

Moderne bevaringsbiologi

– nye opgaver og nye muligheder i DNA-tidsalderen

Bevaring af verdens dyr og planter er noget, der optager mange mennesker.

De seneste år har bevaringsarbejdet skiftet karakter og foregår i højere og højere grad bag computerskærme og i laboratorier frem for i felten.

Af Jesper Givskov Sørensen,
Torsten Nygaard Kristensen,
Cino Pertoldi og Volker
Loeschcke

■ Menneskets aktiviteter har enorm betydning for miljøet, og derigennem for andre levende organismers chancer for at overleve. Gennem tiderne har skovrydning, opdyrkning og industrialisering ændret eller fjernet, men også skabt, levesteder for dyr og planter. I nyere tid er det blevet klart, at menneskelige aktiviteter direkte eller indirekte er skyld i uddøen af arter. Hastigheden hvormed arter og bestande uddør er anslået til at være på højde med – eller højere – end i tidligere perioder med masse-uddøen. Denne situation har ført til, at bevaringsbiologi er opstået som videnskabelig disciplin, og moderne metoder er nu med til at øge vores viden og forståelsen for processerne, der fører til udryddelse. Dette arbejde vil give os viden, der kan øge chancen for at vi kan



Museumsamlinger af knogler og skind er en værdifuld kilde til DNA-information, der kan bruges i arbejdet med at bevare truede dyrearter.

sikre overlevelsen for en lang række arter bl.a. i Danmark.

Det lange sigt

Tidligere handlede bevaringsbiologi primært om fysisk at beskytte levesteder og indivi-

der af en truet art ved at frede den, indhegne dens levesteder, overvåge eller indfange den. Denne del af bevaringsbiologien kan betragtes som en "her og nu" indsats. I den moderne bevaringsbiologi, beskæftiger

man sig mere med bevaring på længere sigt. Selvom det er meget vigtigt at redde individer og levesteder for arter, handler det i dag også om at bevare det genetiske materiale, udpege oprindelige bestande, identifi-

cere "nøgle-arter" og såkaldte "hotspot-områder", og om at genudsætte arter i områder, de tidligere har levet i. For at udnytte økonomiske og tidsmæssige ressourcer bedst muligt, og øge sandsynligheden for succes, kræver dette et tæt samarbejde mellem bl.a. genetikere, økologer og statistikere.

Uddøen er en naturlig proces

I en debat om bevaring af arter og bestande er det vigtigt at vide, at uddøen er en naturlig proces i en dynamisk verden. Derfor er det ikke muligt helt at undgå uddøen, men mere at begrænse hastigheden af uddøen, så den ikke overstiger hastigheden af dannelsen af nye arter. Planter og dyr uddør bl.a. fordi egnede levesteder forsvinder. Kendte eksempler fra Danmark er den kraftige nedgang i arealet af de kulturskabte naturtyper som heder, enge og overdrev. Dette er i særdeleshed gået ud over fugle-, insekt- og plantearter, som er tilpasset disse levesteder. Direkte udryddelse af arter eller ødelæggelse af tilbageværende sjældne levesteder er under danske forhold forsøgt kontrolleret gennem fredninger og beskyttelse.

Det er farligt at være sjælden

Når bestande og arter på længere sigt er i fare for at uddø, selvom man freder og beskytter levesteder og individer, er det fordi det er risikabelt at være sjælden. I Danmark er der sket en opdeling (fragmentering) og nedgang i antal og omfang af egnede levesteder for mange arter. En sådan reduktion af det samlede areal med egnede levesteder og en fragmentering af tilbageværende områder betyder, at bestande der lever i disse områder bliver af en mindre størrelse. Fredninger og beskyttelse af disse små bestande vil ofte ikke være tilstrækkelige i forhold til at redde bestanden på lang sigt.

Små bestande trues af såvel miljømæssige, demografiske som genetiske faktorer. Miljømæssige udsving i klima og demografiske faktorer, f.eks. i form af en

skæv kønsfordeling i antallet af nyfødte, kan betyde, at en lille bestand uddør. Sandsynligheden for, at nogle individer vil overleve, er større i en stor bestand. Samtidig er man i dag i stigende grad klar over, at små bestande trues af genetiske faktorer. I små bestande vil der forekomme paring mellem beslægtede individer (indavl), samt udhuling af den genetisk forskellighed (variation). Dette kan føre til nedsat modstandsdygtighed overfor sygdomme og færre afkom. Det betyder også, at små bestande i mindre udstrækning har evnen til evolutionært at tilpasse sig forandringer i miljøet, da genetisk variation er råmaterialet for tilpasninger.

Disse faktorer, der gør livet i en lille bestand farligt, påvirker og forstærker hinanden i den såkaldte *udryddelses-spiral* (se boks). Urfuglen, der tidligere var talrig på de danske heder, er et eksempel på en fugl, der er uddød i Danmark som følge heraf.

Bevaringsbiologi i DNA-tidsalderen

Tidligere har man opfattet hver plante- og dyreart som en uforanderlig enhed. Denne opfattelse af uforanderlighed er formuleret i Bibelens fortælling om Noa, der dækkede hele verdens biodiversitet ved at have bare to individer af hver art med på Arken. I dag er man blevet meget mere bevidst om genetisk forskellighed inden for arter, og at de enkelte bestande er en vigtig del af den biologiske mangfoldighed. Genetisk variation er en forudsætning for at sikre overlevelse på længere sigt, f.eks. fordi variation er nødvendig for, at der kan ske tilpasning til ændrede miljøbetingelser. Begrebet biodiversitet omfatter altså ikke kun antallet af arter, men også den naturlige variation inden for arterne. Bevaring af denne "samlede" variation er nu målet for bevaringsbiologien.

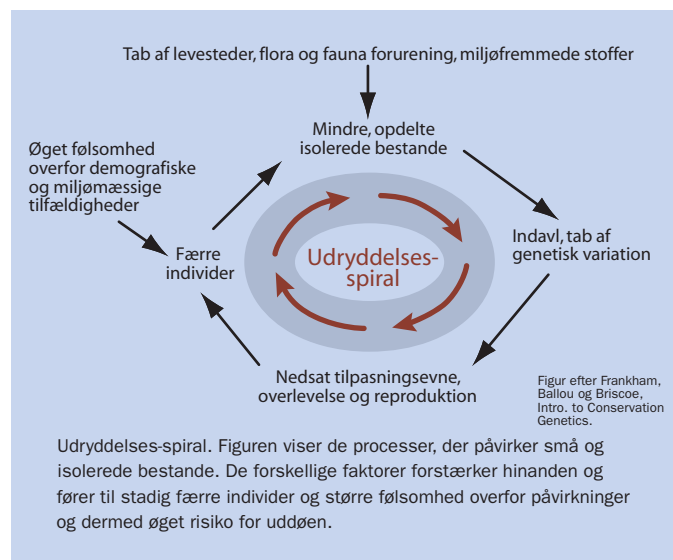
Oprindelige lokale bestande

Geografisk adskilte bestande er ofte genetisk unikke, enten pga. tilfældige ændringer, og/eller som følge af en tilpasning til



Foto: Mark Henryon

Agerhønen er et eksempel på en fuglear, der er gået tilbage i Danmark i de senere år primært på grund af en reduktion i antallet af egnede levesteder.



lokale forhold. En kronhjort er ikke bare en kronhjort, men en vestjysk eller en sydfransk kronhjort, og en laks er ikke bare en laks, men en Gudenå- eller en Skjernå-laks. Denne viden kan forklare, hvorfor nogle dyr og planter ikke altid klarer sig godt, når de bliver genudsat i fremmede områder. Dette understreger vigtigheden af at

kunne identificere oprindelige bestande for at kunne målrette bevaringsindsatsen mod unikke, lokale stammer med lokale tilpasninger. Genetisk viden er også vigtig for bedst at kunne udvælge de bestande, man vil satse på at frede eller bevare, når man som oftest ikke kan vælge alle. Et centralt spørgsmål i denne sammenhæng er, hvordan man kan iden-

tificerede oprindelige bestande.

Her kan man i nogle tilfælde anvende teknikker, der leder tankerne hen på Jurassic Park. I flere tilfælde har man kunnet udvinde gammelt DNA og dermed få et genetisk fingeraftryk af historiske bestande. Dette har bl.a. været brugt på laksefisk, hvor forskere har udvundet DNA af 100 år gamle skælprøver, der regelmæssigt har været indsamlet til andre formål. Med disse har man kunnet finde de vandløb, der stadig indeholder oprindelige bestande af fisk, og som man derfor vil satse på i bevaringsøjemed.

Et andet eksempel er, at det fra knogler, fjer, tænder og skind er lykkedes at udvinde DNA, f.eks. fra museumseksemplarer af oddere og kronvildt. Disse samlinger, der er etableret med helt andre formål for øje, kan nu tjene som en tidslinie for den genetiske udvikling. På den måde kan man se om nulevende bestande er oprindelige eller udsatte. Man kan også se, om de indeholder mindre genetisk variation end tidligere, og dermed måske er på vej ind i udrydnings-spiralen. Hvis dette er tilfældet, kan man udsætte "nyt blod" til bestanden.

Man kan vurdere, hvilke bestande der indeholder meget variation og således er særligt vigtige at bevare, og hvilke bestande der med fordel kan

bringes i kontakt med hinanden via spredningskorridorer mellem levesteder.

Samme viden bruges af zoologiske haver, der deltager i internationale samarbejder, hvor dyr eller sæd udveksles med henblik på at optimere avlen og evt. forberede re-introduktion til naturen. Genetisk viden er nu en vigtig del af planlægningen af disse avlsprogrammer, der minimerer indavlen og bevarer unikke lokale stammer. Genetiske teknikker gør det i dag muligt at bestemme hvor individer med ukendt oprindelse kommer fra. Dermed kan man undgå potentielt skadelige effekter af at blande bestande med forskellige lokale tilpasninger. I dag er det altså muligt at lave en præcis liste over, hvilke individer der skal parres med hvilke for at opretholde en genetisk sund bestand.

Sandsynligheder for overlevelse

I bevaringsbiologien arbejder man med sandsynligheden for at en given art eller bestand vil overleve på længere sigt. Overlevelsesanalyser kan benyttes til at forudsige chancerne for at en given bestand overlever i f.eks. 10, 100 eller 500 år. Des længere tidsperspektiv, man undersøger, desto mere "krystalkugle" bliver der over forudsigelserne. Ved at analysere miljømæssige, demo-

grafiske og genetiske karakteristika for givne bestande, beregner man sig frem til sandsynligheden for overlevelse. Man kan også ændre parametre, således at man kan få et billede af betydningen af miljømæssige forandringer (f.eks. klimaforandringer) eller genetiske forandringer (f.eks. reduceret genetisk variation). Hermed bliver man i stand til at sammenholde forskellige scenarier, hvilket kan udnyttes, når der skal tages beslutninger. Et eksempel kunne være beslutningen om at frede et stort område eller to mindre områder, der samlet har samme areal. Her kan analyser af overlevelsen være et særdeles godt redskab til at vurdere den bedste strategi, hvis målet er at sikre bestemte bestande/arter. Jo mere viden vi har, jo bedre kan vi lave realistiske analyser for fremtiden. Derfor kræves kendskab til arternes biologi, og til de enkelte bestandes genetiske sammensætning.

Global klimaændring

En udfordring hele verden står overfor er en global ændring af miljøet. Klimaet er helt afgørende for hvor hvilke arter kan leve. Under tidligere perioder med klimaændringer kan man forestille sig, at de enkelte bestande i nogen grad har kunnet følge et passende miljø ved at vandre mod f.eks. syd eller nord. I dag er de fleste arter "fanget i øer" af

natur, der er omgivet af områder med uvenligt miljø. Naturområderne ligger i høj grad fast, og de bestande, der findes i hvert område, kan have svært ved at finde nye passende områder, selv hvis de kan vandre. Derfor er det væsentligt at undersøge, hvordan bestande reagerer på klimaændringer, og hvordan de tilpasser sig f.eks. højere temperaturer. Denne viden vil hjælpe os til at forstå, hvilke genetiske forudsætninger der findes for at kunne tilpasse sig ændret klima, hvor lang tid det vil tage, samt hvilke grupper af dyr- og planter, der er særligt robuste eller sårbare.

Hvor skal vi bruge energien

Det er givet, at vi ikke kan sikre alle arter og naturtyper, og derfor er det vigtigt at kunne udpege hvilke arter og områder, der bør prioriteres. Nogle arter kan siges at være mere værdifulde end andre i et givet øko-system. Dette kan skyldes, at en bestemt art kun lever der (den er endemisk), og at den således vil forsvinde globalt, hvis den forsvinder i netop dette område. En anden og nok så væsentlig grund er, at beskyttelse af enkelte arter har betydning for andre arter. Arter i biologiske samfund påvirker hinanden, og uddøen af en art kan starte en kaskade, som betyder, at andre arter forsvinder eller opblomstrer. Således består biologiske systemer af mosaikker af samspilende elementer og enkeltdele kan ikke betragtes isoleret. Sådanne samspil kan f.eks. være mellem rov- og byttedyr, værter og parasitter, blomster og bestøvere og frøspredere. Nyindvandrede eller introducerede arter kan skabe ubalancer i sådanne netværk. Studier viser f.eks., at undslupne mink fra minkfarme har etableret ynglebestande i Danmark (det kan spores genetisk at vildtfangne mink er afkom mellem mink fra forskellige minkfarme), og at minkene udkonkurrerer ilderen. Hvilken effekt det vil få på de øko-systemer, hvor ilderen er det naturlige rovdyr, vides ikke.

Arter, som påvirker mange andre arter, kan og bør udpeges, så der kan gøres en særlig indsats for at sikre bestande af sådanne

Udvalg af indvandrede ynglefugle fra perioden 1971-1974 til 1993-1996	Forsvundne ynglefugle i perioden fra 1971-1974 til 1993-1996	Formodet forsvundne ynglefugle siden 1993-1996	Udviklingstendenser for fuglene i 4 hovednaturtyper
Mallebuk Sort stork Skestork Sangsvane Bramgås Rustand Havørn Blå Kærhøg Stylteløber Stor Hornugle Perleugle Hærfugl Blåhals Lundsanger Fyrremejse	Biæder	Rustand Stylteløber Hærfugl Urfugl Engsnarre Rødhovedet and Høgesanger	Det åbne land (agerland, enge, heder og overdrev) ↓ Skovene (produktionsskove og naturskove) ↑ De ferske vande (søer, vandhuller, moser og vandløb) ↑ Kysterne (klitter, strandoverdrev, strandenge, strandsump) ↓

Tabel 1. Tabellen viser eksempler på ynglefugle som er indvandret til Danmark i de seneste årtier, ynglefugle som er forsvundne, samt ynglefugle der formodes ikke at yngle i Danmark i 2006. Desuden vises udviklingstendenser i antal arter og bestandsstørrelser for 4 danske naturtyper. Samtlige informationer i tabellen stammer fra Atlas-projekter udført af Dansk Ornitologisk Forening i perioderne 1971-1974 samt 1993-1996.



Specialeprojekt og foto: Peter Siggaard.

Den kritisk truede dagsommerfugl Hedepletvinge (*Euphydryas aurinia*) findes i Danmark kun på heder og enge i det nordlige Vendsyssel og Himmerland. Voksne flyver kun i en kort periode fra slutningen af maj til begyndelsen af juli og lægger kun æg på planten Djævelsbid (*Succisa pratensis*) der er tilknyttet næringsfattige jorde. Vi har foretaget en genetisk undersøgelse af nogle af de danske bestande og fundet, at de er indbyrdes isolerede. Derudover har en undersøgelse af museumseksemplarer vist, at nutidige sommerfugle er mindre sammenlignet med tidligere tider, sandsynligvis som følge af forringelser i habitatkvalitet.

“nogle-arter”. Analyser viser i øvrigt, at det fra en biologisk indgangsvinkel ikke nødvendigvis er den bedste strategi at prioritere de sjældne arter. Almindelige arter eller uanseelige mikroorganismer kan ofte spille en hovedrolle i et økosystems balance.

Der findes også eksempler på “nogleområder”, der indeholder større biologisk forskellighed og/eller potentiale for ny artsdannelse end andre områder. En ny metode til at finde sådanne områder (kaldet “hotspots”), er ved at samle information om arters krav til levesteder i databaser. Ved at sammenholde denne information med information om klima, jordbund, bonitet, befolkningstæthed osv. i et givet område er det muligt meget præcist at forudsige, hvilke arter der potentielt kan trives hvor. Således kan man udvikle kort, der kan være af stor støtte for politikere og beslutningstagere ifht. placeringen af nationalparker eller andre fredede områder.

Grund til optimisme

Midt i den ofte følelsesladede diskussion om uddøen og tilbagegang for mange arter er det

vigtigt at huske, at der er flere succeshistorier at berette om i forbindelse med bevaringsarbejdet i Danmark. En væsentlig større del af Danmark er i dag dækket med skov end for 100 år siden. Oprindeligt hjemmehørende træsorter vinder indpas. Blandt rovfuglene yngler bl.a. kongeørnen og havørnen igen i Danmark efter mange års fravær. Naturgenopretning har bl.a. sikret vådområder, som er altafgørende for at bevare en række af de dertil hørende arter, som i dag er sjældne i Danmark. De imponerende kortlægninger af danske ynglefugle gennemført i perioderne 1971-1974 og 1993-1996 gør, at vi har et meget detaljeret billede af udviklingen hvad angår antal ynglefugle og bestandstørrelser i Danmark. Af denne undersøgelse fremgår det, at der var flere registrerede ynglefugle i Danmark i perioden 1993-1996 sammenlignet med perioden 1971-1974, og også at bestandstørrelserne for flertallet af arter er øget. Betragtes fuglene som indikatorer for miljø-tilstanden giver disse data grobund for en vis optimisme. Det er dog vigt-

tigt at holde sig for øje, at det for mange arters vedkommende stadig kræves en stor indsats, for at bevare levedygtige bestande. På Rødliste 1997 over planter og dyr i Danmark optræder 37 % af de danske fuglearter, heraf betragtes 7 % som uddøde.

Vi har de nødvendige værktøjer

Man må forvente at menneskets krav om ressourcer, rekreative områder, et intensivt landbrug, industri og anlæg af veje mm. vil forårsage et stadigt større pres på mange naturlige bestande af dyr og planter. Da der nødvendigvis vil være begrænsede ressourcer at gøre godt med er det derfor afgørende at kunne foretage kvalificerede valg og beslutninger mht. bevaringsarbejdet. Når en lokal bestand uddør, er dens unikke genetiske sammensætning tabt for evigt. Men i dag har vi som beskrevet en lang række værktøjer, der kan bruges til at hjælpe med til at træffe de rigtige valg og dermed øge sandsynligheden for, at de foranstaltninger der sættes i værk også fører det ønskede resultat med sig. ■

Om forfatterne:



Jesper G. Sørensen er Steno-stipendiat, e-mail: jesper.soerensen@biology.au.dk



Cino Pertoldi er Skou-stipendiat, e-mail: cino.pertoldi@biology.au.dk



Volker Loeschcke er professor, e-mail: volker@biology.au.dk
Alle ved Aarhus Centre for Environmental Stress Research (ACES), Afdeling for Genetik og Økologi, Aarhus Universitet.
<http://mit.biology.au.dk/laces>



Torsten Nygaard Kristensen er projektforsker ved Afd. for Genetik og Bioteknologi ved Danmarks Jordbrugsforskning i Foulum, e-mail: Torsten.Nygaard@agrsci.dk

Yderligere læsning:

Einar Eg Nielsen, Michael Møller Hansen & Volker Loeschcke (1999). Genetik og gamle lakseskæl. *Aktuel Naturvidenskab* nr. 2: 7-10.

Yoko L. Dupont (2005). Hedens blomster og bestøvere: - et netværk af samspil. *Naturens Verden Årgang* 88, nr. 7-8: 24-31.

Axel Bo Madsen, Vibeke Simonson, Cino Pertoldi & Volker Loeschcke (2002). Barrierer i landskabet - betyder de noget for de vilde dyr? *Danmarks Miljøundersøgelser. TEMA-rapport fra DMU* nr. 40.