsunderlag

Undersökningar i svenska avrinningsområden för integrerad övervakning (IM) under 1980-talet ledde till viktiga slutsatser om bland annat kvicksilverackumuleringen i skogsmarken. Man visade att ungefär 80% av nedfallet via nederbörd ansamlas i marken, främst i humusskiktet (3). Det utgör den främsta källan till belastningen på sjöar. Även om Hg-nedfallet skulle minska skulle det ta mycket lång tid (sekler) att



Jordprov från Aneboda med karaktäristisk skiktning.

Foto: Lage Birngmark/SU



Figur 2. Nivåer för biologiska effekter av kvicksilver, bly och kadmium i skogsmarkens organiska skikt. Figuren illustrerar vilka halter av Hg, Pb och Cd som tidigare visats ge markbiologiska effekter (uppgifter hämtade från litteratur och labexperiment) och vilka nivåer som är aktuella för pågående forskning.

bli av med förrådet i marken. Dessa kunskaper kom till direkt användning för Sveriges agerande i det internationella åtgärdsarbetet.

### Hg-nedfall underskattat

Genom att man i massbalanser även inkluderat kvicksilverflödet till marken från nedfallande barr och löv (förnafallet) har man nu en bättre uppskattning av det totala nedfallet (4). Det visar sig att kvicksilverflödet från förnafallet är mycket stort jämfört med vätdepositionen av kvicksilver. Det innebär att man hittills har underskattat depositionen. Tidigare uppskattades att nedfallet av Hg måste minska med 80% från nedfallsnivåerna i slutet av 1980-talet för att inte halterna av Hg ska fortsätta att öka i skogsmarken (1). Baserat på de nya resultaten måste denna procentsats troligen justeras uppåt.

### Hg i fisk styrs av landprocesser

Ett tidigare känt problem är kvicksilver i insjöfisk, vilket lett till svartlistning av tusentals skogssjöar. Inom IM har man på senare tid också inkluderat metyl-kvicksilver som är den kvicksilverform som tas upp av fisk. När man nu börjar skönja vilka faktorer som styr belastningen på fisken anses olika landprocesser vara avgörande på kort sikt. Egenskaper i avrinningsområdet och klimatet under olika år är mer styrande för kvicksilverutflödet än depositionen (2). ☀

KONTAKTPERSON: Lage Bringmark Institutionen för miljöanalys, SLU. tel: 018-673103  
E-POST: Lage.Bringmark@ma.slu.se

### REFERENSER

- Bergbäck, B & K. Johansson. 1996. *Metaller i stad och land -kretslopp och kritisk belastning*. Lägesrapport. Naturvårdsverket rapport 4677.
- Bringmark, L. 1998. *Heavy metals studies at the Swedish IM sites*. In: Kleemola, S. and Forsius M. (eds.) UN ECE ICP Integrated Monitoring, 7th Annual Report, Finnish Environmental Institute, Helsinki, 25-30
- Aastrup, M., Iverfeldt, Å., Bringmark, L., Kvarnäs, H., Thunholm, B. & H. Hultberg 1995: *Monitoring of heavy metals in protected forest catchments in Sweden*. Water, Air and Soil Pollution 85:755-760.
- Lee, Y.-H., K. Bishop, J. Munthe, Å. Iverfeldt, M. Verta, H. Parkman & H. Hultberg. 1998. *An examination of current Hg deposition and export in Fennoscandian catchments*. Biogeochemistry 40:125-135.

### fakta

#### 2) Tungmetallhalter

Halterna av kvicksilver (Hg), bly (Pb) och kadmium (Cd) är markant förhöjda i markens ytskikt i förhållande till bakgrunds nivåerna. Uppskattningar visar att metallhalterna i södra Sverige har ökat med cirka 5–10 gånger för Pb och 3–5 gånger för Hg och Cd. De regionala medelvärdena varierar i grova drag för Pb från mellan 80 mg/kg i södra Sverige till 20 mg/kg i norra delen av landet, för Hg mellan 0.4 och 0.15 mg/kg; samt för Cd mellan 1.0 och 0.4 mg/kg. Det är en tydlig gradient med högre halter i söder som avtar mot norr. Det tyder på att de förhöjda halterna beror på utsläpp i andra länder i Europa och långdistanstransport i atmosfären. Källa (1).

# Skogliga långtidsförsök

– en nationell resurs för ett uthålligt skogsbruk

*Vad händer med skogstillväxten om vi kalkar marken?*

*Vilken effekt har kvävegödslingen på förnedbrytningen?*

*Hur påverkar näringstillförseln sammansättningen av ämnen i det avrinnande vattnet?*

SVERIGE HAR internationellt sett många väldokumenterade fältexperiment med god statistisk uppbyggnad och som pågått under lång tid. På grund av generellt minskade resurser för effektforskning har möjligheten att finansiera drift av fältförsök minskat dramatiskt. Det beror främst på att Naturvårdsverket har mist sitt forskningsanslag. Finansieringen av de skogliga långtidsförsöken är därför osäker. Det finns en utbredd oro bland forskare, myndigheter och kanske också skogsföretag att många potentiellt viktiga fältexperiment kan förödas. Detta gäller inte minst försök som kan belysa effekter av luftföroreningar och skogsbruksåtgärder. Vid skogsvetenskapliga fakulteten (SLU) väcktes tanken att få till stånd ett samarbete mellan forskningsutförare från flera organisationer och finansiärer. Under det senaste halvåret har en arbetsgrupp med representanter från Naturvårdsverket, SkogForsk och SLU gått igenom behov av och motiv för långliggande fältexperiment. Några synpunkter från denna utredning ges nedan.

## Varför behövs långtidsförsöken?

Det finns viktiga skäl till att bevara långtidsförsöken. Bland annat behövs de som komplement till miljöövervakningen. Miljöövervakningen ger information om vilka förändringar som sker i miljön. Fältexperi-

mentens stora betydelse ligger i att de ofta kan ge besked om vad som orsakar förändringarna.

Effekter av olika manipulationer/åtgärder vid fältexperiment tar ofta decennier att belägga. Detta gäller både markprocesser och effekter på skogsproduktionen. Kortvariga försök kan därför normalt inte användas för att dra slutsatser om långsiktiga förändringar i skogsekosystemen. Det finns flera exempel på att förändringarna med tiden till och med bytt riktning, och att snabbt dragna slutsatser inte bara lett till osäkra utan också till direkt felaktiga förutsägelser. En kortsiktigt negativ effekt kan långsiktigt bli positiv eller tvärtom. Ett exempel är att långvariga kalkförsök visat att en initialt minskad skogstillväxt kan förbytas i en positiv reaktion efter lång tid. Ett annat exempel är att kvävegödsling initialt ökar förnedbrytningen, medan den långsiktiga effekten tycks vara en minskning.

## Långsiktiga försöken ger svar på miljöfrågor – exempel

De flesta skogliga försök har tillkommit för att tillgodose det nationella behovet av kunskap om olika brukningsmetoder och markvårdsåtgärder. Försöken har på senare tid också kunnat användas för att belysa långsiktiga effekter på miljö och natur.

| Svampar                  | O             | Ca            | A             | N             | NCa           | NA            |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Spindelskivlingar        | 13 000        | 7 000         | 15 000        | 0             | 0             | 0             |
| Riskor                   | 7 000         | 1 000         | 16 000        | 2 000         | 0             | 3 000         |
| Övriga mykorrhizasvampar | 2 000         | 3 000         | 3 000         | 0             | 1 000         | 1 000         |
| Summa mykorrhizasvampar  | 22 000        | 11 000        | 34 000        | 2 000         | 1 000         | 4 000         |
| Förnedbrytare (alla)     | 9 000         | 18 000        | 16 000        | 12 000        | 14 000        | 23 000        |
| Vedsvampar (alla)        | 2 000         | 1 000         | 2 000         | 9 000         | 4 000         | 8 000         |
| <b>Totalsumma</b>        | <b>33 000</b> | <b>30 000</b> | <b>52 000</b> | <b>23 000</b> | <b>19 000</b> | <b>35 000</b> |

Tabell 1. Antal svampfruktkroppar per hektar i obehandlade (O), kalkade (Ca), försurade (A) samt kvävebehandlade (N) ytor (i eller utan kombination med Ca och S) i fältförsöket Norrliden 19 år efter den första behandlingen.



Fruktkroppsbi-  
ldningen hos myk-  
horrizasvampar  
minskade med  
90% i ett försök  
med årlig kväve-  
gödsling. På bil-  
den visas en  
örsopp (*Suillus  
bovinus*).

Foto: Svergunnar Ryman/Uppsala universitet

*Några exempel:*

(1) Ett aktuellt miljöproblem är den ökande kol-dioxidhalten i atmosfären och dess betydelse för den globala uppvärmningen. Faktorer som ökar eller minskar mängden kol som binds i mark och träd är därför viktiga att identifiera. Långtidsförsök har visat att kolförråden i marken tycks minska efter kalkning i södra Sverige, medan de tycks bli oförändrade eller till och med öka i norra Sverige. Utan långvariga försök hade vi inte haft en aning om att det finns en regional skillnad i effekterna.

(2) Långtidsförsöken kan också användas för att visa hur olika behandlingar påverkar stationära arter såsom bärris, svampar och lavar. Ett försök i Västerbotten med experimentell försurning, kalkning och kvävegödsling visade att fruktkroppsbi-ldningen hos svampar påverkades av behandlingarna. Försurning med svavelsyra (motsvarande syranedfallet i Centraleuropas mest utsatta delar) ökade antalet fruktkroppar hos de viktiga mykorrhizasvamparna med 50%. Kalkning minskade antalet med 50% och årlig kvävegödsling (motsvarande holländskt kvävenedfall) minskade antalet med hela 90% (Tabell 1). Man fick alltså svar på den fråga man ställt sig i Holland, nämligen om den tillbakagång man sett hos mykorrhizasvamparna i holländsk barrskogsmark kunde förklaras med markförsurning eller kvävenedfall. Kvävekomponenten var tydligen allvarligare än försurningskomponenten.

(3) Långtidsförsöken kan utgöra värdefulla korrektiv till modellförutsägelser. Ibland har försöken motsagt modellförutsägelsena. Ett aktuellt exempel är att baskatjon/aluminium-kvoten i markvatten användes för att beräkna framtida skogstillväxt inom ramen för arbetet med den nya skogspolitikerna. Olika studier i fält har sedan visat att denna baskatjon/aluminiumkvot saknar tydlig koppling till skogstillväxten.

**Praktisk nytta av långtidsförsök – beslutsunderlag**

Resultat från långtidsförsöken har även haft betydelse som beslutsunderlag för myndigheter och skogsägare under de senaste decennierna.

*Några exempel:*

(1) Enligt den nya skogsvårdslagen bör miljökonsekvenser av skogliga åtgärder beskrivas (miljökonsekvensbeskrivning) och bedömas (miljökonsekvensbedömning), särskilt när det handlar om nya åtgärder. I FSC-kriterierna för miljöcertifiering av skogsbruket krävs dokumentation om effekterna av helträdsuttag, asktillförsel och gödsling ur miljösynpunkt. Här kan långtidsförsöken komma att spela en nyckelroll.

(2) Erfarenheter från den tillämpade forskningen om kvävegödsling, kom tidigt till användning inom skogsbruket. Den miljöforskning som drogs igång, bland annat på de tidigare anlagda gödslingsförsök





Foto: Mats Gernerz/SLU

ken, ledde till flera förändringar av den praktiska gödslingen. Bland annat bytte skogsbruket gödselmedel från ren ammoniumnitrat till kalkkammonsalpeter. Vidare minskades totalgivan i Norrland och man insåg också betydelsen av att inte gödsla intill små vattendrag. Man såg också att omdreven vid upprepad gödsling med fördel kunde förlängas från de fem år som tidigare användes till de cirka tio år som idag tillämpas. Detta har gagnat såväl de gödslande markägarens ekonomi som miljön.

**(3)** Många långliggande kvävegödslingsförsök har använts för att simulera *framtida effekter av ett fortsatt högt kvävenedfall*. Dessa studier har visat att svensk skog oftast kan ta om hand ytterligare stora mängder kväve innan man får en betydande kväeutlakning. Däremot påverkas känsliga organismer, till exempel många mykorrhizasvampar, redan vid låga gödslings- och depositionsnivåer. Resultaten har ökat insikten om att nedfallet långsiktigt måste reduceras och om vilken tid som står till förfogande för motåtgärder. Kvävegödslingsförsöken har också potential att användas för att studera återhämtningsförlopp.

**(4)** Sverige har ett *betydande antal äldre kalkningsförsök*. Resultat från dessa försök har utgjort ett viktigt underlag för utredningar och debatt under 1980- och 90-talen angående behovet av skogsmarkskalkning. I början av 1990-talet lanserades idén om att omfattande kalkning av skogsmark var nödvändig i främst Götaland. Pådrivande var bland andra Skogsstyrelsen och forskare från Lunds universitet. Kalkningsbehovet uppgavs till över 1 miljon hektar. Resultaten från kalkförsöken visade att det var svårt att se någon påtaglig nytta för träd, markbiologi och vattendrag.

**(5)** Samma roll kan man säga att *tidigare anlagda "försurningsförsök"* haft. De har påvisat en stor motståndskraft mot markförsurning hos landets två huvudträdsdrag. Därmed har det inte heller förelegat ett akut behov av motåtgärder mot markförsurning, åtminstone när det gäller att skydda den uthålliga skogsproduktionen (vilket till stor del varit målsättningen i de tidigare övervägandena, se till exempel Skogsskadeutredningen).

**(6)** *Försök med aska* på fastmark har kommit igång först under de senaste tio åren. Resultaten från dessa har hittills främst haft betydelse som underlag för miljökonsekvensbeskrivning och en viss samhällsdebatt om askningens effekter på skogsproduktionen. Resultaten kommer sannolikt till praktisk användning när Skogsstyrelsens nya regelverk för helträdsuttag kommer ut.

**(7)** Långtidsförsök kan också få användning som *kunskapskälla i det internationella samarbetet*. Vissa försök utnyttjas i internationella forskningsprojekt, till exempel inom EU. De protokoll och överenskommelser som tecknas inom ramen för internationella miljökonventioner kräver ofta ett omfattande kunskapsunderlag om de bakomliggande hoten. De frågeställningar som diskuteras här har främst beröringspunkter med (a) konventionen om gränsöverskridande luftföroreningar (CLRTAP), (b) klimatkonventionen och (c) konventionen om biologisk mångfald. I samtliga dessa överenskommelser kommer sannolikt resultaten från de långliggande försöken att spela en viktig roll.

## Hot om nedläggning

Det är numera klart svårare än tidigare att skaffa fram pengar till underhåll av långtidsförsöken. Läget är så kritiskt inom vissa forskningsområden (försurning, kalkning, aska, helträdsuttag, kvävetillförsel, klimatförändringar) att äldre och yngre försök hotas av nedläggning. Långtidsförsöken har ett värde för forskningen, miljövården, de internationella regelverken och ekonomin. Medan diskussionen fortsätter om vilka försök som är värda att bevara och vilka som skall betala, håller försök på att läggas ner. Det har vi inte råd med om svensk skogsforskning skall bibehålla sitt särställning. ☀

KONTAKTPERSSON: Tryggve Persson, Institutionen för ekologi och miljövård, SLU. 018-67 10 00 (vx), E-POST: tryggve.persson@eom.slu.se

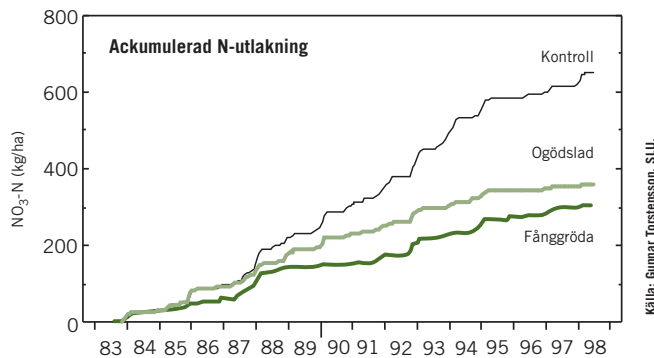
# Långtidsförsök på jordbruksmark

MÅNGA CENTRALA MARKEGENSKAPER förändras långsamt. Det är ett av skälen till att effekter av olika manipulationer bara kan studeras i långtidsförsök. I jordbruksmark pågår omkring 130 långtidsförsök (3200 provrutor) med olika inriktning inom mark/växtområdet (1). Man studerar bland annat effekter av olika odlingsåtgärder, odlingsystem och söker fördjupad kunskap om de underliggande mark- och växtprocesserna. Flera pågående långtidsförsök handlar om hur potentialen för kväveutlakning långsiktigt påverkas av olika odlingsåtgärder. Det gäller till exempel fånggrödor som är en av de mest aktuella åtgärderna mot kväveläckage.

## Ökar utlakningen på sikt?

Med fånggrödor kan man tillfälligt binda det mineralkväve som frigörs under höstens nedbrytning av organiskt material (se faktaruta). En del av kvävet i fånggrödmaterialet frigörs relativt snart för förnyat växtupptag eller utlakning efter nedbrukning. Resten av fånggrödekvävet införlivas i markens humusförråd. Det innebär att humusförrådet blir större där man odlar fånggröda jämfört med traditionell odling utan fånggröda. Samma sak gäller vid återkommande tillförsel av stallgödsel eller gröngödsling.

En ökning av humusförrådet är ofta positivt för markens bördighet och odlingsegenskaper. Samtidigt innebär det också att frigörelsen av utlakningsbart kväve på lång sikt kan öka. För att svara på den frågan pågår flera fältförsök. Ett praktiskt mätproblem är att förändringen av mängden humuskväve i marken under ett år är mycket liten i förhållande till det totala mängden kväve i marken. Den genomsnittliga



**Akkumulerad utlakning över tiden av nitratkväve i ett odlingsystem med i huvudsak vårsädesodling. Kontrollytan och ytan med fånggröda fick normal dos handelsgödselkväve (ca 90–110 kg N/ha). En yta lämnades ogödslad. Försöket visar att trots utesluten gödsling kunde utlakningen inte halveras under de första fjorton åren jämfört med kontrollen. I fånggrödeledet blev utlakningen mer än halverad.**

årliga nettoförändringen uppgår sällan till mer än några promille av det totala kväveförrådet. Det bidrar till att det är omöjligt med nuvarande provtagnings- och analysteknik att studera eventuella förändringar i markens humuskvävehalt i kortvariga försök.

De studier som gjorts kring fånggrödors möjligheter att motverka kväveläckage (se exempel i figur) har lett till att det numera finns regler kring andelen vintergrön mark i de mest läckagebenägna delarna av landet.

## Basresurser för andra studier

Mätserierna från långtidsförsöken används bland annat för utveckling och kalibrering av simuleringsmodeller. I modellerna kan orsaksamband mellan odlingsåtgärder, klimat och till exempel kväveutlakning göras begripliga och testas. Försöksrutor, prover och data används även som plattform för mer detaljerade projektstudier. Flertalet av dessa är samarbetsprojekt som exempelvis MAT21 och VASTRA. Andra som utnyttjar de basresurser som långtidsförsöken utgör är JTI, IVL, Hushållningssällskap, kommuner och länsstyrelser. 🌱

**KONTAKTPERSONER:** Gunnar Torstensson och Arne Gustafson, Institutionen för markvetenskap, avd. för vattenvårdslära, SLU, tel 018-67 10 00 (vx)  
**E-POST:** Gunnar.Torstensson@mv.slu.se och Arne.Gustafsson@mv.slu.se

## REFERENS

1 Mattsson, Lennart (1996-11-20). *Guide till långliggande mark/växtförsök vid SLU*. Rapport från fältforskningsutskottet. Dnr SLU-142-5282/96.

### fakta

#### Humuskvävets roll för kväveläckaget

Potentialen för kväveläckage hänger samman med mängden lättlösligt mineralkväve i marken. Merparten av det lättlösliga kvävet har frigjorts genom nedbrytning av markens förråd av organiskt kväve. Detta förråd utgörs till stor del av humus (förmultnande växt – och djurdelar) som har en relativt långsam nedbrytning. Utanför växtsäsongen tar de odlade grödorna i princip inte upp något kväve. Det gör att mängden lättlösligt kväve i marken då är större och lätt kan lakas ut med nederbörden. Ju mer organiskt material det finns i marken desto större blir risken för kväveläckage. Storleken på humusförrådet bestäms av balansen mellan tillförsel av långsamt nedbrytbart organiskt material och nedbrytningshastigheten. Tillförseln av nytt humusmaterial påverkas bland annat av växtföljd, tillförsel av stallgödsel och aktuell gröda. I flertalet åkerjordar innehåller humusförrådet mellan 4 och 8 ton kväve per hektar.

notiser

## Seminarier/konferenser/workshops

### 14 –15 april 1999

*Jordbrukets byggnads- och miljöfrågor: En uthållig och miljöanpassad djurproduktion inför 2000-talet.*

PLATS: Aulan, Alnarpsgården, Alnarp.

ARRANGÖR:

SLU Kontakt Fortbildning.

ANMÄLAN:

[www.kontakt.slu.se/kurs.htm](http://www.kontakt.slu.se/kurs.htm)

INFO:

[carl-magnus.dolby@kontakt.slu.se](mailto:carl-magnus.dolby@kontakt.slu.se)

### 20 –21 april 1999

*The cultural past of natural forests: historical traces in forests, biodiversity aspects and future management, with examples from Italy, Germany and Scandinavia.*

Tvådagars doktorandkurs/seminarium om Europas skogsekosystem, i en nord-sydlig gradient. Inbjudna föreläsare är professor Mauro Agnoletti, Florens, och professor Richard Pott, Hannover.

PLATS: SLU Ultuna, Uppsala. Kursen, som är kostnadsfri, är ett samarrangemang mellan CBM och Inst för skoglig vegetationsekologi, SLU Umeå. Den riktar sig till doktorander och forskare, samt tjänstemän vid myndigheter, skogsbolag och naturvårdsorganisationer.

ANMÄLAN: till Mats Höggren,

E-POST [mats.hoggren@cbm.slu.se](mailto:mats.hoggren@cbm.slu.se).

### 21 april 1999

Forskning och allmänhetens tilltro: *Brytpunkt -99*. FRNs årskonferens handlar om tilltron till forskningen. På förmiddagen ges föredrag på temat och under eftermiddagen kan man välja på sex parallella seminarier.

1. Bedömning av risker samt tilltro till experternas utsagor
2. Att hantera oro om hälsa "på vetenskaplig grund"
3. Forskning till stöd för samhällsbyggandet - vikande eller förstärkt tilltro?
4. Miljöalarm igen - vem kan man lita på?
5. Tilltro eller misstro till genusforskningen
6. Förtjänar forskaren fortsatt förtroende?

PLATS: Norra Latin,  
Drottninggatan 71, Stockholm,  
kl 08.30-16.30

KONFERENSAVGIFT: 300 kr, inkl moms (gäller hel- eller halvdag samt inkluderar lunch och kaffe).

ANMÄLAN:

<http://www.frn.se/bryt99.htm>

PROGRAMINFO:

[uno.svedin@frn.se](mailto:uno.svedin@frn.se)

### 22 april 1999

*Flora- och Faunavård 1999: Prioriteringar i bevarandearbetet.*

PLATS: Undervisningshuset, Aulan, Uppsala.

ARRANGÖR: ArtDatabanken, SLU.

ANMÄLAN:

<http://www.dha.slu.se/>

INFO: [Conference@slu.se](mailto:Conference@slu.se)

### 31 maj – 3 juni 1999

*Nordic Symposium on the Ecology of Coarse Woody Debris in Boreal Forests, Umeå.* En konferens om ekologin och dynamiken kring döda träd i boreala skogar, som riktar sig till nordiska forskare, naturvårdare, bolagsfolk, länsstyrelser och andra som jobbar med skogsbruksfrågor.

INFO: Bengt Gunnar Jonsson,  
[bege@ekbot.umu.se](mailto:bege@ekbot.umu.se),  
tel. 090-786 77 18.

Nic Kruys, [nic@ekbot.umu.se](mailto:nic@ekbot.umu.se)  
tel. 090-786 66 34.

Mattias Edman,  
[mattias@ekbot.umu.se](mailto:mattias@ekbot.umu.se)

tel. 090-786 66 34.

Se även [www.ekbot.umu.se](http://www.ekbot.umu.se).

### Vill du ha en kostnadsfri prenumeration på Miljötrender?

#### Kontakta:

SLU Publikationstjänst

Box 7075

750 07 Uppsala

FAX: 018-67 28 54

E-POST: [inger.blomstedt@cf.slu.se](mailto:inger.blomstedt@cf.slu.se)

### Vad händer på SLU?

På SLU:s hemsida kan du hitta aktuella, konferenser/seminarier, disputationer, kurser/föreläsningar och övriga händelser.

[www.slu.se/aktuellt/](http://www.slu.se/aktuellt/)