

A diver in a dark suit and mask is seen from behind, illuminated by a bright light on their chest. They are positioned in the upper left quadrant of the frame, looking down at a diverse and colorful underwater reef. The reef is covered in various organisms, including pinkish-red sponges, purple and red starfish, and numerous yellow and white sponges. The background is a deep, dark green, suggesting a deep-sea environment.

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

Upplaga: 14 000 exemplar

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

Tryck: Stibo Complete AS



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
- Giffri 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 brukningsmetoder 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.

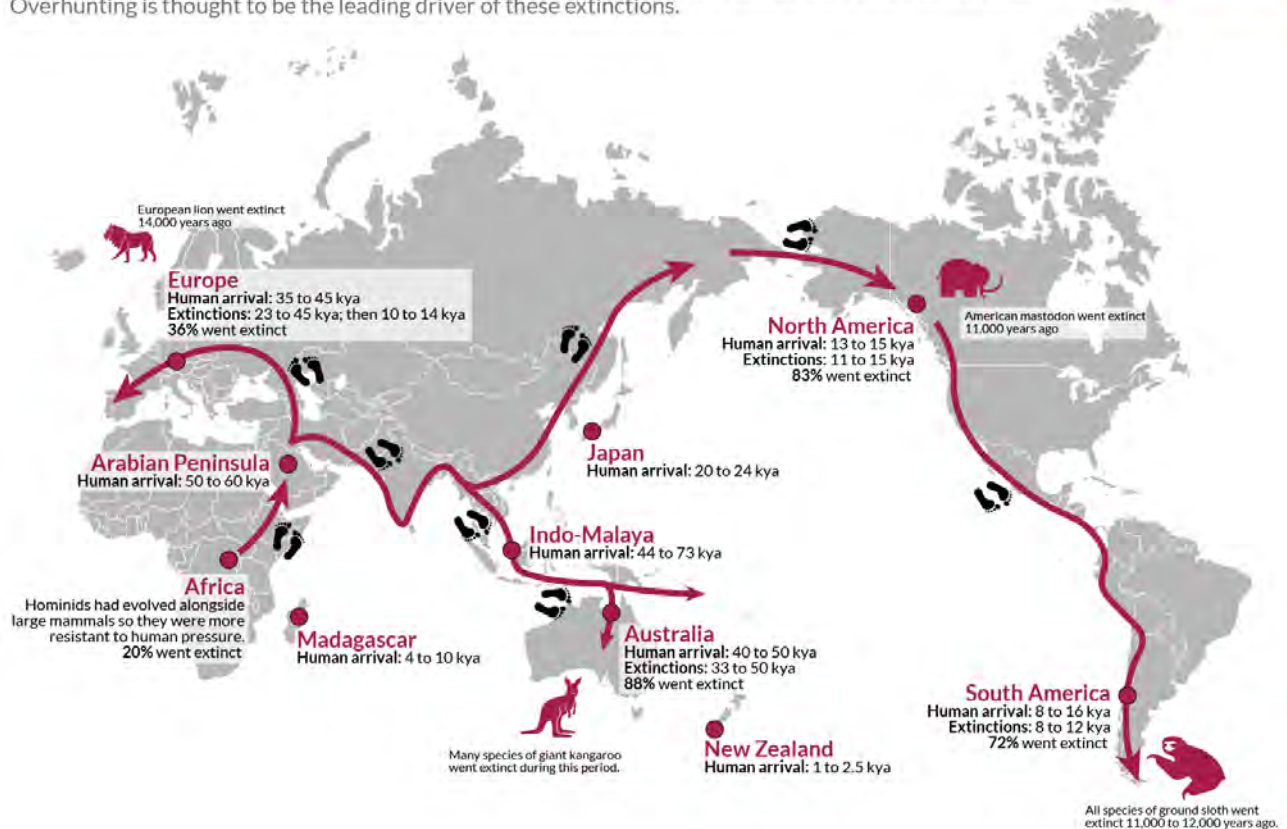
Kya=årtusende från idag.

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, sankade 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, gödslas 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, stenvallar 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



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

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

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 10000 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 kläckts. 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 barlasttankar 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



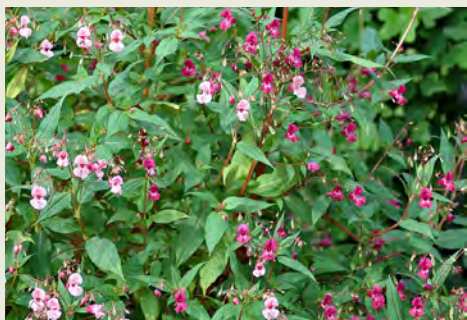
Parkslide



Signalkräfta



Jättebalsamin



Kinesisk ullhandskrabba



Jätteloka



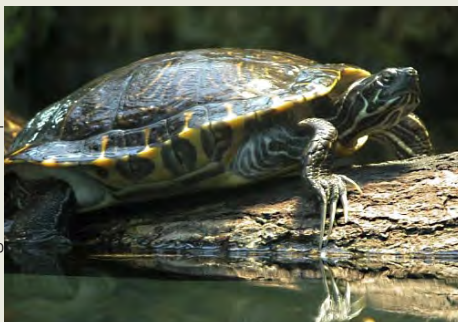
Bisam



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 Ardatabankens 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 försvin-



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 sandstämpan. 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 sandstämp 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 ämnes koncentration ökar mellan de trofiska nivåerna kallas biomagnifikation.



Figur 7. Både fäldsippa (till vänster) och sandnejlika (till höger) är arter som växer på sandstämp 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 uttter 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 brandsläckningskum och impregneringsmedel och även

denna ämnesgrupp påverkar många organ hos människor och andra organismer.

För att de stora jordbruksenheterna 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 insektarter. 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 kräftdjur. 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 bryts ner 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 väljer 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 trådalger 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

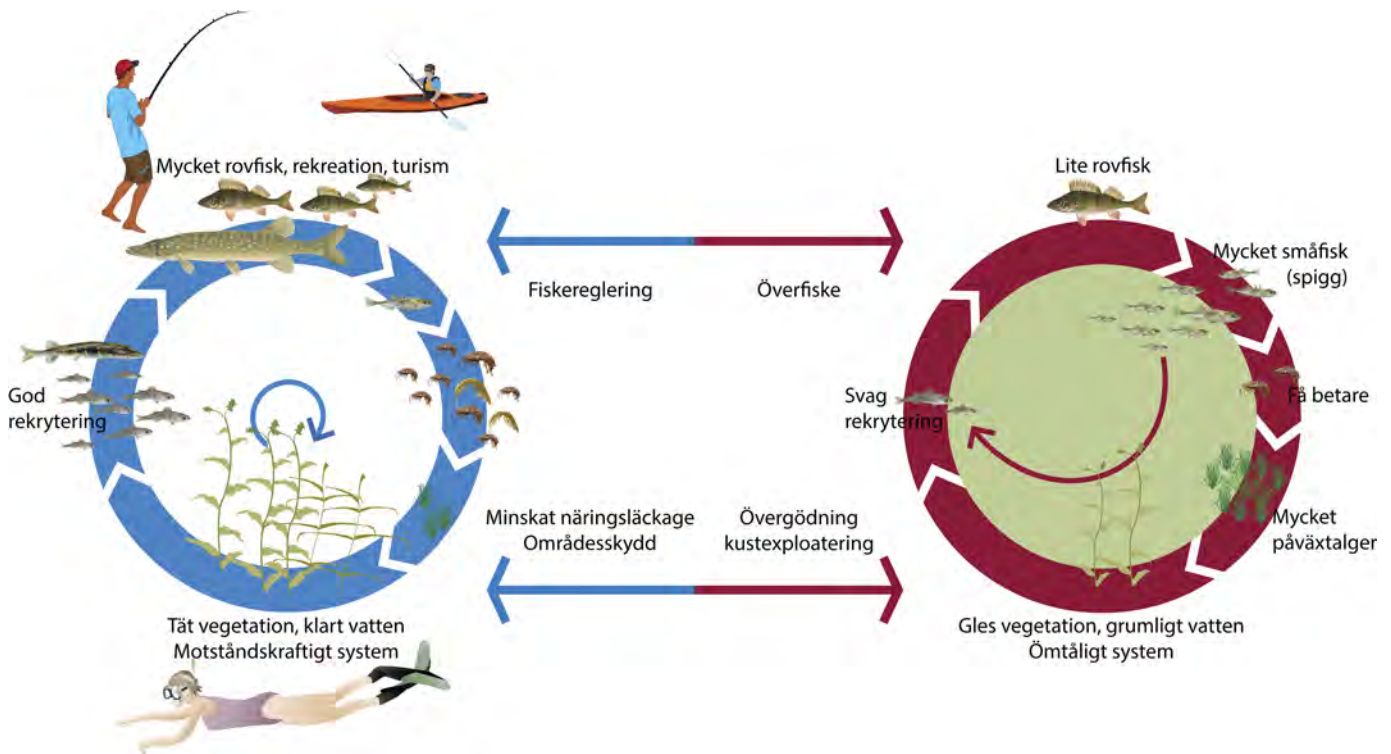
leda till syrebrist på bottenarna i de grunda kustområdena.

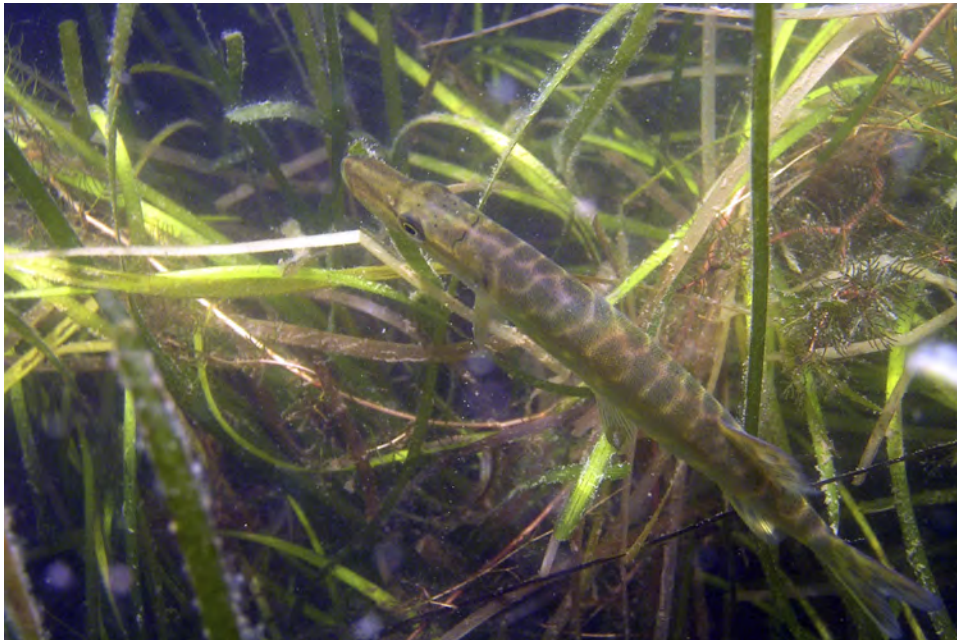
De här händelseförloppen innefattar flera självförstärkande mekanismer, som kan låsa ekosystemet i ett oönskat läge. Det innebär att när spiggen väl tagit över en vik så kan viken fastna i ett läge där rovfisken inte lyckas reproducera sig längre och där vegetationen minskar – vilket i sin tur ytterligare 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 tidskala är det en mycket dramatisk förändring.

Det här regimskiftet förstärks dessutom av att de vegetationsklädda bottenarna försämras 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 strömning. Strömningen utgör normalt sett huvudföda för säl och skarv, men när det blir ont om strömning 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 strömning 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 fånga 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 funkalar 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 klippas 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.

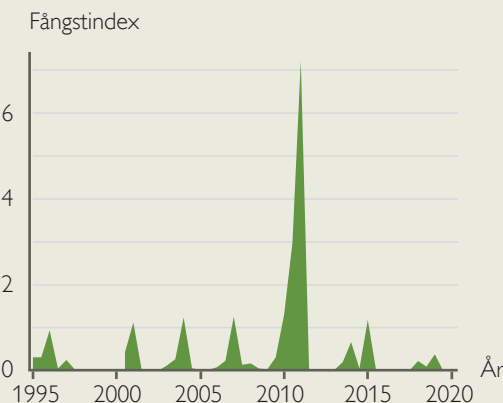
Ett av de minsta däggdjuren i fjällvärlden, en liten gnagare, ett hekto tung och 15 centimeter lång, exklusive den korta svansen, har stor betydelse för ekosystemet i den svenska fjällvärlden. Det handlar om fjälllämmeln, en liten ilsken krabat som inte drar sig för att utmana fjällvandrare som inkräktar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

När förhållandena är gynnsamma kan populationen av fjälllämmel öka kraftigt, så kallade lämmelår, och då blir det ett överskott 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, Lappland, 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): Andraze, commons.wikimedia.org, CC BY-SA 3.0

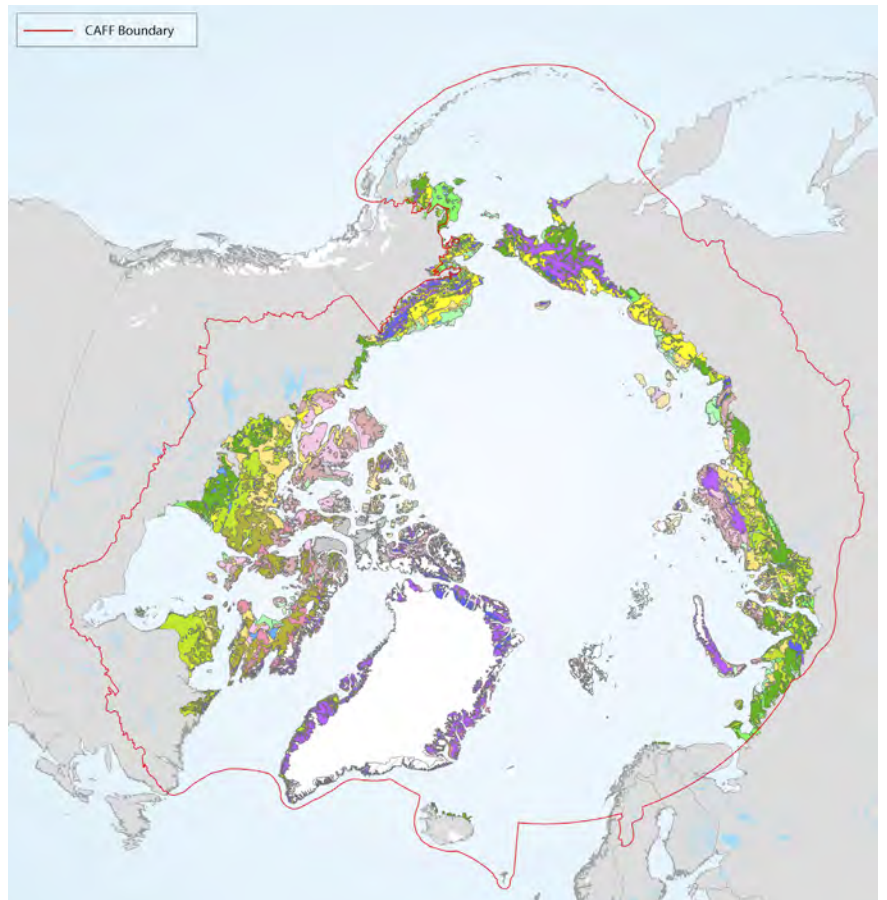
Arktis följer dagsljuslängden i högre grad än temperaturen. Det medför att pollineringarna kommer när blomningen redan är över, och det blir brist på nektar och pollen som föda åt insektslarverna. Följden blir att insektspopulationerna minskar. Genom evolution har tidpunkten för när insektsätande fåglar 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.articbiodiversity.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.

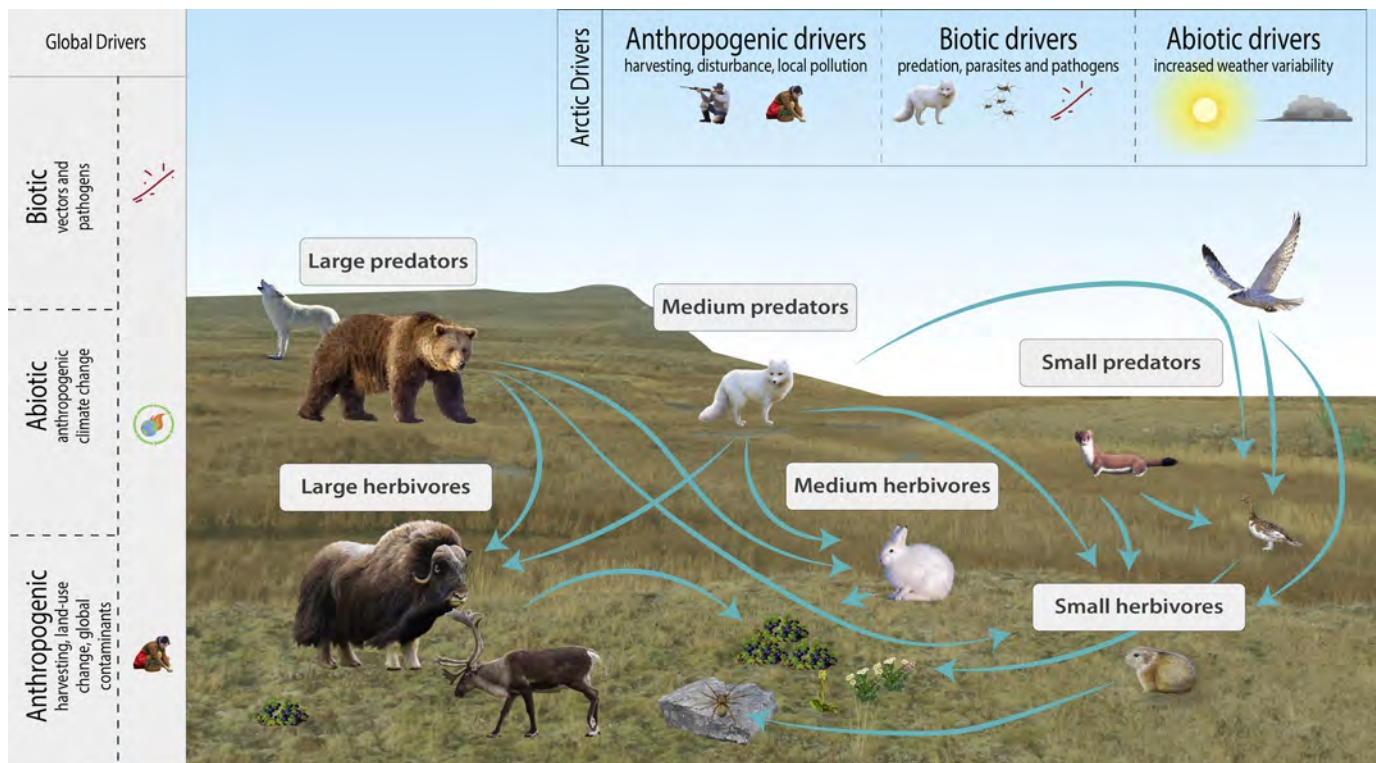
FÖRÄNDRINGAR

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*, framtagen 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. (sverigemiljomal.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 begränsad faktor för jordbruksgrödor är tillgång 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)