

A diver in a dark suit and mask is seen from behind, illuminated by a bright light on their head. They are swimming over a diverse and colorful underwater reef. The reef is covered in various types of coral, including large, flat, pinkish-red corals and smaller, more intricate structures in shades of purple, orange, and yellow. The water is a deep, dark green, and the overall scene is rich with marine biodiversity.

# 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: Brittmari Lidesten (redaktör), Martin Granbom, Ammie Berglund, Lisa Reimegård

Omslagsbild: Tobias Dahlin

För fler exemplar, kontakta [info@bioresurs.uu.se](mailto: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



# 5 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. Fordelaktiga 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 fortplantar 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

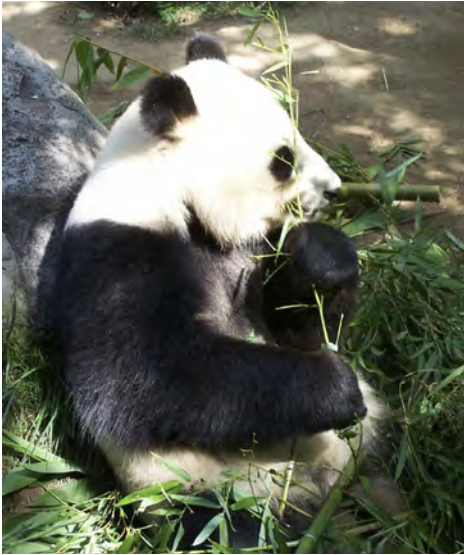
En del arter är beroende av ett mycket specifikt habitat för sin överlevnad. Ett exempel är koalans, som måste ha tillgång till eukalyptusträd, både för föda och skydd mot fiender. Under lång tid har koalorna anpassats till sin livsmiljö och när denna förändras, till exempel genom avverkning av skog 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 tjuvskyttet 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 kallas sandbin, specifika växtarter för att samla pollen och nektar, samt näringsfattig mark med blottad sandjord för att gräva ägg-läggninggångar. 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.

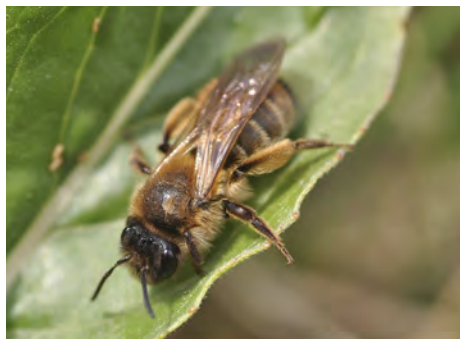
## Dålig anpassningsförmåga

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): Aiwox, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0



Figur 5. Kakapon (ugglepapegojan) saknar flygförmåga. Innan européerna kom till Nya Zeeland fanns inga landlevande djur, men nu är arten akut hotad och det återstår bara ett par hundra individer. Bevarandeprojektet 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 (otillfredsstillande 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 flaskhals-effekt. 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 elefanthonor 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 elefanthonor 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.

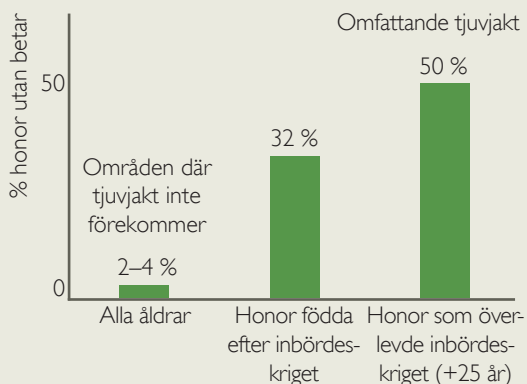
## Position i näringskedjan

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 äggen 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](http://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.

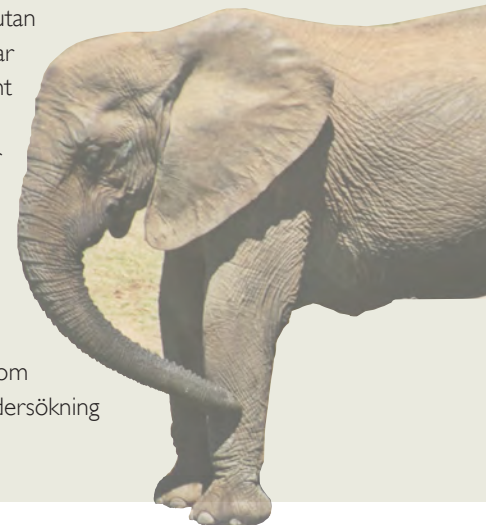
Foto (elefant utan betar): pixabay.com

## ELEFANTERNA I GORONGOSA

Figur 7.

Elefanternas betar är viktiga för att bryta sönder träd till mat, för att gräva efter vatten 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.*

**F**järilar är viktiga pollinatörer och är föda för fladdermöss och groddjur. För fåglarna är fjärils-larver en mycket viktig födo-källa. 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 väddnätfjärilen 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 väddnätfjärilen (*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 artrikedom 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 artrikedom 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 sälgfly, *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).

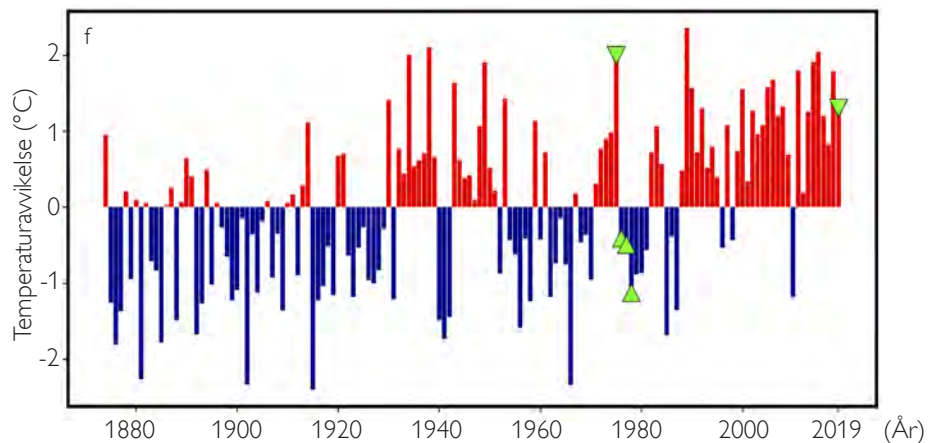
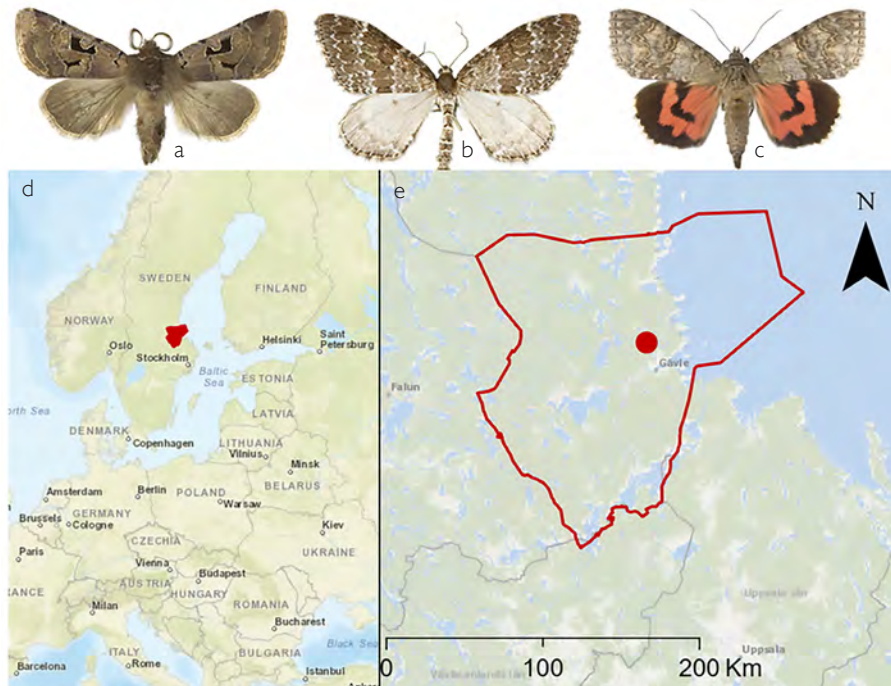
De tre fjärilsarterna har fotograferats av Vladimir S. Kononenko.

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 fjärlarnas 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



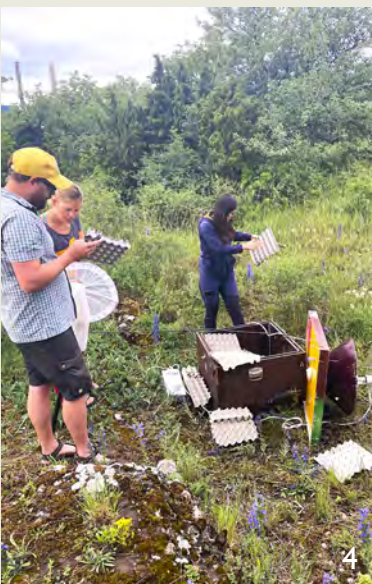
1



2



3



4

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 fånga 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



5

# 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.*

**F**jällrävsforskningen 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 fjälleskosystemet

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 fjälleskosystemet. 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 följd effekt. 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, fältkoordinatör och forskningsbiträde på Stockholms universitet samt nationell koordinatör 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](http://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 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 slås 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, sällning, 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](http://www.actionsforinsects.com).

Fjällrävsprojektet (@fjallravsprojektet eller [www.su.se](http://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.