



Miljötrender

#SMARTARE MILJÖANALYS

Nytt om miljö från
Sveriges lantbruksuniversitet

november | 2014



0,044344
0,043331
0,00323

Nytt sätt att hitta arter:

Läs av dna- streckkoden!

► sidan 6

Mer om smarta miljöanalyismetoder på www.slu.se/fomadag2014



ÖKANDE DATAMÄNGDER UTMANAR

Miljöövervakning via fjärranalys är en bransch där man måste vara flexibel för att hänga med.

Anna Allard, institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.

» Läs mer på sidan 14.



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences
www.slu.se

Vision: SLU är ett universitet i världsklass inom livs- och miljövetenskaper.

Miljötrender är tidningen som presenterar nyheter från fortlöpande miljöanalys och relaterad forskning vid SLU. Miljötrender ges ut av kommunikationsavdelningen vid SLU och utkommer med 3–4 nummer per år.

Allt material i Miljötrender lagras och publiceras elektroniskt. För insänt ej beställt material ansvaras inte. Citera oss gärna, men uppge alltid källan.

Kontakta fotograf om du vill använda någon av bilderna i tidningen. Kontaktpersonerna ansvarar för sakinnehållet i artiklarna. www.slu.se/miljotrender

Prenumerationsärenden
publikation@slu.se eller 018-67 11 00
Prenumerationen är gratis. Ange om du vill ha tidningen som pdf eller papper.

Kontakta redaktionen
SLU, kommunikationsavdelningen
Box 7077, 750 07 Uppsala
018-67 10 00
miljotrender@slu.se

Ansvarig utgivare: Göran Ståhl
Redaktörer: Ann-Katrin Hallin, Ulla Ahlgren
Grafisk form: Vejde Gustafsson, Spektra
Omslag: Istockphoto och Michael Kvick

ISSN: 1403-4743
Upplaga: 2300 exemplar
Papper: Munken Polar 130 gr
Tryckeri: Tryckt hos ett klimatneutralt företag – Edita, Västerås 2014



INNEHÅLL

#SMARTARE MILJÖANALYS. Att artbestämma djur med hjälp av DNA-streckkoder eller att övervaka dem på distans med hjälp av biotelemetri. Nya metoder öppnar nya sätt att utforska naturen.



Illustration: David Karlström

6 | Streckkodning av gener ger nya möjligheter

På ett sätt har vi kommit längre än Spock i Star trek: vi kan få veta att en organism har varit på en plats fastän den inte längre är kvar.



Foto: NILS, SLU

14 | Satelliter och sensorer

Allt mer data ger nya möjligheter för fjärranalys och biotelemetri.



Foto: Pdreijnders

18 | Minkar avslöjar miljögifter

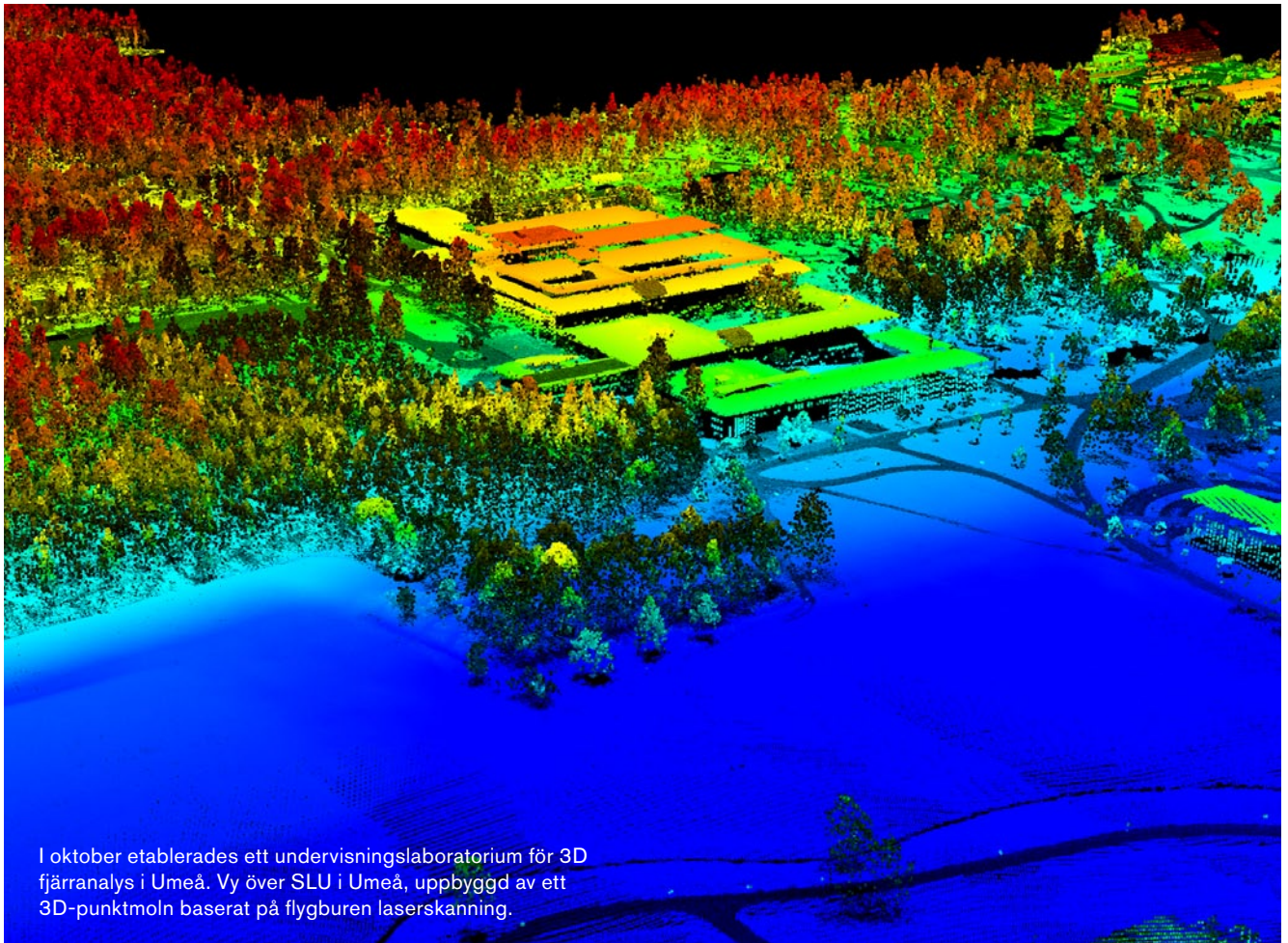
Störd fortplantning. Så påverkas däggdjur av hormonstörande ämnen.

20 | Vad är miljökompensation?

23 | Mobilappar som lockbete

26 | Mer miljökunskap i beslut

30 | I världen: Cecilia Lalander



I oktober etablerades ett undervisningslaboratorium för 3D fjärranalys i Umeå. Vy över SLU i Umeå, uppbyggd av ett 3D-punktmoln baserat på flygburen laserskanning.

Bild: Mattias Nyström, SLU

Från rymden till diskussionsbordet

SMARTARE MILJÖANALYS. I takt med att vi blir fler människor på jorden ökar behovet av att vi är kloka i vår resursanvändning. Då behövs högkvalitativa beslutsunderlag. Samtidigt ger forskningen och teknikutvecklingen oss ständigt nya möjligheter att undersöka miljön.

Just nu håller introduktionen av metoder som avbildar skogen i tre dimensioner på att revolutionera skogsinventeringen. Med e-DNA och streckkodning av organismer är det möjligt att med bara ett vattenprov läsa av vilka fiskarter som finns i sjön.

Vi kan följa den osynliga påverkan som miljögifter och hormonstörande ämnen har, genom levande miljöövervakare, liksom förekomst av antibiotikaresistenta bakterier och smittämnen.

TEXT:
Ann-Katrin Hallin

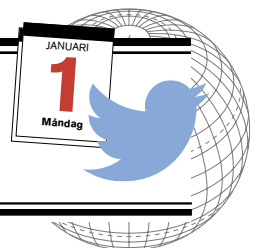
↳ LÄS MER

www.slu.se/fomadag2014

Med appar går det att få in mer data om naturen, och ta vara på de ideella krafternas engagemang.

Men det viktiga är kanske ändå att kunskapen vi samlar in används och integreras i samhället. Hur då? Genom adaptiv förvaltning? Dialogseminarier? Hackatons? Vilka metoder som fungerar för integrering av kunskapen i olika delar av samhället söker vi svar på bland humanistiska och samhällsvetenskapliga perspektiv. ■

Nytt om
MILJÖ OCH NATUR
www.slu.se/aktuelltmiljo



FRÅN TWITTER:

Vad är ett träd egentligen värt? Trädfällning på fyllan prövas i HD!

@AlaxSLU den 8 oktober #skog



Nya rapporter om tillståndet i miljön

- Gifter & miljö 2014
- Sötvaften 2014

NOTERAT



Foto: Doug Smith

Viltskadecenter stödjer rovdjursförvaltning

VERKTYG. Från årets början och fram till mitten av oktober hade 17 vargar dött i Sverige, varav tio genom skydds jakt. Det framgår av en sökning i den öppna delen av Rovbase, ett verktyg inom rovdjursförvaltningen i Skandinavien.

I verktyget samlas grunddata från rovdjursinventeringar, inklu-

sive DNA-analyser och dödsorsak. Så småningom ska databasen innehålla uppgifterna om rovdjursskador på tamdjur i Sverige. SLU:s Viltskadecenter ansvarar för utbildning och support av svenska användare i Rovbase, på uppdrag av Naturvårdsverket. ■

► **LÄS MER** www.rovbase.se

Björkdata blev till musik

TIDSRESA. Hur låter en tolkning av ett 141 år långt björkliv? Årsringarna från en specifik Umeåbjörk i skogen strax ovanför universitetsområdet inspirerade den brittiske kompositören Graham Fitkin till beställningsverket *Birch 1871*.

Verket uruppfördes i augusti av Graham Fitkins niomannaband tillsammans med Norrlandsoperans symfoniorkester.

Fitkin sökte efter ett abstrakt men ändå platsspecifikt tema och fann det i björken. Han fick hjälp med efterforskningarna av Lars Östlund, professor i skogshistoria på SLU.

– Lars var väldigt hjälpsam och lånade ut data och grafer för björken det handlar om. Utifrån dem skapade jag hela verket, berättar Graham Fitkin. ■

► **LÄS MER** www.norrlandsoperan.se



Illustration: Fredrik Saarkoppel.

Foto: SLU



Torleif Ingelög

Artdatabankens grundare prisad

TORLEIF INGELÖG har fått Mårten Carlssons pris år 2014 om 50 000 kronor. Han får det som erkänsla för sina livslånga insatser för att främja dialogen mellan samhälle, näringsliv och SLU, inom områdena naturvårdsbiologi och ekologi. ■



Titta på SLU

- ▶ Föreläsningar av Hans Rosling och Johan Rockström
www.slu.se/gcua
- ▶ Vilka metoder kan hjälpa oss att tidigt upptäcka föroreningar i dricksvattnet?
www.slu.se/webb-tv

Bladmossor: skirmossor- baronmossor

Förkovra dig bland råttsvansar, trassel och guldlockar.
www.nationalnyckeln.se



Foto: Pdpics.com



I SafeDrink samarbetar kemister och toxicologer för ett säkrare dricksvatten.

Arbetar för säkert dricksvatten

DRICKSVATTEN. I projektet SafeDrink utvecklar SLU-forskare metoder för att tidigt upptäcka farliga ämnen i dricksvatten.

–Risken för kemiska föroreningar av dricksvatten har ökat eftersom vi använder många ämnen och stora mängder kemikalier i samhället. Därför behöver vi metoder för att hitta tidigare okända föroreningar, säger SLU-professorn Karin Wiberg.

Projektet stödjer också vattenverken genom att identifiera vilka ämnen som bör ingå i deras kontroller av dricksvatten. ■

↳ **LÄS MER** www.slu.se/safedrink



Foto: Stina Drakare, SLU

Vid Märnsjön är större delen av avrinningsområdet avbränt.

Följer effekter i vattenmiljön

SKOGSBRANDEN. Hur påverkar skogsbranden i Västmanland livet i vattendragen och möjligheten att ta dricksvatten från området? Det undersöker SLU i samarbete med Länsstyrelsen i Västmanland nu närmare. Uppdraget kommer från Havs- och vattenmyndigheten, som ger projektet tre miljoner kronor under tre år.

–Vi förväntar oss generellt en stor variation i effekterna eftersom brandens intensitet och andelen våtmarker skiljer sig stort mellan bäckarna. Vi tror också att vi får se både positiva och negativa effekter på vattenmiljöerna, säger Stephan Köhler, som ansvarar för mätningarna. ■
Kontakt: stephan.kohler@slu.se

Utökad ackreditering

VATTENANALYS. Vattenkemiska laboratoriet på institutionen för vatten och miljö vid SLU har fått ackrediteringen utökad med fem nya analysvariabler; strontium, barium, molybden, selen

och uran. Absorbansmätningarna har utökats med tre nya våglängder. Dessutom är ackreditering klar för analys av ammoniumkväve, nitrit- och nitratkväve samt fosfatfosfor på den nya diskretanalysatorn.

Laboratoriet har även fått godkänt för flexibel ackreditering. Det innebär

till exempel att laboratoriet kan utöka mätområden eller lägga till nya analysvariabler på ett instrument mellan Swedacs ordinarie tillsynsbesök.

Detta så länge man följer de förutbestämda rutinerna. ■

↳ **LÄS MER** www.slu.se/vatten-miljo



Lågt vatten är bra när man ska ta vattenprov för e-DNA, eftersom de små fragmenten som avslöjar olika arter blir mindre utspädda. Detta är Svennevadsån i Närke, där Patrik Bohman tog prover i juli 2014 för att undersöka bestånden av rödlistade stormusslor.
Foto: Patrik Bohman, SLU

Streckkodning av gener ger nya möjligheter

Ta ett vattenprov och läs av **vilka fiskar som finns i sjön**. Klipp av en bit tallbarr och kolla **vem som har betat**. Öppna en burk fiskbullar och analysera **var fisken är fångad**. E-DNA och streckkodning av organismer öppnar dörren till helt **nya sätt att undersöka naturen**.

TEXT: ANNA FROSTER

Glöm kikare och lupp, vänd bara mobilen mot arter du hittar och läs av streckkoden... Nej, där är vi inte riktigt ännu, men vi har hunnit ganska långt in i science fictionvärlden. När Spock i Star trek riktade sin analysapparat mot nya miljöer var det nog få som trodde att något sådant skulle bli möjligt på jorden. Att ta ett litet prov varifrån som helst och få ut en lista på vilka arter som finns i det. Än så länge kan vi inte läsa av DNA-koderna omedelbart, i fält, men på ett sätt har vi kommit längre än i Star trek: vi kan få veta att en organism har varit på en plats fastän den inte längre är kvar.

– Fiskar avsondrar en massa slem, hudrester och avföring. Om vi tar upp vattenprov ur en sjö så kommer små fragment från många fiskarter att

finnas med där, berättar sötvattensforskaren Patrik Bohman vid SLU:s institution för akvatiska resurser.

E-dna avslöjar arterna i sjön

Detta kallas e-DNA, *environmental DNA* eller miljö-DNA, och används också på brottsplatser när man analyserar saliven på en cigarettfimp eller blodfläckar på golvet. Sådant har vi hört talas om förut, men det nya är att tekniken har blivit revolutionerande mycket billigare och bättre. Det är det som gör att DNA-metoderna står brett uppställda på startlinjen inom biologisk forskning och miljöövervakning.

När Patrik Bohman kommer hem med 25 liter vatten från varje sjö så kör han varje prov genom ett filter. Det liknar ett vanligt kaffefilter men fångar upp alla rester av DNA

i vattnet. Sedan fryser han filtret och skickar det till Naturhistoriska riksmuseet. Där kör labbpersonalen provet i en så kallad PCR-maskin, som plockar ut allt intressant fisk-DNA och får fram en massa streckkoder. Varje art har nämligen en unik streckkod i sin arvs massa, precis som varorna i en affär. Men till skillnad från olika långa svarta streck på mjölkpaketet så har vi levande organismer olika kombinationer av DNA-byggstenar, A (adenin), T (tymin), G (guanin) och C (cytosin) i olika ordning. Ordningen på de här långa raderna, AATGCTG... och så vidare, är unik för varje individ. Men att kartlägga hela arvs massan hos varje individ tar för mycket tid och ger för mycket information. Istället letar PCR-maskinen upp en utvald gen där alla fiskarter skiljer sig åt. Där behöver man bara läsa av ett par hundra kvävebaser för att få svar på vilken art det rör sig om. Detta kallas *barcoding*, eller på svenska streckkodning.

Ser gäddan men inte hur den mår

Patrik och hans kollegor får tillbaka långa bokstavskombinationer för varje art som finns i deras vattenprover. Dem jämför de sedan med andra streckkoder i ett så kallat barcodingbibliotek. Om en bokstavsrad är 95



1.



2.

1. Sötvattensforskaren Patrik Bohman har tagit in sitt e-DNA-prov på labb och är djupt försjunken i att filtrera det. Med vakuumsug och DNA-filter fångar han upp fasta partiklar ur vattnet.

Foto: Anders Asp

2. När provet är torrt fryser Patrik Bohman ner det och skickar till Naturhistoriska riksmuseet. Där plockar man ut allt intressant fisk-DNA och får fram streckkoder som sedan matchas mot ett streckkodsbibliotek.

Foto: Patrik Bohman

procent likadan som typkoden för gädda så är det en gädda. På så sätt behöver de inte fiska upp gäddor ur varje sjö för att konstatera att de finns där. Den traditionella metoden för att undersöka fiskbeståndet i en sjö är att provfiska, vilket är både dyrt och tidskrävande. Det innebär också en störning för fisken, som ofta är försumbar, men som kan ha viss betydelse för exempelvis rödingar i en liten fjällsjö.

– Vi kommer nog att kunna ersätta en del av provfiskena med DNA-analys av vattnet, säger Patrik

Bohman. Han har just fått de första resultaten från sin jämförelse mellan traditionellt provfiske och DNA-provtagning i fem sjöar.

Kan upptäcka främmande arter

Traditionellt provfiske behövs också, eftersom det ger svar på fler frågor, exempelvis hur många fiskarna är, hur stora de är eller hur de mår. Däremot kan e-DNA användas tillsammans med provfiske, så att man mer sällan behöver ta upp fisken.

Sjöstudien är den första jämförelsen i sitt slag i Sverige men i Nord-

amerika ingår e-DNA och streckkodning redan i miljöövervakningen. Till exempel håller amerikanska fisk- och viltvårdsmyndigheten koll på främmande arter i de stora sjöarna genom att patrullera med båt och filtrera vattnet.

Just främmande arter är ett användningsområde som Patrik Bohman tror kan bli aktuellt i Sverige också. För att hinna stoppa en invasiv art på frammarsch måste man upptäcka den tidigt, och ha en väldig tur. Chansen att få upp någon av de första inkräktarna i ett provfiske är inte stor. Med e-DNA blir oddsen betydligt bättre, både eftersom man kan undersöka en mycket större mängd arter, och eftersom man kan identifiera dem redan som larver.

DNA kan färdas långt i havet

I havet skulle man kunna vinna mycket på att ersätta en del av provfiskena med e-DNA, tror Patrik Boh-

FAKTA STRECKKODNING AV GENER

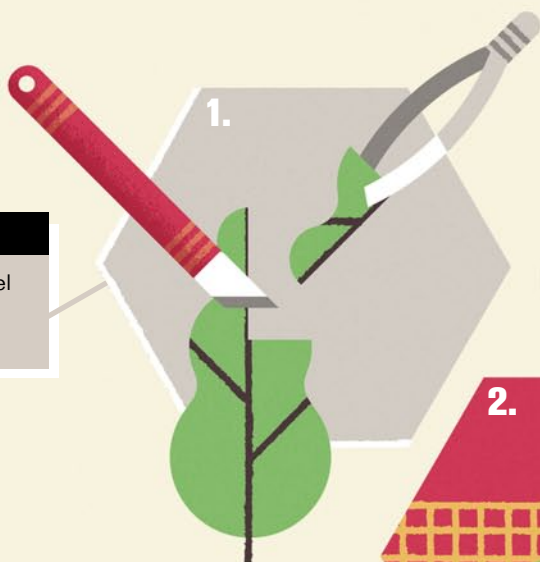
I början av 2000-talet började forskarvärlden använda en standardiserad genregion, en plats på DNA-strängen som skiljer olika djurarter åt. Detta kallas *DNA Barcoding* på engelska vilket ibland försvenskas till DNA-barkodning eller DNA-streckkodning. För att skapa en godkänd och giltig streckkod måste streckkodssekvensen tas fram från

flera säkert bestämda individer för varje art. Varje individ ska fotograferas och märkas med insamlingslokal och datum. Dessutom måste de bevaras vid någon publik institution, till exempel ett museum. Sedan kan informationen läggas in i databasen barcodeoflife.org där alla kan se den. Läs mer: barcodeoflife.org

Så läser man av en DNA-streckkod

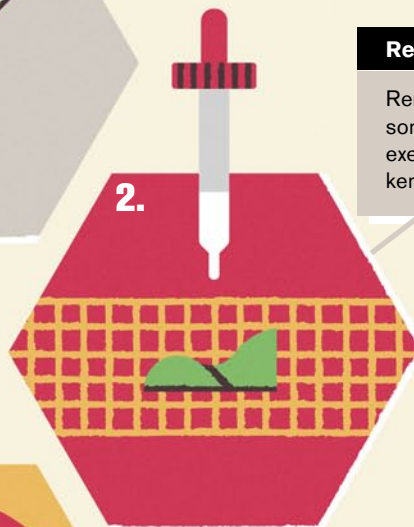
Ta ett prov

Ta in ett prov, till exempel växtdelar, jord, spillning eller vatten.



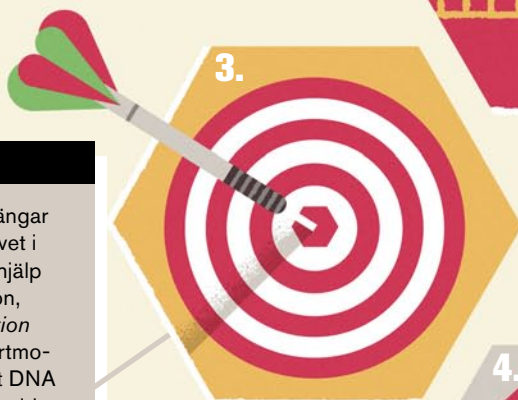
Rena provet

Rena provet för att få bort allt som inte är DNA. Det kan till exempel göras med ett filter, kemikalier eller centrifugering.



Hitta unika gener

Kopiera upp de DNA-strängar du är intresserad av i provet i miljontals exemplar med hjälp av polymeraskedjereaktion, *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Nyckeln är en startmolekyl, *primer*, av syntetiskt DNA som söker upp och fäster vid arvsmassan på vald gen. Tack vare uppkopieringen kan man spåra mycket små mängder av DNA i ett prov.

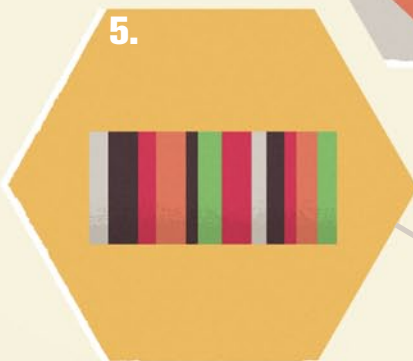


Ta fram unik sekvens

Nu gäller det att se hur DNA-strängarna ser ut. De är som långa kedjor, uppbyggda av fyra DNA-byggstenar, A (adenosin), T (tymin), G (guanin) och C (cytosin).



5.



Färdig DNA-streckkod

Du har nu ett antal långa bokstavskombinationer, ditt provs DNA-streckkod. Med den går det att bestämma vilken art eller artgrupp du hade i provet.

För stora arter som fiskar och däggdjur finns redan bra streckkodsbibliotek.



3.

4.

man. Där trålar myndigheter och forskare upp stora mängder fisk för att se hur bestånden förändras. Men det blir också lite svårare, eftersom DNA i havsvatten kan färdas långt. Där skulle man rent teoretiskt kunna hitta blåvals-DNA i Östersjön som har följt med strömmarna från Grönland, enligt Einar Eg Nielsen som är professor i akvatiska resurser vid Danmarks tekniska universitet.

–Blåvalen är ett tillspetsat exempel, men som vi säger i Danmark, överdrift främjar förståelsen, säger Einar Eg Nielsen.

För att använda e-DNA i havsvatten måste man alltså ha noggrann koll på hur havsströmmarna går. Att använda DNA-streckkodning direkt från vävnadsprover är däremot ett lättare verktyg för att hålla koll på havsfisken. Einar Eg Nielsen deltar i projektet AquaTrace, vars mål är att kartlägga alla populationer av matfisk inom EU och därmed stoppa

tjuvfiske. Redan i dag gör danska fiskekontrollanter DNA-test på fångsten i hamnarna för att se att den inte kommer från fredade områden. Då kan de säga både vilken art de har framför sig och var den är fiskad. Havsfiskar håller sig nämligen generellt i skilda populationer som inte bebländar sig särskilt mycket med varandra, och med hjälp av DNA kan man avgöra vilken population en fisk hör till.

–Bara att möjligheten finns har nog en väldigt avskräckande effekt på tjuvfiske, säger Einar Eg Nielsen.

Det är svårt att slingra sig undan ett DNA-test, eftersom koden följer varje fisk från att den är ett litet romkorn tills den slutar som till exempel fiskbullar.

Avslöjar sälens middag

Egentligen slutar den inte ens där. Om någon skulle få för sig att undersöka konsumentens magin-

nehåll eller avföring så skulle man kunna spåra fiskarna ända dit. Att kolla maginnehållet är en geggig historia som många ekologer sysslar med. För den som vill veta vad säl ar äter kan det ibland ta en hel dag att gå igenom en sälmage, men med DNA-teknik är det gjort på några minuter. Artbestämningen blir dessutom mer exakt.

–Nackdelen jämfört med den traditionella metoden, att kolla bytefiskarnas öronstenar, är att man inte får veta något om fiskarnas storlek, säger Karl Lundström på SLU:s Havsfiskelaboratorium i Lysekil.

Genom att mäta öronstenarna kan man säga hur stora fiskarna i sälens mage var. Ännu finns inget säkert sätt att göra kvantitativa mätningar med DNA. Man får svar på *vad* som finns, men inte hur mycket, även om man kan få en fingervisning genom mängden DNA i ett prov. Karl Lundström berättar att studier på sjölejon



3. Stina Drakare undersöker sjöars miljö-tillstånd med hjälp av växtplankton som lever där. DNA-bestämning av arterna skulle spara enormt många timmar vid mikroskopet.

Foto: Tobias Vrede, SLU

4. Vattenprover för analys av bakterier och alger kan filtreras redan i fält med hjälp av en enkel handpump. På så sätt slipper man transportera stora mängder vatten till laboratoriet.

Foto: Stina Drakare, SLU

visar ett ganska tydligt samband mellan mängden DNA och mängden fisk.

–Forskarna matade sjölejon med olika fiskarter och såg att proportionerna av DNA i deras avföring speglade viktandelen de hade ätit av de olika fiskarna.

Men än så länge behöver DNA-dietövervakning kompletteras med traditionella studier, tror han.

En revolution för småkrypsforskarna

Om sälforskarnas liv blir lättare så är det ändå ingenting jämfört med insektsforskarnas eller planktonforskarnas. Där kan DNA-tekniken ge svar på frågor som knappt ens gick att ställa tidigare, exempelvis vad en fjädermygga eller en hinnkräfta har ätit. Ändå är de små magarnas innehåll kanske allra viktigast för att förstå grunden i födoväven.

När det gäller miljöövervakning av sjöar ligger många svar dolda i den ansiktslösa bottenfaunan, bland

små maskar och larver som i stort sett inte skiljer sig åt till det yttre. Där är streckkodning en liten revolution, enligt Stina Drakare vid SLU:s institution för vatten och miljö.

–Om man ska titta på miljöförhållanden, pH, näring, metallhalt, syrebrist och så vidare är bottendjuren viktiga.

Men är det inte lättare att mäta pH-värdet bara, om det är det man är ute efter?

–Nej, det varierar över året, så organismerna säger mer om hur levnadsförhållandena är.

Stina Drakare jobbar också med miljöövervakning av plankton och där kommer DNA-tekniken att ge svar på frågor som man inte kan ställa idag, tror hon.

–I framtiden kanske man kan övervaka funktionella gener och mäta hur stor andel av dem som är av- eller påslagna. Då kan man till exempel se vilka alger som produce-

rar gift eller vilka som fixerar kväve.

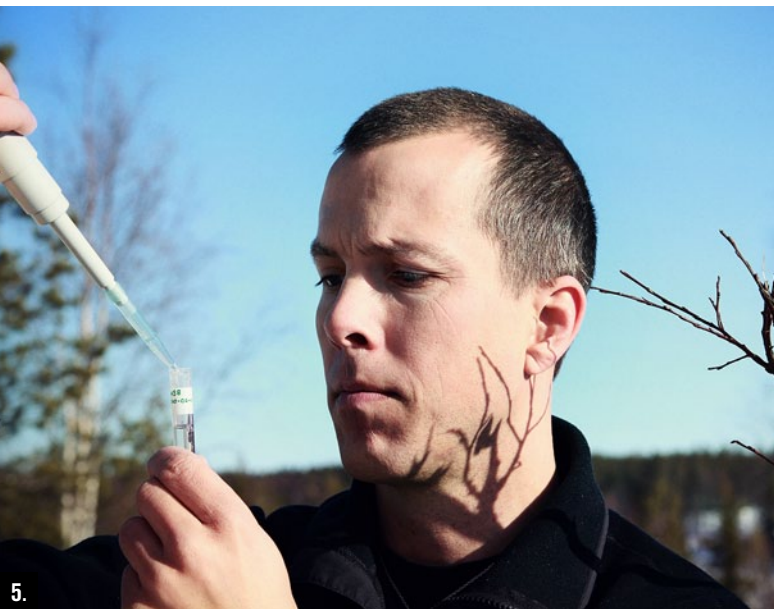
När börjar framtiden tror du?

–Inom fem år skulle jag gissa. Tekniskt är det redan möjligt. Men det tar tid att få myndigheterna att hoppa på tåget. De finansierar nationell miljöövervakning och vill vara säkra på att metoderna hinner bli standardiserade på Europainivå så att resultaten går att använda för rapportering till olika direktiv, till exempel vattendirektivet.

I en milliliter vatten kan det finnas miljontals plankton, och att artbestämma dem är väldigt tidskrävande. Att ersätta mikroskopet med DNA-analys skulle spara enormt mycket arbete.

–För stora arter som fiskar och däggdjur finns redan bra streckkods-bibliotek men det finns ännu inte för små organismer, säger Stina Drakare.

Forskare från hela världen kämpar nu med det gigantiska detektivarbetet att bygga upp streckkodsbiblio-



5.

5. Göran Spong samlar salivrester som kan artbestämmas blixtsnabbt med DNA-teknik, och ge svar på hur man ska förvalta viltstammarna för att behålla så mycket skog och vilt som möjligt.

Foto: Göran Spong, SLU

6. I de här provrören finns saliv som kan avslöja inte bara vilken art som passerat utan även kön och släktskap.

Foto: Göran Spong, SLU



6.

tek för mikroorganismer. Det stora samarbetet passar väl in i den digitala tidsåldern, där alla kan dela och jämföra streckkoderna fritt. En av dem som sysslar med detta är Maria Kahlert. Hon forskar på kiselalger som också är en del av miljöövervakningen i sötvatten. Sverige har drygt 1 500 olika arter av kiselalger, så systemet bygger på att några personer med väldigt god artkunskap räknar sig igenom prov efter prov.

–Många av arterna är jättesvåra att identifiera. Varje artbestämningslabb och varje person har sina egna små knep, vilket i slutändan ger en osäkerhet. Drömmen är ju att kunna använda streckkodning, säger hon.

Att räkna ett prov i mikroskop kostar omkring 5000 kronor, plus provtagning och analys.

–Att göra samma sak med DNA-metoder blir en tiondel av kostnaden

om allt funkar. Det här är väldigt ungefärliga siffror säger hon och viftar brett med händerna i Skype-rutan. Hon befinner sig just nu i ett franskt laboratorium för att lära av forskare som har kommit längre när det gäller DNA-analys av kiselalger. Egentligen är hon ekolog och är inte helt hemmastadd i genetikens värld. Nu gör Maria Kahlert själv DNA-analyser, för att förstå sina verktyg från grunden.

”Det ser ut som ett moln i vatten”

Hon börjar med ett humusbrunt vattenprov och tillsätter en lösning som sprättar upp cellerna. Kiselalgernas streckkod sitter väl inkapslat i kloroplasterna, så de måste öppnas. Sedan följer många steg för att få bort smuts och skräp ur provet. Man tvättar och centrifugerar ut DNA:t om och om igen.

–Det känns som att spä ut ingenting med ingenting, men till slut har man bara rent DNA kvar. Det ser ut som ett moln i vatten, ett nystan av trådar som svävar i det lilla provröret.

Maria Kahlert är koordinator för SLU:s barcoding-nätverk som samlar alla forskare som sysslar med detta.

–Det är väldigt bra för oss att utbyta information och lära av varandra. Kanske inte för svampänniskorna, de har redan gjort det här hur länge som helst, men för oss andra.

Varför har det gått snabbare på svampområdet?

–Vi har varit tvungna, säger Karina Clemmensen vid SLU:s institution för skoglig mykologi och växtpatologi.

RNA visar vad svamparna gör

Att skilja svampsporer eller mycel i jorden är ofta omöjligt med bara

” Om man kan läsa av RNA kan man alltså få veta vad svamparna håller på med just nu nere i jorden.

mikroskop. Karina Clemmensen tittar på hela svampsamhällen och hon skulle inte kunna artbestämma svamparna i jorden på något annat sätt än med DNA. Förutom att få veta vilka svamparna är kan hon också få reda på vad de gör genom att titta på RNA, det vill säga vilka gener som är aktiva. RNA fungerar som en budbärare, som kommer med order från DNA:t om vilka protein som ska byggas. Om man kan läsa av RNA kan man alltså få veta vad svamparna håller på med just nu nere i jorden.

Medan hon pratar går Karina Clemmensen omkring i Fiby urskog norr om Uppsala för att samla in jordprover. De kommer att kunna berätta om det är mest nedbrytning eller mest växande som pågår därnere. Det intressanta i detta är att se hur mycket kol som lagras i växande svampmycel.

I en tidigare studie har hon konstaterat att gammelskogar lagrar betydligt mer kol i rötter och svampmycel än man tidigare har trott, och kan fortsätta att bygga upp det underjordiska kollagret i många tusen år även om skogen inte växer så mycket på höjden. Det betyder att riksdagens klimatomål och miljömålet för bevarande av skog inte behöver stå i konflikt med varandra.

Öppnar för fler arter

Hittills har miljöövervakningen begränsats av vilka arter som går att bestämma, och det är ofta inte de som är mest intressanta.

–I dag använder man en väldigt liten del av insektsgrupperna, och då missar vi grupper som är jätteviktiga i ekosystemet, bara för att det inte finns experter som kan

artbestämma dem, säger insektsforskaren Johannes Bergsten på Naturhistoriska riksmuseet.

Med hjälp av DNA undersöker nu Naturhistoriska riksmuseet botenprover från Östersjön. Det är en ganska artfattig miljö, men med gott om fjädermyggs-larver, varav många är i princip omöjliga att artbestämma med traditionella metoder. Forskarna har byggt upp ett referensbibliotek av streckkoder från vuxna fjädermyggor och börjat testa artidentifiering av larvprover från verkliga miljöövervakningsprover, men ännu används det inte fullskaligt i något av Naturvårdsverkets program, berättar Johannes Bergsten.

Salivspår avslöjar betande förövare

Små formlösa organismer kan alltså plötsligt få namn. Men e-DNA kan också vara användbart bland våra allra största djur. Älgar är visserligen inga problem att artbestämma om man ser dem, men om de inte längre är kvar blir det svårare. Då kan salivspåren på betade tallplantor berätta vem som är förövaren, enligt Göran Spong vid institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU.

–Om din skog blir betad och det finns fem olika klövdjursarter i området... då måste man börja med att skjuta ner en art för att se om det hjälper. Problemet är att olika arter kommer att beta olika mycket under olika årstider, så det kan ta en livstid innan man blir klok på vem som är skyldig till vad.

Alternativet är att minska alla klövdjursstammar i området, men då riskerar man att skjuta bort fyra arter som inte ens äter tall. Med hjälp av e-DNA kan man istället få

veta vilka arter som betar var, och hitta en bra avvägning mellan jakt och skogsbruk.

–Du kanske ser att det bara är stora älgdjurar som vågar ge sig ut på öppna ytor och beta de nyplanterade tallarna, medan kor och kalvar hellre håller sig inne i den slutna skogen. Och du kanske ser att älgbetet blir annorlunda om det finns kronhjort i området.

Möjligt ställa nya frågor med e-dna

Göran Spongs forskarkollega Ruth Nichols visade i sin avhandling att det fanns mycket nytt att upptäcka på brottsplatsen, och hon friade älgen på flera punkter. Till exempel klarar rådjur grövre kvistar än vad man har trott tidigare. Och älgen betar inte bara i trädens och buskarnas övre skikt, utan ända från marken.

Sedan den här första studien gjordes har tekniken hunnit långt, och nu har Göran Spong gjort en uppföljning med känsligare metoder, som bland annat kan avslöja kön och släktskap mellan djuren.

På institutionen för vilt, fisk och miljö används DNA redan för inventering av bland annat björn, mårhund, lax och lejon. Nästa steg i betesstudien blir att undersöka hur närvaron av rovdjur påverkar hjortdjurens betesmönster.

–Med hjälp av e-DNA kan vi ställa helt nya frågor, säger Göran Spong.

Och det gäller alltså ända från bottensedimentens geggiga mörker upp till skogens konung. ■



Foto: Joachim Kahlert

KONTAKT

Maria Kahlert

Institutionen för vatten och miljö

maria.kahlert@slu.se, 018-67 31 45

www.slu.se/vatten-miljo



1.

Ökande datamängder utmanar fjärranalys och biotelemetri

En dataexplosion är på väg. Allt fler satelliter och flygplan snurrar över oss och kartlägger vår planet. I skogen går djur omkring med sensorer i halsband och i kroppen. Oavbrutet utvecklas nya övervakningsmetoder och nya sätt att få fram fakta.

TEXT: ELIN BÄCKSTRÖM

DENNA DATAEXPLOSION ställer helt nya krav på både datahanteringen och fjärranalysmetoderna.

–Vi riktar mer in oss på att få fram datoriserade analysmetoder som kan hantera den här datamängden, än på att själva skapa nya data, säger Håkan Olsson, professor i skoglig fjärranalys vid SLU.

Oavsett om man tittar på landskapsövervakning inom till exempel forskningsprogrammet EMMA (Environmental Mapping and Monitoring with Airborne laser and digital images), inom miljöövervakningsprogrammet NILS (Nationell inventering av landskapet i Sverige), eller

om man tittar på biotelemetri, dvs. djurövervakningen inom forskningsinfrastrukturen WRAM (Wireless Remote Animal Monitoring), är det just den allt större datamängden som är framtidens utmaning.

"Man måste vara flexibel"

Övervakning av mark med fjärranalys i NILS har hittills handlat om flygfotografering, och att sedan manuellt tolka i dessa flygbilder.

–Miljöövervakning via fjärranalys är en bransch där världen ständigt förändras, och man måste vara flexibel för att hänga med, säger Anna Allard, forskare som arbetar med



2.



3.

1. Med hjälp av sensorer i halsbandet kan forskare studera älgens beteende eller fysiologi på avstånd. Data skickas via mobilnätet till en server för lagring.
Foto: Eric Andersson, SLU
2. Lantmäteriets laserskanning ska få fram en rikstäckande höjdmodell av marken.
Bild: Lantmäteriet
3. Alla djur kan inte ha tunga halsband. För denna unga kungsörn användes sensorrygsäck.
Foto: Jeff Kidd.

fjärranalysmetodik inom NILS.

I dag använder NILS data från Lantmäteriets fotografering med digital flygfotokamera, och från Lantmäteriets nationella laserskanning samt även information från en stor mängd satelliter, bland annat den amerikanska NASA-satelliten Landsat 8.

–Vi skapar landskapsbilder i flera lager där varje lager består av kombinationer av olika datakällor som behandlar olika aspekter eller variabler. Vi använder oss av en kombination av hel- och halvautomatiska metoder. Att kunna få data som är

framtaget på liknande sätt över stora ytor skapar en robusthet i statistiken som vi vill ha, säger Anna Allard.

Tredimensionella landskapsbilder

De senaste tio åren har framväxten av olika metoder att läsa av jorden från luften skett snabbt. Laserskanning, satellitbilder, digitala flygfoton och radar kan ge en mängd olika uppgifter om mark och vegetation. Laserskanningen har fördelen att den ger tredimensionella data och även kan läsa igenom krontaket.

–Även om krontaket är tätt går det med laserskanning att hitta död

ved och mäta höjd samt volym på träd. Dessutom går det att med stöd av fältmätta referensytor även kartera biomassan för exempelvis fjällbjörk, berättar Håkan Olsson.

Det finns även lasersystem som med grön laser kan ge information om grunda sjö- och havsbottnar. Bland annat kan man kartlägga grunda botten typer och bottenvegetation i både hav och sjöar, och dessutom få fram ”sömlösa” kartor av land och strandnära botten. Vid laserskanning kan man få flera hundra tusen mätpunkter per sekund.

FAKTA BIOTELEMETRI

Inom forskningsområdet biotelemetri sätter man olika typer av sensorer på djur för att studera deras beteende eller fysiologi på avstånd. I dag är sensorerna små, drivs av batteri eller solceller och överför data i realtid via olika satellitsystem eller mobilnätet till en central server.

Exempel på sensorer är de klassiska GPS-halsbanden, men det finns även kroppsinterna sensorer för hjärtfrekvens, kroppstemperatur eller blodtryck. Även små

kameror används för att registrera miljön där djuren rör sig, se hur de betar sig mot varandra eller vad de äter.

Klassiska metoder där forskarna observerar vilda djur i fält – vilket man har gjort i många år – fungerar inte alltid, eftersom djuren kan störas av forskaren och förändra beteendet man just vill studera, eller så är det helt enkelt omöjligt att komma tillräckligt nära länge nog – som för många flyttfåglar.

Smartare och mindre sensorer

En liknande utveckling har skett inom biotelemetri, som utgör basen i forskningsinfrastrukturen WRAM. Inom biotelemetri sätter man olika typer av sensorer på djur och kan på så sätt studera deras beteende eller fysiologi på avstånd.

När forskarna inom WRAM började följa älgar år 2003 hade djuren stora sensorhalsband som vägde flera



5. Är det en ko eller häst som har betat i hagen? Kor undviker att beta nära komockorna, vilket gör att gräset växer högre nära mockan, men betas kort runt omkring. Det ger hagen ett speciellt utseende, som NILS flygbildstolkare lärt sig att känna igen. Vid sidan av marktyper som beteshagar, klassar de flera hundra andra variabler.
Källa: Nationell inventering av landskapet i Sverige, SLU
6. Med hjälp av Lantmäteriets laserskannerdata och Rikskogstaxeringens provtytor kan SLU skatta skogliga data, till exempel virkesförråd, trädhöjd, trädbiomassa, medeldiameter och grundyta, över hela Sverige. SLU gör detta på uppdrag av Skogsstyrelsen.
Källa: Skogsstyrelsen och SLU. ©Lantmäteriet, i2014/764

kilon och som bara rapporterade GPS-punkter. I dag är sensorerna betydligt mindre och lättare och sitter i halsband eller som interna enheter direkt i djurets kropp. Sensorerna kan förutom GPS-positioner mäta hjärtslag, blodtryck, acceleration, kroppstemperatur och avstånd till andra djur.

–I dag finns våra första halsband på Tekniska museet i Stockholm – det säger något om hur fort det har gått, berättar Holger Dettki, forskare och ansvarig för WRAM.

Det viktigaste inom forskningsinfrastrukturen WRAM är att ta hand

om all inrapporterad data på ett bra sätt. Därför har man vid sidan om själva databasen, byggt upp det centrala systemet *WRAM Data Broker*, som ska kunna användas av forskare i många länder. Systemet knyter ihop de många nationella och internationella databaserna med djurövervakning som finns. Syftet är att man enklare ska kunna nå forskningsresultat från olika länder.

–Om en behörig forskare till exempel vill titta på hur vildsvin rör sig i norra Europa, då kan han eller hon logga in hos oss och hitta alla data från Sverige och även från

till exempel Polen och Tyskland. Man kan få ut data antingen som karta, tabell eller som rådata, säger Holger Dettki.

Holger Dettkis engagemang för att djurdata ska komma till så stor nytta som möjligt har främst sin grund i djuretiska skäl.

–När vi sätter sensorer på djur kan vi inte komma ifrån att utsätta djuren för ett visst obehag – då måste vi se till att de data de försett forskningen med finns att använda för kommande generationer. Under åren är det många forskare som har gått i pension och då haft allt sitt material i pärmar, eller på senare år på en hårdisk. Men det räcker inte. För att få en långsiktighet måste våra data vara tillgängliga för så många som möjligt. Tänk om vi haft korrekta data inlagda ända sedan 1960-talet. Det hade varit oerhört värdefullt, säger Holger Dettki.

Bättre bilder och mer långlivade sensorer
Inom NILS hoppas man att bilderna

FAKTA FJÄRRANALYS

Fjärranalys är ett samlingsnamn för ett antal tekniker för att avbilda jorden. Fjärranalys har länge dominerats av satelliter med optiska sensorer och/eller bildalstrande radar, men i dag sker alltmer fjärranalys från flygplan. Framför allt så har tredimensionell avbildning med skannande laser monterad på flygplan fått ett stort genomslag och Lantmäteriet genomför nu en sådan skanning för hela Sverige. I och

med övergången till digital flygfotografering så minskar också skillnaden mellan traditionell flygfotografering och fjärranalys. Även tekniker för att med digitala kameror eller laserskannrar avbilda jorden från små obemannade flygplan (UAV), eller fordon, räknas numera ofta till fjärranalys. För att omvandla fjärranalysdata till storheter som kan mätas i naturen, t.ex. biomassa, används oftast fältmätta referensytor.

I dag finns våra första halsband på Tekniska museet i Stockholm...

från den nya satelliten Sentinel-2, som planeras tas i drift under år 2015, ska ge bättre bildkvalitet och frekventare bilder.

–Den satelliten kommer att passera var tredje dag. Det ökar våra chanser att få bra bilder, som inte hindras lika mycket av om det är molnigt, eftersom det snabbt kommer en ny chans, säger Anna Allard.

För Håkan Olssons arbete inom skoglig fjärranalys är det intressant att hitta långsiktiga lösningar som är användbara i framtiden.

–Det testas hela tiden nya satellit-system att samla in data på, men allt är inte så användbart i miljöanalysen om det är projekt av engångskaraktär, säger Håkan Olsson.

När det gäller sensormätningar av djur har Holger Dettki en tydlig förhoppning. Det är att förlänga tiden som man kan följa ett djur. Hitills har mätningarna begränsats till ungefär tre år, sedan har både projekt pengar och sensorbatterier tagit slut. Nu har WRAM-forskare provat att driva sensorerna med solceller och det verkar fungera mycket bra, säger han.

Han berättar om en älg som bar ett sensorhalsband med solceller. Efter ungefär tre år sköts den i sam-

band med älgjakten. Då kunde man se att solcellsbatteriet fortfarande var halvfyllt, när ett vanligt batteri normalt skulle ha varit slut.

–Jag skulle vilja mäta data över ett djurs hela livstid, från att det föds tills det dör. Nu kanske det finns en lösning på det. Eftersom varje avläsning förbrukar batterikraft skulle vi med solenergi kunna mäta mycket oftare än vad vi har gjort hittills. Min vision är att vi med ännu mindre, soldrivna sensorer ska kunna följa djurarter livet ut, där vi tar in data kanske en gång i veckan, säger Holger Dettki.

Inom fjärranalys och biotelemetri och de spännande synergimöjligheterna däremellan är det tekniken som styr utvecklingen, och det sker i en rasande fart. Exakt hur det blir framåt i tiden är svårt att förutspå. Som ett exempel nämner Holger Dettki ett system som kollegor till honom nyligen har utvecklat tillsammans med NASA i USA, och som nu anpassas för WRAM. Systemet *Environmental-Data Automated Track Annotation* gör det möjligt för forskare att få sina positionsdata av djur automatiskt samkörda med upp till 17 olika globala miljövariabler som har tagits fram via fjärranalys med

satellitbilder. Detta gör det mycket enklare än tidigare för ekologer att förstå hur djurens beteende styrs av miljön de lever i.

–Vi vet att vi förmodligen måste hantera allt större datamängder och att det hela tiden kommer nya sätt att få in data på. Vi behöver riktlinjer från Lantmäteriet och Naturvårdsverket om vilken sorts datainsamling Sverige ska satsa på. Deras prioriteringar är jätteviktiga och styr hur vi kan arbeta i praktisk miljöövervakning, säger Håkan Olsson. ■

LÄS MER

- ▶ Flygburen laser och digitala bilder för kartering och övervakning av akvatisk och terrester miljö, rapport, Naturvårdsverket, oktober 2014. Läs som pdf via www.naturvardsverket.se
- ▶ Flygburen laserskanning för skogliga skattningar, Fakta Skog, nr 4, 2014. Läs som pdf via www.slu.se/faktaskog

TIPS

- ▶ SLU Skogskarta. Produkten är en samarbetsbearbetning av satellitbilder och fältdata från Riksskogstaxeringen: www.slu.se/riksskogstaxeringen
- ▶ Ladda ner satellitbilder över Sverige via databasen SACCESS: saccess.lantmateriet.se/
- ▶ Om laserdata: www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Hojddata/Laserdata/
- ▶ Lantmäteriets geodata: www.geolex.lm.se
- ▶ Om Landsat 8-satelliten: landsat.usgs.gov/landsat8.php
- ▶ Om Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS): www.slu.se/nils
- ▶ Om WRAM: www.slu.se/WRAM



Foto: Erik Cronvall

KONTAKT

Anna Allard

Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU
anna.allard@slu.se, 090-786 86 84
www.slu.se/srh



Foto: SLU

KONTAKT

Håkan Olsson

Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU
hakan.olsson@slu.se, 090-786 83 76
www.slu.se/srh



Foto: Patrik Jämbrant

KONTAKT

Holger Dettki

UC-WRAM, Institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU
holger.dettki@slu.se, 090-786 85 05
www.slu.se/viltfiskmiljo, www.slu.se/WRAM



Den invasiva minken kan bli ett viktigt redskap i miljöövervakningen. De kan spegla hur däggdjurs fortplantning påverkas av hormonstörande ämnen.

Vilda minkar avslöjar miljögifter

Vilda minkar kan visa oss vilka miljögifter som finns i ett område, och avslöja hur de sammanlagda effekterna påverkar fruktsamheten hos däggdjur, inklusive oss själva.

TEXT: DAVID STEPHANSSON

–**PRECIS SOM VI MÄNNISKOR**, är vilda djur exponerade för en blandning av kemikalier, och det är just den sammanlagda effekten av denna blandning som vi vill få grepp om. Och då är den vilda minken ett utmärkt indikatordjur, säger Sara Persson vid institutionen för kliniska vetenskaper, SLU.

Sedan år 2006 har jägare i olika delar av Sverige skickat in cirka 500 vilda minkar till Sara Persson. Hon har analyserat ett hundratal, och resultaten visar bland annat hur ämnen som PCB, bromerade flamskyddsmedel och pesticider har anrikats i fett eller lever hos minkhannar i olika delar av Sverige.

Tecken på feminisering av minkhannar
När minkarnas ”giftprofiler” jäm-

förs med olika mått på könsorganens utveckling syns flera samband. Bland annat har minkar som ackumulerat mycket DDE (en nedbrytningsprodukt av DDT) och vissa perfluoretrade ämnen (till exempel PFOS, som används i brandskum, skaljackor, etcetera) ett kortare avstånd mellan anus och könsorgan.

–Det kan vara ett tecken på att könshormonerna har påverkat under fosterutvecklingen, det vill säga en möjlig feminisering eller en minskad effekt av hanliga könshormoner. Det finns andra studier som visar att ett förkortat avstånd mellan anus och könsorgan är relaterat till andra effekter, som minskad storlek på könsorganen och ökad risk för missbildningar, säger Sara Persson.

Sara Persson och hennes kolle-

gor såg också tecken på att minkar med höga halter av DDE hade kortare penis. För att kunna dra säkra slutsatser behövs dock större studier.

–Vi hoppas kunna fortsätta med minkundersökningarna mer långsiktigt och söker just nu finansiering för det, säger Sara Persson.

Ett skäl till att minken är en lämplig indikatorart i studier av miljögifter är att den som rovdjur befinner sig högst upp i näringskedjan, och i sin kropp ackumulerar allt gift som bytesdjuren fått i sig. ■

↳ LÄS MER

www.slu.se/miljogiftmink



Foto: Julio Gonzalez

KONTAKT:

Sara Persson

Institutionen för kliniska vetenskaper, SLU
sara.persson@slu.se, 018-67 11 54

www.slu.se/klin-vet

Exempel på levande miljöövervakare



Organism	Vad analyseras	Indikator på	Kontakt
Mink	Miljögiftshalter, störningar i fortplantningsorganen, kroppsmått	Förekomst av miljögifter/hormonstörande ämnen i miljön och effekt på däggdjurs fortplantningsförmåga	Sara Persson Ulf Magnusson
Vildsvin	Antikroppar i vildsvinsblod	Förekomst av sjukdomar som smittar både djur och människor, t.ex. TBE	Gert Olsson
Katt	Miljögiftshalter bl.a. flamskyddsmedel, effekter av störningar i sköldkörteln	Förekomst av hormonstörande ämnen i människors bostadsmiljö, effekter på däggdjurs sköldkörtelfunktion	Bernt Jones Åke Bergman (Stockholms universitet)
Älg	Störningar i fortplantningsorgan, förekomst av fästingburna patogener, halter av spårämnen i organ, m.m.	Påverkas den svenska älgstammens reproduktion av förändringar i klimat och miljö?	Anne-Marie Dalin Jonas Malmsten
Mårdhund, räv, sork	Rävens dvärgbandmask i mårdhund, rävspillning och i sork. Rabies hos mårdhund	Förekomst av rävens dvärgbandmask och rabies i miljön	Gert Olsson Fredrik Dahl (mårdhund)
Sork	Populationsstorlek av smågnagare	Framtida förekomst av sorkfeber, en sjukdom som kan drabba människa	Birger Hörnfeldt Gert Olsson
Grodyngel	Störningar i produktionen av sköldkörtelhormoner, kroppsmått under grodynglets metamorfos	Förekomst av miljögifter som stör groddjurs sköldkörtelfunktion i vattenmiljön	Gunnar Carlsson
Fisk	Missbildningar hos tånglake	Förekomst av miljögifter i kustvattenmiljön	Stefan Örn
Fisk	Missbildningar och störningar i fortplantningsorganen hos mört, t.ex. dubbelkönighet	Förekomst av hormonstörande ämnen i vattenmiljön	Leif Norrgren
Fisk	Kvicksilverhalt i fisk	Skogsbruk/markanvändningens effekter på kvicksilverhalten i insjöfisk	Staffan Åkerblom
Fisk, musslor	Förekomst av antibiotikaresistenta bakterier i fisk och musslor	Utsläpp av antibiotika från avloppsreningsverk till vattenmiljön	Leif Norrgren Anna Norman Haldén
Fisk och groddjur	Förekomst av molekylära markörer, som kopplar till effekter av miljögifter på fisk och groddjur	Förekomst av reaktiva ämnen/gifter i vattenmiljön	Agneta Oskarsson Gunnar Carlsson
Kiselalger	Artsammansättning, biomassa, samhällsstruktur och missbildningar bland kiselalger	Risk för att vattendrag är påverkade av tungmetaller och organiska miljögifter som bekämpningsmedel	Maria Kahlert

Källa: Pia Larsson, SLU

Kan man kompensera för miljöförstöring?

Varje år omvandlas ungefär **hundra tusen hektar** av Europas naturmarker **till vägar, infrastruktur och byggnation**. Går de miljövärden som försvinner att kompensera för? Och **hur jobbar man med miljökompensation** som verktyg i Sverige och resten av Europa?

TEXT: CATHERINE KIHLLSTRÖM

FÖR ATT FÅ VETA mer om vad miljökompensation egentligen är vände vi oss till SLU-forskare Jesper Persson, som har skrivit boken *Att förstå miljökompensation*¹.

– Grundprincipen för miljökompensation är att om man förstör naturvärden ska man gottgöra det. Om man till exempel bygger en väg eller nya bostäder, kan man kompensera genom att plantera en trädallé eller skapa nya naturområden i närheten, förklarar Jesper Persson.

För att kunna bedriva miljökompensation krävs kunskap om miljön. Det gäller att förstå vilka funktioner som skadas för att kunna kompensera för dem på rätt sätt. Här spelar SLU en viktig roll som kunskapskälla.

Jesper Persson arbetar bland annat med att ta fram planeringsverktyg för miljökompensation. Ett verktyg som han har arbetat med är *grön-ytefaktormodellen*, som handlar om att behålla en viss miljö kvalitet efter exploatering.

– Om du bygger hus i staden ska du se till att behålla en viss kvalitet i miljön, vilket bedöms i ett poäng-

system, där exempelvis asfalt ger låga poäng och gräs och vattenytor ger höga poäng.

Jesper Persson intresserar sig även för hur olika människor värderar olika miljöer och ekosystemtjänster. Det är ofta inte tillräckligt att värdera miljö och ekosystemtjänster enbart med hjälp av naturvetenskapliga modeller.

– Det är bra att involvera boende och lokala aktörer i planeringen av miljökompensation, speciellt när det gäller våra vardagslandskap och rekreativmiljöer. Det är svårt att skapa en identisk natur som den som har förstörts och det kanske inte alltid är önskvärt.

Kompensation kan utveckla nya värden

Jesper Persson berättar om ett fall från Nederländerna, där det fanns behov av att utöka det befintliga hamnområdet i Rotterdam med stor miljöpåverkan på natur och djurliv i området. Trots miljöriskerna, beslöt regeringen att utveckla och stärka hamnen, men på ett miljövänligt och hållbart sätt. Nya sand-

dyner skapades, liksom strandhabitat och ett marint reservat inrättades längs samma kustremsa. Förutom kompensation genom att skapa nya förutsättningar för växt- och djurliv, byggde man även upp ett helt nytt rekreativområde i närheten².

– Det råder lite olika meningar om att kompensera med andra värden än de som har förstörts. Några menar att man inte bör byta ”äpplen mot päron”. De anser att om du förstör ett träd, ska du plantera ett träd – ingenting annat. Men ser man det ur ett socialt perspektiv behöver inte ett exakt byte alltid vara det bästa, resonerar Jesper Persson.

Vardagslandskap skyddas dåligt

I Sverige är vi duktiga på att undvika och mildra skador på våra skyddade naturområden. Däremot anser Jesper Persson att vi fortfarande är väldigt dåliga på att skydda våra vardagslandskap.

I ett samverkansprojekt mellan SLU och Trafikverket har han gått igenom antalet fall av miljökompensation i Sverige med koppling till infrastruktur. Han hittade endast 37 fall under perioden 1999–2012 och alla var inriktade på att gottgöra för intrång i eller skador på biotoper.

– I Sverige är det fortfarande ganska få och enkla fall av miljökompensation som utförs. Ett vanligt exempel är att när en damm eller en gärdesgård skadas, kompenseras det med att det byggs en ny damm eller gärdesgård i närheten.

Miljökompensation kan vara ett sätt att minska negativ miljöpåverkan vid en exploatering. Det kan också vara ett verktyg för att skapa helt nya natur- och miljövärden inklusive sociala. Som kompensation för störningar i natur- och djurliv vid utbyggnaden av Rotterdams hamn med området Maasvlakte 2, skapade man nya sanddyner och nya strandmiljöer, samt inrättade ett marint reservat. Dessutom byggde man även upp ett nytt rekreationsområde i närheten. Foto: Mr3641



Tyskland och Nederländerna främst

De europeiska länder som har kommit längst inom miljökompensation är Tyskland och Nederländerna. Och utvecklingen går framåt generellt sett. Det har bland annat kommit direktiv från EU som innebär att varje medlemsland ska peka ut viktiga områden, där det krävs miljökompensationsåtgärder om man vill göra intrång i dem. Den typen av projekt måste prövas enligt miljöbalken av tillståndsmyndigheter i respektive land. Fler direktiv som påverkar området miljökompensation väntas komma.

– Det finns en vilja inom EU-kommissionen att medlemsländerna ska arbeta mer med miljökompen-

sation. Det exploateras ju väldigt stora ytor i Europa. Till exempel omvandlas varje år cirka hundra-tusen hektar naturmark till vägar, infrastruktur och byggnation, berättar Jesper Persson.

Kommuner prövar sig fram

I svenska kommuner har man börjat uppmärksamma miljökompensation i samband med kommunala detaljplaner. Det finns egentligen inget lagligt stöd för miljökompensation i plan- och bygglagen, utan varje kommun skapar sitt eget system på frivillig basis. Därför skiljer sig arbetet åt mellan kommunerna.

– En del kommunala politiker hävdar att krav på miljökompen-

sation leder till färre etableringar i kommunen eftersom det blir dyrare, medan andra menar att kompensation är mer för storstäder, där bristen på natur och ekosystem är större, berättar Jesper Persson.

De flesta svenska aktörer, alltifrån kommuner till miljöorganisationer, är positivt inställda till miljökompensation. Det finns dock kritiker som menar att man inte kan värdera naturen i ekonomiska termer och att det inte är rätt att byta ett naturvärde mot ett annat.

Miljökompensation en del av varumärket

Jesper Persson tror att intresset för miljökompensation kommer att öka men att insatserna kommer att för-



I Sverige är det fortfarande ganska få och enkla fall av kompensation som utförs. En av kompensationsåtgärderna i samband med Lomma hamn-projektet var att de träd som försvann eller skadades komparerades med nyplanterade av samma stamomfång. Foto: Jesper Persson, SLU

” Det är bra att involvera boende och lokala aktörer i planeringen av miljökompensation ...

bli relativt små. Något som skulle kunna öka mängden och storleken på insatserna skulle vara en mer aktiv styrning från politiker och myndigheter, men det finns inga tecken på det. Generellt menar han att miljöengagemang hänger ihop med samhällsutvecklingen och ekonomin i stort.

–Har människor en hög levnadsstandard, finns ett stort utrymme för omsorg om miljön. Ökar däremot de ekonomiska problemen i framtiden, så tar vi inte lika stor hänsyn till miljön, tror Jesper Persson.

Störst förhoppning sätter han därför på företagen när det gäller miljökompensation i framtiden.

–Jag tror att kraften kan komma från företag som kan använda miljökompensation aktivt och medvetet som ett led i sitt hållbarhetstänk. Jag hoppas att allt fler inser att rätt använd stärker det både deras varumärke och trovärdighet, avslutar Jesper Persson. ■

NOTER & KÄLLHÄNVISNINGAR

1. Jesper Persson (2011). Att förstå miljökompensation. Melica Media, ISBN: 9789185627073. Pris 295 kr inkl. moms. Läs mer om boken: www.slu.se/miljokompensation
2. Kristin Rydell-Andersson (2009). Miljökompensation vid exploatering av Natura 2000. En jämförande studie av Sverige, Tyskland och Nederländerna. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU.



Foto: Viktor Wränge

KONTAKT:

Jesper Persson
Institutionen för landskapsarkitektur,
planering och förvaltning, SLU
jesper.persson@slu.se
040-41 51 55, 076-118 00 69
www.slu.se/landskapsutveckling

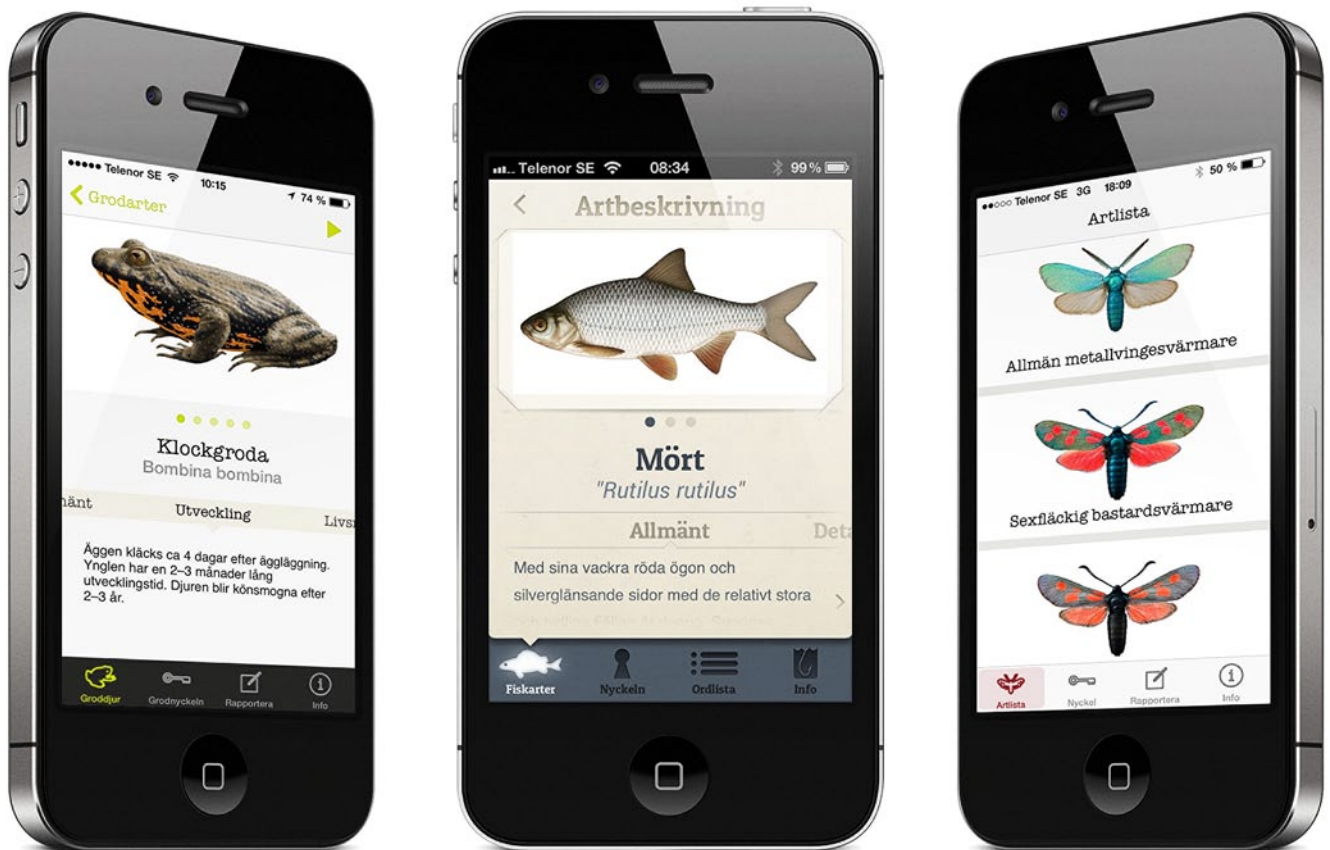


Bild: Artdatabanken, SLU

Appar ska locka medborgarforskare

Bastardsvärmare, snytbaggar, fiskar och grodor. För att inte tala om vårtecken. I SLU:s arsenal av **digitala rapporteringar** har mobilapplikationer – appar – visat sig användbara i fält. De gör det **lättare för allmänheten** att rapportera in observationer, men kräver både **resurser och utveckling**.

TEXT: ELIN BÄCKSTRÖM

FÖRSTA TUSSILAGON PÅ VÅREN och det första röda lönnlövet som singlar till marken. På webbplatsen Naturens kalender kan alla som vill rapportera in årstidstecken. Sedan starten år 2008 har naturenskalender.se fått mycket uppmärksamhet i media. För ungefär två år sedan kompletterades webbplatsen också med en mobilapp. Idén med naturenskalender.se var att

undersöka om man kunde få medborgarforskare, forskare och myndighetspersoner att rapportera på samma sätt – inte som tidigare när alla arbetade på var sitt håll – och på det viset samla all kunskap på ett ställe.

– Appen har gett våra rapportörer en större frihet. De kan rapportera direkt när de är ute på sina promenader, och förhoppningsvis

blir lokaliseringen av rapporterna mer korrekta eftersom de använder telefonens gps-position. Att enkelhet och kvalitet går hand i hand, gör appen klockren för oss, säger Kjell Bolmgren, samordnare för Svenska fenologinätverket, SLU.

Naturenskalender.se har tidigare hetat både blommar.nu och vårtecken.nu. Webbplatsen och den databas som innehåller inrapporterade observationer drivs av Svenska fenologinätverket, som är ett samarbete mellan universitet, miljöövervakande myndigheter och frivilliga. SLU är huvudman för webbsystemet och databasen.

Enklare att börja rapportera

När data väl har rapporterats in är nästa steg att kvalitetssäkra uppgifterna. Alla rapportörer måste registrera sig för att få rapportera, men det



Foto: Anna Maria Wremp, SLU

betyder inte att alla blir återkommande rapportörer. En fördel med mobilappen är att det lättare för folk att börja rapportera, men samtidigt är det också lättare att sluta.

– Någon rapporterar i tre år, en annan i 43 år. Medborgarforskning utgår från frivilligt deltagande, och det betyder att det är lika frivilligt att sluta som att börja. Vi måste bygga analysmetoderna utifrån att rapportörerna kommer och går, säger Kjell Bolmgren.

– Drömmen om långa obrutna dataserier är inte längre möjlig, säger han och slår ut med armarna för att visa hur långa serier det kan handla om. Men vi har en äkta frivillighet och kan erbjuda något som *boostar* frivilligheten, nämligen att rapporterna spelar roll för forskningen.

Artnyckel och rapporteringsverktyg

Den senaste appen för artrapportering kom i våras och heter Grodguiden. SLU har tagit fram den i samarbete med Naturskyddsföreningen. Inspirationen kom delvis

från att Naturskyddsföreningen för några år sedan efterlyste igelkottsobservationer. Då kom det in 17 000 observationer.

– Vi valde att satsa på groddjur eftersom det är en begränsad grupp med bara 13 arter. Grodor är roliga och det är ganska lätt att se skillnad på olika arter, säger Pavel Bína, biolog på Artdatabanken och ansvarig för Grodguiden.

Direkt i Artportalen

Grodguiden är den första appen där man rapporterar direkt in till Artportalen. I appen finns fyra delar: en artpresentation där man kan läsa om alla arterna; en artnyckel där man får hjälp att ta reda på vilken art man observerar; en del med information om appen, och så själva rapporteringsdelen.

– För Artportalen och rödlistearbetet är det viktigt med frivilligrapporteringen. Den hjälper oss att veta hur arters status är, om de har det dåligt eller om de spridit sig till massor av nya ställen, berättar Pavel Bína.

Få inrapporterade grodor

När första grodsången är över har Grodguiden laddats ner nästan 3 600 gånger, men samtidigt har bara 182 djur rapporterats in.

Det finns flera förklaringar till det enligt Pavel Bína. Till viss del handlar det om ett metodproblem. För att kunna rapportera en groda måste du först registrera dig som rapportör på Artportalen.se och det upplevs som svårt.

– Att det inte funnits en mobilanpassad registrering har nog varit en tröskel. Och går det inte att rapportera i fält på ett enkelt sätt låter man kanske bli. Där tror jag att vi tappat många, säger Pavel.

En annan förklaring kan vara att folk är mer osäkra på att bestämma grodarter och hellre avstår från att rapportera än att rapportera in fel art.

Pavel Bína hoppas att arbetet med Grodguiden kan fortsätta i flera år till framöver. Det tar tid att entusiasmera folk och att bygga upp en tidsserie så att man kan se en utveckling, menar han.

För Artportalen och rödlistearbetet är det viktigt med frivilligrapporteringen.

Är appar en bra metod för att få in fler naturobservationer?

”Ja”, säger Pavel Bína. ”Både och”, säger Kjell Bolmgren.

–Så länge det är populärt med appar i mobilen är det en bra metod. Nästa version skulle jag vilja ändra lite och göra ännu smidigare. Men det går att rapportera på andra sätt också, säger Pavel Bína.

Han berättar att han har en grupp rapportörer, i alla åldrar, som inte vill använda smartmobiler, utan vill rapportera via webbplatsen sittandes vid vanliga personatorer. Dessutom finns en grupp bland de äldre rapportörerna som vill rapportera via pappersformulär, vilket också går bra.

Kjell Bolmgren tycker att en bra sak med mobilrapportering är att det går att använda mobilens GPS för att ange platsen för en observation.

–Positioneringen av observationsdata blir mer precis med automatisk GPS. Felmarignalen kan stanna vid ett par meter istället för att bli flera mil som det kan bli när man pekar på kartan på en vanlig dator, berättar Kjell Bolmgren.

Nyheter i apparna till nästa år?

Inför nästa fältsäsong planerar Pavel Bína att förbättra appen och förhoppningsvis kan en ny version lanseras i samband med *Save the frog-day*, 25 april 2015. Pavel hoppas också att det till nästa år ska släppas en mobilanpassning av Artportalen, så att det blir enklare att registrera sig i fält.

Kjell Bolmgren planerar att integrera Naturens kalender med Artportalen under kommande år.

–Kommunikationen via appar och nätet utvecklas hela tiden. Det

gäller att ha väldigt klart för sig vad som är kärnan för apparnas funktionalitet. För att förstå möjligheterna och begränsningarna, och hur man bäst drar nytta av dessa nya verktyg, måste man vara mycket aktiv själv med att använda appar och sociala media. Jag lägger mycket tid på det, säger Kjell Bolmgren. ■

LÄS MER

www.slu.se/miljodata

www.slu.se/naturobservationer



KONTAKT

Pavel Bína

Artdatabanken, SLU

pavel.bina@slu.se, 018-67 34 06

www.slu.se/artdatabanken



KONTAKT

Kjell Bolmgren

Enheten för skoglig fältforskning, SLU

kjell.bolmgren@slu.se, 018-67 12 61

twitter.com/KjellBolmgren

#naturenskalender

www.naturenskalender.se

www.facebook.com/naturenskalender

Några SLU-appar



BASTARDSVÄRMARE

Artbestäm och rapportera

Med appen Bastardsvärmare kan du lära dig mer om dessa vackra och ovanliga fjärilar och artbestämma dem. Rapportera in dina fynd så kan du samtidigt hjälpa naturvården. Fynden går rakt in i Artportalen.



GRODGUIDEN

Artbestäm och rapportera

I appen Grodguiden kan du läsa mer om grodor, paddor och salamandrar, lyssna på läten, få hjälp med artbestämning och rapportera in fynd direkt till Artportalen.



FISKNYCKELN

Artbestämning

Vad har du fått på kroken? Använd appen Fisknyckeln och lär dig mer om alla 240 svenska fiskarter. Fisknyckeln är framtagen av Sportfiskarna i samarbete med Svenska artprojektet och Nationalnyckeln.




NATURENS KALENDER

Rapporteringsverktyg

Naturens kalender samlar in dina rapporter om växternas årstidstecken: blomning, fruktmodnad, fröspridning, lövfällning. Det ger ökad kunskap om vilka effekter ett förändrat klimat får.

Foto: Jenny Svennås-Gillner, SLU

Foto: Jenny Svennås-Gillner, SLU



”Alltså, det här med hållbar utveckling har ju inte kommit till av en slump och för att nån ville jäklas utan det är ju ett uppenbart bekymmer i samhället.”

Regional tjänsteman¹

Klokare beslut med integrerad miljökunskap

Kunskapen om miljön ska tas tillvara vid planering och beslutsfattande. Den ska integreras med ekonomiska och sociala perspektiv och guida tjänstemän och praktiker i deras agerande och myndighetsutövande. Så heter det – men hur fungerar det i verkligheten?


TEXT: ANNIKA BORG ILLUSTRATION: STEFAN MALMQUIST

NÄR MILJÖPROBLEMEN började uppmärksammas på 1960-talet fanns inte så mycket fakta om naturens tillstånd. Eller om människans påverkan på miljön. Samhället saknade

finjusterade metoder för att mäta och sätta värde på natur och miljö. Det behövdes mer kunskap, fler analyser, mätningar och värderingar. I dag är läget ett annat. Forskare har

utvecklat en rad metoder för mätning och modellering. Det finns olika metoder för att kvantitativt och kvalitativt värdera till exempel miljökonsekvenser. Dessutom finns också olika sorters miljö- och hållbarhetsindikatorer för att kunna säga åt vilket håll utvecklingen går.

Men när väl planering ska göras för exempelvis en kommunal markanvändningsplan eller en detaljplan över en ny stadsdel så är den praktiska situationen mycket mer komplex än att man håller in god miljöinformation i ena änden av det stora maskineriet, och ut på andra sidan kommer en fullständig handlings-



”Om man tror att indikatorer och sånt, alltså quick fix, kan lösa problemet, då lurar man sig själv. För så är det inte tyvärr.”

Regional tjänsteman¹

plan där hänsynstagande av miljön är ett bärande och integrerat perspektiv.

–Vi vet att det finns ett stort glapp mellan de politiska miljömålen och vad som faktiskt omsätts i den konkreta planeringen och i beslut, säger Tuija Hilding-Rydevik, professor i miljöbedömning och föreståndare för Centrum för biologisk mångfald vid SLU och Uppsala universitet. Hon har forskat om hur aktörer i kommunala, regionala och nationella offentliga organisationer har tagit emot och tolkat målet med integrering av miljöperspektiv för att uppnå miljömålen¹.

Mer miljöinformation=bättre beslut?

En stor del av såväl internationell som svensk miljöpolitik har vilat på idén om att mer och bättre miljöinformation i samhällsprocesserna är grunden för att minska gapet mellan miljöpolitikens mål och genomförandet i praktiken – i till exempel miljövården, i fysisk planering och i naturvården. Och självklart är information av avgörande betydelse.

Men det finns alltid – och måste

finnas – andra intressen och andra perspektiv än miljöintressen som ska tas till vara i planering och beslutsfattande. Det svåra är när miljöinformation, miljöintressen och miljöaktörer i alltför stor utsträckning blir marginaliserade och utkonkurrerade i beslutsprocesserna.

–Här står vi i dag. Mycket har uppnåtts i miljöarbetet sedan 1960-talet, men vi ser fortfarande att miljömålen inte uppnås och att nya miljöproblem uppstår. Biologisk mångfald fortsätter att hotas och klimatet fortsätter att påverkas, samtidigt som kemikalier och plastmaterial hotar våra vatten, säger Tuija Hilding-Rydevik.

Det betyder att miljöverktyg som till exempel miljökonsekvensbeskrivningar och indikatorer inte får den effekt som teorier och politik målat upp. God miljöinformation leder alltså inte alltid till beslut som tar till vara miljöintressen när det är relevant och viktigt.

Men visst finns det fortfarande ett stort behov av bättre och smartare information. Ett grundläggande


krav är att informationen måste vara anpassad till de frågor som hanteras i olika beslutsprocesser.

–Det behövs en bra dialog mellan de som tar fram kunskap och riktlinjer och de som ska använda informationen och metoderna i beslutsfattandet. Utan den dialogen byggs metoder och information på felaktiga grunder – som att bygga ett hus utan att veta vilken sorts mark som finns under. Det kan bli ett utvecklingsarbete som sker helt i onödan, säger Tuija Hilding-Rydevik.

Ska miljöanalysverktyg i bred mening bli ”smarta” så måste verktygen vara anpassade till den verkstad de ska verka i.

Integrering ett nyckelord

Integrering av miljökunskap och miljöperspektiv i beslutsfattande har länge varit en av kärnidéerna i svensk miljöpolitik. Om man tittar på ordboksdefinitionen av integrering handlar det om en sammansmältning av flera delar till en ny helhet. Det innebär att miljöperspektivet tillsammans med till exempel ekonomiska



”Det måste ju ske på ett naturligt sätt att få in miljöfrågor och integration ... Om vi tar fram ett dokument och sitter och bankar de andra i huvudet med, så vill de inte vara med. Det handlar om att stimulera lagandan och hitta gemensamma mål som man arbetar mot och då blir det kul också tror jag.”

Regional tjänsteman¹

och sociala perspektiv integreras till ett nytt perspektiv som ska guida tjänstemän och praktiker i deras agerande och myndighetsutövande.

Men läser man regeringens olika utredningar och instruktioner från myndigheterna om vad det innebär, så saknas det i hög grad vägledning för de aktörer som ska genomföra dem. Hur vet man som tjänsteman att man har integrerat kunskapen? Vad ska göras annorlunda?

– Integreringstanken är ur mitt perspektiv en uppmaning till att tänka nytt om vad som är viktigt och oviktigt i samhällsutvecklingen, och ytterst i våra liv. Det innebär att vi nu måste prioritera annorlunda i arbetet, skaffa nya begrepp, transformera själva tänkandet – vad får kosta och inte, vad är viktigt och oviktigt,

funderar Tuija Hilding-Rydevik.

Det integrerade miljöperspektivet reser obönhörligt frågor. Som den om ekonomin återigen kan bli ett starkt verktyg för andra värden i samhället istället för att som i dag vara en egen sektor med sina egna mål. Och hur kan olika verksamheters grundläggande behov återigen bli vägledande för de ekonomiska målen? Hur ska vi väga jobben mot miljön? Sådana *transformativa* eller genomgripande förändringar behövs för att vi ska kunna säga att det skett en integrering i synsätt och prioriteringar, menar Tuija Hilding-Rydevik.

När hon och hennes kollegor har genomfört studier i kommuner och regioner ser de tydligt att det man gör inte är integrering, utan adde-

ring; man tillför miljöperspektiv som en sektorsfråga bland andra. Studien visar också att miljöperspektivet ofta blir underordnat i mötet med det ekonomiska perspektivet.

Motivation krävs för förändring

Det ska påpekas igen att mycket har uppnåtts genom utveckling av ny miljöinformation. Nya miljöregler och nya miljöverktyg av olika slag har kommit på plats, men ska miljöfrågorna bli integrerade behövs smarthet i utvecklingen av metoderna. Förutom att vara miljömässigt och verktygmässigt korrekta och sunda så behövs ”smart” kunskap och information om till exempel de personella, ekonomiska, tekniska och organisatoriska verktyg som finns i de organisatio-



smart miljöinformation och smarta miljöanalysverktyg kan inspirera och skapa eftertanke i organisationer där miljöfrågor förväntas integreras med andra perspektiv. Men även om verktygen är anpassade efter det sammanhang de ska användas i, blir användningen tandlös utan motivation att använda verktygen, utan resurser för att lära sig använda och förstå dem och en ledning som legitimerar detta.

– Vi behöver fortsätta att utveckla miljöinformation och verktyg som hjälp i arbetet med att skapa en hållbar framtid. Tillsammans och parallellt behövs också forskning om hur de ska användas. Vilka förbättringar i planerings- och beslutspraktik leder de faktiskt till? Här behövs humanister och samhällsvetare – både för sig och i samarbete med naturvetare, säger Tuija Hilding-Rydevik. ■

▶ NOTER & KÄLLHÄNVISNINGAR

1. Asplund, E, Hilding-Rydevik, T, Håkansson, M och Skanze, A (2010) Vårt uppdrag är utveckling – hållbar utveckling och regional tillväxt. Rapport från institutionen för stad och land, nr 2 2010, SLU. Beställs från tuija.hilding-rydevik@slu.se
2. Hilding-Rydevik m fl 2014. Energiefektivisering i översiktsplaner. Manus till forskningsrapport.
3. Hilding-Rydevik m fl 2004. Tools for Sustainable Regional Development. Nordregio R2004:4. Stockholm.

ner som ska använda informationen.

Vi har till exempel Mälardalskommunen, där utvecklingschefen är mycket erfaren och kunnig på miljösidan och har fått politiker och de flesta planerare med på tåget. Men för att kunna veta att miljöåtgärderna ger effekt så har några kommuner gått ihop om att utveckla ett miljöuppföljningssystem². Ett annat exempel är en region i Finland där man har en bred tvärsektoriell bedömning av bidragsansökningar av EU-medel för regionalekonomisk utveckling. Där har man kopplat ihop bidragsbesluten med hur väl ansökningarna fallit ut i en miljökonsekvensbedömning³.

– Vår forskning visar att det varierar mellan organisationer – även inom samma fält – vad som behövs

för att miljöperspektiv, miljöinformation och miljöaktörer ska ses som likvärdiga med andra perspektiv. Utveckling av miljöinformation och miljöverktyg behöver därför ses ur ett förändringspedagogiskt perspektiv, säger Tuija Hilding-Rydevik.

Man måste ställa sig frågan vad som behöver förändras i organisationen eller sektorn för att integrering ska kunna gynnas. Informationen ensam räcker inte alltid – ibland behövs en liten knuff – eller som en tjänsteman med ansvar för regionalekonomisk utveckling uttryckte sig:

– Miljöfrågorna ligger långt utanför ”verkligheten” och man skulle aldrig jobbat med frågorna utan regeringens direktiv.

I sin forskning har Tuija Hilding-Rydevik och hennes kollegor sett att



Foto: Mark Harris

KONTAKT

Tuija Hilding-Rydevik
Centrum för biologisk mångfald, SLU
och Uppsala universitet
tuija.hilding-rydevik@slu.se
018-67 27 68, 070 363 00 59
www.slu.se/cbm



**Så här har ekosystemen alltid
skött sin avfallshantering**



Många flugor i en smäll



TEXT: ANNA FROSTER FOTO: MIKAEL WALLERSTEDT

Det låter lite för bra för att vara sant. Fluglarver tuggar i sig allt det stinkande som vi vill bli av med: latrin och matavfall. I utbyte ger de djurfoder och organiskt gödsel, som vi kan använda istället för sojamjöl, fiskmjöl och kemiskt gödsel.

– Redan på 1970-talet tittade forskare på hur fluglarver kan omvandla avfall till protein, men senaste året har det skett en explosion på det här området, säger Cecilia Lalander vid institutionen för energi och teknik, SLU, och tillägger:

– Så här har ekosystemen alltid skött sin avfallshantering.

Stoppar salmonella

Det nya som Cecilia Lalanders forskargrupp har tillfört är att fluglarverna kan minska smittspridning.

– Vi lät larverna äta salmonellasmittad gödsel, och bakterierna försvann till långt över 99,9 procent, berättar Cecilia

Detta är viktigt eftersom salmonella infekterar både människor, gris, fågel och ko och därigenom kan ställa till stora problem på en gård. En inälvsparasit som forskarna undersökte klarade sig däremot levande genom fluglarvernas tarmar. Det är ett mer överkomligt problem enligt Cecilia Lalander, eftersom de flesta parasiter bara klarar sig i sitt värdjur. Därmed kan man skapa smittbarriärer till exempel genom att ge grisdödseluppfödda larver till höns och inte tillbaka till grisarna. Även läkemedelsrester bryts ner effektivt i flugkomposten enligt preliminära resultat. Däremot inte stabila miljögifter.

Flugor är mer kända som smittspridare än saneringsarbetare, men det

finurliga med den amerikanska vapenflugan *Hermetia illucens*, som Cecilia Lalander använder, är att den inte äter något som vuxen fluga. Därmed finns inte någon risk attflugorna sprider bakterier mellan sina olika matställen, från kodynga till tallrikar. Dessutom blir väldigt få av de kompostarbetande larverna någonsin vuxna. Efter tre veckor som larver är de redo för att förpuppas och söker sig till ett torrt mörkt ställe.

– Konstruerar man ett sådant utrymme intill komposten blir de självskördande, berättar Cecilia Lalander.

Fulla med protein

Larverna torkas och blir högvärdigt proteinfoder. Eftersom den vuxna flugan inte äter något är larven ett kraftpaket, laddad med 30 procent fett och 40 procent protein. Detta blir plötsligt en ekonomiskt värdefull produkt, vilket är väldigt viktigt.

– All vår forskning handlar i grunden om att återföra växtnäring, och i många delar av världen, även Sverige, så saknas det en drivkraft för att föra tillbaka organiskt avfall, menar hon.

Cecilia Lalander har bland annat jobbat i Uganda, där gödsel och latrin i stor utsträckning blir kvar på gatorna eller töms i vattendragen. Omvandlingen till djurfoder skapar ett incitament för att samla in avföringen, vilket i sig minskar smittspridningen enormt.

I Sydafrika och Kanada finns redan kommersiella anläggningar som omvandlar avfall till foder med hjälp av fluglarver. I EU krävs en lagändring för att det ska vara möjligt, vilket förmodligen sker redan under nästa år. ■

Cecilia Lalander

Aktuell som: Kretsloppsforskare, just nu med fokus på fluglarver som kan omvandla latrin och matavfall till djurfoder och koncentrerad gödsel.

Ålder: 33 år.

Bakgrund: I grunden kemist, med examen i fysikalisk kemi. Disputerade också i kemi men har hela tiden sökt sig mot mötet mellan kemi och biologi.

Yrke: Forskare vid institutionen för energi och teknik, SLU.

Fritid: Tycker om att vara aktiv på fritiden, fysisk aktivitet i olika former och så lite hobbyodling vid sidan av.

Kontakt: cecilia.lalander@slu.se

FAKTA SIANI

SLU är medlem i Swedish International Agricultural Network Initiative (SIANI). Det är ett nätverk som stöder svenskt kunnande om hållbar livsmedelsförsörjning.

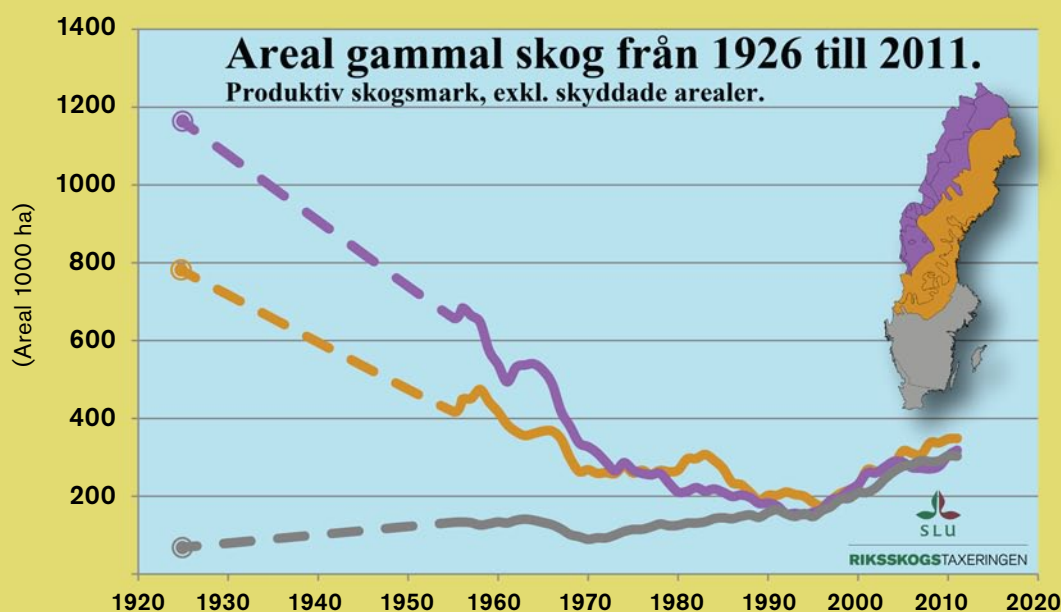
Medlemmarna kan vara alltifrån regeringar till enskilda medborgare, privata företag och forskare. Tanken är att vara en öppen och interaktiv plattform för utbyte om globala frågor kring livsmedelssäkerhet, fattigdomsbekämpning och hållbar miljö. Cecilia Lalanders forskning är ett exempel på sådant som SIANI vill stödja och sprida.

↳ LÄS MER siani.se

SLU Publikationsservice (returadress)

Box 7075, 750 07 Uppsala
publikation@slu.se

Senaste nytt från skogen



SKOGSDATA 2014. Trots skogsbränder och stormar ökar Sveriges virkesförråd stadigt. Skogen växer cirka 30 procent mer än det som avverkas och det som dör naturligt. Det framgår av officiell statistik i årets utgåva av publikationen Skogsdata 2014 från Riksskogstaxeringen vid SLU.

Men skogen innehåller så mycket mer än bara ett virkesförråd. Långa tidsserier kan skapas för ett antal intressanta indikatorer på biologisk mångfald, exempelvis gammal skog som är förknippad med hög biologisk mångfald.

I norra Sverige ses kraftigt minskande arealer gammal skog fram till 1990-talet.

Efter det ökar arealen gammal skog i hela landet, troligen som en följd av skogsvårdsförordningen från år 1993, där produktions- och miljömål likställs. Förmodligen har också skogsbrukets anslutning till olika certifieringsstandarder påverkat utvecklingen.

Utöver gammal skog presenteras i rapporten Skogsdata 2014 även uppgifter om 15 andra indikatorer på biologisk mångfald.

Ta del av Skogsdata 2014 på webben kostnadsfritt eller beställ den som trycksak, pris 250 kr inkl. moms och porto via www.slu.se/riksskogstaxeringen.

