

Fascinerande forskning

*för skolan med fokus på
biologisk mångfald*



Fascinerande forskning – för skolan med fokus på biologisk mångfald

© Nationellt resurscentrum för biologiundervisning vid Uppsala universitet och Martin Granbom samt respektive författare och övriga upphovspersoner, 2024

Får fritt kopieras i icke-kommersiellt syfte om källan anges. För att få använda bilder som fristående objekt kan tillstånd krävas.

Produktion och tryck har möjliggjorts tack vare bidrag från Tage Swahns Stiftelse för Undervisning och Forskning samt Olle Engkvists Stiftelse.

Redaktion: Brittmarie Lidesten (redaktör), Martin Granbom, Ammie Berglund, Lisa Reimegård

Omslagsbild: Tobias Dahlin

För fler exemplar, kontakta info@bioresurs.uu.se

Upplaga: 14 000 exemplar

ISBN 978-91-988806-2-5 (tryck), 978-91-988806-3-2 (digital version)

Tryck: Stibo Complete AS



Fascinerande forskning

INTRODUKTION

2

Fascinerande forskning, Ammie Berglund

Hur kunde det gå så – och hur kan det gå sedan? Med biologisk mångfald i fokus, Henrik Smith

Samtliga kapitel nedan inleds med en text skriven av Martin Granbom.

1. MÅNGFALDEN FÖRÄNDRAS

6

Biologisk mångfald utvecklas, Per Alström

Nya arter bildas i haven runt Sverige, Kerstin Johannesson

2. VÄR(L)D ATT VÄRNA OM

20

Pollinatörer – viktiga av flera skäl, Maj Rundlöf

Filosofiska teorier om biologisk mångfald, Erik Persson

3. LANDSKAPSPERSPEKTIV

30

Metapopulationsekologi – forskning om läderbaggen som exempel, Thomas Ranius

Naturvård i staden för människors hälsa och biologisk mångfald, Marcus Hedblom

Viktiga mykorrhizasvampar, Anders Dahlberg

4. HOT MOT MÅNGFALDEN

48

Östersjöns myllrande vikar är viktiga, men hotade, Ulf Bergström

Värdefulla naturbetesmarker, Erik Öckinger

Arktis förändras, Mora Aronsson

5. HOTADE ARTER

68

Fjärilar – påverkas av klimat och markanvändning, Markus Franzén

Forskning om fjällräv, Johan Wallén

6. INVENTERA MÅNGFALDEN

82

Rapportera i artportalen, Johan Nilsson

Skogsräddare och lärare, Mats Karström

7. ANSVAR OCH LAGAR

94

Biologisk mångfald i Västerhavet, Anna Karlsson

Vad är FN:s konvention om biologisk mångfald?, Charlotta Sörqvist

8. BEVARA OCH SKYDDA

106

Att restaurera våtmarker för biologisk mångfald, Peter Hambäck

Boreala skogar är rika på biologisk mångfald, Anne-Maarit Hekkala

Snöleoparden – bevarandearbete i Centralasiens höga berg, Gustaf Samelius

Madagaskar och naturvård – ett bevarandeprojekt för högländsskogen Ambohitantely,

Johannes Bergsten

Fascinerande forskning

Magasinet handlar om biologisk mångfald och vill ge en bred och djup bild av variationen inom och mellan arter i en mångfald av ekosystem och landskap, samt visa hur forskningen studerar och genererar ny kunskap. Det handlar även om naturvårdspolitik och myndigheters arbete, samt praktisk naturvård, för att visa lösningar på problem.

Nationellt resurscentrum för biologiundervisning gav 2018 ut publikationen *Fascinerande forskning för skolan med fokus på cell- och molekyllärbiologi*, som nådde tusentals lärare runt om i landet. Nu kommer ett nytt magasin med fokus på biologisk mångfald.

Mångfald på olika nivåer

Biologi omfattar studier av allt från celler och de molekyler som utgör livets kemi till komplexa nätverk av relationer mellan olika arter. En utmaning med undervisningen är att många fenomen berör flera så kallade organisationsnivåer. Det är inte minst relevant när det kommer till begreppet biologisk mångfald, som omfattar variation på såväl gen-, individ-, population-, art- som ekosystemnivå. Som lärare är det bra att vara medveten om att dessa, ofta omedvetna, hopp mellan nivåer, som görs när man förklarar eller berättar något kan vara problematiska för elever att följa med i. Ha gärna detta i åtanke även när det gäller magasinets olika texter.

Naturblindhet

En särskild utmaning med undervisning om biologisk mångfald handlar om att allt fler elever (och människor i allmänhet) numera har mindre kunskap om naturen och arterna som omger oss än tidigare generationer. Om eleverna inte ens känner till de vanligaste arterna är det svårt att förstå komplexiteten i naturens väv. Ute i naturen blir allt bara en grön massa utan urskiljbara arter. Begreppet växtblindhet brukar

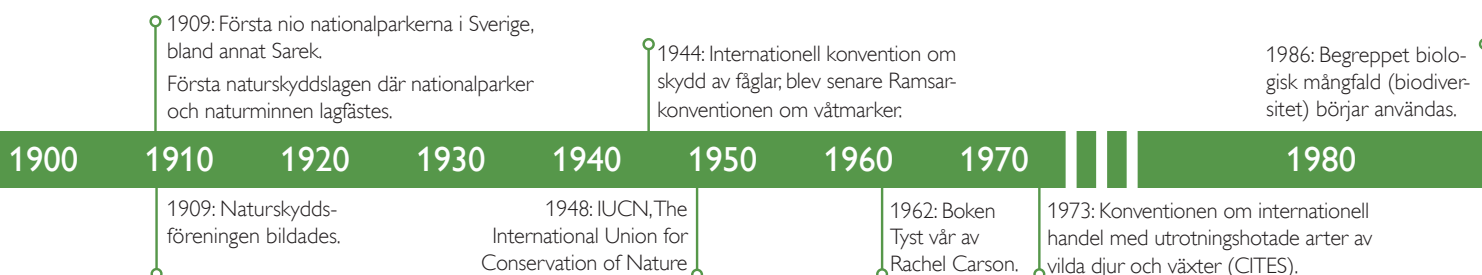
användas i sammanhanget och skulle kunna breddas till naturblindhet, det vill säga, att man inte ser mångfalden som finns. Orsakerna kan diskuteras, men vi kan stanna upp vid vilken effekt det får för undervisningen.

Forskaren Maria Ferlin, som disputerade 2015 med en avhandling om biologisk mångfald i läromedel för senare delen av grundskolan, skriver om att man som lärare behöver sätta sig in i de exempel som lyfts fram i läroböckerna. Om eleverna inte har upplevt hur det är att gå på mossan i en granskog eller vet att en låga är detsamma som ett omkullfallet träd så påverkar det vilka exempel som de kan relatera till. Denna utmaning har varit högst aktuell även vid framtagandet av detta magasin. För att göra exemplen så levande och relevanta som möjligt ingår ett rikt bildmaterial, och vi har försökt att förklara de begrepp som används så tydligt som möjligt.

Kanske är det viktigaste i undervisningen om biologisk mångfald att erbjuda möjligheter för eleverna att bredda och fördjupa sina kunskaper om och relationer till mångfalden genom att komma ut i naturen. Men det ena behöver inte utesluta det andra, och vi hoppas att detta magasin ska bidra med inspiration till givande aktiviteter både i klassrum och utomhus.

Magasinets struktur

Tidslinjen nedan visar något av vad som hänt inom området biologisk mångfald sedan början av 1900-talet och vi kan se att biologisk mångfald har fått allt större tyngd både internationellt och nationellt.



Magasinet består av åtta kapitel som efter en inledande text följs av artiklar som är skrivna av olika forskare och experter. Tanken med de inledande texterna är att de ska ge en bred introduktion till ämnesområdet för alla läsare. De följande texterna ger en fördjupning och konkretisering som belyser den mångfald av forskningsinsatser som görs, både i Sverige och i några andra länder.

Magasinet är främst avsett för lärare som undervisar i biologi på högstadium, gymnasium och vuxenutbildning, samt för elever som läser biologi på gymnasiet. Det kan användas både som kompletterande läsning till ordinarie kurser och till fördjupningskurser. Även för studenter på högre utbildningar kan magasinet ge en bra ingång till ämnesområdet.

Sist i varje kapitel ges förslag på undervisningsaktiviteter och diskussionsfrågor. Som komplement till magasinet finns även en hel del uppgifter och övningar på Bioresurs webbplats.

Stort tack!

I magasinet medverkar ett tjugotal forskare och experter från olika universitet och verksamheter. Ett stort tack till alla som bidragit med texter och bilder! Utan er alla hade det inte blivit något magasin om biologisk mångfald.

Vi vill även tacka Tage Swahns stiftelse för Undervisning och Forskning och Olle Engkvist stiftelse, för generösa bidrag som gjort det möjligt att ge ut detta magasin.

Ammie Berglund

VARFÖR ETT MAGASIN OM BIOLOGISK MÅNGFALD FÖR SKOLAN?

Martin Granbom tog initiativ till magasinet och har skrivit de inledande texterna i varje kapitel. Han är lektor i biologi på gymnasieskolan Spyken i Lund, har forskarbakgrund inom zoökologi och har i många år undervisat i biologi och naturvårdsbiologi: "Jag har vuxit upp som scout och fältbiolog och alltid fascinerats av naturen. Tidigt började jag leta arter och "kryssa" fåglar. Detta intresse har gjort att jag blivit uppmärksam på vad som händer i naturen. Jag har också blivit löjligt glad över att hitta och känna igen arter i naturen men har noterat att kunskapen om, och förståelsen för, hur naturen fungerar minskar i samhället. Jag önskar att mina elever också ska förstå hur naturen fungerar och känna samma glädje som jag när de är ute i naturen och upptäcker allt som finns där."

Ammie Berglund, föreståndare för Nationellt resurscentrum för biologiundervisning (Bioresurs), har granskat och gett synpunkter på innehållet men främst kontaktat forskare efter värdefulla förslag från SLU Centrum för biologisk mångfald, CBM. Ett av Bioresurs uppdrag är att bevaka och sprida information om aktuell forskning i biologi till lärare: "Vår förhoppning är att magasinet ska inspirera lärare att lyfta in frågor om biologisk mångfald i olika sammanhang. Här finns många exempel på arter, miljöer och perspektiv som kan berika undervisningen när man arbetar med både evolution, genetik, ekologi och hållbar utveckling. Att du nu håller ett magasin i din hand är också ett konkret

exempel på hur vi som resurscentrum kan stödja lärare i att förverkliga idéer och att sprida dem till kollegor runt om i landet. Tack Martin för att du kontaktade oss!"

Brittmarie Lidesten har tidigare varit föreståndare för Bioresurs och har fungerat som redaktör: "Den som tidigt upptäcker naturens fascinerande mångfald får ofta ett intresse för livet. Genom att utforska variationen av arter, ta reda på vad de heter och deras roll i naturens väv, får naturen liv. Den biologiska mångfalden minskar vilket samverkar med klimatförändringarna. Det är två av de mest allvarliga, globala frågorna som berör alla människor och inte minst framtiden för barn och unga. Finns det något viktigare och mer fascinerande än att lära sig mer om den biologiska mångfalden – som vi hoppas att detta magasin ska bidra med."

Foto (Martin): Jacob Dahlstedt



Martin Granbom

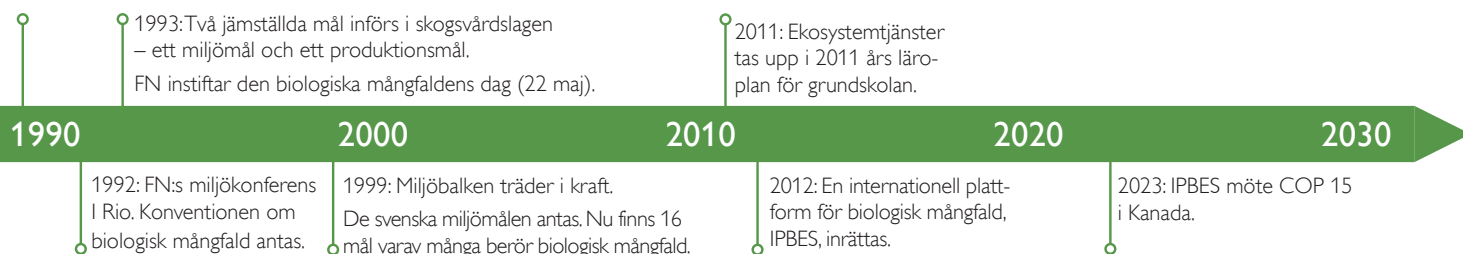


Ammie Berglund



Brittmarie Lidesten

1989: Boken Biodiversity av Edward O. Wilson.



1990-talet: Begreppet ekosystemtjänster börjar användas.

Hur kunde det gå så – och hur kan det gå sedan?

Med biologisk mångfald i fokus

Foto: Göran Smith



Texten är skriven av:

Henrik Smith

Henrik Smith är professor i zoöekologi vid Lunds universitet. Under de senaste decennierna har han arbetat med att bygga upp ämnet miljövetenskap och lett en stor forskningsplattform som handlar om kopplingen mellan biologisk mångfald, klimat och ekosystemtjänster. Hans egen forskning har till stor del handlat om den biologiska mångfalden i svenska landskap och vad vi kan göra för att bevara den.

Redan 1992 enades världens länder på FN:s konferens om miljö och utveckling om att bevara den biologiska mångfalden. Sedan dess har utrotningen av arter genom skövling av natur, intensivt skogs- och jordbruk, spridning av främmande organismer, jakt och fiske fortsatt. Genom att använda information från organismgrupper som vi har god kunskap om, uppskattade den internationella plattformen för biologisk mångfald IPBES i sin globala utvärdering att en miljon av totalt åtta miljoner arter i världen i olika utsträckning är hotade av utrotning, men också att vi riskerar att förlora mångfald som bidrar till så kallade *ekosystemtjänster*, det vill säga funktioner hos ekosystemen som är viktiga för oss människor. Det handlar ännu inte om en sjätte *massutrotning* av den storleksordning som skett i tidigare geologiska tidsperioder, men kan utvecklas till en sådan om inte utvecklingen hejdas.

Det finns idag ett stort fokus på klimatförändringar. Vi ser tydligt konsekvenserna av klimatförändringarna i form av höjda temperaturer, förändrad nederbörd, extrema väderhändelser och havsnivåhöjningar. Därför har världens länder i *Parisavtalet*, som trädde i kraft 2016, kommit överens om att begränsa klimatuppvärmningen till långt under 2 grader genom att solidariskt begränsa utsläppen av växthusgaser. Världen över pågår arbete med att leva upp till Parisavtalet och engagemanget för detta är stort bland medborgare.

Krisen för den biologiska mångfalden är svårare att observera och dess kon-

sekvenser kommer ofta smygande. Det finns inte alls lika mycket rättfram information om vad som hänt med den biologiska mångfalden, helt enkelt för att vi inte har tillräckligt mycket historiska data. Men genom att lägga pussel med den information som finns, vet vi att arter förloras i en förskräckande omfattning. På en viss plats kan utvecklingen ha varit både positiv och negativ, men i det stora hela leder direkt och indirekt mänsklig påverkan till att den biologiska mångfalden trängs tillbaka. Men det är lätt att glömma hur det var förr – ett fenomen som vetenskapen kallar *smygande normalitetsförändring*. Enkelt uttryckt så vänjer vi oss vid att våra landskap och städer är fattiga på arter. *Allt detta gör att förlusten av mångfald riskerar att inte synas.*

Den biologiska mångfalden i vid mening är viktig för ekosystemens direkta produktion (till exempel biomassa), deras reglerande funktioner (till exempel kontroll av skadegörare), deras kulturella tjänster (till exempel hur vi känner oss hemma i naturen i vår närhet) med mera – allt det vi kallar ekosystemtjänster. Ofta är det inte hur många arter som finns på en viss plats vid en viss tidpunkt som är avgörande, utan det är variationen av gener, arter och ekosystem på både små och stora skalor som är viktig. På en vanlig åker till exempel, bidrar markorganismer med att förbättra markens bördighet, så kallade naturliga fiender bekämpar skadegörare och vilda pollinatörer bidrar till ökade skördar av blommande grödor. Naturligtvis är de vanliga arterna just nu viktigast för dessa



Genom att göra den biologiska mångfalden och dess nytta synlig, fyller magasinet en lucka i svensk utbildning och kan på så sätt bidra till en mer hållbar framtid.

funktioner – bara vanliga arter kan bidra med tjänsterna i nämnvärd omfattning – men i framtiden när miljöförhållanden ändrats kan arter som är ovanliga idag bli viktiga. *Eftersom det är svårt att veta vilka arter som är viktiga i framtiden, behöver många arter bevaras för att framtidssäkra ekosystemtjänsterna.*

Även nyttan av den biologiska mångfalden kan vara osynlig. För att förstå vikten av att bevara ekosystemfunktioner och arter måste man känna till dem. När människor levde närmare naturen, till exempel i det gamla bondesamhället, ställdes stora krav på kunskap om naturens funktioner. Nu lever de flesta av oss i städer där vi är mer oberoende av naturens direkta påverkan. Vikten av naturens funktioner för oss har blivit svårare att förstå. I skolan behöver vi inte längre samla växter till ett litet eget *herbarium*, det vill säga en samling torkade växter som skolbarnen förutsattes kunna namnen på. Mer allmänt är kunskapen om arter och ekosystem mycket mer begränsad när vi inte längre lever nära naturen. *Det behövs därför ett kunskapslyft när det gäller den biologiska mångfaldens roll för oss människor.*

Klimatkrisen är också en kris för den biologiska mångfalden. Förändringar av temperatur och nederbörd leder till att arter måste anpassa sig, ändra utbredningsområden eller så kan de dö ut. Möjligheten att förändra utbredningsområden kan begränsas av den enorma förlusten av naturliga habitat (till exempel skogar och naturliga gräsmarker) som människor har åstadkommit. Detta är väl känt. Mindre känt är att mångfalden bidrar till att minska klimatförändringar och dess konsekvenser. Större mångfald kan buffra effekter av klimatförändringar, eftersom vissa arter klarar klimatförändringar bättre än andra. Skogar som helt domineras av gran riskerar att drabbas av skadeinsekter och stormskador i ett förändrat klimat, med minskat upptag av atmosfärens koldioxid som följd (upptag av atmosfärens koldioxid minskar klimateffekten – motsatsen till att utsläpp av koldioxid vid förbränning ökar den). Det ömsesidiga beroendet gör att vi måste klara att bevara mångfalden och hantera klimatfrågan samtidigt. Detta kan dock kortiktigt innebära materiella uppoffringar. *En större kunskap*

om den övergripande synergien kan öka acceptansen för de åtgärder som krävs för att lyckas med detta.

Biologisk mångfald bidrar också direkt till vårt välbefinnande – om vi bara låter den göra det. *Men utan kunskap, går man minste om delar av denna källa till lycka.* Naturprogram bjuder på mycken dramatik, men samma dramatik (men kanske i lite mindre skala) finns i vår närmatur. Att se en förpuppad trollsländelarv utvecklas till en fullvuxen trollslända är ett minne för livet. Att förstå att fåglarnas lekfulla flykt kan handla om hanar som avundsjukt bevakar sina honor ger inblick i hur naturen fungerar. Eller för den mer ambitiösa, att besöka en spelplats för tjäder ger en insikt i hur så kallad sexuell selektion har bidragit till att skapa mer eller mindre absurda anpassningar hos fåglars hanar (och ibland honor). Ju större kunskap om naturen, desto mer dramatik (stor som liten) kan man uppleva när man är ute.

Det är svårt att sia, särskilt om framtiden (ordspråk med oklart ursprung). Detta gäller i högsta grad vad som kommer att hända med den biologiska mångfalden. På den positiva sidan ligger att världen trots allt lyckades nå en omfattande överenskommelse om biologisk mångfald på FN-mötet i Montreal 2022, som ställer högra krav på bevarande, restaurering och hänsynsfullt nyttjande av biologisk mångfald. Denna överenskommelse skall nu implementeras i jordens länder, ett arbete som bara börjat. En förhoppning är att den ökade uppmärksamheten om tillståndet för den biologiska mångfalden som till exempel IPBES löpande arbete bidrar till, kan öka acceptansen för det som krävs för att åstadkomma en hållbar framtid.

Allt vad jag beskrivit ovan är vad som gör ett magasin som detta så viktigt. Att skapa fascination för den biologiska mångfalden, så att varje besök i naturen blir en upplevelse av lycka! Att skapa förståelse för den biologiska mångfaldens vikt, så att vi tar vara på den innan det är för sent! *Genom att göra den biologiska mångfalden och dess nytta synlig, fyller magasinet en lucka i svensk utbildning och kan på så sätt bidra till en mer hållbar framtid.*

Henrik Smith



1 Mångfalden förändras

Text av **Martin Granbom**

Livet på jorden har funnits i cirka 3,8 miljarder år och har resulterat i en stor mångfald av arter. Under årmiljonerna har många arter dött ut, eftersom de inte längre varit tillräckligt väl anpassade för sin livsmiljö och därför blivit utkonkurrerade. Samtidigt har nya arter bildats som koloniserat lämpliga miljöer.

Allt sedan livet uppstod på jorden har det successivt skett en utveckling av nya livsformer, medan andra har dött ut. När miljöer förändras blir andra egenskaper värdefulla än de som varit viktiga tidigare. Om det finns en genetisk variation inom arten kommer individer som är bäst anpassade till den förändrade miljön att få störst avkomma och därmed konkurrera ut individer som inte klarar att föröka sig lika bra, men det förutsätter att miljöförändringarna inte sker alltför snabbt. På så sätt sker en utveckling och anpassning till de nya förutsättningarna, en process som kallas evolution och innebär att nya livsformer ständigt uppstår där det finns livsutrymme, nischer, att erövra. Antalet arter är därför inte konstant utan kommer alltid att förändras med tiden.

Arter som lever i samma miljö samverkar med varandra i komplexa ekosystem. Vissa arter kan vara särskilt viktiga för ett ekosystems funktion eftersom de skapar livsmiljöer för andra arter eller bidrar till artspridning. För att förstå hur ekosystem fungerar räcker det inte att räkna och jämföra antalet arter i olika ekosystem, eller att undersöka artantalet i ett visst ekosystem vid olika tidpunkter, utan det gäller att förstå vilka roller arterna spelar i ekosystemen.

Vad är biologisk mångfald?

Bevarandet av biologisk mångfald handlar inte bara om att förhindra att arter utrotas. Det handlar även om att bevara variationen av livsformer och deras funktioner i den mångfald av ekosystem som finns på jorden.

I samband med FN:s konferens om miljö och hållbar utveckling i Rio de Janeiro 1992 togs en konvention om biologisk

mångfald fram som undertecknades av 196 stater, däribland Sverige. Bland de stater som hittills inte slutgiltigt godkänt konventionen finns bland andra USA. Sedan 1992 har konventionen utökats med flera tillägg för att bevarandearbetet ska stärkas och bli mer effektivt. I konventionen från Rio-konferensen ges följande förklaring till biologisk mångfald:

“Biologisk mångfald är variationsrikedomen bland levande organismer i alla miljöer (inklusive landbaserade, marina och andra akvatiska ekosystem) samt de ekologiska komplex i vilka dessa organismer ingår; detta innefattar mångfald inom arter, mellan arter och av ekosystem.”

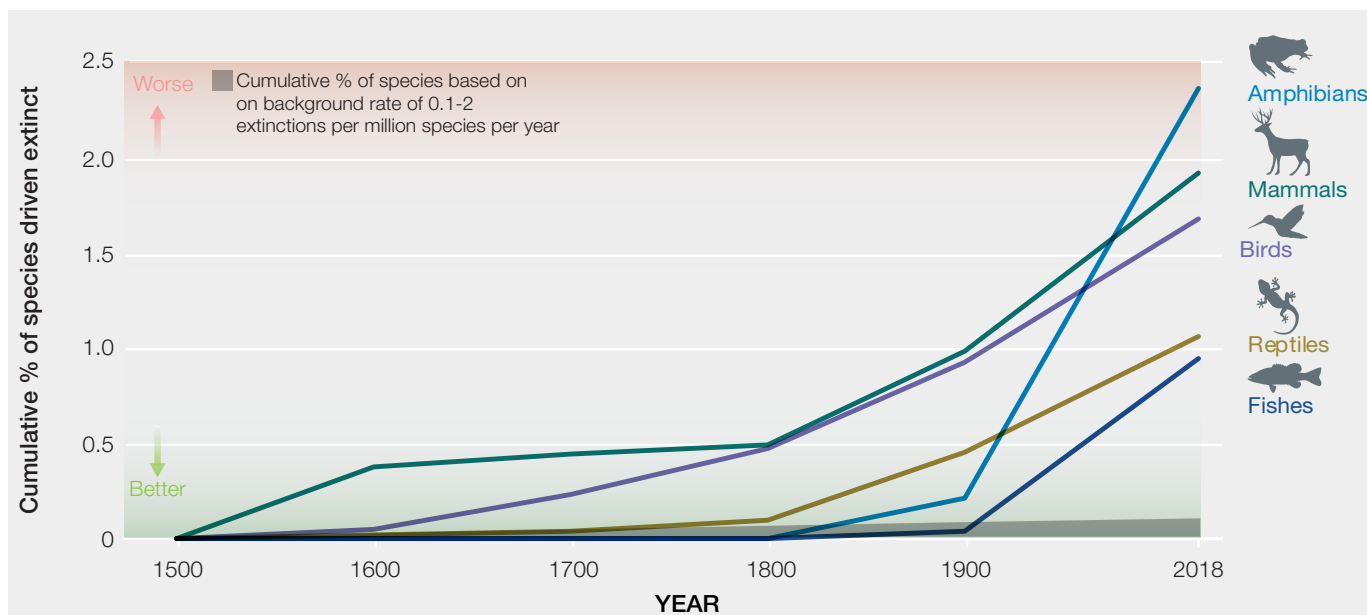
Syftet med konventionen är att bevara den biologiska mångfalden i de tre nivåerna ekosystem, arter och gener, samt att utnyttja naturresurserna långsiktigt hållbart och fördela vinster från genetiska resurser rättvist. Konventionen slår fast att alla stater har ett moraliskt ansvar för att bevara biodiversiteten, inte minst för att det är omöjligt att överblicka vilka konsekvenser minskad biologisk mångfald kan leda till. Konsekvenserna kan vara ekologiska, där vissa arter påverkar andra arters förekomst. Utrotning av en art kan därmed få oöverblickbara ekologiska kaskadeffekter. Utöver det kan vi människor påverkas av att den biologiska mångfalden minskar, genom att ekosystemtjänster försvinner eller beroende på att gener som är viktiga för matproduktion eller för medicinska syften inte längre finns kvar i genpoolen.

Kunskap om arter är viktig

Ingen vet hur många arter det finns på jorden idag. Det har gjorts många försök att uppskatta antalet arter, och även om ingen säkert vet är de flesta överens om att det är betydligt högre än de knappt två miljoner namngivna arter som hittills beskrivits. Många forskare tror att det kan röra sig om

Bilden på föregående sida är tagen utanför Ingarö i Stockholms skärgård.

Foto: J Lokrantz/Azote



Figur 1. Förändring av utrotningstakten för grupper av ryggradsdjur sedan 1500-talet. Alla arter är inte bedömda, men figuren ger en god indikation om att utrotningstakten ökar på en global skala.

Den gröna, breda linjen längst ner visar bakgrundsgraden för utrotningstakten som baseras på 0,1–2 utrotade arter årligen per miljon arter. Y-axeln visar arter (kumulativt) som utrotats i procent av bakgrundsgraden. Kumulativt innebär att alla arter som utrotats fram till ett visst årtal har summerats.

Källa: Purvis, A. et al. (2019), Kapitel 2.2, Status and Trends – Nature, i *The global assessment report on biodiversity and ecosystem services*, IPBES, CC BY 4.0. (doi/10.5281/zenodo.3832005)

cirka tio miljoner arter, men kanske finns det så många som trettio miljoner. Att räkna antalet arter på jorden låter kanske inte omöjligt, men är i realiteten väldigt svårt. Många miljöer är svårtillgängliga, såsom havsdjupen och trädskronorna i en regnskog, och vissa arter är så små att de är svåra att se, eller så ovanliga att det är svårt att hitta dem. Det finns också många arter som lever inuti andra arter, vilket gör att de inte upptäcks så lätt. Dessutom gäller det att kunna särskilja närstående arter eftersom det kan vara oklart om det handlar om variationer inom arterna eller om skillnaderna är så stora att det är olika arter.

Särskilt svårt är det att skilja ut arter av bakterier då många arter inte kan odlas och undersökas på labb. De flesta bakteriearter i naturliga miljöer, som exempelvis i olika jordar, sjöar, vattendrag och hav, är okända.

Bakterier kan även utbyta genetiskt material på ett okontrollerat sätt, vilket gör att släktskapet mellan arter blir svårt att fastställa. Det krävs ofta att DNA sekvenseras för att det ska gå att ange vilken art det rör sig om. Hur många arter av bakterier det finns totalt är än så länge omöjligt att veta.

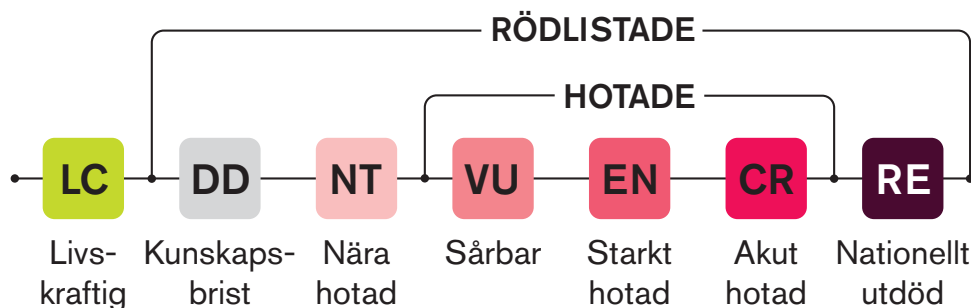
Kartläggning av arter

Regeringen och riksdagen tog år 2002 initiativ till *Svenska Artprojektet*. Uppdraget är att kartlägga och beskriva samtliga svenska flercelliga växter, djur och svampar, samt göra kunskapen om dessa tillgänglig. Artdatabanken vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) ansvarar för sammanställningarna och publicerar efterhand resultaten för olika organismgrupper. I samband med arbetet får samtliga arter också svenska namn – tidigare har många arter enbart haft latinska

Figur 2. Artdatabanken, SLU, ger vart femte år ut en lista över arter och deras hotstatus i Sverige, *Rödlistade arter i Sverige*. Den senaste rödlistan publicerades 2020. De rödlistade arterna delas in i kategorier enligt figuren.

Det finns cirka 61 000 kända flercelliga arter i Sverige. I 2020 års version av rödlistan bedöms 21 740 arter och 4 746 av dem klassas som rödlistade (NT, VU, EN, CR, RE eller DD) varav 2 249 arter som hotade (VU, EN eller CR).

Illustration: SLU Artdatabanken (2020). Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU, Uppsala



namn. Med svenska namn blir det lättare att prata om arter och det blir också lättare att öka intresset för de svenska arterna. Genom bokverket *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna* och den digitala informationen i Artfakta och Artportalen, sprids kunskap till forskare, myndigheter och en intresserad allmänhet. Arbetet med Nationalnyckeln är inte på långa vägar klart, men har redan gett många intressanta resultat, som exempelvis att mer än 3000 arter har påträffats som inte tidigare varit kända i Sverige, varav cirka 1000 är okända för vetenskapen.

Artdatabanken vid SLU ansvarar även för att ge ut en lista över arter och deras hotstatus i Sverige, *Rödlistade arter i Sverige*, och uppdatera denna vart femte år. Endast cirka 22000 av de totalt cirka 61000 flercelliga svenska arterna har hittills bedömts och av dessa finns 4746 arter upptagna i 2020 års rödlista, varav 2249 delas in i olika hotkategorier (figur 2). Det totala, verkliga antalet hotade arter går inte att fastställa med dagens kunskapsnivå. Även andra arter tas upp i rödlistan: de som är utdöda i Sverige, nära hotade och för vilka det finns en kunskapsbrist. I den senaste rödlistan har antalet rödlistade arter ökat jämfört med tidigare. Det beror dels på att fler arter har bedömts, dels på

att andelen hotade arter har ökat, och därmed syns en negativ trend för den biologiska mångfalden i Sverige.

Internationellt arbete

IUCN, *The International Union for Conservation of Nature* (*Internationella naturvårdsunionen*), är en organisation med både regeringar och andra aktörer som medlemmar. 1964 började organisationen kartlägga arter som är hotade eller i behov av stödåtgärder. Antalet arter på listan har växt betydligt under åren, och med denna som grund har IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) gjort bedömningen att det finns cirka en miljon arter som hotas av utrotning på grund av mänskliga aktiviteter såsom förändrad markanvändning, överexploatering genom fiske och jakt, spridning av invasiva arter och klimatförändringar.

Viktigt att känna igen arter

Redan tidigt i människans utveckling har artkunskap varit viktig. För att kunna berätta för någon annan vilken växt som är ätlig eller för att kunna förklara vägen genom en skog har det varit nödvändigt att sätta namn på arter och därigenom skapa en gemensam

CARL VON LINNÉ (1707–1778)

Carl von Linné föddes i Råshult i Småland 1707. Efter studier blev han så småningom professor i medicin och botanik vid Uppsala universitet och en mycket uppskattad föreläsare och exkursionsledare för studenterna. Ett citat från *Critica Botanica* 1737 visar hur viktig Linné ansåg artkunskap var "Om du inte känner till namnen försvinner också din kunskap om tingen." Han skapade ett system för att namnge och klassificera arter som fortfarande används internationellt. Det gör honom till en av de mest kända svenskarna i världen trots att han levde på 1700-talet.

Linné räknas som den moderna systematikens fader och även om han inte var först med att skapa ett internationellt system för namngivning av arter, är det hans system som utgör grunden idag. Linné grupperade arter hierarkiskt baserat på deras fysiska egenskaper. Varje art har ett släktnamn och ett artepitet, båda på latin. Artepitetet säger ofta något om artens utseende eller i vilken miljö den växer. Linné antog att det fanns cirka 25000 växtarter på jorden, men idag vet vi att det verkliga antalet är långt fler än så och antalet beskrivna arter ökar ständigt.

Figur 3.



Carl von Linné, porträtterad av Alexander Roslin 1775.

Foto: Nationalmuseum, public domain

faktabas. När människor levde mer isolerat hade säkerligen varje grupp egna namn på arterna, men efterhand som kontakterna mellan olika befolkningsgrupper blev fler växte också behovet av ett gemensamt system för att namnge arter. Läs om Carl von Linnés namngivningssystem i figur 3, sida 9.

Arter brukar numera grupperas utifrån deras evolutionära släktskap, som illustreras med så kallade fylogenetiska träd (se figurer i följande artikel "Biologisk mångfald utvecklas"). För att undersöka släktskapet görs DNA-sekvenseringar, vilket har resulterat i att tidigare släkcträd ibland har reviderats.

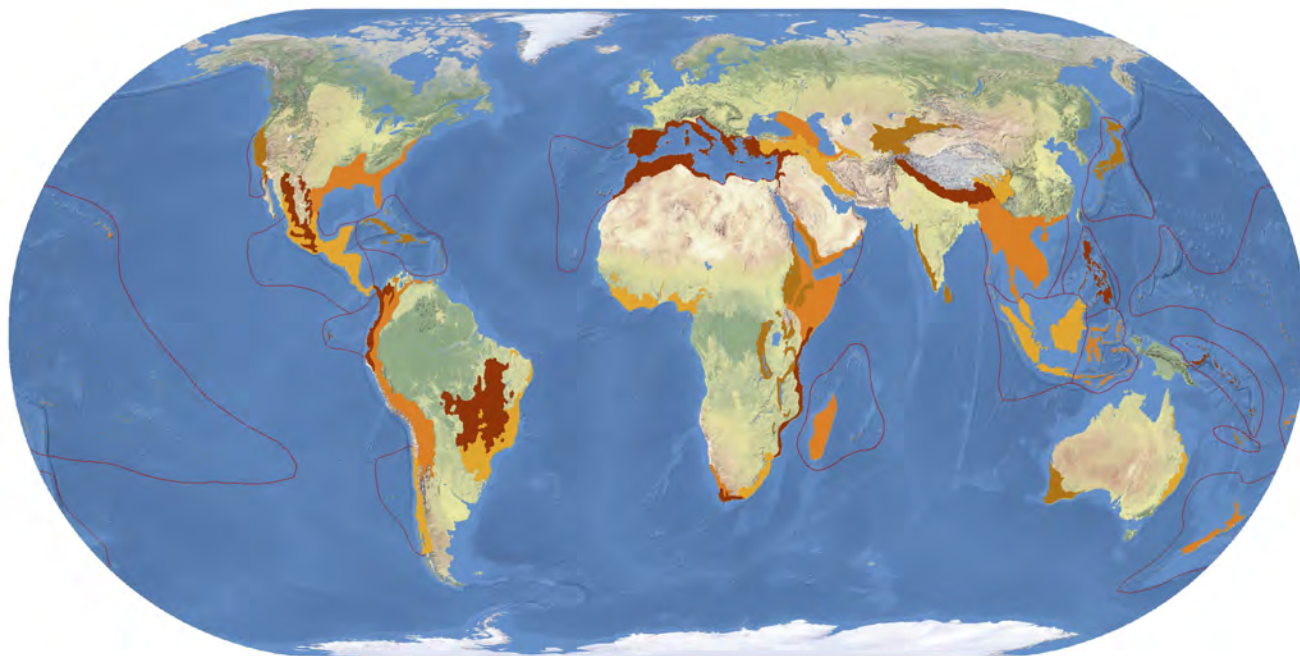
För att förstå problematiken kring bevarande av biologisk mångfald krävs kunskap om arter och deras ekologi. Först då kan man tolka observationer och förstå hur den biologiska mångfalden bäst bevaras. Det är naturligtvis omöjligt för dem som inventerar naturområden att kunna alla arter. För att underlätta kan så kallade signalarter användas. Det är arter som indikerar områden med särskilt höga naturvärden och där det ofta även finns sällsynta arter. Skilda miljöer karaktäriseras av olika signalarter.

Var finns störst mångfald?

Antalet arter varierar inom olika regioner och mellan naturtyper, vilket beror på flera orsaker. Först och främst bildas arter ofta genom specialisering och där den naturliga selektionen kunnat verka ostört i årmiljoner har graden av specialisering blivit allt större. Det har medfört att miljöer som varit opåverkade av människan under lång tid i regel är väldigt artrika, exempelvis tropiska regnskogar och korallrev.

Öar har ofta en särpräglad flora och fauna eftersom det genetiska utbytet med andra områden är begränsat. Ett bra exempel är Madagaskar där 200 000 arter påträffats, varav 160 000 inte hittats någon annanstans på jorden och alltså är endemiska.

För att ett rikt växt- och djurliv ska utvecklas krävs god tillgång på ljus, värme, vatten och näringsämnen. Därför är ofta artrikedomen större i varma, fuktiga områden jämfört med till exempel Arktis eller Antarktis. Men arter som utvecklas i kallt klimat är också viktiga att bevara eftersom andra egenskaper och kombinationer av gener gynnats i dessa miljöer.



Figur 4. Kartans markeringar i olika nyanser av gult/orange/rött visar biodiversitetshotspots, det vill säga områden där den biologiska mångfalden är extremt stor. De olika färgerna används bara för att skilja närliggande områden åt och har ingen övrig betydelse.

Källa: Kellee Koenig (2016). Biodiversity Hotspots Map (no text). Zenodo. CC BY 4.0.



Biodiversitetshotspots

Forskare har tagit fram särskilt viktiga områden för den biologiska mångfalden med extremt stor rikedom av endemiska arter som också utsätts för hot av olika slag (figur 4). Enligt ett förslag från en internationell naturvårdsorganisation har 36 områden utsetts till biodiversitetshotspots och dessa innehåller tillsammans cirka 60 procent av alla jordens arter. Exempel på biodiversitetshotspots är Madagaskar, Nya Zeeland och delar av Amazonas.

Även naturen i Kaukasus är extremt varierad och erbjuder därför många olika livsmiljöer för växter och djur. I detta område, mellan Svarta havet och Kaspiska havet, möts flora och fauna från Mellanöstern, Asien och Europa vilket, ger en stor artdiversitet. Kaukasus är relativt otillgängligt och där överlever arter som har svårt att klara sig i närheten av människan. Dessutom har specifika arter utvecklats som är endemiska för området. I Kaukasus finns cirka 6 500 växtar-

ter (1 600 endemiska), 131 däggdjursarter (18 endemiska), 86 kräldjursarter (20 endemiska) och, givetvis, fåglar, amfibier och fiskar med flera organismgrupper.

Indo-Burma är ett område i Sydostasien som saknar kust och är ovanligt tätbefolkat för att ha en så rik biologisk mångfald. Många som bor i området är direkt beroende av naturresurser i form av småskaligt jordbruk. Ett tydligt tecken på att delar av området är svårtillgängligt är att sedan 1992 har sex stora däggdjursarter hittats här, som är nya för vetenskapen. Fågelfaunan består av cirka 1 200 arter och där finns även många sköldpaddsorter varav många är endemiska.

På kartan i figur 4 markeras inga biodiversitetshotspots i Sverige men det finns ändå områden här som är mycket artrika. Det kan exempelvis vara en traditionellt skött ängsmark eller betesmark. I ett område med gammal, förhållandevis orörd naturskog är artrikedomen mycket hög vid jämförelse med omgivande produktionsskog.

Figur 5. I Kaukasus finns stora otillgängliga områden som gör att många arter som inte trivs i människans närhet överlever. Här finner man arter från Europa, Mellanöstern och Asien, och utöver det, flera endemiska arter som bara återfinns här.

Foto: Vyacheslav Argenberg, commons.wikimedia.org
CC BY 4.0

Biologisk mångfald utvecklas

Den enda plats i Universum där vi vet att det finns liv är jorden. Men vi har faktiskt inte en susning om hur många olika arter av djur, växter, svampar, bakterier och andra organismer som finns på jorden. Uppskattningsvis har drygt två miljoner arter beskrivits av forskare, men det finns ännu ingen komplett lista över alla dessa arter. Det verkliga antalet har uppskattats till fem, tio eller kanske femtio miljoner. Faktum är att det är mer som vi inte vet än vad vi vet om jordens organismer!

Texten är skriven av:

Per Alström

Forskare vid Institutionen för ekologi och evolution vid Uppsala universitet, som studerar fåglars släktskap och evolution. Publicerat fler än 200 artiklar, två böcker och ett flertal bokkapitel om fåglar. Tidigare gästprofessor vid Kinesiska vetenskapsakademien och gästforskare vid University of Cape Town, Sydafrika, och arbetat vid Naturhistoriska riksmuseet och SLU Artdatabanken. Har tillbringat flera år i fält i olika delar av världen, särskilt i dåligt utforskade områden i Asien. Fotot är taget på 4600 meters höjd i Meilixue Shan, Yunnan, Kina.



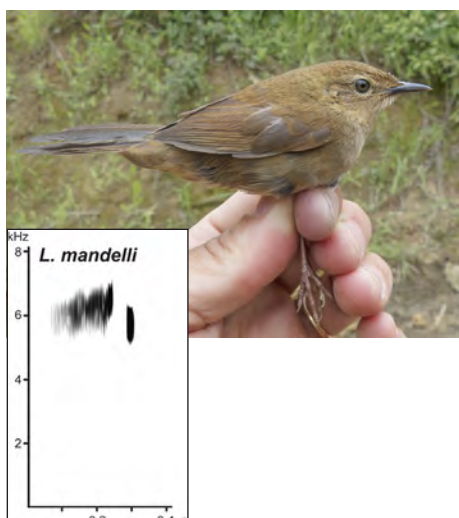
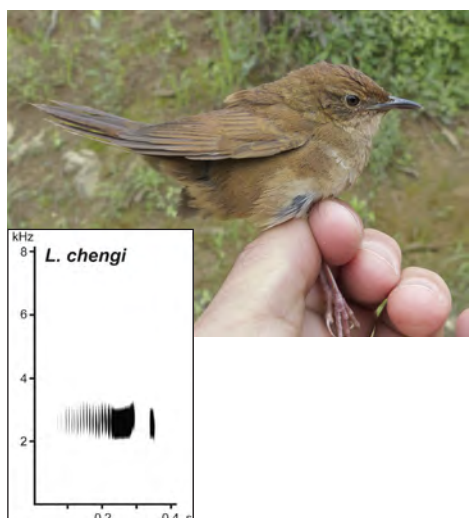
Foto: Zhao Chao

De största kunskapsluckorna gäller sannolikt insekter (som är den – såvitt vi vet – största djurgruppen), svampar (varav många är mikroskopiska eller lever på platser där de är osynliga för oss), encelliga djur, arkéer och bakterier. Inom dessa grupper kan man hitta nya arter för vetenskapen även i Sverige. Exempelvis har Svenska Malaisefällexpeditionen, som under några år samlade in 25 miljoner insekter över hela Sverige med hjälp av så kallade malaisefäl-
lor (uppkallade efter den svenske insektsforskaren René Malaise), hittat fler än 1 000 nya arter för vetenskapen (och fortfarande återstår en stor del av materialet att undersöka)! När det gäller fåglar, som jag forskar på, och däggdjur, är merparten av alla arter upptäckta: cirka 11 000 fågel- och cirka 6 500 däggdjursarter. Trots att endast mycket få nya fågelarter hittas varje år, ökar antalet arter snabbare än så. Detta beror på att fåglar som tidigare klassificerats som underarter har studerats med moderna tekniker och då visat sig vara så distinkta att de istället anses vara olika arter. DNA-analyser är oerhört betydelsefulla i detta sammanhang, liksom studier av läten och beteenden, som man tidigare hade väldigt lite kunskap om.

Jag har varit med och upptäckt och namngivit sju för vetenskapen nya arter och tre nya underarter av fåglar. De nya arterna hittade vi i olika bergsområden i Kina, nordöstra Indien, norra Vietnam och

vid en biflod till Mekongfloden i Kambodja. Alla utom en av dessa är oerhört lika en eller flera andra arter till utseendet – men vi avslöjade dem genom att de hade en unik sång. När vi sedan studerade dem i detalj, kunde vi konstatera att det fanns små men tydliga skillnader även i utseende och ofta även i beteende och mellan miljöer där de levde. Dessutom fanns åtminstone fyra av dem i samma område som närbesläktade arter utan tecken på att de parade sig med varandra. Analyser av deras DNA visade också att de varit åtskilda från sina närmaste släktingar i upp till flera miljoner år.

När man tror sig ha upptäckt en ny art, måste man först fastställa att arten inte redan är beskriven, men bortglömd. Detta kan vara oerhört tidskrävande, mödosamt och kostsamt. Äldre litteratur (som kan vara på ryska, kinesiska eller persiska...) måste studeras, och ofta måste museisamlingar i olika delar av världen besökas för att avgöra om den potentiellt nya arten redan finns i någon av dessa. När man väl känner sig övertygad om att det verkligen är en obeskriven art man hittat, måste fyndet publiceras i en vetenskaplig tidskrift. Det finns ett stort antal regler som måste följas när man ger en art dess vetenskapliga namn. Tre av arterna jag varit med och beskrivit har vi gett namn efter framstående asiatiska ornitologer, för att hedra dessa: *Motacilla samveasnae* (mekongärla) efter Sam Veasnae från Kambodja, *Locustella chengi* (sichuan-



Figur 1. Till vänster *Locustella chengi* och till höger *Locustella mandelli*, båda från Laojun Shan, Sichuan, China. Upptagningar av deras läten visas under respektive art. Till det yttre är det små skillnader mellan arterna, men deras läte avslöjar att det är två olika arter.

Foto: Per Alström

Referens: Alström, P. et al. (2015). Integrative taxonomy of the Russet Bush Warbler *Locustella mandelli* complex reveals a new species from central China *Avian Research* 6:9. (doi.org/10.1186/s40657-015-0016-z)

”

Faktum är att DNA-analyser har revolutionerat vår kunskap om "livets träd".

smygsångare) efter Tso-hsin Cheng från Kina och *Zoothera salimalii* (himalayatrast) efter Sálím Ali från Indien. Sammantaget kan det vara en mycket långdragen process att beskriva en ny art. I ett av de fall som jag arbetat med tog det tolv år från det att vi först insåg att det sannolikt var en ny art vi hittat till dess att artikeln var publicerad! Snabbare och effektivare sätt att beskriva nya arter behövs verkligen! Förslag som innefattar fotografier och DNA-sekvenser har framförts, men är ännu inte vedertagna.

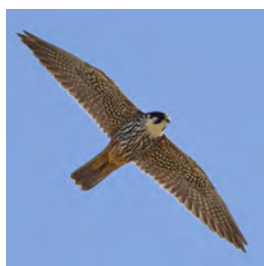
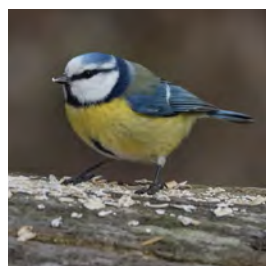
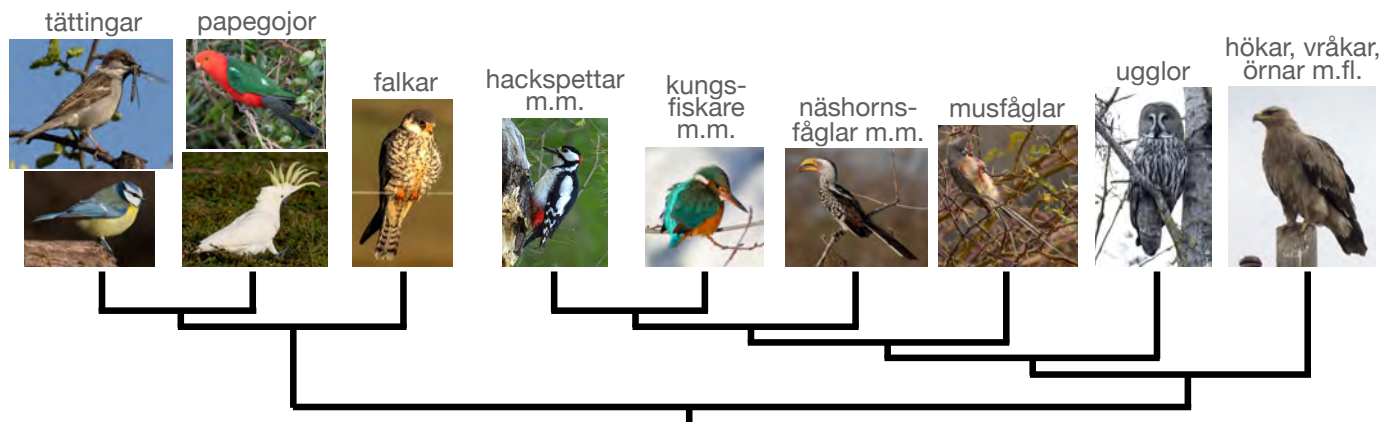
Man kan tro att analyser av DNA borde räcka för att avgöra om en viss organism är en ny art eller inte. Kan man inte bara besluta att en viss procentuell skillnad mellan två organismer avgör om de är samma eller olika arter? Nej, tyvärr inte. Ett av skälen är att två organismer kan vara oerhört lika genetiskt, men att de inte alls parar sig med varandra, exempelvis på grund av att de inte attraheras av varandras parningssignaler (såsom sång hos fåglar) eller för att de förökar sig i olika miljöer (som insekter som lägger ägg på olika växter). Dessutom finns inga ge-

ner som har en konstant evolutionstakt hos alla organismer, som skulle kunna användas som "artavgränsningsgener". Däremot används numera ofta DNA-sekvenser, så kallade "barcodingener", för att identifiera redan kända arter (och för att upptäcka nya arter, i till exempel jord- eller vattenprover).

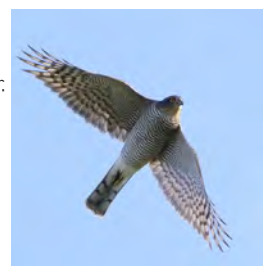
Även om DNA är ett mycket användbart hjälpmedel när det gäller att beskriva och identifiera arter, är DNA till ännu större hjälp när det gäller att rekonstruera släktskapsförhållanden mellan arter. Faktum är att DNA-analyser har revolutionerat vår kunskap om "livets träd". DNA-studier har många gånger avslöjat att arter som ansetts vara nära släkt med varandra inte alls är det.

Ett exempel är att falkar visat sig vara närmare släkt med tättingar ("småfåglar") än med övriga rovfåglar. (Se figur 2.) En lärfalk är alltså närmare släkt med en blåmes än med en sparvhök! Anledningen till att falkar liknar hökar och andra rovfåglar till utseendet är att de alla har anpassats till att fånga och äta fåglar och andra djur. Detta kallas konvergent evolution.

Omvänt har DNA-analyser många gånger visat att arter som inte är lika till utseendet kan vara väldigt nära släkt. Exempelvis är flamingor och doppingar, som är oerhört olika utseendemässigt, varandras närmaste släktingar, men de har utvecklat stora skillnader i utseende eftersom de anpassats till väldigt olika livsstilar – ett exempel på divergent evolution.



Figur 2. Falkar är närmare släkt med tättingar ("småfåglar") än med hökar och andra rovfåglar, se släkträdet ovan.
Blåmes, längst till vänster, ett exempel från gruppen tättingar.
Lärkfalk till vänster och sparvhök till höger. Se placeringen av dessa arter i släkträdet.
Foto: Per Alström (släkträdet ovan, samt blåmes och lärkfalk till vänster) och Björn Malmhagen (sparvhök till höger)



Familjen Motacillidae

piplärkor

ärlor

Alström, et al. 2015.
Royal Society Open Science 2: 140364

5.0 0.0
miljoner år sedan



Trädlevande pipilärka!



Skogslevande ärla!



Figur 3. Den trädlevande pipilärkan (burupiplärka) och den skogslevande ärlan (sätoméärla) är så olika sina närmaste släktingar att forskarna inte insåg till vilka grupper de hörde förrän DNA-studier kunde göras. Två foton på andra arter av pipilärkor respektive ärlor finns för jämförelse till vänster om bilderna på den trädlevande pipilärkan och den skogslevande ärlan.

Referens: Alström, P. et al. (2015) Dramatic niche shifts and morphological change in two insular bird species. *The Royal Society Open Science*, 2 (3). (doi.org/10.1098/rsos.140364)
Illustrationer (målningar): Per Alström, Jon Fjeldså och Ren Hathway



Phylloscopus soror
(Alströms bambusångare, ny art)



Phylloscopus omeiensis
(emeibambusångare,
tidigare *Phylloscopus burkii*)



Phylloscopus tephrocephalus
(gråkronad bambusångare,
tidigare *Phylloscopus burkii*)



Phylloscopus valentini
(bergbambusångare,
tidigare *Phylloscopus burkii*)

En av de mest uppseendeväckande studier jag varit involverad i gäller en liten grön, grå och rödbrun fågel som klättrar omkring på grenar och trädstammar på ön Buru i Indonesien och en annan liten brun, kortstjärtad fågel som lever i skog på ön São Tomé utanför västra Afrika. Båda dessa ansågs så unika att de placerades i släkten som bara omfattade vardera en art, den förra i släktet *Madanga* och den senare i *Amaurocichla*. Man ansåg att fågeln på ön Buru var en så kallad glasögonfågel, varav det finns många arter i andra släkten, medan man var osäker på vad fågeln på ön São Tomé var närmast släkt med, men man antog att det måste vara någon afrikansk sångare. Våra DNA-studier visade emellertid att den förra är en piplärka och den senare en ärla (som båda ingår i fågelfamiljen ärlor). Anledningen till att den som

numera heter burupiplärka och den som nu heter säotoméärla är så oerhört olika sina närmaste släktingar i utseende, vilket totalt vilselett tidigare forskare, är att de har anpassats till helt nya miljöer jämfört med sina "kusiner" och i samband med det kommit att förändras dramatiskt i nästan alla avseenden. (Se figur 3.)

Att utforska den biologiska mångfalden är inte bara spännande. Det är också en förutsättning för att vi skall förstå de komplexa ekologiska system som vi faktiskt är helt beroende av för vår egen existens! Dessutom finns en enorm, outnyttjad potential att hitta läkemedel, livsmedel och andra för oss människor värdefulla produkter. Vi behöver med andra ord satsa oerhört mycket mer resurser på att utforska – och inte minst skydda! – den biologiska mångfalden.

Figur 4. Ovan syns fyra snarlika fåglar i släktet *Phylloscopus* (lövsångare). Detta komplex klassificerades tidigare som en art. Baserat på studier av morfologi, ljud, biotop och DNA klassificeras det numera som sex arter; varav dessa fyra förekommer på samma berg i centrala Kina, men huvudsakligen segregerade höjdmässigt. Till detta släkte hör också vår egen lövsångare, Sveriges vanligaste fågel.

Foto: Per Alström

Figur 5. Flamingor (mindre flamingo till vänster) och doppingar (svarthakedopping till höger) är varandras nu levande närmaste släktingar – trots oerhört olika utseende, som utvecklats som anpassningar till olika livsstilar.

Foto: Per Alström



ARTER OCH UNDERARTER

– Vad menas med en art?

Det finns ingen allmänt accepterad definition av vad en art är. Tvärtom har otaliga forskare föreslagit olika artbegrepp. Varför är det så svårt att definiera vad en art är?

Talgoxar, blåmesar, skator, rävar och älgar är ju alla otvetydigt olika arter. Men i skilda geografiska områden finns det talgoxar, blåmesar och skator som skiljer sig åt i utseende och där forskare länge tvistat om ifall de skall betraktas som olika arter eller som underarter av en och samma talgoxe-, blåmes- eller skatart. Det finns inte heller någon enhetlig definition av vad en underart är, men som regel avses en geografiskt isolerad variant, som endast skiljer sig litet i olika avseenden (oftast bara utseende) från andra underarter av samma art. Gränsen mellan olika underarter är oftast diffus, och de anses kunna föröka sig tämligen fritt med varandra.

Den sannolikt mest kända artdefinitionen, som formulerats av Ernst Mayr och som brukar kallas "det biologiska artbegreppet", definierar arter som naturligt förekommande grupper av populationer (individer) som förökar sig med varandra (eller åtminstone potentiellt har förmågan att göra det), men som är reproduktivt isolerade från andra sådana grupper. Att de är reproduktivt isolerade betyder att de antingen inte parar sig med varandra om de har möjlighet till det, eller att avkomman – om det över huvud taget blir någon sådan – har låg livsduglighet och/eller fertilitet.

De flesta av världens arter har emellertid beskrivits endast utifrån att de skiljer sig utseendemässigt från andra arter. De kan bara antas vara reproduktivt isolerade från andra, eftersom de utvecklat unika egenskaper.

I populärlitteratur och läroböcker för skolor definieras ofta arter som grupper av individer som förökar sig med varandra och kan få fertil avkomma. Självklart måste olika individer av samma art kunna få fertil avkomma, medan organismer vars hybrider är sterila naturligtvis är olika arter. Men många organismer som allmänt betraktas som distinkta arter kan få fullt fertil avkomma. Exempelvis har gräsanden konstaterats hybridisera med drygt 40 andra andararter i naturen och ytterligare ett tjugotal arter i fångenskap. Även om fertiliteten är okänd för många av dessa hybrider, så är den tveklöst god hos många andra. Faktum är att merparten av alla hybrider mellan närbesläktade fågelarter sannolikt är fullt fertila. Men de kan ändå betraktas som olika arter eftersom de som regel sällan eller aldrig parar sig med varandra i naturen. De tänder helt enkelt inte på varandra, eller så möts de aldrig under parningstiden genom att de häckar vid olika tider på året eller i olika biotoper.

Det finns många anledningar till att det är så svårt att enas om ett artbegrepp. Den viktigaste är att arter utvecklas långsamt och gradvis och att artbildningshastigheten inte är konstant mellan olika utvecklingslinjer. Följaktligen är det med nödvändighet subjektivt att avgöra när en viss organism har förändrats så mycket att den har utvecklats till en ny art, och därför finns det väldigt många organismer som befinner sig någonstans i "gränzonen" mellan att betraktas som underarter eller som olika arter. Detta är analogt med att avgöra när en viss person är ung eller gammal, smal eller tjock, barn eller vuxen. Visst kan man definiera dessa termer – till exempel att man är vuxen när man är 18 år – men det är ändå subjektivt.

RESURSER

Birds of the World
(birdsoftheworld.org)

Birdlife Sverige (birdlife.se)

*I Linnés fotspår – kartläggning av
fåglarnas mångfald, föreläsning
med Per Alström (youtube.com)*

Nya arter bildas i haven runt Sverige

Sverige har en helt unik marin miljö. Från nästan sötvatten utanför Haparanda (2–3 promille) till en nära oceanisk salthalt i norra Bohuslän (drygt 30 promille) och i havet runt Sveriges kuster bildas nya arter.

Vattnen utanför Sveriges kuster lever totalt fler än tusentalet marina arter och nästan lika många sötvattensarter, några enbart i de saltaste vattnet och andra enbart i det mest utsötade havsvattnet. Men flera arter har också brett ut sig betydligt mer än vad som kan verka rimligt. Sillen (som kallas strömming i Östersjön) är en marin fisk men finns idag ända upp i Bottniska viken. Blåstång, en marin alg, är vanlig till södra delen av Kvarnen, medan sötvattensfiskar som gädda, sik och abborre simmar i Kalmarsund.

Tidigare trodde biologerna att alla dessa anpassningar var icke-genetiska förändringar (plasticitet), som när vi blir solbrända. Man ansåg att evolutionen inte skulle kunna hinna anpassa arter till en sådan ung miljö som Östersjön som bara är 6000 år gammal. Idag visar analyser av DNA att i princip alla arter som undersökts (med ett fåtal undantag) har kraftiga genetiska förändringar. De största genetiska skillnaderna syns mellan individer som lever utanför respektive innanför Östersjöns mynning, där salthalten ändras snabbt över bara 10 mil.

Dessa genetiska skutt vittnar om att de populationer av marina arter som idag lever i Östersjön har anpassats genom evolution till Östersjöns speciella miljö. Hur kan en så snabb anpassning förklaras? Evolution anses ju vara en långsam process som tar årmiljoner i anspråk. Fast detta är bara delvis sant. Evolutionen kan vara snabb, till exempel hos organismer med väldigt kort generationstid och väldigt stora populationer (exempelvis virus och bakterier). Här uppstår nya slumpvisa mutationer så ofta att även de mer osan-

nolika mutationerna som leder till (för viruset!) fördelaktiga förändringar uppkommer ofta. Då kan viruset ändra sina egenskaper under bara några veckor eller månader.

Snabb evolution hos makroskopiska arter som ofta har generationstider runt minst ett år och inte alls så stora populationer som virus och bakterier kan ske men under andra villkor. För dessa arter kan evolutionen gå snabbt bara om de redan bär med sig genetisk variation som kan utnyttjas för anpassning till den nya miljön. Sådan genetisk variation kan "gömmas" hos individer som bär två olika anlag, där det ena anlaget fungerar bäst i den miljön som en individ härstammar ifrån, medan det andra anlaget kan vara mindre fördelaktigt i ursprungsmiljön, men istället väldigt bra i en ny miljö som individen koloniserar. De individer som bär dessa "gömda" anlag överlever då mycket lättare i den nya miljön, och efter några generationer har det tidigare ovanliga anlaget ökat i frekvens och blivit det vanligaste anlaget i populationen.

Vissa av Östersjöns arter hade oväntad genetisk variation med sig när Östersjön bildades. Detta gäller blåmusslan i Östersjön som fortfarande idag har sina närmaste släktingar i Alaska, och inte på Västkusten. Precis som Västkustens blåmusslor, så kommer Östersjöns blåmusslor från Stilla havet, men Västkustens musslor kom för miljoner år sedan, medan Östersjöns blåmusslor kom i samband med senaste istiden för bara några tiotusen år sedan. Att de just hamnade i Östersjön kanske kan förklaras av att de vandrade utefter en smältande polaris och redan på vägen hit anpassats till utsötat (och kallt) vatten.



Texten är skriven av:

Kerstin Johannesson

Kerstin Johannesson är professor i marin ekologi vid Göteborgs universitet och föreståndare för Tjärnö marina laboratorium utanför Strömstad. Hon forskar på genetisk variation hos marina arter och hur bestånd av arter klarar att anpassa sig när miljön ändras.



Figur 1 (högst upp till vänster).
Blåmussla

Foto: Benutzer:Darkone, commons.wikimedia.org,
CC BY-SA-2.0



Figur 2 (ovan till vänster). Skrubbskädda

Foto: Hans Hillewaert, commons.wikimedia.org,
CC BY-SA 4.0



Figur 3 (till höger). Blåstång

Foto: Stemonitis, commons.wikimedia.org,
CC BY-SA-2.5

Figur 4 (nedan till vänster). Vissa arter finns i både Nordsjön och Östersjön, men skiljer sig åt genetiskt. De största genetiska skillnaderna syns mellan individer som lever utanför respektive innanför Östersjöns mynning (Öresund och de danska Bälten), där salthalten ändras snabbt över bara tio mil. Populationerna som nu lever i Östersjön har anpassats genom evolution till Östersjöns speciella miljö.

Figur 5 (nedan till höger). Kartan visar hur salthalten varierar i vattnen utanför Sveriges kust.

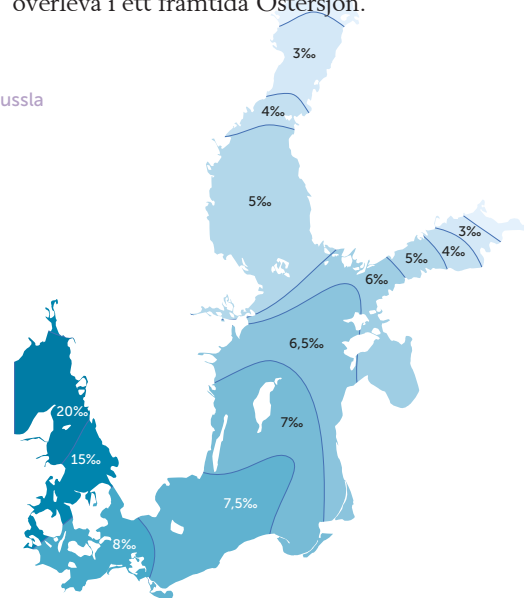
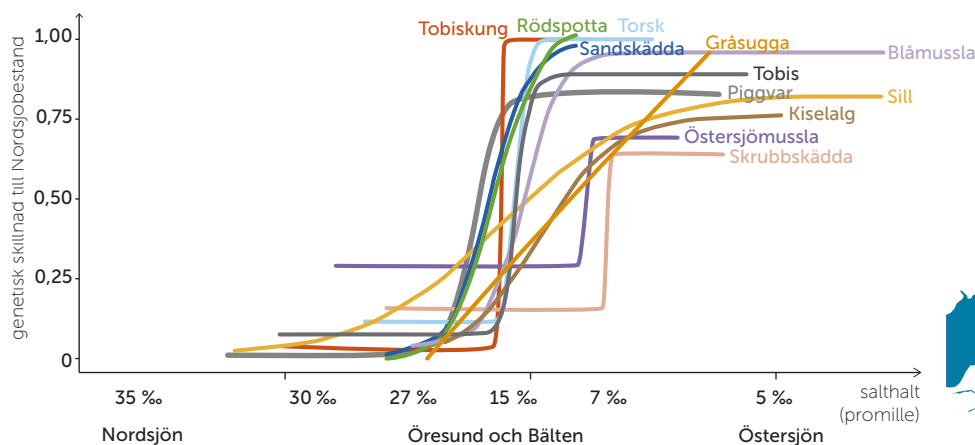
Källa (figur 4 och 5): havet.nu

Blåmusslorna i Östersjön som ofta betraktas som en egen art (*Mytilus trossulus*) är ännu inte helt olika sina avlägsna släktingar på Västkusten (*Mytilus edulis*), och de båda arterna hybridiserar kraftigt i Öresund och södra Östersjön. Hybridiseringen gynnar troligen också blåmusslornas anpassning till Östersjön eftersom de den vägen kan få in nya användbara genetiska anlag. Men några andra av Östersjöns bestånd av marina arter klarar inte längre att hybridisera med Västkustens släktingar utan har isolerats inne i Östersjön. Det kan bero på att deras anpassningar har förändrat deras reproduktion, som hos Östersjötorsken, som flyttat sin lekperiod från vårvintern till försommaren. Ett bestånd av skrubbskädda ("flundra") som leker norr om Gotland och i Finska viken lägger sina romkorn på botten istället för att de flyter i vattenmassan. Detta är en anpassning till den lägre salthalten i dessa områden. I båda dessa fall fungerar Östersjöbestånden som egna arter, eftersom de

inte längre reproducerar sig och delar gener med sina släktingar.

En annan genetisk förändring som skett i några Östersjöarter är att den könliga reproduktionen blivit mindre vanlig eller nästan upphört. Tångskogarna från Öregrund till Umeå domineras idag av en stor klon av blåstång, och ytterligare några större kloner har identifierats i Bottenhavet och längst in i Finska viken. Även Östersjöns ålgräs har stora kloner som dominerar och könlig förökning verkar vara mycket begränsad. Detta kan vara en direkt konsekvens av den låga salthalten men också en effekt av att kloner av arter kan spridas mycket snabbare än sexuellt förökande individer i en ny miljö.

Östersjöns miljö förändras idag snabbt. Uppvärmningen går mycket snabbare än ute i världshaven och salthalten minskar med ökande nederbörd. Det finns en stor risk att flera av de marina arterna i Östersjön försvinner från inte minst de norra delarna. De arter som kommer klara sig bäst är de som har stora bestånd och redan idag har anpassats till de mest extrema miljöerna. En art som kan klara sig, om vi inte fiskar för kraftigt, är sillen. Den har många lokala bestånd i Östersjön och innehåller mycket genetisk variation. För torsken, och förmodligen även för blåstången och ålgräset, är framtiden mer oviss. Torsken har bara ett känt lekområde kvar, och avsaknaden av könlig reproduktion hos blåstången och ålgräset är problematisk. Klok och kraftfull förvaltning kommer krävas för alla dessa, och flera andra marina arter, om de ska överleva i ett framtida Östersjön.



Arbeta vidare med mångfald och evolution



Alla miljontals arter som nu finns på jorden och som har funnits någon gång tidigare under livets utveckling har uppstått genom evolutionära processer. Det är processer som ständigt pågår, och som vi kan iaktta genom att studera hur artbildningen sker i olika artgrupper. Därför börjar magasinet om biologisk mångfald med ett kapitel om sambandet mellan evolution och artdiversitet. Det är också centralt för alla olika delar av biologämnet.

1. Tidslinjen (sida 2–3) visar hur frågor kring den biologiska mångfalden blir allt viktigare under 1900-talet och framåt.
 - De första nationalparkerna bildades 1909. Vilka var dessa? Hur många finns idag? Beskriv din närmaste nationalpark.
 - Svenska Turistföreningen bildades i slutet av 1800-talet, under en tid när intresset för svensk natur växte sig starkt och nationalromantiken uttrycktes på olika sätt. Föreningen började omgående märka ut vandringsleder och bygga upp ett nätverk av stugor i fjällen. Men antalet fjällvandrare har ökat på senare år och lett till konflikter. Vilka motstående intressen finns? Hur vill man lösa konflikterna?
2. Den biologiska mångfalden utgörs av ett oöverskådligt antal arter och det är endast möjligt att lära sig en bråkdel av de arter som hittills har beskrivits.
 - Ge några exempel på sammanhang där kunskap om arter är användbar och ibland helt nödvändig.
 - Tycker du själv att artkunskap är viktigt? Motivera.
3. Arter förändras, men med olika hastighet.
 - Ge exempel på organismgrupper där evolutionära förändringar sker snabbt respektive långsamt. Vilka är orsakerna till att hastigheten varierar?
 - I ett evolutionärt perspektiv: Varför kan det vara svårt att skilja ut en art från en närstående liknande art?
4. Isolerade öar är evolutionära laboratorier, exempelvis Madagaskar och Galapagosöarna.
 - Beskriv hur artbildning kan gå till med utgångspunkt i en isolerad ö.
 - Stora alvaret på Öland är en mycket speciell miljö med flera ovanliga arter; varav några är endemiska. Vad beror det på att det har utvecklats endemiska arter i denna miljö? Ge exempel på två sådana arter.
5. I Östersjön har det skett en evolution av arter under en förhållandevis kort tid.
 - Varför förändras många arter i Östersjön så snabbt och skiljer sig från närstående arter i Västerhavet?
 - Vissa arter finns både i Östersjön och i Västerhavet. Vilka skillnader finns mellan populationer av torsk, skrubbskädda och blåstång i Östersjön respektive Västerhavet?
6. Om man jämför utdöendet av arter inom grupper av ryggradsdjur är skillnaderna stora. Sämst verkar det gå för amfibier medan fiskar ser ut att klara sig bättre.
 - Vad kan ligga bakom dessa skillnader (figur 1, sida 8)?
 - Hur många arter av groddjur hotas av klimatförändringar respektive intensifierat jordbruk i Sverige eller globalt? Använd sökfiler i Artfakta (artfakta.se) eller i den internationella rödlistan (The International Union for Conservation of Nature (IUCN), www.iucnredlist.org) för att ta reda på svaret.
7. Vilka egenskaper och kriterier används för att särskilja en fågelart från en annan?
8. Hur går det till när man ger namn till en ny art?
9. Biodiversitetshotspots är områden med mycket hög biologisk mångfald.
 - Vilka är fördelarna och nackdelarna om naturskyddande åtgärder fokuseras till dessa områden?
 - Även om kartan på sidan 10 inte visar några biodiversitetshotspots i Sverige, finns det miljöer som är mycket artrika, till exempel ängsmarker, som hävdats genom slåtter under lång tid, och barruskogar. Förklara varför dessa miljöer har så stor biologisk mångfald.
10. På Bioresurs webbplats, under Släktskap och systematik finns övningar om evolutionära träd och nya uppgifter till KVAs skrift *Vetenskapen säger – Om biologisk mångfald och evolution*. Under Evolutionens mekanismer finns exempelvis förslag på simuleringar av naturligt urval.

FLER RESURSER

Eide, W. m.fl. (red.) (2020). *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer – rödlistade arter i Sverige 2020*. SLU Artdatabanken, Uppsala (artdatabanken.se)

International Barcode of Life Consortium (ibol.org)

Kungl. Vetenskapsakademien. (2023). *Vetenskapen säger – om biologisk mångfald och evolution*, nr 4 (kva.se)



Vär(l)d att värna om

Text av **Martin Granbom**

Varför är det så viktigt att bevara den biologiska mångfalden? Det finns många skäl, men från människans perspektiv är en rik biologisk mångfald helt nödvändig för att vi ska kunna leva på jorden.

Arter har olika ekologiska funktioner och tillsammans påverkar de processer och skapar produkter som vi behöver. Om människan förändrar förutsättningarna för arters överlevnad riskerar vi därmed att livsviktiga processer inte längre fungerar, som till exempel pollinering, eller att viktiga produkter som vissa grödor kommer att försvinna. Om vi har en rik biologisk mångfald finns det fler arter som kan utföra nödvändiga processer och dessa kan dessutom utföras på flera sätt. Det ger en större motståndskraft, resiliens, mot förändringar i ekosystemet.

Världen förändras ständigt, klimatet blir varmare eller kallare, havsnivåerna stiger eller sjunker och gassammansättningen i atmosfären förändras, och har så gjort sedan livet uppstod på jorden. Stor genetisk variation möjliggör anpassning till förändrade förhållanden som medför att arter kan utvecklas och fortleva. På så sätt har den stora variationen av arter tillkommit.

E-skäl och ekosystemtjänster

Argumenten för att bevara den biologiska mångfalden kan delas in i fyra e-skäl. De fyra e-skälen innefattar etiska, ekologiska, ekonomiska och estetiska skäl. En annan indelning utgörs av de fyra grupperna av ekosystemtjänster, som handlar om människans relation till och beroende av naturen och om nyttoaspekter (se figur 3, sida 23). Indelningen i e-skäl respektive ekosystemtjänster överlappar delvis varandra, men ekosystemtjänster utgår från människans behov och e-skälen avser i större utsträckning hela biosfären. Oavsett om det är privatpersoner, företagsledare eller politiker som tar beslut så behöver olika intressen vägas mot varandra. Det är oftast inte biologer som har makten över beslut som rör biologisk mångfald och därför är det viktigt att visa på prioriteringar och konsekvenser av olika beslut.

Bilden på föregående sida visar ett honungsbi som samlar nektar och pollen från lavendel.

Foto: pixabay.com

Etiska skäl

Det finns arter som är mycket sällsynta i Sverige. En del av dessa arter finns i utkanten av sitt utbredningsområde och har en större förekomst i andra länder. Ett exempel är kronärtsblåvingen. Fram tills för några år sedan fanns ett fåtal exemplar på några mindre områden i närheten av Västervik, men de senaste åren har fjärilen inte återfunnits och nu klassas arten som akut hotad, om den inte redan är utdöd i Sverige. Arten är däremot spridd över delar av Europa och Asien.

Om kronärtsblåvingen utrotas i Sverige skulle förmodligen konsekvenserna bli väldigt små. Ingen art är specifikt beroende av just kronärtsblåvingen, och dess nisch skulle sannolikt fyllas av någon snarlik art inom kort. De flesta av oss känner inte igen en kronärtsblåvinge om vi skulle ha turen att stöta på en, men helt utan betydelse är ingen art. Alla arter har en funktion i ekosystemet, även en sällsynt art, och denna funktion försvinner om arten dör ut.

Många skulle nog känna det som en förlust om de fick veta att den sista kronärtsblåvingen utrotats och ett misslyckande om en art, som funnits i Sverige under mycket lång tid, plötsligt skulle försvinna. Om arvet vi lämnar efter oss till nästa generation är fattigare än det vi fick av våra föräldrar. Det handlar om en känsla av att göra rätt och att alla arter har ett existensberättigande, det vill säga etiska aspekter. Etiska skäl kan vara svåra att mäta i pengar, men kan ändå väga tungt för individen och påverka beslut och handlingar. Det är inte heller ovanligt att människor skänker stora summor för att rädda utrotningshotade arter, ofta rör det sig om vackra och spektakulära arter som havsörn, vittryggig hackspett och berguv.

Ekologiska

De ekologiska skälen väger tungt i debatten om att bevara biologisk mångfald. Det är ju tack vare växternas fotosyntes och djurens celledning som vi fått den sammansättning av atmosfären



Figur 1. Jämför de båda bilderna ovan och fundera över vilken du gillar bäst. Vad är det som skiljer dem åt?

Till vänster: Nötkreatur betar på vall
Foto: United States Department of Agriculture, commons.wikimedia.org, public domain

Till Höger: Naturlig betesmark
Foto: Kenneth Bengtsson / Johnér

som vi har idag och som är en förutsättning för livet på jorden. Gassammansättningen ger oss också en dräglig temperatur genom att hålla kvar värme (mer och mer, dessvärre), men skyddar oss även mot skadlig, ultraviolett strålning från solen.

Marklevande organismer påverkar det övre jordlagret och bidrar till en näringsrik jordmån som i sin tur är en förutsättning för växtligheten. De fotosyntetiserande växterna är starten på näringskedjor och basen i näringspyramider, samt påverkar antalet arter och individer av primär-, sekundär-, tertiär- och toppkonsumer. Organismer av olika slag står även för näringsomsättningen i naturen och har avgörande betydelse för ämnens kretslopp. Inte minst är detta tydligt vad gäller kolets och kvävet kretslopp.

Insekternas pollinering av växter är ekologiskt betydelsefull. Många insekter är beroende av pollen och nektar för sin överlevnad och många växter är i sin tur beroende av pollinering för att bilda frön till nya generationer och för spridning till nya miljöer. Det ekonomiska värdet är stort för pollinering, liksom för andra ekosystemtjänster, därför är gränsen mellan ekologiska och ekonomiska skäl inte glasklar.

Ekonomiska

Den mat vi äter bygger på organismers fotosyntes och understöds av naturliga

ekosystemprocesser som näringsämnes-cirkulation, pollinering och kontroll av skadegörare. Andra produkter och processer är också till nytta för människan. Våra hus och möbler är ofta gjorda av trä, vi dricker grundvatten som renats på sin väg genom marken och vi tillverkar medicin av ämnen från vilda växter. En förutsättning för att vi ska kunna fortsätta att utnyttja dessa naturens ekosystemtjänster, är att vi bevarar den biologiska mångfalden och alla processer som ständigt pågår i naturen. En uppskattning av det ekonomiska värdet av ekosystemtjänster kan ofta göras, även om det inte är helt enkelt. På så sätt knyts de ekonomiska skälen till ekosystemtjänsterna.

Estetiska skäl

Bilden ovan till höger visar en naturbetesmark med naturlig, örtrik vegetation som inte plöjts eller gödslats. Till vänster en betesmark som har gödslats för att producera mer foder åt betesdjuren. Den rika tillgången på näring gör att kvävegynnade arter konkurrerar ut låga och svagväxande arter och artrikedomen blir på så vis avsevärt lägre. Dessutom brukar man med några års mellanrum plöja och så in en blandning av klöver och gräsfrö på vallarna.

Jämfört med den gödslade betesmarken uppskattar nog många bilden på naturbetesmarken mest eftersom den visar



Figur 2. Kronärtsblåvinge på blommor av käringtand. Arten är akut hotad eller möjligen redan utdöd i Sverige.

Foto: Rosenzweig, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

en större variation. Vi människor uppskattar variationen av arter och miljöer i så hög grad att det också kan påverka vart vi väljer att åka på semester eller utflykt.

Det har visat sig att människor mår bra av att se och vistas i naturen, med effekter som lägre stressnivåer och snabbare tillfrisknande vid sjukdom. Forskning har också visat att prestationerna blir bättre på uppmärksamhets- och minnestester efter naturupplevelser jämfört med vistelse i stadsmiljö. Många upplever att naturmiljöer minskar negativa känslor och stress och kanske är det därför man söker sig ut i naturen för att till exempel vandra eller segla. Exakt vilka mekanismer som ligger bakom de hälsofrämjande effekterna är inte helt utrett, men en hypotes är att vi i ett evolutionärt perspektiv har mått bra av att se biologisk mångfald eftersom man kan anta att där finns goda resurser för överlevnad.

Ekosystemtjänster

När man undersöker vad som ligger bakom de ekonomiska och ekologiska skälen att bevara den biologiska mångfalden upptäcker man att det ofta handlar om att rädda funktioner som vi människor har nytta av. Ekosystemtjänster är det samlade begreppet som innefattar alla funktioner som naturens ekosystem producerar och som människan kan använda sig av. De kan delas in i fyra grupper

- **Försörjande:** Det är produkter och tjänster som behövs för att överleva vardagen, exempelvis råvaror för matproduktion, dricksvatten, träråvara och bioenergi.
- **Reglerande:** Dessa tjänster omfattar exempelvis pollinering, rening av vatten, växternas rening av luft från skadliga partiklar och klimatreglering.
- **Kulturella:** Tjänsterna innefattar friluftsliv, inspiration, naturarv, naturturism och förbättrad hälsa, som till exempel blodtryckssänkning som beror på vistelse i naturen. I allmänhet är människors kunskaper om arter och natur inte längre särskilt stora och relationen till naturen är inte heller speciellt stark. Därför är dessa ekosystemtjänster betydelsefulla för att fler

ska kunna skapa en relation till naturen som kan leda till en önskan om att bevara den biologiska mångfalden.

- **Stödjande:** Dessa ekosystemtjänster krävs för att de övriga ska fungera. Hit hör grundläggande processer som biogeokemiska kretslopp, jordmänsbildning och fotosyntes. Än så länge verkar dessa processer vara väldigt svåra att åstadkomma i stor skala på konstgjord väg och att ersätta naturliga processer med artificiella genererar ofta nya miljöproblem.

Man kan känna uppgivenhet över att det inte sker fler satsningar för att bevara den biologiska mångfalden och därmed de nödvändiga ekosystemtjänsterna. Men ofta innebär det stora kostnader för personer, företag eller länder, medan vinsten av dessa ekosystemtjänster fördelas på oss alla. Kanske vore det lättare att motivera satsningar om de medförde en direkt vinst för den som betalar, men nu betalar någon för en vinst som tillfaller alla. Dessutom är tidsperspektivet ofta mycket långt.

Genom att beräkna hur mycket det skulle kosta att skapa dessa produkter eller tjänster får man ett mått som kan uttryckas i ekonomiska termer, vilket i många fall är lättare att förstå för den som inte är insatt i biologi. Det blir ett sätt att visa på betydelsen av biologisk mångfald och göra det lättare att ta ställning och fatta beslut i mångfaldsfrågor.

Figur 3.

EXEMPEL PÅ EKOSYSTEMTJÄNSTER

Försörjande — Reglerande — Kulturella

- | | | |
|----------------|------------------------|-------------------------|
| • spannmål | • pollinering | • hälsa och inspiration |
| • dricksvatten | • rena luft och vatten | • naturarv och turism |
| • trävirke | • klimatreglering | |
| • bioenergi | | |

Stödjande

För att övriga tjänster ska fungera

- fotosyntes, bildning av jordmån, biokemiska kretslopp

Pollinatörer – viktiga av flera skäl

Pollinering innebär att pollen förflyttas mellan växters ståndare och pistill, med eller utan hjälp av djur. Djurpollinering är en viktig ekosystemfunktion där växternas reproduktion gynnas samtidigt som djuren – pollinatörerna – förser sig med föda. Relationen mellan växter och djur är mutualistisk, då båda som regel gynnas. Ekosystemfunktionen pollinering stöder både biologisk mångfald och jordbruksproduktion, och när människor drar nytta av detta utgör pollineringen en ekosystemtjänst.



Foto: Anders Örtengren

Texten är skriven av:

Maj Rundlöf

Maj Rundlöf är forskare och lärare i naturvård vid Lunds universitet, med en bakgrund i ekologi och miljövetenskap. Hon är intresserad av att förstå hur en mångfald av olika faktorer påverkar jordbrukslandskapets biologiska mångfald och de funktioner dessa organismer har i ekosystem, speciellt pollinatörer och deras pollineringsfunktioner.

Ekologiska skäl för bevarande av pollinatörer

De flesta pollinatörer är insekter och av dessa är bin ochflugor, inklusive blomflugor, flest och mest välkända. Tidigare har honungsbiet lyfts fram som den viktigaste pollinatören av grödor, men vilda bin är minst lika viktiga. Studier från Storbritannien och Nederländerna har dock visat att artrikedomen av bin har minskat parallellt med förekomsten av växter som pollineras uteslutande av bin. Växtarter som inte är beroende av djur för pollinering har istället ökat.

Vanligen finns det en morfologisk matchning mellan blombesökarens kroppsform och mundelar och blommans form och nektartillgänglighet, ett resultat av blomväxters och pollinatörers samevolution.

Bland blomväxterna uppskattas 87,5 procent av arterna vara beroende av djurpollinering på en global skala, men över 90 procent i tropikerna och uppskattningsvis 78 procent i tempererade områden som Sverige. Hur beroende olika blomväxter är av djurpollinering varierar stort mellan växtarter. Exempelvis är besök av insektspollinatörer helt avgörande för frösättningen i rödklöverfröodlingar medan insekterna bidrar till endast 10 procent av skörden hos traditionellt förädlade sorter av raps och inte alls för nyare hybrid sorter av raps. Även hos äpple varierar behovet av insektspollinering stort mellan olika sorter.

Ekonomiska värden

Pollineringsmarknadsvärde likställs ofta med dess bidrag till produktionen av grödor. Uppskattningsvis skulle 5-8 procent av den globala grödproduktionen gå förlorad utan djurpollinering. Motsvarande uppskattning för Sverige är mindre än 2,5 procent, där binas pollinering mest påverkar produktionsvärdet av äpple, raps, jordgubbar och åkerböna.

Pollinerings effektiviteten mellan olika pollinatörer kan mätas genom att väga samman antalet blombesök och hur effektivt varje enskilt besök är. I en global studie var honungsbin, andra bin och övriga insekter ungefär lika effektiva. Andra bin än honungsbin var i genomsnitt mest effektiva per besök, men honungsbin var fler och vägde därför upp den lägre pollinerings effektiviteten per besök. I en annan global studie konstaterades att endast 2 procent av 785 kända biarter stod för hela 80 procent av blombesöken hos blommande grödor. Det kan dock vara riskabelt att förlita sig på ett fåtal arter för ekosystemtjänster eftersom framtidens förutsättningar kan förändras. Exempelvis var den idag sällsynta klöverhumlan dominerande i humlesamhället i vissa skånska rödklöverfröodlingar på 1940-talet.

Majoriteten av grödproduktionen kommer från vindpollinerade grödor, som vete, ris och majs. Däremot är de flesta frukter och bär djurpollinerade och de

utgör en viktig näringskälla för människor. Exempelvis kommer 90 procent av vårt C-vitamin från grödor som är helt eller delvis beroende av djurpollinering. Jordbruksproduktionens pollineringsberoende uppskattas också, på en global skala, att öka beroende på ökande odling av djurpollinerade grödor som kaffe, mandlar, kakao, sojabönor och raps.

Estetiska värden

Pollinerings icke-marknadsvärden omfattar njutningen av att få se pollinatörer och de blommor som beror av pollinering för sin fortlevnad, så kallat användarvärde, och till och med bara vetenskapen om att det finns blommor och bin och att de bevaras värderas, så kallat existensvärde. Hobbyodlare, bärplockare, biodlare, botaniker och entomologer drar alla nytta av dessa värden och vi alla gör det genom att både pollinatörer och pollinerings resultat används som inspiration i konst, musik, litteratur, religion, tradition, teknologi och utbildning.

Ovärderliga värden på spel

På en nationell skala är en tredjedel av biarterna rödlistade – 97 av de 289 reproducerande arterna. Habitatförlust, kemikalieföroreningar och klimatförändring är de främsta orsaker som lyfts fram som hot mot pollinatörer.

Pollinerande insekters huvudsakliga livsmiljöer är ängs- och hagmarker och liknande miljöer som är blomrika, solbelysta och lagom störda genom människans slätter och djurens betande och trampande – landskap som tidigare hölls delvis öppna av nu utdöda stora växtätare som visenter och jättehjortar, tillsammans med översvämningar och bränder. Idag har dessa ofta planterats, växt igen eller odlats upp som en del av ett intensifierat jordbruk med få miljöer kvar där pollinatörer kan leva.

Växtskyddsmedel gör att de vilda bin som skulle kunna bidra med pollinerings-tjänster har svårt att klara sig. Ett exempel är neonikotinoider – insektsbekämpningsmedel som kan tas upp av växter via rötterna och skydda hela plantan från bitande och sugande skadegörare. På fält där raps



Figur 1 (ovan). I en studie av hur humlor påverkas när rapsfält behandlats med neonikotinoiden klotianidin – ett insektsbekämpningsmedel – studerades humlor försedda med transponder (radiosändare). Bilden ovan visar mörk jordhumla (*Bombus terrestris*) med transponder.

Figur 2 (till vänster). De flesta frukter och bär är djurpollinerade, bland annat jordgubbar.

Foto (båda bilderna): Maj Rundlöf

behandlats med neonikotinoiden klotianidin blev resultatet bland annat att antalet vilda pollinerande insekter minskade till hälften jämfört med obehandlade kontrollfält. Användningen av neonikotinoider är nu förbjuden inom EU, även om de fortsatt används i andra delar av världen, men andra växtskyddsmedel som har en negativ påverkan används fortfarande.

För att leva upp till våra åtaganden om att skydda biologisk mångfald behöver vi återställa livsmiljöer och vara eftertänk-samma i användningen av växtskyddsmedel, så att pollinatörer kan överleva, sprida sig och hinna anpassa sig till den snabbt föränderliga miljön. För långsiktigt bevarande behöver alla pollinatörernas behov uppfyllas, från bo- och övervintringsmiljöer till födosökmiljöer med ökad förekomst av blommor i landskapet – i både jordbrukslandskap och trädgårdar.

Filosofiska teorier om biologisk mångfald

När filosofer funderar över biologisk mångfald är det framför allt två frågor som är i fokus: Vad är biologisk mångfald och varför är det viktigt? Båda frågorna kan ytligt sett verka enkla men hur de skall besvaras är inte lika enkelt som man kan tro.



Texten är skriven av:

Erik Persson

Erik Persson är docent i praktisk filosofi, arbetar som forskare vid Lunds universitet och RISE (Research Institutes of Sweden). Hans forskning handlar främst om att tillämpa filosofiska teorier och metoder på praktiska frågor inom bland annat miljö, rymd-forskning och teknikutveckling.

Frågan om hur man skall definiera biologisk mångfald, och framför allt hur man skall mäta det, har engagerat både biologer, filosofer och matematiker. Man är överens om att det handlar om antal och skillnader, men antal av vad, hur mäter man skillnader, och hur väger man antal gentemot skillnader?

Den enklaste och vanligaste metoden att mäta och ange biologisk mångfald är helt enkelt att ange hur många olika arter det finns i en viss miljö. Ibland väljer man att vara mer översiktlig, antingen för att det räcker i just det sammanhanget, eller för att man inte har något val, till exempel om det handlar om en miljö som inte är så väl undersökt eller som inte finns längre och därför inte kan undersökas närmare. I dessa fall kan man nöja sig med att ange antal slakten eller familjer.

Ibland vill man istället vara mer detaljerad och inkludera underarter eller varieteter. I Sverige finns två underarter av gransångare. Det betyder till exempel att ett område där alla gransångare tillhör samma underart har en lägre biologisk mångfald än ett område där det finns gransångare som tillhör olika underarter – allt annat lika.

Vill man vara riktigt noggrann försöker man också att mäta hur genetiskt olika de arter eller andra taxa som finns i en miljö är från varandra. Det betyder till exempel att en tänkt miljö där det finns fyra trädarter och inget annat har mindre biologisk mångfald än en annan tänkt miljö där det också

finns fyra arter men i det fallet till exempel ett träd, en insekt, en fågel och ett däggdjur.

I verkligheten är det förstås mer komplicerat. Riktiga ekosystem innehåller många fler arter och är mycket mer komplexa. Då brukar man formulera en ekvation som inkluderar både genetiska avstånd (som man kan mäta på olika sätt) och antal. Det finns många olika förslag på hur man skall ange genetiska avstånd och hur man skall vikta avstånd mot antal. Är till exempel talgoxar och blåmesar mer olika än havsörn och kungsörn? Har en miljö med tio ganska lika arter större eller mindre biologisk mångfald än en miljö med fyra väldigt olika arter?

Varför är då den biologiska mångfalden viktig?

Det finns många olika svar på den frågan. Kan det vara så att biologisk mångfald i sig själv är värdefull eller kan det vara så att arter är värdefulla? Om man anser att arter är värdefulla blir biologisk mångfald viktigt därför att antalet arter ingår som en viktig del i den biologiska mångfalden.

Att något är värdefullt låter naturligtvis bra och det är gott och väl, men för en filosof så väcker det också många nya frågor. Saker kan vara värdefulla på olika sätt och av olika skäl.

Finala, instrumentella värden

Man brukar till exempel skilja mellan att något har finalt värde (är värdefullt som mål i

sig) och att det har instrumentellt värde (är värdefullt som medel till något annat).

Biologisk mångfald kan ha ett finalt värde. Det vill säga, vi kan rent subjektivt gilla biologisk mångfald. Vi kan tycka att det är bra att det finns många och olika livsformer utan att bry oss om huruvida vi har någon nytta av dem. I det fallet är den biologiska mångfalden ett mål i sig.

På samma sätt kan man resonera om arter eller andra taxonomiska enheter. Det vill säga man kan gilla dem för deras egen skull oavsett vad de kan användas till. Man kan naturligtvis gilla vissa arter och ogilla andra men man kan också gilla det faktum att det finns olika arter och vilja ha så många som möjligt.

Både arter och själva mångfalden av olika livsformer kan också ha instrumentellt värde. Det vill säga de är värdefulla därför att de behövs för att uppnå något annat värde. Ofta handlar det om ekonomiska värden men det kan handla om allt från upplevelsevärde (att en skog innehåller många arter gör skogspromenaderna trevligare) till mänsklighetens överlevnad. Vi kan inte överleva utan andra arter och det behövs en viss kombination av arter för att ekosystem och ekosystemtjänster skall fungera.

Ur ett etiskt perspektiv kan både finala värden och instrumentella värden hos arter såväl som den biologiska mångfalden i sig, ge upphov till en plikt att bevara den biologiska mångfalden. Om det är så att arter eller biologisk mångfald är viktigt för många människor måste det förstås tas med i beräkningen när vi väljer hur vi skall handla. Vi har därför en moralisk plikt att respektera andra människors intressen eller rättigheter. Det betyder inte att alla alltid måste få som de vill (det är ju omöjligt) men det betyder att vi måste förstå att våra egna intressen inte är de enda och vi måste på något sätt förhålla oss till hur vi påverkar andra. Det inkluderar också hur vi påverkar saker som är viktiga för andra även om vi inte själva tycker att de är viktiga. Exakt hur det skall gå till finns det många olika teorier om och det kommer jag inte att diskutera här. Det som är viktigt här

är det faktum att både arter och biologisk mångfald är värdefulla som mål för många och viktiga medel till andra värden som är värdefulla för nästan alla. Detta gör att vi människor har ett starkt etiskt skäl att bevara den biologiska mångfalden.

Som du märker har jag hittills bara pratat om arters eller biologisk mångfalds värde för oss människor, men är det bara vad som är viktigt för människor som spelar roll för hur man bör tänka och agera etiskt?

Historiskt har antropocentrismen varit helt dominerande, det vill säga att det bara är människor och människors intressen som räknas. Under lång tid har inte ens alla människor räknats. Det är faktiskt en bidragande orsak till att en del biologisk mångfald har försvunnit. Arter och ekosystem som har varit viktiga för traditionella levnadssätt har inte respekterats av koloniserare med mer modern teknik. Att verkligen inkludera alla människors intressen innebär därför generellt sett också en starkare plikt att bevara den biologiska mångfalden.

Numera är dock idén att det bara är människor – det gäller *alla* människor – som räknas etiskt starkt ifrågasatt.

Ekocentrism

Det finns flera alternativa idéer som är relevanta för den etiska plikten att bevara den biologiska mångfalden. En idé är att arter och ekosystem kan ha moralisk ställning i sig själv, det vill säga att en art till exempel kan ha egna intressen som räknas moraliskt. Denna teori för moralisk status kallas ekocentrism. Den idén skulle kunna innebära ett starkt skäl för en etisk plikt att bevara biologisk mångfald. Idén är dock väldigt kontroversiell eftersom det är svårt att tänka sig på vilket sätt arter kan ha intressen. De består ju visserligen av levande varelser som kanske kan ha egna intressen men kan hela arten ha ett eget intresse av att fortsätta finnas?

Biocentrism

En annan idé är att arterna själva inte har egna intressen men alla levande individer har moraliskt relevanta intressen, framför



Om det är så att arter eller biologisk mångfald är viktigt för många människor måste det förstås tas med i beräkningen när vi väljer hur vi skall handla.



En gammal naturskog har många instrumentella värden, förutom det finala värdet av den biologiska mångfalden.

Mångfalden av olika arter ger ett spektrum av intryck och upplevelser för den som rör sig i skogen. Träden, som av-
verkas, kan användas till många ändamål, och svampar och bär blir till nyttig mat.

Foto: pixabay.com

allt intresset att fortsätta leva. Denna teori kallas biocentrism. Det är enklare att förstå att alla levande varelser har egna intressen än att tänka sig att arter har det. Dessutom kanske det räcker för att åstadkomma en lika stark moralisk plikt att bevara arter. Alla arter består ju av levande varelser. Samtidigt finns det naturligtvis en baksida också. Om alla levande individer har moraliskt relevanta intressen blir det väldigt svårt att leva. Vi måste ju äta något och även grönsaker och frukt är levande, för att inte tala om alla mikroorganismer som vi dödar varje gång vi äter medicin eller till och med tvättar händerna. Dessutom påpekar många filosofer att inte alla levande varelser är medvetna eller har känslor. Växter, svampar och bakterier lever men verkar inte uppleva varken lycka eller lidande, och om inte de bryr sig om vad som händer dem, varför skall vi göra det?

Sentientism

Det finns dock en annan idé som säger att enbart kännande varelser har moralisk status. Det vill säga, om man kan uppleva

saker som bra eller dåligt så har man intressen och dessa intressen måste tas hänsyn till. Denna teori kallas sentientism efter det latinska ordet *sentiens* som betyder just 'att känna'. Den här teorin är väldigt populär inom djuretik men är också i allra högsta grad relevant för frågan om vår moraliska plikt att bevara den biologiska mångfalden. Enligt sentientismen har vi alltså inga moraliska plikter gentemot själva arterna, att bevara dem och inte heller gentemot de flesta individer att bevara deras arter, men det finns ändå många fler kännande varelser i världen än vi människor och de flesta av dessa är helt beroende av den biologiska mångfalden i de områden där de lever. Det betyder att även om vi bara har moraliska plikter gentemot kännande djur (inklusive människor) så innebär det ändå en väldigt stark plikt att bevara den biologiska mångfalden på grund av det värde biologisk mångfald har för alla dessa individer – finalt värde för många människor och instrumentellt värde för alla kännande varelsers överlevnad.

Arbeta vidare med värdet av biologisk mångfald



Biologisk mångfald är värdefull utifrån många aspekter, inte minst ekonomiska. Det medför ibland konflikter kring skyddet av sällsynta arter och värdefulla naturområden. I det här kapitlet beskrivs hur man kan tänka kring värdet av biologisk mångfald och förstå mer av hur argument grundas. Diskussionsfrågorna inbjuder till samtal om kontroversiella frågor.

1. Rachel Carson, som skrev boken "Tyst vår", nämns i tidslinjen på sidorna 2–3. Lyssna på radioprogrammet om boken (9:52 min) i serien Klassikern (SR). Varför har boken fått så stor uppmärksamhet?
2. Den inledande texten handlar om de fyra e-skälen för bevarande av biologisk mångfald. En indelning kan också göras i finala respektive instrumentella värden, enligt artikeln om filosofiska teorier.
 - Jämför de båda indelningsätten. Vilka är för- och nackdelarna med att dela in argument i olika grupper?
3. Utgå från de fyra e-skälen för att söka och värdera argument som rör de tre exemplen nedan.
 - Jämför de båda bilderna på betesmarker (sida 22). Vilken mark har högst värde? Det finns argument för båda typerna av betesmarker beroende på vilket värde man sätter högst.
 - Pollinering av växter är viktigt av flera orsaker, likaså pollinerarna. Vilket eller vilka av e-skälen är viktiga att lyfta fram beroende på sammanhang?
 - Att vargen har ökat kraftigt i antal i Sverige under senare år upprör många känslor. Diskutera förhållanden som har betydelse för vargens situation i Sverige utifrån de fyra e-skälen, samt ekosystemtjänster.
4. Varför är det så svårt att få beslutsfattare (politiker, företagsledare och privatpersoner) att prioritera bevarandet av ekosystemtjänster trots att alla människor är beroende av dessa tjänster?
5. Sök efter ett aktuellt naturvårdsärende i ditt närområde.
 - Vilka motstående intressen finns?
 - Vilka argument finns utifrån de fyra e-skälen?
 - Vilka är de möjliga lösningarna?
6. Om en art försvinner på grund av att miljön ändrats är arten inte tillräckligt väl anpassad till miljön. Spelar det då någon roll om den utrotas av människan – den hade ju ändå inte klarat sig?
7. Vissa arter är sällsynta i Sverige men har en mer eller mindre rik förekomst i andra delar av världen.
 - Har det någon betydelse för svensk del, när det gäller bevarandet av dessa arter?
8. Skogsbruket är föremål för häftiga diskussioner som orsakas av motstående intressen och där forskning används för att stödja olika uppfattningar. Med utgångspunkt i texterna i detta kapitel:
 - Reflektera över hur företrädare för olika intresseorganisationer (skogsägareföreningar respektive naturvårdsorganisationer) anser att skogen ska skötas. Börja med att göra klart vilka mål de har för skogen i framtiden. Utgå gärna från Tema Människan och skogen, temafilms 5 på skogsjobb.se – ett digitalt läromedel om skog och hållbar utveckling för gymnasiet, utvecklat av gymnasielärare, samt baserat på aktuell forskning och granskat av SLU-forskare.

UPPLEV OCH UNDERSÖK

9. Många arter av solitära bin gynnas av att få ökad tillgång till boplatser. Det gäller arter som bygger bo på öppna sandytor och sådana som lägger ägg i gångar och håligheter i trädstammar.
 - Stekelhotell kan tillverkas genom att borra hål i träbitar alternativt använda vass-strån eller bambupinnar för att skapa boplatser. Genom att variera storleken på hålen eller i vilket väderstreck hotellen placeras kan olika undersökningar designas. (Hålens diameter bör vara cirka 3–8 mm). När en stekelhona lagt ägg i ett hål pluggas det igen. Se Ett myller av liv, Bygg stekelbon (bioresurs.uu.se).
 - Sök rätt på en öppen yta med sand och leta efter bohål eller små vulkanliknande strukturer. Stanna en stund – kanske får du syn på de solitära bin som åstadkommit dessa bon.

FLER RESURSER

Bioresurs webbplats (www.bioresurs.uu.se): I tidningen Bi-lagan finns många artiklar om arter och mångfald. Till exempel *Undervisa om insekter* (nr 1 2024), *Finns det plats för förundran?* (nr 2 2023) eller *Utomhuspedagogik – för ökad likvärdighet* (nr 1 2023).

Hedenus, F., Persson, M., Sprei, F. (2022). *Hållbar utveckling: nyanser och tolkningar*. Studentlitteratur AB.



3 Landskapsperspektiv

Text av **Martin Granbom**

Det finns knappast några områden i Sverige som inte är påverkade av människan och oftast har förändringarna varit till nackdel för de ursprungliga arterna. Med kunskaper i ekologi och om hur livskraftiga populationer kan upprätthållas går det att utforma landskapet så att överlevnadsmöjligheter för känsliga arter förbättras.

En population är en grupp individer av en viss art som lever inom ett begränsat område och som därför kan ha ett genetiskt utbyte med varandra. Beroende på vilken art det är och vilken miljö arten lever i kan en population vara liten eller stor. Det som definierar populationen är att den inte har kontakt med någon annan grupp av samma art.

Men detta antagande stämmer inte alltid i praktiken och ofta sker utbyte av individer mellan populationer. Dessutom kommer vissa populationer att försvinna och nya uppstå där miljön är lämplig. Det kan handla om att fjärilar och fåglar blåser ur kurs och hamnar på nya ställen. Vargar och lodjur ger sig ibland ut på långa vandringar vilket tar dem till nya områden där nya populationer etableras. Frön kan spridas genom att de fastnar i pälsen på ett förbipasserande djur eller när de blåser långt från ursprungsplatsen i en storm. Vissa frön äts upp av fåglar och passerar tarmkanalen, varpå de kan gro på en avlägsen plats. På olika sätt kan det därför tillföras nya gener till en population vilket gör att den sällan är helt genetiskt isolerad från omvärlden.

När populationer har ett visst utbyte av individer säger man att de är subpopulationer till en större metapopulation (meta = över, det vill säga ett helikopterperspektiv på populationer i ett landskap). Subpopulationerna och de lämpliga, tillfälligtvis obodda habitatet hänger samman eftersom enstaka individer rör sig mellan dem. Det gör att metapopula-

tionen kan överleva även om subpopulationerna, var för sig, inte skulle klara sig.

En art kan finnas i ett område ett år men vara försvunnen kommande år och tvärt om. Tar man bort lämpliga lokaler kommer spridningen att minska och risken finns att det leder till att populationen dör ut. Det är därför viktigt att bevara lämpliga, sammanlänkade naturområden även om den aktuella arten saknas på vissa lokaler. Lokaler kan vara en del av metapopulationsstrukturen och ingrepp kan få allvarliga följder.

Source-sinksystem

Hos exempelvis starar klarar sig individer bättre som kan söka föda på artrika naturbetesmarker med kortväxt vegetation än de som bosätter sig på en åkerholme omgiven av stora åkrar med monokulturer av högväxt säd. På naturbetesmarken kan stararna plocka insekter och mask och föda upp ungarna på proteinrika fjärilslarver medan stararna i miljön med sädesfält får nöja sig med näringsfattiga myror och flugor. Stararna på



Figur 1. Figuren visar fem områden där subpopulationer av en viss art kan leva, samt ett tätbebyggt område och en sjö. Anta att det från början endast finns en population i område 1, till vilka andra områden kan individer från population 1 lätt ta sig? Vad begränsar spridningen?

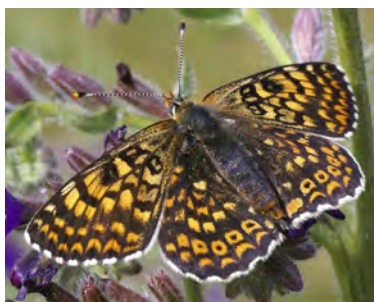
Bilden på föregående sida visar en skogsmiljö i Tyresta nationalpark. Det är det största urskogsområdet söder om Dalälven och ett fantasiskt utflyktsmål för den som vill vandra genom hållmarkstallskog med flera hundra år gamla och knotiga tallar, njuta av glittrande sjöar och kanske stanna till vid någon av rastplatserna, göra upp eld att värma sig vid och äta medhavd matsäck.

Bildkälla: Naturvårdsverket, Foto: Nicklas Wijkmark



Figur 2. Starar som häckar på bra lokaler får fler och friskare ungar jämfört med de som häckar på lokaler med sämre tillgång på föda.

Foto: Jonas Nyhav



Figur 3. Ängsnätfjäril

Foto: Christian Fischer, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

Figur 4. Forskaren Ilkka Hanski studerade under lång tid utbredningen av ängsnätfjäril på Åland och inventerade flera tusen lämpliga ängslokaler. Han fann att den hade en rik förekomst på vissa lokaler, men att den året efter kunde vara borta därifrån.

Kartan över Åland visar cirka 4000 lokaler. Ängarna där ängsnätfjärilen påträffades 2012 är markerade med rött och ängar där fjärilen inte kunde hittas har blå färg. Forskningen visar att det inte går att påvisa någon förändring av hela metapopulationens storlek, men att det varierar vilka ängsmarker som hyser en subpopulation. Odlade fält har gul färg och vägar grå linjer.

Källa: Ojanen, S.P. et al. (2013). Long-term metapopulation study of the Glanville fritillary butterfly (*Melitaea cinxia*): survey methods, datamanagement, and long-term population trends. *Ecology and Evolution*, 3(11): 3713–3737, CC BY 3.0. (doi: 10.1002/ece3.733)

bra lokaler får fler friska ungar som i sin tur kan få fler ungar i framtiden. Det innebär att de har högre fitness. Frågan som uppstår är varför starar väljer att häcka på lokaler som ger dem sämre förutsättningar att föra sina gener vidare?

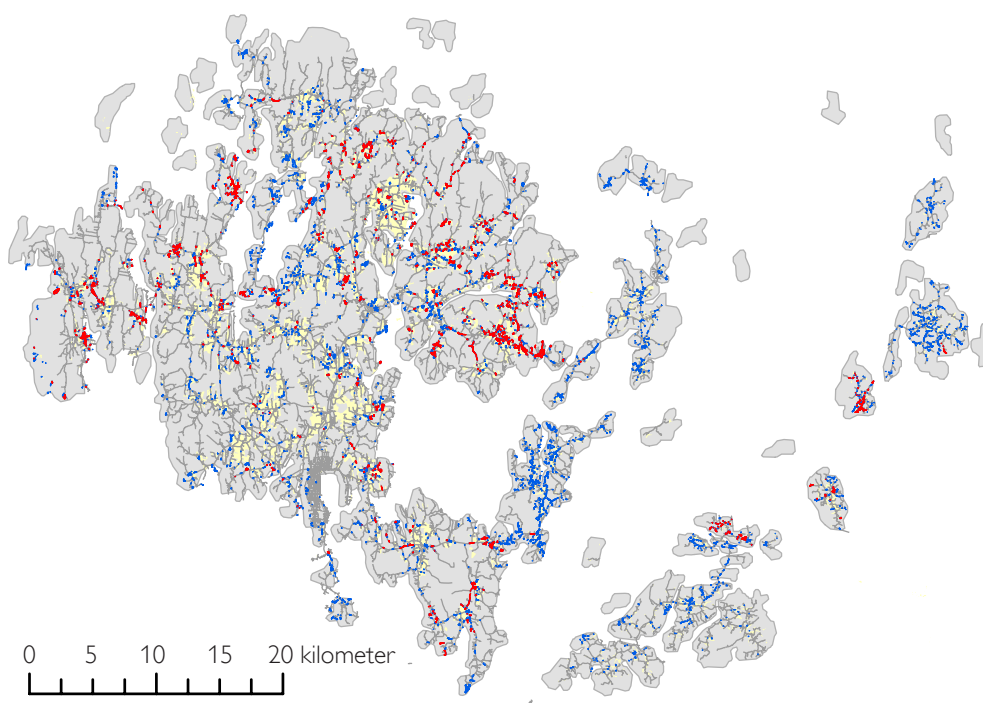
Anledningen är att bra lokaler med god födotillgång och lämpliga boplatser ockuperas först av de mest attraktiva hanarna. De som anländer senare eller är mindre attraktiva blir hänvisade till de sämre lokalerna. På så vis blir det ett flöde av starar från bra till sämre lokaler. Bra lokaler, där individerna har god häckningsframgång, kallas på engelska för sources och de sämre lokalerna kallas för sinks. Alla sink-lokaler utnyttjas inte varje år, men behövs när det är extra gott om starar. Source-lokalerna kommer dock alltid att vara besatta.

Lokaler där reproduktionstakten är hög, sources, kan anses vara mer skyddsvärda jämfört med sinks. Bedömningen kräver god kunskap och en undersökning som sträcker sig över lång tid. Metapopulationsperspektivet är också viktigt att tänka på eftersom även områden där en viss art saknas kan vara skyddsvärda och utgöra viktiga pusselbitar för att bevara en vital population.

Problem med fragmentering

Ett växande problem är att värdefulla naturområden fragmenteras, delas upp i mindre delar, i allt större utsträckning. Det beror exempelvis på att åkrar läggs samman till större, sammanhängande enheter, tätorter växer och förtätas och nya vägar splittrar områden. Det är viktigt att planera in var viktiga naturområden ska finnas i landskapet för att göra det möjligt för växter och djur att spridas. Risken är större för små populationer att drabbas av slumpmässiga händelser, exempelvis sjukdomar eller miljöförändringar. I en större eller mer sammanhängande population överlever troligen fler individer.

Om populationerna är alltför isolerade medför det att den genetiska variationen minskar och på sikt löper populationerna allt större risk att dö ut. Dessutom kan vissa gener slumpmässigt bli dominerande i en liten, isolerad population och göra så att viktiga egenskaper hos merparten av individerna förändras jämfört med den ursprungliga populationen. Efterhand kommer skillnaderna att bli så stora att individerna i den ursprungliga populationen och i den nya, isolerade populationen inte längre kan fortplanta sig med varandra. På så sätt kan nya arter uppkomma.



Figur 5. Nederst i figuren syns en miljö där en viss art är vanlig. I övrigt illustreras flera principer för hur djur och växter kan spridas i landskapet. Hur visas detta i figuren?

- Korta avstånd mellan lämpliga miljöer.
- Populationer i isolerade förekomster riskerar att dö ut.
- Stepping stones underlättar förflyttning.
- Spridningskorridorer bevaras och nya kan anläggas.
- Värdestråk bevaras (inringad i figuren).



Vid landskapsplanering strävar man efter att bevara naturområden på rimliga avstånd från varandra. Ju närmre desto lättare för arter att sprida sig. Fördelaktigt är också att placera större naturområden i linje, som förbinds med spridningskorridorer där lämpliga uppehållsplatser finns. Dessa platser fungerar likt stenar att hoppa på för att ta sig över en å, så kallade stepping stones.

Naturliga spridningskorridorer, exempelvis vattendrag, är viktiga att bevara. Om ett vattendrag, inklusive kantzon, får förbli orört blir det en möjlig väg för växter

och djur att sprida sig långa sträckor genom landskapet. Även nya spridningskorridorer kan anläggas genom att plantera stråk av buskar och träd. Exempelvis kan en rik tätortsnära natur skapas genom att binda samman naturliga miljöer på landsbygden med parker och grönområden inne i staden.

Trafiken ökar och vägar byggs ut, vilket gör det allt svårare för djur och växter att röra sig i landskapet. För att underlätta deras rörelser och spridning byggs så kallade ekodukter där djur riskfritt kan ta sig över starkt trafikerade vägar.

Figur 6. En faunapassage vid Sandsjöbacka i Halland leder över E6.

Figur 7. En älg passerar faunapassagen på natten och fångas av en viltkamera.

Figur 8. En annan typ av viltpassage, också vid Sandsjöbacka, med en familj av sångsvanar.

Foto (alla tre bilder nedan): Trafikverket



UTFORMA NATUROMRÅDEN

Figur 9. Utformningen av naturområden är viktig för den biologiska mångfalden. Alternativen nedan till vänster är generellt bättre för att långsiktigt bevara arter; medan alternativen till höger är bättre för att fånga in den variation av livsmiljöer och arter som finns i hela landskapet. Det är därför bra med en kombination av både stora sammanhängande och små utspridda områden.

Hellre stort än litet (figur A):

Det mest grundläggande rör områdets storlek. Ofta är det bättre att spara ett stort område jämfört med ett litet. Anledningen är att ett stort naturområde sannolikt innehåller olika naturtyper och habitat vilket ger fler arter möjlighet att hitta sin nisch.



A: Ett naturområde som är stort är bättre än ett litet.



B: Om arean hålls samman är det oftast bättre än att den splittras upp, även om den totala arean är densamma.



C: Ett runt område minimerar kanteffekten och är därför bättre än andra former.



D: Områden som ligger nära varandra möjliggör förflyttning och är därför bättre än områden som ligger längre från varandra.



E: Områden som ligger samlade ger större möjlighet till spridning än områden som ligger på rad med alltför stort avstånd mellan varje område

Ofta bättre med ett sammanhängande område än ett uppsplittrat (figur B):

För många arter är det bättre med en sammanhängande yta jämfört med att dela upp den i flera små områden. Men det finns även arter som är beroende av ett varierat landskap, så kallad landskapsmosaik. Det kan också vara lättare att bevara specifika miljöer om man skyddar flera mindre områden. Det är därför viktigt att känna till arternas ekologi för att kunna utforma skydd som är så effektiva som möjligt.

Hellre runt än avlångt (figur C):

Området bör hellre vara runt än avlångt för att maximera den ostörda ytan. En cirkelformad yta minimerar kanteffekten vilket innebär att störningar från omgivningen drabbar området så lite som möjligt. Det kan handla om miljöfaktorer som fuktighet, solinstrålning och vindpåverkan, samt gödning och besprutning av omgivande åkrar och störning från trafik och bebyggelse. Även kantzoner, mellan naturområdet och det omgivande landskapet, minskar påverkan på områdets inre genom att bilda en övergångszon (buffertzona) som kan fånga upp och minska störningar från omgivningen.

Hellre nära än långt ifrån (figur D):

Områdena bör vara nära varandra. Ju närmre de är varandra, desto lättare är det för individer att röra sig mellan dem. Korta avstånd innebär också att ett område som förlorar sin population lättare återkoloniserar.

Hellre placering i grupp än på rad (figur E):

För att underlätta förflyttning är det bättre att placera naturområden tätt tillsammans än på rad. Det kan dock vara en fördel att placera naturområden på rad om man vill knyta samman två större områden med så kallade stepping stones.

Land-sparing – land-sharing?

Land-sharing innebär att det finns naturområden insprängda på många ställen i landskapet, medan land-sparing innebär effektiv markanvändning som koncentreras till större områden och skiljs från naturområden. Se figur 10.

Vid land-sharing brukas marken miljövänligt vilket ger mindre skördar och större behov av mark. Målet är att den biologiska mångfalden ska vara stor i nära anslutning till den odlade marken. Det kan uppnås genom att inte bespruta grödor, anlägga spridningskorridorer och ha stor variation i grödor. Agroforestry är ett exempel på en odlingsform som passar under begreppet land-sharing och innebär att en gröda odlas under till exempel fruktträd.

Land-sparing kan gälla områden som ligger nära varandra, men kan också ha ett



Figur 10. Figuren längst upp visar principen för land-sharing med värdefulla naturområden spridda i landskapet. På den undre visas land-sparing där naturområden sparas i miljöer där markerna är mindre produktiva och effektiv markanvändning tillämpas på stora produktiva områden.

Fotomontage. Korfält: Holger Ellgaard, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 4.0. Övriga foton: Bioresurs

globalt perspektiv. Fördelen med land-sparing är att vissa områden passar bättre för intensiv odling, medan andra med ovanligt rik biologisk mångfald kan skyddas från exploatering.

Vilket synsätt som är bäst går inte att säkert säga och många menar att det finns utrymme för båda. Ett problem med land-sparing är att många sällsynta arter är specialiserade och anpassade till sin ursprungsmiljö och därför inte kan räddas genom att avsätta områden på annat håll. Det finns

inte heller några garantier för att avsättningar kommer att göras eftersom de påverkas av politiska beslut och globala överenskommelser. Land-sharing tar stor hänsyn till ekosystemtjänster i landskapet och ger människor möjlighet att försörja sig lokalt vilket är viktigt, inte minst i låginkomstländer. Nackdelen är att produktionen är låg och det kan vara svårt att försörja en växande befolkning med mat och resurser. I många fall ger förmodligen en kompromiss av land-sparing och land-sharing bäst effekt.

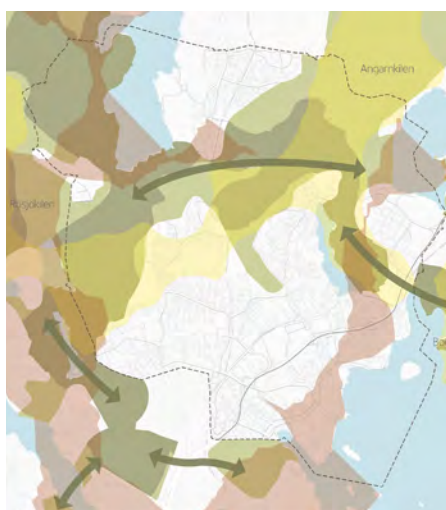
KOMMUNAL NATURVÅRDSPLANERING

Figur 11. Kommuner har god nytta av kunskaper kring utformning av landskap när planer ska upprättas. I allmänhet har kommunen en plan med beskrivning av värdefull natur och planering för bevarande av arter. En regional handlingsplan för Stockholms län – en grön infrastrukturplan – har upprättats, som kan användas av kommunerna i länet för planering och samverkan. Här behandlas principiella frågor som får en praktisk tillämpning i exempelvis Grönplanen för Täby kommun (2022), där det förekommer flera begrepp som förklaras i kapitlet Landskapsperspektiv. Kartorna nedan är hämtade från denna plan.

Till vänster visas hur gröna kilar, gröna värdekärnor och spridningskorridorer planeras in i Täby kommun. För att förstå spridnings-sambanden väljs en indikatorart ut som får representera en artrik miljö. Det är en art som har höga krav på sin miljö och har många följearter.

I kartan till höger har livsmiljöer och spridnings-möjligheter för fiskar och groddjur markerats (violettfärg visar viktiga miljöer och spridningsvägar som sjöar, vattendrag och våtmarker).

Källa: Halva Täby grönt – Grönplan för Täby kommun, Samhällsutvecklingskontoret 2022, www.taby.se
Kartorna är publicerade med tillstånd av Täby kommun.



- Regional grön kil
- Grön värdekärna i grön kil
- Regionala svaga spridningssamband
- Spridningskorridorer barr- och blandskog
- Spridningskorridorer ädellövskog



- Livsmiljöer och spridningsvägar för groddjur och fiskar
- Livsmiljöer
- Spridningssamband
- Skala 1:60 000

Metapopulationsekologi

– forskning om läderbaggen som exempel

Många växt- och djurarter riskerar att försvinna eftersom de är anpassade till naturtyper som blir alltmer sällsynta. Läderbaggen är en hotad skalbagge, beroende av gamla ihåliga träd. Forskning om metapopulationsekologi har gett kunskap om hur man kan bevara arten.



Foto: Thomas Ranius

Texten är skriven av:

Thomas Ranius

Professor i naturvårdsbiologi vid Institutionen för ekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han bedriver ekologisk forskning för att förstå vad som behövs för att effektivt bevara insekter som är beroende av död ved och ihåliga träd. Dessutom driver han syntesprojekt (ofta tvärvetenskapliga) kring frågor som är viktiga för svensk naturvård.

Försvinnanden av arter kan ibland vara förutsägbara: om en naturtyp helt går förlorad i ett område kommer arter specialiserade till denna naturtyp att försvinna. Men problemet är inte bara att ytan som täcks av till exempel urskogar och ängs- och hagmarker minskar, utan också att den yta som finns kvar förekommer alltmer utspritt i små fläckar som ofta ligger långt ifrån varandra. En art kan dö ut från ett område, trots att det finns lämplig naturtyp, om ytorna med naturtypen ligger så långt ifrån varandra att arten sällan sprider sig mellan ytorna. Inom metapopulationsekologin studerar man hur detta fungerar för att kunna bedöma vilka åtgärder som behövs för att arter ska kunna överleva i ett område på lång sikt.

Metapopulationsekologi

En metapopulation har ibland definierats som en "population av populationer": individerna som lever inom en yta med lämplig naturtyp utgör en subpopulation och många subpopulationer som har en viss, begränsad kontakt med varandra bildar tillsammans en metapopulation. I en metapopulation löper subpopulationerna risk att dö ut, men eftersom det också sker kolonisationer kan metapopulationen som helhet ändå överleva även på lång sikt. Forskning i metapopulationsekologi bedriver man ofta för att kunna bedöma risken för att en art

försvinner i olika landskap, beroende på hur olika förutsättningar förändras och vilken bevarandestrategi man väljer. I naturvårdssammanhang vill man ofta veta hur mycket lämplig naturtyp som behövs för att en art ska överleva inom ett område, och hur denna naturtyp bör vara fördelad i området. I bästa fall har man möjlighet att observera kolonisationer och utdöenden genom att följa utvecklingen inom ett landskap under många år. I mera kortvariga metapopulationsstudier observerar man ofta bara var arten förekommer i landskapet samt gör studier av spridningsbiologi eller kolonisationsförmåga. Ibland använder man sig dessutom av datorsimuleringar för att kunna bedöma hur artens och landskapets egenskaper påverkar risken för utdöende.

Metapopulationsekologin har sin grund i en teori som har utvecklats av ekologer i samarbete med matematiker. Teorin innebär att man beskriver olika processer i naturen på ett generellt och förenklat sätt med hjälp av matematiska funktioner. Teorierna testas genom observationer och experiment i naturen. Metapopulationsekologi är mer relevant för vissa arter än för andra. Teorin fungerar bäst för att förstå dynamiken hos arter som är specialiserade till naturtyper som förekommer i tydliga ytor som är avgränsade från varandra och där subpopulationerna är så små att de löper en viss risk att dö ut. Dessutom bör det mellan de olika

ytorna förekomma en viss spridning, som dock inte är så stor. Därför blir metapopulationsteorin mer relevant för arter med begränsad spridningsförmåga. Är spridningen mycket omfattande är det bättre att betrakta den totala populationen som en enda population utan att blanda in metapopulationsbegreppet. Förekommer ingen spridning alls är de lokala populationerna oberoende av varandra och utgör inte någon gemensam enhet.

Exempel på metapopulationer som man har studerat är dels grodor där individerna i varje damm utgör en lokal population och grodorna i ett större område bildar en metapopulation, dels fjärilar som förekommer i lokala populationer på enskilda ängar, medan fjärilarna i hela odlingslandskapet kan betraktas som en metapopulation. Något som utmärker metapopulationer är att arten vid en viss given tidpunkt inte förekommer på samtliga platser som är lämpliga, utan arten saknas under en kortare eller längre tid på en del lämpliga platser. I en metapopulation uppkommer jämvikt när antalet kolonisationer och utdöenden per år är lika stora. Ju större kolonisationsförmåga och ju mindre utdöenderisk de lokala populationerna har, desto större andel av platserna kommer att hysa lokala populationer när metapopulationen befinner sig i jämvikt.

Läderbaggens metapopulationsekologi

Jag har tillsammans med andra studerat metapopulationsekologin hos läderbaggen (*Osmoderma eremita*, figur 1), som är en hotad skalbagge som enbart lever i ihåliga träd. Läderbaggen var förmodligen relativt vanlig i det forntida skogslandskapet, där träden fick stå kvar och åldras. I dagens brukade skogar saknas förutsättningar för att läderbaggen ska kunna överleva, eftersom träden avverkas långt innan de blir ihåliga. Till exempel börjar ekar bli ihåliga först när de är 200–300 år. Numera förekommer läderbaggen i Sverige framför allt i gamla ekar i beteshagar (figur 2). Inom EU har arten givits högsta prioritet, vilket innebär att alla medlemsländer är skyldiga att verka för en gynnsam bevarandestatus för arten.

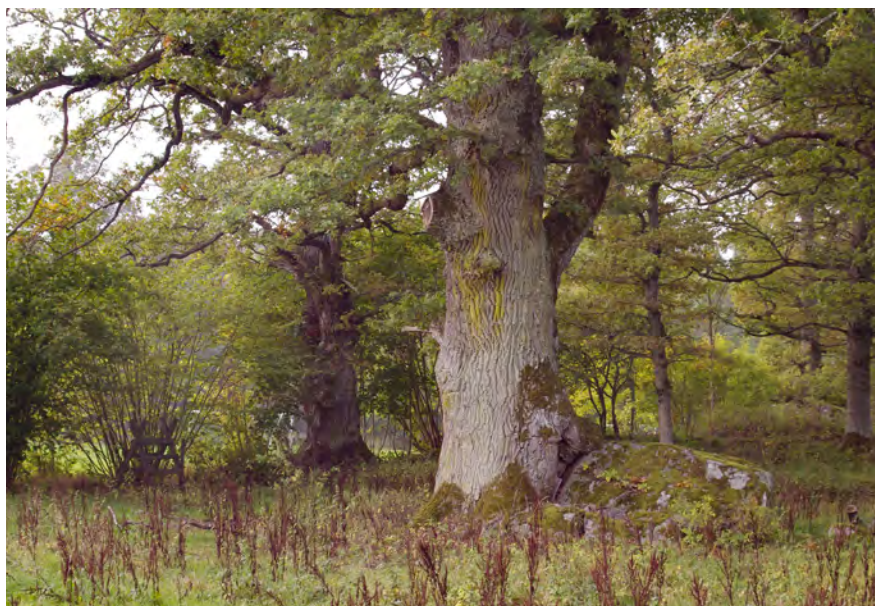


Ihåliga träd utgör en välvärmsgränsad livsmiljö där hela läderbaggens larvutveckling sker. Också de fullbildade skalbaggarne håller sig mest i de ihåliga träden och besöker mycket sällan andra miljöer. Därför testade vi antagandet att varje enskilt träd hyser subpopulationer och att läderbaggarne som finns i samtliga träd inom en ekhage eller ett större område tillsammans utgör en metapopulation.

Det är nu snart 30 år sedan som jag började studera läderbaggens metapopulationsökologi. Samtliga studier har gjorts söder om Linköping, där det finns en mycket stor koncentration av gamla ekar. Jag började med att inventera förekomsten av läderbagge i alla ihåliga ekar jag kunde komma åt i ett 14 x 15 km stort landskap. Resultatet visade att det är större chans att hitta läderbaggen i en ihålig ek belägen i ett stort bestånd av ihåliga ekar, jämfört med en ihålig ek som ser likadan ut men som står enskilt eller är belägen i ett litet bestånd. Förklaringen till det är förmodligen att läderbaggen inte hittar och koloniserar alla lämpliga träd i landskapet, utan det är framför allt lämpliga träd som står nära många spridningskällor (det vill säga i stora bestånd) som snabbt blir koloniserade. Det var en första indikation på att läderbaggen i landskapet fungerar som en metapopulation, men för att med större säkerhet förstå orsakerna bakom dessa mönster behövde vi göra mera ingående studier.

Figur 1. Läderbaggen *Osmoderma eremita* är en tre centimeter stor skalbagge som lever i ihåliga träd.

Foto: Thomas Ranius



Figur 2. Ekarna där läderbaggen trivs är ofta 300–400 år gamla. När ihåliga ekar förekommer i sammanhängande bestånd är chansen större att ett lämpligt träd hyser läderbagge. Det beror på att i det större beståndet finns det flera skalbaggar i närheten som potentiellt kan sprida sig och kolonisera en lämplig ek.

Foto: Thomas Ranius

Därför studerade vi läderbaggens populationsdynamik under fem år genom att fånga läderbaggar med hjälp av fallfällor som vi satte i trädhåligheterna. Läderbaggarna märktes och släpptes levande tillbaka i träden igen. Det visade sig då att de flesta läderbaggar stannar kvar i samma träd som de kläcktes i under hela sin livstid; endast 15 procent flög mellan träden. Då var den längsta förflyttning som vi iakttog mellan två träd som stod 190 m från varandra, men senare har också längre förflyttningar observerats. Att det inte är så många individer som flyger, framför allt inte längre sträckor, är en förklaring till att läderbaggen ofta saknas i ihåliga träd som är lämpliga men som inte har så många möjliga spridningskällor i den omedelbara närheten. Att de flesta individerna stannade kvar i trädet under hela sin livstid innebär att det är rimligt att betrakta individerna i varje träd som subpopulationer som har kontakt med varandra genom en viss spridning.

I genomsnitt kläcktes elva läderbaggar per år i de ihåliga ekarna. Antalet individer varierade kraftigt mellan träden, med upp till ett hundratal skalbaggar som kläcktes varje år i de bästa träden. I jämförelse med hur många andra insekter varierar i antal beroende på väderlek var variationen i läderbaggspopulationernas storlek liten mellan åren. Innan detta projekt gissade vi att

populationsstorleken skulle vara ganska lika mellan träden, så vi var förvånade över den stora skillnaden. Detta får stor påverkan för utdöenderisken i enskilda träd. Om det i ett träd finns förutsättningar för bara några enstaka skalbaggar per år, finns risken att slumphändelser leder till att populationen dör ut. Däremot blir utdöenderisken åtminstone på kort sikt mycket liten i ett träd där det kläcks omkring 100 skalbaggar per år, och populationsstorleken inte varierar så mycket mellan åren.

Efter några år av intensiva studier har jag inte ägnat mig så mycket åt läderbaggen, utan på olika sätt breddat min forskning. Jag har dock varit involverad i flera samarbetsprojekt som gett nya insikter om läderbaggen. Genom att kunna göra observationerna under flera år har det varit möjligt att besvara frågor som är omöjliga att få svar på i korttidsstudier.

Det verkar som att läderbaggen sprider sig mer och längre i ett varmare klimat och under år med varmare väder. Det gör att läderbaggens metapopulationer kan fungera annorlunda där vi har studerat den, nära nordgränsen av läderbaggens utbredningsområde, jämfört med längre söderut.

Vi har fortsatt att under vissa år följa läderbaggarna i träden där vi utförde den ursprungliga 5-årsstudien. Under en 25-årsperiod har den totala populationsstorleken varit relativt konstant, men i de enskilda träden har förändringarna varit stora. Det gör att de träd som hyste störst populationer på slutet av 25-årsperioden inte alls var desamma som de som hyste störst populationer i början. Detta resultat gav oss insikten att utdöenderisken trots allt kan vara betydande även i träd med många skalbaggar, eftersom det bara verkar vara under en kortare tid som de är så individrika. Kolonisationer ägde framför allt rum i träd med yngre håligheter. Utdöenden från träd kan bero på att träden dör och faller omkull men också på att arten försvinner till synes slumpmässigt från träd med små populationer. Det innebär att för att bevara läderbaggen är det viktigt att förstå när och var livsmiljön, det vill säga ihåliga ekar, uppkommer och försvinner i landskapet.

Slutsatser: läderbaggens framtid och historia

Läderbaggspopulationer i små ekbestånd är inte livskraftiga, men ändå hittar man ibland arten på sådana platser. Det beror förmodligen på att läderbaggen spred sig till dessa platser för mer än 200 år sedan, då det fortfarande fanns stora mängder gamla ekar på åkrar, ängar och kring bebyggelse, eftersom eken då var fridlyst och bönder inte fick hugga ner ekar ens på sin egen mark. En stor del av ekarna högs ner under 1800-talet och sedan dess har mängden gamla ekar ytterligare minskat. Därför förekommer läderbaggen och många andra arter knutna till ek idag i små populationer, ofta flera kilometer från varandra. Förmodligen är läderbaggen kapabel att flyga flera kilometer, men det är en mycket liten andel av individerna som företar så långa förflyttningar och verkligen hittar lämpliga träd. I urskogslandskapet, där det fanns mängder av grova, ihåliga träd, utgjorde spridningen i mycket mindre utsträckning en begränsning; om läderbaggen är många innebär det också att många individer flyger och utgör potentiella kolonisatörer. Dessutom var det ofta korta avstånd mellan lämpliga träd i dessa skogar. Men i dagens landskap, där det på många lokaler kläcks några tiotals läderbaggar per år, är sannolikheten liten att något av dessa djur skall flyga iväg och hitta till en annan lokal. Därför inträffar utdöenden från bestånd oftare än kolonisationer. Om dagens situation består kommer läderbaggen på lång sikt att försvinna från många lokaler. Det beror främst på att i små bestånd är läderbaggspopulationerna beroende av enstaka lämpliga träd som kan bli olämpliga inom några decennier och det krävs tur för att andra lämpliga träd ska uppstå under den tiden. För att bevara läderbaggen på lång sikt krävs därför stora sammanhängande bestånd med hålträd. Några sådana områden finns fortfarande kvar i Sverige. På många andra håll förekommer läderbaggen i bestånd med 2–10 lämpliga träd och för att arten skall kunna klara sig kvar där på längre sikt behöver mängden hålträd öka.

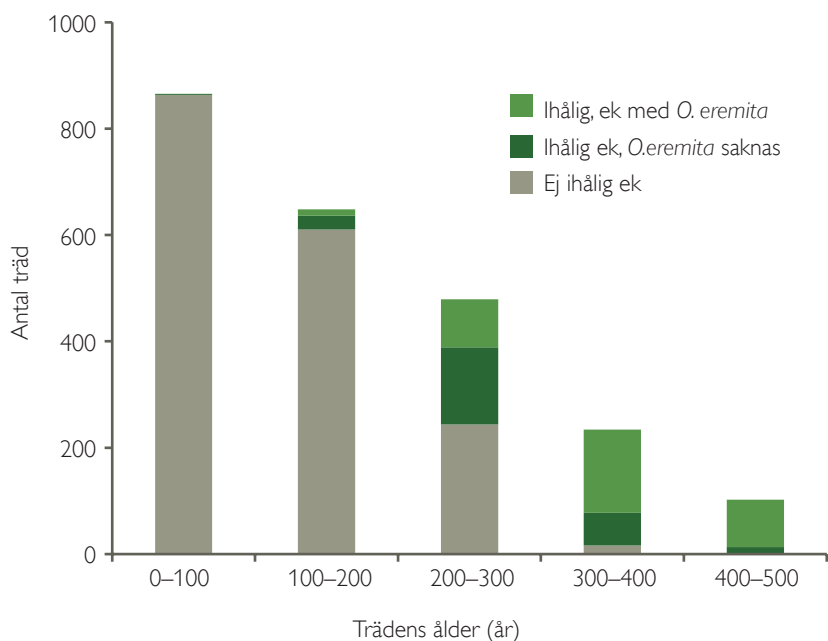
Ofta finns det ganska gott om ekar som är 100–150 år gamla, så om de sköts på rätt sätt kan det uppstå fler hålekar så småningom. Naturvårdsåtgärder som syftar till att bevara och skapa nya ihåliga ekar blir effektivare om man koncentrerar ansträngningarna till de platser där läderbaggen och andra hotade arter finns.

Nytan av metapopulations-ekologi

Man kan studera till exempel utdöenderisker och spridning utan att blanda in metapopulationsekologi. Det som metapopulationsekologi har bidragit med är framför allt att betydelsen av olika rumsliga och tidsmässiga skalor har blivit tydligare. Det leder till en större medvetenhet om att man inte kan betrakta populationerna i en damm, ett träd eller en äng som isolerade, självständiga enheter. Metapopulationstänkandet innebär därför att man undersöker ekologiska processer i en större skala än vad man har gjort tidigare för att kunna förutsäga förekomsten på enskilda lokaler. Dessutom lägger metapopulationsekologin tonvikt vid att naturen är dynamisk: att en yta är obebodd vid ett visst tillfälle innebär inte nödvändigtvis att den har en livsmiljö som är olämplig för arten, och ytan kan mycket väl vara bebodd några år senare.

Figur 3. Från en artikel av Ranius m fl, publicerad 2009. Fördelningen av ekar i olika åldersklasser; uppdelade efter om de har håligheter eller ej och om läderbaggen förekommer eller inte. Den bygger på följande antaganden:

1. Det råder jämvikt mellan att träd etableras och att de dör; vid en trädålder som överensstämmer med fältstudier
2. utvecklar träden håligheter och
3. dör; samt
4. bosätter sig läderbaggar i hålträden.



Naturvård i staden

för människors hälsa och biologisk mångfald

Hur står det till med biodiversiteten i städer i Sverige och i andra länder? Hur påverkar biodiversitet oss människor och hur kan naturmiljöer i städer främja både människors hälsa och möjliggöra för andra arter att leva?



Foto: Fredrik Funck, DN

Texten är skriven av:

Marcus Hedblom

Professor i Landskapsarkitektur med särskild inriktning mot Landskapsförvaltning. Marcus har läst Naturvetenskapligt gymnasium i Alingsås, studerat till biolog på Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala och på University of British Columbia i Kanada. Han doktorerade på fåglar och fjärilar i staden och har arbetat på Uppsala kommun med naturvård och friluftsliv. Numera forskar och undervisar han tvärvetenskapligt om hur människor och biologisk mångfald kan samexistera i städer.

I dag bor fler i städer än på landsbygden och urbaniseringen fortsätter i hög takt. Det leder till att grönskan i städerna minskar vilket i sin tur påverkar människors hälsa och bevarandet av arter. Grönskan förser oss människor med en mängd ekosystemtjänster, till exempel minska värmeeffekter, ta hand om regnvatten, ta upp partiklar och öka fysiskt och psykiskt välmående. Dessa tjänster blir allt viktigare när klimatförändringar ger ökad nederbörd och högre temperatur, men även eftersom den psykiska ohälsan ökar mer i städer än på landsbygden, och då främst bland unga. Men grönskan är inte endast där för oss människor, det finns även stora värden av biologisk mångfald i städer. Många städer är byggda i områden med hög biodiversitet, så kallade "biodiversity hotspots", till exempel Kapstaden i Sydafrika, Perth i Australien och Rio de Janeiro i Brasilien som alla har unika (endemiska) arter som finns där städerna breder ut sig.

Urbaniseringen skapar ett så kallat "wicked problem" – ett problem som är extremt svårt att lösa. Vi människor behöver någonstans att bo och samtidigt behöver vi grönska för att må bra och då måste grönskan vara av sådan kvalitet att andra organismer trivs där. Över hela världen minskar grönskan i städer trots goda intentioner, policyer och styrdokument. Den internationella panelen IPBES skriver i en rapport om biologisk mångfald och natur

i städer att "...städer vet inte hur de skall integrera naturen och naturens bidrag till människan i stadsplaneringen". Det fungerar inte längre att naturen kan vara någon annanstans och utanför städerna. Eftersom städer sträcker sig över enorma ytor måste naturen vara en integrerad del. Exempel på en mega-stad är Tokyo med över 35 miljoner invånare och USA:s östkust som nästan är en sammanhängande stad från Boston till Miami.

Förutsättningar i städer

Biodiversitet i städer är fortfarande relativt ostuderad. Antagligen därför att det traditionellt ansetts ointressant av forskare att arbeta i städer och eftersom det finns mer "natur" i andra miljöer utanför städerna.

I en större internationell studie studerades den biologiska mångfalden av fåglar och växter i städer och jämfördes med omkringliggande regioner. Det visade sig att de arter som finns i städer också finns i landskapet utanför. Ett land utgjorde dock ett undantag, Australien hade extremt många arter som inte var inhemska (arter som inte hör hemma i den ursprungliga florin och faunan). Man fann också att vissa arter, så kallade kosmopoliter, verkar trivas i städer oavsett om det är i Europa, Asien, Sydamerika, Australien eller Afrika. Fyra av dessa var fågelarter som förekom i mer än 80 procent av städerna; klippduva, gråsparv, europeisk stare och ladusvala. Av växter förekom elva

arter i mer än 90 procent av städerna, till exempel vitgröe och lomme.

Det kommer dessutom allt fler studier på insekter och i en av dessa placerades humlekolonier på jordbruksmark respektive i engelska städer. Man fann att drottningar producerade fler överlevande arbetare och att mer pollen samlades in i städerna. Även fler arter av bin noteras i engelska städer än på landsbygden, men det betyder inte att städer är bra för insekter, utan bara att städer är bättre än landsbygden. En förklaring är att jordbruket på många platser är extremt rationaliserat med mycket pesticider och få naturliga miljöer.

Svenska stadsskogar

De största svenska städerna har i genomsnitt 20 procent av ytan täckt av skog. Med skog menas att det finns ett naturligt fålskikt av örter, blåbär och lingon och att skogarna inte sköts som en park med gräsmatta. Mängden skog i städerna är starkt kopplad till hur landskapet omkring städerna ser ut. Städer omgivna av jordbruksmark som exempelvis Malmö har knappt någon skog, Stockholm, som ligger i en region med både jordbruksmark och skog, har en genomsnittlig andel skog och Borås, som till stor del omges av skog, har även mycket skog i staden.

Hälften av stadsskogarna är väldigt små, 0,5–2 hektar, på gränsen att kallas skogar (det saknas entydig definition på vad en skog är). Skogar som ligger inklädd i bostadsområden är extra viktiga för barn och äldre som har svårt att ta sig längre bort till större skogar. Intressant nog har dessa små skogar en hög andel lövträd och många fågelarter som är kopplade till lövskog, de utgör ett unikt habitat i det annars så dominerande barrskogslandskapet. Mycket tyder dock på att dessa små skogar exploateras i hög grad då städer förtätas.

Död ved är en god indikator för biologisk mångfald. I de nordiska länderna finns cirka 7 500 arter ryggradslösa djur och svampar som lever i död ved. I en tvåkilometerszon från utkanten av städerna finns en större andel död ved än i det övriga skogslandskapet. Det beror troligen på att skogen är mer orörd nära städer än i produktionslandskapet.



Figur 1. En lövskog som har fått växa fritt vid Mälaren utanför Uppsala skapar ett unikt habitat.

Foto: Marcus Hedblom

pet. Centralt i städer finns inte mycket död ved, där tas träd ner och döda grenar bort, dels på grund av säkerhet men också beroende på estetik eftersom vissa anser att det ser skräpigt ut med död ved. Trots att det finns gott om skog i svenska städer så finns endast en fjärdedel så många arter fåglar i stadsskogarna än i skogar utanför och endast hälften av de hotade (rödlistade), skogslevande arterna finns i städerna. Troligtvis beror det på färre insekter, och andra störningar i landskapet som ljus och buller.

Hälsa och biologisk mångfald

Det verkar som att vi människor mår bra av grönska. En studie gjordes i Göteborg där man undersökte om det var någon skillnad på hur människor uppskattade en skog respektive en park. Det visade sig att de flesta uppskattade naturliga miljöer mer och hellre joggade, hängde med vänner, fick frisk luft och var ute och gick i en skog än i en park.

Men riktigt så enkelt är det inte när det gäller biodiversitet och välmående. I staden Sheffield i England inventerades diversiteten av fågel-, växt- och fjärilsarter och sedan fick personer beskriva sitt eget välmående när de passerade områden med olika biodiversitet. Det visade sig att de flesta mätte bäst där de själva trodde det var högst biodiversitet (men det inte var det i verkligheten). Resultaten kan delvis tolkas så att många människor i städer har tappat kunskap i att särskilja olika arter. För att

Figur 2. Gräsmattor i London där man klippt kanterna för att skapa större acceptans för ängsmarker.

Foto: Maria Ignatieva

Figur 3. En så kallad "risorm" som är skapad för att främja estetik och vindskydd, men också som ett habitat för insekter och fåglar.

Foto: Roger Elg



Figur 4. Experiment på Karolinska Institutet där multisensoriska intryck från naturen mäts. Syftet är att se hur olika sinnen som syn, hörsel och lukt från naturen samspelar och påverkar stress.

Deltagarna i studien utsattes för milda elektriska chocker och sedan undersöktes om de stressreaktioner som uppstått påverkades när deltagarna fick uppleva antingen en stad, en park eller en skog.

För att mäta alla sinnen användes Virtual Reality glasögon (så att personen kunde se miljön i 360 grader), hörlurar samt två rör instuckna i näsan för att mäta lukt (luktrören är inte med i bilden).

Resultaten visade att stadsmiljön, där deltagarna utsattes för buller och bland annat diesellukt, minskade stressnivån minst. I skogen och parken fick deltagarna känna dofter från naturen och höra fågelsång och i dessa miljöer sjönk stressnivån på ett par minuter. Lukten var det sinne som var starkast kopplat till minskningen av stress.

göra det än mer komplicerat så verkar det även finnas en skillnad i hur folk upplever biodiversitet kopplat till personlighetstyp. Folk som är naturpersonligheter och "finner tillfredsställelse med havet, skogen och naturen" uppfattar att platser i staden har högre biodiversitet är personer som är urbana personligheter och "finner tillfredsställelse i shopping, gatuliv och nöje i staden".

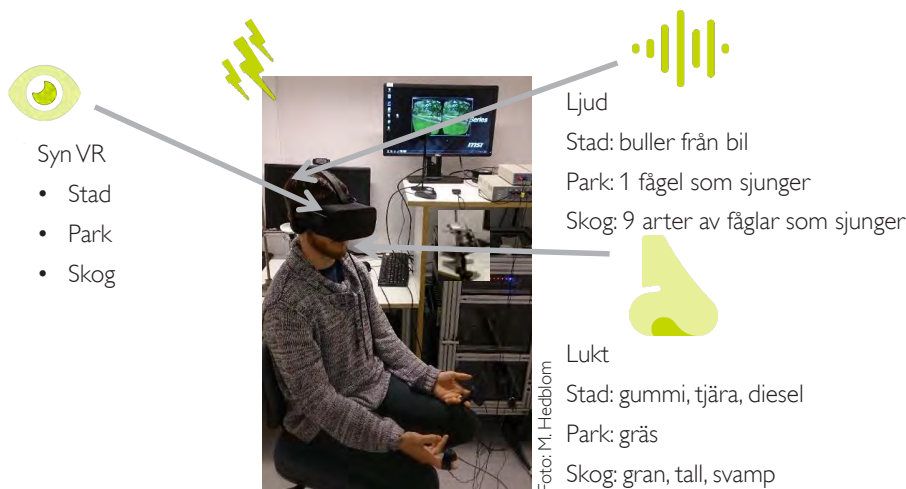
I en studie i Sverige observerades barn på en traditionell lekplats med rutschkana, sand och gungor och jämfördes med när de i stället fick leka i en skog. I skogen rörde barnen sig 30 procent mer och hade mer fantasilekar än tävlingslekar, som dominerade på den traditionella lekplatsen.

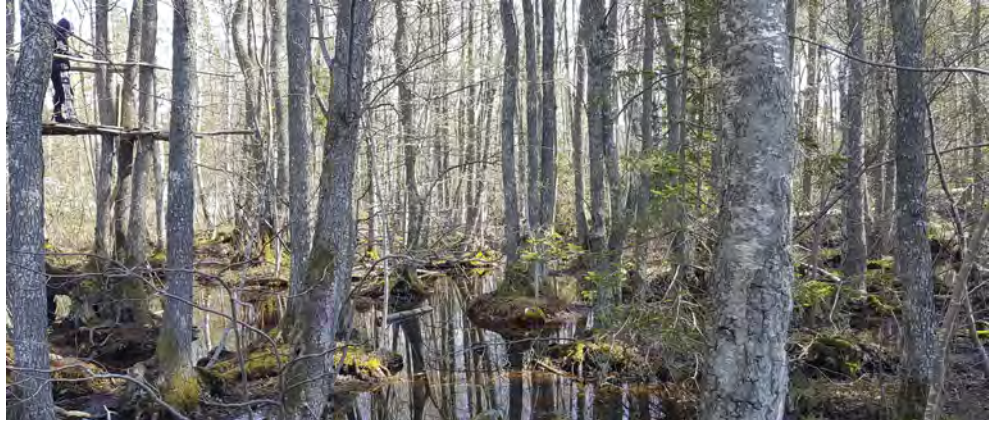
Det finns studier som tydligt visar kopplingar till biodiversitet och hälsa. I en studie, som omfattade en knapp månad, deltog tio förskolor från två städer i Finland. Utemiljön bibehölls konstant vid sex av förskolorna: kring tre var miljön traditionell och bestod mest av grus, ytterligare tre var naturinriktade där barnen brukade vistas i naturmiljöer varje dag. Vid fyra andra förskolor förändrades lekmiljön genom att den

ursprungliga grusmarken täcktes med gräs- och skogsmark, där bland annat ljung, blåbär och olika mossor ingick, och barnen fick sedan leka i den skogsliknande miljön. I övrigt var förhållandena lika för de tio förskolorna. Barnen undersöktes när studien startade och när den avslutades beträffande diversiteten av mikroorganismer i tarmen och på huden. Dessutom analyserades vissa komponenter i immunförsvaret. Resultatet för barnen som hade vistats i den förändrade miljön blev att florans av mikroorganismer i tarmen och på huden förändrades och blev mer varierad, samt att immunförsvaret förbättrades.

Andra studier i Finland har visat att människor i städer har högre andel allergier och kroniska inflammationer men också mindre mängd mikroorganismer på huden jämfört med personer på landsbygden. Således verkar det som att minskad natur och färre mikroorganismer i städer kan påverka vår hälsa negativt och att det däremot är positivt för hälsan att vistas i naturen.

Buller är ett av de största hälsoproblemen i städer, och leder till sömnsvårigheter och i förlängningen till hjärt- och kärlsjukdomar. Att minska buller är således viktigt. Men också kanske att öka positiva ljud. Det har visat sig att vi mår bättre och blir gladare av ljud från naturen och då särskilt fågelsång. Tjattret från en gråsparv gör att vi upplever staden som mer positiv, ännu mer positiv blir upplevelsen med sjungande fåglar som lövsångaren och allra mest positivt är det om flera arter sjunger. Det betyder att om vi förvaltar skog och natur i städer så det blir fler fåglar så påverkar det människors välbefinnande. Studier visar även att det går att "maskera" trafikbuller genom att spela upp fågelsång så bullret upplevs som mindre negativt.





Intressant nog kanske det trots allt inte är synen av biologisk mångfald, eller fågelsången, utan lukt som får oss att må bra. Nya studier visar att minskning av stress var starkare kopplad till lukt från naturen än synen av skogen och ljudet av fågelsång (se figur 4). Det handlar således om att skapa förutsättningar för multisensoriska intryck; både visuella intryck av grönska i naturliga miljöer, ljud från flera arter utan störande buller, möjliggöra att känna lukt från naturen och att röra vid den och få kontakt med mikroorganismer.

Naturvård och hälsa

Hur gör vi då för att skapa win-win effekter mellan biologisk mångfald och hälsa? De grönytor som är kvar i städerna bör få flera användningsområden – det vill säga bli multifunktionella. Idag skapas många lekplatser med plastmattor och stålruksbanor just därför att det är lättare att beställa dessa från en katalog än att skapa från naturen. Dock byggs nu lekplatser som kopplar till begrepp från ekologin, så kallade lekotoper (Play biotopes, på engelska). Där biotopen kan vara en skog, trädet ett habitat och grenarna på olika höjd ger nischer för barn med olika förutsättningar för klättring men även för fåglar. Tanken är att om lekplatsen byggs av liggande död ved, sand, träd med grenar som breder ut sig och små vattendrag så blir det bra pedagogiska miljöer för lek, men också goda förutsättningar för biologisk mångfald.

50 procent av grönskan i svenska städer består av gräsmattor. De bidrar till ökade koldioxidutsläpp eftersom de ofta klipps med bensindrivna fordon. Dessutom kräver de bevattning och består endast av ett fåtal arter. Men genom att klippa mer sällan kan antalet växtarter öka liksom antalet pollinrare. I Malmö var det 50 procent mer polli-

nerande arter i parker med naturlig gräsväxt och ruderala områden (till exempel längs järnvägsspår) än i "finparker". Dessutom gillar vi människor blommande ängsmarker. I en studie där respondenter fick ranka olika bilder efter hur vackert det var så ansågs den blomrika schweiziska alpängen som mest attraktiv. Det går att både öka den visuella estetiken och den biologiska mångfalden genom att skapa ängsmarker istället för gräsmattor. För att en gräsmatta skall bli en äng med hög diversitet krävs att den är ganska mager, det vill säga att det klippta gräset tas bort regelbundet. Ängar kan ha ända upp till 63 olika arter per kvadratmeter. För att människor inte ska bli rädda för fästingar eller tycka det är ful kan man klippa kanter eller gånger i gräset. Inom landskapsarkitektur finns det ett begrepp som handlar om att visa att denna yta inte är lämnad vind för våg, någon bryr sig om den och skapar "ordnade ramar kring ett stökigt ekosystem; messy ecosystems in orderly frames" – på engelska.

Framtiden

Det har antagits att det kommer att byggas lika mycket stadsmiljöer de kommande 30 åren som det byggts hitintills. Det mesta av urbaniseringen sker i Sydostasien, till exempel i Kina, men urbaniseringen går snabbt även i Afrika och i Sydamerika. Även i Europa och i Norden förtätas städer och allt fler flyttar till större städer. Kunskaperna ökar om att natur i städer är viktigt för både artbevarande och mänsklig hälsa. Det stora problemet är att hitta lösningar på hur städer skall bevara grönområden och sköta dem för att främja den biologiska mångfalden. En viktig väg framåt är att ekologer och biologer samtalar med landskapsarkitekter och planerare så att det sker ett kunskapsutbyte.

Figur 5. Barn som klättrar i träd i Landskapslaboratoriet utanför SLU i Alnarp. Trädet är klippt för att skapa goda klätterförutsättningar.

Foto: Lars Brundin

Figur 6. Barn som byggt en koja i en alsumpskog i anslutning till ett bostadsområde.

Foto: Marcus Hedblom

Viktiga mykorrhizasvampar

Hyggen är inte lika kala och ödsliga som de var tidigare. Numera lämnas som regel enstaka träd och trädgrupper. Men gör hänsynsträden någon skillnad för mångfalden av mykorrhizasvampar?



Foto: Johan Samuelsson

Texten är skriven av:

Anders Dahlberg

Anders Dahlberg är professor vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Han forskar och undervisar om svampar och deras ekologi i framför allt skogsmark. I boken *Svamparnas förunderliga värld* (2021) sammanfattar och resonerar han (tillsammans med Anna Froster) om svamparnas liv i underjorden.

Tanken med hänsynsträd (naturvärdesträd), som lämnas av skogsbruket vid avverkningar, är att de ska fungera som livbåtar och hjälpa skogslevande arter att överleva. Nästan all skog sköts idag med syfte att få fram virke och papper. Det påverkar skogens miljö på sätt som försvårar livet för djur, svampar och växter. Artdatabanken bedömer att omkring 2000 av Sveriges kanske 25 000 skogslevande arter missgynnas och hotas av skogsavverkningar.

Att träd sparas vid avverkningar är ett resultat av de frivilliga miljöcertifieringarna för skogsägare (FSC och PEFC), som växte fram i slutet av 1990-talet. Det innebär bland annat att minst tio hänsynsträd per hektar ska lämnas vid avverkning. Certifieringarna togs fram som ett komplement till samhällets naturvårdsåtgärder för att minska behovet av formellt skyddad skog. Idag är flesta skogsägare miljöcertifierade.

Mykorrhizasvampar

Mykorrhizasvampar är helt beroende av träd för sin existens. Huggs träden ner tynar mykorrhizasvamparna bort och försvinner. Mykorrhiza är namnet på bildningen där trädens rotspetsar och mykorrhizasvamparnas tunna svamptrådar, hyfer och mycel, vuxit samman. Man kan likna rotspetsarna med mykorrhiza vid en slags kopplingsstationer som binder samman fotosyntesen uppe i trädkronorna med svamparnas mycelnätverk nere i marken. Förutom att svamparnas hyfer är in- och sammanvuxna med rotcellerna (syns i mikroskop), spretar de också ut i marken som borsten på en diskborste vilket ger trä-

det tillgång till ett rotsystem med 100–1 000 gånger större kontaktyta än rötterna själva. Svamparna får sin energiförsörjning säkrad medan träden får en effektiv närings- och vattenförsörjning genom att vara uppkopplade på svamparnas stora mycelnätverk. Några exempel är välkända celebriteter som kantarell och karljohan (stensopp), men dessutom nästan alla matsvampar. Svampgrupperna kremlor, flugsvampar och spindelskivlingar utnyttjar mykorrhiza liksom även andra svampar som inte syns eftersom de saknar större fruktkroppar.

Uråldrig och svårstuderad symbios

Mykorrhiza beskrevs redan 1885 men det är först på senare tid som forskning visat hur avgörande symbiosen varit för växters evolution, att den förekommer överallt och är en nyckelspelare i naturen. Det var länge svårt att undersöka mykorrhizasvamparnas liv eftersom det är mikroskopiskt och främst utspelar sig nere i marken. Men med bland annat DNA-analyser av mark går det nu enklare att komma åt vilka svamparna är, vad de gör och vad som påverkar om de finns på en plats eller inte.

Få träd och många svampar

Antalet trädslag i Sverige är få. Tall och gran dominerar och svarar tillsammans för 80 procent av alla träd (trädbiomassa). Det är betydligt fler svampar som bildar mykorrhiza, hittills känner vi till närmare 2 000 olika arter. Vissa, som röd flugsvamp, är generalister och kan växa med nästan alla trädarter oavsett i vilken miljö de fö-

rekommer, medan andra är specialiserade till ett trädslag och speciella miljöer. Många av de specialiserade arterna minskar i mängd och är därför rödlistade, de anges ofta som naturvårdsarter. I Sverige är 300 olika mykorrhizasvampar rödlistade.

Sedan 2015 undersöker några forskare vid SLU, tillsammans med Rikskogstaxeringen och Markinventeringen, förekomsten av mykorrhizasvampar genom DNA-analyser av skogsmark (se svamparisverige.se). Forskningen visar att det är få mykorrhizasvampar som är riktigt frekventa medan de allra flesta är mer eller mindre ovanliga. I en äldre skog finns det ofta ett par hundra olika arter där en tiondel är vanliga, spridda och svarar för 75 procent av all mykorrhiza, medan de allra flesta bara förekommer på några få eller enstaka ställen i skogen. Stora träd kan vara associerade med hundratalet arter och på varje kvadratmeter skogsmark döljer sig tiotals arter. Det stora antalet arter av mykorrhizasvampar väcker onekligen associationer till regnskogars höga artmångfald.

Det går inte att se myllret av mykorrhizasvamparnas mycel i marken, men man kan föreställa sig det som ett lapptäcke av åtskilda och konkurrerande mycel av olika storlek, arter och individer. Många är utspridda på upp till en kvadratmeter, andra ibland på ett tiotal kvadratmeter. Även om enskilda svamptrådar inte lever så länge, kan mycel-individerna vara långlivade och bli gamla som träd eller äldre, om det hela tiden finns träd på platsen. Det är anledningen till att vi kan komma tillbaka och plocka svamp från samma plats och mycel år efter år. Därför är hänsynsträd viktiga för mykorrhizasvampar.

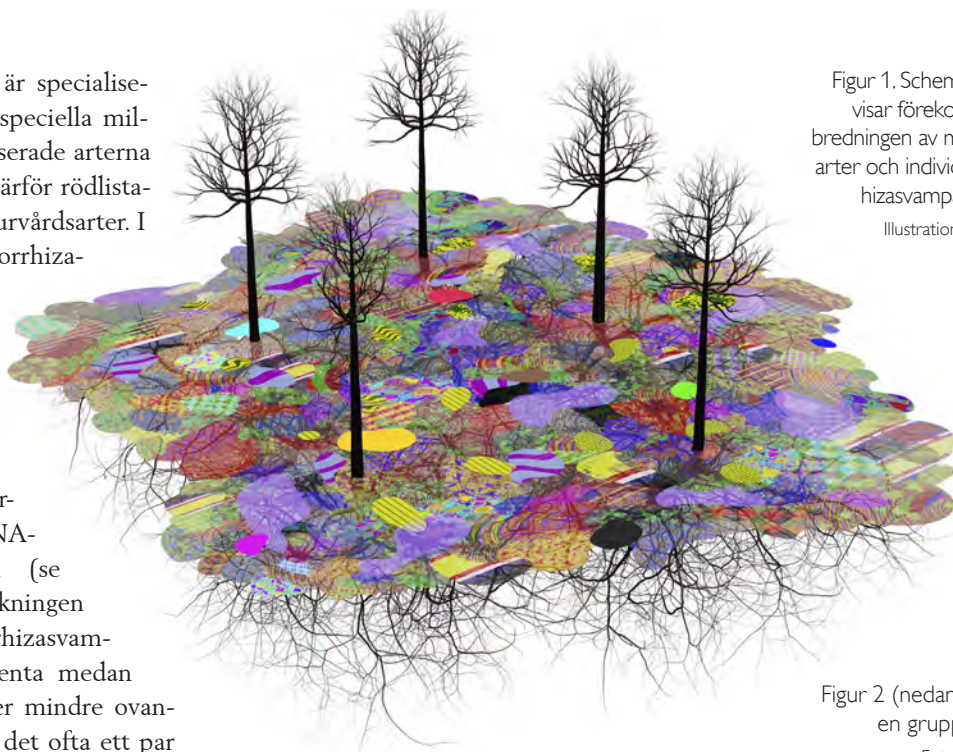
Försvinner vid avverkning

När träd avverkas upphör flödet av socker till rötterna. Mykorrhizasvamparnas mycel tynar bort och försvinner efter några månader. (Därför saknas fruktkroppar av mykorrhizasvampar på hyggen.) I stora

drag är det storleken på trädens fotosyntes som styr antalet arter och mängden mykorrhiza. Därför är mykorrhizamängden nästan noll på hyggen och stor i äldre skog.

Efter skogsavverkningen behöver mykorrhizasvamparna etableras på nytt. Det blir inte riktigt samma arter som tidigare, fler arter tillkommer efterhand och sammansättningen förändras successivt med tiden. En del vanliga arter (till exempel skinnsvampar) är snabbt på plats och blir till och med betydligt vanligare i skogen som växer upp. Däremot dröjer det flera decennier innan till exempel spindelskivlingar och kremolor, som dominerar i äldre skog, börjar komma tillbaka. Arter som är mer specialiserade och ovanliga i landskapet, som de rödlistade arterna, har det svårt och lyckas sällan etableras på nytt. Det beror mycket på att de är så ovanliga att deras sporer bara utgör en försvinnande liten andel av alla sporer som sprids och att sannolikheten att de skall lyckas etableras är mikroskopisk.

Det är med sporer som svamparna främst kommer tillbaka till hygget, oftast spridda med vind men även av djur, framför allt insekter. De kommer nästan uteslutande från svampar som växer inom de närmaste hundra meterna från hygget. En



Figur 1. Schematisk bild som visar förekomsten och utbredningen av mycel från olika arter och individer av mykorrhizasvampar i skogsmark.

Illustration: Jacob Bertilsson

Figur 2 (nedan). Hygge med en grupp hänsynsträd.

Foto: Lena Gustafsson



Figur 3 (ovan). Tittar man under mossan i skogsmark syns att de yttersta delarna av de minsta trädrötterna är omslutna och luddiga av oftast vita svamphyfer. Dessa bildningar är mykorrhiza och är så många som hundratals eller fler per kvadratdecimeter.

Foto: Petra Fransson



Figur 4 (överst). Giftkremla

Foto: Piotr J., commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

Figur 5 (mitten). Rödskeivig kanelspindling

Foto: Frank Gardiner aka Zonda Grattus, commons.wikimedia.org, CC BY 3.0

Figur 6 (nederst). Mörkt ullskinn

Foto: Sten Svantesson

svamp producerar förvisso astronomiska mängder sporer, en sandsopp en kvarts miljon, men de allra flesta landar rakt under svampen och bara någon procent kommer längre än tio meter. Sannolikheten för att mer långväga sporer når nya platser och etableras är låg. Det är här nyttan av hänsynsträd kommer in.

Alltid hos levande träd

Alla träd och i princip alla deras rotspet-sar har mykorrhiza. Därför kommer det fortsatt finnas mykorrhiza hos hänsyns-träd, liksom hos trädplantor och hos trä-den längs hyggeskanter. Mykorrhiza finns så långt ut från träden som rötterna breder ut sig, i storleksordningen tio meter. DNA-undersökningar visar att hänsyns-träd har samma svampar som i skogen inn-an den avverkades. Att lämna hänsynsträd är därför ett sätt att få mycel att fortsatt leva vidare under hyggesfasen. Visserligen kommer de flesta av hänsynsträdens mykorrhizasvampar att vara vanliga arter som ändå skulle kommit tillbaka. Men ju fler träd som sparas desto större är sannolik-heten att det även finns mycel från ovan-ligare, någon gång rödlistade arter. Utma-ningen är att ovanliga svampar bara har några få kanske kvadratmeter stora mycel.

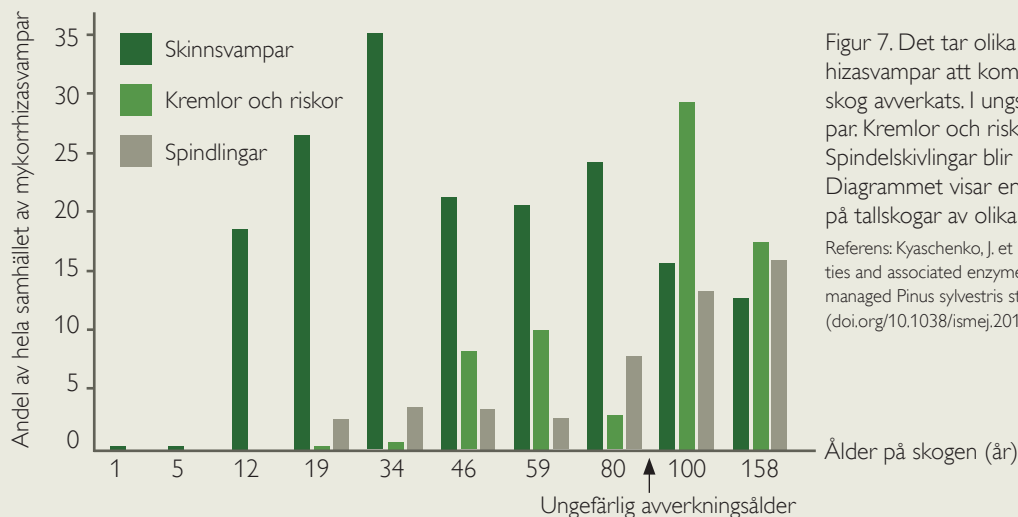
Hänsynsträden bidrar till att mycel av ovanliga arter kan leva vidare. Men ännu viktigare och effektivare för naturvården är att skydda värdefulla skogar, inte bara

spara hänsynsträd, och på så sätt säkerstäl-la att hotade mykorrhizasvampars mycel-individer kan leva vidare, liksom andra missgynnade hotade skogsarter.

Svamparnas mycelnätverk – inte ett stort utan många små

Föreställningen att träd kommunicerar och byter näring genom mycelnätverk har fått stor uppmärksamhet. Tanken är att träd med hjälp av mykorrhizasvampar står i förbindelse med och hjälper varandra. Det har jämförts med internet och kall-lats wood wide web och har ett korn av sanning eftersom mycel kan växa samman med och koppla ihop näraliggande rötter från olika träd. Men det är en faktoid där det mesta som sägs är felaktigt och färgat av ett önsketänkande om en god natur.

Försöker man förstå vad som sker i marken från svamparnas horisont blir det uppenbart att det trädcenterade synsät-tet inte stämmer. Svamparter följer förstås samma evolutionära spelregler som djur och växter där svampindividers existens beror på hur bra de kan konkurrera och försvara sina territorier. Forskningen visar att det finns ett gytter av hundratals olika arter och många tusentals, oftast kvadrat-meterstora, olika mycel i skogsmark. Så visst finns det mycelnätverk i skog, men det är inte sammanhängande och kommu-nicerande utan är ett lapptäcke av många mindre och konkurrerande mycel.



Figur 7. Det tar olika lång tid för olika mykorrhizasvampar att komma tillbaka efter att en skog avverkats. I ungskog dominerar skinnsvampar. Kremlor och riskor tar längre tid på sig. Spindelskivlingar blir vanliga först i gammal skog. Diagrammet visar en undersökning som gjorts på tallskogar av olika ålder i Uppland.

Referens: Kyaschenko, J. et al. (2017). Shift in fungal communities and associated enzyme activities along an age gradient of managed *Pinus sylvestris* stands. *ISME J*, 11: 863–874. (doi.org/10.1038/ismej.2016.184)



Arbeta vidare med framtidens landskap

Vi behöver förstå och ta hänsyn till olika synpunkter och självklart väga in långsiktiga värden när beslut om landskapets utformning ska fattas. Det här kapitlet handlar om att planera för framtiden så att inte oersättliga naturvärden förstörs för alltid.

1. Metapopulationsperspektivet är viktigt att ha med i naturvårdsarbetet.
 - Hur kan ett metapopulationsperspektiv påverka arbetet med att bevara en hotad population/art?
 - Hur kan man göra det möjligt för olika arter att röra sig mellan till exempel boplatser och födokällor?
 - Det är bättre att spara mer än mindre natur men bör det avsättas ett stort sammanhängande naturområde eller flera mindre? Vilka är fördelarna/nackdelarna?
2. Jämför effekter av land-sharing respektive land-sparing. Är det nödvändigt att välja strategi?
3. Snabba och storskaliga förändringar av landskapet är lätta att uppmärksamma, men att landskapet successivt förändras är svårare att se. Betesmarker växer igen eftersom de inte längre är lönsamma, gammelskogar huggs ner och ersätts med planteringar av gran och tall, nya motorvägar byggs och bostadsområden breder ut sig. Allt detta bedöms i stunden som viktigt och nödvändigt.
 - Landskapsplanering kräver ett långt perspektiv, både bakåt och framåt. Hur har miljön förändrats omkring där du bor? Följ vad som hänt under cirka 60 år genom att studera kartor och flygfoton på Lantmäteriets hemsida, se Min karta. Flygfoton finns från 1960 och 1975, samt aktuella flygfoton och kartor. Se även Historiska kartor på Eniro, med möjlighet att jämföra äldre flygfoton med aktuella. På Lantmäteriets hemsida finns även fritt tillgängliga historiska kartor; ibland så gamla som från 1600-talet. Här ges möjlighet att ytterligare fördjupa sig i de stora förändringar av landskapet som skett.
 - Hur vill du att det område du studerat ska se ut om 60 år? Med utgångspunkt i detta kapitel – hur ska landskapet planeras och vilka naturområden är viktiga att bevara för framtiden?
4. Sök på din kommuns webbplats efter aktuell naturvårdsplan (kan kallas grönsplan eller liknande).
 - Hur är planen strukturerad?
 - Vilka områden prioriterar kommunen från naturvårdssynpunkt?
 - Nämns några sällsynta och speciellt intressanta arter?
5. I kapitlet beskrivs flera exempel på hur en art kan överleva även om landskapet är uppdelat i många små delområden. Vilka miljöer är specifika för nedanstående arter/organismgrupper och krävs för att de ska överleva långsiktigt? Vilka hot finns? Hur behöver dessa miljöer skötas för att arterna ska överleva?
 - Ängsnätfjäril på Åland (figur 4, sida 32)
 - Fiskar och groddjur i Täby kommun (sida 35)
 - Läderbagge, se artikeln om metapopulationsekologi.
 - Skogslevande svampar; se artikeln om mykorrhizasvampar.

UPPLEV OCH UNDERSÖK

6. På Bioresurs hemsida beskrivs flera försök med svampar. Ett modellförsök, som illustrerar artikeln om mykorrhizasvampar, visar om två fruktkroppar hör till samma svampindivid, se beskrivningen *Odling av svamp*.
7. Skapa mer biologisk mångfald i trädgården eller skolgården och en variation av miljöer där insekter och andra organismer trivs. Det behöver inte vara stora och avancerade anläggningar, det viktiga är variationen. Några exempel är:
 - Rabatter eller en liten ängsmark med många olika växter som blommar vid olika tidpunkter, från tidig vår till höst. Förteckningar över blommande växter som är attraktiva för pollinerande insekter går att hitta på nätet. Många kryddväxter är bra exempel.
 - En liten trave med stockar och grenar med borrarade hål där solitära bin kan lägga ägg.
 - En damm eller liten balja med vatten för vattenlevande organismer.
 - Tillverka fågel- eller fladdermusholkar. Beskrivningar finns på *Ett myller av liv*, se www.bioresurs.uu.se/ettmylleravliv/myller-av-liv/skogen/hjalp-skogen-2

FLER RESURSER

Svampguiden (svampguiden.com) innehåller beskrivningar av matsvampar, giftsvampar och förväxlingssvampar. Rapporterar fynd och delta i diskussionsforum.

På webbplatsen svamparisverige.se kan man ta reda på var i Sverige olika svamparter förekommer.



4 Hot mot mångfalden

Text av **Martin Granbom**

Efter hand som människan har spridit sig över jorden har lämpliga områden för vilda växter och djur minskat. Det finns ett tydligt samband mellan människans påverkan på naturen och många vilda arters försvinnande.

När grupper av människor utvandrade från Afrika och spreds över jorden fick det stor inverkan på miljöerna dit de kom. Fossilfynd visar att antalet individer av många stora däggdjursarter minskade kraftigt eller också utrotades arterna, men även många mindre arter drabbades förmodligen. Det bottnar i samma problematik och utmaning som människor brottas med idag, att hitta mat och boplatser. I kampen om att överleva exploaterar den växande befolkningen ständigt nya områden och utnyttjar naturen på ett icke-hållbart sätt vilket innebär att resurser inte hinner bildas i den takt de förbrukas. Förändringarna sker också så snabbt att växter och djur inte kan eller hinner anpassa sig till de nya förhållandena.

Andelen opåverkad natur på jorden är liten och arealerna krymper hela tiden. Dokumentation via satelliter visar att cirka en fjärdedel av jordens landyta är relativt opåverkad. Andra studier har undersökt dessa opåverkade miljöer för att se om nyckelarter, som möjliggör för andra arter att leva på platsen, saknas eller har minskat kraftigt. Exempel på nyckelarter är elefanter, vargar och tapirer. Resultatet visar att endast cirka 3 procent av miljöerna är opåverkade av människan.

Bilden från Ängsö nationalpark visar en gårdsgård som avgränsar en blomrik gräsmark från ett betespräglat skogsparti.

Nationalparken tillkom 1909, det år när de första nationalparkerna bildades i Sverige. Avsikten var att bevara ett äldre odlingslandskap med blomrika slätterängar och beteshagar. På den tiden ansåg växtekologer att detta var naturliga naturtyper som skyddades bäst genom att lämnas orörda och att bondens slätter och djurens bete skadade ängsfloran. Men när skötseln upphörde växte markerna igen och de värdefulla miljöerna höll på att förstöras av brist på skötsel. Det var först på 1940-talet som åtgärdsförslag för Ängsö togs fram, sly röjdes bort och slätter och bete återupptogs. Ängsö, och andra liknande miljöer är kulturlandskap som hävdats i århundraden och kräver slätter och bete för att bevaras.

Bildkälla: Naturvårdsverket, Foto: Länsstyrelsen Stockholms län

Nedanstående huvudsakliga orsaker till förlust av biologisk mångfald har formulerats av Naturvårdsverket och utgör rubriker i detta kapitel. De kommer ursprungligen från den internationella samarbetsorganisationen IPBES, som tar fram rapporter och metoder kring biologisk mångfald och ekosystemtjänster.

1. Förstörda livsmiljöer
2. Exploatering av arter genom fiske-, jord- och skogsbruk
3. Klimatförändringar
4. Invasiva arter
5. Föroreningar.

Hur viktiga dessa orsaker är varierar mellan olika miljöer och förutsättningar, men generellt anses förstörda livsmiljöer inom jord- och skogsbruk ha störst betydelse för att den biologiska mångfalden minskar, medan klimatförändringar kan förväntas få allt större betydelse efter hand. Hoten mot den biologiska mångfalden samspelar dessutom och påverkar varandra.

Många av de 16 miljö kvalitetsmålen som riksdagen antagit gäller biologisk mångfald. I detta kapitel berörs ett flertal av miljömålen, exempelvis nedanstående. (Se kapitel 7, *Vilka ansvarar?*)

- Ett rikt jordbrukslandskap
- Levande skogar
- Ingen övergödning
- Bara naturlig försurning
- Begränsad klimatpåverkan
- Giftfri miljö
- Hav i balans
- Ett rikt växt- och djurliv
- Storslagen fjällmiljö

Förstörda livsmiljöer

Jord- och skogsbruk bedrivs ofta storskaligt i form av monokulturer. Det varierade och uppsplittrade landskapet, som förr var vanligt, har minskat i omfattning och därmed minskar även de biotoper som många arter är beroende av.

I rödlistan, som ges ut av Artdatabanken vid SLU, redovisas omkring en tredjedel av Sveriges totalt cirka 60 000 arter (se kapitel 1 för olika hotkategorier). Där anges att avverkning av skog och igenväxning av jordbruksmark har störst negativ påverkan på den biologiska mångfalden i Sverige. Av de arter som redovisas i rödlistan är uppskattningsvis 10 000 arter skogslevande och 7 500 arter knutna till jordbrukslandskapet. Andelen rödlistade arter är för båda miljöerna cirka 20 procent. För att förstå varför jord- och skogsbrukslandskapen ser ut som de gör idag och varför så många arter minskar och riskerar att dö ut krävs en förståelse för hur de areella näringarna har förändrats i ett historiskt perspektiv.

Jordbrukslandskapet

När inlandsisen drog sig tillbaka från Sverige, med början i söder för cirka 14 000 år sedan, koloniserades marken av invandrande arter som följde avsmältningen av isen. Också människor flyttade norrut och livnärde sig på jakt, fiske och insamling av växter.

Betydligt senare spreds en invandringsvåg av jordbrukare över Europa som hade sitt ursprung i Mellersta Österns bördiga jordbruksbygder. Från cirka 6 000 år sedan och framåt blev jordbruket allt viktigare i Sverige och en bofast, jordbrukande befolkning etablerades.

Under årtusendena har jordbruket utvecklats till att bli allt mer effektivt, både gällande bruksmetoder och vilka arter som odlas. Under ett par tusen år, i allmänhet fram till mitten av 1800-talet, delades jordbruksmarken in i inäga och utmark. Inägorna fanns nära byarna och utgjordes av odlingsvärd mark, både små åkrar och betydligt större arealer ängsmark. Utmarkerna var oftast inte lika lätta att

Figur 1. Kartan visar hur människor spreds över kontinenterna, samt den inverkan det fick på de stora däggdjuren (megafaunan) som de kom i kontakt med.

Utdöendet av megafaunan under kvarterperioden innebar att mer än 178 av jordens största däggdjursarter dog ut under perioden 52 000 till 9 000 f.Kr. Den huvudsakliga orsaken till utdöendet anses vara omfattande jakt.

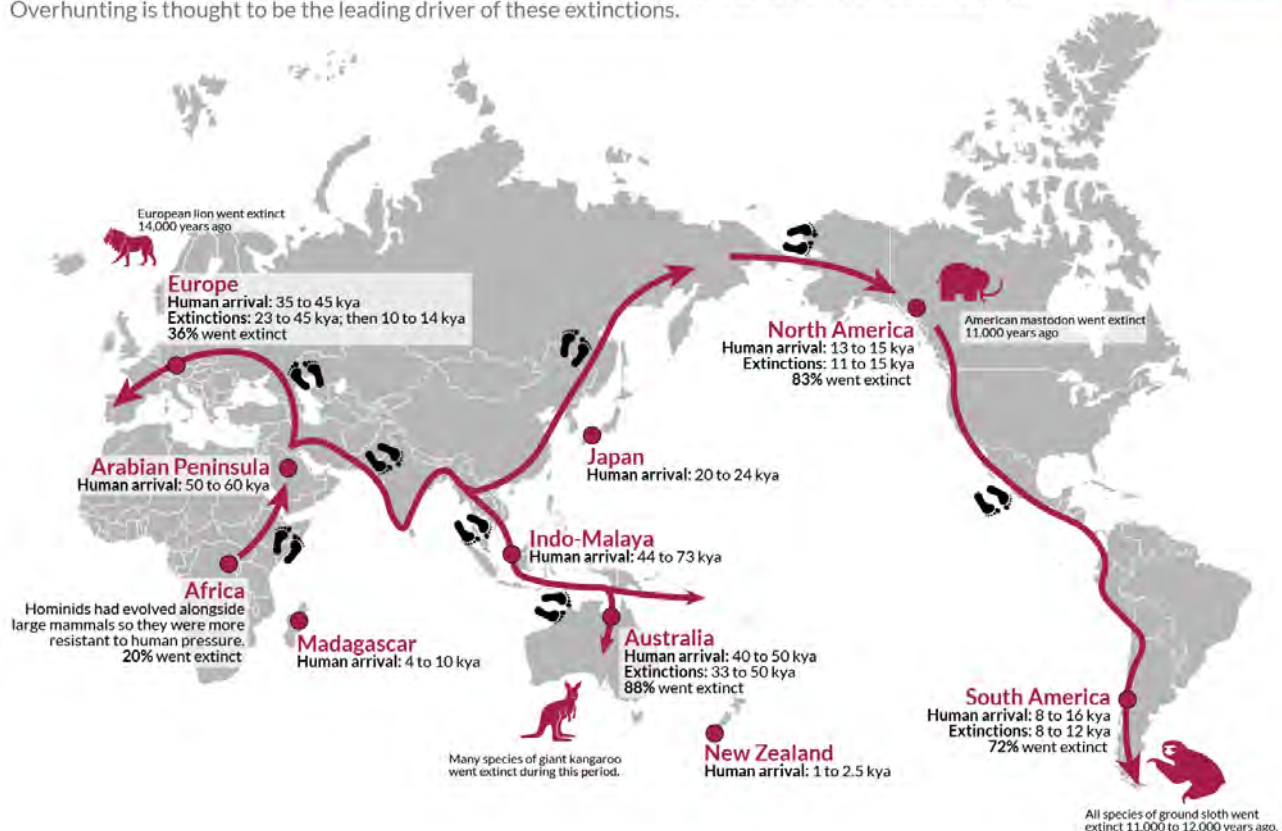
Kya=årtusende från idag.

Källa: Ritchie, H (2022) *Did humans cause the Quaternary megafauna extinction?* ourworldindata.org/quaternary-megafauna-extinction, CC BY 4.0. Bildkälla: thenounproject.com. Datakälla: Andermann, T. et al. (2020) The past and future human impact on mammalian diversity. *Science Advances*, 6, (doi.org/10.1126/sciadv.abb2313).

Human migration and the extinction of large mammals

The Quaternary Megafauna extinction killed off more than 178 of the world's largest mammal species from 52,000 to 9,000 BC. These extinctions closely mapped human migrations across the world's continents. Overhunting is thought to be the leading driver of these extinctions.

Our World
in Data



odla upp då de kunde vara steniga, sankar eller på annat sätt svårbrukade. De användes gemensamt till bete för byns djur. Ett gammalt uttryck säger att äng är åkers moder eftersom ängen gav vinterfoder till djuren som i sin tur gav gödning till åkarna. Hur stor areal åkermark som kunde odlas berodde därför på hur mycket gödning djuren lämnade medan de stod inomhus vintertid och antalet djur var beroende av mängden vinterfoder i form av ängshö.

Ängarna sköttes enligt vissa principer, och det gäller även traditionell skötsel av de små fragment av ängar som finns kvar idag. Avgörande är att gräs och örter slås av och tas bort. Det gör att marken blir alltmer näringsfattig. Ängar varken plöjs, gödglas eller sås in med främmande arter. De kan vara glest beväxta med träd och buskar och är ofta mycket artrika med lågväxande, konkurrenssvaga örter.

Under slutet av 1700-talet till början av 1900-talet genomfördes olika skiftesreformer. Dessa skulle göra jordbruket mer effektivt genom att gårdarna flyttades ut från byarna och bärkraftiga enheter skapades genom att varje gård tilldelades jordbruks- och skogsmark i anslutning till den nya bosättningen. Därmed upphörde det gemensamma betet på byarnas allmänningar och även den tidigare indelningen i utmark och inägor. Att detta system försvann berodde även på att konstgödning började användas.

Tillverkningen startade i slutet av 1800-talet och konstgödning blev sedan allt mer använt under 1900-talet. Under senare halvan av 1900-talet gav konstgödning och herbicider förutsättningar för att bedriva storskaligt jordbruk med monokulturer. Under 1900-talet ökade också mekaniseringen av jordbruket och exempelvis blev traktorer vanliga i mitten av 1900-talet.

Djuren betar numera ofta på gödslade vallar, insådda med vallfrö, i stället för på naturbetesmarker och ensilage används till vinterfoder. Därmed finns inte längre behov av de stora arealer av ängs- och naturbetesmarker som tidigare varit så betydelsefulla och de speciella arter som trivs i dessa miljöer har blivit alltmer sällsynta.

För att öka produktiviteten i jordbruket slogs små enheter samman till färre men större. Det innebar att forna tiders avgränsningar, som gårdsgårdar, stenmurar, vallar och buskar, i stor utsträckning togs bort, liksom åkerholmar.

Stora förändringar har även skett när det gäller öppet vatten i jordbrukslandskapet. På 1800-talet sänktes många mindre sjöar för att skapa jordbruksmark, våtmarker dikades ut, dammar lades igen och åkermarker täckdikades. Täckdikning innebär att rör grävs ner i marken för att leda bort överskottsvattnet från marken. Därmed förbättras odlingsmöjligheterna. Genom täckdikning sker transporten av vatten och medföljande näringsämnen betydligt snabbare till hav och sjöar. När öppna diken, bäckar och våtmarker lades igen påverkades även mångfalden av växter och djur som är beroende av dessa miljöer.

Sammantaget finns betydligt färre livsmiljöer för växter och djur eftersom det tidigare varierade landskapet med en mosaik av olika biotoper i hög grad har försvunnit.

Skogslandskapet

Sverige täcks till cirka två tredjedelar av skog, främst barrskog, och arealen produktiv skogsmark har i huvudsak varit oförändrad sedan mitten av 1900-talet. Gran är nu tillsammans med tall och björk de dominerande trädslagen. Granen är ett av de senaste trädslagen som invandrat. Den spreds från nordöst över landet med början så sent som för 3 000–4 000 år sedan.

På grund av människors behov har skogen gradvis avverkats för att ge plats åt bosättningar. Under lång tid påverkades skogarna främst genom att boskapen fick beta i skogen, som omvandlades till öppna marker, glest beväxta med träd och buskar. Människor röjde också ny mark för åkrar och ängar, samt utnyttjade skogen till kolning, tjärbränning, tillverkning av pottaska, samt uttag av brännved och husbehovsvirke.

Under 1700- och 1800-talen minskade skogen kraftigt i södra och mellersta Sverige, mycket beroende på den ökande befolkningen som behövde mer mark för odling och boskapsbete. Under 1800-talet



Sammantaget finns betydligt färre livsmiljöer för växter och djur eftersom det tidigare varierade landskapet med en mosaik av olika biotoper i hög grad har försvunnit.

inleddes även ett omfattande industriellt skogsbruk och sågverk anlades längs kusterna i norra Sverige. Skogen exploaterades utan krav på att ny skog skulle etableras. För att bibehålla en fortsatt hög skogsproduktion infördes 1903 en skogsvårdslag med bestämmelse om att den som avverkar skog måste återplantera. Efter andra världskriget mekaniserades skogsbruket påtagligt och trakthyggesbruket slog igenom.

Trakthyggesbruket förändrar radikalt livsmiljöerna för skogens arter eftersom stora områden avverkas, varefter de planteras med samma trädslag, vanligen gran eller tall, som bildar monokulturer av likåldriga träd. I skogar som inte utsatts för trakthyggesbruk finns vanligen träd av olika ålder. Gamla, grova träd utgör livsmiljö för åtskilliga arter av främst insekter, svampar och lavar. Omkullfallna träd, så kallade lågor, ligger kvar i skogen och förmultnar och ger på så sätt livsutrymme och näring till många, vissa väldigt specialiserade, arter. Många arter har utvecklats och anpassat sig till förhållanden i miljöer som varit kontinuerligt skogbevuxta under lång tid och dessa miljöer har minskat kraftigt. Det blir också allt längre avstånd mellan gammelskogarna och möjligheterna försämras för arter att sprida sig i skogslandskapet.

Skogstyper, som exempelvis adellövskogar, sumpskogar, hedskogar och fjällskogar, skiljer sig vad gäller förutsättningar för olika arter att trivas. Många sumpskogar har dikats ut, men de som varit svåra att utnyttja har fått vara orörda under lång tid och har utvecklat en rik biologisk mångfald. En satsning pågår för att återskapa våtmarker i skogen varvid gamla diken pluggas igen för att höja vattennivån och därmed öka kolinlagringen genom att dött växtmaterial inte kan brytas ner i den syrefattiga miljön. En följd av återvätningen av skogsmark är också att variationen av miljöer ökar och därmed mångfalden av arter.

Skogsbruket präglades av ett produktionsmål fram till 1990-talet då skogsvårdslagen reviderades. I den aktuella skogsvårdslagens första paragraf anges två jämställda mål: "Skogen är en nationell till-

gång och en förnybar resurs som ska skötas så att den uthålligt ger en god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden behålls." Generell hänsyn ska tas vid avverkning av skog, som exempelvis att spara unika, gamla och grova träd, döda liggande och stående träd och mindre grupper av träd. I många fall kolliderar dock målet att bibehålla den biologiska mångfalden med målet att få en god ekonomisk utdelning och frågan är hur ansvar och kostnader ska fördelas mellan skogsägare och staten.

Skogarna förändras av olika orsaker, både av mänskliga aktiviteter och naturliga händelser. De kan drabbas av stormar då många träd blåser ner och av skogsbränder, orsakade bland annat av blixtnedslag. När träden inte längre står kvar startar en succession med först örter och gräs, därefter följer ett stadium med buskar och lövträd och slutligen bildas vanligen ett barrträdsdominerat bestånd.

Urbanisering

Urbanisering innebär att allt fler människor bosätter sig i städer och landskapet påverkas genom exploateringen av mark för bostäder, industrier och vägar. Med fler människor på en plats ökar behovet av vägar och annan infrastruktur eftersom allt mer resurser måste transporteras och många människor arbetspendlar, till skillnad från hur det var förr då människor oftast bodde närmre produktionen av varor och tjänster. Sammantaget innebär exploateringen att förändringar sker så snabbt att arter inte hinner anpassa sig och därmed påverkas den biologiska mångfalden negativt.

Exploatering av arter

Enskilda arter har utrotats av människan trots att arternas miljöer är oförändrade, men orsaken kan också vara att specifika marktyper, som till exempel våtmarker, naturbetesmarker och hedar, blivit ovanliga och det missgynnar arter som lever där.

Många arter hotas av tjuvjakt, exempelvis elefantarter och stora kattdjur. Skälen kan vara att i vissa kretsar ger det hög status att skjuta dessa vackra djur eller att vissa djur har attraktiva ornament eller troféer, till exempel stora horn.

Figur 2. Biotopskyddat område med gammal granskog där de grova döda träden och högstubbarna är skafferi för hackspettar och många andra arter.

Foto: B. Lidesten





Figur 3. Det vanligaste fiskeredskapet vid kommersiellt fiske är trål. Bottentrålning är särskilt problematisk eftersom bottenmiljöer skadas. Trålning är inte selektiv och även arter som saknar ekonomiskt värde hamnar i trålen.

Foto: Captain Robert A. Pawlowski, NOAA Corps, Fisheries Collection, commons.wikimedia.org, public domain

Under de senaste 50 åren har hajar och rockor minskat med cirka 70 procent. Till största delen beror det på överfiske av attraktiva arter, men också på att de utgör bifångst vid till exempel fiske efter tonfisk. Ett stort problem är fiske med långrev, där kilometerlånga fiskerevar med hundratals agnade krokar dras efter båtar. På dessa krokar fastnar inte bara tonfisk utan också havssköldpaddor, hajar, sälar och andra arter som inte är kommersiellt intresseranta och som därför kastas överbord, skadade eller döda. Vid trålfiske fångas alla arter som kommer i trålens väg. I samband med att fångsten dras upp dör en stor del av fiskarna och oönskade arter och döda fiskar kastas tillbaka i havet.

Även växtarter har utrotats och exempelvis drabbas åtskilliga vilda orkidéarter av insamling eftersom de är attraktiva för växtintresserade. Ett annat exempel är amerikansk ginseng som dels har samlats in eftersom roten används i medicinskt syfte, dels har minskat på grund av att dess



Figur 4. Genom långrevsfiske är risken stor att fler arter än de avsedda fångas. Möjligheterna är dessutom små att djur som fastnat av misstag kan räddas, eftersom många redan är döda innan krokarna vittjas.

Illustrationen publiceras med tillstånd från Galapagos Conservation Trust, galapagosconservation.org

naturliga habitat exploaterats. Kaktusar har blivit populära inomhusväxter och insamlingen har ökat på de naturliga växtplatserna. Därför är de flesta kaktusarter upptagna på CITES-listan (Convention of International Trade in Endangered Species). CITES är en internationell konvention som reglerar handeln med hotade arter och produkter från dessa arter. Det innebär att det exempelvis inte är tillåtet att handla med produkter av elfenben tillverkade innan 1947 eller prydnader med fjädrar från hotade örnar. Konventionen reglerar handeln mellan de stater som är medlemmar. Ansvaret för att skydda arterna inom länderna vilar däremot på respektive lands myndigheter.

Klimatförändringar

Experter på IPBES placerar klimatförändringar på tredje plats i listan över hot mot den biologiska mångfalden. Klimatet har ändrats förr och arter har anpassat sig till

Figur 5. Amerikansk ginseng (*Panax quinquefolius*) odlas bland annat i Kina. I Nordamerika har förekomsten minskat kraftigt, till viss del beroende på insamling.

Illustration: Jacob Bigelow (1786-1879), commons.wikimedia.org, public domain



de förändrade förhållandena, men nu går det alltför snabbt för att evolutionen ska hinna med. Arter som missgynnas av höga temperaturer kan successivt flytta norrut eller mot högre höjd om de lever i bergstrakter, men det är en kortsiktig lösning eftersom det till slut kommer att vara omöjligt att komma längre norrut eller uppåt. Habitatspecialister och orörliga organismer har svårare att anpassa sig. En art som skulle kunna klara en viss klimatförändring, kommer att ha svårare att överleva om dess livsmiljö samtidigt minskar eller om den utsätts för exploatering genom exempelvis jakt. Efterhand kan det leda till att vi får allt artfattigare samhällen som får ännu svårare att stå emot förändringar.

Ett annat möjligt utfall är att det sker en anpassning till nya klimatförhållanden och det finns exempel på att vissa arter har anpassat sig till ett varmare klimat på kort tid. Vid jämförelse med historiska data och vår tids klimatförändringar ser dock forskare att anpassningstakten generellt skulle behöva vara 10 000 gånger snabbare idag än tidigare. Dessvärre är habitatförlusten hög vilket gör att arter har mindre plats att leva på, och om varken flytt eller anpassning fungerar kommer arten sannolikt att dö ut.

FENOLOGI

Fenologi är läran om årstidsbundna förändringar hos växter och djur. Fenologinätverket samordnas av SLU och tar emot rapporter från allmänheten, som blir tillgängliga på nätverkets webbsida. På våren handlar det om att följa växters bladsprickning och blomning över landet. Även flyttfåglarnas ankomst registreras. På kartor syns hur våren når allt längre norrut i Sverige. På motsvarande sätt följs höstens ankomst i form av bladfällning och fåglar som flyttar söderut.

Resultatet kan användas för att studera hur klimatförändringarna påverkar flora och fauna. Forskare har jämfört flyttfåglarnas ankomst med kläckningen av de insektslarver fåglarna äter och behöver för att föda upp ungar. Under lång tid har det skett en anpassning så att fågelungarnas födobebehov är som störst samtidigt som insektslarvernas antal toppar. Nu oroar sig forskare för att detta inte längre stämmer överens, vilket kan leda till att både fåglarna och insekternas värdväxter missgynnas. Om insekternas äggläggning sker tidigare på grund av varmare klimat kan larverna ha utvecklats till fjärilar innan fågelungarna har kläcks. Dessutom påverkas värdväxterna genom sämre pollinering och av att fler parasiterande insekter överlever och lägger ägg som kläcks på värdväxten kommande år. Exemplet visar hur olika arter har samevolverat, men i princip alla arter är beroende av andra arter vilket gör att det blir väldigt svårt att överblicka effekterna av ett förändrat klimat.

Känsligheten för klimatförändringar skiljer mellan olika ekosystem, där korallrev och polarekosystem tillhör de som påverkas mest medan tempererade skogar med lövskogsmiljöer anses vara något mer robusta. De artrika korallreven skadas allvarligt av även en mindre temperaturhöjning av havsvattnet. I norr ökar temperaturen snabbare än på andra håll och påverkan på de arktiska ekosystemen blir stor beroende på att de är artfattiga och därmed känsliga för störningar. Dessutom minskar arternas reträttmöjligheter till kallare miljöer.

Invasiva arter

Naturen är föränderlig och artsammansättningen har ständigt varierat genom att arter sprider sig till nya miljöer, dör ut eller nybildas. Arter har förflyttats av människan från sin ursprungliga miljö av olika anledningar. Det kan handla om odlade grödor, prydnadsväxter, husdjur eller jaktbart vilt, men också om arter som oavsiktligt följt med i transporter.

De flesta främmande arter kommer från trädgårdsnäringen, som gärna importerar vackra och intressanta växter. Främmande arter har också avsiktligt förts in för att kunna jagas, det gäller exempelvis fasan, fälthare och kanadagås. Andra arter har kommit hit oavsiktligt genom transporter. Det kan vara frön som följer med lastbilar och tåg, marina organismer som kommer med när vatten tas in i fartygens ballasttankar och släpps ut igen när vattnet töms någon annanstans i världen och skadesvampar och insekter som följer med importerad träråvara och levande växter.

En främmande art frikopplas från de reglerande mekanismer som finns på ursprungsplatsen (så kallad ekologisk frikoppling), såsom predation, parasiter och sjukdomar. Om arten inte är anpassad för det ekosystem den hamnar i kan den i vissa fall sprida sig mycket snabbt och inhemska arter riskerar att konkurreras ut eftersom de inte hinner anpassa sig till nykomlingen. Främmande arter kan även föra med sig parasiter och sjukdomar.

Naturvårdsverket förklarar skillnaden mellan en främmande art och en främman-

EXEMPEL PÅ INVASIVA ARTER

Gudaträd



Mårdhund



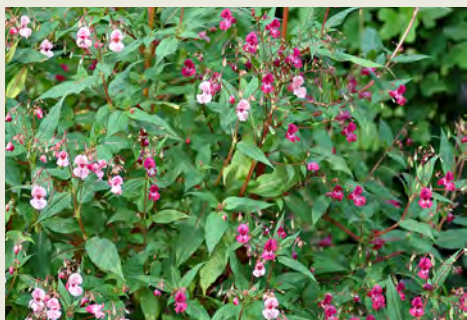
Parkslide



Signalkräfta



Jättebalsamin



Kinesisk ullhandskrabba



Jätteloka



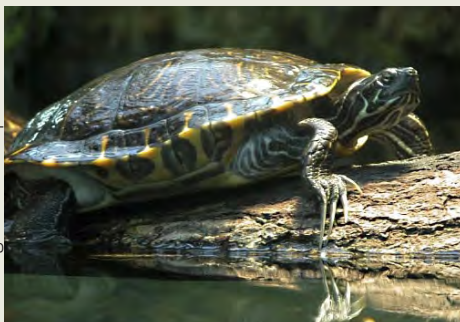
Bisam



Blomsterlupin



Gulbukig vattensköldpadda



Figur 6.

Gudaträd: Snabbväxande träd. Främst i parker i Skåne och på Öland. Sprider sig med rotskott och frön, och behöver mycket vatten, vilket gör att rötterna kan täppa till vattenledningar.

Foto: Fanghong, CC BY-SA 3.0

Parkslide: Högväxt ört, som sprider sig snabbt med rotskott och kan tränga in i husgrunder och täppa till ledningar. Finns i Götaland, Svealand och längs Norrlandskusten.

Foto: W. carter, CC0

Jättebalsamin: Kan bli upp till tre meter hög och bilda täta, stora bestånd, helst på fuktiga, näringsrika marker. Den finns i stora delar av landet.

Foto: A. Karwath aka, CC BY-SA 2.5

Jätteloka: Flockblommig växt, 3–5 meter hög, som växer i täta bestånd och konkurrerar ut andra arter. Växtsaften är fototoxisk (vid solljus bildas brännskadeliknande blåsor på huden).

Foto: F. Geller-Grimm, CC BY-SA 3.0

Blomsterlupin: Har kvävefixerande bakterier i rotknölar och klarar därför näringsfattiga miljöer där den sprider sig snabbt. Finns i stora delar av landet; i trädgårdar och längs vägkanter.

Foto: CC BY-SA 3.0

Mårdhund: Vandrar in från Finland till norra Sverige där den förekommer i ett fåtal exemplar. Den kan allvarligt skada populationer av groddjur och fåglar.

Foto: B. Schwabe, CC BY-SA 3.0

Signalkräfta: Inplanterades i sjöar och vattendrag på 1960-talet. Sprider kräftpest till den inhemska arten flodkräfta som därför har minskat kraftigt.

Foto: MdE, CC BY-SA 3.0

Kinesisk ullhandskrabba: Har spridit sig från sin naturliga miljö i Asien och finns nu vid Västkusten.

Foto: C. Fischer, CC BY-SA 3.0

Bisam: Infördes till Finland i början av 1900-talet, invandrade till Sverige cirka 1950 och finns nu ned till Höga kusten. Den påverkar växter och djur som lever i vattenmiljöer samt kan underminera vägar och fördämningar med grävande.

Foto: L. Tanner, CC BY 2.0

Gulbukig vattensköldpadda: Husdjur som har släppts ut i naturliga vatten. Finns i delar av södra och mellersta Sverige, men reproducerar sig inte än.

Foto: W. Berns, CC BY-SA 2.0

Källa för samtliga bilder: commons.wikimedia.org

de invasiv art enligt följande: "Med främmande arter menas arter som med människans hjälp har förflyttats till ett område där de inte funnits tidigare."... "Främmande arter betraktas som invasiva när de sprider sig snabbt och orsakar skador på naturen, människors hälsa eller ekonomin."

I den EU-förordning från 2022, som handlar om främmande invasiva arter, ingår 88 arter och listan uppdateras kontinuerligt. Syftet med förordningen är att hindra dessa arter från att nå EU, samt att medlemsländerna ska bekämpa dem som redan kommit in. Sju djurarter på listan är etablerade eller förekommer regelbundet i Sverige: bisam, tre arter av vattensköldpaddor, kinesisk ullhandskrabba, mårddhund och signalkräfta. Exempel på listade växtarter som nu finns i Sverige är jättebalsamin, jätteloka, gudaträd och gul skunkkalla.

Förutom EU-listade arter tillkommer sådana främmande arter som är eller riskerar bli invasiva i Sverige och som kan komma att omfattas av ett nationellt förbud, men inte anses vara problematiska i hela EU. Med utgångspunkt i Artdatabankens bedömning av totalt cirka 1000 främmande arter har 257 arter valts ut som kan utgöra en hög risk för svenska ekosystem. Av dessa föreslås 41 arter ingå i den nationella förteckningen över främmande invasiva arter. Det gäller exempelvis blomsterlupin, kanadensiskt gullris, parkslide, vresros och mink. Se bildsidan med exempel på främmande invasiva arter som antingen är upptagna på EU-listan eller på den nationella förteckningen.

Markägare har en viktig roll i rapportering och bekämpning av invasiva främ-

mande arter, och länsstyrelser och kommuner bidrar med rådgivning och i viss mån med praktisk bekämpning. Svenska jägareförbundet har i uppdrag att bekämpa EU-listade invasiva främmande landlevande ryggradsdjur. Naturvårdsverket uppmanar också allmänheten att rapportera observationer i Artportalen, www.invasivaarter.nu.

Föroreningar

Föroreningar finns av många olika slag och med olika ursprung. Övergödning, försurning och några exempel på giftiga kemikalier behandlas här med avseende på betydelsen för biologisk mångfald.

Övergödning

Vanligen är det brist på fosfor- och kväveföreningar som begränsar tillväxten för odlade växter. Konstgödning innehåller därför kväve, fosfor och även kalium (så kallad NPK-gödning). Generellt gäller att fosfor begränsar tillväxten i de flesta sjöar och i vissa kustområden, medan kväve är tillväxtbegränsande i hav. Riksdagen har antagit miljömålet *Ingen övergödning*, men utsläppen av kväveföreningar är fortfarande alltför höga och kommer från biltrafik, sjöfart, kraftverk, jordbruk, avloppsreningsverk och industrier. De största utsläppen härstammar från jordbruket. Effekterna märks tydligt i vattenmiljöer, inte minst i Östersjön (se artikel i detta kapitel), men också i miljöer på land.

I äldre tiders jordbruk var avståndet mellan produktion och konsumtion i allmänhet litet och självförsörjningsgraden högre. Gödningen som behövdes till åkrarna kom från gårdens djur och maten som producerades användes till stor del i närområdet, därmed blev kretsloppet av näringsämnen lokalt förankrat. Även våtmarker var värdefulla och gödslades genom att anslutande vattendrag svämmade över och tillförde näringsämnen från marken uppströms. Nu är avståndet mellan jord och bord längre eftersom de närmaste omgivningarna kring tätbebyggda områden inte räcker för att försörja tätorten med mat. Näringen flyttas från jordbruksmarken och samlas i staden, framför allt i stadens reningsverk och en försvinnande

”

Nu är avståndet mellan jord och bord längre eftersom de närmaste omgivningarna kring tätbebyggda områden inte räcker för att försörja tätorten med mat. Näringen flyttas från jordbruksmarken och samlas i staden, framför allt i stadens reningsverk och en försvinnande liten del av näringen i det som produceras återförs till jorden i form av gödning.

nande liten del av näringen i det som produceras återförs till jorden i form av gödning.

Dagens produktionsintensiva jordbruk innebär ofta antingen storskalig köttproduktion, och då behövs transport av foder till gården och hantering av naturgödseln på ett miljövänligt sätt, eller så odlas spannmål i stor omfattning och då krävs stora mängder gödning till markerna. Naturgödseln räcker oftast inte till för en tillräckligt hög produktion utan det krävs konstgödning.

Ytterligare källor till ämnen som bidrar till övergödning är skogsbränder och trafik, samt i viss utsträckning även industrier och produktion av el och fjärrvärme. Vid skogsbränder frigörs kväveföreningar från mark och växtmaterial, som medför en ökning av kvävegynnade arter. Dessutom avgår kväveoxider till luften vid förbränningen.

Enligt Naturvårdsverket har nedfallet av kväveoxider från luften minskat med 60 procent mellan åren 1990 och 2021, främst beroende på att utsläppen från trafiken har minskat tack vare katalytisk avgasrening. Nedfallet är störst längst i söder och i sydväst och är i stort sett obefintligt i norra Sverige.

Arter, anpassade till att snabbt kolonisera områden med hög näringshalt i marken, till exempel brännässla och hallon, konkurreras i allmänhet ut efterhand. Det beror på att den lättillgängliga näringen minskar och konkurrensen om ljus och utrymme ökar, varpå långsamt växande och skuggtåliga arter tar över. Naturligt näringsfattiga marker, som öppna hedmarker, påverkas av ökad näringstillförsel genom att kvävegynnade arter breder ut sig och konkurrerar ut svagväxande arter. En miljö som är särskilt hårt drabbad är sandstäppen. Den finns på väl-dränerade, sandiga marker i östra Skåne och på Öland där näringstillgången i marken, och därmed produktionen, historiskt varit väldigt låg. Om kvävetillgången ökar kommer arter som inte förekommer naturligt på sandstäpp att konkurrera ut floran och faunan som är anpassad till näringsfattiga förhållanden.

Försurning av mark och vatten

Utsläppen av försurande ämnen, i kombination med markförsurning som uppstår

naturligt i skogsmark, påverkar sjöar och marker och det tar lång tid att återställa naturliga nivåer. En stor andel försurande ämnen förs med vindarna från andra länder och det är därför viktigt med internationellt samarbete kring miljöfrågor.

Både i Sverige och i andra länder har utsläppen av försurande ämnen minskat kraftigt beroende på att förbränningen av svavelhaltiga fossila bränslen har minskat. I Sverige har nedfallet av sulfat minskat med 80 procent under de senaste 25 åren. Kalkning av sjöar och vattendrag började på slutet av 1970-talet och pågår fortfarande och är en av de mest omfattande miljövårdsåtgärderna som gjorts i Sverige. Försurning är ett exempel på miljöproblem där situationen har förbättrats.

Miljögifter

Miljögifter kan grupperas på olika sätt. Här nämns några exempel som representerar tekniska användningsområden, växtskyddsmedel, läkemedel och föroreningar som uppstår oavsiktligt. Inom flera grupper finns ämnen som liknar varandra både kemiskt och beträffande effekt. När ett visst ämne förbjuds finns det därför risk att ett likartat ämne tillverkas som ersätter det som inte är tillåtet. EU arbetar aktivt med att begränsa farliga ämnen och de bestämmelser som beslutas av EU gäller även i Sverige. Kemikalieinspektionen är den svenska myndighet som hanterar frågor kring farliga ämnen.

Bioackumulering innebär att ett ämne ansamlas i en individ i snabbare takt än det utsöndras. Ofta handlar det om fettlösliga ämnen och koncentrationerna kan bli höga i organismer som utsätts för gifter. När en sådan organism äts upp av en predator förs giftet vidare i näringskedjan. Processen där ett ämnas koncentration ökar mellan de trofiska nivåerna kallas biomagnifikation.



Figur 7. Både fäldsippa (till vänster) och sandnejlika (till höger) är arter som växer på sandstäpp och är anpassade till låg näringstillgång. Blir näringstillgången för hög konkurreras de snabbt ut av arter som kan utnyttja näringen effektivare.

Foto: Martin Granbom



Figur 8. Bilden visar användningen av DDT som insektsbekämpningsmedel under andra världskriget, dels mot löss som spred tyfus och mot malariamyggor: DDT räddade många människoliv, men man visste inte då vilka effekter det hade på naturen.

Foto: CDC (Centers for Disease Control and Prevention), commons.wikimedia.org, public domain

PCB och DDT är exempel på ämnen som koncentreras genom biomagnifikation. Båda är förbjudna sedan många år men påträffas fortfarande i alltför höga koncentrationer i bland annat havsörnsägg. PCB är en grupp med cirka 200 olika ämnen, som tidigare hade många användningsområden, bland annat som isolator i elektronisk utrustning, och som fortfarande läcker ut från gamla produkter. PCB påverkar bland annat utvecklingen av hjärna och nervsystem och har effekt på fortplantningen, immunförsvaret och hormoner, samt ökar risken för cancer. Insektsgiftet DDT började användas under 1940-talet och förbjöds i Sverige på 1970-talet. Det används fortfarande i viss utsträckning för att bekämpa bland annat malariamyggor. Den påverkan som DDT och PCB har på hormoner, gjorde att toppkonsumenter som havsörn och utter fick problem med fortplantningen.

I grupperna bromerade flamskyddsmedel och PFAS ingår ett stort antal varianter av ämnen, som är spridda i miljön och långlivade, vilket medför att de ackumuleras och förs vidare i näringskedjorna. Bromerade flamskyddsmedel används för att motverka hastiga brandförlopp i en lång rad vardagsprodukter. Genom djurförsök har man påvisat ett flertal effekter på organ i kroppen och rubbningar i hormonbalans och beteende, samt ökad cancerrisk. PFAS används exempelvis till brandsläcknings-skum och impregneringsmedel och även

denna ämnesgrupp påverkar många organ hos människor och andra organismer.

För att de stora jordbruksenheter ska vara så effektiva som möjligt odlas stora ytor med en enda gröda, monokulturer, som har liten biologisk mångfald, med få växtarter och därmed få insektsarter. Det medför att skadeinsekter snabbt kan bilda stora populationer eftersom födotillgången är hög och antalet predatorer lågt, vilket skapar ett behov av att använda bekämpningsmedel. Ett konventionellt jordbruk behöver också bekämpa ogräs och skadesvampar. Problematiskt är att bekämpningsmedel påverkar fler arter än skadedjuren, svamparna och ogräsen de är avsedda för. Inom jordbruket har ogräsmidlet glyfosfat (fabriksnamn Roundup) fått fortsatt tillstånd att användas till 2033 av EU, även om riskerna är omdiskuterade. Det är inte längre tillåtet att använda växtskyddsmedel i parker, trädgårdar, skolgårdar och lekplatser.

En annan anledning till oro är utsläppen av läkemedel. Läkemedelsrester kommer främst från toaletter och sedan via avloppsreningsverk ut i miljön. Cirka 1 000 olika aktiva substanser finns i läkemedel. Hur dessa påverkar organismer är oftast okänt. Exempelvis riskerar antibiotikaanvändningen att skapa resistent bakterier i miljön. Hormonläkemedel har visat sig påverka könsutvecklingen hos vattenlevande organismer som fiskar, groddjur, kräldjur och krätdjur. Det som händer är att hanar feminiseras vilket innebär problem med fortplantningen.

Plast innehåller ofta olika tillsatser som mjukgörare och flamskyddsmedel, som kan göra det olämpligt att återvinna plasten. Ansamling av plastavfall och förorening med mikroplaster i haven har fått stor uppmärksamhet under senare år. Mikroplaster brytnar långsamt, kan tas upp av levande organismer och föras vidare i näringskedjorna.

Tidigt återopade miljörelsen försiktighetsprincipen, med innebörden att inte använda sig av ämnen som riskerade att påverka människan och naturen negativt, men fortfarande läcker ämnen ut i naturen och ansamlas, avsiktligt eller oavsiktligt.

Figur 9. Höga halter av DDE, en nedbrytningsprodukt av DDT, hittades i havsörnsägg på 1960-talet. Halterna av DDE var starkt kopplade till havsörnens reproduktionsproblem. Diagrammet visar att DDE-halten har minskat kraftigt samtidigt som fortplantningen har förbättrats för havsörnen. Sedan år 2000 syns en viss minskning av produktiviteten (genomsnittligt antalet ungar per par).

Referenser:

Bignert, A., Helander, B.O. (2015) Monitoring of contaminants and their effects on the common Guillemot and the White-tailed sea eagle. *J Ornithol*, 156 (Suppl 1), 173–185.

(doi.org/10.1007/s10336-015-1240-3)

Viklund, K. (2019). *Miljögifter i Östersjön – en exposé*. Rapport 1, Östersjöcentrum, Stockholms universitet.



Östersjöns myllrande vikar

är viktiga, men hotade

Kusten och skärgården hör till människans favoritmiljöer. En dag vid en havsvik kan bjuda på sol, vattenlekar och vackra vyer. Men inte alla tänker på att under den glittrande ytan döljer sig en av havets artrikaste livsmiljöer, med frodiga undervattensskogar, märkliga småkryp och pilande fiskstim. De här miljöerna är hotade idag och behöver vår hjälp.

Östersjön är ett unikt hav. Här har vi världens örikaste skärgård, och vattnet är en blandning av sött och salt. Det är en ung och föränderlig miljö, som existerat i sin nuvarande brackvattenform under bara några få tusen år. Få arter har därför hunnit vandra in och anpassa sig till den speciella miljön jämfört med närliggande hav. Östersjön är ett grunt innanhav med långsam vattenomsättning, vilket gör att påverkan från de tätbefolkade områdena som omger havet är stor. Övergödning, överfiske och exploatering av kustområden utgör stora utmaningar, som förstärks av de accelererande klimatförändringarna.

Kustens vikar och skärgårdar är extra viktiga, både för oss människor och för växter och djur. Här har vi den absolut högsta mångfalden av arter och livsmiljöer. I grunda vikar trivs otaliga arter av växter, alger, kräftdjur, maskar, musslor och snäckor. Det i sin tur gör att dessa produktiva miljöer är viktiga födosöksområden för många fiskar och fåglar. Undervattensskogarna av växter och stora alger i de grunda vikarna utgör samtidigt viktiga lek- och uppväxtområden för många fiskarter. De här miljöerna har gott om både mat och skydd och dessutom varmt vatten, som gör att fiskynglen växer snabbt.

De grunda kustmiljöerna är samtidigt mycket lockande för oss människor också. Här badar vi, åker båt, och fiskar, och dröm-

men för många är att få bo med utsikt över vattnet. Trots strandskydd och marina skyddade områden ökar vårt nyttjande av kustzonen kontinuerligt, och det innebär att belastningen på undervattensmiljöerna ökar. Vi bygger bryggor och hamnar, muddrar, kör båt, fiskar och släpper ut näringsämnen i de här känsliga vikarna och det har betydande negativa effekter på undervattensskogarna och deras invånare. Den biologiska mångfalden minskar och fiskarnas lek- och uppväxtområden försämras. Samtidigt minskar flera andra ekosystemtjänster, exempelvis vegetationens funktion för upptag av näringsämnen, skydd mot erosion och inlagring av kol, där de två sistnämnda är extra viktiga för att motverka effekterna av klimatförändringar.

Vår påverkan på de grunda kustområdena stannar inte här, utan även människans aktiviteter i öppet hav har effekter på kustekosystemet. En stor del av denna indirekta påverkan sker genom fiskets påverkan på arter som migrerar mellan öppet hav och kust. I Östersjön gäller det främst arterna storspigg och strömming. Medan strömmingen är en art som minskat kraftigt till följd av industrifisket i öppet hav har spiggen ökat. Spiggen gynnas av klimatförändringar och övergödning, samtidigt som den även drar nytta av att strömmingen minskat, eftersom strömmingen både konkurrerar med och äter



Texten är skriven av:

Ulf Bergström

Ulf Bergström är marinekolog och forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han undersöker samspelet mellan arter i Östersjön och hur människan påverkar ekosystemet. En viktig del i arbetet är att utvärdera och ge råd kring vilka åtgärder samhället kan vidta för att förbättra havsmiljön.

spigg. Spiggen har även gynnats av att bestånden av andra rovfiskar minskat, exempelvis abborre, gädda och torsk.

Spiggen lever en stor del av livet i öppet hav, men under våren migrerar de vuxna spiggarna in till de grunda kustområdena för att leka. Där väller de stora spiggstimmen in närmast som gräshoppsvärmar, och äter upp både små kräftdjur och ägg och yngel av andra fiskar – inte minst av abborre och gädda, arter som är viktiga predatorer på spigg som vuxna. I och med att spiggen har ökat kraftigt i Östersjön har det inneburit omvända styrkeförhållanden i den maktkamp som pågår i vikarna. Bytet har blivit jägare, och spiggen har därmed slagit ut bestånden av gädda och abborre i många områden. Att spiggen även har en glupande aptit för små kräftdjur skapar en så kallad kaskadeffekt, där trådalgerna får fritt spelrum när kräftdjuren som normalt håller dem i schack nu minskat. De här trådalgerna gynnas även av övergödning. Därför innebär spiggökningen i praktiken att övergödningens effekter förstärks och kan leda till massförekomster av trådalger. Det har negativa effekter genom att den storvuxna vegetation, den som bildar undervattensskogar, försvinner när den blir överskuggad av trådalger. När trådalgerna dör och bryts ner kan det dessutom

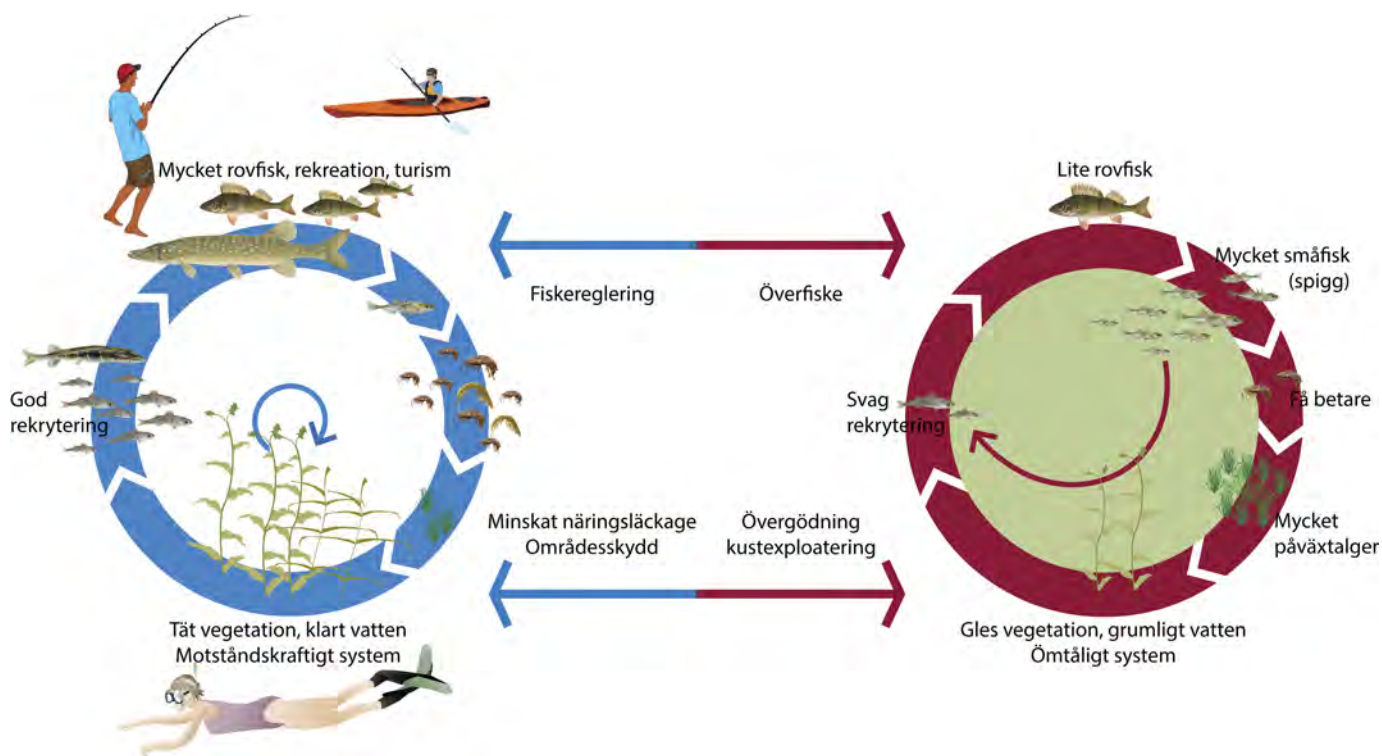
leda till syrebrist på bottenarna i de grunda kustområdena.

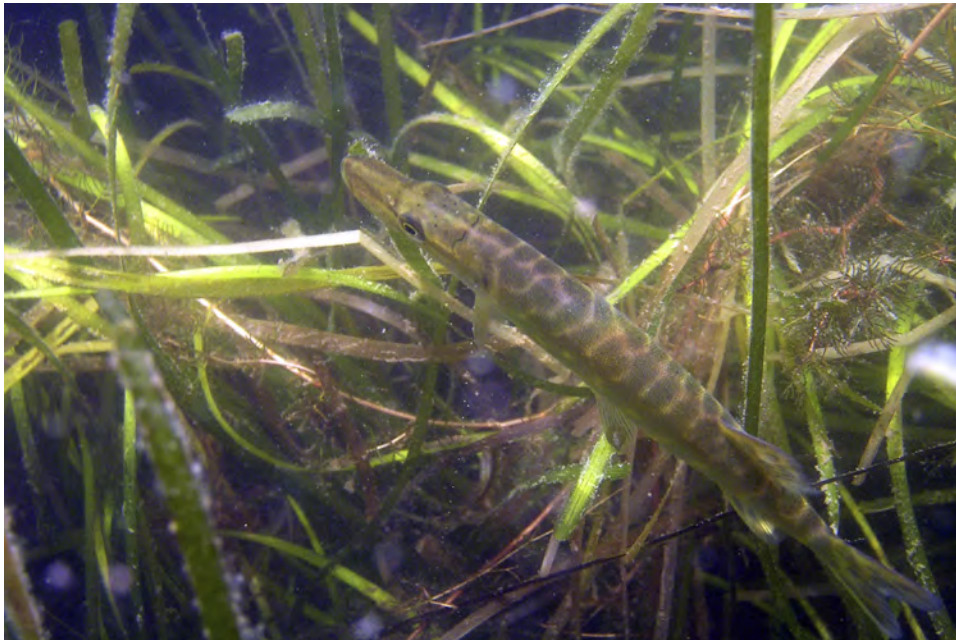
De här händelseförloppen innefattar flera självförstärkande mekanismer, som kan låsa ekosystemet i ett oönskat läge. Det innebär att när spiggen väl tagit över en vik så kan viken fastna i ett läge där rovfisken inte lyckas reproducera sig längre och där vegetationen minskar – vilket i sin tur ytterligare försämrar rovfiskens möjligheter att komma tillbaka. Ett så kallat regimskifte har inträtt. Vi ser att ett sånt här regimskifte nu sprider sig i Östersjöns kustzon. Först "flippade" vikar i ytterskärgården och nu sprider sig regimskiftet, som ofta kallas spiggvågen, längre in i skärgårdarna och påverkar allt större områden. Vi räknar med att ungefär hälften av abborrens och gäddans reproduktionsområden har försvunnit de senaste 30–40 åren till följd av det här regimskiftet. På en ekologisk tidsskala är det en mycket dramatisk förändring.

Det här regimskiftet förstärks dessutom av att de vegetationsklädda bottenarna försämrats av exploatering, muddring och båttrafik. Fiske på abborre och gädda kan också påverka genom att den vuxna rovfisken, som kan hålla nere mängden spigg, minskar. Samma effekt på ekosystemet får man av två andra effektiva fiskare, gråsäl och skarv.

Figur 1. Viktiga arter och ekosystemfunktioner och -tjänster i grunda kustmiljöer i Östersjön och hur de påverkas av övergödning, fiske och kustexploatering.

Illustration: J. Hansen, med bidrag från P. Drackner, W. von Wright samt T. Saxby, J. Woerner, K. Kraeer, L. Van Essen-Fishman, Integration and Application Network (ian.umces.edu/media-library).





Dessa topprovdjur har ökat starkt de senaste årtiondena till följd av lyckade bevarandeåtgärder, vilket nu visat sig ha negativa effekter för de grunda kustmiljöerna genom att de bidrar till minskade bestånd av rovfisk. Här hittar vi ytterligare en koppling till industrifisket på strömming. Strömmingen utgör normalt sett huvudföda för säl och skarv, men när det blir ont om strömming söker de sig i stället inåt rovfiskens lekvikar och kan där ha en stor negativ effekt på de lokala bestånden av abborre och gädda.

Orsakssambanden är alltså komplexa, och nettoeffekten av de här påverkansfaktorerna för Östersjöns kustområden är att vi får en förlust av både vegetation och av rovfisk, med minskad biologisk mångfald. De här förändringarna leder samtidigt till att vi förlorar viktiga ekosystemtjänster och får en sämre badvattenkvalitet, mindre fisk att fiska, försämrat skydd mot erosion och lägre motståndskraft mot klimatförändringens effekter. Finns det då något vi kan göra för att motverka den här utvecklingen?

Ja, det finns flera åtgärder vi kan vidta. Vi behöver bromsa exploateringen av dessa känsliga miljöer, och samtidigt verka för att minska näringsläckaget från land. Det här är frågor som i praktiken hante-

ras av de politiker och myndigheter som ansvarar för miljöfrågor. En annan uppgift för dem är att upprätthålla goda fiskbestånd, genom att reglera både fritidsfisket på abborre och gädda i kustzonen och det storskaliga industrifisket på strömming i öppet hav. Vi kan även restaurera skadade livsmiljöer, exempelvis återställa muddrade vikar och förbättra lekområden för fisk. Här kan föreningar och privatpersoner bidra med ett viktigt arbete. Vill just du hjälpa till kan du undvika att köra motorbåt i känsliga grunda vikar och om du är fritidsfiskare även se till att inte fanga för mycket rovfisk. Du kan även prata med politiker och visa att det är viktigt att de prioriterar att skydda havet och dess invånare. Ingen äger havet och därför är det vårt gemensamma ansvar att vårda det.

Du kan även se till att lära känna de här vackra undervattensmiljöerna. Så ta med dig mask och snorkel nästa gång du badar i en grund vik, och en helt ny värld kommer att öppna sig när du tar en titt under den glittrande ytan. Och vill du veta mer om det lilla livet i viken funkla det bra med strandhåv och hink – då kan du gå på upp-täcktsfärd i den myllrande miniatyrvärld som utgörs av strandstenar och ilandfluten nate och tång.



Figur 2. Årsyngel av gädda bland ålgräs vid Blekinges kust.

Figur 3. Storspigg i Gräsö skärgård.

Foto (båda bilderna): Ulf Bergström

RESURSER

Om spiggvågen: havetstore.blob.core.windows.net/dokument/Svealandskusten2021spigg.pdf

Om vegetation och rovfisk: havetstore.blob.core.windows.net/dokument/Svealandskusten-2019PlantFish.pdf

Värdefulla naturbetesmarker

Naturbetesmarker är en av de miljöer som har högst mångfald av arter. Men arean av naturbetesmarker har minskat kraftigt, och hotas av upphört bete och igenväxning.



Texten är skriven av:

Erik Öckinger

Erik är forskare och lärare i naturvårdsbiologi vid SLU (Sveriges lantbruksuniversitet). Hans forskning handlar om processer som påverkar biologisk mångfald, och vad vi kan göra för att hejda förlusten av denna. En stor del av hans forskning handlar om naturbetesmarker och andra typer av gräsmarker, ofta med fjärilar och andra blombee-sökande insekter i fokus.

Naturbetesmarker är betesmarker som under lång tid, ibland flera hundra år, hållits öppna genom bete, och där man inte förändrat vegetationen genom att tillföra konstgödsel eller så in foderväxter. Naturbetesmarker hör till de miljöer som har högst biologisk mångfald. Om man mäter antalet växtarter inom en kvadratmeter i en naturbetesmark har den högre antal arter än samma area i en tropisk regnskog. Det finns även många arter av insekter och svampar, som antingen är beroende av naturbetesmarkernas växter, eller av de betande djuren.

En anledning till att naturbetesmarker har så hög mångfald av arter är att djurens bete förhindrar högväxta arter att konkurrera ut mer lågväxta arter. Genom att vegetationen hålls låg skapas utrymme för många olika växtarter att leva på en liten yta. Att de flesta naturbetesmarker är relativt näringsfattiga bidrar också till att förhindra att högväxta konkurrenskraftiga arter tar över. Träd och buskar bidrar till en stor variation i olika livsmiljöer inom betesmarken, så att till exempel både arter som trivs i sol och i skugga kan finnas i samma betesmark. Dessutom är en mängd insekter, fåglar, svampar och lavar knutna till träden och buskarna i sig. Särskilt arter som är knutna till gamla, solbelysta, eller blommande träd och buskar är ofta vanligare i naturbetesmarker än i tät skog.

Naturbetesmarker är beroende av regelbundet bete för att inte växa igen. Upphör betet kommer mängden träd och buskar att öka, och vegetationen utvecklas så småningom till skog. Det kan tyckas märkligt att så många arter är knutna

till en miljö som skapats genom människans jordbruk. Förklaringen är antagligen att dessa arter utvecklats i miljöer som i miljontals år hållits öppna genom stora vilda betesdjur som nu är utdöda, men våra tama betesdjur skapar miljöer som i åtminstone viss utsträckning liknar dessa.

Arealen naturbetesmarker har minskat kraftigt under de senaste 100–150 åren. Det är svårt att mäta exakt hur stor minskningen varit, men uppskattningsvis har arean naturbetesmark i Sverige minskat med cirka 90 procent sedan slutet av 1800-talet. Den största delen av det som tidigare varit naturbetesmark är nu skog, men en del har även omvandlats till åkermark. Denna förändring pågår fortfarande. Det har medfört att många växt- och djurarter som är beroende av naturbetesmarker också har minskat, och nu är ovanliga, och igenväxning och upphört bete hör till de vanligaste orsakerna till att arter minskat i antal. Samtidigt kan många växt- och djurarter leva kvar i en betesmark under ganska lång tid efter att betet upphört. Det innebär att det ofta finns goda chanser att rädda kvar dessa arter genom att återuppta bete. Ett problem för naturvården är att det är mer lönsamt för lantbrukare att låta sina djur beta på åkermark (betesvall), som producerar mera foder men har låg mångfald av arter. Lantbrukare kan därför få ekonomisk ersättning om de istället låter sina djur beta på artrika naturbetesmarker, och därmed se till att dessa inte växer igen.

Det är inte enbart igenväxning som hotar naturbetesmarkernas biologiska mångfald. Även ett för intensivt bete kan vara negativt. Det är en paradox att många av naturbetesmarkernas arter missgynnas av



alltför hårt bete, samtidigt som betet är nödvändigt för att livsmiljön överhuvudtaget ska finnas kvar på lång sikt. När för många djur betar på en liten yta blir vegetationen mycket kort, och den variation som är viktigt för naturbetesmarkernas artmångfald minskar. Dessutom kommer många växter inte att kunna blomma, eftersom de blir avbetade. Det gör att de inte kan sätta frö, vilket medför att de på lång sikt kan komma att minska. Dessutom drabbas alla de fjärilar, bin och andra insekter som är beroende av att samla nektar eller pollen från naturbetesmarkernas blommor. Men andra arter gynnas av ett hårt bete, så en variation i betets intensitet mellan åren är att föredra.

När de kvarvarande naturbetesmarkerna blir mindre och alltmer isolerade bidrar det också till att deras artmångfald minskar. Det beror på att möjligheten för arter att sprida sig mellan olika betesmarker minskar. Det leder till att det genetiska utbytet blir lägre vilket på sikt kan leda till problem med inavel. När det bara finns få individer av varje art i en enskild naturbetesmark ökar risken att den dör ut från just den betesmarken av slumpmässiga orsaker, som en ovanligt torr sommar. Ju längre avståndet till närmaste annan naturbetesmark är, desto mindre är chansen att en art kan återkomma till denna plats. På lång sikt medför det att antalet arter i naturbetesmarken kommer att minska. Detta är ett exempel på hur kunskaper i metapopulationsekologi kan tillämpas för att förstå problemen med minskningen av naturbetesmarkerna.

Naturbetesmarkerna är inte enbart viktiga för de arter som lever direkt i dem. De



bidrar också med högre biologisk mångfald i omgivande miljöer. Exempelvis finns det fler fjärilar och humlor i vägrenar och åkerkanter om dessa ligger i närheten av en naturbetesmark än om de ligger långt ifrån någon sådan.

När antalet naturbetesmarker blir allt färre kan ändå en del av de arter som typiskt är knutna till dessa finnas kvar i helt andra miljöer i landskapet. Exempelvis vägrenar, som hålls öppna genom att vegetationen klipps en eller två gånger varje år, och kraftledningsgator, som också hålls öppna genom att röjas regelbundet, har visat sig kunna hysa många av naturbetesmarkernas arter. Sådana miljöer kan inte helt ersätta naturbetesmarkerna som livsmiljö, men kan vara ett viktigt komplement som förstärker populationerna och ökar möjligheten för arter att sprida sig mellan naturbetesmarker.

Figur 1 (högst upp till vänster). Igenväxning med till exempel enbuskar är ett hot mot naturbetesmarkernas biologiska mångfald.

Figur 2 (högst upp till höger). Bete med tamdjur är en förutsättning för naturbetesmarkernas biologiska mångfald.

Figur 3 (ovan till vänster). Många av naturbetesmarkernas arter kan finna alternativa livsmiljöer i exempelvis vägrenar.

Figur 4 (ovan till höger). Ett alltför intensivt bete, som till vänster om stängslet, är negativt för exempelvis blombee-sökande insekter som bin och fjärilar.

Foto (alla fyra bilderna): Erik Öckinger

Arktis förändras

Vad händer i Arktis när klimatförändringarna går allt snabbare och de känsliga ekosystemen förändras? I Arktis råder extrema väderförhållanden och få arter är anpassade för att överleva här. Hur klarar sig de unika arterna i ett förändrat klimat?

Foto: Ulrika Lundblad



Texten är skriven av:

Mora Aronsson

Är expert på kärlväxter vid SLU Artdatabanken, och är svensk representant i en av CAFFs arbetsgrupper samt koordinerar övervakning av biologisk mångfald i Arktis. Han är även biträdande koordinator för SLU:s miljöanalysprogram Fjäll/Arktis. Även det ideella engagemanget har alltid varit stort och han är nu ordförande i Svenska Botaniska Föreningen.

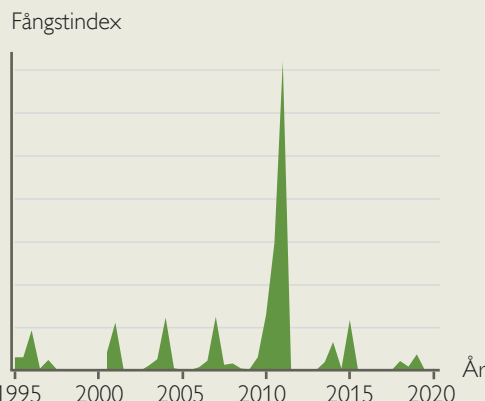
Ett av de minsta däggdjuren i fjällvärlden, en liten gnagare, ett hekto tung och 15 centimeter lång, exklusive den korta svansen, har stor betydelse för ekosystemet i den svenska fjällvärlden. Det handlar om fjälllämmeln, en liten ilsken krabat som inte drar sig för att utmana fjällvandrare som inkräktar på dess område.

När förhållandena är gynnsamma kan populationen av fjälllämmel öka kraftigt, så kallade lämmelår, och då blir det ett överflöd av mat för fjällräv och för rovfåglar som fjälluggla och fjällvråk. Lämmelåren återkom tidigare med cirka fyra års intervall, men är nu mer sällsynta och oförutsägbara. Det senaste lämmelåret med särskilt kraftig populationsökningen inträffade 2011 (se figur 1). Förutom andra faktorer påverkas fjälllämlarna av klimatförändringarna, som är snabbare i fjälltrakterna än längre söderut.

Klimatet påverkar arter

Temperaturen i Arktis ökade tre gånger så mycket som det globala genomsnittet under åren 1971–2019 och klimatförändringarna är den faktor som har störst betydelse för den biologiska mångfalden i Arktis. Klimatzonerna förflyttas längre norrut och växtsäsongen startar därmed tidigare och pågår längre. Trädgränsen når nu 100–150 meter längre upp på fjällsidorna i förhållande till början av 1900-talet och buskar och träd sprider sig alltmer i fjällmiljön. Om den globala temperaturen ökar med 1,5 grader i förhållande till förindustriell nivå kommer trädgränsen att krypa ytterligare minst 100 meter längre uppåt.

I Arktis är det främst flugor som pollinerar växterna. Eftersom växternas blomning startar tidigare, beroende på den ökade temperaturen, stämmer det inte alltid med pollinerarnas livscykel, som i



Figur 1. Diagrammet till vänster visar hur populationen av fjälllämmel (bilden) i Ammarnäs, Lapland, varierar mellan 1995 och 2022. En särskilt stor ökning noteras för 2011.

Referens: Ecke, F. och Hörmfeldt, B. (2023). Miljöövervakning av smågnagare. www.slu.se/mo-smagnagare.

Foto (fjälllämmel): Andreeze, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

Arktis följer dagsljuslängden i högre grad än temperaturen. Det medför att pollineringarna kommer när blomningen redan är över, och det blir brist på nektar och pollen som föda åt insektslarverna. Följden blir att insektspopulationerna minskar. Genom evolution har tidpunkten för när insektsätande fåglar flyttar till Arktis anpassats efter insektspopulationernas toppar, men när flyttfåglarnas ankomst numera stämmer dåligt med toppnoteringarna för insekterna blir det svårare att föda upp fågelungarna. Det leder i sin tur till att rovfåglarna får mindre mat. Kedjereaktionen, som startar med blommande fjällväxter, leder vidare till pollinerande insekter och insektsätande fåglar och slutar med rovfåglar, innebär att individantalet sjunker i alla trofiska nivåer.

På sikt kan man förvänta sig att både växt- och djurarter som är specialiserade på det kärva klimatet i fjällvärlden kan komma att konkurreras ut av arter som sprider sig från sydligare områden. Det gäller till exempel förhållandet mellan fjällräv och rödräv, där rödräven tränger allt längre in i fjällvärlden och konkurrerar om bytesdjur och fungerar som predator på fjällräv.

Ett grönare Arktis

Satellitbilder visar att Arktis blir grönare, vilket tokas av experter som att växtproduktionen ökar. Även miljöövervakningen i svenska fjällen visar en tydlig trend mot ökad växtproduktion, främst risväxter. Växtzonerna förskjuts så att videarter och dvärgbjörk tar över i områden där örter tidigare dominerat och där det funnits stora fält med lavar breder i stället örter och gräs ut sig.

Det tillkommer även arter som sprids av människan. Förekomsten av främmande växter i Arktis har ökat med 80 procent under perioden 2013–2019. Främst beror det på turister som oavsiktligt för med sig frön. Genom en stickprovsundersökning av turister vid Longyearbyns flygplats på Svalbard kunde man konstatera att varje turist i genomsnitt förde med sig ett frö per sko.



Figur 2. Den röda markeringen visar Arktis och det område som organisationen CAFF, Conservation of arctic flora and fauna, arbetar med. Färgerna markerar olika vegetationstyper. Källa: Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF), www.arcticbiodiversity.is



Figur 3. I projektet Undersøgelse af vandrefalken i Sydgrønland ingår att ungar av pilgrimsfalk ringmärks och undersöks (bilden), samt att dataloggers fästs på vuxna pilgrimsfalkar för att kunna följa deras förflyttning. I bakgrunden syns en vuxen pilgrimsfalk.

Foto: Knud Falk / www.vandrefalk.dk

Fler extrema väderhändelser

Tidiga värmeperioder under vintersäsongen har blivit vanligare. När snön smälter för att snart frysa igen, bildas en isskorpa som hindrar både tama och vilda renar från att komma åt marklevande lavar. Utan tillgång till lavar måste tamrenarna utfordras. Det leder till att rensköttande samer och jägarsamhällen påverkas genom ökad arbetsinsats och kostnad för foder.

Även fjälllämmeln behöver stabila snöförhållanden eftersom den lever i gångar under snön på vintern där den har tillgång till föda som mossa, gräs och andra växtdelar och även föder sina ungar. Om det blir plusgrader kan gångarna fyllas med vatten som sedan fryser till is när kylan återkommer och det blir svårt att komma åt de infrusna växterna.

Utbredningen av fjälllämmel omfattar endast den skandinaviska fjällkedjan och området österut till och med Kolahalvön. Det innebär att Sverige och Norge har ett särskilt ansvar för att skydda och bevara denna art. Artdatabanken bedömer än så länge populationen som livskraftig.

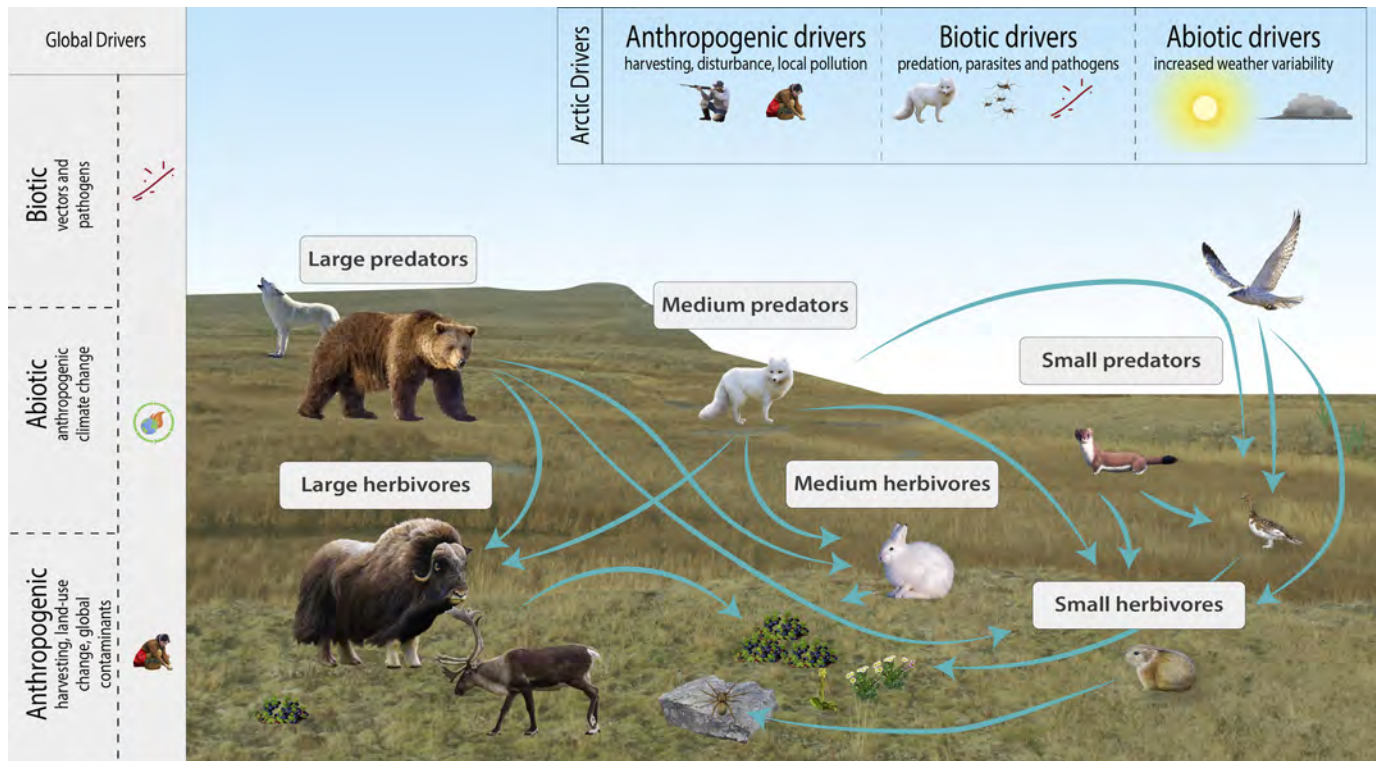
FÖRÄNDRINGAR

Arktis växter, insekter, fåglar och däggdjur påverkas av klimatförändringarna på en rad olika sätt. Här listas ett urval av resultat från *The State of the Arctic Terrestrial Biodiversity Report 2021*, framtagna av Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF).

- I södra och mellersta Arktis startar växtsäsongen tidigare.
- I södra Arktis syns ökad tillväxt och utbredning av buskar och träd och minskning av mossor och lavar.
- Viktiga pollinerande flugor minskade med 80 procent mellan 1996 och 2014 på en provplats på östra Grönland.
- Mer än hälften av Arktis terrestra fågelarter har minst en population som minskar i antal.
- Mer än hälften av alla arter av vadarfåglar i Arktis minskar i antal.
- Nära hälften av Arktis arter av gäss ökar i antal.
- Populationerna av vilda renar har minskat sedan 1990.
- Totala antalet myskoxar har ökat i Arktis.

Figur 4. En förenklad näringsväv med predatorer av olika storlek visas i figuren. Även påverkan av faktorer som rör mänskliga aktiviteter, samt inverkan av biotiska och abiotiska faktorer nämns.

Källa: Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF)



Arbeta vidare med hoten mot mångfalden



Kapitlet handlar om några av hoten mot den biologiska mångfalden. Vad som är aktuellt varierar, nya problem tillkommer och andra minskar i betydelse. Men det gäller att inte stanna vid en beskrivning av problemen utan också att söka lösningar.

1. På vilken kontinent har flest stora djurarter utrotats? Vilken kontinent har störst andel av djurarterna kvar och vilken förklaring finns till det (figur 1, sida 50)?
2. Ge exempel på ett lokalt eller nationellt hot mot en art eller en typ av miljö utifrån en av de fem punkterna på sidan 49 och föreslå åtgärder som kan minska problemen.
3. I artikeln om Östersjön beskrivs samband mellan olika arter. Rita en näringsväv. Visa hur arternas populationsstorlek ändras utifrån den miljöpåverkan som beskrivs.
4. Flera av de 16 svenska miljömålen berörs i detta kapitel och tas även upp nedan. (sverigesmiljomal.se)
 - a) Mål: *Begränsad klimatpåverkan*

Den egna livsstilen har betydelse och när många ändrar sitt beteende får det effekt. Ge exempel på och förklara vad vi som privatpersoner kan bidra med som rör bostad, resor och mat.
 - b) Mål: *Bara naturlig försurning*

Hur och varför har utsläppen av försurande ämnen förändrats från 1980-talet och till idag?
 - c) Mål: *Giftfri miljö*

Vilken roll har EU i arbetet med att begränsa skadliga ämnen? PFAS och glyfosfat är exempel på omdiskuterade ämnen/ämnesgrupper. Beskriv användningsområden och vilka effekter de har på organismer. Hur bedömer EU dessa ämnen?
 - d) Målen: *Ett rikt jordbrukslandskap* och *Ingen övergödning*

Hur kan den biologiska mångfalden förbättras på jordbruksmark? Hur kan lärkrutor och åkerkanter som sås med blomsterfrön bidra till ökad biologisk mångfald? En begränsade faktor för jordbruksgrödor är tillgången på kväve, men jordbruket är också en källa till övergödning. Hur hänger det ihop? Vilken betydelse har det om ärtväxter ingår i växtföljden på åkermark? Hur kan jordbrukets bidrag till övergödning minskas samtidigt som den biologiska mångfalden gynnas? Hur förändras en naturlig betesmark om den gödslas? Vilken typ av växter kommer sannolikt att försvinna och vilka gynnas?
 - e) Mål: *Hav i balans*

Hur regleras fisket i svenska vatten? Bedömningen varierar mellan åren av vilka fisk- och skaldjursarter som är hotade och hur fiskeområden klassas. Ta reda på vad som gäller för närvarande.
 - f) Mål: *Levande skogar*

Debatten om skogen är intensiv och åsikterna tycks oförenliga. Det handlar om både biologisk mångfald och klimatfrågor. Vilka är argumenten och lösningarna? Certifiering enligt FSC eller PEFC omfattar närmare 70 procent av den produktiva skogsmarken där formellt skydd saknas. Ge exempel på hur skogsskötseln påverkas genom certifiering.
 - g) Mål: *Ett rikt växt- och djurliv*

Invasiva arter kan utgöra en risk för de ursprungliga ekosystemen. Är det lönt att bekämpa sådana arter när klimatet och andra faktorer ändå medför stora förändringar? Vilka invasiva arter finns i din närmiljö? Vem ansvarar för att stoppa spridningen och helst utrota arterna? Vilka möjliga åtgärder finns? Bioresurs har på uppdrag av Naturvårdsverket utvecklat ett undervisningsmaterial om invasiva arter med fokus på högstadiet, men materialet kan anpassas för gymnasiet. Med en datorsimulering undersöks vad som händer i ett ekosystem med och utan en invasiv art. Se Resurser, Hållbar utveckling, Invasiva arter (bioresurs.uu.se)
 - h) Mål: *Storslagen fjällmiljö*

Populationsstorleken för fjälllämmel varierar kraftigt mellan åren. För vilka andra arter är detta särskilt betydelsefullt?

FLER RESURSER

Lektionsbanken om Östersjön (su.se)

Livet i havet (havet.nu)

Klimatmålskalkylatorn (wwf.se)

Kortspelet Klimatkoll (kortspeletklimatkoll.se)



Hotade arter

Text av **Martin Granbom**

Människan antas ha ökat utrotningshastigheten för arter med 10–100 gånger jämfört med vad som bör vara en naturlig nivå. Men det finns fler orsaker till att en art minskar eller att den helt dör ut. Vad är det som gör att risken att dö ut är särskilt stor för vissa arter?

De flesta arter klarar sig förhållandevis bra, men antalet hotade arter ökar och även om hoten inte är akuta är det inte säkert att populationerna är stabila på längre sikt. Det handlar också om olika nivåer. En art kan utrotas globalt, och därmed försvinna från jorden, eller så kan den försvinna lokalt, vilket kan medföra stora konsekvenser för lokala ekosystem. Det kan också gälla funktionell utrotning, vilket innebär att arten inte dör ut men att dess roll i ekosystemen går förlorad.

Små populationer

För att en art ska överleva långsiktigt krävs det variation i genpoolen. I takt med att omvärlden förändras, för det kommer den att göra och det har den alltid gjort, måste arten kunna anpassa sig till de nya kraven. För bakterier är generationstiden kort och genetiska förändringar kan därför slå igenom snabbt i genpoolen. Om exempelvis bakterier kommer i kontakt med antibiotika kan resistensutveckling ske på förhållandevis kort tid. Men för de flesta andra organismer krävs lång tid och att det finns lämpliga genetiska lösningar

i genpoolen för att anpassning till ändrade miljöförhållanden ska kunna ske.

Sluppmässiga mutationer är grunden till den genetiska variationen. Dessa mutationer och den omkombination av arvsanlag som sker vid sexuell fortplantning ger en variation av egenskaper och därmed möjlighet till ett naturligt urval av de bäst anpassade individerna. Fördelaktiga gener blir därmed allt vanligare i populationen och individer med sådana gener sägs ha en högre fitness än sina mindre framgångsrika artfränder.

En liten population kan dö ut eftersom individerna inte har de genetiska förutsättningarna att klara en miljöförändring, men det kan också inträffa sluppmässiga händelser som drabbar en liten population hårt. Hur liten kan en population bli och ändå överleva? Den frågan ställer sig forskare och man försöker fastställa *minsta livskraftiga populationsstorlek (MLP)* för olika arter. MLP definieras utifrån olika risker och tidshorisonter. En ofta använd definition är att populationen ska ha 95 procents chans att överleva de kommande 100 åren. I modellerna ingår ursprunglig populationsstorlek och faktorer som

Bilden till vänster visar vitryggig hackspett. Den trivs i lövskogsrika, varierade miljöer; i äldre bestånd med mycket död ved, och häckar på enstaka platser i Mellansverige och längs Norrlandskusten. Vid inventeringar 2023 noterade man ett 60-tal individer; en kraftig uppgång från 2000 då det endast fanns en handfull.

Åtgärdsprogram finns i flera län och innebär att lämpliga miljöer bevaras och återskapas. Många andra så kallade följearter är beroende av samma miljöer som den vitryggiga hackspetten och genom att skydda dessa ökar den biologiska mångfalden generellt. Det skulle behövas en population på 200 häckande par eller cirka 500 individer för att arten ska vara livskraftig i ett längre perspektiv.

Foto: Alf Linderheim

Figur 1. Myskoxe fotograferad i Bering Land Bridge National Preserve, nordvästra Alaska.

Foto: Bowman Tim, U.S. Fish and Wildlife Service, commons.wikimedia.org, public domain



påverkar populationen (väder, sjukdomar, könskvot med flera). Exempelvis har MLP beräknats till 50 individer för det amerikanska tjockhornsfåret. Risken för negativa effekter av inavel blir givetvis större ju mindre populationen är.

Om en art består av små populationer finns de i allmänhet på mindre ytor och det gör dem mer känsliga för lokala miljöförändringar. Den starkt hotade mnemosynefjärilen är beroende av olika nunneörtsarter och en sällsynt kombination av ängs- och betesmarker. De lämpliga miljöerna är väldigt små och kan skadas av olika anledningar. Exempelvis kan vildsvin förstöra fjärlens livsmiljö genom att böka. Hoten mot mnemosynefjärilen är omfattande och kan föras till flera kategorier.

Ett annat exempel är myskoxar, som har varit försvunna från den svensk-norska fjällvärlden i tusentals år. 1947 återinfördes en liten grupp till Dovrefjäll i Norge och några individer spred sig senare till Sverige och rör sig nu i gränstrakterna mellan Norge och Sverige. Populationen i Sverige har som mest uppgått till 30 individer men består nu av endast cirka tio myskoxar. Den genetiska variationen är sannolikt låg, och frågan är vad som händer på lite längre sikt.

Förändrad könskvot

Om könskvoten för en art är ojämn, speciellt om det finns få honor, är risken stor att populationen minskar på sikt. Att könskvoten blir skev kan ha olika orsaker som exempelvis att honor utsätts för predation i större utsträckning, vilket gäller ruvande ejderhonor som dödas, främst av havsörn och mink. Ejdern klassas nu som starkt hotad i rödlistan (2020).

Det kan också handla om att hanar av olika hjortdjur jagas i större omfattning än honor eftersom de har attraktiva troféer i form av horn. För älgstammens storlek gäller att den faktor som i särklass har störst betydelse är den totala avskjutningen, men också hur avskjutningen görs är viktigt. Om en större andel honor sparas i förhållande till andelen hanar kan man anta att stammen växer på sikt.

Låg reproduktionsförmåga

För vissa arter förändras normalt populationsstorleken långsamt. Det kan bero på att individerna blir köns mogna sent, är dräktiga under lång tid eller att de fortplanter sig sällan.

Elefanthonor blir köns mogna vid sex års ålder, men får ofta första ungen i tioårsåldern. De är dräktiga i 600–660 dagar och eftersom ungen diar under lång tid får elefanthonan endast ungar vart fjärde till femte år. Liknande förhållanden gäller för noshörningar. Dessa arter får i regel bara en unge åt gången och den är beroende av sin förälder under relativt lång tid. Det innebär att förmågan till återhämtning vid en populationsnedgång är begränsad och förklarar varför dessa stora däggdjur har svårt att klara sig vid omfattande tjuvjakt, samtidigt som deras livsmiljö förändras i snabb takt.

Specialister

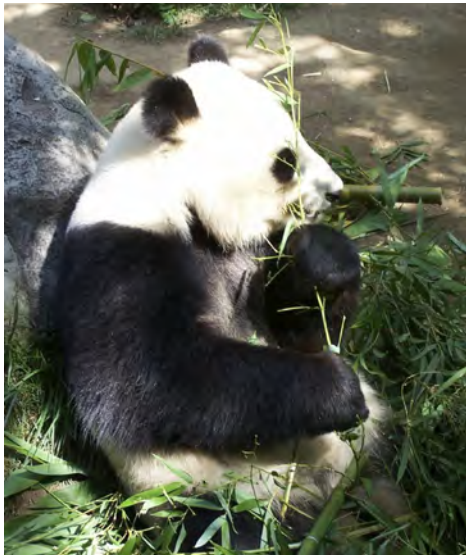
En del arter är beroende av ett mycket specifikt habitat för sin överlevnad. Ett exempel är koalan, som måste ha tillgång till eukalyptusträd, både för föda och skydd mot fiender. Under lång tid har koalorna anpassats till sin livsmiljö och när denna förändras, till exempel genom avverkning av skog eller skogsbränder, finns inga alternativ.

Ett annat välkänt exempel är jättepandan. Den fanns tidigare i stora delar av Sydostasien, men är nu hänvisad till ett litet och mycket uppsplittrat utbredningsområde i Kina, där många mindre reservat har inrättats. För att överleva behöver jättepandorna bergsområden med tillgång på bambu, både för föda och skydd, men i stor utsträckning har lämpliga habitat exploaterats av människan. En viss positiv utveckling

Figur 2. Mnemosynefjärilen finns idag endast i tre regioner i Sverige och förekommer på få och små lokaler. Den är starkt hotad av flera orsaker; främst av att markanvändningen förändras och av att livsmiljöerna är små och isolerade.

Foto: Zeynel Cebeci, commons.wikimedia.org
CC BY-SA 4.0





märks under senare år eftersom tjuvskytten har begränsats och viktiga livsmiljöer skyddats. Man har även lyckats få jättepandor att fortplanta sig i fångenskap och placerat ut ungar i de naturliga miljöerna. Det har medfört att den *Internationella naturvårdsunionen (IUCN)* har ändrat statusen från hotad till sårbar. Men hotet mot jättepandans existens är inte över eftersom klimatförändringar och andra faktorer kan förväntas påverka bambuskogarna som den är beroende av.

I Sverige finns många arter som har särskilda krav på sin miljö. Exempelvis behöver en grupp arter av solitära bin, som kalllas sandbin, specifika växtarter för att samla pollen och nektar, samt näringsfattig mark med blottad sandjord för att gräva äggläggningsgångar. De blomrika miljöer, som sandbin behöver, försvinner allt eftersom skötseln av jordbruksmarken har intensifierats. Orsakerna är användning av bekämpningsmedel och stor näringstillförsel, samt att naturbetesmarker växer igen, beroende

på alltför få betesdjur, eller att de planteras med skog. Numera finns flera arter av sandbin på militära övningsfält där stridsvagnar utför det jobb som betesdjuren tidigare gjorde, nämligen att slita bort markskiktet och frilägga sandjorden. En annan miljö med många arter av sandbin är sand- och grustäcker. Det finns ett 60-tal arter av sandbin och en tredjedel är upptagna i rödlistan (2020). De flesta arter lever i södra Sverige men några finns längs Norrlandskusten.

Det finns andra typer av specialiseringar än habitatspecialisering, men på samma sätt innebär det att specialisten lätt drabbas då det sker någon förändring i dess livsmiljö. Generalister är inte lika beroende av någon specifik egenskap i habitatet, de kan växla mellan olika resurser och blir därmed mindre sårbara.

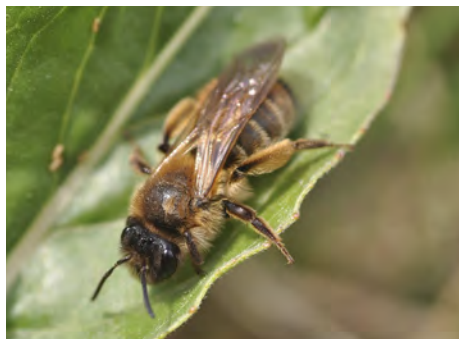
Dålig anpassningsförmåga

Vissa arter verkar inte kunna anpassa sig till förändringar i omgivningen och det

Figur 3. Jättepandan (till vänster) är beroende av bergsområden med bambu. Lämpliga områden minskar i takt med att människan breder ut sig, vilket har gjort jättepandan mycket sårbar. Troligen finns det cirka 1 900 vilda jättepandor kvar:

Koalan (till höger) är en habitatspecialist som kräver eukalyptusträd för att överleva. Försvinner dessa kommer koalan att dö ut.

Foto (båda bilderna): pixabay.com



Figur 4. Videsandbiet (till vänster) är klassat som livskraftigt i rödlistan (2020). Det kommer fram tidigt på våren och samlar pollen från sälg och andra videarter:

Rapssandbiet (till höger) är klassat som sårbart i Rödlistan. Det finns endast på sandmarker i Skåne, i sydligaste Småland och på Öland och samlar pollen från sälg på våren och senare gärna från korsblommiga växter.

Foto (båda bilderna): Aiwok, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0



Figur 5. Kakapon (ugglepapegojan) saknar flygförmåga. Innan européerna kom till Nya Zeeland fanns inga landrovdjur, men nu är arten akut hotad och det återstår bara ett par hundra individer. Bevarandeprojekten har dock varit framgångsrika och man har gott hopp om att kunna rädda kakapon från utrotning.

Foto: Chris Birmingham, Department of Conservation, commons.wikimedia.org, CC BY 2.0

kan då handla om en kombination av faktorer. En viktig faktor är spridningsförmåga. Arter som har begränsade möjligheter att sprida sig har svårt att förflytta sig till nya, mer lämpliga livsmiljöer. Dessa arter får dessutom en mer homogen genpool eftersom det inte sker något genetiskt utbyte med andra populationer.

En art som har svårt att anpassa sig till förändringar i landskapet är Bechsteins fladdermus, som bedöms vara starkt hotad. Arten finns enbart i Skåne, nordgränsen i utbredningsområdet, som i övrigt utgörs av främst Central- och Östeuropa. I likhet med flera andra fladdermusarter är den beroende av ett insektsrikt landskap bestående av en mosaik av våtmark, små öppna vattenytor, ängs- och betesmark och skog med inslag av gammal ek- och bokskog. Bechsteins fladdermus är också väldigt känslig för förändringar på övervintringsplatserna, och trots att man skyddat dessa, till exempel grottor, har arten försvunnit på grund av störningar. Alla fladdermusarter är fridlysta i Sverige. Hälften av de 20 arterna bedöms kunna finnas kvar långsiktigt, för övriga arter är bevarandestatusen sämre (otillfredsställande eller dålig).

Värdefulla produkter

Vissa arter ger produkter som betingar ett högt pris vid försäljning. De mest kända exemplen gäller elefanter, noshörningar och hajar. Elefanternas betar såldes tidigare som elfenben och användes inom hant-

verk och traditionell medicin. Exempelvis kan gamla pianon ha tangenter av elfenben. Idag är handel med elfenben i princip förbjuden och den öppna försäljningen har avstannat. Tjuvjakt är dock fortfarande ett stort problem. Noshörningarnas historia är lik elefanternas. För att rädda noshörningar och elefanter från tjuvjakt händer det att horn och betar sågas av på uppdrag av myndigheter i de länder där djuren lever. Detta minskar tjuvjakten, men påverkar givetvis individerna negativt.

I Gorongosa National Park i Mocambique var tjuvskytten av elefanter, för att få tag i elfenben och kött, så intensivt under inbördeskriget 1977–1992 att populationen minskade med cirka 90 procent. Det uppstod då en så kallad flaskhalseffekt. Både honor och hanar har vanligen betar och de växer hela livet, men hanarna har större betar än honorna och var därför mer attraktiva än honorna för tjuvskytter. Vissa elefanhonor antas ha anlag i X-kromosomen som gör att det inte utvecklas betar. Allelen verkar vara dominant och ha pleiotropiska effekter (påverkar mer än en egenskap) och antas vara dödlig för hanar. Följden blir att könskvoten ändras och att endast hanar som har anlag för betar överlever. Allelen förs vidare från mödrar utan betar till alla, alternativt hälften av honkalvarna (honan kan antingen vara homozygot eller heterozygot för allelen). Beroende på tjuvskytten blev det en fördel för elefanter som saknade betar och därmed minskade genen för betar i frekvens. I denna population, liksom i flera andra populationer som utsatts för starkt jakttryck, har därför andelen elefanhonor utan betar ökat. Se figur 7.

Cirka 40 procent av dagens läkemedel har sitt ursprung i naturen och forskare anser att man bara hunnit undersöka cirka en procent av växterna i jakt på ämnen med medicinsk verkan. Ett exempel är läkemedel som utvinns ur idegran och används för behandling av cancer. En verksam substans utvanns ursprungligen från amerikansk idegran. Denna art riskerade att utrotas, tills man upptäckte att även den europeiska ide-

granen kunde användas för att tillverka läkemedel mot cancer. Tillgången på europeisk idegran (*Taxus baccata*) är god och den växer även naturligt i Sverige.

En tredjedel av alla hajarter är utrotningshotade enligt IUCN:s rödlista och nedgången har varit kraftig under senare år. På många håll har hajpopulationerna minskat med upp till 90 procent till följd av storskaligt hajfensfiske. Man befärar att det kan få stora konsekvenser för det marina livet eftersom hajar är toppkonsumenter och reglerar många näringskedjor. Hajfenor används dels till hajfenssoppa, dels som traditionell medicin, bland annat som potenshöjare för män (att det skulle fungera är en myt). Vid hajfensfiske skärs fenorna av och det ännu levande djuret slängs ner i havet till en säker död. De flesta länder anser att det är djurplågeri och EU har, sedan 2003, förbjudit fiskeformen. Trots det fortsätter fisket, både inom EU och i andra länder, eftersom priset på hajfenor är högt och tjuvfiske är därför ett stort problem.

I Sverige har vi inte så många arter som jagas eller förföljs på grund av deras värde på svarta marknaden. I vissa fall har bo-plundrare stulit ägg från exempelvis havsörnsbon vilka säljs vidare till äggsamlare.

För att skydda utsatta bon har övervakningskameror placerats ut. Alla arter av orkidéer är fridlysta i Sverige, men det förekommer trots det att orkidéer grävs upp av samlare. Om någon olagligt dödar djur, samlar ägg från vilda fåglar eller gräver upp fridlysta växter är det artskyddsbrott som ska anmälas till polisen eller länsstyrelsen.

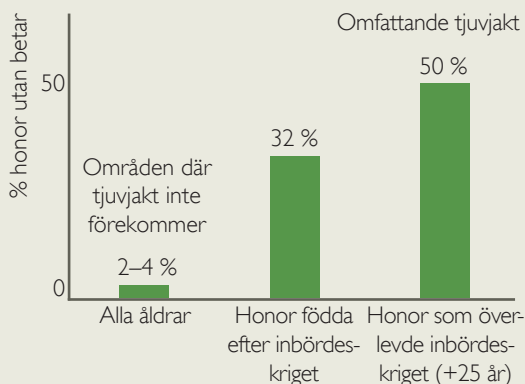
Position i näringskedjan

Toppkonsumenter har generellt större risk att skadas beroende på biomagnifikation. Gifter tas upp av organismer, och förs vidare i de trofiska nivåerna. När de når toppkonsumenterna har de anrikats och koncentrationerna kan bli höga. I Sverige minskade pilgrimsfalk och havsörn kraftigt under 1950- och 1960-talen till följd av utsläpp av PCB, DDT och kvicksilver. Skalen på ägggen blev så tunna att de ibland krossades då honan ruvade och fostren dog beroende på giftverkan. På 1970-talet startade Naturskyddsföreningen *Projekt Pilgrimsfalk*, då det endast fanns cirka 15 par häckande pilgrimsfalkar. Tack vare minskning av utsläpp, övervakning, utfodring med giftfri mat och uppfödning av ungar har populationerna av både pilgrimsfalk och havsörn ökat kraftigt och är idag inte längre akut hotade.



Figur 6. Levande hajar slängs tillbaka i havet, till en säker död, efter det att fenorna skurits av. Fenorna torkas och säljs framför allt till Kina där de används till matlagning och traditionell medicin. Fotot visar en tjänsteman från NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, USA) som räknar konfiskerade hajfenor.

Foto: NOAA, commons.wikimedia.org, public domain



Referenser:

Maron, D. F. (2018). Under poaching pressure, elephants are evolving to lose their tusks. National Geographic. www.nationalgeographic.com/animals/article/wildlife-watch-news-tuskless-elephants-behavior-change

Campbell-Staton et al. (2021). Ivory poaching and the rapid evolution of tusklessness in African elephants. Science 374 (6566), 483–487.

Foto (elefant utan betar): pixabay.com

ELEFANTERNA I GORONGOSA

Figur 7.

Elefanternas betar är viktiga för att bryta sönder träd till mat, för att gräva efter vattnen och vid hanarnas kamp om honor. Cirka 2–4 procent av elefanthonorna saknar normalt betar i afrikanska populationer där jakt inte förekommer. Under inbördeskriget i Mocambique 1977–1992 ökade andelen honor utan betar i Gorongosa på grund av tjuvjakt. Behovet var då stort av pengar från försäljning av elfenben, samt av kött till de stridande. Det medförde att den genetiska varianten som gav upphov till elefanthonor utan betar gynnades.

Undersökningar gjorda cirka 25 år efter inbördeskriget visar att av elefanter som är 25 år eller äldre saknar ungefär 50 procent betar. Tjuvjakten minskade efter kriget och medförde att djur med betar återigen ökade. Andelen honor utan betar som föddes efter inbördeskriget utgör enligt denna undersökning drygt 30 procent.





Figur 8. Toppkonsumenter, som pilgrimsfalk, drabbas hårt av utsläpp som anrikas i näringskedjan genom biomagnifikation.

Foto: Georges Lignier, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

Klimatförändringar

Den snabba förändringen av klimatet får konsekvenser för väldigt många arter. Särskilt de som lever i arktiska områden riskerar att drabbas eftersom förändringarna går snabbare längre norrut. Om arterna redan nu lever i miljöer som finns så långt norrut och så högt upp som det går att komma, finns inte några reträttmöjligheter.

För sent?

Antalet arter på jorden har varierat under livets utveckling. Nya arter har tillkommit och andra har försvunnit. Det är en naturlig evolutionär process som pågår oavsett om människan är närvarande eller inte. Sedan livet uppkom på jorden har det skett fem stora massutdöenden, där stora delar av organismvärlden har dött ut, samt även perioder där en mindre andel av organismerna har dött ut. För att man ska kalla det ett massutdöende ska 75 procent av organismerna ha försvunnit, men längden på utdöendeperioderna kan variera. Orsakerna är endast delvis klarlagda, men kan ha handlat om klimatförändringar, till exempel nedisning som medförde en sänkning av havsnivån, ändringar i atmosfärens sammansättning eller vattnets kemi och vulkanisk aktivitet. Att en komet eller asteroid slog ner öster om Mexiko för 65 miljoner år sedan bland annat ledde till att dinosaurierna dog ut, får anses belagt.

Nu sker artutdöendet så snabbt att vissa forskare anser att vi har kommit in i det sjätte stora massutdöendet. Det är många faktorer som samverkar till att arter dör ut, men människan har stor inverkan genom exploatering av jordens resurser. Vi har både ansvar för och möjlighet att påverka utvecklingen.

När en art dör ut försvinner den specifika kombinationen av gener och den kommer förmodligen aldrig att återuppstå. Förutom att det är ett misslyckande ur ett etiskt perspektiv, riskerar ekosystemen att påverkas och viktiga ekosystemtjänster kan försvinna. Kanske skulle just den genkombination som försvunnit varit framgångsrik i något sammanhang i framtiden?

I slutet av ordovicium
440 miljoner år sedan

85 % utrotade arter

I slutet av devon
374 miljoner år sedan

75 % utrotade arter

Perm
250 miljoner år sedan

95 % utrotade arter

Jura
200 miljoner år sedan

80 % utrotade arter

Krita
65 miljoner år sedan

76 % utrotade arter

Figur 9. Livet på jorden har genomgått flera stora massutdöenden, varav de fem största visas ovan. Frågan är om vi är på väg in i ett sjätte massutdöende?

Referens: Matthews, A (2020) *Is the mass extinction we're living through now any worse than an ice age or an asteroid collision?* SBS News, The Feed

Fjärilar

– påverkas av klimat och markanvändning

Globalt utmanas den biologiska mångfalden främst av ökande temperatur, förändringar i markanvändning och urbanisering. Fjärilar är en värdefull grupp för att studera effekterna av förändringarna eftersom de har en snabb generationstid och hög reproduktionstakt.

Fjärilar är viktiga pollinatörer och är föda för fladdermöss och groddjur. För fåglarna är fjärils-larver en mycket viktig födokälla. Nedan visas hur vi utforskar förändringar i fjärilars utbredning med fokus på norra Europa.

Extrema väderhändelser

Klimatförändringar leder till att extrema väderhändelser blir allt vanligare och intensivare. Dessa har stora effekter på såväl människor och ekosystem som på olika arter av växter och djur. Att förstå hur olika arter reagerar och återhämtar sig efter extrema väderhändelser är av största vikt för att framgångsrikt kunna bevara arter i en tid av klimatförändringar.



Figur 1. En hona av väddnätjärilen deponerar sina ägg på värdväxten ängsvädd. Äggen kläcks, varefter larverna lever i kolonier från juli till maj nästa år.

Foto: Markus Franzén

År 2018 drabbades Gotland av den värsta torkan som någonsin registrerats, vilket ledde till en kraftig nedgång i populationen av den hotade väddnätjärilen (*Euphydryas aurinia*) följande sommar. Resultaten visar en anmärkningsvärd kollaps av populationen efter torkan men även en stor återhämtningsskapacitet. Redan två år efter torkan hade populationen återhämtat sig. Förmågan att snabbt återhämta sig efter extrema torkperioder är lovande i ljuset av klimatförändringar. Att lämpliga biotoper finns tillräckligt nära är viktigt för att det ska kunna ske ett konstant utbyte av individer mellan närliggande livsmiljöer och populationer.

Dagfjärilar i Sverige och Finland under 120 år

Data för 131 dagfjärilsarter i Sverige och Finland visar att artrikedomen har ökat i takt med stigande temperaturer under de senaste 120 åren. Det beror på att vissa arter har expanderat sina utbredningsområden norrut och österut, där det har blivit varmare. Emellertid har inte alla fjärilsarter följt temperaturförändringarna på ett enhetligt sätt. Vissa arter har inte expanderat sina utbredningsområden alls, andra har expanderat i en riktning som inte överensstämmer med temperaturförändringen. Det beror på en komplex samverkan av klimatförändringar, ändrad markanvändning och artspecifika egen-



Texten är skriven av:

Markus Franzén

Markus Franzén är forskare vid Linnéuniversitetet där han studerar effekter av miljöförändringar, bland annat hur biologisk mångfald kan bevaras i en tid av global miljöförändring. Hans forskning har en särskild inriktning mot insekter, framförallt fjärilar, där han utforskar deras mångfald, beteenden, rörelsemönster och de förändringar de genomgår över tid. En ökad kunskap om insekter bidrar till en djupare förståelse av deras roll i ekosystemen och hur de kan påverkas av miljöförändringar.

skaper. Den genomsnittliga artrikedomen av dagfjärilar i olika svenska och finska regioner har ökat, men på en lokal skala har många områden en minskande artrikedomen och det finns även stora variationer mellan områden och arter. Vissa arter har minskat kraftigt eller till och med sannolikt dött ut från Sverige sedan 2018, som exempelvis veronikanätfjärilen.

Fallstudie nattfjärilar

En långtidsstudie i Gävle visade positiva förändringar i artrikedomen och antal av nattfjärilar över fem decennier, 1975–1978 jämfört med 2019. Studien belyser att trots en generell minskning av insekter på global nivå, finns det platser och taxonomiska grupper där artrikedomen fak-

Figur 2. Exempel på studerade arter; studieområde och variation i lufttemperatur:

a. Gotiskt sälfly, *Orthosia gothica*, är den art som visar den största ökningen i antal. Den har ett varierande färgmönster och är en habitat- och dietgeneralist.

b. Grå blåbärsfältmätare, *Entephria caesiata*, är en art som visar dramatisk nedgång i den boreala regionen. Den är en habitatspecialist associerad med barrskog. Larven lever på ett fåtal värdväxter som till exempel blåbär.

c. Vinkelbandat ordensfly, *Catocala nupta*, är en expanderande art som koloniserat området och är associerad med trädbevuxna områden och få värdväxter (oligolektisk).

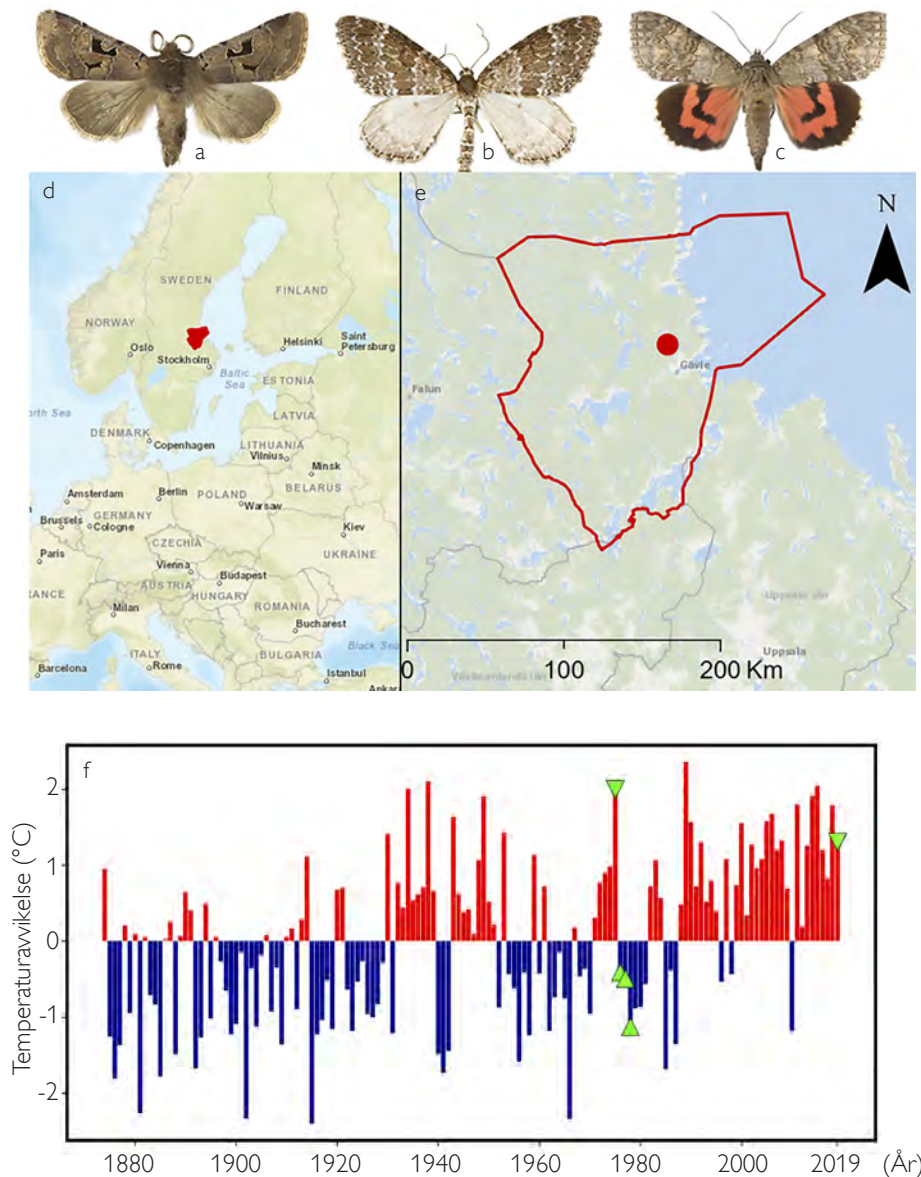
De tre fjärilsarterna har fotograferats av Vladimir S. Kononenko.

d. Studieområdet, landskapet Gästrikland i mellersta Sverige, markerat i rött.

e. Landskapet Gästrikland i rött med platsen för ljusfällan markerad med en röd prick.

f. Temperaturavvikelse i Gävle från 1874 till 2020 med de år som studerats markerade med gröna trianglar. Temperaturen har ökat tydligt i Gävle under senare år och de flesta år sedan år 2000 har varit varmare än periodens genomsnitt.

EN STUDIE AV NATTFJÄRILAR



Källa: Franzén, M., Francioli, Y., Sjöberg, G. et al. (2023). Positive shifts in species richness and abundance of moths over five decades coincide with community-wide phenotypic trait homogenisation. *J Insect Conserv* 27, 323–333. (doi.org/10.1007/s10841-023-00458-y), CC BY 4.0. (Texterna i diagrammet har översatts till svenska.)

tiskt ökar. Under studiens gång har både artrikedomen och antalet nattfjärilar ökat. Av de 410 arterna som registrerades var det 38 procent som inte fanns i båda perioderna (1975–1978 och 2019). 101 nya arter hade koloniserat området (cirka 2,5 arter per år), och 51 arter hade försvunnit (1,16 arter per år). Arternas egenskaper påverkade resultatet och generalister, de som lever i många olika livsmiljöer och har flera värdväxter, var mer framgångsrika än specialiserade arter (se figur 2).

Nattfjärilar och urbanisering

Jorden urbaniseras snabbt, vilket leder till mänskligt påverkade miljöförändringar. Det inverkar på livsvillkoren och mönstren för biologisk mångfald i städer jämfört med landsbygden. Städer har högre nivåer av luft- och ljusföroreningar, olika visuella bakgrunder, högre temperaturer och fragmenterade grönområden. Det ger forskare möjlighet att studera hur arter och organismsamhällen reagerar på en rad miljöförändringar och ökad mänsklig påverkan.

Det antas att samhällen i urbana områden domineras av generalister som är kapabla att hantera nya, variabla, fragmenterade, varmare och oförutsägbara miljöer formade av mänskliga aktiviteter. En studie av nattfjärilssamhällen i tre städer i norra Europa visade att dessa främst bestod av ett fåtal generalistarter som hade följande egenskaper:

- större utbredningsområden
- mer variabla färgmönster
- högre reproduktionspotential
- många värdväxter
- övervintrar som ägg
- gillar höga temperaturer
- förekommer i många olika livsmiljöer.

Resultaten av denna studie indikerar att urbanisering påtvingar en rumslig filtreringsprocess som gynnar vissa arter på bekostnad av specialiserade arter med smala nischer.

Vad kan man göra?

Det är viktigt med kontinuerlig övervakning av djur och växter för att se föränd-



ringar. För att minska risken för fjärilar som beror på negativa effekter av klimatförändringar och ändrad markanvändning kan följande åtgärder vidtas:

- Minska utsläppen av växthusgaser för att bromsa klimatförändringarna.
- Stödja hållbart jordbruk och skogsbruk. Gynna mindre intensiv markanvändning.
- Skydda naturområden för att bevara fjärilarnas livsmiljöer.

Exempel på specifika åtgärder:

- Skapa och restaurera naturområden som är gynnsamma för fjärilar, till exempel öppna marker, skogsbryn och våtmarker.
- Skapa blomrika miljöer i urbana områden.
- Minska användningen av bekämpningsmedel och gödsel i jord- och skogsbruk.
- Skapa övervintringsplatser för fjärilar, till exempel buskar och träd med lös bark.

Figur 3 (de två bilderna överst). Nattfjärilar klassificeras i olika familjer; varav en är svärmare, med exempel som den brunsprötade skymningssvärmaren (till höger), och en annan är nattflyn, som bomullsknölfly (till vänster).

Figur 4. Dagaktiva fjärilar inventeras i soligt väder och längs med slingor, där de artbestäms och räknas. Individer som ej kan artbestämmas fångas in med en håv och artbestäms/fotograferas/insamlas för senare artbestämning. Fynd kan rapporteras på Artportalen.

Foto (alla tre bilderna): Markus Franzén



Figur 5.

INSAMLING MED LJUSFÄLLOR

Man brukar ofta se fjärilar som fladdrar kring gatubelysning på kvällen och ljusfällor är en utbredd metod för att samla insekter; särskilt nattfjärilar. Den traditionella kvicksilverlampan är en kraftfull ljuskälla med ett omfattande ljusspektrum som lockar många insekter men nya alternativ som ledlampor, blacklights och actiniska lysrör har introducerats. Dessa ljuskällor sänder ut intensivt ultraviolett ljus, men endast begränsat ljus i det synliga spektrumet, vilket kan vara effektivt för att locka insekter. Fördelen med vissa av dessa ljuskällor är att de kan drivas med powerbanks, vilket eliminerar behovet av starkström och gör det möjligt att inventera avlägsna platser. Manuella metoder att fanga nattaktiva insekter inkluderar ljustorn (1), duk (5) och frihävning med pannlampa (2).

Lysa med lakan och ljustorn

Ett traditionellt sätt att genomföra en lyskväll är att spänna upp ett ljustorn (1) eller lakan eller hänga lakanet på en lina på en plats där man förväntar sig finna insekter (5). En ljuskälla placeras inuti ljustornet eller intill lakanet. Insekter lockas dit och landar på ljustornet eller lakanet där de kan studeras eller samlas in. En ideal kväll är varm, fuktig och vindstilla, men även mer normala väderförhållanden kan ge resultat. Särskilt på platser nära stränder, där vindar har

blåst från havet, kan ovanliga arter som vanligtvis inte finns i området lockas till fällan.

Lockbete

För arter som inte är lika ljuskänsliga kan man använda sig av lockbete, till exempel en blandning av vin, socker, eventuellt honung och en aning ättika. Blandningen smetas på tygremсор eller hampasnören som sedan hängs upp i till exempel ett träd. Det kan vara en effektiv metod och lockar ofta till sig andra arter än de som attraheras av ljus.

Fasta ljusfällor

Fasta ljusfällor gör det möjligt att studera områden utan att behöva vara vaken på natten. De kan lämnas över natten och tömmas nästa dag. En ljusfälla utrustad med lysrör som utsänder ultraviolett ljus och regleras med ett skymningsrelä används för att attrahera nattaktiva insekter (3). Insekterna dras till ljuset och faller ner i en tratt, vilken leder dem till en behållare fylld med äggkartonger. Insekterna landar på kartongerna och stannar där tills fällan töms. Nattfjärilar och andra insekter registreras följande dag (4).

Det är möjligt att bygga effektiva ljusfällor själv.

Foto (alla fem bilderna): Markus Franzén



Forskning om fjällräv

Hur kan fjällrävsstammens minskning hejdas? Och hur hänger det ihop med tillgången på smågnagare och andra rovdjur? Forskningen använder sig bland annat av satellitövervakning, viltkameror och genetiska studier för att förstå hur fjällräven påverkas.

Fjällrävsforskningen i Sverige är så gott som synonymt med Svenska fjällrävsprojektet vilket startades av Anders Angerbjörn vid Stockholms universitet i mitten av 1980-talet. Det hela började med att Anders studerade fjällrävens beteende och populationsdynamik i Vindelfjällen. Med tiden fokuserades forskningen allt mer på orsaker till att fjällrävsstammen, trots fridlysningen 1928, inte återhämtat sig.

Sedan runt millennieskiftet har det pågått projekt som rör fjällräv. Det har handlat om att stoppa den skandinaviska fjällrävsstammens minskning, att studera problem som kommer med en liten population samt att öka artens möjligheter att återhämta sig. Projektet har vuxit geografiskt från starten i Vindelfjällen till att idag täcka in hela utbredningsområdet i Sverige, Norge och Finland (även kallat Fennoskandia). Idag bedriver Fjällrävsprojektet även forskning om fjällrävens interaktioner med andra arter i ekosystemet, fjällrävens demografi och överlevnad samt fjällrävens genetik.

Artinteraktioner i fjällekosystemet

Drivkrafterna i det ekosystem som Fjällrävsprojektet studerar är framför allt de små växtätarna: sorkar och lämlar. Dessa smågnagare varierar i antal med regelbundet återkommande toppår, så kallade lämmelår, ett fenomen som får stora konsekvenser för fjällens övriga djur- och växtliv. Fjällrävens biologi är extremt starkt kopplad till dessa gnagarcykler, eftersom kullstorlek, överlevnad och spridningsmönster helt är be-

roende av tillgången på sork och lämmel. Vad som orsakar lämmelåren är trots runt 100 års forskning inte helt klarlagt, men de flesta forskare tycks vara eniga om att interaktioner antingen mellan gnagarna och rovdjur eller mellan gnagarna och växter tillsammans med olika klimatfaktorer är de mest sannolika förklaringarna.

Inom Fjällrävsprojektet försöker vi reda ut rovdjurens roll i fjällekosystemet. Kan fjällräven och andra rovdjur i fjällen betraktas som fripassagerare på lämmelcykeln, eller är det faktiskt så att det är rovdjuren som driver hela systemet? Eller är det så att olika typer av rovdjur (till exempel fjällräv, rödräv, hermelin, rovfåglar och ugglor) har olika effekter på smågnagarna? För att kunna bedriva den här typen av undersökningar behövs långa studier av både rovdjuren och deras bytesdjur, något som inom Fjällrävsprojektet har pågått sedan början av 1990-talet. Från att till en början ha omfattat endast fjällräv har vi under projektets gång utökat arbetet för att förstå även hur rödräven och flera rovfåglar påverkar eller påverkas av gnagarna.

Klimatförändringar påverkar gnagarna starkt, eftersom ökad vintertemperatur leder till förändrade snöförhållanden med sämre överlevnad för gnagarna som en följeffekt. Våra studier visar att sammansättningen av hela rovdjurssamhället har förändrats de senaste 30 åren, där arter som är helt specialiserade på gnagare (som fjällräv och fjällvråk) är de stora förlorarna, medan arter som inte är lika beroende av gnagare (till exempel rödräv och tornfalk) har ökat kraftigt.



Texten är skriven av:

Johan Wallén

Johan Wallén är biolog, fältkoordinator och forskningsbiträde på Stockholms universitet samt nationell koordinator för fjällrävsövervakningen i Sverige på Naturhistoriska riksmuseet.

Har arbetat inom Fjällrävsprojektet sedan 2007 då han började som volontärfältarbetare.

Om Fjällrävsprojektet

Mer om Fjällrävsprojektet finns på Instagram (@fjallravprojektet) eller www.su.se (sök på Fjällrävsprojektet), där det bland annat finns information om att arbeta som volontär med fältarbete.

Figur 1. Reproducerande fjällrävar i Sverige, Norge och Finland 2000–2023.

Figuren visar antal reproducerande fjällrävar som följer smågnagartillgången. Fler rävar skaffar ungar de åren med mycket bytesdjur så i stället för att jämföra från ett år till ett annat bör man jämföra år med samma fas. Diagrammet visar en tydlig ökning av den fennoskandiska fjällrävsstammen de senaste 20 åren.

Källa: Svenska fjällrävsprojektet, se årliga rapporter



Demografi och överlevnad

Vi studerar hur fjällräv överlever kopplat till tillgången på bytesdjur, andra rovdjur och även sjukdomar. För att kunna följa olika individer så märker vi fjällrävar under sommaren. Fjällrävarnas rörelser följs sedan via satellit eller med direkta observationer och viltkameror (automatiska kameror som tar bilder om något rör sig framför kameran) under främst sommar, men ibland även vinter.

De intensivaste fältperioderna för att följa fjällrävarna är under parningsperioden, mars-april, samt juli-augusti när valparna kommer ut ur lyan. Genom forskningen hoppas vi på att förstå mera av vilka faktorer som påverkar överlevnaden hos fjällräven och därmed kunna förbättra möjligheterna för artens framtida överlevnad.

Genetik

Genetiska metoder är ett användbart verktyg inom ekologiska studier. Inom

fjällrävsforskningen kan vi via genetiken studera ett flertal frågeställningar relaterade till fjällrävens biologi och bevarande. Vi undersöker bland annat hur fjällrävarna i Fennoskandien är besläktade, dels med varandra, dels med resten av världens fjällrävar, samt deras rörelsemönster inom och mellan populationer och deras sociala struktur och parningssystem.

Vi studerar även frågor direkt kopplade till fjällrävens bevarande, till exempel hur mycket genetisk variation som finns hos den fennoskandiska fjällräven, förekomst och effekter av inavel, samt hybridisering (parning) mellan vilda fjällrävar och pälsrävar som rymt från farmer.

Bevarande

De två främsta åtgärderna i Sverige är en kombination av stödutfodring och rödrävsjakt. I vårt grannland Norge sätter man även ut unga fjällrävar genom ett avelsprogram. Med intensiva åtgärder som började implementeras runt millennieskiftet har vi lyckats mångdubbla den fennoskandiska fjällrävspopulationen de senaste 20 åren.

Fjällrävsprojektet inventerar fortfarande fjällräv under insamling av forskningsdata och ligger även bakom forskningen om och utformandet av bevarandeåtgärderna. Ansvar för artens nationella övervakning samt utförandet av bevarandearbetet idag ligger däremot hos Naturvårdsverket och länsstyrelserna.

Figur 2 (till vänster). Två fjällrävsvalpar, en blå och en vit

Foto: Svenska fjällrävsprojektet, Petter Hällberg

Figur 3 (till höger). Vit fjällrävsvalp på lya i Norrbotten

Foto: Svenska fjällrävsprojektet, Hjalmar Stake



Arbeta vidare med hotade arter



Befinner vi oss i början av ett nytt omfattande artutdöende? Många forskare tror så, och frågan är om det går att vända utvecklingen. I detta sammanhang är det viktigt att förstå orsakerna till varför populationer minskar och arter dör ut. Här bidrar forskning med kunskaper om arter och möjligheter att bevara dessa.

1. Nya arter har uppkommit och andra försvunnit under livets utveckling. Särskilt många arter dog ut under de stora utdöendeperioderna (figur 9, sida 74). Vilken är den stora skillnaden mellan tidigare utdöendeperioder och det som händer nu?
2. Få individer av en art och små isolerade populationer innebär problem för artens överlevnad.
 - Vilka svårigheter kan det handla om?
 - Diskutera utifrån ett exempel på en art om de hot/problem som du identifierat. Vilka åtgärder skulle behövas för att skydda arten? Är det rimligt att lägga resurser på att bevara arten?
3. Exemplet med elefanterna i Gorongosa illustrerar vad som kan hända när en population minskar kraftigt.
 - Under inbördeskriget dödades många elefanter och resulterade i en så kallad flaskhalseffekt. Förklara begreppet och beskriv hur populationen av elefanter i Gorongosa påverkades.
 - Beskriv den genetiska bakgrunden till att elefanter saknar betar.
4. Bechsteins fladdermus är exempel på en hotad art vilken missgynnas av dagens markanvändning eftersom den är anpassad till äldre tiders varierade landskap.
 - Är det meningsfullt att bevara arter som inte har någon naturlig plats i det moderna landskapet?
 - Om vi vill bevara arter som anpassats till hur jordbruksmiljöer och skogar såg ut tidigare, hur kan odlingsmetoder och miljöer förändras?
5. Klimatförändringarna påverkar hela jorden, mer eller mindre beroende på vilken del av jorden det gäller.
 - Var ändras temperaturen snabbast?
 - I kapitlet finns exempel på arter som verkar klara sig bra i ett förändrat klimat och sådana som riskerar att höra till förlorarna. Vilka exempel beskrivs?
 - Vilka egenskaper har arter som kan antas klara sig bra? Jämför med arter, eller miljöer, som sannolikt kommer att få svårt att klara sig.
6. Gör en näringsväv för fjällmiljö (se artikeln om fjällräv).
 - Hur påverkas olika arter av antalet smågnagare?
 - Vilka effekter kan klimatförändringarna förväntas få på artsammansättningen?

UPPLEV OCH UNDERSÖK

7. Riktigt fina ängsmarker med rik biologisk mångfald har funnits i många hundra år och skötts med traditionella metoder. Men det går också att öka den biologisk mångfalden med enkla metoder.
 - Lämna en bit av gräsmattan som får utvecklas fritt och slå först under sensommaren. Det avklippta gräset tas bort för att minska näringstillgången. Redan första sommaren kommer säkert en del blommande växter att visa sig och därmed även insekter.
 - Gör rutininventeringar av blommande växter på några ställen där gräsmattan fått utvecklas fritt, se beskrivning på sidan 88. Vilka arter förekommer? Jämför med ytor där gräset har klippts som vanligt. Inventera insektsgrupper som besöker blommorna. Exempel är blomflugor och andra tvåvingar; steklar; fjärilar; skinnbaggar och skalbaggar.
8. Ta foton på fjärilar och andra djur, växter och svampar för att kunna studera och identifiera arterna i efterhand. Testa exempelvis en nattfjärilsfälla eller sätt upp ett lockbete och fotografera insekterna (se artikeln om fjärilar). Genomförs bäst under sensommaren. Se resurser nedan.
9. Metoder för att fånga småkryp är exempelvis slaghävning, sållning, vattenhävning, insamling av marklevande djur med nedgrävda insamlingskärl och kläckning ur hattsvampar, tickor och ved. Läs mer och se videoklipp på Bioresurs webbplats, se *Undersökningar i naturen*. Där finns också en sammanställning av vanliga artgrupper som man ofta hittar med de olika fångstmetoderna. (bioresurs.uu.se)

FLER RESURSER

Taking actions to help insects. Många förslag att hjälpa insekter finns på www.actionsforinsects.com.

Fjällrävsprojektet (@fjallravsprojektet eller www.su.se) (sök på Fjällrävsprojektet)

Artdatabanken, Artfakta, Sök med bild (artfakta.se).

Interaktiva bestämningsnycklar finns på Artdatabankens webbsida Artfakta (artfakta.se) för artgrupper som exempelvis spindeldjur, steklar, fjärilar, blötdjur och groddjur.



Inventera mångfalden

Text av **Martin Granbom**

Mångfalden av arter och naturtyper är enorm, vilket gör att även inventeringsmetoder och mätningar skiljer beroende på vilken art, organismgrupp eller naturtyp det gäller. Några av dessa metoder beskrivs nedan.

Genom att inventera arter inom ett område kan man följa utvecklingen av populationerna och få kunskaper som behövs för att skydda och bevara området. Inventeringar kan också omfatta vegetationstyper och vara mer översiktliga. Satellitbilder är till stor hjälp för storskaliga inventeringar, men fältarbete är i många fall nödvändigt. Med artinventeringar kan man undersöka frågeställningar som:

- Hur många individer finns det av en viss art?
- Hur många arter finns det inom ett visst område?
- Var finns arterna eller individerna?

En inventerare måste känna igen arter med säkerhet. Vid en fullständig inventering av ett område krävs en stor bredd i såväl artkunskap som i kunskap om metoder. Till hjälp finns tryckt bestämmningslitteratur för olika organismgrupper, bland annat Nationalnyckeln, samt interaktiva bestämningsnycklar för exempelvis spindeldjur, insekter, blötdjur, groddjur, gnagare och bladmossor i Artfakta (Artdatabanken). Appar är bra hjälpmedel för identifiering i fält av olika artgrupper. För en viss art krävs även goda kunskaper om artens ekologi när en inventering planeras. Exempelvis kan insektsätande fåglar inte inventeras på hösten eftersom de har flyttat söderut. Även tidpunkten på dygnet är viktig eftersom det varierar mellan olika djurarter när de är aktiva.

Inventeringar behöver göras regelbundet för att upptäcka om arter ökar eller minskar, eller om utbredningsområdet förändras. I vissa fall finns väldigt långa serier av data som visar

trender, framför allt gäller det fåglar och stora rovdjur. För att kunna bedriva ett ändamålsenligt och effektivt naturvårdsarbete måste beslutsfattare ha ett välgrundat och gediget faktaunderlag och det är därför viktigt att det finns kunniga tjänstemän, forskare och amatörbiologer som bidrar med kunskap.

Naturvårdsarter

Många arter är intressanta i naturvårdssammanhang för att de i sig är värdefulla, visar på skyddsvärda miljöer eller indikerar miljöförändringar och kan användas för övervakning och uppföljning av åtgärder. Det är inte så enkelt att tolka långa artlistor och förstå vilket värde olika arter har och hur prioriteringar ska göras. Därför har sex kategorier tagits fram under samlingsnamnet *Naturvårdsarter*.

1. *Skyddade arter* är juridiskt skyddade enligt Artskyddsförordningen. Gäller till exempel ekoxe, större vattensalamander, utter och kungsörn.
2. *Typiska arter* listas i EU:s art- och habitatdirektiv och visar att en viss naturtyp håller god nivå. Till exempel är entita karaktäristisk för naturtypen *Lövsumpskog* och blåsippa för *Näringsrik granskog*. Naturvårdsverket beslutar om typiska arter för respektive naturtyp.
3. *Rödlistade arter*, inom olika hotkategorier, är arter som bedöms vara i riskzonen för att dö ut i Sverige. Dessa tas fram av Artdatabanken och listan revideras vart femte år.
4. *Ansvarsarter* utgår från Artdatabankens rödlista. Kommuner eller regioner, med stor andel av populationerna, ansvarar.
5. *Signalarter* har hittills främst använts för att visa på biotoper i skogen som har höga naturvärden. Exempel är blåsippa, när den växer i skog i Norrland, och lunglav. Signalarter i skogen beslutas av Skogsstyrelsen.
6. *Nyckelarter* är betydelsefulla genom att de utgör livsmiljö för andra arter (till exempel ek), påverkar starkt andra ar-

Bilden på föregående sida visar Pieljekaise nationalpark, som ligger i Norrbotten, i Arjeplogsfjällen. Det högsta fjället har samma namn som nationalparken och är 1138 meter högt. Nationalparken består av ett lågfjällsområde med små sjöar; björkskogar; hedar och örtrika ängar; där också samerna bedriver renskötsel. Syftet är att bevara en naturlig fjällbjörkskog.

Bildkälla: Naturvårdsverket, Foto: Imago stock and people, TT-bild



Figur 1. En rödhake sjunger för att markera revir och locka till sig honor.

Foto: pixabay.com

ter (till exempel bäver, varg) eller har många andra arter knutna till sig (till exempel blåstång). Nyckelarter föreslås av Artdatabanken.

Populationsstorlek

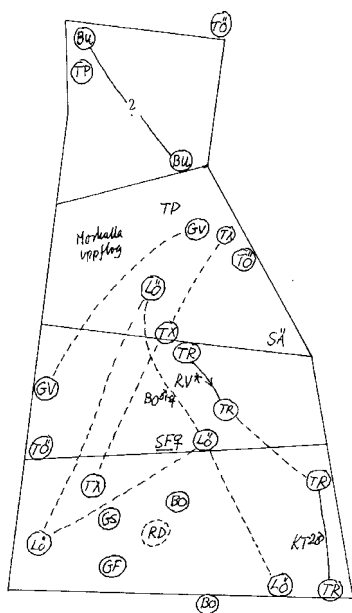
Det gäller att få en uppfattning om populationsstorleken av en art för att kunna skydda eller reglera populationen. Ett aktuellt exempel är varg, där åsikterna går isär om hur stor vargstam som ska tillåtas. Frågor som diskuteras är till exempel: *Hur många vargar finns det och var finns de?*, *Hur förändras populationsstorleken?* och *Hur många vargar kan accepteras utan att angreppen på får och renar blir alltför omfattande?*

Uppskattningar av populationsstorlek görs med olika metoder beroende på vilken art eller organismgrupp det handlar om. Det mest tillförlitliga resultatet ger räkning av samtliga individer, men i praktiken är det oftast omöjligt om det gäller ett stort område. Några orsaker till att inven-

teringar försvåras är om det gäller mycket vanliga eller väldigt ovanliga arter, djur som förflyttar sig snabbt eller är svåra att observera, växter som inte blommar varje år och arter som har flera generationer per år. Att uppskatta populationsstorleken under enbart ett år kan ge en felaktig uppfattning och om arten har flera generationer per år kan antalet individer variera kraftigt. För att få ett tillförlitligt resultat gäller det att veta när räkningen bör utföras och eventuellt hur många gånger under ett år.

Revirkartering

De flesta fågelarter är revirhävande, men det gäller också många däggdjur som rävar och igelkottar. Med ett revir försäkras sig en individ om tillgång på föda och boplatser och försvarar det genom att patrullera eller på olika sätt markera området, vilket ger möjlighet för en inventerare att avgöra antalet individer och var de håller till. Individer som har stora revir, eller inte ger



Eftersom fågelinventeringar har pågått länge har metoderna standardiserats och dokumenterats. Se Naturvårdsverkets webbplats för information om revirkartering.

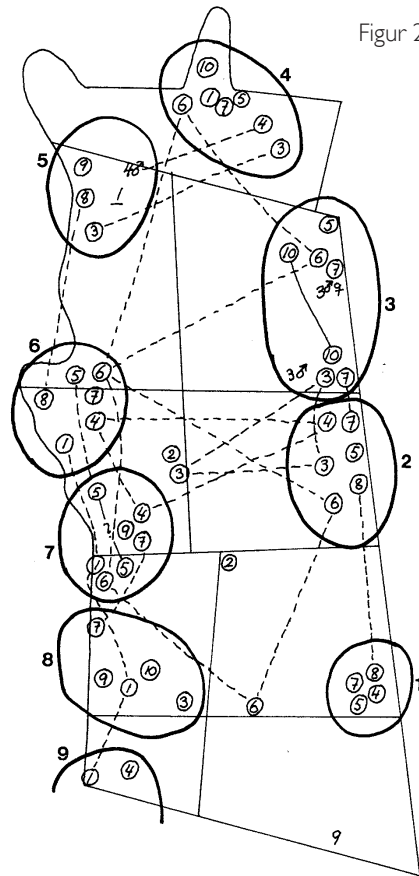
Källa (figurerna): Naturvårdsverket. Fåglar; revirkartering, generell metod. Version 1:1, 2012-06-21, Bilaga 3.

REVIRKARTERING

Figuren till vänster visar inventering av fåglar i ett område. Sjungande individer är inringade. De som hördes eller sågs samtidigt förbinds med streckade linjer och de som förflyttat sig förbinds med en heldragen linje med pil. I de fall kön har kunnat avgöras har det noterats.

Artförkortningar: BU: buskskvätta, TX: talgoxe, LÖ: lövsångare, TR: trädpiplärka, GS: gulsparr, GF: grå flugsnappare, BO: bofink, RD: rödhake, SF: svartvit flugsnappare, TÖ: törnsångare, SÄ: sädesärla, GV: gulsparr, RV: rödvingetrast.

Figuren till höger visar tio inventeringar av bofink i ett område, som gjorts vid olika tidpunkter. Individerna har markerats med små siffror, från 1 till 10 beroende på inventeringstillfälle. Efter det att alla inventeringar genomförts har resultaten sammanställts och bedömningen är att det finns åtta revir (inringade och numrerade med större siffror). De streckade linjerna är väsentliga för att skilja reviren åt (se ovan om streckade linjer). Revir nummer 9 ligger troligen utanför området, i synnerhet som observationen vid besök 4 kan höras till revir 8.



Figur 2.

några ljud i från sig, kan vara svåra att få syn på. Viltkameror eller annan teknisk utrustning kan då användas.

Fåglar, och främst fågelhanar, sjunger på våren för att markera reviret där paret ska föda upp ungar. Om alla sjungande hanar av en art i ett område noteras ger det en uppfattning om antalet häckande par. Vid en fågelinventering rör sig inventeringen genom ett område samtidigt som observationer noteras på en karta (se figur 2). För att få en rimlig uppfattning om antalet häckande individer krävs mer än en inventering. Naturvårdsverket rekommenderar mellan fem och tio inventeringstillfällen beroende på hur artrik biotopen är, fördelade över häckningssäsongen. I södra Sverige bör inventeringarna ske jämnt fördelade mellan mitten–slutet av april till mitten av juni. I mellersta Sverige förskjuts tidsramen en vecka framåt, och i norra Sverige ytterligare en vecka.

Kartering av häckande fåglar har genomförts i Sverige under många år, och resultatet sammanställs av Naturvårdsverket. Inventeringarna utförs främst ideellt, men i vissa fall betalar kommuner, länsstyrelser eller Naturvårdsverket. Även företag genomför inventeringar inför exempelvis exploateringsprojekt.

Linje- och punkttaxering

Vid linjetaxering följer man en linje genom landskapet och noterar arter och individer som syns eller finns inom ett visst avstånd från linjen. Vid punkttaxering väljs specifika punkter där arter och individer noteras inom en viss radie. Metoderna passar för flera organismgrupper, däribland insekter, som humlor och dagfjärilar, samt fåglar och växter, och ger en uppfattning om såväl arternas utbredning som individantal.

Insekter

Dagfjärilar kan inventeras med hjälp av såväl linje- som punkttaxering. Resultatet rapporteras till forskare på Svensk dagfjärilsövervakning. På deras webbplats finns information om metodik, samt hjälp med artbestämning. För att inventeringsresultatet ska kunna användas för forskning är

det viktigt att metodiken följs noga beträffande bland annat tidpunkt för inventeringarna och hur många besök som ska göras. Eftersom fjärilar är betydligt mer väderberoende än många andra artgrupper bör man genomföra inventeringarna mellan klockan 11 och 17 på dagar då vädret är tillräckligt bra för att de ska kunna flyga.

Humlor är ganska robusta och påverkas inte så lätt av vädret, vilket gör dem till utmärkta inventeringsobjekt. De rör sig i regel maximalt 500 meter vid födosök och därför bör inventeringen täcka en ruta på en kvadratkilometer. Alla humlor inom ett visst avstånd från utlagda linjer artbestäms och noteras. Ibland krävs det att individer fångas in för artbestämning eftersom det kan vara svårt att avgöra arten i fält. Redovisningen av en humleinventering omfattar antalet arter och individer i inventeringsrutan.

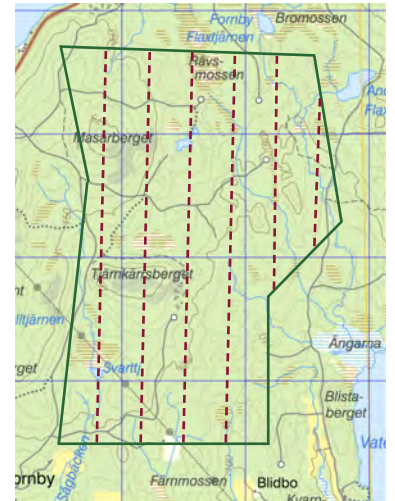
Fåglar

Svenska vinterfågelräkningen har pågått sedan 1975/1976. Den kan ses som en form av linjetaxering, men innebär att man stannar upp vid specifika punkter längs linjen och gör observationer. För fåglar är detta nödvändigt eftersom de kan bli skrämda när man rör sig i terrängen och det kan också vara svårt att registrera sjungande individer medan man går. Viktigt är att punkterna ligger så långt från varandra att samma fåglar inte räknas två gånger. För att få ett statistiskt tillförlitligt underlag, och möjlighet att jämföra resultaten mellan åren, sker räkningen under exakt fem minuter på varje punkt. Vinterfågelräkningen har gett forskarna information om vilka arter som övervintrar i Sverige, hur de rör sig och hur populationerna varierar.

Vinterfåglar in på knuten är en annan typ av inventering där allmänheten uppmanas att räkna fåglar i samband med fågelmatning under sista helgen i januari.

Växter

Inventering av växter kan göras på flera olika sätt. Exempelvis kan linjetaxering användas för att beskriva gradienter av olika slag, som hur artsammansättningen ändras vid en sjöstrand.



Figur 3. Kartan visar ett exempel på hur linjer har lagts ut i ett område inför en linjeinventering. Inventeraren rör sig längs de streckade linjerna och noterar arter.

Källa (karta utan linjer): Lantmäteriet, CC0 1.0

Rutininventering

Rutininventering (kvadratmetoden) är lämplig för arter som är stationära eller inte rör sig så mycket, exempelvis växter och häckande fåglar. Undersökningsytan delas in i ett visst antal lika stora kvadrater, och därefter slumpas ett antal av dessa ut som inventeras. När antalet individer räknats i rutorna antas att resterande rutor har samma medelantal individer och därmed kan populationsstorleken för hela undersökningsområdet beräknas. Beroende på vilken organism det gäller kan rutorna vara olika stora. För små örter passar kvadratmeterstora rutor medan kvadratkilometerstora rutor lämpar sig för inventering av antalet häckande fåglar eller om det gäller att ta reda på hur vanlig en växtart är i en större region.

Vid så kallade atlasinventeringar delas ett område in i 5x5 eller 10x10 kilometers rutor. För varje ruta noteras om arten påträffats, vilket ger en bild av artens utbredning under en viss period och i ett större område. Om upprepade inventeringar görs syns förändringar mellan åren. Atlasinventeringar görs för fåglar och för kärlväxter. Ju fler rutor som räknas, ju mer närmar sig resultatet det verkliga antalet. Hur många rutor som kan räknas avgörs av hur lång tid inventeringsarbetet får ta, kostnaden för arbetet och hur viktig noggrannheten är.

Fällor och håvar

Olika slag av håvar som fjärilshåv, slaghåv och vattenhåv används för att samla in och artbestämma insekter och andra mindre djur. Fallfällor, skålar med olika färg (ofta gul) och malaisefällor är andra metoder för insamling av mindre djur. Med en malaisefälla fångas flygande insekter. Fällan bygger på att insekter fångas med ett finmaskigt nät, varefter de söker sig uppåt och mot ljuset, där de hamnar i ett uppsamlingskär i övre delen (se figur 4).

Fångst-återfångstmetoden

För arter som är svåra att observera kan det ibland vara lättare att fånga några individer, som märks och därefter släpps ut igen. De märkta individerna får blanda sig med populationen under en viss tid och därefter görs ytterligare en fångst på samma sätt som den första. Utifrån det totala antalet märkta individer och andelen återfunna, märkta individer vid den andra fångsten kan populationsstorleken beräknas (se figur 7, sida 88). Fångst-återfångstmetoden är en vanlig metod som exempelvis används för att upptäcka förändringar i fågelfaunan. Ett problem med metoden är om fångsten sker i områden där det finns gott om individer och man därför inte kan vara säker på att slutsatserna är giltiga när det gäller populationen som helhet.

Alla fåglar som ringmärks, och alla ringar som upphittas, ska rapporteras till *Ringmärkningscentralen* vid Naturhistoriska riksmuseet där uppgifterna lagras i en databas. Totalt har 15 350 000 individer av 188 arter ringmärkts i Sverige mellan 1911 och 2019 (figur 5). Cirka 188 000 ringar har återfunnits och rapporterats. Det finns rapporter från hela världen om fåglar som hittats, men de flesta kommer från närområdet och från artens vanligaste flyttstråk. Det krävs ett stort antal märkta individer för att dra slutsatser om hur fåglarna rör sig eller hur många det finns eftersom bara 1,2 procent märkta fåglar rapporteras som återfynd. Trots det kan man se om individantalet för olika arter verkar minska eller öka.

Figur 4. Med en malaisefälla fångas flygande insekter. Ett projekt pågick under åren 2003–2006 då 75 fällor placerades ut över landet. Mer än 20 miljoner insekter samlades in. Hittills har 2000 nya fynd för Sverige hittats, varav vissa är nya för vetenskapen. Ett nytt projekt startade 2018 och under ett år samlades insekter in och ska artbestämmas genom analys av DNA.

Foto: B. Lidesten



Spår och spillning

De stora rovdjuren är exempel på arter som är svåra att inventera eftersom reviren kan vara väldigt stora med få individer. Vintertid är det lätt att se spår och till och med få syn på individerna, men även vid barmark går det att avgöra om arten finns i inventeringsområdet genom exempelvis spårstämplor, hårstrån, spillning och rivmärken. Djur rör sig också ofta längs samma vägar (viltväxlar) som är synliga i terrängen. Gnagare och fåglar lämnar märken från näbbar och tänder på kottar och nötter och rovlevande däggdjur och rovfåglar lämnar delar av byten efter sig som skvallrar om förövaren.

Viltkamera, spårsändare

Vilda djur kan vara svåra att få syn på och tidskrävande att spåra. Viltkameror är därför mycket användbara och används bland annat för att inventera den svenska lodjursstammen. (Se foton från viltkameror i kapitel 3 och 8.). Spårsändare med GPS, eller annan funktion för spårning, kan fästas på djur och göra det möjligt att följa förflyttningar. Det kan handla om att spåra allt från hundar och katter till fåglar, älgar och till och med humlor.

eDNA

eDNA (environmental DNA, miljö-DNA) används för att ta reda på vilka arter som finns i en viss miljö och bedöma den biologiska mångfalden. Att artbestämma alla organismer med traditionella metoder kräver omfattande arbete som oftast inte är genomförbart, men genom att samla in prover från exempelvis mark och vatten och analysera DNA som organismer lämnat efter sig går det att få en uppfattning om artdiversiteten.

Metagenomik innebär att allt DNA i ett prov sekvenseras. Till exempel har skolor i Danmark tagit vattenprover och skickat in till ett universitet för analys, vilket har gett god kunskap om vilka fiskarter som förekommer och deras utbredning. Barcoding är en annan metod där endast specifika genetiska markörer, som är unika för varje art, används för identifiering.



Figur 5 (ovan). En blåmes förses med en aluminiumring. På ringen finns ett unikt nummer och adressen till Naturhistoriska riksmuseet.

När en ringmärkt levande eller död fågel hittas, ska ringnumret tillsammans med andra uppgifter rapporteras. I museets återkoppling anges art, individens ålder, när den ringmärktes och i vissa fall också var den kläcktes.

Foto: Gräsgård, ringmärkning av blåmes Ottenby
fågelstation, [wikimedia.commons.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_tit.jpg), CC BY-SA 4.0



Figur 6. Viltkamera

Foto: B. Lidesten

Tekniken för analys av DNA förfinas hela tiden och man har till och med lyckats individbestämma isbjörnar från spår i snö! Spillning kan användas för inventering av arter och om DNA-innehållet sekvenseras kan även individer identifieras eftersom det hamnar celler från djuret i avföringen. Exempelvis är den svenska vargstammen väl dokumenterad genetiskt och det går att följa hur individer sprider sig, etablerar revir och fortplantar sig. Därmed kan släktskap och inavelsrisker bedömas.

PROVA PÅ RUTMETODEN

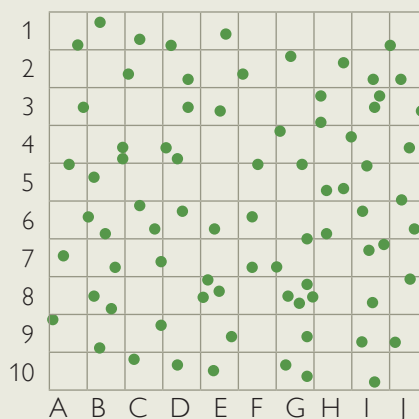
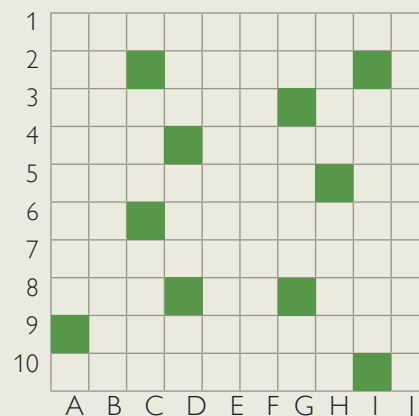
Figur 7.

Ta reda på hur många maskrosor det växer på en gräsmatta. Börja med att dela in området i 100 rutor och slumpa tio rutor. Inventera sedan antalet plantor i dessa tio rutor; se tabell. Medelvärdet blir 1,5 maskrosor per ruta och eftersom det finns totalt 100 rutor blir den uppskattade populationsstorleken $100 \times 1,5 = 150$ maskrosor för hela gräsmattan.

Referens: Quadrat Sampling. www2.nau.edu/lrm22/lessons/quadrat/quadrat.html

Ruta Antal maskrosor

A9	1
C2	1
C6	2
D4	2
D8	3
G3	0
G8	4
H5	2
I2	1
I10	0



FÅNGST-ÅTERFÅNGSTMETODEN

Metoden kan användas för att uppskatta populationsstorleken för en art.

I ett exempel samlades trädgårdssnäckor in i en trädgård under en bestämd tid. Samtliga infångade individer märktes så att de kan kännas igen. Märkningen får inte göras så att snäckorna blir mer synliga för predatorer; till exempel genom en stor röd prick på skalet eller så att överlevnadschanserna minskar på annat sätt genom att till exempel limma fast något tungt på skalet. Märk förslagsvis i stället med nagellack på undersidan av skalet.

Något dygn senare fångades trädgårdssnäckor igen på samma sätt som förra gången.

Vid första tillfället märktes 20 snäckor och släpptes ut igen. Även vid det andra fångstillfället fångades 20 snäckor; varav två redan var märkta.

Genom att upprepa metoden och märka omärkta individer blir uppskattningen av populationsstorleken allt säkrare.

Formel för uppskattning av populationsstorleken med fångst-återfångstmetoden:

$$P = S1 \times S2 / S3$$

P = totala populationsstorleken

S1 = totalt fångade och märkta djur vid första fångstillfället

S2 = totalt fångade djur i andra omgången

S3 = återfångade, märkta djur

Enligt exemplet ovan:

$$20 \times 20 / 2 = 200$$

Den totala populationsstorleken kunde uppskattas till 200 individer; 10 procent av populationen märktes vid första tillfället.

Rapportera i artportalen

Artdatabanken vid SLU arbetar med att kartlägga tillståndet för den biologiska mångfalden i Sverige. Uppgifter om arter görs tillgängliga genom Artfakta, i rödlistan, där tillståndet för arterna bedöms, och genom Svenska artprojektet, som ger ut bokverket Nationalnyckeln. Artportalen är ytterligare en del av Artdatabankens verksamhet och utgörs av ett öppet system där vem som helst får rapportera, och där fynduppgifterna blir sökbara och tillgängliga för alla (med undantag för vissa särskilt känsliga arter).

Artportalen lanserades i juni år 2000 och blev världens första rapportsystem där användare kunde rapportera och därefter se sina fynd på kartor, listor och histogram. Sedan dess har Artportalen varit en förebild för alla rapportsystem som idag finns över hela världen. Det är dock bara i Sverige (och i Norge) där alla; allmänhet, myndigheter och forskare använder ett och samma rapportsystem. Annars har botanisterna, entomologerna, mykologerna, ornitologerna och myndigheterna sina egna databaser.

Ett internationellt initiativ för att samla hela världens observationer (och museikollekter) är GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) där det idag finns 2,5 miljarder fynd. Flest fynd kommer från amerikanska eBird, ett världsomspännande rapportsystem för fåglar, med 1,2 miljarder observationer. Som näst största databas kommer Artportalen med 100 miljoner fynd.

Artportalen började som ett rapportsystem för fåglar, primärt för att samla in de observationer som fågelskådarna ändå noterade i sina obs-böcker. Artportalen som då kallades "Svalan" efter namnet på servern blev snabbt en succé och snart insåg botanister och entomologer att ett liknande system behövdes även för dem.

Observationerna i Artportalen lagras på ett objektivt sätt som Rudyard Kipling målande beskrev:

I keep six honest serving-men
(They taught me all I knew);
Their names are *What* and *Why* and *When*
and *How* and *Where* and *Who*.

What: Vilken art?

Why: Varför har observationerna samlats in (projekt)?

When: Datum och eventuell tidpunkt.

How: Hur har observationer samlats in?

Where: Fyndplats.

Who: Vem har lämnat uppgifter?

Observationerna blir därmed användbara för ett oändligt antal frågeställningar och är inte anpassade för en särskild undersökning.

Kvalitet

Om vem som helst kan rapportera, hur blir det då med kvaliteten på fynden, brukar vara en vanlig fråga? För att Artportalens observationer ska vara så rätt som möjligt kan det beskrivas som att det finns tre lager av filter:

1. Ett automatiskt regelverk ger rapportören ett meddelande om fyndet är udda eller väldigt udda och ger då en möjlighet till eftertanke. Det kan gälla en art som aldrig noterats i landskapet eller rapporterats vid en udda tid.

2. Eftersom så oerhört många tittar eller använder fynden kommer väldigt många felaktiga fynd snabbt att hittas. Användarna vill att det ska vara rätt i Artportalen och rättar varandra, antingen direkt med ett



Texten är skriven av:

Johan Nilsson

Fågelskådare och biolog i botten men hamnade tidigt snett i tillvaron och arbetade som systemutvecklare på Naturvårdsverket. I slutet av 90-talet fick jag möjlighet att bygga ett rapportsystem för fåglar som senare utökades till att omfatta alla artgrupper och flyttades till SLU Artdatabanken.

telefonsamtal, epost eller att på annat sätt kommentera bilder eller fynd.

3. Utsedda experter kan verifiera att fynden är riktiga efter de uppgifter som finns. Efter kontakt med rapportören godkänns eller underkänns fyndet.

Artportalen har en hög trovärdighet hos användarna och inte minst hos myndigheter och domstolar. Idag används Artportalen av alla myndigheter som hanterar markanvändning. Ingen myndighet kan undvika Artportalen. Det kan gälla slutavverkningar eller planering av exploateringar.

Att rapportera i Artportalen

För att rapportera i Artportalen krävs ett konto med en unik e-postadress. Det går att rapportera direkt, rapportören behöver inte godkännas. Den som rapporterar blir

rapportör men måste inte vara observatör (då blir det ett så kallat andrahandsfynd). Rapportören kommer att vara ansvarig för fyndet och är den enda som också kan ändra i det. Observatör är den eller de som observerade fyndet i fält.

Det går att skapa ett eget projekt i Artportalen som observationerna kan "taggas" med och därmed hålls fynden ihop så att de kan sökas ut tillsammans. Projektet kan också ge observationerna ett syfte och en beskrivning till varför man samlat in fynden och på vilket sätt det gjorts. Det är helt OK att rapportera vanliga arter, faktum är att 95 procent av alla observationer i Artportalen är vanliga svenska arter.

Eftersom kvaliteten och återanvändbarheten spelar stor roll i Artportalen finns andra rapportssystem där lärande är viktigare, Biologg.se eller iNaturalist.org.

BRANDKRONAD KUNGSFÅGEL

Brandkronad kungsfågel sågs första gången i Sverige 1959 (Falsterbo) och första häckningen konstaterades 1990. Arten har spridit sig till och i



Sverige söderifrån och i dag räknar man med att det svenska beståndet är 5 000 par. Till skillnad från den vanliga kungsfågeln, som trivs bäst i granskog, gillar brandkronad kungsfågel granskog med stort inslag av lövträd.

BACKSVALA

Man kan hitta backsvalor över hela landet och de häckar i kolonier i rasbranter och grustag där de gräver ut sina bon. Eftersom dessa miljöer



minskar har backsvalan också minskat sedan 1970-talet och 1999 uppskattade man populationsstorleken till mellan 100 000 och 200 000 par, men idag tror man att det finns så få som 27 000 häckande par.

Källa: Prickkartorna är hämtade från Artportalen och visar fynd under 2023. Gula prickar är enskilda fynd och blå visar på flera fyndplatser i närheten av varandra.

Foto (båda fågelbilderna): Johan Nilsson



Skogsräddare och lärare

Mats Karström har ägnat en stor del av sitt liv åt att skydda skog, framförallt i Norrbotten, parallellt med att han undervisat gymnasieelever i biologi och naturvård.

Varifrån kommer ditt engagemang för arbetet med att skydda gammelskogar?

Kärleken till naturen har funnits med från det jag var barn, under ungdomsåren som fältbiolog, och gjorde sedan att jag utbildade mig till biolog och lärare. Jag flyttade till Vuollerim 1986 och startade då *Steget Före* tillsammans med en grupp skogsgagerade personer i Naturskyddsföreningen. Att kombinera det med att vara lärare är fantastiskt roligt och givande, inte minst när eleverna, som en del av undervisningen, bidrar till att skydda skogar.

Hur fungerar metoden för inventering av äldre skogar?

När vi började 1986 saknades en tydlig metodik för att beskriva naturvärden. Som lärare hade jag också många gånger behövt formulera och förklara även sådant jag kanske inte tydligt visste att jag visste. Det ledde fram till att jag insåg att det viktiga vid inventeringar är att fokusera på de ovanliga arterna som signalerar värdefull skog. Den stora fördelen med *Steget Före*-metoden är att fokus ligger på att lära känna ganska få arter och deras berättelser om den miljö de befinner sig i. Vi kallar dem för naturvårdsarter. De signalerar att skogsmiljön under lång tid har utvecklats utan större mänsklig påverkan. Det handlar om naturskogar med kontinuerlig tillgång på både stående döda träd och lågor (fallna träd).

I metoden *Steget Före* placeras signalarterna i värdepysamider. För att visa på kontinuitet av granlågor används olika svampar: rosenticka och ullticka i pyramidens bas,

lappticka och rynkskinn i mellannivån och i toppen ostticka (den visar att skogsmiljön varit mycket lite påverkad av människan). Kontinuitet för stående träd visas istället med en svamp och några lavar, i två nivåer. Exempelvis gammelgranskål och knottrig blåslav i pyramidens bas, samt liten sotlav, granlav, ringlav och trådbrosk i toppen. Alla pyramidarterna är rödlistade. I undervisningen brukar vi ge arterna färger: rött för de rödlistade arterna, grönt för de övriga naturvårdsarterna och vitt för allmänna arter.

Hur mycket skog har fått ett skydd genom ditt arbete?

Jag har hållit på länge med arbetet med att skydda värdefulla skogar i Norrbotten och har även varit med och skyddat skogar i andra delar av landet.

Mitt mål till och med 2025 är 200 räddade jokkmokksskogar, varav 150 långsiktigt skriftligt skyddade. Skogarna varierar mycket i storlek, allt från jätteområden nära fjällen på 4–5 kvadratmil, till små granskogar vid älven på kanske fem hektar.



Mats håller i en jordstjärna. Foto: Leif Miling

En intervju med:

Mats Karström

Biolog och lärare på Lapplands gymnasium i Jokkmokk. Han har utarbetat en metod för att inventera naturvårdsarter i skogar med höga naturvärden – en metod som har inspirerat många och fått stor spridning. Mats har fått Artdatabankens naturvårdspris för sitt arbete.

Text: Ammie Berglund, Bioresurs

Figur 1. Emelina Blind Eriksson med en matglad lavskrika på mössan.

Foto: Mats Karström



Figur 2. Värdepyramiden passar för norrländska granskogar med kontinuitet av lågor. Överst den mest sällsynta arten och nederst mer vanliga arter. En värdepyramid för en annan del av landet kan ha andra arter, placerade på annat sätt. Viktigast med pyramiderna är att försöka hitta arter som signalerar höga naturvärden i just den skogstypen.

Foto (ostticka, lappticka, ullticka): caspar s, commons.wikimedia.org, CC BY 2.0

Foto (rynkskinn med liten rosenticka): Michael Krikorev/SLU Artdatabanken

Foto (rosenticka): O. Manninen, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 4.0

När jag har nått målet ska jag räkna ut hur mycket pengar det handlar om, gissar att det rör sig om skog för många hundratals miljoner kronor.

Hur kan man arbeta positivt?

Skogsforskaren Per Angelstam har kallat det för socialt bollsinn. Att spela rätt, hitta öppningar och till slut göra mål. Mitt motto är att i slutändan ska både jag och motparterna vara nöjda. Det handlar om att använda morot och piska, envishet och strategi, och inte minst att alltid vara bäst förberedd inför möten där ibland skogsbolag, Naturvårdsverket och länsstyrelser är representerade.

När jag jobbar mot kommunen tar jag, när det är lämpligt, med eleverna. Till exempel startade skolan en fågelmatning för att skydda en hotad tätortsnära skog. Genom matningen har vi fått sex handtagna fågelarter, något som skapar stor stolthet hos eleverna.

Hur tänker du om artkunskap i skolan?

Steget Före-Mats och lärar-Mats är i huvudsak två olika personer. I arbetet med Steget Före är det mycket kamp. Som lärare vill jag kunna "leka", se till att eleverna mår bra och skapa ett engagemang och ge dem hopp för framtiden. Även om jag har elever som jobbar med inventeringar av hotad skog så handlar artkunskap i skolan mest om upptäckarglädje och att skapa nyfikenhet för olika arters berättelser. Jag väljer skog med stor noggrannhet. Det är viktigt att eleverna inte blir del i en konflikt med till exempel markägaren. Ofta far vi ut till oinventerade skogar för att eleverna ska känna att deras fynd kan göra skillnad i både utforskande och skydd. Ibland får eleverna välja plats för exkursion, deras favoritplats. När vi jobbar med arter får eleverna lägga in sina fynd i Artportalen, då blir deras fynd "på riktigt". Annars låter jag dem ofta skriva ett slags naturdagbok (mest i Naturkunskap). När det gäller fågelarter är projektet med fågelmatning fantastiskt genom möten med fåglarna.

Figur 3. Eleverna Emelina Blind Eriksson, Tilde Lodin och Amina Otta bredvid en gammal jättesälg.

Foto: Mats Karström



Arbeta vidare med inventering av mångfalden



Innan man kan börja med åtgärder för att skydda och bevara arter och miljöer måste man göra inventeringar för att få en uppfattning om vilka arter som förekommer och antalet individer. Metoderna varierar beroende på vilken art eller artgrupp det gäller.

1. Vilken eller vilka inventeringsmetoder fungerar bäst för att inventera
 - fiskar i en sjö
 - häckande fåglar i en skog
 - växter i en naturbetesmark
 - dagfjärilar inom ett område
 - naturtyper i ett område om flera kvadratkilometer:
2. För att få ett tillförlitligt resultat krävs det ofta att en lokal besöks flera gånger. Varför är det viktigt?
3. Nyckelarter är betydelsefulla för andra arter. Ge exempel på nyckelarter i olika ekosystem och beskriv vilken betydelse de har för andra arter.
4. Kommuner och regioner har i allmänhet utsett så kallade ansvarsarter för vilka de har ett särskilt ansvar:
 - Ge exempel på ansvarsarter i några kommuner. Har din kommun utsett några sådana arter? Vilka i så fall?
 - Varför är dessa arter hotade?
 - Hur arbetar myndigheter med skydd av ansvarsarter?
5. Atlasinventeringar visar endast om en art förekommer eller inte i en ruta (ibland så stor som en kvadratkilometer). Vilka fördelar och nackdelar har inventeringsmetoden?
- Spårstämplat, synliga i snö och på mjukt underlag. Gipsavgjutningar kan göras på barmark genom att placera en "krage" av tjockt papper runt spårstämpeln. Håll i gipspulver blandat med vatten. Låt stelna.
- Gnagmärken, betesskador, spår av fejning av horn.
- Spillning från exempelvis älg, rådjur, hare och räv.
- Spår av insekter under och i barken på döda trädstammar. (OBS! Skada inte barken på levande träd.)
8. Använd beskrivningen för "Rutmetoden" (sida 88) och jämför exempelvis en naturbetesmark med en odlad vall och räkna antalet olika växtarter.
9. Använd beskrivningen för "Fångst-återfångstmetoden" (sida 88) och beräkna populationsstorleken av exempelvis snäckor inom ett område.
10. Genomför en inventering av fjärilar i ett område, som omfattar både antal arter och antal individer av respektive art. Gör först en planering av inventeringen, inklusive tidsplanering, inventeringsmetod och materiel. Se instruktion från Svensk dagfjärilsövervakning.
11. Gör en fågelinventering under våren i ett avgränsat område med linje- eller punktinventering. Lär dig först utseende och läte för en eller ett par arter och inventera sedan antalet revirhävdande hanar. Identifiera fågelsång genom att ladda ner appen Merlin Bird ID till mobilen och spela in en ljudfil. Appen ger direkt förslag på vilken art det kan vara som sjunger.
12. Kanteffekt – en ekologisk undersökning, ett undervisningsmaterial från Bioresurs som utgår från att när städer växer naggas stadsnära skogsområden i kanten. Kanteffekter på markvegetationen studeras, genom systematisk undersökning av provytor och biologisk mångfald, på olika avstånd från kanten med stöd av ett diversitetsindex. (Se www.bioresurs.uu.se: Resurser/Ekologi/Undersökningar i naturen.)

UPPLEV OCH UNDERSÖK

6. Besök ett skogsområde. Utgå från Skogsstyrelsens indelning i olika biotyper och klassificera miljöerna i området. Se Skogsstyrelsens webbplats, Biotyper:
7. Olika arter söker sig till skilda miljöer för att hitta föda och skydd. Till exempel finns ofta spillning och betesskador av älg där det växer rönn, asp, sälg och ek (förkortas RASE), samt ungskog av tall. En granskog kan drabbas av granbarkborreangrepp och i en sådan miljö kan skadade träd sökas. Tänk alltså på att välja en miljö som lämpar sig för den planerade undersökningen. Gå en bestämd sträcka/slinga och registrera spår som är synliga från slingan. Bilder på djurspår finns på exempelvis Naturskyddsföreningens och Naturhistoriska riksmuseets webbplatser. Några exempel på spår är:
 - Grankottar med spår efter hackspett, korsnabb, skogsmus och ekorre som ätit frön.

FLER RESURSER

På Artdatabanken finns Artfakta, Artportalen och nycklar till artgrupper, samt möjlighet till bildsökning. Fynd registreras på Artportalen (artdatabanken.se).

Naturvårdsverket. *Handledning för miljöövervakning* (med metodbeskrivningar), naturvardsverket.se



7 Ansvar och lagar

Text av **Martin Granbom**

Var ligger ansvaret för att bevara den biologiska mångfalden? Det finns sådant man kan göra själv i mindre skala, men det räcker knappast. Politiska beslut är avgörande för att åstadkomma internationella överenskommelser och nationella lagar. Tillämpningen av besluten vilar på olika myndigheter och på andra berörda, men även på dig!

Frågor kring biologisk mångfald får mycket uppmärksamhet både internationellt och nationellt och viktiga beslut fattas som påverkar Sverige. På det globala planet är främst FN och organisationen IPBES betydelsefulla och på EU-nivå avgörs frågor som får stor betydelse för medlemsländerna.

Internationell nivå

Den första FN-konferensen med fokus på miljö hölls i Stockholm 1972 och den följdes upp tjugo år senare med en konferens om miljö och utveckling i Rio de Janeiro 1992.

På FN-konferensen 1992 antogs Riodeklarationen, med principer för internationellt miljöarbete som bland annat inkluderade försiktighetsprincipen och frågan om förorenarens ansvar. Vidare antogs handlingsprogrammet Agenda 21, som angav mål för hållbar utveckling inom ekonomi, sociala förhållanden och ekologi fram till 2015, samt skogsprinciperna, som handlade om hållbart utnyttjande av skog. Två konventioner, klimatkonventionen och konventionen om biologisk mångfald,

undertecknades dessutom. Konventionen om biologisk mångfald syftar till att bevara biologisk mångfald och utnyttja den på ett hållbart sätt. Alla 196 länder som hittills skrivit under konventionen ansvarar för att bevara mångfald på gen-, art- och ekosystemnivå.

Agenda 21 följdes upp 2015 med nya mål kallade Agenda 2030. De utgörs av 17 globala mål för socialt, ekonomiskt och miljömässigt hållbar utveckling fram till 2030. Agenda 2030 har undertecknats av FN:s 193 medlemsstater och ska utvärderas kontinuerligt. Målen presenteras i figuren nedan, varav flera berör naturskydd och bevarandet av biologisk mångfald, som *Bekämpa klimatförändringarna*, *Hav och marina resurser* och *Ekosystem och biologisk mångfald*. Figur 3 visar hur de globala målen samspelar och att de ekologiska målen utgör fundamentet för vår existens på jorden. Även om de globala målen utvärderas regelbundet är de inte lagligt bindande utan ska ses som en fingervisning om åt vilket håll världens ledare vill att utvecklingen går.

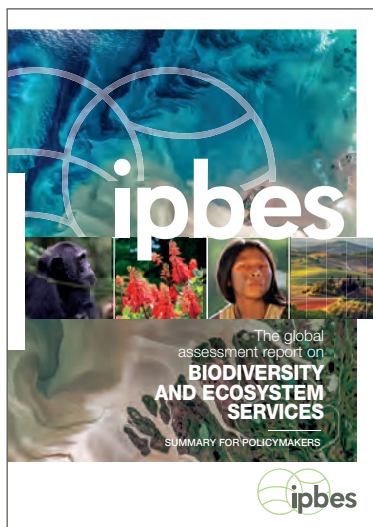
Bilden till vänster visar Kosterhavets nationalpark, som finns i norra Bohuslän. Den invigdes 2009 och är Sveriges första marina nationalpark. Här finns rev av kallvattenskoraller, en livsmiljö för hundratals andra arter. I Kosterfjordens djupränn, med 247 meter som största djup, finns många sällsynta och unika arter. Inom nationalparksområdet kan man hitta cirka 12 000 arter.

Bildkälla: Naturvårdsverket, Foto: Andreas Lindahl

Figur 1. Här ses symbolerna för de 17 globala målen för hållbar utveckling som antogs av FN:s generalförsamling 2015.

Källa: www.globalamalen.se





Figur 2. IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) sammanställer forskning kring bevarandet av biologisk mångfald och ger regelbundet ut rapporter.

Källa: www.ipbes.net

Konventionen om biologisk mångfald har uppdaterats flera gånger sedan 1992. Cartagena-protokollet från år 2000 innehåller regler för hur länderna ska hantera risker som uppstått genom modern bioteknik, till exempel spridning av genetiskt modifierade organismer. I Nagoyaprotokollet från 2010 finns regler om hur genetiska resurser kan utnyttjas och fördelas rättvist. Genetiska resurser hämtas från djur, växter, svampar, virus och bakterier och används till exempel för tillverkning av mediciner och mat.

Vid mångfaldskonferensen i Montreal 2022 antogs *the Kunming—Montreal Global Biodiversity Framework* som omfattar fyra långsiktiga mål tillsammans med ett stort antal åtgärdsåtgärder. De långsiktiga målen beskriver tillstånd som ska uppnås till 2050 och gäller bevarande av all biologisk mångfald, hållbart nyttjande av biologisk mångfald och ekosystemtjänster, rättvis fördelning av genetiska resurser och resurser för genomförandet, som ska vara tillgängliga för världens länder. Bland annat anges att 30 procent av miljöerna på land, i sötvatten och i hav ska skyddas till 2030, att risken för spridning av sjukdomar från djur till människor ska minskas och att risken för

uppkomst och spridning av framtida pandemier ska minskas.

Den mellanstatliga forskarpanelen IPBES, har inrättats för frågor som rör bevarandet av biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Det främsta syftet är att underlätta beslut genom att förse medlemsstaterna med faktabakgrund. IPBES liknar FN:s klimatpanel, IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), och samarbetar med organ inom FN, men är i övrigt fristående. IPCC har sammanställt forskning kring klimatförändringar sedan 1990, medan IPBES grundades så sent som 2012. IPBES ger regelbundet ut forskningssammanställningar, som exempelvis en global rapport om tillståndet för biologisk mångfald och ekosystemtjänster, samt rapporter som gäller en viss världsdel eller ett specifikt tema, till exempel pollinatörer och pollination.

EU-nivå

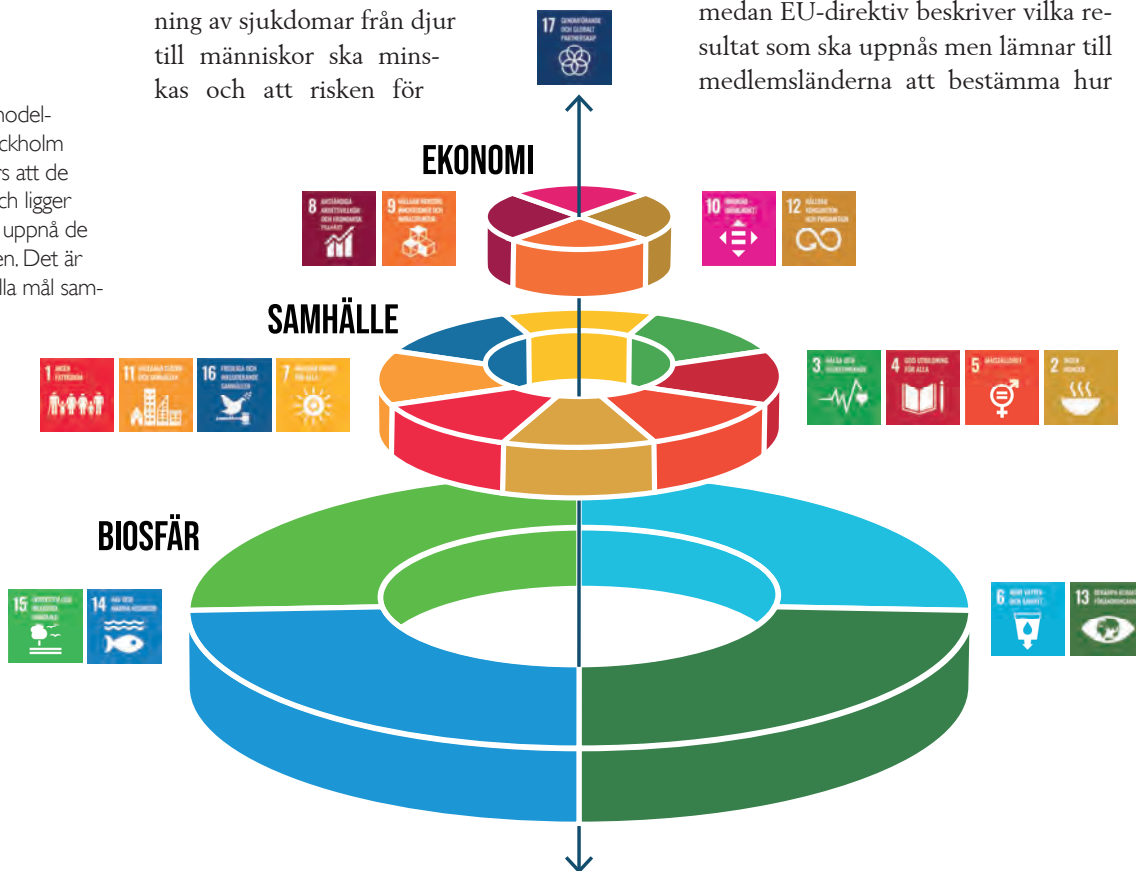
Såsom medlemsstat i både FN och EU behöver Sverige förhålla sig till de mål, strategier och konventioner som dessa organisationer antar. Beträffande EU-förordningar gäller de direkt som svensk lag, medan EU-direktiv beskriver vilka resultat som ska uppnås men lämnar till medlemsländerna att bestämma hur

Figur 3. I den så kallade tårtn modellen, som är framtagen av Stockholm Resilience Centre, åskådliggörs att de ekologiska målen är basala och ligger till grund för att vi ska kunna uppnå de sociala och ekonomiska målen. Det är nödvändigt att arbeta med alla mål samtidigt eftersom de beror av varandra, men utgångspunkten bör vara basen av tårtnen.

De ekologiska målen är:

- Rent vatten och sanitet för alla
- Bekämpa klimatförändringarna
- Hav och marina resurser
- Ekosystem och biologisk mångfald

Illustration: Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholms universitet, CC BY-ND 3.0, Grafik: Jerker Lokrantz/Azote



direktiven ska genomföras. Om de nationella lagarna inte räcker för att genomföra ett direktiv ska det arbetas in i den egna lagstiftningen.

På EU-nivå resulterade konventionen om biologisk mångfald från 1992 i habitat- och artdirektivet samt fågeldirektivet, som ska skydda hotade arter och deras livsmiljöer i Europa. Varje land fick även i uppdrag att föreslå områden som är särskilt skyddsvärda till Natura 2000-områden. Beslut om att godkänna Natura 2000-områden fattas sedan på EU-nivå. Länsstyrelserna ansvarar för att dessa områden sköts på ett sätt som ger bäst effekt för bevarandet av biologisk mångfald. I Sverige finns drygt 4000 Natura 2000-områden (2023), men många omfattas även av andra typer av skydd, som exempelvis nationalpark eller naturreservat.

EU har tagit fram en strategi, *A green deal*, som innebär att medlemsländerna ska vara klimatneutrala 2050. Den innehåller många delar exempelvis *Biodiversity strategy for 2030*. Målet till 2030 innebär bland annat att Natura 2000-områden ska utvidgas och att särskilt betydelsefulla områden ska få ett starkare skydd, samt att naturområden ska restaureras för att återställa ekosystem och förbättra villkoren för arter. Syftet är att vända utvecklingen som innebär en förlust av biologisk mångfald.

Nationell nivå

Riksdagen har beslutat om 16 nationella miljömål, som utgör grunden för en långsiktigt hållbar utveckling. Flera mål berör biologisk mångfald, exempelvis: *Begränsad klimatpåverkan*, *Giftfri miljö*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Hav i balans*, *Myllrande våtmarker*, *Levande skogar*, *Ett rikt odlingslandskap*, *Storslagen fjällmiljö* och *Ett rikt växt- och djurliv*. En uppföljning av de nationella miljömålen görs varje år och för 2023 är bedömningen att endast två av de 16 målen har en positiv utveckling, det gäller *Frisk luft* och *Bara naturlig försurning*. Övriga mål visar antingen en negativ trend eller också inte någon tydlig trend för utvecklingen.

Forskning bidrar kontinuerligt till ny kunskap, som kan ligga till grund för hur

natur och miljö ska skyddas. Det genomförs även ett stort antal inventeringar och kartläggningar, utförda av myndigheter, samt ideellt av organisationer och enskilda personer. Sammantaget ger det en bild av vad som behöver göras för att bevara en rik biologisk mångfald. Man kan därför ställa sig frågan: Om vi har så bra koll – varför minskar den biologiska mångfalden?

Det finns många möjliga svar på frågan beroende på perspektiv, men den politiska dimensionen är viktig i sammanhanget. I ett demokratiskt samhälle tar beslutsfattare hänsyn till invånarnas intressen och prioriterar vad som är viktigast att genomföra utifrån känd kunskap. Det är folkvalda politiker som beslutar om hur mycket pengar som ska läggas på exempelvis naturvård, vägbyggen och kulturupplevelser. Politiker kan knappast ha en djup kunskap inom alla miljöområden, men de 16 nationella miljömålen ger underlag och struktur, med möjlighet till uppföljning av miljöarbetet. Med stöd av experter på olika myndighe-

Figur 4. De 16 nationella miljömålen.

1. Begränsad klimatpåverkan
2. Frisk luft
3. Bara naturlig försurning
4. Giftfri miljö
5. Skyddande ozonskikt
6. Säker strålmiljö
7. Ingen övergödning
8. Levande sjöar och vattendrag
9. Grundvatten av god kvalitet
10. Hav i balans samt levande kust och skärgård
11. Myllrande våtmarker
12. Levande skogar
13. Ett rikt odlingslandskap
14. Storslagen fjällmiljö
15. God bebyggd miljö
16. Ett rikt växt- och djurliv

Källa: Naturvårdsverket och sverigesmiljomal.se

Illustration: Tobias Flygar



ter, som bistår med faktaunderlag, tolkningar och förslag på prioriteringar, skapas en god grund för politiska beslut.

Riksdagen beslutar om lagar som är avgörande för arbetet på de olika myndigheterna. Riksdagen fattar även beslut om budgeten för kommande år utifrån en proposition från regeringen. När de ekonomiska ramarna är fastlagda får myndigheterna varje år ett regleringsbrev från regeringen, via respektive departement, med instruktioner som beskriver vilka insatser som ska göras och anslagen för dessa. Denna process avgör vilka möjligheter myndigheterna har att arbeta med naturvård. I det perspektivet är styrningen relativt kortsiktig och det kan vara svårt att planera för långsiktiga insatser.

Lagar

Ända sedan de första svenska landskapslagarna från 1200–1300-talen har det funnits bestämmelser om markanvändning. Efterhand som samhället har utvecklats har lagar förändrats, försvunnit och nyskapats. De nu aktuella bestämmelserna kompletteras och förändras även i framtiden, men kärnan i lagstiftningen kommer att bestå även om det görs justeringar.

Lagar som riksdagen fattat beslut om preciseras genom förordningar från regeringen och föreskrifter och allmänna råd från de olika myndigheterna. Alla svenska medborgare är skyldiga att följa lagar, förordningar och föreskrifter, medan allmänna råd ger ytterligare anvisningar men utan krav på att dessa ska följas.

Under 1900-talet tillkom olika lagar och bestämmelser som rörde naturvård. År 1999 samlades därför miljö- och naturvårdslagstiftningen i *Miljöbalken*, vilken ersatte cirka 15 äldre lagar. Miljöbalken är grunden i det svenska skyddet av naturen och syftet är att långsiktigt säkra ett hållbart nyttjande där naturen har ett skyddsvärde och ska bevaras till kommande generationer. Miljöbalkens bestämmelser ska tillämpas så att "värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas" och "den biologiska mångfalden bevaras" (1 kap. Miljöbalken). I miljöbalken finns bland annat lagar som

reglerar skydd av naturområden i form av exempelvis natur- och kulturresevat och nationalparker. Här finns även bestämmelser om strandskydd, som innebär att området inom 100 meter från strandlinjen är skyddat, med syfte att ge allmänheten tillgång till strandområden och bevara goda livsvillkor för växt- och djurliv på land och i vatten. Under vissa omständigheter kan dock dispens från strandskyddet ges.

Skogsvårdslagens första paragraf beskriver de dubbla målen för skogen, att det är lika viktigt att bevara den biologiska mångfalden som att den uthålligt ska ge en god avkastning. Vid skötselåtgärder i skogen ska hänsyn tas till dessa båda mål. I föreskrifterna till skogsvårdslagen beskrivs vilka allmänna hänsyn beträffande naturvård som bör tas i samband med åtgärder i skogen, till exempel att spara gamla löv- och barrträd, att låta död ved ligga kvar och att lämna högstubbar och mindre grupper av träd. Om skogsvårdslagen ger den biologiska mångfalden ett tillräckligt skydd är dock mycket omdebatterat.

Jaktlagen innehåller generella bestämmelser om jakt och i *jaktförordningen* finns detaljerade uppgifter om djurarter och jakttider. Alla däggdjur och fåglar samt deras bon, ägg och ungar är i princip fridlysta, men vissa arter får jagas under bestämda tidsperioder.

Fiskelagen reglerar fiske, men reglerna varierar stort mellan olika områden. Det är den som fiskar som ska hålla sig uppdaterad om vad som gäller i just det område där fisket bedrivs.

Syftet med *plan- och bygglagen* är att åstadkomma en god samhällsutveckling och samtidigt en långsiktigt hållbar livsmiljö för kommande generationer. Regler för byggnationer och utnyttjande av mark skiljer mellan ett område med detaljplan och ett som ligger utanför. Om en planerad åtgärd medför en betydande påverkan på miljön ska en allsidig bedömning i form av en miljökonsekvensbeskrivning göras.

Nationellt naturskydd

Departementen är direkt knutna till regeringen med ett statsråd som chef. Under

VAR FATTAS BESLUTEN?

Internationellt

- FN-konferenser; globala överenskommelser
- EU-förordningar (gäller alla) och EU-direktiv (implementeras av respektive land)

Nationellt

- Riksdagen stiftar lagar
- Regering och departement ger ut förordningar i anslutning till lagar
- Myndigheter ger ut föreskrifter och allmänna råd i anslutning till lagar

de olika departementen finns myndigheter som arbetar med frågor relaterade till respektive departement. Förändringar sker ibland i organisationen av departement och myndigheter, men ett eller flera departement har fokus på miljö- och landsbygdsfrågor och till dessa departement är de statliga myndigheterna knutna, som beskrivs nedan. Viktiga uppgifter för myndigheterna är att bevaka aktuella frågor inom området, ta fram kunskapsunderlag och att besluta om tilldelning av anslag.

Nationella myndigheter

Naturvårdsverkets ansvarsområde rör miljö och natur i främst terrestra (land-) miljöer och gäller frågor kring klimat, luft, mark, biologisk mångfald, föroreningar, avfall, miljöövervakning, jakt och vilt samt miljöforskning. Naturvårdsverket fördelar även statliga anslag till exempelvis miljö- och naturvårdsprojekt.

Havs- och vattenmyndigheten hanterar frågor om miljö- och naturvård i akvatiska miljöer, både marina och limniska. Exempelvis är myndigheten engagerad i utbyggnaden av vattenkraft i älvar, anläggandet av vindkraftsparker till havs, reglering av fisket för att undvika överfiske och bevarandet av en god miljö i sjöar och vattendrag.

Jordbruksverket hanterar frågor kopplade till jordbruk och djurhållning och arbetar för en ökad och hållbar matproduktion där miljö- och naturvårdsfrågor ingår. Myndigheten ska implementera jordbrukspolitiken som beslutats av EU och fördela miljöersättningar. Exempel på frågor som Jordbruksverket arbetar med är växtskydd, handel med växter och djur och åtgärder för att öka kultur- och naturvärden i odlingslandskapet.

Skogsstyrelsens uppdrag är att arbeta för de jämställda målen för skogen som gäller uthållig produktion och miljöhänsyn, samt säkerställa att skogen brukas på ett hållbart sätt till nytta för framtida generationer. Specifika miljö- och naturvårdsfrågor kopplade till skogsbruk rör främmande arter, skydd av skogsmiljöer och arter, samt bevarandet av ekosystemtjänster.

Miljöbalken är grunden i det svenska skyddet av naturen och syftet är att långsiktigt säkra ett hållbart nyttjande där naturen har ett skyddsvärde och ska bevaras till kommande generationer.

Regionala myndigheter

De nationella myndigheterna har ett övergripande ansvar, men beträffande Jordbruksverket och Skogsstyrelsen har dessa myndigheter även flera regionala kontor. De nationella myndigheterna har inte alltid möjlighet att agera i specifika och lokala frågor, men kan ge anslag och uppdrag till andra aktörer, exempelvis länsstyrelserna.

Länsstyrelserna är regionala, statliga myndigheter med ansvar för ett län. De beslutar bland annat i olika natur- och miljörelaterade frågor och ansvarar för det praktiska genomförande av många beslut, till exempel skötsel av naturområden och kartläggning av hotade eller invasiva arter. Länsstyrelserna utövar även tillsyn över viss miljöfarlig verksamhet.

Kommuner

Kommunerna spelar en viktig roll i arbetet med att bevara den biologiska mångfalden. De tar fram planer och strategier för hur kommunen ska utvecklas och är skyldiga enligt plan- och bygglagen att ha en översiktsplan samt detaljplaner för vissa kommuner. Översiktsplanen innehåller i allmänhet generella skrivningar om naturvärden och biologisk mångfald, samt om åtgärder som rör naturvård. Kommuner kan också ha andra typer av dokument som exempelvis naturvårdsplaner, grönplaner, handlingsplaner och inventeringar. Se figur 11, sida 35, om kommunal naturvårdsplanering.

Kommunerna ger tillstånd till olika slag av verksamheter, vilket ofta ger möjlighet att ställa krav på åtgärder för att bevara den biologiska mångfalden. Ytterligare en viktig uppgift är att genomföra inventeringar för att öka kunskapen om biologisk mångfald. Naturreservat inrättas ofta av kommuner. Kommunerna samarbetar ofta med andra aktörer, exempelvis vattenvårdsförbund, ideella organisationer och länsstyrelser.

Många myndigheter är engagerade i naturvård och biologisk mångfald. Nedanstående myndigheter är centrala på nationell och regional nivå och presenteras i texten till vänster och nedan med loggor. På kommunal nivå tillkommer miljönämnder som kan ha olika namn i kommunerna.



**Havs
och Vatten
myndigheten**



Biologisk mångfald i Västerhavet

Sverige har en lång kuststräcka, med en stor variation av biologisk mångfald. I Västerhavet, som havsområdet utanför västkusten brukar kallas, återfinns våra mest artrika marina miljöer. Men de marina ekosystemen utsätts för många hot och det krävs ett målmedvetet arbete med olika verktyg och på olika administrativa nivåer för att bevara dem.



Texten är skriven av:

Anna Karlsson

Biolog med särskild förkärlek för marina ryggradslösa djur. Har i mer än tjugo år arbetat med olika marina naturvårdsfrågor, framförallt gällande biologisk mångfald och marint områdesskydd, på Artdatabanken vid SLU och Havs- och vattenmyndigheten. Sedan hösten 2023 verksam vid Länsstyrelsen Västra Götaland.

Skagerrak i norr råder nästan oceaniska förhållanden med en salthalt på över 30 promille i utsjön. Detta ger upphov till en enorm biologisk mångfald, och området hyser mer än 6000 arter av makroalger, kärlväxter och flercelliga djur samt flera tusen encelliga arter. I Skagerrak finns Sveriges enda marina nationalpark: Kosterhavets nationalpark. Söder om Skagerrak tar Kattegatt vid, som är betydligt grundare än Skagerrak och även mycket mer påverkat av Östersjöns bräckta vatten. Skillnaderna i salthalt gör att det uppstår en skiktning på runt 15 meters djup, där det sötare ytvattnet lägger sig som ett lock över bottenvattnet, vilket försvårar vattenomsättningen i djupled. På Kattegatts utsjöbankar finns en rik fauna och flora, med unika undervattensmiljöer. Utsjöbankarna är viktiga födosöksområden för tumlare och rast- och övervintringsområden för sjöfågel. Längst i söder ligger Öresund, vars läge mellan Östersjön och Kattegatt skapar speciella förutsättningar med ett tydligt språngskikt mellan sött ytvatten och saltare bottenvatten på 10–15 meters djup. Samtidigt präglas djupområdena av Kattegattvatten med hög salthalt. För många saltvattenarter är Öresund utkan- ten av deras utbredningsområde.

Länsstyrelserna i Västra Götaland, Halland och Skåne har tagit fram en gemensam strategi för att skydda och förvalta Västerhavets biologiska mångfald. Bland de bevarandevärden som Länsstyrelserna har identifierat som mest prioriterade

återfinns till exempel grunda mjukbott- nar, med ålgräsängar och rev som byggs upp av levande fastsittande organismer som blåmusslor eller ostron, djupa hård- bottnar, ögonkorallrev, bubbelrev (rev som byggts upp av gaser som sipprar fram ur havsbotten), bottnar med stora tätheter av sjöpennor samt viktiga områden för tum- lare, sjöfågel och fisk. Gemensamt för alla dessa är att de har höga naturvärden, både biologiskt och i form av ekosystemtjänster, att de är utsatta för olika former av hot och/eller att det finns förhållandevis lite av dem.

Komplexa hot kräver god samordning

Hoten mot marina bevarandevärden i Västerhavet är många, och bland de hot som bedöms påverka biologisk mångfald mest återfinns övergödning, bottenstrålning, olika former av exploatering, marint skräp och främmande arter. Till allt detta kommer klimatförändringarna som bland annat leder till ökade vattentemperaturer och havsförurning. För att komma till rätta med alla komplexa problem krävs en god samverkan över administrativa gränser, både mellan nationell och regional nivå samt mellan länder.

I Europa finns sedan länge en tradi- tion av samarbete kring havsområdena genom de regionala havsmiljökonven- tionerna. Sverige ingår i två internatio- nella konventioner som syftar till att skydda de känsliga miljöerna i Östersjön

och Nordostatlanten: *Helcom* respektive *Ospar*. Inom *Helcom*, där även Kattegatt och Öresund ingår, arbetar man med frågor om övergödning, spridning av miljöfarliga ämnen samt skydd och bevarande av den biologiska mångfalden i havet. *Ospar* är en regional konvention för skydd och bevarande av Nordostatlanten och dess resurser. I Nordostatlanten ingår bland annat Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt. Fem teman styr *Ospars* arbete: biologisk mångfald, övergödning, farligt avfall, havsbaserad verksamhet och radioaktiva ämnen. Inom båda konventionerna har länderna förbundit sig att bidra till ett gemensamt nätverk av skyddade marina områden, så kallade MPAs (*Marine Protected Areas*). Båda konventionerna listar också arter och livsmiljöer som är hotade i respektive havsområde, och behöver särskilda åtgärder.

Marina skyddade områden

Ett viktigt verktyg för att bevara den biologiska mångfalden i havet är inrättandet av marina skyddade områden. Genom att skapa sammanhängande, funktionella och representativa nätverk av skyddade områden kan hela havets ekosystem skyddas och förstärkas.

Vid FN-mötet om biologisk mångfald i Nagoya 2010 enades världens länder om att det till år 2020 skulle finnas marina skyddade områden som täcker minst tio procent av världens kust- och havsområden. Till år 2025 är målet 20 procent och till år 2030 är det 30 procent. I Västerhavet är mer än 30 procent av arealen skyddad, så procentmålet kan sägas vara uppnått. Men för att bibehålla fungerande marina ekosystem måste man säkerställa att skyddet verkligen fungerar som det är tänkt och att arterna kan sprida sig mellan områdena. Fler djupa områden i utsjön behöver skyddas, och i många av de redan skyddade områdena i Västerhavet behöver skyddet för marina miljöer och arter förstärkas. Eftersom miljöerna i utsjön är betydligt sämre kända än kustnära miljöer, behövs även mycket mer kunskap för att identifiera och kartlägga marina naturvärden i dessa områden.



Figur 1. Karta över Västerhavet, med olika marina skyddade områden. Det finns betydligt fler skyddade områden vid kusten jämfört med utsjön, och arbete pågår med att komplettera nätverket med ytterligare områden.



Figur 2. Restaurering av en ålgräsäng

Foto: Eduardo Infantes, marinbiolog, institutionen för biologi och miljövetenskaper, Göteborgs universitet

Figur 3. Ögonkorallrev vid Väderöarna på 90 meters djup mitt i trålskyddat område. Revet har varit dött men larver har satt sig på det gamla korallskelettet och vuxit till ett levande rev på mer än 300 kvadratmeter och det fortsätter att växa.

Foto: J. White & R. Johansson



Skydd och bevarande

En del arter och livsmiljöer kräver särskilda insatser utöver det som ingår i det vanliga naturvårdsarbetet och områdesskyddet. Detta gäller många marina rödlistade arter, samt arter och livsmiljöer som listats som hotade av Helcom eller Oskar. För sådana arter och livsmiljöer kan särskilda åtgärdsprogram (ÅGP) tas fram. Åtgärder som är anpassade för att gynna ÅGP-arter och miljöer gynnar ofta även många andra arter. En del program har en mer ekosystembaserad inriktning som generellt gynnar den biologiska mångfalden. Det gäller till exempel lekvandrande fisk som behöver stora områden med bra livsmiljöer, eller ålgräsängar och musselbankar som gynnar det kustnära växt- och djurlivet. Det finns även kunskapsuppbyggande program för hotade arter och naturtyper där kunskapen om relevanta åtgärder eller arternas biologi ännu inte är tillräcklig för att man ska kunna vidta konkreta åtgärder. På Havs- och vattenmyndighetens webbplats finns information om vilka marina arter och livsmiljöer som i dagsläget omfattas av åtgärdsprogram.

Restaurering

Många av våra marina livsmiljöer är kraftigt påverkade och skadade av mänskliga aktiviteter. För att kunna återskapa dessa behövs riktade åtgärder. Man brukar prata om passiv restaurering, som innebär att man åtgärdar hoten och sedan låter miljöerna återhämta sig på egen hand, eller aktiv restaurering där man gör konkreta insatser för att återuppbygga eller förstärka livsmiljöer. På västkusten pågår flera olika projekt, i samarbete mellan universitet och myndigheter, för att ta fram metoder för restaurering av olika marina livsmiljöer. Längst har arbetet med ålgräs (*Zostera marina*) kommit, och det finns bland annat en handbok samt olika vägledningar framtagna. Utbredningen av ålgräs har minskat rejält på västkusten under de senaste decennierna, och fortsätter att minska till följd av bland annat exploatering av grunda kustmiljöer. Även om det nu finns metoder som oftast fungerar väl för restaurering av ålgräs på västkusten, så är detta tidskrävande, dyrt och osäkert. Det är därför alltid bättre att skydda befintliga ålgräsängar än att försöka återskapa dem.

Sedan 2019 pågår ett spännande EU-projekt för att restaurera ögonkorallrev på sex platser i Kosterfjorden-Väderöfjordens Natura 2000-område. Ögonkorall (*Desmophyllum pertusum*, tidigare *Lophelia pertusa*) är en revbyggande kallvattenkorall som kan förekomma på mycket stora djup. Ögonkorallrev är ett hotat habitat och har minskat både i Sverige, inom Oskar och i hela Europa. I Sverige finns nu endast levande ögonkorall i två områden i Kosterfjorden-Väderöfjorden, men levande korallrev har funnits på åtminstone ytterligare fyra platser i fjorden. För att möjliggöra en återetablering på dessa platser, samt förstärka kvarvarande bestånd av ögonkorall, utvecklar man nu konstgjorda rev som ska sättas ut i fjorden. Tanken är att de konstgjorda reven ska fungera som lämplig yta för larver av ögonkorall, som finns i vattnet, att sätta sig på och kunna växa till korallrev.

Vad är FN:s konvention om biologisk mångfald?

Biologisk mångfald är avgörande för allt liv på planeten, och ligger också till grund för de ekosystemtjänster som mänskliga samhällen är beroende av. Produktionen av ekosystemtjänster bygger på att ekosystemen är friska och funktionella. Den biologiska mångfalden spelar alltså en avgörande roll för hållbar utveckling i Sverige och globalt.

Det första förslaget att förhandla en global konvention för bevarande av biologisk mångfald fördes fram våren 1988 av sekretariatet för FN:s miljöprogram, UNEP. Det hade utarbetats av expertis vid *Internationella Naturvårdsunionen (IUCN)*. Biologerna var djupt oroad över den allt snabbare skövlingen av tropiska regnskogar och ville ha en konvention för att bevara deras enorma artrikedom. FN:s konvention om biologisk mångfald (*Convention on biological diversity, CBD*) undertecknades vid FN:s konferens om miljö och utveckling (i Rio, 1992) och trädde i kraft 1993, då även Sverige undertecknade den. Konventionen är en global ramkonvention som innebär förpliktelser för alla länder att bevara sin biologiska mångfald eftersom biologisk mångfald är viktig för alla länder, och utgör grunden för de ekosystem på vilka alla länder grundar sina ekonomier. I dag har 196 länder anslutit sig till konventionen. Konventionen har ett sekretariat placerat i Montreal, Kanada. Sekretariatet tar fram underlag och sköter all logistik vid

förhandlingsmöten. Arbetet med konventionen syftar till att uppnå följande:

1. bevarande av biologisk mångfald
2. hållbart nyttjande av biologisk mångfald
3. rättvis fördelning av vinster från nyttjandet av genetiska resurser.

Att konventionen är en så kallad ramkonvention innebär att det löpande behöver tas fram mer specifika beslut för att nå dessa överordnande syften. De länder som har anslutit sig till konventionen träffas vartannat år för att fatta beslut vid partsmöten, men innan dessa möten pågår det löpande diskussioner och förhandlingar för att ta fram vägledningar, beslut och kunskap för att påskynda genomförandet.

Kunming—Montreal-ramverket – nya globala mål

Partsmötena har beslutat om olika strategiska planer och mål som parterna ska rikta in sitt nationella arbete mot. 2010 beslutades om en uppsättning mål som skulle konkretisera konventionens övergripande syften, de så kallade *Aichimålen*. Aichimålen uppfyllelse var dock bristfällig.



Foto: Regeringskansliet

Texten är skriven av:

Charlotta Sörqvist

Charlotta Sörqvist, Naturmiljöenheten, Klimat- och näringslivsdepartementet

Svensk chefsförhandlare och delegationsledare vid COP 15



THE BIODIVERSITY PLAN
For Life on Earth

Mot bakgrund av den alarmerande globala bedömningen av läget för den biologiska mångfalden har ett nytt globalt ramverk förhandlats fram. Det tog fyra år att komma överens, men slutligen antogs Kunming—Montreal-ramverket i december 2022. Det viktigaste resultatet var beslutet om ett mer omfattande och ambitiöst ramverk med nya globala mål för biologisk mångfald. Förhoppningen är att detta ska hjälpa till att stoppa och vända den pågående förlusten av biologisk mångfald.

CBD COP15 ägde rum i Kanada, men med Kina som värd. Mötet skulle ursprungligen ha ägt rum i Kunming, Kina 2020, men på grund av pandemin flyttades det fram flera gånger och mötet hölls i stället i Montreal där sekretariatet ligger. Det nya ramverk som antogs på CBD COP15 kallas därför *”the Kunming—Montreal Global Biodiversity Framework”* eller Kunming—Montreal-ramverket och välkomnas som en milstolpe i arbetet med att stoppa och vända den pågående förlusten av biologisk mångfald. Ramverket innehåller fyra långsiktiga mål som ska vara uppnådda 2050. För att ramverket tydligt ska relatera till konventionens övergripande syften fokuserar tre av dessa långsiktiga mål på det tillstånd som ska uppnås senast år 2050 nämligen mål för bevarande av all biologisk mångfald (ekosystem, arter och den genetiska mångfalden), mål för hållbart nyttjande av biologisk mångfald och

ekosystemtjänster samt mål för rättvis fördelning av de genetiska resursernas nyttor. För att särskilt lyfta behovet av verktyg för genomförande finns det även ett fjärde mål om att tillgängliggöra resurser för genomförandet av ramverket för världens länder.

Utöver de fyra tillståndsmålen omfattar ramverket tjugotre åtgärdsområden som specificerar vad som behöver göras fram till 2030, för att uppnå önskat tillstånd. Mest uppmärksammat är målet om 30 procents skydd som gäller för land och vatten respektive för hav. Det finns också mål om till exempel restaurering, föreningar, artbevarande, kopplingar till klimat, deltagande och finansiering. Ramverket riktar sig till parterna, men det ställs krav på att parterna ser till att andra samhällsaktörer gör sin del. Här finns exempelvis ett särskilt mål att företag och finansiella institutioner ska redovisa sin påverkan på biologisk mångfald och även mål att minska konsumtionens påverkan. Även vikten av att hela samhället engageras och är delaktiga i genomförandet lyfts fram och ungdomar nämns särskilt.

Som helhet innebär de nya målen en ambitionsökning. Men lika viktigt är andra beslut i det politiska paketet, till exempel beslut om resursmobilisering, om kapacitetssuppletering och beslut om indikatorer och uppföljningssystem. Förhoppningen är att dessa beslut kan hjälpa till för genomförande. Besluten om uppföljning innebär till exempel att vi på ett bättre sätt kan följa upp vad som faktiskt görs.

Hur arbetar EU?

I förhandlingarna deltar EU och dess medlemsstater som en stark förhandlingspart. I EU-gruppen kan medlemsländerna hjälpas åt att granska dokument och ta fram positioner som sedan kan användas i förhandlingarna. Det land som för tillfället är ordförande i EU leder förhandlingarna för EU:s räkning. Sverige är aktivt i EU-gruppen och flera svenska myndigheter deltar aktivt när EU:s förhandlingspositioner tas fram. Den svenska förhandlingsdelegationen leds av Regeringskansliet (Klimat- och näringslivsdepartementet).

Jubel i plenarsalen då den kinesiska miljöministern Huang Runqiu klubbade igenom Kunming—Montreal Global Biodiversity Framework.

Foto: IISD Mike Muzurakis



Arbeta vidare med ansvar och lagar



Lagarna som berör naturvård och myndigheternas arbete med tillämpningarna av dessa är grunden för arbetet med att skydda arter och miljöer, men inte minst viktigt är det arbete som ideella organisationer och privatpersoner bidrar med. Något kan alla göra!

1. Vilka globala miljöfrågor är forskarpanelerna IPCC och IPBES inriktade mot?
2. De globala målen kan presenteras i nummerordning från 1 till 17 men de kan också illustreras med en så kallad tårtsmodell. Vilka fördelar finns med att använda tårtsmodellen?
3. Riksdagen har beslutat om 16 miljömål, som årligen utvärderas av Naturvårdsverket.
 - Vilka av målen har stor betydelse för biologisk mångfald? Vilka har störst betydelse för ditt närområde?
 - Ge exempel och förklara hur vissa av målen samverkar med varandra.
 - För vilka av målen är utvecklingen positiv, negativ, oförändrad eller går inte att bedöma?
4. EU beslutar om direktiv och förordningar som gäller i alla medlemsländer; samt utformar strategier. Strategin för biologisk mångfald för 2030 är en central del i EU:s gröna giv. På Skogsstyrelsens hemsida, se EU-arbete, beskrivs EU-strategin för biologisk mångfald. På vilket sätt kan denna förväntas inverka på svenskt skogsbruk?
5. En kommun hanterar många ärenden och ofta innebär det att frågor kring miljö och biologisk mångfald berörs. Välj ett aktuellt exempel på en lokal fråga med olika intressenter inblandade.
 - Vilka är hoten mot naturmiljön/biologisk mångfald?
 - Vilka olika ståndpunkter finns?
 - Vilka lagar och bestämmelser har betydelse för denna fråga?
 - Hur arbetar kommunen med frågan?
 - Vilka lösningar är tänkbara för att avvärja hoten?
6. Ge exempel på miljö- och naturhänsyn som gäller vid avverkning av skog. Se föreskrifterna till skogsvårdslagen.
7. Allemansrätten är ingen egen lag, men nämns i grundlagen (Regeringsformen 2 kap. 15 § 4 stycket) och i miljöbalken. Ta reda på vad det står om allemansrätten i miljöbalken.
8. Det finns ett stort antal marina reservat längs Sveriges kuster. Vilket reservat finns närmast där du bor? Vad är karaktäristiskt för detta reservat?
9. Tidskriften *Havsutsikt* (havet.nu) vänder sig till allmänheten med artiklar skrivna av forskare från olika lärosäten. Välj en artikel, läs och gör en kort sammanfattning.
10. På Naturvårdsverkets webbplats finns statistik för vilt, bland annat för varg, se Data och statistik, Vilt.
 - Hur är utvecklingen av vargpopulationen i Skandinavien och i Sverige? Hur många individer; revirmarkerande par och familjegrupper har registrerats senaste året? Varför är antalet revirmarkerande par så mycket mindre än det totala antalet individer?
 - På samma sida finns även en del kring varg och inavel i Skandinavien. Hur stor är inavelsgraden och vad innebär det? Hur kan inaveln minskas?
11. *Den svenska vargstammen – hur farligt är det med inavel?* Föredrag med forskaren Hans Ellegren, Uppsala universitet (youtube.com). Reflektera över om och i så fall hur forskning och ökad kunskap om vargens biologi kan överbrygga motsättningar.
12. Åsikterna om hur stor vargstammen bör vara går isär mellan olika intressenter. Jämför information och åsikter hos LRF, Naturskyddsföreningen, WWF och Jägareförbundet och ställ i relation till den information som finns på Naturvårdsverkets webbplats.
13. Vargfrågan har även diskuterats i Sveriges riksdag, där en interpellation från en riksdagsledamot besvarades av Landsbygdsministern. Sök *Interpellation 2022/23:172* (riksdagen.se) och läs debatten med anföranden som följer på interpellationen.

FLER RESURSER

Biodiverse nr 1 2023, *En global räddningsplan för biologisk mångfald* (biodiverse.se), SLU, Centrum för biologisk mångfald

Lagar (riksdagen.se)

MARBIPP – webbplats om fem marina biotoper med stor betydelse för den biologiska mångfalden längs Sveriges kuster (marbipp.tmbi.gu.se)

Strategi för skydd och förvaltning av marina miljöer och arter i Västerhavet, se publikationer; Länsstyrelsen Västra Götaland

Sveriges vattenmiljö från källa till hav (sverigesvattenmiljo.se)

Vattenkikaren (vattenkikaren.gu.se)



Bevara och skydda

Text av **Martin Granbom**

Värdefulla naturområden behöver skyddas från exploatering och påverkan av olika slag. Nationalparker och naturminnen är de äldsta skyddsformerna och har funnits sedan riksdagen beslutade om den första naturvårdslagen 1909. Flera andra skyddsformer har tillkommit, på senare tid även genom beslut av EU.

Nationalpark

Nationalparkerna har särskilt värdefull natur som är viktig att bevara, ofta både som natur- och kulturarv, och är det starkaste skydd ett område kan få. Marken i nationalparkerna ägs av staten, och därmed av oss alla. Avsikten är att spegla Sveriges naturtyper; fjäll, sjöar och vattendrag, kust och hav, ädellövskog, våtmark och barrskog. För närvarande (2024) finns 30 nationalparker, spridda från Stenshuvud i söder till Vadvetjåkka i norr. Flera nya nationalparker, och utvidgning av befintliga parker, planeras enligt Naturvårdsverket.

Nationalparkerna utgörs oftast av stora, förhållandevis orörda områden. För vissa nationalparker krävs skötsel för att naturvärden ska bibehållas, exempelvis om ängsmarker annars skulle växa igen. De största nationalparkerna, Padjelanta, Sarek och Stora Sjöfallet, ligger i fjällen (Norrbottens län), och de utgör 90 procent av den totala nationalparksytan. I mer tätbefolkade delar av landet är det svårare att avsätta stora områden. Sveriges minsta nationalpark är Dalby Söderskog i Skåne, som bildades för att skydda sydsvensk lövskog och utgörs av en liten skogsrest omgiven av åkrar och bebyggelse.

Naturresevat

Det finns cirka 5 000 naturresevat i Sverige som tillsammans bildar den största andelen av den skyddade naturen. Naturresevat kan inrättas av kommuner och länsstyrelser för att värdefulla naturmiljöer och arter ska skyddas och bevaras för

Bilden till vänster: Naturliga bränder har tidigare varit vanligare och vissa arter av till exempel skalbaggar och växter är beroende av miljöer där skogen har brunnit. Kontrollerade naturvårdsbränningar av skogar utförs för att skapa lämpliga miljöer för dessa arter.

Foto: pixabay.com



Figur 1. Kartan visar de 30 nationalparkerna som finns spridda över Sverige.

Illustration: Bearbetad efter Mickaël Delcey, commons.wikimedia.org. CC BY-SA 4.0



Figur 2. Utsikt över Rapadalen, Sarek nationalpark.

Sarek är ett högalpint område med 2000 meter höga fjälltoppar och nära 100 glaciärer. Bilden visar utsikten över deltalandskapet i Rapadalen, en artrik miljö där storvuxna älgar gärna håller till.

Källa: Naturvårdsverket

Foto: Mikael Svensson, Johnér

framtiden eller för att friluftslivet ska få tillgång till naturområden.

Naturreservaten har olika syften och därmed varierar också den skötsel som krävs för bevara naturvärdet. Ofta innebär det att ett område fortfarande behöver brukas för att naturkvalitéerna och tillgängligheten ska bevaras, genom exempelvis anläggning av vandringsleder, slåtter av ängsmarker och naturvårdande skogsskötsel. För alla naturreservat finns därför en skötselplan. Informationstavlor i anslutning till reservaten och information på länsstyrelsernas webbplatser beskriver vad som är värdefullt i respektive område och vilka restriktioner som gäller. Information om alla skyddade områden i Sverige, inklusive skötsel/bevarandeplaner, finns på Naturvårdsverkets webbplats (skyddad-natur.naturvardsverket.se).

De största naturreservaten ligger i fjälltrakterna och utgör större delen av den skyddade arealen, men det finns också mindre naturreservat, exempelvis i närheten av tätorter vilka främst är avsedda för friluftslivet. Reservatens yttre gräns markeras med en vit stjärna mot blå botten.

På senare år har många marina naturreservat inrättats. Det kan gälla sandstränder med sandbankar ute i vattnet, som utgör viktiga häcknings- och rastplatser för

fåglar och där det finns typiska växtarter knutna till denna miljö. Det kan också handla om undervattensrev och grunda områden, som är nödvändiga för fiskars och andra djurs fortplantning. Särskilt värdefulla är ålgräsängar, som växer på sandbottnar längs både väst- och östkusten, och utgör barnkammare för fiskar och andra djur. Dessutom motverkar ålgräsängarna erosion genom att dämpa vågor och strömmar.

Kulturreseptat

Kulturreseptat är inte främst ett skydd för naturen, utan syftar till att bevara gårds- och bymiljöer, fäbodan och liknande. Kulturreseptat är även viktiga för biologisk mångfald eftersom många arter är anpassade till, och är beroende av, miljöer som under århundraden präglats av betande husdjur och människors skötsel. Utan skydd och skötsel är risken stor att de speciella arterna dör ut. Reservaten kräver omfattande skötsel för att byggnader inte ska förfalla och för att omgivande marker ska hållas öppna.

Natura 2000

Områden med naturtyper eller arter som är särskilt skyddsvärda ur ett europeiskt perspektiv kan utses till Natura 2000-områden. EU:s art- och habitatdirektiv ligger till grund för skyddet av hotade arter

och livsmiljöer. Dessa områden bildar ett nätverk av skyddsvärda områden inom EU, där medlemsländerna har tillsynsskyldighet. Natura 2000-områden regleras i miljöbalken vilket betyder att Länsstyrelsen måste godkänna åtgärder inom ett sådant område.

I Sverige finns över 4000 Natura 2000-områden, som dessutom kan vara skyddade som nationalpark eller naturreservat. Natura 2000-områden väljs ut av länsstyrelserna som ger förslag till Naturvårdsverket som i sin tur vidarebefordrar förslagen till regeringen. Slutligen är det Europeiska kommissionen som beslutar om vilka områden som upptas i Natura 2000.

Biotopskydd

Efterhand som landskapet har blivit allt mer fragmenterat behöver även mindre områden skyddas som är värdefulla för den biologiska mångfalden. Sådana områden är viktiga för såväl hotade som vanliga arter men också för att bevara variationen i landskapet. Det finns två typer av biotopskyddsområden där den första typen utgörs av miljöer som är generellt skyddade i hela landet utan att särskilda beslut behöver tas för varje område. Det gäller objekt i anslutning till jordbruksmark:

- allér
- källor med omgivande våtmark
- odlingsrösen
- pilevallar
- småvatten och våtmarker
- stenmurar
- åkerholmar.

Skogsstyrelsen, länsstyrelser eller kommuner fattar beslut om den andra typen av biotopskyddsområden, och gäller någon av de 35 biotopstyper som listats på Naturvårdsverkets webbplats. De värdefulla biotoperna finns i skogs- och jordbrukslandskapet, i och vid sjöar och vattendrag, vid kuster och i hav.

Skogsstyrelsen har tidigare inventerat värdefulla skogsbiotoper, men det görs inte längre och ansvaret vilar nu på skogs-



ägaren. Beslut om biotopskydd på produktiv skogsmark ska bygga på samtycke från markägarens sida.

Naturminne

Ett mycket litet område, mindre än en hektar eller ett punktojekt, kan skyddas som naturminne. Denna skyddsform är, tillsammans med nationalparker, de äldsta formerna för skydd av natur i Sverige och ingick i den första svenska naturskyddslagen från 1909. Naturminnen är exempelvis jätteträd, flyttblock, trädjungar eller ett område där det växer en sällsynt växtart. Totalt finns cirka 1 500 naturminnen i Sverige. Det är ovanligt att nya naturminnen tillkommer.

Mobila reservat

Mobila naturreservat finns inte än men idén har förts fram av forskare för skydd av marina områden där exempelvis valar eller hajar håller till. Med satelliter är det lätt att mäta vattentemperatur och salthalt, och med stor säkerhet går det att avgöra var vissa arter föredrar att födosöka eller vart de förflyttar sig. Eftersom fartyg är uppkopplade mot satelliter går det att få information utan fördröjning och rutten kan planeras för att minimera störningar av hotade arter. Speciellt gäller det migrerande arter, som ofta är hårt utsatta under flyttperioderna.



Figur 3 (överst). Åsens by i Aneby kommun är exempel på en gammal by som bevaras och skyddas som kulturreservat. I gamla kulturmiljöer kan man träffa på många hotade arter som är beroende av traditionell skötsel.

Foto: Bengt Oberger, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 4.0

Figur 4. Markering för biotopskydd av ett område i södra Sverige med gammal grov granskog och rikligt med död ved. På den avbrutna granstammen syns fruktkroppar av klubbicka som bildar brunröta och gör stammen skör.

Foto: B.Lidesten

Naturvårdsavtal

Naturvårdsavtal är en frivillig tidsbestämd skyddsform som gäller från några år till maximalt 50 år och tecknas genom avtal mellan staten och markägaren. Det används vanligen för skogsmark. Ett skötselavtal kan kopplas till naturvårdsavtalet för att kunna ersätta markägaren för arbete.

Frivilliga avsättningar

Certifieringsorganisationerna *FSC* och *PEFC* har tagit fram standarder för skogsbruket med krav på miljöhänsyn, som skogsägare frivilligt kan ansluta sig till. Som markägare är det även möjligt att frivilligt avsätta mark i naturvårdssyfte.

Fridlysning

Om en art är hotad på grund av jakt eller insamling kan regeringen besluta om fridlysning. 585 arter av växter och djur är fridlysta i hela landet (2023). Hit hör samtliga orkidéer, groddjur, kräldjur, fladdermöss och vilda fåglar (vissa undantag för fåglar beskrivs i jaktlagstiftningen). Utöver dessa är en del arter fridlysta endast i vissa län.

För växtarter innebär fridlysning i regel att man inte får plocka, gräva upp eller skada växterna, och för djurarter att man inte får döda, skada eller fanga djuren. För fåglar inkluderas deras ägg och bon. Fridlysning regleras i artskyddsförordningen och jakt- och fiskelagstiftningen.

Allemansrätten

Allemansrätten ger allmänheten möjlighet att röra sig fritt i naturen (med vissa undantag), men medför också skyldighet att ta hänsyn till naturen och till markägaren. Inte skada, inte förstöra, är huvudregeln. Allemansrätten är omdebatterad och återkommande är krav på begränsningar eftersom rättigheterna ibland missbrukas.

Allemansrätten har stöd i grundlagen (regeringsformen) sedan 1994, men innebörden beskrivs inte närmare. Det är inte någon specifik lag, däremot regleras rättigheter och skyldigheter i andra lagar, som till exempel miljöbalken, brottsbalken

och lagen om tillsyn av hundar och katter. Allemansrätten har en lång tradition, men om den ska finnas kvar även i fortsättningen gäller det att alla som vistas i naturen visar hänsyn.

Naturturism på gott och ont

Naturturismen innebär både hot och möjligheter. Anläggningar för turister är placerade i vackra naturmiljöer och människor söker sig till ostörda områden med värdefull natur. Slitaget på marken ökar därmed och även störningar av djurlivet. I jakt på naturupplevelser söker många turister närgångna möten med vilda djur vilket riskerar att påverka djurens beteenden.

Men om fler människor ska bry sig om naturen och vara beredda att göra uppoffringar för att bevara den behöver fler få en relation till, och kunskap om naturen. En möjlighet är att underlätta för besökare att vistas i naturen och att hänvisa till speciella områden. På så vis kan känsliga miljöer skyddas. Bra exempel är alla vandringsleder runt om i landet. Särskilt i fuktiga miljöer och i fjällen är marken känslig för slitage och om sådana miljöer spångas kan slitaget minskas och omgivande natur skyddas.

Att bevara naturen och därmed förutsättningar för hotade arter kan vara kostsamt. En möjlighet är att satsa på ekoturism där besökare får betala för upplevelser i naturen. Inkomsten kan bidra till åtgärder för att skydda naturen och dessutom skapa en långsiktigt hållbar verksamhet som gynnar de som bor i området.

I rika länder har ofta naturen exploaterats hårt och det finns inte mycket kvar medan naturen i fattigare länder ännu är mer opåverkad. Vid den internationella konferensen om biologisk mångfald i Montreal 2022 ledde detta till motsättningar eftersom fattigare länder förväntades lägga mer resurser på att bevara sin natur eftersom de har kvar en större mångfald med hotade arter. Dock enades parterna om att ansvaret för att bevara arter är i allas intresse och därmed bör också det ekonomiska ansvaret delas. Lösningen blev att alla länder ska betala till en fond som används för att finansiera bevarandeåtgärder.

Figur 5. Mosippa är en fridlyst art som finns i södra Sverige upp till Jämtland och Medelpad. Den växer på öppna hedmarker och i glesa, sandiga tallskogar, miljöer som blir alltmer sällsynta i Syd- och Mellansverige. Mosippan har därför minskat kraftigt i denna del av Sverige under de senaste 50 åren.

Foto: B.Lidesten



Att restaurera våtmarker för biologisk mångfald

Våtmarker är viktiga element i landskapet för biologisk mångfald och ofta attraktiva utflyktsmål för människor. Om du inte har gjort det tidigare så åk gärna ut till en närliggande fågelsjö i början av maj och se det rika djurliv som finns. Det är en fantastisk upplevelse.

Våtmarker är i ropet, av flera olika skäl, inte minst som ett sätt att binda kol och därigenom minska mängden koldioxid i atmosfären men också som ett sätt att motverka utdöendet av arter. Historiskt har emellertid värdet av våtmarker för människan varierat. Under medeltiden och fram till industrialiseringen värderades våtmarker högt eftersom dessa ofta har en högre produktivitet än torrare områden. Produktiviteten är hög beroende på att regelbundna översvämningar för in olika näringsämnen till växterna men naturligtvis även på grund av en stabil tillgång av vatten. Gräset som växte på dessa översvämningsmarker slåtrades och gav hö till djuren under vintern. Att man värderade våtmarkerna högt visas inte minst av att man inte tillät djuren att beta där under sommaren.

Utdikning och avvattning

Attityden mot våtmarker ändrades dramatiskt under industrialiseringen. Anledningen var att den ökande befolkningen medförde ett större behov av säd för produktion av mjöl. Eftersom man ännu inte hade utvecklat konstgödsel så var en ökad areal av jordbruksmark det enda sättet att öka produktionen av mat. Detta medförde att man under 1700- och 1800-talen genomförde en dramatisk förändring av det svenska landskapet, genom att dika ut våtmarker och sänka sjöar, allt med syftet att

öka arealen för olika sädesslag. Många av de mest produktiva jordbruksmarker som vi har idag är egentligen utdikade våtmarker, men långt ifrån alla utdikningsprojekt var lyckade. Många av dessa har förfallit, medan diken är kvar. När man är ute i skogen är det därför lätt att hitta diken där det numera är skog. Utdikningarna fortsatte även under 1900-talet, men då med ett allt större fokus på våtmarker i skogen med syftet att öka virkesproduktionen. Det man kan konstatera är att om konstgödsel hade införts tidigare i jordbruket så hade man kunnat undvika att dika ut och förstöra rätt stora våtmarksområden. Sammantaget har utdikningarna medfört att vissa områden i Sverige helt saknar naturliga våtmarker. Men trots dessa stora förändringar så är Sverige fortfarande ett land rikt på våtmarker, i såväl ett europeiskt som ett globalt perspektiv.

Våtmarkers värde

Vad är då värdet av våtmarker för biologisk mångfald? Detta beror delvis på vad vi menar med en våtmark. Man brukar normalt separera våtmarker från sjöar genom att de senare har öppna vattenytor medan våtmarker alltid har växter som sticker upp ur vattnet eller att vattnet är under markytan. Det finns naturligtvis många arter som lever nere i vattnet, till exempel trollsländelarver, men det är också många landlevande arter som gynnas av regelbundna översvämningar och av den höga produktiviteten i våtmarkerna.



Texten är skriven av:

Peter Hambäck

Professor i ekologi, Stockholms universitet. Min forskning studerar insekter och spindlars ekologi, och inte minst hur födovävarna är uppbyggda. På senare tid har jag studerat våtmarker och hur man bäst återväter landskapet för att gynna biologisk mångfald.



Figur 1 (till vänster). En näringsfattig mosse i skogslandet

Foto: Gustaf Granath



Figur 2 (till höger). Näringsrika våtmarker i jordbrukslandskapet är ofta fågelrika.

Foto: John Strand

Fåglar, som svalor, och fladdermöss jagar ofta insekter över våtmarker och öppna vatten. Här är det framför allt en grupp myggor, så kallade fjädermyggor, som de jagar. Det är en stor grupp myggor som ofta har mycket höga tätheter runt våtmarker. De har inga mundelar och biter inte människor, och ska inte förväxlas med stickmyggor. Däremot är de viktig föda både som larver nere i vattnet, för fiskar och olika rovinsekter, och som vuxna när de flyger ovanför vattnet.

Olika sorters våtmarker

Våtmarker skiljer sig emellertid väldigt mycket, vilket medför att olika våtmarker också skiljer sig i vilka arter av växter och djur som finns. Det finns näringsrika våtmarker, såsom rikkärr och fågelsjöar, och näringsfattiga våtmarker, såsom olika mossar. Anledningen till dessa skillnader beror på våtmarkens placering i landskapet. Våtmarker högt upp på berg kan sakna bäckar som för vatten in i våtmarken och får vatten enbart genom regn, vilket tillför väldigt lite näring. Vanliga växter klarar det ganska dåligt, och dessa marker domineras i stället av vitmossor som klarar låga näringsnivåer. Vitmossor har många spännande egenskaper, som att de tål uttorkning bra genom att lagra vatten i cellerna. Dessutom utsöndrar de antibakteriella ämnen, vilket gjort att man i äldre tider använde vitmossa på sår. På mossen skapar de en speciell miljö som ytterligare missgynnar vanliga växter, och därför växer där mest enstaka små tallar

och olika ris. Under ytan kan det vara helt syrefritt, vilket gör att den döda mossan inte bryts ner utan övergår till torv. Genom den låga produktionen är det få djur som finns på mossar, men fågelarter som grönbena och trana är vanliga.

Näringsrika våtmarker är betydligt artrikare, på både växter och djur. Dessa våtmarker ligger ofta i jordbrukslandskapet, eftersom läckage från jordbruket är orsaken till näringsrikedomen. Dominanta växter utgörs av vass och kaveldun, båda arterna har rötterna nere i vattnet men kan nå en höjd av flera meter ovanför ytan. Framför allt vassruggar hyser många fågelarter, beroende på den rika insektsmängden men också för att ruggarna utgör skydd mot rovfåglar. En speciell fågel som kan finnas i stora vassbälten är skäggesen, som har egenheten att den helt byter diet mellan sommaren, då den äter insekter, till vintern då den äter frön.

Den ökande förståelsen av våtmarkernas betydelse har under senare tid lett till att samhället lagt stora resurser för att återskapa eller nyskapa våtmarker. Två av skälen till intresset ligger, som sagt, i våtmarkernas roll som kolsänka, det vill säga som ett område där koldioxid tas från atmosfären, och i deras betydelse för biologisk mångfald. Dessa skäl är emellertid kopplade till lite olika typer av våtmarker, där mossar och liknande områden är kolsänkor medan det för näringsrika våtmarker är mer fokus på biologisk mångfald. En orsak är att näringsrika våtmarker med öp-

pet vatten, det räcker med någon decimeter, också släpper ut stora mängder metan-
gas, vilket är negativt för klimatet.

Restaurering av våtmarker

När man ska restaurera en mosse eller kärr så brukar man helt enkelt sätta igen diken som avvattnar mossen. Därigenom kommer vattennivån att stiga. Tyvärr räcker det ofta inte med den åtgärden eftersom miljön har ändrat sig under den tid som området varit utdikad. Det översta materialet har brutits ned och träden har vuxit sig stora. Dessutom kan vitmossan ha försvunnit, genom att inte tåla skuggningen från uppväxande granar eller tallar. Många av de insekter och andra småkryp som normalt lever på mossar kräver en större exponering och högre temperaturer, och missgynnas av skuggande träd. Därför kan det också vara nödvändigt, ur ett biologiskt mångfaldsperspektiv, att ta bort de stora träden. Men generellt vet vi idag ganska lite om hur vi återställer mossar för att gynna biologisk mångfald.

Återvätning av näringsrika våtmarker vet vi kanske mer om, eftersom det genomförts ett antal stora projekt under det senaste halvsekle, där Hornborgasjön kanske är det mest kända. I det fallet var det huvudsakligen två miljötyper som man ville återskapa, dels den öppna vattenytan och dels de betade gräsmarker som regelbundet svämmas över på våarna. Hornborgasjön var innan restaureringen kraftigt dominerad av stora vassbälten, vilket missgynnade fåglar som olika doppingar och änder. Att bli av med vass är emellertid inte lätt, och för att lyckas så använde man stora slättermaskiner som kunde köra på de sankna markerna, men man höjde samtidigt vattennivån. Dessa åtgärder medförde att vatten trängde in i vass-stråna, vilka sedan dog under vintern. Översvämningsmarkerna har en annan betydelse genom att vara en viktig livsmiljö för vadarfåglar, men också för många arter insekter och spindlar. I dessa miljöer ansamlas mycket dött växtmaterial som i sin tur äts av hoppstjärter och andra nedbrytande organismer för att i nästa steg konsumeras av rovlevande skalbaggar eller spindlar vilka i sin tur blir mat åt fåglar.



För att återställa översvämningsmarkerna, eller maderna som de också kallas, tog man bort de vallar som skyddat jordbruksmarken samt introducerade kor. Kor, eller slätter, gynnar ofta biologisk mångfald genom att hålla nere vegetationshöjden. I annat fall kommer markerna så småningom att växa igen och domineras av videbuskar, vilket missgynnar mer lågväxande blommande arter. Den typen av marker kan vara mycket spännande för en insektsintresserad eftersom många arter enbart finns här. Avgörande är dock att antalet kor inte är alltför högt, eftersom korna också har negativa effekter genom att trampet i den vattensjuka jorden verkar missgynna arter vars larver utvecklas där.

Sammanfattning

Våtmarker är viktiga element i landskapet för biologisk mångfald. Många insektsarter och andra småkryp är direkt knutna till dessa, genom att larver utvecklas antingen nere i permanenta eller tillfälliga vatten eller nere i den blöta jorden. Många andra arter, både småkryp och större djur som fåglar och däggdjur, gynnas indirekt genom den höga produktionen av bytesdjur som finns i och runt våtmarker. Våtmarker är i många fall också attraktiva utflyktsmål för människor. Om du inte har gjort det tidigare så åk gärna ut till en närliggande fågelsjö i början av maj och se det rika djurliv som finns. Det är en fantastisk upplevelse.



Figur 3 (överst). Vattenfladdermöss jagar gärna fjädermygg och andra insekter runt våtmarker.

Foto: Johnny de Jong

Figur 4 (mitten). Blå kejsartrollsända lägger ägg.

Foto: John Strand

Figur 5 (nederst). Näringsfattiga mossar domineras av vitmossa.

Foto: Gustaf Granath

Boreala skogar

är rika på biologisk mångfald

Biologisk mångfald i Sverige är starkt förknippad med skog och cirka 10000 arter lever i skogsmiljöer. Det är förståeligt eftersom cirka 70 procent av Sveriges landyta täcks av skog.



Texten är skriven av:

Anne-Maarit Hekkala

Forskare vid Institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, docent i biologi.

Hon är fascinerad av den biologiska mångfalden i skogar och specifikt i döda träd, och har forskat om skogsbränder och andra naturliga störningar i skogar under hela sin karriär.

Våra skogar utgör unika ekosystem som historiskt sett har påverkats av naturliga störningar såsom stormar, naturliga skogsbränder, vandrande klövvilt, svampangrepp eller barkborrar. Idag är det istället skogsbruket som utgör den främsta störningsmekanismen. Den största delen av skogen sköts med trakthyggesbruk, vilket innebär att när ett bestånd avverkas etablerar man snarast en ny generation träd som därmed blir likåldriga. Mindre än en tiondel av skogsmarken har lämnats till fri utveckling som reservat, nationalparker eller är på annat sätt skyddad. I dessa skyddade skogar finns det ofta en betydligt större andel gamla och döda träd och mer variation i trädslagsblandning eller täthet jämfört med brukade skogar. På grund av minskningen av dessa "gammelskogstrukturer" och av skogar som aldrig har avverkats, har många skogslevande arter minskat i populationsstorlek, utbredning eller finns nu bara i små förekomstområden. Många av dessa arter är rödlistade och utrotningshotade och antalet rödlistade arter har ökat år efter år. Skogsägare utmanas därför att aktivt bidra till att utöka de viktiga strukturer som arter behöver.

Tusentals nischer i döda träd

Ett dött träd är hem för tusentals arter, och troligen miljontals individer. Det enklaste sättet att bevara den biologiska mångfalden i skogen är att se till att det finns döda träd. Ett dött träd myllrar av liv, och det finns

betydligt mer liv i döda träd än i levande träd. Ett dött träd utgör ett litet ekosystem med producenter, konsumenter, predatorer och parasitoider samt komplexa interaktioner mellan olika organismer. Samtidigt har varje trädart sina egna svamp-, moss-, lav- och insektsarter, och artsamhällen varierar också beroende på trädets storlek, nedbyttningsgrad och solexponering och på om trädet står eller ligger på marken.

Varje olik typ eller bit av ett dött träd formar en nisch, och ju fler nischer det finns, desto mer arter kan bosätta sig i skogen. Många av de arter som finns på rödlistan är strikt beroende av mycket specifika nischer. Till exempel finns det en liten fin svampart, fläckporing, som behöver en gles, solexponerad tallskog där den kan leva på toppar av nedfallna, delvis nedbrutna silverfurar som ligger tätt mot marken. Eller raggbock, en av Sveriges största skalbaggar, som utvecklas inuti stora liggande tallar med tät markkontakt och solexponerat läge. Dessa livsmiljöer eller mikrohabitat tar hundratals år att utveckla och är därför omöjliga eller mycket tidskrävande att skapa artificiellt.

Gamla träd med kraftig, uppsprucken pansarbark, som står i en skog med lång kontinuitet, utgör en gynnsam miljö för många lavar, mossor, snäckor, insekter och svampar, varav lavar är specifikt förknippade med gamla träd. Miljöer med gammelskog måste bevaras. Några exempel på arter som finns här är reliktböck, som trivs på solbelysta stora tallar, talticka och blomkålssvamp.

Låt det brinna

Boreala skogar, specifikt tallskogar, har brunnit mer eller mindre regelbundet under tusentals år. Skogsbrändernas inverkan är uppenbar, elden dödar en betydande del av träden och övriga organismer. Samtidigt bildas ett nytt konkurrensfritt växtutrymme där nya arter kan etablera sig, och många växter kan också återkomma snabbt efter branden. Skogens artsammansättning förändras helt efter en skogsbrand. Brända skogar är rika på insektsliv och efter några år erbjuder de mycket mat i form av nyetablerade lövträd till klövvilt, som älgar. Vissa arter, som skalbaggen sotsvart praktbagge, är helt beroende av skogsbränder, medan arter som slät kapuschongbagge eller blå praktbagge gynnas av skogsbränder men kan även överleva på andra döda träd.

Skogsbränder är kraftfulla fenomen och blir ofta okontrollerbara och farliga för människor och husdjur, samt förstör mänsklig infrastruktur och ägodelar. Samtidigt förstår vi brandens betydelse för naturen, och bör försöka inse att det är bra att skog brinner då och då. Skogsbolag genomför därför kontrollerade skogsbränder. Dessa kallas ofta "restaureringsbränder" eller "naturvårdsbränder" och har stor betydelse för skogens biologiska mångfald.



Skogsbränder kan variera kraftigt i intensitet. Vissa delar av skogsområdet kan brinna så kraftigt att alla träd dör, men det finns ofta helt obrända fläckar eller områden, så kallade brandrefugier, som är fuktigare än resten av området. Dessa områden, som kan vara våtmarker, inklusive myrar, kan användas för att begränsa restaureringsbränder. Vid planeringen av restaureringsbränningar beaktas vattendrag, sjöar och skogsvägar som kan hindra branden från att sprida sig från restaureringsområdet till andra delar i landskapet. Om det inte finns vägar eller vattendrag, kan man skapa en brandkorridor, där man faller och fraktar bort alla träd och vattnar marken kontinuerligt för att hindra brandens spridning. Restaureringsbränningar är kostsamma åtgärder eftersom de kräver omfattande förberedelser och mycket personal. Samtidigt har forskningen visat att bränder har en unik påverkan på naturen, och andra typer av störningar är inte jämförbara med en brand.

Vinnare och förlorare efter brand

När skogen brinner påverkas alla organismer som lever i den. Men som vi har lärt oss, är den boreala skogen van vid skogs-

Figur 1. Två raggbockar har markerats med färgkoder, som gör det möjligt att studera deras spridningsförmåga i fragmenterade landskapet.

Foto: Albin Larsson Ekström

Figur 2. Raggbock på en klibbticka som växer på en bränd tall.

Foto: Albin Larsson Ekström

Figur 3. Bränd skog är rik på död ved.

Foto: Anne-Maarit Hekkala



Skogens artsammansättning förändras helt efter en skogsbrand. Brända skogar är rika på insektsliv och efter några år erbjuder de mycket mat i form av nyetablerade lövträd till klöwilt, som älgar.

bränder, och alla organismer har utvecklat mekanismer för att överleva, eller till och med kräver brand för att kunna föröka sig. Till exempel har blåbär rhizomer, en typ av rotsystem, som överlever branden under markytan, och nya skott kommer mycket snabbt, redan nästa år! Kråkbär och ljung, å andra sidan, är mycket lättantändliga och för att kunna föröka sig sexuellt (från frön) måste de brinna då och då. Mossor och lavar försvinner vid bränder, och det tar tiotals år innan moss-täcket har återväxut.

Under de första åren efter en skogsbrand domineras området av pionjärmossor, gräs, mjölkört, asp och björk. Även tall etablerar sig oftast mycket snabbt på den brända marken. Gran är däremot känslig för skogsbränder, och dör oftast under branden och återetablerar sig mycket långsamt. Det varma mikroklimatet och doften från döda och döende träd lockar insekter som letar efter boplats i döda träd och föda på de blommande brandfälten. Också fågellivet är rikt efter en skogsbrand, och arter som tretåig hackspett och andra hackspettsarter söker ivrigt efter insektslarver att äta i de stående döda träden.

Mindre stormar ger luckor

Medan skogsbränder är den mest betydande störningsmekanismen i tallskogar, har gran-skogar påverkats mer av småskaliga störningar, såsom svamp- eller insektsangrepp. Dessa störningar dödar oftast bara ett träd eller en liten grupp av träd. Inom naturvården kan man skapa sådana små grupper av döda träd genom att till exempel ringbarka träd, eller skada dem på något annat sätt så att de dör långsamt. Man kan också helt enkelt hugga ner träden och lämna 3–5 meter höga stubbar, sådana stubbar ser man ofta på förnygringsytor. Man kan även genomföra luckhuggningar för att öka beståndets heterogenitet. Små luckor öppnar upp krontäckningen, vilket gör att mer solljus når marken, temperaturen ökar och oftast blir det fler blommor i sådana luckor. Därmed gynnas till exempel pollinerande insekter. Om man lämnar död ved i sådana luckor, gynnas även dödvedlevande insekter, svampar, mossor och lavar. Luckhuggningar, ringbarkning och andra småskaliga metoder är betydligt billigare än bränningar, men samtidigt har de olika effekter på naturen. Småskaliga naturvårdsåtgärder är mer gynnsamma för arter som trivs i stabila mikroklimat.

Figur 4. En skapad liten lucka, rik på död ved, gynnar pollinerande insekter och arter som är beroende av döda träd. På bilden syns två olika typer av insektsfällor: längst fram en färgskålfälla som används för att fånga flygande insekter så som steklar, flugor och skalbaggar, samt två vedblock med hål (se röd ring), som används för att studera hålllevande steklar.

Foto Anne-Maarit Hekkala



Snöleoparden

– bevarandearbete i Centralasiens höga berg

Snöleoparden är ett skyggt och sällsynt kattdjur som lever i Centralasiens höga berg. Den är en bra indikator på ett intakt ekosystem som inkluderar hela näringskedjan, från växter och bytesdjur till snöleoparderna i toppen av kedjan.

Snöleoparden lever i en väldigt karg och svårtillgänglig miljö och är ett av de stora kattdjuren som vi vet minst om. Det finns därför ett stort behov av mer kunskap både för att förstå arten bättre men också som hjälp i bevarandearbetet. Utvecklingen av ny teknik som GPS-halsband, viltkameror och genetiska analyser har gjort att forskarna nu kan studera och övervaka arten på sätt som inte var möjligt för 10–15 år sedan.

Snöleoparden delar bergen med herdor och deras boskapsdjur och har gjort så i tusentals år. Som på de flesta andra platser där det finns både rovdjur och boskapsdjur leder det ofta till konflikter. I länder där snöleoparden lever får herdarna ingen ersättning för djur som de förlorar till rovdjuren vilket kan leda till att de dödar snöleoparder.

Problemet med att snöleoparderna slår boskapsdjur var länge, tillsammans med viss tjuvjakt, i stort sett de enda hoten. Idag har globalisering och ökad efterfrågan på olika naturresurser och produkter (framförallt mineraler och kashmirull) lett till nya hot mot snöleoparden såsom habitatförstörelse och minskat antal naturliga bytesdjur. Ökad efterfrågan på kashmirull, som kommer från tamgetter, resulterar i ökat antal tamdjur som i sin tur konkurrerar med de naturliga bytesdjuren om bete.

Snöleoparden och dess livsmiljö hotas dessutom av klimatförändringar som sker ungefär dubbelt så fort i de höga bergen jämfört med resten av vår värld. Vi vet inte vilken betydelse klimatförändringarna kommer att få även om de flesta forskare tror att den indirekta påverkan på hur människor och snöleopardens bytesdjur reagerar kommer att vara större än den direkta påverkan på snöleoparden.

Konflikten som handlar om att snöleoparderna tar boskapsdjur är det största hotet och mycket av arbetet med att bevara snöleoparden bygger därför på att hjälpa herdarna att minska sina förluster och att skapa alternativa och kompletterande inkomstkällor. Detta för att skapa förutsättningar för samexistens mellan herdarna och snöleoparderna.

Ett exempel på sådant arbete är lokala försäkringsprogram där herdarna betalar en insats för att delta i programmet och sedan kan få ersättning för eventuella förluster. Ett annat exempel på bevarandearbete är att hjälpa herdarna bygga rovdjurssäkra nattfällor. En stor del av förlusterna av boskap sker nattetid när det är svårare att skydda djuren och det är också den tid på dygnet när snöleoparderna är mest aktiva. Ytterligare ett exempel på bevarandearbete är olika hantverksprojekt där produkterna (ofta ullprodukter) säljs till ett högre värde i väst – och med mycket större volym än vad som kan säl-



Texten är skriven av:

Gustaf Samelius

Gustaf Samelius är biträdande vetenskaplig ledare för *Snow Leopard Trust* och forskare på Nordens Ark. Gustaf är även docent vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Bilden är tagen i Tostbergen i södra Mongoliet.



Figur 1. Getter på bete i bergen i södra Mongoliet

Boskapsdrift och herdekultur är den största sysselsättningen i bergen där snöleoparden lever och har varit så i tusentals år. Att jobba med herdarna för att skapa möjligheter till samexistens är därför en viktig del i bevarandearbetet med att säkerställa snöleopardens fortlevnad.

Foto: Gustaf Samelius

jas lokalt. Hantverksprojekten hjälper herdarna genom att bidra med kompletterande inkomst som till viss del uppväger förlusterna av boskapsdjur, men hjälper även snöleoparderna genom ökad tolerans samt att en del av intäkterna går till bevarandearbete. Att prata med lokalbefolkningen om olika anpassningar till klimatförändringarna och vad man kan göra för att minska de negativa effekterna är också viktiga aspekter av bevarandearbetet.

Mycket av bevarandearbetet sker därför tillsammans med lokalbefolkningen och bygger på principen att för att kunna bevara snöleoparden och dess livsmiljö måste vi samtidigt skapa förutsättningar för lokalbefolkningen att kunna leva ett hållbart liv. En annan viktig aspekt av bevarandearbetet är att hjälpa till att höja kapaciteten att bevara djur och natur i länder

där snöleoparden lever genom att hålla i utbildningar på olika nivåer samt att involvera lokala studenter i arbetet.

Arbetet tillsammans med myndigheter är också viktigt för att hjälpa till med att ta fram förvaltningsplaner för snöleoparden och områden där snöleoparden lever. En viktig aktör i detta sammanhang är *the Global Snow Leopard and Ecosystem Protection Plan (GSLEP)* som är en allians mellan myndigheter och bevarandeorganisationer i de tolv länder där snöleoparden lever.

Några viktiga exempel på arbeten som skett i alliansens regi är att alla länder med vilda snöleoparder har utarbetat förvaltningsplaner för snöleoparden och att man gemensamt tagit fram 23 stora landområden där snöleoparden får ett särskilt skydd för att den fortsatt ska vara en naturlig del i Centralasiens berg.

OM SNÖLEOPARDER

Figur 2.

Snöleoparden är ett skyggt kattdjur som lever i Centralasiens höga berg. Det finns uppskattningsvis mellan 3 500 och 7 000 snöleoparder i det vilda. Det är väldigt svårt (nästintill omöjligt) att ta fram mer exakta siffror då snöleoparden är mycket skygg och lever i otillgängliga områden. De flesta forskare är dock överens om att antalet snöleoparder går långsamt nedåt och den klassas som sårbar (VU) av det internationella bevarandeorganet IUCN (*International Union for Conservation of Nature*).

De största hoten är konflikter som beror på att snöleoparderna tar boskapsdjur vilket kan leda till att boskapsägarna dödar snöleoparder; exploatering (framförallt gruvsdrift), överbete som resulterar i förlust av habitat och minskat antal naturliga bytesdjur; tjuvjakt och klimatförändringar, som sker ungefär dubbelt så fort i de höga bergen där snöleoparden lever jämfört med resten av vår värld.

Snöleoparden får mellan en och fyra ungar. Ungarna går med mamman i nästan två år (det längsta för något kattdjur), vilket gör att snöleoparden har en långsam reproduktionstakt och bara får ungar vartannat år.

Snöleoparderna har unika fläckmönster i pälsen vilket gör att forskarna kan följa indi-

vider över tid via bilder från viltkameror och exempelvis se om de har ungar eller ej. Genom att identifiera individer kan också antalet räknas i olika områden och förändringar följas över tid. Det är viktigt för att förstå arten bättre och för att kunna sätta in åtgärder om antalet skulle minska dramatiskt.

Genetiska verktyg kan användas både för forskning och övervakning av snöleoparden, antingen genom att identifiera individer och följa dem över tid eller genom att studera olika populationsgenetiska aspekter såsom genetisk variation och utbyte av individer och genetiskt material mellan olika områden. Därmed kan spridningsbarriärer och spridningskorridorer identifieras. Forskarna använder framförallt spillning från snöleoparderna för de genetiska analyserna. Fördelen är att spillning kan samlas in utan att fånga katterna – så kallad "non-invasive sampling".

MER INFORMATION:

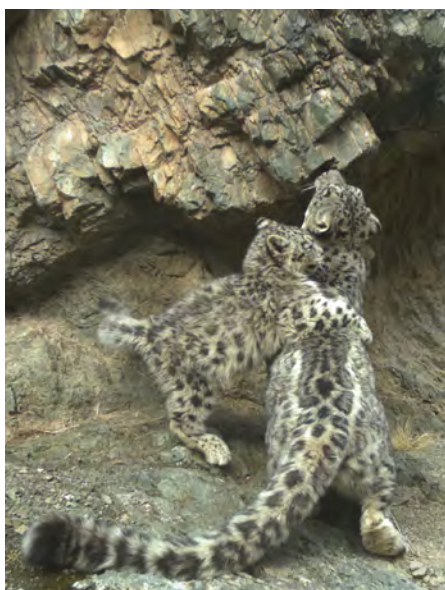
Snow Leopard Trust (snowleopard.org), Snow Leopard Network (snowleopard-network.org) och Global Snow Leopard and Ecosystem Protection Plan, GSLEP (globalsnowleopard.org)

Till vänster: En snöleopardhona och hennes cirka fyra månader gamla unge. Honan på bilden hade tre ungar (två utanför bilden).

Till höger: En snöleopardhona och hennes nästan fullvuxna unge i södra Mongoliet.

Bilderna är tagna med viltkameror som tar bilder automatiskt när ett djur rör sig framför kameran.

Foto: Snow Leopard Trust



Madagaskar och naturvård

– ett bevarandeprojekt för höglandsskogen Ambohitantely

Som forskare inom systematik och biologisk mångfald vill man gärna bara fortsätta att utforska livet på jorden eftersom det finns så många arter kvar att upptäcka, beskriva, namnge och studera. Naturvård och åtgärdsprogram är också ofta helt beroende av kunskap och data om arters utbredning och biologi för att rätt insatser ska kunna sättas in. Men dagens klimat- och biodiversitetskris kräver skyndsam handling på ekosystemnivå även utan full kunskap om ekosystemens invånare.



Texten är skriven av:

Johannes Bergsten

Docent och forskare vid enheten för Zoologi, Naturhistoriska riksmuseet. Johannes Bergstens forskargrupp studerar släktskap, evolution och artdiversitet inom insekter. Hans utforskande av Madagaskars fauna av vattenlevande skalbaggar har efter 15 år och ett tiotal expeditioner till olika delar av ön lett till upptäckten av hundratals nya arter.

Genom att kombinera data på unik artrikedom (endemism) och graden av hot mot ekosystemen har ett kriterium tagits fram för något som kallas biologisk hotspot (eng. *biodiversity hotspot*). Om en region har över 1 500 arter av endemiska kärlväxter och dessutom förlorat minst 70 procent av sin ursprungliga växtlighet är det en biologisk hotspot. Trettiosex områden i världen har kvalificerat sig idag, till exempel Atlantskogen i Brasilien, Kapregionen i Sydafrika och Medelhavsområdet. Den kvarvarande ursprungliga vegetationen, skog i de flesta fall, i dessa områden utgör tillsammans endast 2–4 procent av världens landyta men hyser 60 procent av jordens kända landlevande arter. Så varför är begreppet viktigt? Ja, tanken är att länder och organisationer ska uppmärksammas på att finansiering för att rädda biologisk mångfald skulle göra allra mest nytta just i dessa områden ur ett globalt perspektiv.

Madagaskar – en biologisk hotspot

Madagaskar med kringliggande öar i västra Indiska oceanen utgör en av de trettiosex regionerna. Vid försök till inbördes ranking hamnar Madagaskar ofta på första

plats med sina över 9 000 endemiska kärlväxter och mindre än 15 procent av den ursprungliga skogen kvar. Dessutom växer artlistan med drygt femtio nya växtarter årligen samtidigt som avskogningstakten ökat dramatiskt på senare år. Andelen endemiska kärlväxter, cirka 80 procent av alla kärlväxter på ön, speglar även situationen i djurriket. För många djurgrupper är endemismnivån 90–100 procent av alla förekommande arter medan hos duktiga flygare som till exempel fåglar och egentliga trollsländor ligger den ”bara” på 50 procent. Madagaskar är helt enkelt makalöst unikt och rikt i sitt djur- och växtliv men är också allvarligt hotat.

Olika ekosystem och mikroendemism

Det finns olika typer av ekosystem på Madagaskar, framförallt beroende på topografi och nederbörd. En bergskedja löper längs hela östra sida av landet. På östsidan hamnar därför mesta delen av årsnederbörden från Indiska oceanen vilket gett upphov till regnskog medan västra delen av ön hamnar i regnskugga och har en annan typ av torrare lövfällande skog. I sydväst är det som torrast och här finns en mycket speciell typ av skog som kallas *spiny forest*. Det

finns också mangroveskogar vid flodmynningar och alpin vegetation på över 2000 meters höjd. Centralt på Madagaskar finns en högplatå som idag till stor del utgörs av en antropogent inducerad grässavann, men som på sina ställen har kvar små fickor av en ursprunglig högländsskog. Denna skog liknar den östliga regnskogen men är också annorlunda. Nederbörden är lägre och vintrarna kallare.

De olika typerna av skogar hyser olika artsammansättningar. Ta lemurena som exempel (figur 1). Som ekoturist kan du besöka nationalparker och reservat från norr till söder och öster till väster och uppleva lemurena. Muslemurer och lepilemurer finns i de flesta skogar. Men det är ofta en annan art av muslemur och lepilemur du möter i en ny skog jämfört med ett tidigare ställe om du åkt en bit. Man talar om mikroendemisk utbredning och den är mycket viktig att ta hänsyn till ur ett naturvårdsperspektiv. Ett nätverk av skyddade områden måste ha alla delområden och ekosystemtyper representerade annars riskerar mikroendemiska arter att dö ut.

Skogen på högplatån

De sista skogsresterna på den centrala högplatån är ett sådant exempel. Genom inventeringar i skogsbäckar hade vi upptäckt ett flertal obeskrivna mikroendemiska arter av vattenlevande insekter (figur 2) som bara verkar finnas här. Speciellt i ett område som heter Ambohitantely finns den största kvarvarande skogsresten av denna typ av högländskog (figur 4, 6). Området ligger bara två timmars bilresa norr om huvudstaden.

Här finns också unika arter av grodor (figur 3), ödlor och växter som inte hittats någon annanstans på ön. Ett stort antal arter är alltså beroende av att denna lilla skogsrest, där största skogsfragmentet endast är strax över 1 000 hektar, får finnas kvar, annars är de borta för alltid från jordens yta. Det var bakgrunden till att vi initierade ett bevarandeprojekt för Ambohitantely som nu pågått i nästan tre år. Ambohitantely är skyddat som ett reservat sedan 1982, vilket i stort sett respekteras av lokalbefolkningen i omkringsliggande byar. Svedjebruket som

på många andra ställen på Madagaskar är största orsaken till att skogen försvinner är därför inte det största hotet här. Det är istället eld från den kringliggande grässavannen som sprider sig in i skogen och år efter år minskar kvarvarande skogsareal. Bränderna uppstår inte naturligt utan det finns en tradition av att aktivt bränna grässavannen årligen för att stimulera nytillväxt som foder för boskap.

Bevarandeprojekt

Skogar som glöms bort och inte besöks löper störst risk att också försvinna. Ju mer forsknings- och studieverksamhet som pågår i en skog, desto större chans har den att överleva. Med ekonomiskt stöd från Föreningen *Rädda Regnskog* i Sverige kunde vi tillsammans med organisationen *Association Vahatra* på Madagaskar starta ett projekt för att försöka vända utvecklingen av minskande skogsareal. Projektet bestod av fyra delar.

För det första gällde det att skapa brandgator kring de kvarvarande skogsfragmenten (figur 6–7). Det innebär att vegetationen och den brännbara översta förnadeln avlägsnas i breda gator kring skogen. Dessa bränns sedan av en gång per år före gräselddningssäsongen för att därefter fungera som en fysisk barriär mot att elden hoppar över och sprider sig in i skogen.

En andra stor del i projektet gällde återbeskogning och restaurering (figur 11–12). I samarbete med botaniker valdes ett antal ursprungliga trädarter ut för att drivas upp och sedan planteras ut. Strategiska områden valdes ut som hade störst chans att återbeskogas och som skulle komma att binda ihop olika kvarvarande skogsfragment och på sikt skapa större sammanhängande skogar. En plantskola startades med anställda från lokalsamhället som nu jobbar med att driva upp trädplantor för utplantering (figur 9–10). För att skapa bästa chans till överlevnad för de utplanterade plantorna krävdes två saker: dels måste nyplanterade områden vara skyddade bakom brandgator och dels behöver plantorna näringsrik jord i början av sitt liv. Därför startades också storskalig produktion av kompostmaterial,



Figur 1. Få djur är så förknippade med Madagaskars unika mångfald som lemurena. Ullmakin *Avahi laniger* är en nattaktiv lemur och en av Madagaskars över 100 olika arter av endemiska lemurer. Det är också en av fem lemurararter i Ambohitantely.

Foto: J. Bergsten



Figur 2 (ovan). En nybeskriven art av vattenbi, *Ternocoris montandoni*, som bara är känd från Ambohitantelys skogsbäckar.

Källa: Sites RW, Bergsten J (2022) The Naucoridae (Heteroptera: Nepomorpha) of Madagascar, with revisions of *Ternocoris* and *Tsingala* (Laccocorinae). *PLoS ONE* 17(9), CC BY 4.0. (doi.org/10.1371/journal.pone.0272965)

Figur 3. Grodan *Anodonthyla vallani* är mikroendemisk för Ambohitantely. Arten kan höras spela på natten i skogen från trädet på cirka 2–3 meters höjd.

Foto F. Andreone



där den avlägsnade vegetationen och förnan vid skapandet av brandgatorna finfördelades, blandades med boskapsgödsel och vattnades (figur 8). Efter tre till sex månader är kompostjorden färdig att användas.

En tredje del i projektplanen var väldigt konkret: en biologisk fältstation behövde byggas för att underlätta studier och forskningsverksamhet i skogen, lagra utrustning och underlätta matlagning och övernattning (figur 5). Forskningsprojekt skapar inkomstmöjligheter för guider, fältassistenter, kockar, bärare, inventerare med flera och forskningsstationen i sig ger inkomster genom uthyrning till reservatsförvaltningen, som sköts av *Madagascar National Park*. Detta var ett viktigt mål i sig med bevarandeprojektet, att skapa incitament för de omkringliggande samhällena att bevara skogen.

Den sista delen i projektet handlade om fortsatt inventering av insekter och att engagera studenter vid Antananarivo Universitet i form av fältarbeten för sina mastersprojekt.

Figur 4. Inre del av Ambohitantely.

Foto: J. Bergsten



Uppnådda resultat

De första två årens resultat är lovande trots att detta var uppstartsåren då bland annat allt kring återbeskningsinitiativet planerades, samt plantskolan och kompostproduktionen startades: cirka 20000 plantor drevs upp varav cirka 4000 planterades ut. Åtta kubikmeter kompostmaterial producerades i en första omgång och har sedan skalats upp. Arbetet med att skapa brandgator hade redan påbörjats före projektet men sedan dess har ytterligare 19,2 kilometer brandgator skapats. Stationsbyggnaden stod klar i juli 2022. Fyra masterstudenter från universitetet i Antananarivo utförde fältarbeten i skogen under handledning av en postdoc som finansierades av projektet. Ett stort antal män och kvinnor från de lokala byarna har varit delaktiga i projektet genom anställningar. Tjugo män utförde arbetet med brandgator, tio kontrakterades för byggandet av stationen, två personer sköter plantskolan på heltid och ett trettiotal kvinnor har jobbat med kompostproduktionen. Över hundra personer har varit involverade i återbeskningsdelen som förutom allt kopplat till trädplantering även innefattar avlägsnande av invasiva främmande träd och buskar. Studentprojekten har gett arbetstillfällen åt en guide och en kock. Dessutom har vi lärt oss väldigt mycket dessa två uppstartsår kring vad som fungerar bra och vad som fungerar mindre bra. Överlevnaden för utplanterade trädplantor ser mycket bra ut i jämförelse med andra projekt (cirka 90 procent), och mätdata samlas in regelbundet över trädplantornas tillväxt. Boskapsgödsel är en begränsande faktor i området för att kunna skala upp kompostmaterialproduktionen och nu kommer försök göras där istället bottenmaterialet (blandning av matrester och avföring) från storskalig uppfödning av syrsor blandas i som komplement.

Det ska bli mycket spännande att se vad Association Vahatra lyckas med de kommande åren i detta projekt. Finansieringen är dock osäker framöver. Föreningen Rädda Regnskog i Sverige kan inte utlova stöd för mer än ytterligare ett år så vi söker efter nya finansiärer.

BEVARANDEARBETET I AMBOHITANTELY

Figur 5–12.



5. Ny fältstation

6. Brandgatan kring största skogsfragmentet bränns av inför eldningssåsongen.

Foto (bild 6): Goodman mfl, 2018 ISBN 9782957099733

7. Arbete med att skapa brandgator

8. Skapande av kompostmaterial

9. Plantskolan startas med installation av drivbäddar.

10. Plantskolan har nu en kapacitet att driva upp 35 000 trädplantor per år.

11. Hål har förberetts intill kvarvarande skog för utplantering.

12. Hålen fylls med kompostmaterial för att ge trädplantorna bästa chans till överlevnad.

Foto (bild 5 och 7-12): Association Vahatra



Arbeta vidare med att bevara och skydda

Inventeringar av hotade arter och miljöer är nödvändiga för att få en uppfattning om tillståndet, men sedan krävs åtgärder på olika nivåer. I detta kapitel handlar forskartexterna om miljöer i både Sverige och i andra länder. Många beröringspunkter finns som gäller bevarandefrågor kring snöleoparden, de unika miljöerna på Madagaskar och vargens status i Sverige.

1. På webbplatsen *Skyddad natur*, Naturvårdsverket, finns alla slag av skyddad natur registrerad.
 - Vilka olika typer av skyddsobjekt finns i ditt när-område? Klicka i kartan och ta reda på skyddsform och varför dessa områden är skyddade. Vilken lagstiftning ligger till grund för skyddet?
 - För naturreservat, Natura 2000-områden och nationalparker finns bevarandeplaner och ofta annan dokumentation. Ta reda på hur skötseln bedrivs för ett område i din närhet.
 - Besök ett skyddat område och beskriv skyddsform, naturtyper och intressanta arter.
2. Naturturism kan både vara bra och dåligt för den biologiska mångfalden. Förklara båda ståndpunkterna.
3. Våtmarker spelar stor roll både för den biologiska mångfalden och för att minska miljöproblem.
 - Vilka slags våtmarker är särskilt artrika?
 - Vilka miljöproblem kan påverkas positivt av våtmarker?
 - Om torvmarker, som tidigare dikats ut och sedan planterats med skog, återväts genom att gamla diken pluggas igen kan de fungera som kolsänka. Förklara!
4. En paradox är att en förödande skogsbrand, där mycket av livet förstörs, också ger förutsättning för att nytt liv ska spira.
 - Ge exempel på arter som gynnas av skogsbränder.
 - Vad ska man tänka på om man vill göra upp eld i ett naturområde så att det inte uppstår en skogsbrand?
5. Bevarandeprojektet på Madagaskar innebar att flera problem behövde lösas.
 - Vilket var det allvarligaste hotet mot området innan projektet startade? Hur löstes problemet?
 - Hur restaurerar man och återskapar miljön?
 - För uppodling av trädplantor krävs att de får utvecklas i näringsrik jord. Hur löser man det utan att använda konstgödning?
 - Vilken betydelse har det att ett universitet är inkopplat på projektet?
6. Grundproblemet är detsamma för boskapsägare i många länder; att rovdjur tar boskap och att människor känner sorg över att förlora sina husdjur samt att de drabbas ekonomiskt. Boskapsägare kan också känna att andra inte förstår eller tar problemen på allvar.
 - Vilka är orsakerna till minskningen av snöleoparden och vilka skyddsåtgärder vidtar man för att bevara den?

Både i länder där snöleoparden lever och i projektet på Madagaskar pågår ett arbete som involverar lokalbefolkningen. En insikt är att människor i respektive länder måste kunna livnära sig i samspel med naturen och att stödet från lokalbefolkningen är avgörande för att bevara arter och miljöer.

 - Ge exempel på likheter och skillnader mellan situationen för varg i Sverige och förhållanden som rör snöleoparden. Det kan till exempel handla om ekonomiska, ekologiska och sociala frågor: Hur förvaltas stammarna av snöleopard respektive varg (i Sverige) för att livskraftiga populationer ska bevaras?
 - I Sverige finns en stor aversion mot varg hos många. Reflektera över hur man kan överbrygga motsättningarna och få en större acceptans för att vargen ska ha en livskraftig population i Sverige.

UPPLEV OCH UNDERSÖK

7. I artikeln *Att restaurera våtmarker* beskrivs bland annat hur viktiga våtmarker är för fladdermöss. Bygg eller köp in en fladdermusholk och sätt upp den i ett lämpligt område med tillgång till vatten och gamla grova träd. Låna eller köp in en fladdermusdetektor och ordna en kvällsaktivitet tillsammans med eleverna.

FLER RESURSER

Inspireras av genomförda projekt där elever och lärare arbetar tillsammans med externa aktörer:

- Artikel om invasiva arter i Bi-lagan nr 1 2023 (se även uppgift i kapitel 4, sida 67)
- Artikel om *Actions for insects* samt artikeln om biologisk mångfald på skolgården i Bi-lagan nr 1 2024

Nationellt resurscentrum för biologiundervisning

har ett uppdrag att stödja och inspirera alla som undervisar i biologi, från förskola till gymnasium och vuxenutbildning. Detta gör vi bland annat genom att:

- informera om ämnesområdets utveckling
- erbjuda fortbildningar och främja diskussion och utbyte av idéer mellan lärare
- inspirera till ett undersökande arbetssätt med experiment och fältstudier
- ge råd om säkerhet och regler vid laborativt arbete
- främja kontakter mellan forskning, skola och samhällets olika aktörer.

Webbplatsen www.bioresurs.uu.se innehåller resurser för undervisning, våra publikationer och information om aktuella fortbildningar. Tidningen Bi-lagan ges ut två gånger per år och skickas kostnadsfritt till prenumeranter. Via ett digitalt nyhetsbrev delas aktuell information. Vi finns också på Facebook.

Har du frågor eller idéer kring undervisning?
Skriv till info@bioresurs.uu.se.



Nationellt
resurscentrum för
biologiundervisning, vid
Uppsala universitet i sam-
arbete med SLU, Biologi-
lärares förening och
Skolverket

Forskning fascinerar och hjälper oss förstå mer av vår omvärld. Magasinet *Fascinerande forskning – för skolan med fokus på biologisk mångfald* – handlar om miljöer i Sverige såväl som i andra länder, om mångfalden av ekosystem och arter.

Utvecklingen går snabbt inom biologiområdet och berör många viktiga framtidsfrågor. Minskningen av den biologiska mångfalden och klimatförändringarna som accelererar handlar i båda fallen om allvarliga hot mot livet på jorden. Påverkan är ömsesidig – utan fungerande ekosystem kommer klimatet i olag och klimatförändringarna påverkar redan den biologiska mångfalden.

I magasinet hörs en mångfald av forskarröster som visar på förändringar i miljöer och hot mot arter, men också på fascinerande upptäckter och målmedvetet arbete för att skydda och bevara värdefull natur.

Biologiundervisningen i skolan handlar om olika organisationsnivåer och om processer inom och mellan dessa nivåer, från det största till det minsta, om ekosystem, arter och gener. Biologisk mångfald inkluderar alla dessa nivåer och är central för biologiundervisningen. I magasinet knyts därför texterna i varje kapitel till diskussionsuppgifter som fördjupar förståelsen av komplexiteten i naturens väv av arter.

Magasinet *Fascinerande forskning* har tillkommit i samarbete mellan Nationellt resurscentrum för biologiundervisning vid Uppsala universitet och Martin Granbom, initiativtagare och medförfattare, samt alla forskare och experter som bidragit med artiklar och bilder. Det riktar sig framför allt till lärare på gymnasium, vuxenutbildning och i senare delen av grundskolan, samt till elever på gymnasienivå, men även till övriga med intresse för biologi och biologiundervisning.

Läs och fascineras!