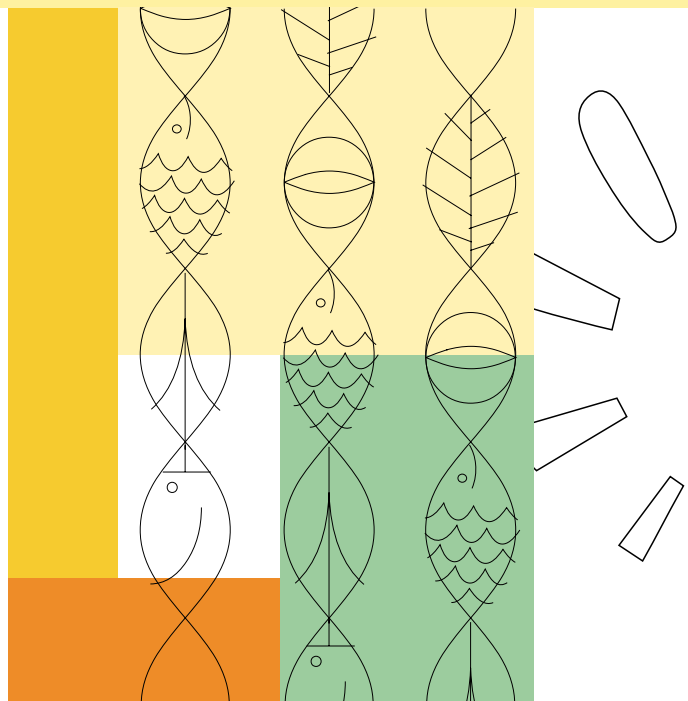


BIOLOGISK MÅNGFALD

Sverige satsar nu extra pengar på forskning om biologisk mångfald. Målet är att öka kunskapen om växt- och djurarters utbredning, egenskaper, livsmiljöer och samspel – om de grundläggande förutsättningarna för ett ekologiskt hållbart samhälle.



Nya pengar för viktig forskning

Den biologiska mångfalden utgörs enkelt uttryckt av livet på jorden i sin helhet och i alla dess former. Ofta talar man om biologisk mångfald på tre nivåer:

- mångfalden på ekosystemnivå
- mångfalden av arter
- genetisk variation inom arterna

I begreppet biologisk mångfald brukar vi också räkna in de ekologiska tjänster som naturen skänker oss och som vi är fullständigt beroende av, till exempel fotosyntes, cirkulation av näringsämnen, pollinering och fröspridning.

Den biologiska mångfald vi har i dag är resultatet av drygt fyra miljarder år av evolution. Allt sedan människans jägar- och samlartid och de första kulturerna har denna mångfald stått under påverkan av vår egen art. Vi har tämjt djurarter, förädlat vilda grödor och omformat landskap. Vi har förändrat livsmiljön för många arter, och i en del fall förstört den. Men vi har också skapat nya miljöer som passar vissa arter.

Begreppet biologisk mångfald började användas mer allmänt för femton år sedan. Så småningom ökade medvetenheten och vi förstod att biologisk mångfald handlar om variation mellan arter, inom arter och mellan ekosystem. Så kom konventionen om biologisk mångfald 1992 i samband med Riokonferensen. Konventionen talar dels om bevarande, dels om hållbart nyttjande av den biologiska mångfalden. Det finns många skäl till att vilja bevara biodiversiteten: ekologiska, ekonomiska, estetiska, etiska och kulturella.

Men forskning om biologisk mångfald som den kommer att beskrivas i den här broschyren innefattar mycket mer än arterna, ekosystemen och deras överlevnad. Det handlar också om evolution och artbildning och om att vi vill förstå en komplex väv av processer, beteenden och

anpassningar. Efter ett avsnitt om arternas systematik följer ett avsnitt om den genetiska mångfalden. Efter det rör vi oss ut i ekosystemen, först på land, sedan i vatten och därefter in i staden. Forskningsresan avslutas med ett avsnitt om styrmedel och aktörer samt en text som handlar om kopplingen mellan toxikologi och fält-ekologi. Alla projekt som nämns i broschyren har fått anslag genom en särskild forskningsatsning från regeringens sida.

Regeringens särskilda forskningsatsning

På initiativ av regeringen avsatte riksdagen år 2001 440 miljoner kronor till forskning om biologisk mångfald under åren 2002–2004. Syftet var att bidra till att bredda och fördjupa vår kunskap om de grundläggande förutsättningarna för ett ekologiskt hållbart samhälle. Tanken med stödet var att det skulle vara ett permanent tillskott till Formas, Vetenskapsrådet och ArtDatabanken. Formas fick medel för grundläggande och tillämpad forskning om biologisk mångfald och till stöd för en ekologiskt hållbar utveckling samt till nationella samlingar. Vetenskapsrådets pengar skulle användas till grundforskning om biologisk mångfald och ekologi med inriktning på arters anpassning och samspel samt deras naturliga egenskaper och livsbetingelser. Artdatabanken tillfördes medel för fortsatt arbete med en totalinventering och taxonomisk bestämning av samtliga i Sverige nu levande arter av djur, växter och svampar. Samtidigt utlyste Naturvårdsverket medel för ett par nya forskningsprogram om biologisk mångfald.

”Vi måste samverka med naturen”



Vad var det som låg bakom regeringens särskilda forskningssatsning på biologisk mångfald? Miljöminister Kjell Larsson berättade vid en intervju i september 2002 (han avled i december) att det fanns ett starkt intresse för frågan hos alla tre samverkans-

partierna, det vill säga socialdemokraterna, vänsterpartiet och miljöpartiet. Hans personliga intresse spelade också en viss roll.

– Frågan om biologisk mångfald har vuxit mer och mer inom miljöpolitiken. Vi inser att den har mycket stor betydelse för den ekologiska hållbarheten. Forskningen är också viktig för miljömålsarbetet. Vi arbetar med ett sextonde miljökvalitetsmål som ska handla om biologisk mångfald, sa Kjell Larsson vid intervjun.

Den särskilda satsningen gäller både grundforskning och mer tillämpad forskning. Även nationella samlingar har fått anslag. Kjell Larsson hade svårt att bedöma vilken av de här delarna som har varit mest eftersatt.

– Men det är uppenbart att vissa nationella samlingar inte var skötta på rätt sätt, och det kändes viktigt att bidra till att den frågan blev löst. Dessutom är det stora Svenska artprojektet mycket viktigt, värdefullt och fantasieggande. Det innehåller både grundforskning och tillämpad forskning.

Kjell Larsson såg i huvudsak fyra hot mot den biologiska mångfalden. För det första förstör vi livsmiljöerna för en rad arter. Det gäller bland annat bristande hävd av jordbruksbygder och nya jordbruksmetoder. Det gäller också övergödningen i Östersjön som riskerar att slå ut arter. För det andra fragmenterar vi landskapet och begränsar utrymmet för arterna när vi bygger vägar och

järnvägar. Omplantering av arter till nya områden såg han också som ett stort hot, liksom klimatförändringarna. Många arter hinner inte flytta i takt med att klimatet förändras eller har ingenstans att flytta. Det senare gäller korallreven som håller på att blekas, troligen till följd av klimatförändringar, sa han.

– Det finns forskare som har räknat på vad den biologiska mångfalden betyder för en ekologiskt hållbar utveckling. En av dem säger att produktionen från ekosystemen är ungefär lika stor som produktionen från den ”rent” ekonomiska verksamheten mätt i BNP. Det visar vilken oerhörd betydelse den biologiska mångfalden har för vår mänskliga välfärd. Om vi hade hanterat våra ekonomiska tillgångar lika vårdslöst som vi har hanterat den biologiska mångfalden hade det blivit ett ramaskri i världen.

Miljöbalken tvingar fram inställningen att vi måste inventera arter på ungefär samma sätt som vi gör arkeologiska utgrävningar när vi ska bygga exempelvis en väg. Mycket har förändrats de senaste decennierna. Vi har blivit medvetna om att vi måste samverka med naturen.

– För det första är samspelet i naturen intrikat, och vi vet inte hur det fungerar i alla sina detaljer. För det andra vet vi inte vilka arter vi kan ha nytta av i framtiden. Vi utnyttjar naturens genetiska material allt mer. Det finns många smarta lösningar i naturen, till exempel spindelväv. Den är mer hållbar och tåjbar än stål och drar mindre energi vid tillverkningen. Där har vi mycket att lära.

– Ett annat exempel är upptäckten av den svamp som tillverkar penicillin. Den beskrevs först av svensken Richard Westling. Till en början hade man ingen aning om vilken stor nytta den skulle komma att göra. Det var tur att vi inte utrotade den!

Grenar och blad i livets träd

Hur kan vi bevara den biologiska mångfalden? Innan vi kan svara på frågan måste vi ha kunskap om vilka arter och miljöer som finns att bevara i naturen. Och artrikedomen blir gripbar först när forskarna kan systematisera och klassificera, och det bygger i sin tur på kunskap om hur arter är släkt med varandra.

Inom systematiken är forskarna just nu mycket aktiva inom två områden. För det första kartlägger man den biologiska mångfalden, bladen i livets träd. För det andra utforskar man förgreningarna i trädet, kvistarna och grenarna, och den forskningen handlar om släktskapsförhållanden.

Att kartlägga bladen

Tvåhundra år efter Carl von Linnés död (1707–1778) vet vi fortfarande inte hur många arter som finns på vår planet. Antagligen har vi bara beskrivit och namngivit en bråkdel av dem. Framför allt de små djuren och växterna är dåligt kända.

Mycket forskning fokuseras kring kärlväxter, ryggradsdjur och vissa insekter. Men många anser att forskningen bör breddas till att omfatta också andra grupper. I Sverige beräknas vi ha bara 500 arter av ryggradsdjur, medan insekterna är 25 000 och övriga ryggradslösa djur 8 500. Av kärlväxter räknar man med 2 200 arter, medan svampar och lavar är 12 500 och övriga kryptogamer 3 000. Bakterier och övriga encelliga organismer anses tillsammans vara 8 000 arter.

För många arter brådskar det med studier. Av svenska djur och växter har 20 procent av arterna inte långsiktigt livskraftiga populationer i landet. De delas in i fem kategorier i den så kallade rödlistan: missgynnade, sårbara, starkt hotade, akut hotade och försvunna arter. Antalet rödlistade svenska arter är ungefär 4 000.

Det finns flera internationella initiativ för att hitta

och beskriva alla djur- och växtarter, till exempel GBIF (Global Biodiversity Information Facility) med sekretariat i Köpenhamn. Projektets mål är att bygga en slags djurens och växternas databank där den intresserade kan hitta all information som är känd om en art. Så småningom fylls databanken på med genetisk information om arterna och uppgifter om vad som karaktäriserar deras livsmiljöer. På Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm finns en nationell nod för GBIF-arbetet.

Att förstå livets träd

Systematikens andra huvudfåra handlar om att förstå livets träd. Under det senaste seklet har evolutionens historia dominerat tänkandet kring släktskapsförhållanden mellan organismer. Basen är Charles Darwins (1809–1882) insikt om att allt levande härstammar från en gemensam ursprungsorganism. Under evolutionens gång har olika organismlinjer utvecklats på ett sätt som kan beskrivas i form av ett träd.

Darwin hade begränsade möjligheter att analysera trädet i detalj. Han saknade både metoder och data. Metoderna utvecklades från 1950-talet och framåt. Sverige har sedan länge befunnit sig i forskningsfronten inom systematiken. Till att börja med användes bara djurens och växternas synliga form och byggnad. Men information om yttre egenskaper har begränsningar. Det är till exempel svårt att hitta egenskaper som säger något om hur riktigt avlägsna organismgrupper är besläktade. Vad ska man jämföra hos en människa och en fjärl? Hur identifierar man släktskapet mellan en val och en sjöping?

Genetiken bakom släktträdet

Under evolutionens gång har det skett mutationer, det vill säga förändringar i det genetiska materialet som kan



FOTO: CHRISTER FREDRIKSSON



FOTO: CLAYTON BRYCE

överförs till kommande generationer. Precis som synliga egenskaper kan dessa mutationer ge information om vilka arter som är närbesläktade. PCR-tekniken (Polymerase Chain Reaction) som utvecklades på 1990-talet har revolutionerat vår möjlighet att använda genetiskt material för att studera släktskap. Nu kan vi jämföra växter, bakterier och djur och hitta genetiska likheter som tyder på släktskap.

Den stora mängden genetiska data har skapat en intensiv utveckling inom "beräkningsbiologin". Alltmer sofistikerade metoder utvecklas för att utnyttja genetisk information för att bestämma släktskapsförhållanden. Den molekylära skillnaden i arvsmassan mellan olika grenar i släktträdet gör det möjligt att räkna ut i vilken ordning de olika utvecklingslinjerna skilde sig åt.

När uppstår nya arter?

Artbildning är en kontinuerlig process där det hela tiden förekommer tendenser till uppsplittring av populationer i olika linjer. Forskare måste i det enskilda fallet göra rimlighetsbedömningar av hur långlivad en bestämd linje blir – och utifrån det avgöra om det handlar om en ny art, en underart eller en varietet. Riktigt svår blir artbedömning i ett globalt perspektiv, till exempel när det

gäller närbesläktade populationer i Nordamerika och Europa. Kan individer från dessa populationer para eller korsa sig om de möts?

Sedan Darwins tid har man trott att nya arter bildas genom att populationer har blivit geografiskt avskurna från sitt tidigare utbredningsområde. Nu har modern forskning visat att artbildningsprocessen är mycket mer mångfacetterad än så. Det finns spännande exempel på hur nya arter bildas mitt inne i en population, så kallad sympatrisk artbildning. Ett sådant fall är havssnäckor av släktet *Littorina*, där reproduktionsbarriärer kan uppstå mellan bestånd som lever på bara några meters avstånd från varandra.

Gamla idéer om att artbildning är en mycket långsam process kan vara på väg att ställas på ända. Det finns en vetenskaplig hypotes som hävdar att det bara är i små populationer som snabba radikala förändringar kan ske. Ett exempel är ett laxbestånd i en flod i Kanada, där man planterade in en ny stam. Efter bara några decennier hade den delat upp sig i två isolerade stammar som inte fortplantar sig med varandra. Nybildade sjöar, avlägsna ögrupper och fysiskt påfrestande miljöer, som till exempel havsstränder, tycks vara mer lämpade än andra miljöer för att forma nya arter på detta sätt.

Sydamerikansk mångfald av blomväxter

Syd- och Centralamerika anses ha cirka 90 000 arter av högre växter, kanske lika många arter som alla andra tropiska områden tillsammans. En hypotes till den enorma mångfalden kan vara att regnskogsfloran i detta område vid tertiärtidens början, för 65 miljoner år sedan, delades upp på två skilda geografiska områden som saknade kontakt med varandra. Att Anderna bildades har också skapat nya livsbetingelser och bidragit till artrikedomen.

Ett projekt vid Göteborgs universitet ska fastställa de detaljerade släktskapsförhållandena mellan arter som har olika geografisk utbredning i Syd- och Centralamerika. Forskarna analyserar likheter i arvsmassans DNA-sekvenser, knyter resultaten till släkttträdet och får sedan förhoppningsvis ett grovt mått på hur lång tid som har gått sedan de två utvecklingslinjerna skildes åt.



Birgitta Bremer

VEM ÄR SLÄKT MED VEM BLAND BLOMVÄXTERNA?

Inom en snar framtid är de allra flesta familjerelationer klarlagda för blomväxterna, men arbetet med att identifiera släktskapen mellan arter och släkten är bara i sin linda. I dag finns släkttråd för några procent av blomväxternas 250 000 arter. Forskarna står alltså inför en gigantisk uppgift.

För att kunna bevara den biologiska mångfalden måste vi ha kunskap om vilka arter och miljöer som finns att bevara. Obeskrivna arter och bristande kunskap om växternas släktskap är ett hinder för att förstå och bevara mångfalden. Genom att rekonstruera evolutionshistorien för många närstående arter kan forskarna få svar på sådant som inte låter sig besvaras via studier av ett litet antal arter.

I Birgitta Bremers projekt vid Bergianska stiftelsen används en riktigt stor växtfamilj som modell för studier av mångfalden. Kaffefamiljen *Rubiaceae* har 10 000 arter, vilket är fem gånger fler än samtliga blomväxter som finns i Sverige. Av världens fem största växtfamiljer är *Rubiaceae* den biologiskt mest mångformiga, men samtidigt den minst studerade. Här finns till



FOTO: BIRGITTA BREMER

Flertalet av kaffefamiljens 10 000 arter ska analyseras för rekonstruktion av deras släkttråd. Bilden visar en kaffebuske, en av arterna inom familjen *Rubiaceae*.

exempel arter som kaffe, kinaträd som ger kinin och våra svenska mårör.

De grova dragen i familjens evolutionshistoria är bekanta, men nu ska Birgitta Bremers forskargrupp analysera flertalet av de 10 000 arterna. Därigenom skaffar de sig ett stort statistiskt material för att rekonstruera släkttråd för alla ingående släkten samt hela familjen. Projektet har ren grundforskningskaraktär. Men eftersom kaffeväxterna finns över hela världen, inte minst i tropiska regioner, skapas samtidigt ett underlag för att bevara mångfalden, hitta nya nyttoväxter och öka kunskapen om blomväxter överhuvudtaget.



FOTO: PRESSEDENS BILD

Birgitta Bremer är professor Bergianus vid Bergianska stiftelsen i Stockholm. Växthuset på bilden kallas Edvard Andersons växthus och är en del av Bergianska trädgården i Stockholm.



Svenska artprojektets ledningsgrupp består av Ulf Gärdenfors, Annagreta Dyring, Torleif Ingelög (ordförande) och Fredrik Ronquist.

SVENSKA ARTPROJEKTET I LINNÉ'S FOTSPÅR

Svenska artprojektet startade i januari 2002. Uppdraget från riksdagen till ArtDatabanken vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala är att skapa ett nationellt referensverk som beskriver alla svenska flercelliga organismer: djur, växter och svampar. Målet är att referensverket ska vara klart inom 20 år. Syftet är att göra kunskapen om de svenska arterna tillgänglig för svenska folket.

Artprojektet är mångfacetterat. I grunden finns ett vetenskapligt behov av att kartlägga Sveriges till stora delar outforskade fauna och flora. Vissa organismgrupper, såsom fåglar och blomväxter, är förhållandevis välstuderade, medan kunskapen är försvinnande liten om grupper som parasitsteklar, rundmaskar och många svampgrupper. Artkunskapen är grunden för all biologi och nödvändig i naturvårdsarbetet.

Svenska artprojektet genomförs på tre fronter:

- Inventering av i första hand dåligt kända organismgrupper.
- Forskning med målsättningen att alla svenska cirka 50 000 flercelliga arter ska vara vetenskapligt utredda, beskrivna och katalogiserade samt att Sverige ska ha god tillgång på taxonomer. Taxonomi är den forskningsgren som beskriver djur- och växtarter samt utreder deras släktskap med varandra.
- Populärvetenskaplig presentation av cirka 30 000 arter i en serie vackert illustrerade bestämningshandböcker, den så kallade Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna.

Totalt räknar ArtDatabanken med att Nationalnyckeln till slut kommer att bestå av omkring 125 praktfullt illustrerade böcker. Texterna kommer att beskriva arternas utseende, deras utbredning och levnadssätt. Dessutom kommer Nationalnyckeln att innehålla välillustrerade bestämningsnycklar som gör att man kan ta reda på vilken art man hittat på ängen, havsstranden eller i skogsdungen.

Inventeringarna kommer att göras dels av forskarna själva, dels av särskilt anställda inventerare som gör mer generella insamlingar. Hela projektet förutsätter ett omfattande samarbete med alla landets institutioner och museer där taxonomisk forskning bedrivs.

Svenska artprojektets nätplats har adressen: www.artdata.slu.se/Svenska_artprojektet.htm



Sverige har förhållandevis många mossarter, drygt tusen arter jämfört med 15 000 arter i hela världen. Mossan *Bryum pallens* Sw. (skär bryum) hör till det mest mångformiska släktet vi har i Sverige med mer än hundra beskrivna arter.

Genetisk mångfald – resurs för framtiden

Biologisk mångfald innehåller en genetisk aspekt. Det gäller kanske framför allt möjligheterna att bevara genetiskt material som kan bli användbart i framtiden. Eftersom den moderna molekylärbiologin visar att vi kan flytta egenskaper mellan helt obesläktade organismer behöver vi inventera och bevara ett brett sortiment av genetiskt kapital.

Genetisk mångfald är enkelt uttryckt allt som finns bakom den synliga biologiska mångfalden. Det handlar om skillnader i organismers arvs massa – mellan arter men också inom arter.

Det var först på 1960-talet som forskningen lyckades visa att det finns genetiska varianter inom arter överhuvudtaget. År 1980 kartlades delar av människans DNA, och det ledde till banbrytande upptäckter om människans evolution. Forskarna började inse att människan först uppkom någonstans i Östafrika, eftersom de mest ursprungliga DNA-varianterna finns där. DNA-tekniken gav nya redskap att forska om hur arter utvecklas. HUGO och andra stora genprojekt startade i mitten av 1980-talet. Den genetiska mångfaldsforskningen har dragit stor nytta av de här projekten. Exempelvis kan forskare i dag avläsa hur gammal en art är genom att jämföra DNA-sekvenser. De kan också se hur olika de mest olika individerna inom en viss art är.

Den samlade arvs massan är nu kartlagd för ett antal högre organismer, bland annat människan, musen, bananflugan, rundmasken, riset och backtraven. Kartläggningen av musen har alldeles nyss blivit klar. Bland de lägre organismerna är närmare hundra bakteriers genuppsättningar kartlagda.

Man kan urskilja åtminstone fyra viktiga forskningslinjer inom området genetisk mångfald: mutationsprocessen, molekylär evolution, bevarandegenetik och populationsgenetik.

Hoppande gener

Hur uppkommer genetisk variation? Hur ofta och hur fort blir det mutationer? Var i arvs massan inträffar de? Forskarna vet i dag att vissa delar av arvs massan utvecklas snabbare än andra delar. Man har också sett att gener kan hoppa mellan individer och mellan arter. Det kallas horisontell genöverföring och kan ske hos bakterier. De parar sig då med varandra, två celler binds ihop via ett tunt rör och DNA överförs genom röret från en cell till en annan. Ett annat sätt är att bakteriofager (virus som äter bakterier) plockar upp bakterie-DNA när de infekterar en cell och för med sig detta till nästa bakteriecell som de infekterar. En bakterie kan också plocka upp DNA som finns fritt i omgivningen.

Ingen vet om det fascinerande fenomenet horisontell genöverföring också finns bland de högre organismerna.

Det naturliga urvalet

Molekylär evolution handlar om hur DNA-sekvenser utvecklas. Evolutionen präglas av ett växelspel där DNA-förändringar ger upphov till urval av egenskaper som resulterar i att de nya DNA-varianterna antingen försvinner eller sprids inom arten. De flesta mutationer är skadliga och sorteras ofta bort av det naturliga urvalet. Forskarna undersöker vilka förändringar som har skett via det naturliga urvalet, dels positiva förändringar som är gynnsamma för individens överlevnad, dels negativa förändringar som är skadliga för individen.

Ett exempel på en förmodligen mycket fördelaktig mutation är människans ”tal-gen”. Nya forskningsrön visar nämligen att det sannolikt finns en bestämd gen som är inblandad i vår talförmåga. Vi skiljer oss från exempelvis schimpanser i några positioner när det gäller de så kallade basparen i DNA. Människor med defekt



talförmåga visar sig också ha avvikande följder av baspar just i den här kritiska DNA-regionen.

Inavel ett hot

Inavel kan på kort sikt skapa ärftliga defekter. På lång sikt motverkas möjligheten till utveckling om alla individer blir genetiskt alltför lika. Exempelvis har dagens svenska vargstam en begränsad genetisk variation därför att den härstammar från endast tre vargar. Om inte nya vargar med annan genetisk härkomst kommer in i Sverige lär stammen komma att hotas av inavel. Bevarandegenetik belyser betydelsen av den genetiska mångfalden inom en population eller en art, och därigenom också varför det är viktigt att bevara den.

Populationsgenetik

Inom populationsgenetiken undersöker forskarna hur genetisk variation fördelas inom en population. I ett bestämt geografiskt område kan det finnas ett antal delpopulationer av en art med mer eller mindre kontakt med varandra. Om det inte finns ett genflöde mellan delpopulationerna blir de med tiden mer och mer olika – på grund av mutation, rena slumpfaktorer och via naturligt urval.

När har utvecklingen gått så långt att man inte längre kan tala om en samlad population eller art? Forskarna utvecklar matematiska modeller för att räkna ut de genetiska skillnaderna, och man mäter olikheterna mellan delpopulationer.

Den nya biologin

Dagens biologiska forskning är kanske på väg mot nya spännande synteser. En förhoppning är att man i allt högre grad ska kunna koppla ihop bestämda genetiska variationer med motsvarande egenskaper, som i det

nämnda exemplet med människors talförmåga. Det är mycket tänkbart att en hel rad sådana kopplingar kommer att kunna göras de närmaste tio åren. Forskarna kanske lär sig förstå varför vissa individer betar sig annorlunda eller ser annorlunda ut. På ett djupare plan handlar det om att förstå vad den genetiska variationen gör. Vad utträttar till exempel ett visst protein som en gen producerar? Det är frågor som ställs inom området funktionsgenomik.

Vilka gener styr blomningstiden?

Det är mycket viktigt för växter att kunna avgöra när det råder gynnsamma förhållanden för befruktning och fröproduktion. Vilka genetiska mekanismer styr anpassningen av växternas blomningstid? I ett projekt vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala identifieras de gener som styr blomningstiden hos kål, rybs, raps och andra arter av *Brassica* (kålväxter). Förhoppningsvis kan forskningsresultaten underlätta förädlingsarbetet med att hitta arttypen som blommar tidigt.

Så kallad genduplicering spelar en avgörande roll för utvecklingen av DNA-sekvenser och för att det skapas gener med nya funktioner. Hos växter hittar man ofta duplicerade gener med likartad funktion. Ändå vet inte forskarna så mycket om hur duplicerade gener har utvecklats. Inom projektet på SLU görs även statistiska analyser av gensekvenser i olika genfamiljer, kombinerat med analyser av hur enskilda gener fungerar hos modellarten backtrav (*Arabidopsis thaliana*).

Effektivare mykorrhizasvampar

Ungefär en tiondel av de 100 000 svampar som finns i naturen lever i symbios med eller som parasiter på andra organismer. Att förstå hur dessa svampar fungerar och samspelar med varandra och med andra organismer är

ett mål i ett projekt vid Lunds universitet. Forskargruppen utvecklar metoder för att analysera ämnesom-sättningen hos mykorrhizasvampar. Dessa svampar bidrar till trädens näringsupptag av främst kväve och fosfor, samtidigt som de själva får tillgång till trädets kolhydrater. Forskarna studerar vilka gener som uttrycks, det vill säga vilka proteiner som bildas när gener slås ”på” och ”av” i den symbiotiska vävnad som länkar samman pluggskivling och björk. I forskningens förlängning kan man tänka sig att det går att skapa mer ”effektiva” mykorrhizasvampar med hjälp av nya bioteknologiska metoder.

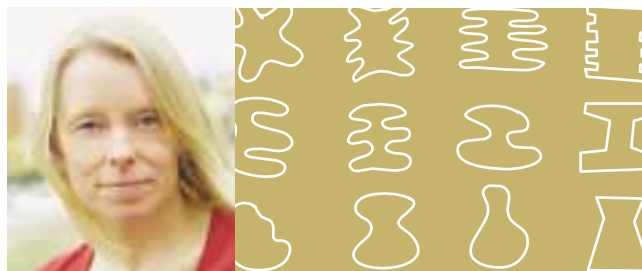
Behövs det statistik också?

Hur kan man kvantifiera mångfalden i ett ekosystem eller på gennivå? Det behövs metoder för att mäta och övervaka hur mångfalden förändras över tiden, och för att mäta hur olika aktiviteter och åtgärder påverkar mångfalden. Forskning vid Stockholms universitet är inriktad på metodfrågor som rör genetisk variation inom arter och mellan arter. Det är nödvändigt med analyser på laboratoriet, men för en riktig tolkning av resultaten behövs det också statistisk analys.

En uppgift för projektet är att förbättra de statistiska metoderna för att kunna avgöra om två eller flera populationer är genetiskt olika eller inte. Dagens metodiska brister innebär att forskare inte upptäcker vissa genetiska skillnader hos populationer, och följaktligen finns det klar risk för att den genetiska mångfalden blir under-skattad. En annan uppgift är att försöka upptäcka om främmande gener har spritt sig i ett bestånd. Det är bland annat aktuellt i skogsbruket när man sätter ut trädplantor som är genetiskt olika sina naturliga artfränder i ett område. De främmande generna kan orsaka att de naturliga bestånden ”förstörs” genetiskt på sikt.

Fördelar med små populationer

Det är ganska vanligt att växtarter är uppdelade i små, delvis isolerade populationer. Forskningen har hittills varit inriktad på risken att de dör ut av ren slump eller på grund av genetisk utarmning. Vid Umeå universitet undersöks i stället fördelarna med litenhet och isolering med hjälp av växten toppdån (*Galeopsis*). I små populationer är det betydligt större chans än i en stor och homogen population att slumpmässiga genetiska förändringar skapar gynnsamma förändringar hos avkomman. Forskaren undersöker hur korsning mellan två arter (hybridisering) påverkar artbildning och utveckling av genuppsättningen. Med hjälp av så kallad komparativ kartläggning kan man följa hur olika delar av genuppsättningen förflyttas i samband med hybridiseringen.



Siv Andersson

DAGS ATT KLARGÖRA SKILLNADEN MELLAN GENTRÄD OCH ARTTRÄD

Hur ser artbegreppet ut för mikroorganismer? Carl Woese's banbrytande genetiska studier har gjort det möjligt att konstruera ett släktskapsträd som beskriver bakteriers och andra organismers evolution. Nyare forskning visar att det finns horisontell genöverföring, det vill säga vissa gener som överförs över artgränserna, och att överföringen kanske sker i större omfattning än man tidigare har insett. Det är dags att klargöra skillnaden mellan ”genträd” och ”artträd”, säger evolutionsbiologen Siv Andersson i Uppsala.

För att få svar på de här frågorna är det nödvändigt att studera det kompletta genetiska materialet för organismer som är mycket nära släkt, men har tydliga skillnader i sina livsmiljöer. Forskarna måste jämföra på vilket sätt genpoolen överförs inom och mellan populationer och vad skillnaderna beror på.

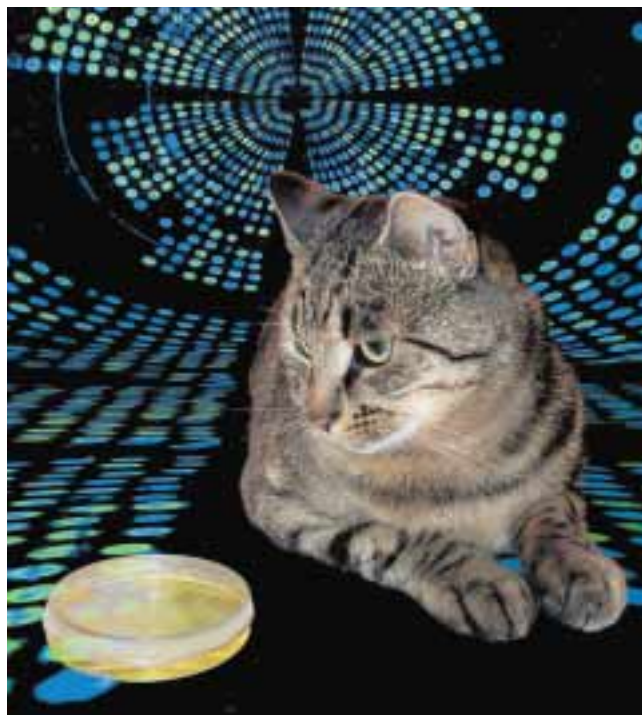


FOTO: OLA LUNDSTRÖM

Bakterieparasiten *Bartonella quintana* använder enbart människan som värd, medan arten *Bartonella henselae* använder både katt och människa. Vilken roll spelar genuppsättningen för parasiternas val av livsmiljö?

I Siv Anderssons projekt testas hypotesen att bakterier som parasiterar på en eller några få värdar har mindre horisontellt överfört DNA än bakterier som växlar mellan värdar och livsmiljöer. En isolerad livsmiljö kan skapa mindre variation inom en population än hos bakteriepopulationer som lever fritt i naturen, tror Siv Andersson.

Som modellsystem för studierna använder man nära besläktade arter inom gruppen *Bartonella*. En av dessa arter, *Bartonella quintana*, orsakar skyttegravsfeber och använder uteslutande människan som värd. En annan art, *Bartonella henselae*, orsakar kattklösarsjukan och kan föröka sig inom både katter och människor. Båda organismernas arvs massa har kartlagts inom projektet.

Målet med projektet är att definiera vilka delar i genuppsättningen som är flexibla och utbytbara – och i vilken utsträckning skillnader i genuppsättningens stabilitet beror på bakteriers olika livsmiljöer.



Håkan Tegelström

RISK FÖR ARTKORSNING NÄR NYA ARTER INTRODUCERAS

Bevarande av biologisk mångfald handlar i stor utsträckning om att bevara de arter som har utvecklat speciella genetiska karaktärer som är anpassade efter förhållanden på platsen. Under lång tid har dock människan stört ordningen på olika sätt, inte minst genom att introducera nya arter. Syftet har ofta varit att få tillgång till mer jaktbart vilt, som exempelvis fasan, fälthare och kanadagås.

Men introduktion av nya arter är förenad med vissa risker. Det handlar dels om att inplanterade arter kan ta den ekologiska nischen från inhemska arter, dels om ett genetiskt hot genom att arter som inte har utvecklat isoleringsmekanismer börjar para sig med varandra.

– Människan har ibland agerat både självsvåldigt och aningslöst genom att introducera nya arter utan att ha klart för sig vilka konsekvenserna kan bli, säger Håkan Tegelström, professor i biologi på Evolutionsbiologiskt centrum vid Uppsala universitet.

I ett forskningsprojekt ska han närmare undersöka vilken genetisk påverkan på inhemska arter som bland

annat kanadagåsen har haft. Den planterades in på 1930-talet med hjälp av endast tre hannar och två honor som misstänks kunna vara systrar. I dag består hela stammen av mellan 30 000 och 50 000 individer.

– En population med så smal genetisk bas borde ha kraschat för längesedan. En möjlig orsak till att så inte har skett är att kanadagåsen har fått gener från andra gåsararter. I dag förekommer ofta blandpar mellan olika arter av gäss, bland annat vitkindade gäss och kanadagäss, och vi ser kanadagäss med nästan helt vita huvuden. Vi vet inte säkert om de är artkorsningar och om de i så fall är fruktsamma, men det hoppas vi kunna undersöka.

Att restaurera och återintroducera utrotningshotade arter har visat sig vara en ytterst grannliga uppgift. Det visar inte minst projekt fjällgås. Sedan i början av 1980-talet har fjällgäss fötts upp i hägn och försetts med fosterföräldrar av arten vitkindad gås för att lära sig flyga till en säker övervintringsplats i Holland. Men 1999 upptäcktes det att avelspopulationen med största sannolikhet hade inblandning av bläsgås. Många fjällgäss som planteras ut är alltså inga rena fjällgäss utan avkomor till gäss som korsat sig med en annan art. Systemet med fosterföräldrar har dessutom lett till att fjällgåsen numera gärna umgås med vitkindad gås, och nyligen upptäcktes att ett blandpar hade fått ungar.

– En av våra uppgifter blir att göra en genetisk karaktärisering av den ursprungliga fjällgåsen med hjälp av museimaterial. En annan och lika viktig uppgift är att sprida kunskap om riskerna för hybridisering och möjliga effekter på inhemska arter, säger Håkan Tegelström.



Den här blandade gåsfamiljen i Öresundsparken i Malmö består av en vitkindad gås och en misstänkt hybrid mellan vitkindad gås och kanadagås samt deras gemensamma avkomma.

FOTO: CG GUSTAVSSON

Bland stort och smått

Människan har förändrat landskapet och förutsättningarna för ekosystemen och organismerna på land, bland annat genom jordbruk och skogsbruk. Det har medfört att den biologiska mångfalden har minskat starkt, särskilt efter andra världskriget. Många små landskapselement har försvunnit i och med att maskinerna har blivit större, och därmed också de organismer som levde där. Naturbetesmark med stor biodiversitet har växt igen när foderproduktionen har rationaliserats. Kemiska bekämpningsmedel har samtidigt bidragit till att minska den biologiska mångfalden på odlade ytor.

Strategi för mångfald

Vi blir bättre rustade att hantera hot och identifiera problem om vi vet hur den biologiska mångfalden ser ut och förstår hur systemen fungerar. Vi måste också förstå de grundläggande mekanismerna för organismers samexistens. Fortfarande saknas den principiella forskningen om hur till exempel växtsamhällenas sammansättning reglerar förekomsten av växtätare och deras naturliga fiender.

Det behövs också mer forskning för att ta reda på vilka arter och varianter som finns, särskilt av insekter och spörväxter. Men att kartlägga de levande organismerna är ett mycket stort arbete, och tills detta är klart kan vi använda en strategi som går ut på att bevara vissa landskapselement som garanterar mångfald, till exempel hagmarker. Inom ett projekt på Stockholms universitet undersöks biologiska värden i naturbetesmarker i samarbete med den nationella inventeringen av ängs- och betesmarker. Särskilt blomväxter och ängssvampar studeras. Forskaren testar också om det går att använda indikatorer på biologisk mångfald.

Enligt matematiska modeller finns det kritiska nivåer för mängden av vissa livsmiljöer. Modellerna visar att

om inte den kritiska nivån är uppfylld minskar antalet individer av en art snabbt och arten dör ut lokalt. Men stämmer det här med verkligheten? Forskare på Ekologihuset i Lund studerar förhållandena i öppna örtrika biotoper. De koncentrerar sig särskilt på dagfjärilar och några fågelarter.

Viktigt med brand och död ved

Skogen har den största andelen hotade arter av alla ekosystem i Sverige; cirka 2000 rödlistade arter hotas av miljöförändringar och skogsbruk. Riksdagen har bestämt att skogsbruket ska bedrivas så att det finns balans mellan skogsproduktion och biologisk mångfald. Den svenska modellen bygger på att skogsbruket tar hänsyn vid alla ingrepp, så kallad generell hänsyn. Tanken är att man på så sätt ska kunna minska behovet av reservat.

Det finns många viktiga frågor att svara på. Är den svenska strategin med generell hänsyn riktig? Hur stora avsättningar av reservat behövs? Görs avsättningarna kostnadseffektivt? Behöver reservaten skötas med aktiva skogsskötselgrepp? Hur påverkar luftföroreningar och klimatförändringar den biologiska mångfalden? Klarar arter att etablera och sprida sig i ett fragmenterat skogslandskap?

Skogsbranden var tidigare mycket vanlig i skogarna. Många arter har anpassat sin livscykel till detta och är nu hotade eftersom skogsbrand bekämpas nästan överallt i dag. Hur ska branden utnyttjas för att befrämja biologisk mångfald? Flera av de aktuella forskningsprojekten handlar om samspelet mellan skogsbrand och skogens ekosystem.

Stor biologisk mångfald finns ofta i små områden i skogslandskapet, så kallade nyckelbiotoper. Många hotade arter är kopplade till död ved i torrträd eller



FOTO: MIKAEL ULLÉN



FOTO: BENGT ERIKSSON



FOTO: ANDERS FORSMAN

kullfallna stammar, gamla och grova träd och bestånd med gammal skog, speciellt lövskog. Betydelsen av den döda veden för vedlevande insektspopulationer är temat för ett skogsprojekt på SLU i Uppsala. Tre system med olika snabb nedbrytning ska studeras: gamla ihåliga ekar, fruktkroppar av tickor samt nydöda träd. Syftet är att ta fram underlag för utformningen av naturvårdsåtgärder i skogen.

Forskning på djupet

Kanske uppstod det första livet i jordens inre. Forskning de senaste tio åren visar att det finns ett överraskande myller av mikroorganismer djupt nere i underjorden, kanske i sådan omfattning att deras massa är större än massan av alla organismer på jordytan. Forskare på Göteborgs universitet studerar mikrobernas underjordiska liv på olika nivåer i många borrhål i Sverige och Finland. Dessa mikrober är "stenätare" och lever helt oberoende av solen. Undersökningar vid berglaboratoriet i Äspö nära Oskarshamn visar att många av stenätarna använder vätgas som energikälla.

Blomväxterna blev dominerande under kritaperioden som började för cirka 140 miljoner år sedan. Till dåtidens mycket annorlunda flora hörde också de så kalla-

de gnetumväxterna. Efter en kort explosiv utveckling reducerades de till vad som i dag är en kvarblivande spillra. Vetenskapen kan i dag för första gången studera utvecklingen av blommans struktur och organisation från de allra tidigaste faserna av blomväxternas historia. Nya fynd av fossila gnetumväxter ökar möjligheterna att kartlägga deras struktur och mångfald.

Att kommunicera med färg

Organismers evolutionära anpassning till den egna livsmiljön är också en faktor som påverkar den biologiska mångfalden. Sådana anpassningar kan ske både inom och mellan arter, och de påverkas både av den fysiska omvärlden och av samspelet mellan individer.

Färgkommunikation har central betydelse för många djur, men forskningen saknar till stor del evolutionära och ekologiska förklaringar till hur färgsignalering och färgseende har utvecklats. Fåglar är intressanta bland annat därför att de har en mycket mer avancerad syn än vi människor. Varför är till exempel talgoxen gul och blåmesen blå?

Färger kan också innebära överlevnad för bytesdjur som hotas av rovdjur. Vissa insekter använder kamouflagefärger, medan andra har starka varningsfärger.

Antagligen finns det också insekter som uppnår ett effektivt kamouflage samtidigt som deras färgteckning sänder ut varningssignaler. De kan ha en så kallad formupplösande färgteckning som förvirrar angripare. Hypotesen testas i ett projekt på Stockholms universitet, bland annat med hjälp av modeller där bytesdjurets färgteckning tillåts att förändra sig.

Att signalera med doft

Doftsinnets uppbyggnad och funktion är förbluffande lika hos insekter, däggdjur och andra organismer. Doftsignaler styr många viktiga ekologiska mekanismer, till exempel parning, täthetsreglering och födosök.

Många insekter använder sig av doftämnen, så kallade sexualferomoner, för att hitta lämpliga parningspartner. Varför använder fjärilar en viss typ av molekyler i sina feromoner, medan de närstående nattsländorna använder andra? Hur går det till när fjärilsarter framställer och urskiljer ett bestämt feromon? Det är frågor som ska besvaras av forskare på Lunds universitet. De ska samtidigt ge en bild av hur insekterna och deras feromoner har utvecklats under evolutionens gång.



Thomas Alerstam

VAD KOSTAR DET FÅGLAR ATT FLYTTA?

Fåglars flyttningar är ett storartat globalt fenomen med många olösta gåtor. Forskningsfältet är mångsidigt och rymmer åtskilliga tvärvetenskapliga frågeställningar. En viktig aspekt är att analysera flyttfåglar på den arktiska tundran, hur flyttningarna påverkar deras mångfald, och hur fåglarnas skiftande artrikedom är relaterad till tundrans allmänna biologiska mångfald.

Vad bestämmer mönstret för flyttfåglars växlingar mellan flygetapper och fettupplagring? Hur anpassar de sin höjd, hastighet och sitt flyktsätt till väder och vind? Hur orienterar de sig? Zoökologen Thomas Alerstam, Lunds universitet, undersöker bland annat arktiska fåglar med hjälp av satellitbevakning, radar och vindtunnelförsök. Via satellit följs till exempel prutgäss från Holland och Danmark till häckningsplatserna i Sibirien, på Svalbard och Grönland.

Det övergripande målet med hans forskning är att

kartlägga flyttningens kostnader och vinster i form av tid, energi och dödlighetsrisker – och att analysera hur fåglarna förmår hålla sina kostnader under kontroll.

Burexperiment har visat att fåglar kan använda solen, himlens polarisationsmönster, stjärnorna och jordens



FOTO: BENGT EKMANIN

Med hjälp av radar jämförs tornseglares flykt under natten på hög höjd med flygbeteende under flyttning.

magnetfält när de orienterar sig. De flesta fåglar i Arktis flyttar under ljusa sommarnätter, vilket erbjuder speciella provningar. Stjärnorna syns inte, och dessutom är det svårt att använda magnetfältet när man är nära den magnetiska nordpolen. Tundrafåglar som flyttar från Sibirien till Nordamerika över Ishavet styrs enligt en hypotes av sin solkompass kombinerat med tidsförskjutningseffekten när de flyger i storcirkelliknande banor.

Thomas Alerstams forskarlag undersöker fåglarnas biologiska klocka under den ljusa polarsommaren, deras känslighet för tidsomställningar, solriktning och magnetfält när de orienterar sig. I slutänden hoppas de hitta hemligheten bakom fåglarnas komplicerade orienteringssystem.



Hilde Nybom

ALLERGISÄKRADE ÄPPLEN

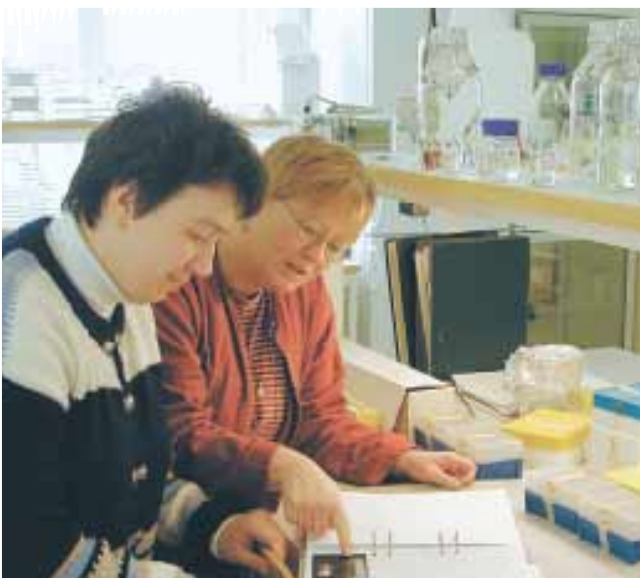
Ungefär var tionde person är allergisk mot äpplen och tvingas därför avstå från att äta denna nyttiga frukt. Men det är skillnad mellan olika äppelsorter. Medan de flesta allergiker kan äta sorten Gloster utan problem,



Det rödskimrande äpplet "K:1007" är en av Hilde Nyboms favoriter. Det liknar det populära Aromaäpplet, men har lite syrligare och friskare smak, är rödare, klarar lagring mycket bra och är resistent mot skorv. Snart ska äpplet få ett välklingande namn som matchar dess egenskaper.

måste de avstå från storsäljare som svenskodlade Ingrid Marie, och importerade Granny Smith och Jonagold.

Skillnaden ligger i att de flesta äpplen innehåller ett särskilt sorts protein som framkallar de allergiska reaktionerna, medan somliga äppelsorter saknar detta protein. Nu ska forskare vid Sveriges lantbruksuniversitetets institution för växtvetenskap i Balsgård i Skåne undersöka vilka svenska äppelsorter som har låga halter av det besvärliga proteinet. Förhoppningen är att hitta sorter som kan användas för att förädla fram nya attraktiva äppelsorter.



Larisa Gustavsson och Hilde Nybom arbetar på DNA-labbet med att analysera äppelsorternas DNA.

– Det är redan många som hört av sig till oss med synpunkter på sorter och allergi, säger professor Hilde Nybom som leder forskningsprojektet.

Vid Balsgård finns en genbank i form av levande träd med tusen äppelsorter, varav ungefär 150 betraktas som

svenska sorter. Nu ska många av de utländska sorterna rensas ut samtidigt som de ska kompletteras med de skandinaviska sorter som saknas. När Balsgårds samlingar har förnygrats ska de omfatta 500 sorter, varav hälften skandinaviska och resten sådana som lämpar sig för svenskt klimat och odlas i landet.

– Vi ska lära känna sorterna bättre, och det gör vi bland annat genom att DNA-klassificera dem, säger Hilde Nybom.

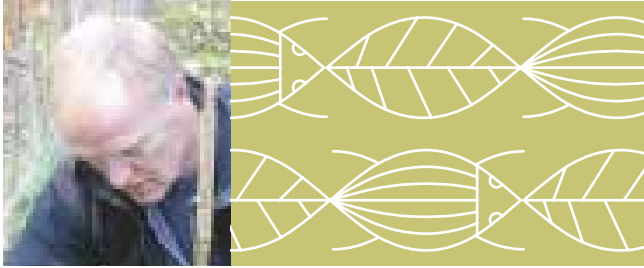
Det är en viss röra i dagens sortbeteckningar. Medan en och samma sortbeteckning kan rymma genetiskt olika sorter, har några skilda sortbeteckningar visat sig gälla genetiskt identiska sorter. Bland annat har en svensk astrakan visat sig vara identisk med en rysk astrakan, trots att de betraktats som olika sorter.



Nu ska det bli ordning på äppelsorterna, när forskarna går in på DNA-nivå och tar reda på mer om deras gener. Kanske kan forskarna så småningom förädla fram nya sorter, bland annat för ekologisk odling.

Forskarna vid Balsgård ska också leta efter andra attraktiva äppelegenskaper. Äpplen som innehåller fibrer och gula färgämnen av en viss typ anses vara särskilt bra för hälsan. Många odlare skulle också välkomna sorter som bättre lämpar sig för ekologisk odling än de sorter som dominerar i dag.

– Det finns ett stort intresse bland allmänheten för sorter och äppelhistoria. Sedan hoppas jag att vi kan få resurser för att återuppta arbetet med att förädla fram nya sorter till både yrkesodlare och hemodlare, säger Hilde Nybom.



Lars Edenius

ALLA GILLAR ASP

Alla gillar asp. Älg, rådjur, hare, snigel, snäcka, skalbagge, trädslav, vedsvamp och – numera – också skogsbruket. Flera arter är mer eller mindre beroende av aspen. Men den har haft svårt att hävda sig på marker med lång och intensiv skogsbrukstradition och i områden där den är utsatt för hårt betetryck.

Många är de asp-aspekter som ska kartläggas i det projekt som Lars Edenius bedriver vid institutionen för skoglig zoekologi på Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Hur påverkas exempelvis betningen av viltets val av betesplats – är det tillgången på asp som styr eller är det annat som attraherar så att aspen bara åker med på köpet? Hur mycket asp skulle komma upp om betningen inte fanns? Hur betydelsefull är mängden och fördelningen av asp i landskapet för de organismer som är knutna till trädet?

– Det här är några av våra mer konkreta frågeställningar, men sammantaget ska projektet öka de grundläggande kunskaperna kring trädet i alla dess olika sammanhang, säger Lars Edenius.

Två områden inventeras – ett norr om Umeå på mark där det har bedrivits skogsbruk sedan 1600-talet och där aspen har fått kämpa för sin fortlevnad, och ett i



Lars Edenius granskar ett asp-skott som är inhägnat mot hungriga älgar.

Uppsalatrakten där betingelserna är och har varit mer gynnsamma. Förökningen sker i huvudsak via rotskott. En asp-dunge är ofta en och samma klon där alla exemplar har exakt samma genupsättning.

– Vi har valt ut ett stort antal sådana dungar som ligger på olika avstånd från jordbruksmark för att kunna studera jordmånens och ljusstillgångens betydelse för aspens tillväxt och för djurens val av betesplats. Förekomsten av klövvilt mäter vi genom att årligen räkna antalet högar som djuren lämnat efter sig.

Delar av dungarna har hägnats in, dels på ett sätt som stänger ute älg, rådjur och hare, dels på ett sätt som bara stänger ute klövviltet. Här följer projektet varje enskilt



FOTO: EDDIE GRANLUND

Aspen är viktig för många andra arter. Men själv har den ibland haft svårt att hävda sig. Nu ska forskarna lära sig mer om olika bestånd av asp och hur de reagerar på skogsbruk, brandstörning och betande djur.

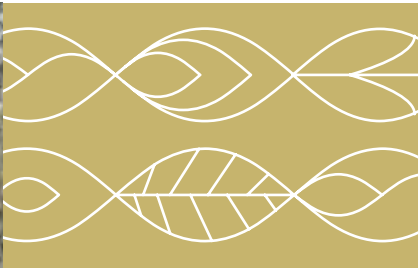
skott som kommer upp. Därmed kan forskarna studera dynamiken i aspens förnyring med och utan betning och skaffa sig större kunskap om betningens egentliga inverkan. Människans inverkan ska också studeras. Medan några av ytorna lämnas orörda ska andra avverkas, ytterligare några därefter brännas och ytterligare några brännas utan föregående avverkning. Forskarna vill mäta hur skogsbruk och brandstörning påverkar återväxten av asp och viltets betesmönster. Detta är viktigt om man vill öka mängden asp i landskapet.

Småkrypen slutligen lockas i vetenskapens tjänst med hjälp av fyrkantiga plywoodskivor som försåligt placeras på marken. Med jämna mellanrum skrapas alla de kryp som för tillfället besöker skivornas undersidor ned i formalinfyllda burkar. Sällning av aspförnan och fallfällor fyllda med glykol kompletterar fångsten.

– Vi jagar skillnader och likheter mellan de olika bestånden, och framtiden får visa vad vi kan läsa ut, säger Lars Edenius.



Bengt-Gunnar Jonsson



BETYDELSEN AV DÖD VED – RÄCKER NYCKELBIOTOPERNA?

Skydd av nyckelbiotoper har blivit ett viktigt verktyg för att bevara den biologiska mångfalden i skogslandskapet. Förhoppningen är att nyckelbiotoperna ska skydda de arter som annars inte klarar sig i de modernt brukade skogarna. Arter som är beroende av döda träd har det särskilt svårt. Det gäller exempelvis de utrotningshotade mossor, lavar och svampar som växtekologen Bengt-Gunnar Jonsson och hans forskargrupp på Mitthögskolan har valt att studera.

– För de här arterna kan det vara mycket betydelsefullt att det finns områden med naturskogskaraktär bevarade, det vill säga områden med gamla träd och död ved. Om det finns tillräckligt många sådana kan populationer av annars utrotningshotade arter upprätthållas. De avsatta nyckelbiotoperna kan också fungera som spridningskällor till bestånd i den brukade skogen, säger Bengt-Gunnar Jonsson.

Samtidigt finns det uppenbara problem med små bestånd och små avsatta områden, som det oftast handlar om. Platserna där arterna lever – ruttnande träd – är

kortlivade till sin karaktär. Arterna måste alltså kunna flytta omkring.

– Jag tycker att vi har lyckats få tämligen bra grepp om både biologin och spridningsförmågan. Nästa steg är att lära oss mer om arternas etableringsförmåga. Vad är det som krävs för att de ska kunna växa och hur länge kan de finnas kvar på en vedbit eller i en nyckelbiotop? En annan fråga vi ska beröra är hur stor risken är för att arterna ska dö ut. Och vad skulle det betyda om man skapar nya livsmöjligheter i form av döda träd i delar av det nya skogslandskapet?

Målet med projektet är att ta fram en överlevnadsmodell för de rödlistade arterna och utvärdera vilken betydelse små avsatta skogsområden har för dem, i detta fall nyckelbiotoper. Detta har blivit allt mer angeläget i takt med att det från skogsägarhåll har börjat växa missnöje med tolkningen av nyckelbiotopinventeringen. I dag är en procent av den produktiva skogsmarken klassad som nyckelbiotoper, men kontrollinventeringar gör gällande att det i verkligheten är mellan fyra och fem procent.

Det understryker vikten av att ta fram verktyg för att utvärdera nyttan av nyckelbiotoper för den biologiska mångfalden, säger Bengt-Gunnar Jonsson, som har valt att än så länge hålla en låg profil i frågan om det behövs fler nyckelbiotoper.

– Men man bör vara öppen för att det kanske är bättre att samla ihop några få större områden än att avsätta en mängd små och isolerade nyckelbiotoper. Resultatet kanske blir helt annorlunda om man ser på problemet från andra artgruppers perspektiv. Vi måste se till att få ut störst nytta av de nyckelbiotoper vi har.



FOTO: BENGT-GUNNAR JONSSON

Harticka är en rödlistad art som klassificeras som "missgynnad" i Sverige. Den är en parasit och infekterar levande, gamla granar. Trots att granen är ett vanligt trädslag har den gått starkt tillbaka och finns i dag främst i nordliga, äldre, olikåldriga granskogar. Hartickan är ett exempel på en art som står i fokus för forskningsprojektet på Mitthögskolan.

I okända vatten

En rad miljöproblem har orsakat och kommer att orsaka negativa effekter på den biologiska mångfalden i ekosystem i vatten. Livsmiljöer fragmenteras och förstörs, och vattnen får ta emot föroreningar från mänskliga aktiviteter. Människan rovfiskar och förändrar klimatet. Många forskare anser att främmande arter kommer att påverka biodiversiteten negativt, inte minst i akvatiska miljöer.

Vissa störningar är ganska väl utforskade, till exempel försurning och övergödning, men effekterna av andra störningar är relativt okända. Aktuell forskning visar att olika mänskliga störningar kan förstärka varandra. Exempelvis kan klimatförändringar, försurning och UV-strålning samverka och ge ytterst komplexa och svår-förutsägbara effekter på sjöecosystem. I marina miljöer är överfiske och skador på bottenmiljöerna vid trålning heta ämnen. För sjöar anses främmande arter och ändrad markanvändning i avrinningsområdet vara de största hoten mot den biologiska mångfalden.

Det är viktigt att forska om hur så kallade nyckelarter påverkar samspelet i ekosystemen, och hur minskat artantal påverkar ekosystemens funktioner och processer. De flesta studier av biodiversitet och ekosystemfunktion är gjorda i miljöer på land, och det behövs alltså mer forskning i akvatiska miljöer. Det behövs också forskning kring vad som händer när man varierar biodiversitet på flera nivåer samtidigt i näringskedjorna: rovdjur, betare och primärproducenter.

Våtmarker och sura vatten

I dag satsas mycket på att konstruera nya våtmarker. De tjänar flera syften, till exempel som närsaltfällor, flödesutjämnare och för att ge ökad biodiversitet. Vi behöver kunskap om hur våtmarkernas utseende och innehåll påverkar funktionen med tanke på de olika syftena. I ett

projekt i Lund studeras hur olika fisksamhällen påverkar en våtmarks funktion som fälla för näringsämnen. Avsikten är att ta fram rekommendationer för hur våtmarker ska designas, vad man ska fylla dem med och hur olika syften kan kombineras.

Det finns en ny insikt om att många svenska vatten är naturligt sura. Det har väckt frågan om sådana naturligt sura vattendrag hyser organismer som är bättre anpassade till lågt pH-värde än organismer i vattendrag som har blivit försurade på grund av människan. För att testa om det är så undersöks i ett projekt i Umeå artrikedom och processhastigheter i bäckar i olika delar av Sverige med olika försurningsbakgrund. Särskilt intressanta är smådjuren som är viktiga aktörer i de här ekosystemen.

Livskraftiga fiskbestånd

Syftet med ett projekt vid Uppsala universitet är att utvärdera förhållandet mellan artdiversitet och mångfalden av livsmiljöer i fisksamhällen. Antalet fiskarter i en sjö bestäms av andelen rovdjur och konkurrenser i sjön, men också av arternas förutsättningar att sprida sig mellan sjöar. Dessutom kan fiskar specialisera sig inom olika livsmiljöer i sjön, något som kan leda till att samma art delas upp i flera distinkta delpopulationer. Genom analys av en stor databas, experiment och fältstudier ska forskarna utvärdera mekanismer för diversitet i fisksamhällen och vilka förutsättningar som är viktiga för en livskraftig utveckling av fiskbestånd.

Växelspel mellan rovdjur och bytesdjur

Storleken varierar inte bara mellan arter i akvatiska system, utan också inom arter. Effekterna på ekosystemens dynamik av förändrade storleksförhållanden är mångfacetterade. Bland annat visar det sig att storleks-



FOTO: KENNETH BENGTSSON

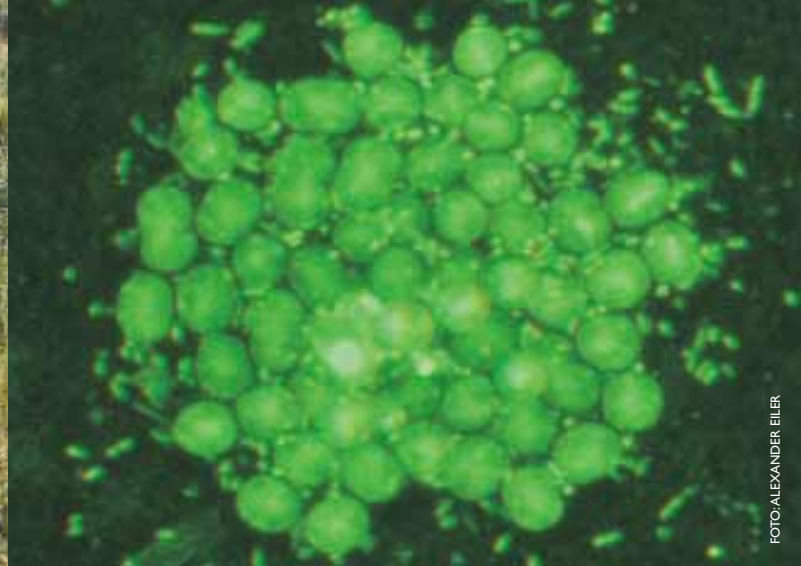


FOTO: ALEXANDER EILER



FOTO: RALPH MÅRTENSSON

variation inom arter kan öka risken för katastrofala kollapser i ekosystem.

Torskpopulationens kollaps i Nordatlanten för tio år sedan är ett tänkbart sådant exempel. Torsken hade länge utsatts för kraftigt fiske och minskat i antal. Det paradoxala i situationen var att konkurrensen ökade bland torskens bytesdjur. De blev mindre till växten, och det ledde i sin tur till att rovdjuret, det vill säga torsken, så småningom kollapsade i brist på lämplig föda.

Större mångfald lokalt än globalt?

Havsvattnet kan innehålla så mycket som en miljon bakterier per milliliter. Men nyare studier pekar på att det finns betydligt färre bakteriearter i havet än man tidigare har trott. Fynd av identiska bakterier i så väsensskilda miljöer som i isen vid Antarktis och i havet utanför Kalifornien har rubbat cirklarna. Är bakterierna kosmopoliter? Ett viktigt forskningsfält är nu att försöka förklara varför många bakterier har en global utbredning.

Studier av bakteriers funktion och dynamik i sötvattensmiljö tar också upp relationen mellan lokal och global mångfald. En forskare på Uppsala universitet understryker att bakterier har hög lokal diversitet; på en

och samma plats finns det många arter. Däremot är den globala mångfalden liten, eftersom artsammansättningen är relativt lika på olika platser. Studier av vissa grupper av mikroorganismer tyder på att "alla arter finns i det närmaste överallt". Det här studeras nu närmare när det gäller just bakterierna. Den låga globala mångfalden kan ha en fundamental konsekvens: potentialen för nedbrytning av organiska föreningar och andra mikrobiella processer är kanske likartad överallt. Detta fält är fortfarande outforskat.

Anpassningar till miljön

På Lunds universitet pågår ett spännande projekt där forskaren bland annat undersöker vilka faktorer som påverkar när alger i sjösediment lämnar sitt vilostadium och går upp i vattenmassan. Många mindre djur och vissa växter har utvecklat anpassningar som minskar risken för att de ska bli uppätta. Anpassningarna kan bestå av taggar, sköldar eller utsöndring av vissa kemiska ämnen. Att alltid ha detta skydd kan vara otympligt för individen när risken är liten. Därför har vissa organismer utvecklat ett så kallat inducerat försvar som aktiveras bara när det finns rovdjur i närheten. När faran är över återgår organismen till sitt normala utseende.

En forskare på Uppsala universitet undersöker vilka mekanismer som skapar anpassningar hos vanliga grod-larver längs en 160 mil lång gradient från Skåne i söder till norra Lappland. Generellt finns det en genetiskt styrd utvecklingshastighet som ökar ju längre norrut man kommer – men detta motverkas samtidigt av det kalla klimatet i norr. Vad är det till exempel som hindrar populationer i norr, med sina överlägsna tillväxt- och utvecklingshastigheter, från att spridas mot söder?

Hos många organismer kan rovdjur i närheten påverka evolutionen av tillväxt- och reproduktionsstrategier. Ett välkänt exempel är fisken guppy som finns på Trinidad. Vilda guppypopulationer har slående skillnader i utseende, storlek, beteende och reproduktionsstrategier, beroende på om det finns hotande rovfiskar i närheten eller inte. Guppyhannar blir till exempel senare köns mogna, mer färgglada, större och mer orädda i frånvaro av hot. Genom att flytta guppyfiskar från platser med rovfisk till platser utan rovfisk kan en forskare i Lund se hur snabbt populationen utvecklas. Han undersöker nu även elritsan ur den här synvinkeln. Elritsan är en av våra minsta karpfiskar och är vanlig i rinnande vatten i Sverige.

Enkla ekosystem i Östersjön

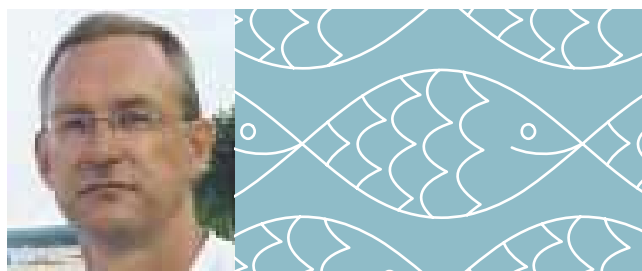
Östersjön, vårt eget innanhav, är mycket artfattigt. Under femton meters djup domineras större delen av Östersjön av högst sex arter ryggradslösa bottendjur som är synliga för ögat. Här finns det möjlighet att undersöka hur även enkla ekosystem kan fungera effektivt. Man får också ett bra modellsystem för hur organiska material omsätts i marina bottensediment. Dessa sediment täcker cirka 70 procent av jordens yta och står för en betydande del av fastläggningen av kol och näringsämnen. Hur stor del av dessa ämnen förs tillbaka till vattnet genom organismernas aktivitet? Det är en viktig fråga för att förstå till exempel övergödningen i Östersjön.

Forskare vid Stockholms universitet undersöker sedan länge växelspelet mellan arterna i detta ekosystem. På tur står nu att närmare följa hur organiskt material från växtplankton utnyttjas av de sedimentätande djuren. Man ska bland annat med hjälp av spår isotoper följa vad som händer under vårblomningen och sommarens blomning av vårgroa alger.

Unika kolkoncentrerande mekanismer

Näringskedjorna är föremål även för ett projekt i Umeå om CCM, det vill säga kolkoncentrerande mekanismer (carbon concentrating mechanisms). Marina alger har utvecklat en mekanism för att aktivt koncentrera koldioxid inne i kloyfyllkornen. Vattenlevande mikroalger

har annars mycket svårare att tillgodogöra sig koldioxid än vad landbaserade organismer har. Ändå lyckas mikroalgerna ha en mycket hög fotosyntes – just med hjälp av CCM som är en unik mekanism för alger och cyanobakterier. CCM hos fyra stora grupper av mikroalger ska klarläggas. Slutmålet är att skapa en modell av algernas fotosyntes och deras beroende av CCM. Det skulle vara till stor hjälp för att kunna uppskatta världshavens roll som lagringsrum för atmosfärisk koldioxid.



Christer Brönmark

ÖMSOM KLART, ÖMSOM GRUMLIGT I GRUNDA NÄRINGSRIKA SJÖAR

Grunda näringsrika insjöar kan vara klara med mycket undervattensväxter och ett balanserat fisksamhälle med stor andel rovfiskar som gädda och abborre. Men de kan också vara grumliga av växtplankton, utan undervattensväxter och med dominans av mört och braxen. Det här är två alternativa stabila jämviktslägen som inte rubbas så lätt. Frågan är vad som får en sjö att växla från det ena jämviktsläget till det andra och hur skiftena påverkar ekosystemets biodiversitet och funktion.

Professorerna Lars-Anders Hansson och Christer Brönmark studerar jämviktslägen i grunda insjöar i ett projekt vid limnologiska avdelningen på Ekologihuset i Lund. Hög fosforbelastning är grunden för förändringar i sjön, men sjön förändras inte gradvis. Vid en viss punkt går den över från ett tillstånd till ett annat. Den går inte heller tillbaka gradvis när man minskar fosforbelastningen.

– Däremot har man länge känt till att det går att göra grumliga sjöar klara genom biomanipulering. Det betyder att man trålar ut så kallad skräpfisk som mört och braxen, säger Christer Brönmark. Det som händer då är att zooplankton ökar och håller växtplankton i schack så att sjön blir klar och undervattensväxterna får tillräckligt mycket ljus. Jämviktsläget stabiliseras genom ekologiska återkopplingsmekanismer.

Forskarna ska nu titta på vad säsongsvandringar hos mört och braxen betyder för ekosystemet i sjön. Under

vintern vandrar en stor del av populationerna upp i sjöns tillflöden. På våren vandrar de tillbaka till sjön och tillbringar sommaren där. Vandringarna kan bero på att fiskarna optimerar kostnader och vinster i olika miljöer. Kostnaden är risken att bli uppäten, och vinsten är tillgången till föda.



Lars-Anders Hansson tar vattenprover i Länsmansbäcken, ett av Krankesjöns tillflöden där fisken vandrar upp under vintern.

Men hur påverkas sjön om migrationsmönstren förändras? Det kan exempelvis ha hänt något i tillflödet som gör att fisken inte kan vandra tillbaka till sjön på våren, kanske på grund av föroreningar, syrebrist eller något annat hinder.

– Om mörkt och braxen inte kommer tillbaka till sjön får zooplankton äta växtplankton i lugn och ro, och sjön kanske övergår i det stabila jämviktsläge där vattnet är klart. Men om karpfiskarna kommer tillbaka till sjön tidigt på våren blir sjön i stället grumlig. Om de inte kan vandra upp i tillflödena alls under vintern bör resultatet bli detsamma.

Anlagda våtmarker och dammar kan också ses som en typ av grunda näringsrika insjöar som kan skifta mellan de alternativa jämviktslägena, och det kan ha betydelse för våtmarkens funktion som närsaltfälla. Docent Anders Persson, också han på Ekologihuset, studerar hur fisken påverkar våtmarkens funktion och effektivitet bland annat när det gäller kväveavgången till atmosfären.

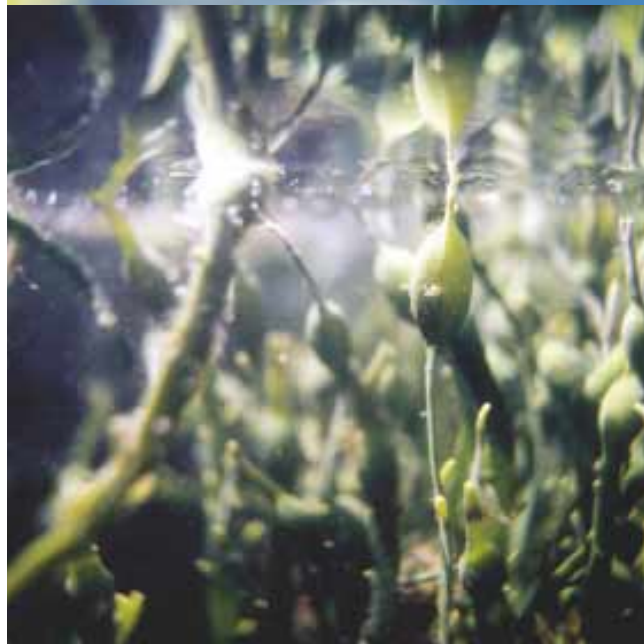


Henrik Pavia



SAMTAL PÅGÅR BLAND HOTADE ALGER

Växter kan faktiskt meddela sig med varandra. Kemisk kommunikation är ett viktigt sätt att ”känna av” växtätande djur eller andra levande hot. Hur aktiveras kemiskt försvar hos marina makroalger? Om detta forskar Henrik Pavia vid Tjärnö marinbiologiska laboratorium. Till exempel kan brunalgen knöltång producera kraftigt förhöjda halter av så kallade florotanniner när



Knöltången använder kemiskt försvar mot att bli uppäten av den trubbiga strandsnäckan.

FOTO: CHRISTER OLOFSSON

den angrips av den trubbiga strandsnäckan. Försvarsreaktionen kan också utlösas med hjälp av vattenburna kemiska signaler från andra angripna algplantor i närheten. Här öppnar sig ett spännande forskningsfält.

Att producera giftiga eller osmakliga kemiska ämnen är en vanlig strategi. Det sker antingen fortlöpande, vilket är kostsamt, eller så startar produktionen när växterna attackeras. Det senare kallas inducerbart försvar. Det hushållar bättre med resurserna – under förutsättning att det finns en tillförlitlig kommunikation med omgivningen. Annars har växten inte en chans att reagera förrän det är för sent. Forskare har hittat ett hundratal kärleväxter som har ett inducerbart kemiskt försvar, men bland de marina makroalgerna har man bara funnit ett par exempel. Här behövs mer träffsäkra experiment, menar Henrik Pavia.



FOTO: BCHRISTER OLOFSSON

Henrik Pavia står mitt uppe i sitt forskningsobjekt – knöltången.

Den kemiska signalen utifrån tas troligen emot av en receptor som sitter i plasmamembranet hos algcellen. Hos vissa arter av makroalger kan detta få cellen att snabbt släppa ut aktiva syre- och kolföreningar som är giftiga för till exempel bakterier. Ett långsammare försvar kan finnas som komplement, där det tar dagar eller veckor innan växten har producerat avskräckande halter av ämnen.

Henrik Pavias projekt ska ge oss bättre kunskaper om de kemiska försvarsämnenas och signalernas betydelse i samspillet mellan brunalger, vissa växtätare och organismer som växer på algerna. Experimenten blir också ett test på hur hållbara dagens generella ekologiska och evolutionära teorier om kemiskt försvar är.



Rutger Rosenberg

VAD GÖR BOTTENFAUNAN I SEDIMENTEN?

Att biologisk mångfald är viktig för havens välbefinnande anses ställt utom tvivel, men trots det är kunskapen mycket bristfällig om hur biodiversiteten egentligen påverkar den marina miljön. I ett tvärvetenskapligt forskningsprojekt ska nu marina kemister och biologer i Göteborg samarbeta för att närmare undersöka bottenfaunans roll för de biogeokemiska processerna i havet.

I Västerhavet finns hundratals olika arter av smådjur på bottenarna. De gräver gångar, äter, filtrerar vatten, pumpar vatten eller drar ner syre i botten sedimenten. I Östersjön finns bara ett tiotal liknande arter. Dessa djur har delats in i olika funktionella grupper beroende på var och hur de äter samt hur pass rörliga de är. I Västerhavet finns 25 funktionella grupper men i Östersjön bara ett fåtal.

Östersjön har jämfört med Västerhavet högre halter av organiskt kol i sedimentet. Det antas bero på att mineraliseringen, det vill säga nedbrytningen av organiskt material, är långsam eller ofullständig i Östersjön.



FOTO: MIKETHORNDYKE

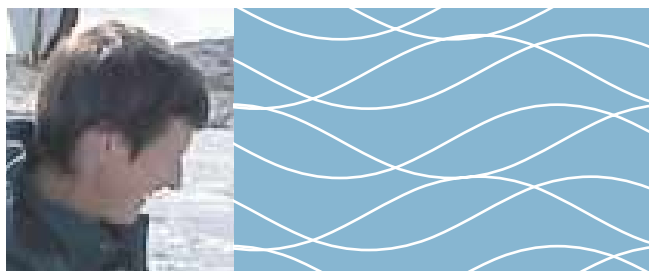
Ornstjärnan *Amphiura filiformis* är en bottenlevande organism som genom sin aktivitet påverkar syretillgången i ytsedimentet, något som i sin tur påverkar hur snabbt organiskt material bryts ner.

– Vi vet att bottenfaunan har stor betydelse för hur snabbt nedbrytningen sker. Vi vet också att vissa djur påverkar sedimentet starkt genom att de för ner syrgas och för bort giftiga restprodukter som svavelväte. Intressant är att vissa djur tycks stimulera denitrifikation, den viktigaste processen i havet som bildar kvävgas. Men vi vet för lite om hur djuren samverkar i ett ekologiskt perspektiv, säger Stefan Hulth som är docent i analytisk och marin kemi.

Tillsammans med Rutger Rosenberg, professor i marin ekologi vid Kristinebergs marina forskningsstation, ska han göra laboratorieförsök med djur från Österhavet och Västerhavet. Djuren ska sättas i rör med sediment från båda haven och de ska sedan få föda av samma mängd och kvalitet.

– Vår hypotes är att antalet funktionella grupper, alltså variationen av arter, är avgörande för hur effektiv och snabb nedbrytningen är av organiskt material som fallit till botten. Kan vi också kvantifiera hur stora skillnaderna är har vi nått långt. Därmed kan vi också bevisa att biodiversiteten har betydelse för ekosystemen, säger Rutger Rosenberg.

Kunskapen om biodiversitetens betydelse för de ekologiska processerna i havet bör vara till stor nytta i den framtida samhällsplaneringen, till exempel vid beslut om lokalisering av olika verksamheter som kan generera utsläpp av näringsämnen. Det kan också handla om att öka förståelsen för åtgärder för att minska näringsbelastningen i Östersjön.



Kerstin Johannesson

RIKTLINJER FÖR LIVET I HAVET

Havet är i många avseenden en vit fläck på kartan. Vad som finns under ytan och hur livet där nere fungerar vet vi väldigt lite om. Forskningsprogrammet MARBIPP (Marine biodiversity, patterns and processes) ska fylla kunskapsluckorna och ge miljöansvariga myndigheter redskap att hantera havets biologiska mångfald på ett bra sätt. Det är ett tvärvetenskapligt program med nära 30 forskare från svenska universitet och forskningsinstitut. En referensgrupp med representanter från länsstyrelser, kommuner och andra avnämare är knuten till programmet.

MARBIPP fokuserar på fem nyckelorganismer och miljöer som anses ha stor betydelse för biodiversiteten längs våra kuster. Det är ålgräs, blåstång, blåmusslor, grunda mjukbottnar och djupa hårdbottnar. De fyra första är vanliga arter och miljöer. Trots det är kunskapen liten om hur de fungerar, och hur de påverkas av exempelvis övergödning, muddring och fiske.

– En viktig uppgift för forskningsprogrammet är att försöka skilja på naturliga variationer och förändringar som orsakas av mänskliga verksamheter, säger Kerstin Johannesson, professor i marin ekologi vid Göteborgs universitet och koordinator för programmet.



FOTO: GUNILLA LAGERSTEDT

I havsforskarens vardag ingår att vara ute med båt och skrapa organismer på havsbotten. Kerstin Johannesson, till vänster, har gjort en båtturet i sällskap med Sif Johansson, Naturvårdsverket.

– I programmet ingår även att försöka värdera den biologiska mångfalden i ekonomiska termer. Det blir en hjälp för att kunna göra intelligenta avvägningar av vilka områden som är mest värdefulla och där vi bör vara extra vaksamma.

Länsstyrelser och kommuner ansvarar i allt högre grad för att övervaka och bevara den biologiska mångfalden. Men riktlinjer för hur detta ska gå till saknas nästan helt. Tanken är att resultat från MARBIPP ska omsättas i handfasta råd. Det kan till exempel handla om vad som ska mätas, vad som kännetecknar en skyddsvärd ålgräsäng och hur man anlägger en båthamn så att den gör minsta möjliga skada.

– När det gäller nyttjandet av havet är vi på många sätt kvar på jägarstadiet, säger Kerstin Johannesson. Naturen sår och människan skördar. Om vi vill fortsätta på detta sätt måste vi sköta naturen så att den fortfarande kan stå för utsädet!

Naturen i staden

En stad behöver ett stort omland för att försörja sig, i grova tal tvåhundra gånger sin egen yta av skog, jordbruksmark och hav. För att bli av med sitt avfall behöver den mellan femhundra och tusen gånger sin egen yta. Man brukar säga att staden gör ett ekologiskt fotavtryck i naturen. Det här är en sida av samspelet mellan staden och naturen.

En annan sida av saken är stadens egen natur och biologiska mångfald. Biologisk mångfald i våra tätorter är viktig för att vi ska uppnå miljö kvalitetsmålet om en god bebyggd miljö. Forskning har visat att grönska i tätorter betyder mycket för människors hälsa och välbefinnande. Men även stadens egen hälsa påverkas positivt av naturen i staden, exempelvis genom att växterna renar luften som ett ventilationssystem, förbättrar lokalklimatet och underlättar dagvattenhantering.

Städernas natur innehåller åtskilliga rödlistade arter. I Stockholm finns exempelvis skogsduva, mindre hackspett, flera mycket sällsynta vedlevande insekter och några växtarter som är unika för landet. Om vi bättre lär oss förstå vad varje enskild art betyder för upplevelsen av helheten i den byggda miljön kan den biologiska mångfalden öka till gagn för livsmiljön i våra städer. Det är strategiskt viktigt att lägga kvalitetsribban särskilt högt för de bebyggelsenära områdena om vi anser att det är viktigt att framtidens boende, politiker, föräldrar och lärare ska ha respekt för naturen och för verksamheter som är beroende av naturen. Det är i stadsområdena de flesta av våra barn växer upp och präglas.

Natur och kultur – var går gränsen?

När Riokonventionen om biologisk mångfald kom till stånd 1992 var det utrotningen av växter och djur som stod i fokus. Det gjorde att blickarna riktades mot de ursprungliga arterna och biotoperna i varje land. Men

frågan är vilka arter och biotoper som egentligen är ursprungliga. I en undersökning kom det fram att cirka 60 procent av Sveriges landlevande kärlväxter egentligen är främmande arter. Då ingick bara växter som har introducerats i landet efter år 1700.

Den byggda miljön har sina trädgårdar, bostadsgårdar, parker, kyrkogårdar, koloniträdgårdar, bakgårdar, industritomter, rännstenar, vägkanter och så vidare, som alla kan ha en intressant flora och fauna. Men var går gränsen mellan natur och kultur? Varför betraktas en ren kulturprodukt som betesmark som natur, medan trädgården betraktas som kultur eller till och med natur? Hittills har forskningen om biologisk mångfald i tätorter inriktats mot att beskriva biotoper och växt- och djurarter som har ansetts vara inhemska eller naturliga. Det har lämnat trädgårdarna utanför. Tänkandet är nu på väg att vidgas, och nyfikenheten växer på trädgårdarnas roll bland annat i mötet med det agrara kulturlandskapet.

Vad händer när städer förtätas?

Allt fler städer har anammat förtätning som planeringsfilosofi, och det rekommenderas av EU som en strategi för att uppnå hållbara städer. Hos politiker och planerare i storstadsområdena finns en trend att förespråka något annat än biologisk mångfald, nämligen ”stads-mässighet”. Man menar att vi bör eftersträva mer av den byggda stadskaraktären och mindre av det gröna.

Forskare varnar för ”de små stegens tyranni”, som innebär att varje litet grönområde betraktas för sig – och bebyggs. Till slut står man där med en stadsbygd utan egentlig struktur och där både vistelsevärden och biologiska värden har gått förlorade. Motbilden är att bevarande och utveckling av den gröna infrastrukturen trots allt är viktig på många håll i den kommunala



FOTO: BENGT HEDBERG



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON



FOTO: KENNETH BENGTSSON

planeringen. Grönstrukturen bör utföras som ett nätverk som tillåter att människor, växter och djur kan röra sig mellan parker och grönområden men även ha kontakt med omlandet – en grön och blå infrastruktur.

Natur i den hållbara staden

Biologisk mångfald och stadsplanering är temat för ett projekt som drivs i samarbete mellan Chalmers tekniska högskola och Örebro universitet. Utmaningen är att förstå hur biologisk mångfald kan gå att förena med fysiska, politiska och administrativa aspekter av stadsutveckling. Forskarna gör fallstudier i fyra kommuner och behandlar frågor som: Vad kan och bör biologisk mångfald betyda i stadsutveckling? Vilka urbana designprinciper kan stödja biologisk mångfald och hållbar stadsut-

veckling? Vilka koalitioner uppstår mellan aktörerna och vilka strategier använder de med tanke på biologisk mångfald i staden? Vilka av kommunernas strategier genomförs i praktisk stadsplanering?

Indikatorer för biologisk mångfald

Precis som det redan finns system för värdering av fastigheter och bebyggelse när det gäller ekonomiskt värde, kommer det snart att finnas värderingssystem för miljö och biologisk mångfald. Sådana värderingsmetoder utvecklas nu för både inomhusmiljö och utemiljö. I ett projekt på SLU i Uppsala ingår det att utveckla indikatorer för bedömning av den biologiska mångfalden inom fastigheter och bebyggelse.



Berit Balfors

VAD KAN SKOGSHAREN BERÄTTA?

Det är ingen nyhet att djurlivet påverkas när människan exploaterar naturen för att bygga vägar, stadsdelar och stormarknader. Men på vilket sätt djuren påverkas, och om det finns bättre eller sämre sätt att planera och bygga finns det inte lika självklara svar på. På institutionen för mark- och vattenteknik vid KTH i Stockholm håller man på att utveckla metoder för att förutsäga vad olika planlösningar får för effekter på den biologiska mångfalden.



FOTO: ULLA MÖRTBERG

Naturen möter staden. Hur påverkas olika arter när infrastruktur byggs ut och nya områden bebyggs? Om några år hoppas forskarna kunna göra förutsägelser om det.

– Om man kan visa kartor på hur olika djurarters utbredning kommer att påverkas, så kan man konkret diskutera vad olika lösningar får för resultat, säger Berit Balfors som leder forskningsprojektet om prediktionsverktyg för biologisk mångfald i fysisk planering.

Med utgångspunkt från miljöinformation i digitala kartor, GIS, empiriska data och kända samband mellan djur och olika påverkansfaktorer gör forskarna förutsägelser om djurs utbredning. Vilka typer av störningar, förändringar och barriärer påverkar djuret?

– Det är en stor fördel att vi har en koppling mellan biologer och ingenjörer här på KTH, säger Berit Balfors som själv är forskare inom biogeovetenskap.

I dag är miljökonsekvensbeskrivningar obligatoriska vid större ingrepp i miljön. Men det är dåligt ställt med metoder för att bedöma hur den biologiska mångfalden påverkas. Det är den luckan som forskningen och prediktionsverktyget ska fylla. Som försöksområde arbetar man med Södertörn, som har ett starkt exploateringsstryck med Stockholm och dess södra förorter. Dessutom har kommunerna på Södertörn duktiga kommunekologer som kan bidra med data om naturförhållanden.



FOTO: SVEN HALLING

Vilka störningar är skogsharen känslig för? Forskarna gör modeller för att kunna förutsäga hur den biologiska mångfalden påverkas av människors verksamhet.

Skogshare, tjäder och järpe är några av de arter som används för att beskriva inverkan på naturen. Det är relativt vanliga arter, och det gör att det är lätt att mäta hur deras utbredning förändras, bland annat genom information från jägare och ornitologer som rör sig mycket i naturen.

– Modellen är inte låst till dessa arter och framöver kan man mycket väl tänka sig att göra förutsägelser om både växter och mollusker. Men samtidigt är det lättare att engagera allmänheten om diskussionen rör tjäder och inte någon lav som nästan ingen känner till, säger Berit Balfors.



Johan Colding

KYRKOÅRDAR OCH KOLONIOMRÅDEN GER LIV ÅT STADEN

Nationalstadsparken i Stockholm och Solna med Djurgården och Hagaparken som mest kända delar har ett rikt växt- och djurliv. Men det är inte självklart att mångfalden består. Vid Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi på Kungliga Vetenskapsakademien driver Johan Colding ett projekt som handlar om integrerad analys av urbana grönområdens förmåga att upprätthålla biodiversitet i Nationalstadsparken. Arbetet bygger på två grundantaganden – dels att många arter är beroende av natur- och kulturlandskap i ett större omland än bara parken, dels att klok förvaltning av omlandet kan understödja mångfalden.

Eken är ett gott exempel. Nationalstadsparken har norra Europas största ekbestånd. Varje höst försöker ekarna föröka sig genom att släppa mängder av ekollon till marken. Men de enda ollon som gro till ekplantor är de som nötskrikan gräver ner i marken för sitt vinterskaffereri och sedan glömmet bort; ekorrar, rådjur och möss äter upp vartenda ollon som blir liggande på marken. För att häcka behöver nötskrikan tät granskog som den troligen fortfarande kan hitta på Bogesundslandet på andra sidan vattnet.

– Vi granskar vartenda grönområde inom en radie på två mil från parkens centrum, säger Johan Colding. Särskilt intressanta är naturskyddsområden och biotopskyddade områden. Men vi intresserar oss också för kyrkogårdar som har lång växtsäsong och sällan hotas av exploatering, och av koloniområden med lång växtsäsong och stor mångfald.

Både koloniområden och kyrkogårdar är bra tillhåll för pollinatörer och fjärilar och bjuder fåglar på föda. I projektets biologiskt inriktade del ska nyckelarter som har betydelse för andra arters överlevnad identifieras, liksom arter som rör sig mellan de delvis åtskilda grönområdena. Man ska också identifiera vilka miljöer som har störst betydelse för Nationalstadsparkens fortsatta stora mångfald.

Sedan ska kunskapen omsättas i strategier för hur olika områden bäst ska förvaltas. Det kommer att kräva samverkan mellan många olika kommuner och markägare. Det är långt ifrån självklart att den som avverkar granskog på Bogesundslandet är medveten om vad det kan innebära för Djurgårdens ekbestånd. Kanske kan golfklubbar också bidra till skyddet av Nationalstadsparken; ofta består merparten av golfbanans mark inte av gräsmatta utan av skogsdungar.

– Vad som är bästa förvaltning är en mycket komplex fråga, och vi räknar med att man får pröva sig fram till rätt strategi och även anpassa den för olika områden och för olika tidpunkter och olika utvecklingskedan. Det finns mycket ekologisk kunskap att ta tillvara för förvaltningen. Koloniodlare är exempelvis duktiga både på att ta kål på mördarsniglar och att gynna utvalda växter, säger Johan Colding.



Koloniområden har lång växtsäsong och gynnar pollinatörer, fjärilar och fåglar.

FOTO: JAKOB LUNDBERG

Piskor och morötter

Målet att bevara och utveckla den biologiska mångfalden kräver förutom biologiska kunskaper också insikt om hur människor och samhälle bidrar till att förbättra eller försämra förutsättningarna för biodiversiteten. Det behövs därför forskning om samhällets roll, ekonomi, juridik, historia, och om de värderingar och beteenden som påverkar utvecklingen.

Det räcker alltså inte att veta vilka värden eller biotopkvaliteter vi strävar mot. Vi måste också veta hur målen kan nås, det vill säga ha kunskap om styrmedel, ekonomiska och praktiska förutsättningar. Hur ska man få aktörer på olika nivåer i samhället att förstå meningen med biologisk mångfald? Hur påverkar människors sätt att organisera och planera samhället den biologiska mångfalden? Vad betyder människans eget agerande? Hur kan aktörer och organisationer skapa nya styrmedel för att stödja biologisk mångfald?

Vi behöver få ökad kunskap om människans roll, inte främst som individ utan som aktör i större sammanhang. Kunskapen behövs för att förändra synsätt och arbetsätt. Forskningen som gäller organisationer, styrmedel och aktörer har avgörande betydelse för våra möjligheter att stödja en utveckling som tar hänsyn till biologisk mångfald. Det går inte att nå målen utan allmänhetens stöd.

Vi behöver också mer av tvärvetenskaplig kunskap om hur processer i samhället kan fås att samspela med processer i naturen. För att få till stånd en samhällsutveckling som är långsiktigt hållbar måste förhållandena mellan samhälle och natur beskrivas och formuleras bättre än hittills.

Hållbar utveckling kräver biologisk mångfald

I början av 1900-talet ville man bevara naturen av hälsoskäl och för att skydda den från människan för fram-

tiden. Från mitten av 1900-talet anlades många otillgängliga reservat långt från tätorterna. På 1980-talet blev det aktuellt att bevara enskilda arter och biotoper.

I dag är biologisk mångfald något man måste ta hänsyn till i den fysiska planeringen. Bevarande av biologisk mångfald är ett grundläggande kriterium för hållbar utveckling, och den fysiska planeringen ska bidra till hållbar utveckling. Fysisk planering fungerar som ett intresseregleringssystem i en situation där det råder konkurrens om mark och vatten.

Hur når vi målen?

Det gäller att få olika aktörer att samarbeta, något som forskningsprogrammet Naturvårdskedjan arbetar med. Programmet koordineras av Centrum för biologisk mångfald i Uppsala. Här sammanfogas forskning om mål, styrmedel, skötselåtgärder och utvärdering – fyra viktiga länkar i naturvårdsarbetet. Naturvårdskedjan har en tvärvetenskaplig ansats. Hela arbetet kopplar till bland annat våra nationella miljökvalitetsmål och konventionen om biologisk mångfald från Riokonferensen 1992.

På Tema Vatten i Linköping pågår ett projekt som undersöker hur konventionen om biologisk mångfald har genomförts i Sverige. Studien utgår från de idémässiga förändringar som har skett de senaste decennierna när det gäller förståelsen och hanterandet av biologisk mångfald. Förändringarna kommer bland annat till uttryck i konventionen. Syftet är att analysera den svenska tolkningen och praktiska tillämpningen av konventionens idéer på nationellt och lokalt plan i Sverige. Forskarna ska också belysa problem och konflikter som uppstår i bevarandearbetet.

Det är viktigt att politiken för landskapsvård utformas så att människor på landsbygden stimuleras till



FOTO: JAN NORDSTRÖM

fortsatt hävd av ängs- och betesmarker. Det största hotet mot den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet är nämligen att jordbruksdriften minskar eller upphör. Ett projekt på Göteborgs universitet ska ge erfarenheter av hur man lämpligen utformar kommunikation mellan myndigheter som arbetar med bevarande och de människor som bor och verkar inom ett område. Projektet ingår i Naturvårdskedjan.

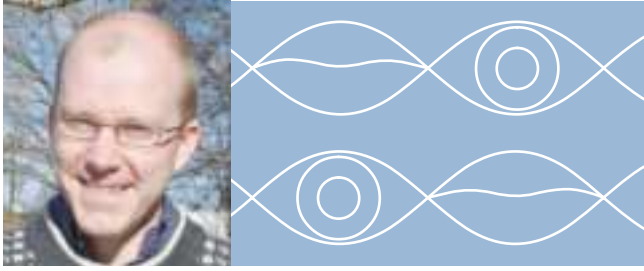
Vad vill vi betala för vargen?

På Umeå universitet arbetar en forskare med att utreda hur vår betalningsvilja för en ökad vargstam ser ut. Vargstammen ska enligt riksdagsbeslut öka från 50 till 200 djur på ganska kort sikt. Finns det folklig förankring för det här beslutet? Om inte – varför saknas det? Analysen kombinerar ekologiska och socioekonomiska data. Forskarna ska bestämma vargens existensvärde, men även försöka värdera den risk som människor upplever med vargen.

Biologisk mångfald ur allmänhetens perspektiv är temat för ett projekt på Lunds tekniska högskola. En studie som gjorts av människors attityder till tjugo olika Agenda 21-frågor tyder på att bevarandet av djur och växter prioriteras ganska lågt, men att allmänheten värderar det högre än tjänstemän och beslutsfattare. Projektet ska gå på djupet med attityderna hos olika grupper. Forskarna ska också undersöka människors vilja och motiv för att bevara mångfalden i det egna närområdet.

”Jag kände mig frustrerad därför att politikerna på 1970-talet inte begrep att det handlade om levande organismer. De talade om att det ska vara rent i miljön men struntade i om vi fick granåkrar och om naturbetesmarkerna gödslades. De var bekymrade för övergödning på grund av tvättmedel men förstod inte vad som hände med organismerna i vattnet.”

Urban Emanuelsson, Centrum för biologisk mångfald



Magnus Ljung

HELLRE UPPTÄCKARGLÄDJE ÄN FÖRBUDSSKYLTAR

Miljöområdet är komplext och konfliktfyllt. Det finns inga enkla lösningar, och inte heller några enkla budskap. Därför måste vi lägga kraft på att hitta nya vägar för att nå ut med de komplicerade frågorna kring exempelvis biologisk mångfald. Det säger Magnus Ljung på institutionen för landskapsplanering vid SLU i Uppsala. Han leder ett forskningsprojektet om att kommunicera biologisk mångfald.

– Vi vet att det är viktigt att öka kunskapen om betydelsen av biologisk mångfald. Om vi på lång sikt ska klara av att värna den måste många vara med i diskussionen. Då är det hög tid att mer systematiskt undersöka hur vi ska gå tillväga.

Delaktighet är ett honnörsord. Om man på allvar ska bry sig måste man känna att det tjänar något till och att det leder någonstans – att ens kunskaper kan omsättas i praktisk handling, att man kan påverka den framtida utvecklingen och att man har ansvar för att förvalta de uppnådda resultaten.

Mycket grovt och mycket konkret: Det är betydligt

mer verkningsfullt med informationsskyltar om sällsyntheterna i ett reservat än förbudsskyltarna om kvistbrytning och kottplockning. Men hur göra forskning av dessa grundläggande insikter?

– Genom att bygga en trestegsraket, säger Magnus Ljung. Vi började med att inventera olika arenor, det vill säga de mötesplatser där man kommunicerar om biologisk mångfald, och hittade en mängd olika kommunikatörer – föreningar, myndigheter och intresseorganisationer. Därefter valde vi ett antal exempel från deras respektive verksamheter. Utifrån dessa konkreta ”fall” har vi försökt analysera avsändarnas olika världsbilder. Är det experten, som delar med sig av sina kunskaper till en tyst lyssnande menighet? Eller är det aktivisten, som vill locka medhjälpare till ”sitt” projekt?

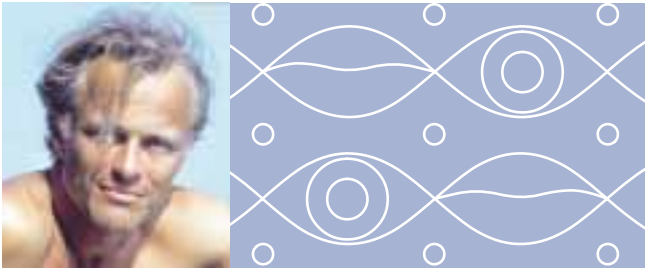
I tredje steget fördjupas studien och koncentreras till två viktiga och sinsemellan olika aktörer. Den ena är länsstyrelserna som har ett i sammanhanget stort, viktigt och tydligt uppdrag. Den andra är stiftelser, som exempelvis Upplandsstiftelsen som växt fram utifrån kommunernas och landstingets specifika behov. Vilka möjligheter har länsstyrelser och andra organisationer att vara nyskapande när det gäller kommunikation? Hur ska de undvika att fastna i en ”reservatsyn” och i stället bädda för största möjliga delaktighet när de diskuterar bevarandebestånden med markägare och brukare?

– Det gäller att skapa nya mötesplatser, nya samverkansformer och en ny pedagogik. Formerna för ett sådant arbete borde vara nästa steg i utvecklingsarbetet. Och att bevärma sig med uthållighet, för det här handlar om ett långsiktigt lärande som inte kan skyndas på, säger Magnus Ljung.



FOTO: JAN NORDSTRÖM

Det gäller att hitta mötesplatser där det pågår kommunikation om biologisk mångfald.



Knut Per Hasund

LÅT OSS BETALA FÖR DEN SKÖNA MÅNGFALDEN!

”Du får 8000 kronor per hektar för den artrika hagen, 300 per åkerholme och nio kronor per löpmeter stenmur. Fast för stenmurarna mellan de där åkrarna får du bara fyra kronor så länge de är dåligt underhållna och artfattiga.” Så skulle det kunna låta i en framtid om Knut Per Hasunds idéer om att betala bönder för de naturvärden de producerar får genomslag i miljö- och jordbrukspolitiken.

För hundra år sedan producerade jordbruket vackra kulturmiljöer, biologisk mångfald och rekreationsområden som biprodukter. Men med jordbrukets nya produktionsteknik och priser riskerar det mesta av detta att försvinna.

– De värden som hotas i jordbrukslandskapet är så kallade kollektiva nyttigheter som vi har gemensam rätt till, och sådana förmår marknaden inte att värdera nyttan av. Om medborgarna efterfrågar öppna kulturlandskap och gullvivor måste därför myndigheterna finansiera dessa nyttigheter, säger Knut Per Hasund på institutionen för ekonomi vid SLU i Uppsala.

Av de bidrag som i dag går till jordbruket används knappt 800 miljoner kronor per år till ersättning för produktionen av kollektiva nyttigheter. Men enligt Hasund är dagens stödformer otillräckliga och sannolikt ineffektiva. Nyckeln ligger i att betala för de värden som produceras. Då används resurserna effektivt och bönderna får tydliga motiv för att bevara och öka naturvärdena på sin mark.

– Att värdera nyttan av en vacker vy, artrikedom i en hålek eller ett naturbete och landskapets identitetsskapande karaktär – det är ingen enkel sak. Men det var kul! Vi hade tvärvetenskapliga samtal och möten med bland annat botaniker, entomologer, ornitologer, landskapsarkitekter och kulturhistoriker, där vi diskuterade oss fram till bra mått.

Diskussionerna och fortsatt utvecklingsarbete på fältet har resulterat i åtta indikatorer för värdering, bland annat permanenta gräsmarker (betesmark, slåtterängar), torra linjeelement (stenmurar, brukningsvägar, åkerrenar, skogsbryn), våta punktelement (dammar, sur-

hål, småkärr) och kulturhistoriska lämningar (ängslador, odlingsrösen, väderkvarnar, runstenar, gravfält).

Varje beteshage eller dike får sina indikatorvärden beroende på sina egenskaper, ett högre indikatorvärde ju större biologiska, kulturella eller sociala värden de har, och därmed högre ersättning i en tänkt framtid.

Om ett värderingssystem ska fungera får det inte vara för krångligt och kostbart att hantera. Det duger inte att skicka ut horder med folk att leta efter rara insekter och växter hos varenda bonde. Forskarna har identifierat fyra bra kanaler för att få den information som behövs. Det är GIS-data, flygbildstolkningar, fältbesiktningar och bondens egna rapporter.

Knut Per Hasund gläder sig åt att EG-kommissionen visat mycket stort intresse för hans idéer om betalningsprinciper och värderingssystem för jordbrukets naturvårdsproduktion.



FOTO: THOMAS HENRIKSON

Att värdera kollektiva nyttigheter är inte lätt. Forskarna har tagit fram ett värderingssystem där kulturhistoriska lämningar är en av åtta indikatorer.

Koppla ihop toxikologi och fältekologi!

Miljötoxikologi består av ekotoxikologi, mikrobiologi, miljökemikemi och miljömedicin. Den toxikologiska forskningen är tvärvetenskaplig inom främst det naturvetenskapliga området.

Kopplingen mellan miljötoxikologi och biologisk mångfald har rönt svagt intresse bland forskarna, även om det finns ekotoxikologer som tänker i termer av ekosystem. Det finns i dag en klyfta mellan den gamla ekotoxikologin och den moderna forskningen om biologisk mångfald, säger Urban Emanuelsson på Centrum för biologisk mångfald i Uppsala. Från 1960-talet och framåt handlade det mycket om att vissa spektakulära arter försvann på grund av kvicksilverbetat utsäde. Det gällde till exempel tornfalk, pilgrimsfalk och gulspurv som Erik Rosenberg slog larm om runt 1960 – det första riktigt stora ekotoxikologiska larmet i Sverige.

– Vad man då inte tänkte på var att det kunde uppstå annorlunda konkurrensförhållanden i naturen så att ekosystemen stördes när de här arterna försvann. Det här blev aldrig studerat, utan i stället koncentrerade man sig på själva giftverkan hos vissa arter, säger Urban Emanuelsson.

Ekotoxikologin uppstod därför att man såg att giftspridningen i naturen hotade biologisk mångfald. Men man formulerade det inte så på den tiden. Ganska snart fascinerades forskarna av att undersöka fysiologiska fenomen mera på djupet, och forskningen frikopplades allt mer från omsorgen om den biologiska mångfalden.

– Sambandet mellan ekotoxikologi och biologisk mångfald borde återupprättas. Risken i dag är att fältekologerna inte har kunskap om toxikologi och att toxikologerna aldrig är ute i fält.

Det som började med metylkviksilver fortsatte med DDT, PCB och så vidare. I dag har vi mängder av kemiska

ämnen, och forskarna hittar exempelvis förskjutningar i könkvoten hos vattenorganismer, något som Erik Rosenberg inte hade kunnat upptäcka på sin tid. Hur slår allt detta mot hela ekosystemen? Får vi förskjutningar i artsammansättningen? Vi har fortfarande för grund kunskap om hur gifter påverkar de ekologiska sambanden.

– Mitt credo är att fältekologin och den fysiologiskt inriktade ekotoxikologin måste knytas ihop igen, säger Urban Emanuelsson.

Störd könsutveckling

Det finns tecken som tyder på att den genetiska mångfalden kan vara hotad hos arter som utsätts för kronisk exponering av hormonstörande ämnen. Runt de brittiska öarna har forskarna bland annat hittat dubbelkönighet hos flundra. Viss dubbelkönighet förekommer också hos mört i svenska vatten. Hos östersjömussla har man konstaterat genetiska förändringar i anslutning till blekeriutsläpp. Man kan anta att varje föroreningskälla som långsiktigt påverkar fortplantning och överlevnad också påverkar den genetiska och därmed den biologiska mångfalden.

Ett projekt på Stockholms universitet mäter innehållet av manliga och kvinnliga könshormoner i avloppsvatten från kommunala reningsverk och massaindustrier samt i galla från abborre som har fångats nära utsläppen. Könsutvecklingen hos ung storspigg från samma lokaler kommer också att undersökas, och nykläckta spiggyngel ska exponeras för avloppsvatten i laboratoriemiljö.

Lax med olika stresstolerans

Laxarna i Östersjön är utsatta för många miljögifter. De flesta av fiskarna är producerade i kompensationsodlingar, och det kan få genetiska konsekvenser som vi inte



FOTO: EDDIE GRANLUND



FOTO: STEFAN ROSENGREN



FOTO: MARK HANBLIN

känner till i dag. Sjukdomen M74 orsakar också hög dödlighet bland ynglen. Laxarna har olika tolerans mot stressfaktorer i miljön. Forskare på Lunds universitet ska reda ut sambanden mellan fiskarnas genetiska variation och miljön. Förhoppningen är att få fram strategier för att bättre kunna bevara lax och andra fiskarter i Östersjön.

Förhållandet mellan vattenkemi och biodiversitet i sjöar och vattendrag är ämnet för ett projekt hos SLU i Umeå. Det handlar om hur naturlig surhet och antropogen försurning inverkar på fiskpopulationer. Ofta har korta perioder av surt vatten i samband med höga flöden stor betydelse för fiskarna.

Okända myrkorrhizasvampar

Vad finns det egentligen för arter av så kallade arbuskulära myrkorrhizasvampar i de svenska markerna? Det här är en stor okänd faktor i arbetet med ett uthålligt

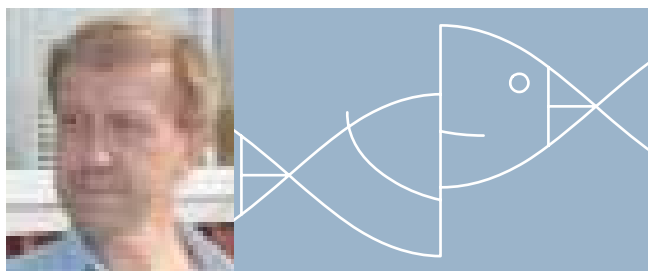
jordbruk och i naturvårdsarbetet, och den ska utredas av forskare på Naturhistoriska riksmuseet. Vi vet inte vilka arter vi har och vilka vi är på väg att förlora. Arbuskulära myrkorrhizasvampar är mycket viktiga. De lever i symbios med rötterna hos 70 procent av världens växtarter och levererar näringsämnen i utbyte mot kolhydrater. De bidrar också till att skydda växternas rötter mot sjukdomar. Svamparnas existens påverkas eventuellt av gödsling och bekämpningsmedel.

Lättnedbrytbart inte oskyldigt

I dag mäter vi huvudsakligen svårnedbrytbara ämnen i miljön. Men även vissa ämnen som bryts ner snabbare kan ha toxiska effekter på organismer av olika slag. Ett exempel är akrylamid som sprids i naturen vid tunnelbygget genom Hallandsås 1997. Ett projekt på Stockholms universitet ska utveckla system för mätning av kemiskt reaktiva ämnen i miljön, med fisk som

modellorganism. Även landlevande däggdjur ska studeras, bland annat älg. De system som utvecklas ska förhoppningsvis ge bättre möjlighet att komma fram till vad det är som orsakar störningar i ekosystem.

Forskare på Uppsala universitet studerar hur cyanobakterier (blågrönalger) påverkar andra bakterier i olika sötvatten. Frågan är hur kraftiga cyanobakterieblomningar påverkar biodiversiteten hos det övriga bakteriesamhället. Är det så att vissa bakteriepopulationer ökar i betydelse under episoder med kraftiga algblomningar? Vilken inverkan har i sin tur dessa bakterier på cyanobakterierna och vattenkvaliteten?



Lars Förlin

HANNAR DOMINERAR UTANFÖR MASSAINDUSTRIN

För tjugo år sedan var utsläppen från pappers- och massaindustrin fortfarande påtagliga och synliga för ögat. Sedan dess har vattenkvaliteten utanför bruken blivit betydligt bättre, men samtidigt har en ny typ av miljöproblem observerats, nämligen maskulinisering av fiskar.

– Något i avloppsvattnet från massabruken gör att fiskarna får hormonella störningar. I undersökningar från USA och Kanada har man sett att det yttrar sig i att honfiskar får manliga egenskaper i så pass stor utsträckning att de ser ut och beter sig som hanfiskar. I våra svenska undersökningar har vi upptäckt att tånglake, en liten kustnära fisk, föder betydligt fler hannar än honor utanför ett massabruk, säger Lars Förlin som är professor i zoofysiologi vid Göteborgs universitet.

Han och hans kollegor har vid fem tillfällen undersökt könskvoten hos tånglake utanför ett massabruk. Nu ska de gå vidare för att se om samma maskuliniseringsfenomen uppträder utanför fler pappers- och massafabriker och om det är fler arter än tånglake som påverkas. De har inledningsvis valt att studera just tånglake eftersom den är en av få fiskarter som föder levande ungar, vilket gör det möjligt att studera könskvoten hos ynglen.

– Vi vill också försöka ta reda på vilket eller vilka ämnen det är som har den här hormonstörande effek-



FOTO: TONY HOLM

Varför föds det fler hannar än honor hos tånglake som lever i vatten utanför massaindustrier?

ten. Vi tror inte att det handlar om någon tillsatskemikalie utan att det snarare är något i vedråvaran som under tillverkningsprocessen omvandlas till androgena, testosteronliknande ämnen. Här har vi också samarbetat med pappers- och massaindustrin som är angelägen om att identifiera och komma tillrätta med problemen.

Lars Förlin säger att det är viktigt att komma fram till om de aktuella ämnena är lättnedbrytbara eller ej. Visar de sig vara svårnedbrytbara är de också långlivade och kan spridas över stora områden. Frågan är vad en ändrad könskvot betyder.

– Helt klart betyder det att arten får en förändrad genetisk bas när antalet honor minskar. Och en sned könskvot innebär också att några hannar genetiskt sett egentligen kan vara honor. Vad kan det spela för roll för avkomman? Vi har också initierat mer grundläggande ekologiska studier för att utröna vad en ändrad könskvot kan innebära på lång sikt.



FOTO: THOMAS HENRIKSON

Är det något i vedråvaran som omvandlas till testosteronliknande ämnen?

Nordens Ark förenar teori och praktik



Stefan Nilsson

Tre forskarskolor pågår inom området biologisk mångfald – i Uppsala, Umeå och Göteborg.

Forscarskolan på Göteborgs universitet är uppbyggd kring Stiftelsen Nordens Ark, där verksamheten är inriktad på utrotningshotade djurarter. Där finns unika förutsättningar för forskning om biologisk mångfald genom att Stiftelsens praktiska kunskap i hanteringen av djur i skyddad miljö kan förenas med den traditionella akademiska zoologin och bevarandebiologin. Stiftelsen äger 383 hektar vid Åbyfjorden i mellersta Bohuslän. Det är strand och skogsmark, åker och betad hagmark som ger unika möjligheter till fältförsök i full skala.

Forscarskolan riktar sig till forskarstuderande inom zoologi vid de svenska universiteten. Den har tre delprogram med praktisk och teoretisk seminarieverksamhet:

- Bevarandegenetik med inriktning på problem med genetisk variation och små populationer

- Reproduktionsbiologi med speciell inriktning på bevarandaspekter
- Svenska och nordiska äldre lantraser som har format det äldre jordbruks- och kulturlandskapet med dess rika biologiska mångfald, en naturtyp som i dag bara finns kvar i fragment, oftast som naturreservat

Programmen genomförs med lärare från universitetsvärlden, men också med personer som har egna erfarenheter och kunskaper om uppfödning i hägn och anläggningar, och från fältarbete vid återinplanteringsprojekt. Lärarna kommer bland annat från det internationella zoologiska kontaktnät som Nordens Ark redan nu verkar inom.

Ansvariga för forskarskolan är professor Stefan Nilsson, Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet, och verkställande direktör Lena Maria Lindén, Nordens Ark, Hunnebostrand.

Nationella samlingar

Åtta museer, stiftelser och institutioner har fått anslag för åren 2002–2004 som ett led i regeringens ambition att restaurera, bevara och utöka nationella samlingar till stöd för forskning om biologisk mångfald. Bland mottagarna finns Naturhistoriska riksmuseet, Evolutionsmuseet i Uppsala, Göteborgs naturhistoriska museum, Göteborgs universitet, Lunds universitet och Bergianska stiftelsen i Stockholm.



FOTO: CHRISTER LARSSON

Nordens Ark har ansvaret för uppfödningen av pilgrimsfalkar i Naturskyddsforeningens projekt för att rädda den svenska pilgrimsfalken.



FOTO: CHRISTER LARSSON

Nordens Ark deltar i ett utplanteringsprojekt i Holland dit uttrar födda i parken har skickats med mycket gott resultat.

Sverige satsar stort på forskning om biologisk mångfald. Kunskapen ska bli bättre om växter och djur och vad som krävs för att uppnå ett ekologiskt hållbart samhälle. Läs mer om alla de 250 projekten på

www.biologiskmangfald.nu

Beställ broschyren gratis på: www.vr.se

Gå in via Publikationer och därefter till Vetenskapsrådets Internetbokhandel.

