

An aerial photograph of a river meandering through a dense, lush forest. The river is a muddy brown color, contrasting with the vibrant greens of the surrounding trees and vegetation. The forest appears thick and diverse, with various shades of green and some bare, greyish branches visible in the lower-left quadrant. The overall scene is a natural, undisturbed landscape.

Natur i tid og rum

[Råsted Lilleå]

Hvad er biodiversitet – og hvorfor er den vigtig for os?

Af Carsten Rahbek

Biodiversitet er liv på Jorden. Det er alle livets former: fra gener og arter til økosystemer. Det er hele mangfoldigheden – diversiteten – af dette liv og alle dets interaktioner. Hvis det lyder bredt og altfavnende, er det, fordi det

Carsten Rahbek er professor i biodiversitet og leder af Center for Macroecology, Evolution and Climate og Center for Global Mountain Biodiversity på GLOBE Institute, Københavns Universitet. Han forsker bl.a. i hvad der bestemmer liv på Jorden, og han har udgivet mere end 400 videnskabelige publikationer, heraf mere end 25 i toptidsskrifterne Nature og Science. Han er blandt de 1% mest citerede forskere i verden. Han har fagligt rådgivet skiftende danske regeringer, EU Præsidenter, EU-Kommissionen samt Verdensbanken og FN i spørgsmål om biodiversitet. Han var en nøgleperson i etableringen af FN's Biodiversitets-panel, IPBES. Han nyder stor anerkendelse for sin forskning og har bl.a. modtaget Elite-Forsk-prisen, DM's Forskningspris og Vilhelm Kann Rasmussens Årslegat til Teknisk og Naturvidenskabelig Forskning. I 2020 blev Carsten udnævnt til Ridder af Dannebrogordenen.

er det. Biodiversitet er det mest komplekse på Jorden, og den er helt vital for os. Uden biodiversitet er der ingen fremtid for mennesket. Gennem fotosyntese giver biodiversitet os den ilt, vi indånder. Den giver os det rene vand, vi drikker, og den mad, vi spiser.

Selve termen biodiversitet blev skabt så sent som i 1985 ved en sammentrækning af ordene *biologisk diversitet*. I dag står vi i en global biodiversitetskrise. Vi er trådt over dørrinnet til den kun sjette periode af masseuddøen i de 3,8 milliarder år, liv har eksisteret på Jorden. Den sidste masseuddøen fandt sted for 65 millioner år siden og var forårsaget af kædeudbrud af især oceaniske vulkaner kombineret med, at en kæmpeasteroide ramte jorden ved Yucatán-halvøen i Den Mexicanske Golf. Dengang forsvandt 75 % af alt liv. Her 65 millioner år senere er biodiversitetskrisen skabt af én art, nemlig vi mennesker.

Vores påvirkning af Jorden, naturen og biodiversiteten er tydelig og videnskabeligt særdeles veldokumenteret. Biodiversitetskrisen er en global krise på niveau med den krise, som er skabt af klimaforandringer – formentlig større. Mennesket er en planetforandrende kraft. Vi lever i menneskets, den antropocæne, tidsalder.

Ofte fokuserer vi på biodiversitet i vores eget land, Danmark. Men det er vigtigt at for-

stå den i sammenhæng med den globale biodiversitetskrise, for vi er en del af den. Vi må ikke lade os forblænde af en lokal dansk forståelse af tingenes tilstand eller betragte dansk biodiversitet isoleret fra den globale sammenhæng. Dette kapitel omhandler biodiversitet fra global til national skala.

Hvad er biodiversitet?

Biodiversitet er videnskabeligt veldefineret. Den består af flere niveauer, der starter med gener, derefter arter, så de biologiske samfund dannet af individer af arter og så hele økosystemer, fx steppe, skov, ørken og hav, hvor det biologiske liv interagerer med klima og det geofysiske miljø. De myriader af interaktioner har gjort Jorden beboelig for en stor biodiversitet igennem milliarder af år og for mennesker igennem de sidste seks millioner år, heraf de sidste 200.000 år for os selv: det moderne menneske. Vi har skabt det moderne verdenssamfund igennem forbrug og udnyttelse af Jordens biologiske ressourcer – biodiversiteten.

Ligesom der findes et FN-panel for klima, som udgiver videnskabelige konsensusrapporter skrevet af forskere til beslutningstagerne og til samfundsdiskussion, findes der også et biodiversitetspanel. Det hedder The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, forkortet IPBES, og har ca. 130 deltagende lande. Via IPBES deltager tusindvis af forskere i at skrive og formidle videnskabelige konsensusrapporter. Danmark har også et dansk koordinationskontor for IPBES etableret af de danske universiteter i samarbejde med Miljøministeriet.

IPBES definerer biodiversitet som [oversat fra engelsk]:

Variationen imellem levende organismer af alle typer fra terrestriske, marine og andre akvatiske økosystemer og de økologiske kompleksiteter, som de er en del af. Dette inkluderer variationen af genetiske, fænotypiske, fylogenetiske og funktionelle egenskaber såvel som mængde og fordeling over tid og rum inden for og imellem arter, artssamfund og deres økosystemer.



Biodiversitet handler således ikke kun om arter, som det oftest forsimples til. Den omfatter også gener, biologiske samfund og økosystemer og deres funktioner og dækker samtidig antallet af individer af arter, uanset om de er sjældne eller almindelige eller målt som biomasse (vægten af alle levende organismer i et givet område). Dvs. at biodiversitet per definition ikke kun handler om arter, som vi anser for sjældne eller truede, men om alt levende, inklusiv almindelige arter og arter fra organismegrupper, vi kun ved lidt om, som mikrober, svampe og hvirvelløse dyr.

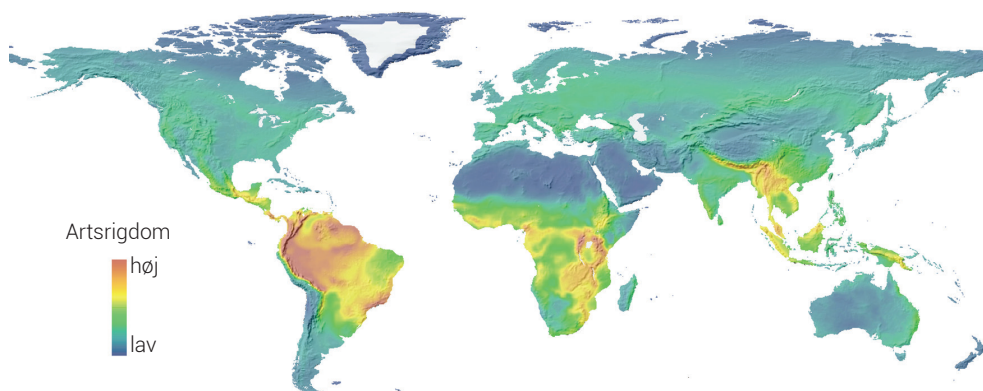
Hvor mangfoldigt er livet, og hvordan er det fordelt?

Hvor biodiversitetsrig er Jorden? Det er et simpelt spørgsmål, der nærmest er umuligt at besvare; udover at Jorden rummer et helt afsindigt diversificeret liv. Hvis vi holder os til det mest simple, antallet af arter, er svaret, at det ved vi ikke. Men videnskabeligt er der be-

skrevet ca. 1,7 millioner arter. Og vi ved fra feltarbejde, især i tropiske skove, at antallet af ukendte arter er meget stort, og vi finder hele tiden nye. Baseret på vores viden kan vi beregne, hvor mange arter der nok er i alt. Det konservative bud er ca. 8-9 millioner arter, men oftest regner man med ca. 10-15 millioner arter. De højeste bud er på 50-100 millioner arter. Disse tal afhænger også lidt af, hvordan man definerer en art. Det inkluderer ikke bakterier og virus. En skefuld jord – der jo er grundlag for vores fødevarerproduktion – indeholder 10.000-50.000 forskellige typer bakterier.

Livet er styret og afhængigt af jordlagets biodiversitet: de små organismer, vi ikke ser, og alle smådyrene. Således er Jordens økosystemer formet af såkaldte *bottom-up*-processer skabt af denne biodiversitet i mikrostørrelse i samspil med klima (temperatur og nedbør), topografi og øvrige geofysiske forhold. Økosystemerne er ikke reguleret eller skabt af *top-down*-processer som fx græsning af store dyr og/eller deres rovdyr. De lever i økosyste-

Udbredelse af verdens arter på land



Figur 1. Den globale fordeling og tæthed af biodiversitet på land baseret på udbredelsesdata for alle verdens arter af padder, fugle og pattedyr (~22.000 arter). Figur fra Rahbek, C., Borregaard, M.K. et al. "Humboldt's enigma: What causes global patterns of mountain biodiversity?". *Science* 365:1108-1113 (2019).

merne og kan påvirke disse, men de skaber og kontrollerer dem ikke.

Fordelingen af liv på Jorden er ikke ensartet. Der er store forskelle imellem og inden for samme biogeografiske regioner (se figur 1). For eksempel forekommer ikke alle centraleuropæiske arter i Danmark. Faktisk er antallet af arter i Centraleuropa meget større end i Danmark, ligesom Danmark har flere arter end det nordlige Skandinavien og Grønland. Denne såkaldte bredde-gradient er et af biologiens faste mønstre. Således findes >90 % af Jordens biodiversitet i troperne, og allerflest i skovene i bjergene. Andesbjergenes skove har større biodiversitet end Amazonas lavlandsregnskov, og mere end 90 % af alle Jordens pattedyr findes i bjergregioner. Uanset om det er i bjerge eller lavland, i tempererede egne eller troperne, er skov det mest biodiverse økosystem på Jorden med 60-80 % af alle verdens planter, padder, fugle og pattedyr. På blot 15 ha skov på Borneo er der 700 træarter – mere end de ca. 500 arter, som findes i hele Europa. Den landlevende biodiversitet er op til 25 gange større end den marine biodiversitet.

Når vi taler om en biodiversitetskriser med masseuddøen af arter, er det en basal bekymring, at mange arter – hvoraf de fleste er små og/eller ukendte – forsvinder, før vi overhovedet erkender dem og forstår den rolle, som de har i at få de biologiske livscyklener på Jorden til at fungere.

Status for Jordens biodiversitet

For 50 år siden sagde man, at Jorden, som følge af menneskets ageren, mistede en art om året. Det blev opfattet som vildt dengang. Forståelsen af, hvor mange arter der var på Jorden, især i tropiske egne, var dog meget rudimentær, ligesom man ikke rigtig forstod,

at ødelæggelse af økosystemer kunne føre til uddøen. En engelsk miljøjournalist, Norman Myers, ændrede dette med en række bøger, hvor han samlede den eksisterende viden i globale synteser. I bogen *The Sinking Ark* fra 1979 argumenterede Myers for, at biologer sandsynligvis i ekstrem grad undervurderede artsuddøen ved at være alt for fokuserede på hvirveldyr, især fugle og pattedyr, og overse insekter og andre hvirvelløse dyr. Myers argumenterede for, at der nærmere uddøde en art om dagen fremfor om året. Altså en 365 gange større rate af uddøen!

I 1980'erne kom en række videnskabelige analyser af konsekvenserne af tab af tropeskov, der bekræftede Myers' bekymring. En eksplosion af forskning fulgte. I 1995 fremkom den første store videnskabelige oversigtsartikel, der konkluderede, at arter uddør 100-1000 gange hurtigere end den naturlige uddøen. Hvor mange arter, det er, afhænger af, hvor mange arter der er på Jorden (se ovenfor). Et hyppigt nævnt estimat er, at 1 million arter er på vej til at uddø – eller at 20-30 % af alle jordens arter risikerer at uddø inden for de næste 50 år, hvis der intet gøres.

Hvor mange arter der er i risiko for at uddø, er en måde at anskue biodiversitetskrisen på. Dette arbejde (oftest kaldet rødliste-vurderinger) foretages af FN-akkrediterede International Union for Conservation of Nature (IUCN). Det er et enormt arbejde. Hidtil er ca. 130.000 arter vurderet, hvoraf ca. 27,5 % er listet som truede. Inden for de bedst kendte artsgrupper er andelen af truede arter ca. 33 % af koraller, 34 % af nåletræer, 40 % af padder, 14 % af fugle og 26 % af pattedyr.

Det er endnu småt med globale data på tab af genetisk diversitet, men analyser, som jeg har været med til at publicere, for padder, fugle og pattedyr viser et tydeligt tab af

genetisk diversitet, som følger de geografiske mønstre for tab af arter tæt. Det genetiske tab er størst i områder med ødelagte økosystemer; samme mønster som med tab af arter og knyttet til de samme faktorer: ødelæggelse og fragmentering af levesteder og tab af den samlede plads til naturen.

For nylig er man begyndt at få data på reduktionen af biodiversitet, både ift. antal individer og biomasse (vægt). På basis af næsten 21.000 datasæt over bestandsændringer fra 1970 til 2016 for ca. 4400 arter af hvirveldyr har The Zoological Society of London beregnet et gennemsnitligt tab på 68 % af alle individer over de ca. 50 år. Arbejdet er publiceret som *The Living Planet Report* i samarbejde med WWF. Det er et dramatisk tab af biodiversitet over kort tid. Resultatet matcher, hvad andre studier på artsspecifikke grupper som træer, insekter og fugle også finder: en markant reduktion af biodiversitet, når det gælder antal individer.

Forskere fra The Weizmann Institute of Science i Israel publicerede i 2018 for første gang en analyse af tabet af biomasse. Analysen er en dramatisk beskrivelse af tabet af biodiversitet. I den samlede globale biomasse af alle individer af verdens 6500 pattedyrarter udgør menneskets husdyr 60 %, mens hele 36 % udgøres af mennesker. De øvrige 6500 arter vilde pattedyr udgør blot sølle 4 % af den samlede vægt af pattedyr i verden! Biomassereduktionen er lige så dramatisk for de 11.000 fuglearter. Her udgør produktionsdyr, især høns, 70 % af Jordens biomasse af fugle. Videnskabelige beregninger angiver, at 46 % af alle træer, som ville have stået naturligt i dag, er fjernet af mennesket igennem de sidste 12.000 år.

Jordens arter hører hjemme i naturlige intakte økosystemer, som de evolutionært har formet og er tilpasset igennem millioner af år.

Arterne er ikke evolutionært tilpasset dyrkede marker og skove eller det menneskeskabte kulturlandskab. Nogle få arter overlever bedre end andre i ødelagte habitater og bliver relativt almindelige. Den hyppigste årsag til, at en art bliver truet, er, at dens levesteder bliver ødelagt eller reduceret i størrelse, og vi har i den grad forandret Jordens økosystemer. For at skabe plads til landbrug, skovbrug, infrastruktur og byer samt for at trække ressourcer ud af naturlige økosystemer (fx ved fiskeri) har vi mennesker, igennem de sidste 60 år, degraderet 60 % af Jordens økosystemer. Af de resterende 40 % er blot 25 % fuldt intakte større områder. Resten ligger tilbage som fragmenter af fordums natur. Alene i perioden 2000-2013 ødelagde vi 1,9 millioner km² intakte økosystemer (svarende til næsten halvdelen af EU's samlede areal).

Skov er den habitattype, som flest arter lever i – også på vores breddegrader, hvor skov naturligt ville være den dominerende naturtype på land og i Danmark. Men mindst 94 % af den oprindelige tempererede løvskov er kraftigt forstyrret, og gammel urørt skov har tabt 98 % af sin oprindelige udbredelse pga. menneskelig aktivitet. Til sammenligning er det kun ca. 20 % af verdens økosystemer med ørkener, tempereret græsland, savanner og busklandskaber, som er forsvundet. Ligesom skovene har især vores ferskvand lidt under dræning og ødelæggelser, og op til 70 % af Europas vådområder er ødelagte. I havet er især de kystnære områder forstyrret med ressourceindvinding og fiskeri på niveau med skovødelæggelserne. Når det gælder koralrev, er 25 % forsvundet, og yderligere 60 % forventes at forsvinde over de næste årtier. Situationen for mangroveskove er endnu værre.

Ovenstående er en nøgtern beskrivelse af tilstanden for Jordens biodiversitet og natur.

Ikke overraskende, hvis man åbner øjnene og kigger ud ad vinduet herhjemme eller fra flyvemaskinen ude i verden. Dette er biodiversitetskrisen.

Hvad truer Jordens biodiversitet?

Arters uddøen og tab af biodiversitet er accelereret kraftigt de seneste par århundreder. Det er sket samtidig med, at vi mennesker er eksploderet i antal og formåen i forhold til at udnytte Jordens ressourcer maksimalt.

I det moderne menneskes tidligere historie var vi, sammen med klimaforandringer, medvirkende til, at de store landpattedyr uddøde. Fra middelalderen til tidlig moderne tid blev verdenshavens isolerede øer og øgrupper kraftigt påvirket af Europas eksplosivt stigende verdenshandel og kolonisering, hvilket førte til uddøen af mange isolerede ø-arter med meget lille udbredelse og få individer. Vi trådte dog først over dørtærsklen til en periode med masseuddøen i det 20. århundrede efter industrialiseringen. Her begyndte mennesket massivt at modificere og ødelægge store områder af økosystemer på kontinenterne samtidig

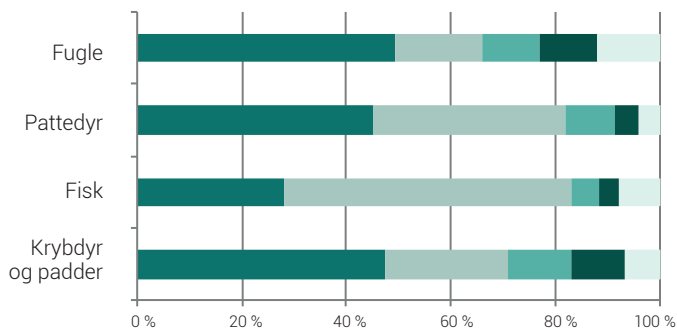
med, at fiskeri og udnyttelse af havets ressourcer blev kraftigt intensiveret.

Jorden har tidligere haft fem perioder med masseuddøen. At arter uddør er en naturlig konsekvens af evolutionen. Den normale baggrundsrate er estimeret til at være mellem 0,1 og 1 art per én million arter per år. For pattedyrarter er den forventede "levetid" omkring 1 million år, dog er nogle blevet op til 10 millioner år. En artsdannelse, hvor fx isolerede bestande bliver til nye arter, er en langvarig process, der kan tage op mod 1 million år. Men i dag sker denne uddøen med en accelereret rate, der i 1995 blev estimeret til at være mellem 100 til 1000 gange større end den naturlige baggrundsrate. Det kan på ingen måde opvejes af ny artsdannelse. Det er sådanne tal, der karakteriserer begyndelsen til en periode med masseuddøen.

Den altoverskyggende faktor, der forårsager uddøen af arter i dag, er tab af levesteder, dvs. mangel på plads til naturen og arterne (se figur 2). Jordens naturområder er på global skala konverteret til produktionsarealer (fx landbrug og skovbrug) og levesteder for os mennesker. Andre væsentlige faktorer

Hovedårsager til tab af biodiversitet

- Tab af habitat
- Udnyttelse (fx fiskeri og jagt)
- Invasive arter og sygdomme
- Forurening
- Klimaforandringer



Figur 2. Hovedårsager til tilbagegang af forskellige dyregrupper. (figur fra WWF. 2018. *Living Planet Report – 2018: Aiming Higher*. Grooten, M. og Almond, R.E.A. (red.). WWF, Gland, Schweiz).

Baseret på data fra 3,789 populationer evalueret af the Living Planet Index

er invasive arter, som udgør et enormt problem i en globaliseret verden, bl.a. fordi vi aktivt eller passivt flytter arter til steder, hvor de ikke forekommer naturligt. Med invasive arter bliver verden biologisk mindre, og der bliver mindre plads til mangfoldigheden af lokale arter. Verden bliver mere homogen, også biologisk. Andre væsentlige faktorer for artsuddøen er den ikke-bæredygtige udnyttelse af Jordens ressourcer fx råstofudvinding og direkte efterstræbelse i form af jagt, indsamling og fiskeri.

Klimaforandringer er, i modsætning til hvad mange tror, ikke det primære problem for arternes uddøen. De arter, som lever i dag, har overlevet gennem tidligere tiders dramatiske klimaforandringer. I tidligere klimaforandringer har de fleste arter naturligt flyttet sig med klimaet gennem sammenhængende store naturområder eller haft store naturlige bestande, hvor en del af bestanden tilpassede sig og overlevede i reduceret størrelse (det vi kalder genetiske flaskehalse). Men nogle ting er anderledes i vor tid. Pladsen til naturen er blevet stadigt mindre og mindre, den er blevet fragmenteret, og naturlige økosystemprocesser er blevet ødelagt. Presset på bestande af arter er derfor øget markant, og de er stærkt reduceret. Alt dette gør, at selvom klimaforandringerne *i sig selv* ikke er den væsentligste faktor, så forstærker den de negative effekter af alle hovedfaktorerne.

Mangel på plads – tabet af levesteder – er den altoverskyggende hovedårsag til biodiversitetskrisen. Det er så simpelt. De underliggende årsager til tabet af levesteder er lige så tydelige, omend komplekse med mange sammenhængende faktorer: Det er den eksplosivt, nærmest eksponentielt, voksende globale befolkning kombineret med en ikke-bæredygtig fordeling og et overforbrug af Jordens ressourcer.

Hvorfor er biodiversitet vigtig?

Vi tager biodiversiteten for givet. Vi tænker ikke meget over den, for vi er vant til, at den bare er der, og at økosystemerne på Jorden fungerer. Men biodiversitet er essentiel; den er det biologiske fundament for vores liv og samfund. Hvad vi hver især sætter pris på, kan variere meget fra person til person. Det afhænger bl.a. af vores livssituation, og om vi lever i et rigt eller fattigt land. Biodiversitet kan værdsættes af mange årsager. Man taler typisk om biodiversitetens iboende værdi og samtidig om biodiversitetens væsentlige bidrag til menneskers trivsel, økonomiske velstand og minimering af katastrofale ændringer: de såkaldte økosystemtjenester.

Den iboende værdi udtrykkes ofte som glæden ved, at naturen bare er der; at den og dens arter har en værdi i sig selv uden hensyntagen til eventuel nytteværdi. Og hertil kan føjes de moralske og etiske aspekter. I Biodiversitetskonventionen fra 1992 blev det fastslået, at alle arter har en eksistensberettigelse, og at vi mennesker ikke bør udrydde andre arter i vores forbrug af naturen. Samme konvention fastslår, at naturen kan bruges af mennesket, men at det skal foregå bæredygtigt.

Økosystemtjenester, der er af fundamental vigtighed for os mennesker, er fx fisk i havet, cirkulation af næringsstoffer, dannelse af rent vand, bestøvning af afgrøder, spredning af frø, biologisk regulering af skadevoldende arter i landbrugs- og skovproduktion, klimaregulering, beskyttelse mod negative effekter af storme og dramatiske vandstandsændringer samt medicin. Ifølge det amerikanske National Institutes of Health er der i 70 % af alle kemoterapi-lægemidler kemiske komponenter, der er opdaget i planter fra Amazonas. At biodiversitet desuden har økonomisk værdi for os mennesker, er uomtvisteligt. Videnska-

belige konsensusrapporter har beregnet, at op mod 50 % af det globale bruttonationalprodukt (€40 billioner) afhænger af naturen, og EU-Kommissionen bruger direkte dette tal i kommunikation af deres biodiversitetsstrategi. Vi byggede vores samfund og velstand på naturens ressourcer, og vi er afhængige af biodiversiteten i vores fremtid.

Global løsning af biodiversitetskrisen

Den gode nyhed er, at når vi nu kender årsagen til tabet af biodiversitet, så følger løsningen nærmest af sig selv. På global skala er redskabet klart. Det handler om at afsætte plads til naturen i områder, hvor naturen har førsteprioritet, og at give naturen mulighed for at udfolde naturlige processer i naturlige økosystemer ved at fjerne de menneskeskabte problemer, som forhindrer dette.

I foråret 2020 fremlagde EU-Kommissionen i tråd med IPBES en plan for sikring af biodiversitet og økosystemer med sunde funktioner. Den blev tiltrådt den 23. oktober 2020 af Det Europæiske Råd, dvs. stats- og regeringscheferne i de 27 EU-medlemsstater. Fundamentet i planen for at sikre biodiver-

siteten er at afsætte 30 % af landarealet og 30 % af vandarealet i EU til naturen, heraf 10 % som stærkt beskyttet natur, hvor ingen menneskelig produktion må finde sted. EU's biodiversitetsstrategi flugter med FN's forslag ved COP-mødet for Biodiversitet i 2021/2022.

Globale analyser viser, at det er muligt at opretholde den menneskeskabte produktion på et stigende niveau samtidig med, at man afsætter 30 % plads til naturen. Lige nu forbruger vi arealerne, som om Jordan var uendelig og med en "brug og smid væk-kultur". Men meget kan opnås ved at øge effektiviteten og bæredygtigheden i vores forbrug af plads og naturens ressourcer. Det handler om at tænke i samfundsmæssige helhedsløsninger, hvor vi stadig kan bruge af Jordens ressourcer samtidig med, at vi sikrer plads til natur, biodiversitet, naturbaserede klimaløsninger samt til de goder, som vi får fra velfungerende økosystemer.

Uden afsætning af plads til naturen og store sammenhængende områder, hvor naturen kan udfolde sig naturligt med alle dens processer, kan vi hverken stoppe tabet af biodiversitet globalt eller i Danmark.

Litteratur

IPBES: *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. (red. S. Brondizio et al.) IPBES sekretariat, Bonn. 2019.

Convention on Biological Diversity. FN. 1992. (dansk version: *Konvention af 5. juni 1992 om den biologiske mangfoldighed* (Biodiversitetskonventionen)).

IPBES: *The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia*. (red. M. Rounsevell et al.) Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn. 2018.

Millennium Ecosystem Assessment: *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC. 2005.

World Wildlife Foundation: *Living Planet Report - 2018: Aiming Higher*. (red. M. Grooten & R.E.A. Almond). WWF, Gland. 2018.

Europa-Kommissionen: *EU's biodiversitetsstrategi for 2030. Naturen skal bringes tilbage i vores liv*. Bruxelles 2020.