

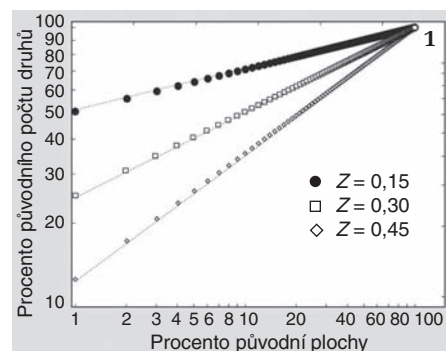
# Budoucnost biodiverzity v antropocénu

**Žijeme v době, kdy vliv lidské činnosti na planetu začíná být srovnatelný s geologickými činiteli. Pro takto definované období se ujal termín antropocén. Následující text přiblíží možné scénáře budoucího vývoje biodiverzity na Zemi v souvislosti s antropocenními změnami. Má se za to, že biologická rozmanitost je současnými globálními změnami ohrožena. Protože o její budoucnosti lze mluvit jen v kontextu její současnosti, budu se v první části zabývat právě aktuálními hrozbami a přitom se snažit tematizovat a problematizovat zažitá silná tvrzení. Ve druhé části se je pokusím zjemnit a podat přehled hlavních trendů v současné biosféře, a v závěrečné třetí části nastínit možnosti scénářů dalšího vývoje biosféry, s vědomím principiální nemožnosti cokoli přesněji předpovědět.**

## Žijeme v době šestého masového vymírání?

Za jeden z nejzásadnějších problémů antropocenních změn se považuje rychlé vymírání druhů rostlin a živočichů. Je to oprávněné, poněvadž na rozdíl od řady jiných rychlých proměn dnešního světa, jako jsou klimatická změna, růst lidské populace nebo změny globálních cyklů prvků, vymření biologického druhu představuje nevratnou událost, při níž se ztrácí evoluční zkušenost jedné větve stromu života. Vymírání ale patří k evoluci, takže vážně znepokojovat by nás mělo tehdy, pokud jeho současná rychlost výrazně převyšuje rychlost běžnou (background extinction rate). Často se tvrdí, že současné vymírání je až tisíckrát rychlejší než tato

„normální“ hodnota (Pimm a kol. 1995), na základě čehož se přirovnává k pěti masovým vymíráním v geologické historii Země, z níž máme nějaké fosilní doklady,



**1** Odhady rychlosti vymírání a species-area relationship (blíže v textu).

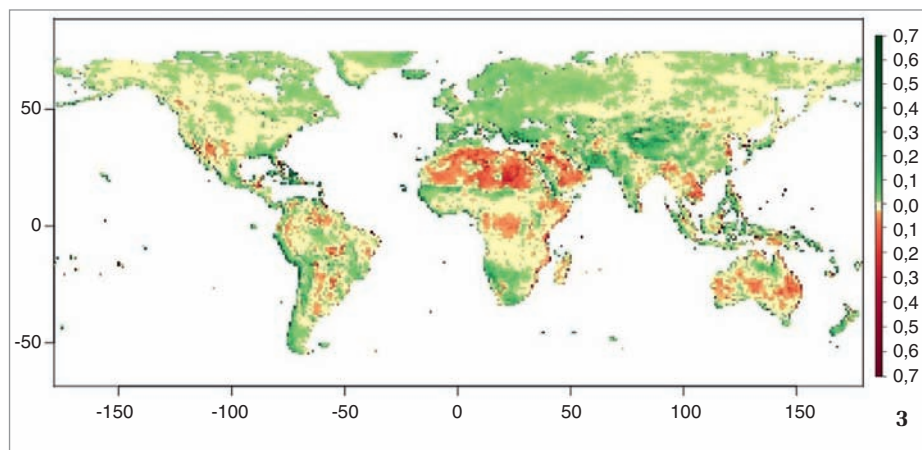
Předpokládá se, že vztah mezi velikostí plochy a počtem druhů lze charakterizovat jako přímku, když jak vodorovná (plocha), tak svislá (počet druhů) osa jsou zobrazeny v logaritmickém měřítku (Rosenzweig 1995). Na obr. jsou plocha i počet druhů vyjádřeny v procentech původní plochy a původního počtu druhů, aby bylo vidět, jaké procento druhů vymře při určitém zmenšení plochy. Rovnice přímky  $y = ax + b$ , v tomto případě  $\log S = Z \log A + \log C$ , kdy  $S$  je počet druhů (species richness),  $A$  plocha (area),  $C$  konstanta (průsečík přímky s osou  $y$ , intercept, daný počtem druhů na jednotce plochy) a  $Z$  sklon dané přímky. Po odlogaritmování dostaneme mocninnou závislost  $S = CA^Z$ , kde sklon přímky v logaritmicko-logaritmickém měřítku  $Z$  se stává exponentem. Pokud je  $Z = 0,3$  (jak často pozorujeme, srovnáváme-li různě velké ostrovy; střední linka) platí, že zmenšení plochy na desetinu vede k úbytku přibližně poloviny druhů.

A platí to univerzálně – další zmenšení na desetinu té desetině (tedy na 1 % původní plochy), má za následek zmenšení na přibližně 25 %, což je zase polovina té poloviny. Dosazením do výše zmíněných vzorců by šlo spočítat, kolik druhů vymře po konkrétním zmenšení daného typu prostředí, kdyby vztah univerzálně platil.

Orig. D. Storch

**2** Jedním z nejohroženějších typů prostředí jsou horské tropické lesy, představující centra biologické rozmanitosti i endemismu. Dnes jsou tropické hory z velké části odlesněné a původní mlžné lesy bývají často nahrazeny plantážemi nepůvodních dřevin. Z původních porostů zůstávají jen malé ostrůvky na nepřístupných svazích. Zbytky afroantanního lesa ve východním Zimbabwe. Foto P. Pokorný





tedy během poslední více než půl miliardy let (viz také článek na str. 202–205). Tyto odhady se ale nezakládají na skutečné znalosti počtu vymřelých druhů během posledních desetiletí až staletí a jejich přímém poměrování s minulými vymíráními – zdokumentovaných vymření máme příliš málo, abychom z toho mohli činit dalekosáhlé závěry, takže jsme odkázáni na nepřímé metody.

Rychlost současného vymírání se tradičně odhaduje na základě známého vztahu mezi počtem druhů a rozlohou jimi obývaného prostředí (species-area relationship, obr. 1). Předpokládáme, že tento vztah je univerzální a matematicky uchopitelný, takže lze vypočítat, o kolik se sníží počet druhů, zmenší-li se rozloha jejich prostředí. Klasická představa species-area relationship předpokládá, že počet druhů stoupá s plochou (a tedy klesá s ubývající plochou) podle mocninné zákonitosti s určitým sklonem odpovídající přímkou v logaritmicko-logaritmickém měřítku tak, že desetina plochy hostí přibližně polovinu původního počtu druhů, a to nezávisle na absolutní velikosti původní plochy. Pokud bychom vzali v úvahu jen tropické deštné lesy, které ubývají rychlostí asi 0,5 % ročně, vyšlo by nám po dosažení do příslušného vzorce, že ročně by mělo vymizet asi 0,1–0,2 % pralesních druhů. V deštných lesích je koncentrována většina biologické rozmanitosti, takže pokud předpokládáme, že tam žije třeba 5 milionů z celkového počtu asi 8 milionů druhů odhadovaných pro celou Zemi (Novotný a kol. 2002), vycházelo by z toho ročně přes 5 tisíc vymřelých druhů. Což je opravdu hodně.

Potíž je, že to nefunguje, a hned z několika důvodů. Za prvé, vztah rozlohy a počtu druhů není tak jednoduchý (Storch 2016). Během posledních dvou dekád se ukázalo, že závislost je složitější a přímkou v logaritmicko-logaritmickém měřítku ji lze aproximovat jen v některých prostorových měřítkách – není tedy nezávislá na měřítku a pro přesný odhad bychom potřebovali vědět, jak absolutně velká byla původní plocha. Počet druhů roste s plochou rychle na velmi malých měřítkách a pak zase na těch největších, kontinentálních (viz obr. 2 na str. 195). Ve středních měřítkách, která jsou pro odhady vymírání nejdůležitější, je nárůst dost pozvolný. Navíc velmi záleží na tom, kde přesně plochy ubývá. Z hlediska biologické rozmanitosti je mnohem horší, dochází-li k ničení habitatů směrem od okrajů

dovnitř, mizí-li nejdříve oblasti na okrajích původního prostředí, kde žije nejvíce vzácných druhů (Keil a kol. 2015). V takovém případě může počet vymřelých druhů stoupat téměř lineárně s rozlohou zničené plochy. U pralesů někdy skutečně dochází ke kácení od okrajů, jinde ale naopak začíná zevnitř, kolem silnic, které prales protnou. A jindy na různých místech současně, což má na vymírání zase jiný (a obecně menší) vliv. Přitom zatím mluvíme jen o tropických deštných lesích, ve skutečnosti méně poškozených než jiné typy prostředí, jako třeba step mírného pásu, která byla na rozdíl od pralesů z většiny přeměněna na pole a pastviny. Neznámých je tedy ve hře spousta.

I kdybychom však byli na základě ubývání plochy původního prostředí schopni stanovit procento vymřelých druhů, pořád nevíme, jak moc je tento úbytek bezprecedentní. V minulých dobách ledových se totiž plocha pralesů, stejně jako rozloha mnoha dalších typů prostředí, zmenšovala na ještě menší zlomek jejich původní rozlohy než dnes. Máme tedy dvě možnosti. Buď budeme předpokládat, že vztah rozlohy a počtu druhů je vsuklouní univerzální, což by znamenalo, že ve velkém se vymírá každou chvíli (přesně řečeno nejméně každých 100 tisíc let, což odpovídá délce aktuálního glaciálního cyklu), nebo se v době glaciálního maxima tolik nevymíralo, ale pak nemáme žádné opodstatněné důkazy, že pouhou změnou rozlohy habitatu se vymírá teď, když je změna rozlohy původních typů prostředí velmi často ještě méně výrazná. Pokud jsou změny rozlohy původního prostředí časté (a to jsou), těžko můžeme předpokládat, že dnes žijeme díky podobně velkým změnám v době mimořádného vymírání, které se opakuje jen jednou za mnoho desítek milionů let. Tvrdit, že žijeme v době šestého masového vymírání pouze na základě naší znalosti zmenšování původních typů prostředí, tedy nelze.

### Co opravdu víme o úbytku biologické rozmanitosti Země?

Mnoho toho není. Za poslední desítky až stovky let, dejme tomu od začátku novověku, víme o stovkách vymřelých druhů živočichů, u rostlin je to podobné. Většina zvířat navíc vymřela na ostrovech, kde nebyla fauna zvyklá na konkurenci a predaci, takže zavlečení kdekterého predátora mělo fatální následky. Vzhledem k odhadovaným několika milionům živočišných

3 Změny indexu celkového množství zeleně na povrchu Země během prvních 17 let tohoto tisíciletí. Zelená barva odpovídá nárůstu celkového množství zeleně v tomto období, hnědá poklesu; měřeno podílem meziroční variability vysvětlené lineárním trendem – nula (žlutě) tedy znamená, že není žádná korelace mezi rokem a zeleností daného místa, jednička by značila lineární pozitivní trend, minus jedna by byl negativní lineární trend. Mapu jsme sestavili z volně dostupných primárních dat ze satelitu MODIS a mírně se liší od výsledků publikace C. Chena a kol. (2019) díky poněkud odlišnému algoritmu statistického zpracování. Orig. A. Tószögyová

4 Jedním z nejvýznamnějších projevů současných změn je nárůst zrna krajinné mozaiky – zatímco tradiční zemědělská krajina se vyznačovala jemnozrnnou mozaikou plnicí zároveň řadu nejrůznějších funkcí, jak to můžeme vidět třeba na tomto snímku vinic z okolí moravských Mutěnic, nyní převažuje hrubozrnná mozaika složená z velkých ploch s jednoznačným utilitárním určením. Foto P. Pokorný

a rostlinných druhů jde tedy o zlomky procenta; přitom se předpokládá, že během pěti největších vymírání v geologické historii Země vždy vymřely desítky procent druhů. Čili podle všeho to, co se zatím v antropocénu událo, není vymírání svým rozsahem srovnatelné s masovými vymíráními vzdálenější minulosti (Barnosky a kol. 2011). Potíž je, že se vymírání od začátku novověku událo dost rychle. Masová vymírání v minulosti trvala dlouho (až miliony let), takže i mnohem pomalejší rychlostí se postupně dosáhlo oněch desítek procent vymřelých druhů. Současná rychlost vymírání je až o dva řády vyšší a lze odhadnout, že kdyby se stejnou rychlostí vymíralo ještě další stovky až tisíce let, už bychom o masovém vymírání mluvit mohli.

Budíž ale připomenuto, že ani reálně naměřená rychlost vymírání ve skutečnosti nemusí být z hlediska nedávné geologické minulosti až tak mimořádná. I během třetihor se občas vymíralo tak rychle, jen to netrvalo příliš dlouho. Ostatně naše rozlišení zrovna pěti masových vymírání v minulosti je do značné míry arbitrární (viz str. 202–205). Dnes to vypadá, že skutečně velká vymírání nastala pouze třikrát (na konci permu, na konci triasu a známé vymírání na konci křídly; Alroy 2010), některá byla spíše obdobími snížené rychlosti vzniku nových druhů, a naopak mezitím i potom došlo k řadě jen o něco drobnějších vymírání, srovnatelně rychlých nebo i rychlejších než současné. Nějaká „normální“ rychlost vymírání je proto zcela iluzorní veličina – nejenže se pořád mění, ale nejsme ani schopni stanovit její průměr. Fossilní data, u nichž lze jakžtakž spočítat rychlost vymírání, se totiž týkají typicky druhů netropických, početných a široce rozšířených (navíc většinou mořských), což jsou ale taxony, které většinou nevymírají. Zvláště ne teď. Skutečná rychlost vymírání v minulosti mohla být mnohem vyšší, než plyne z fosilních dat (i proto,



že rozlišení nově popisovaných taxonů živoucích organismů s využitím moderních metod je mnohem snazší než u fosilní bioty, současnost může implikovat opticky větší biodiverzitu a odtud při vymírání též větší procenta úbytku druhů), a tvrzení, že ta dnešní tisíckrát převyšuje „normální“ rychlost, zůstává zcela nepodložené. A to přestože není pochyb, že současné vymírání je opravdu dost rychlé a hlavně vyhlídka dalšího vývoje nejsou vzhledem ke všem antropocenním změnám nijak růžové, jak si ještě povíme.

### Změny populací – z novověkého pekla do antropocenního očistce?

O vymírání toho tedy zatím moc říct neumíme, ale co změny velikostí populací? World Wildlife Fund (WWF) vydává každoročně zprávu o stavu planety (Living Planet Report), založenou z velké části na tzv. indexu živé planety (Living Planet Index, LPI), který průměruje změny všech populací obratlovců, jež byly na celém světě studovány, a výsledky prezentuje jak pro celý svět, tak pro jednotlivé regiony. Zaměřuje se pouze na obratlovce, protože pro jiné skupiny neexistují dostatečně kvalitní data. Z těchto analýz vychází často medializované tvrzení, že za několik posledních dekád poklesly populace obratlovců v průměru asi o 60 %. To je varující, zvláště uvědomíme-li si, že pokles populace bývá vždy prvním krokem k případnému vymření.

Ovšem i tady máme několik problémů. Podíváme-li se na jednotlivé regiony, trend není zdaleka tak zřetelný a neplatí pro velkou část severní polokoule. Tam sice ve 20. století došlo k průměrnému zmenšení populací, ale od té doby se situace jeví docela stabilní. Silný a trvalý pokles populací se týká především Jižní a Střední Ameriky a celé indopacifické oblasti; v Africe k největším poklesům došlo do r. 1990 a od té doby se taky nic moc neděje. Zásadní problém však je, že Living Planet Index integruje všechny údaje, které lidé o populacích shromažďovali, a není nijak ošetřeno, která data byla sbírána a jak. Co když se výzkumníci zaměřují přednostně na ubývající populace? Co když se třeba v Africe zabývali především ubývajícímí populacemi do 90. let a od té doby se zajímají

i o přibývajícímí druhy? To všechno by se na LPI projevilo, poněvadž ten zprůměruje vše, co má k dispozici.

Navíc populace řady obratlovců rostou, někdy až neuvěřitelně. Pozorujeme to hlavně na severní polokouli, kde typicky vzrůstá početnost velkých zvířat – u nás třeba velkých šelem a dravých ptáků, jako jsou vlk nebo orl mořský, týká se to ale i řady býložravců (prase divoké, jelen, bobr) a mnoha dalších druhů velkých ptáků, jako je jeřáb, krkavec nebo husa velká (Deinet a kol. 2013). Nárůsty některých populací dosahují až tisíců procent početnosti z poloviny 20. století. K příčinám se dostaneme později; pro teď je podstatné, že neplatí prostá představa univerzálního ničení přírody a ubývání početnosti všech zvířat. Dokonce i v některých oblastech Afriky se populace řady zvířat zvětšují, včetně těch, jež jsou pod tlakem pytláků, jako sloni nebo nosorožci. Někdy je to způsobeno tím, že jde o druhy v minulosti nelitostně vybité a teď jsou na tom o něco lépe – jsou třeba chráněny kvůli turistům a regulérním lovcům. Ale právě o to jde – antropocenní situace 21. století může být pro spoustu druhů paradoxně příznivější než novověká exploatace všeho.

Nic se však nemění na skutečnosti, že některé skupiny organismů jsou na tom opravdu zle. Jde třeba o mořské ryby a pařby, obojživelníky nebo členovce včetně hmyzu. Především o hmyzu se v posledních letech často mluví (bliže na str. 247–250), zvláště poté, co němečtí ekologové zjistili, že v různých rezervacích na území celého Německa klesla biomasa hmyzu monitorované pomocí lapačů za poslední čtvrtstoletí v průměru na čtvrtinu (Hallmann a kol. 2017). U biomasy je nevýhoda, že ji ovlivňuje několik dominantních druhů nebo druhů s velkou tělesnou hmotností, nicméně výsledky jsou v souladu s tím, co hmyzí ekologové u nás tvrdí posledních 20 let: dříve běžný hmyz obecně krajiny mizí a není vyloučeno, že za několik posledních dekád na našem území vymřelo až 10 % hmyzích druhů. To neznamená, že tyto druhy vymřely globálně, ale stejně je to alarmující, navzdory tomu, že mnohých druhů bezobratlých u nás vlivem klimatických změn naopak přibývá.

### Ztráty a zisky

Příroda se rychle mění, ale nelze jednoznačně říct, že všechny změny jsou k horšímu. Lidé mají tendenci si představovat, že celosvětově mizí zeleň, rozšiřují se pouště a vegetace mizí na úkor měst, silnic, dolů a továren. Dálkové sledování Země pomocí družic ale ukazuje něco jiného a v určitém smyslu opačného. Zeleně celosvětově přibývá (Chen a kol. 2019). Ne všude a ne stejnoměrně, ale index listové plochy – zjednodušeně řečeno množství listů na jednotce plochy, se na většině povrchu Země během posledních 30 let zvýšil (obr. 3). Tím tedy narostla také primární produkce ekosystémů. Někde je to způsobeno efektivnějším zemědělstvím (v Číně, Indii, asi i v oblasti severoamerických prérií), jinde zarůstáním krajiny po ústupu extenzivního obhospodařování a nárůstem množství živin (Evropa včetně celé oblasti Mediteránu), jinde nejspíš klimatickými změnami. To se týká severovýchodních oblastí, kde se vlivem oteplení prodlužuje vegetační sezona, ale asi také aridních oblastí jižní polokoule (Kalahari, část Austrálie), kde se uvažuje i o pozitivním vlivu rostoucí koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. Oteplení oceánu vede kromě toho k vyšším srážkám na kontinentech, byť se rozložení srážek zároveň mění a někde jich tedy může být naopak méně. Z hlediska biologické rozmanitosti ozeleňování nemusí znamenat výhru (zvláště v těch případech, kdy jde jen o intenzivnější zemědělství nebo plantážní formy lesnictví). Rozhodně ale jde o robustní a netriviální trend, nepodporující jednoznačnou představu „mizení přírody“.

Komplikace je také s lokálními a regionálními změnami diverzity. Před několika lety vzbudil velkou pozornost (i velkou nevoli) článek, který analyzoval všechny tehdy dostupné časové řady druhové rozmanitosti (jak se měnil počet druhů v čase na různých územích) a dospěl k závěru, že na mnoha místech počet druhů klesá, na mnoha zase roste, a v průměru je to víceméně vyrovnané (Dornelas a kol. 2015). Klesající časové řady nepřevažují nad rostoucími. Ve skutečnosti se už dlouho vědělo, že se počet druhů mnoha území zvyšuje vlivem šíření nepůvodních druhů, tedy biologických invazí, které globálně představují mnohem masivnější fenomén než vymírání. Invaze mají řadu netriviálních důsledků (ještě si o nich povíme) a jedním z nich je právě rostoucí lokální rozmanitost, spojená zároveň s velkoškálovou homogenizací (viz Živa 2018, 5).

Nacházíme se tedy ve zvláštní situaci – příroda se nám doslova mění před očima, ale složitějším a méně jednoznačným způsobem, než se obecně míní. Připomíná to sérii dotazů na Radio Jerevan: Je pravda, že žijeme v době šestého masového vymírání? Ano, ale zatím není masové a asi není ani šesté. Je pravda, že populace obratlovců klesají o desítky procent? Ano, ale populace řady obratlovců dramaticky rostou, někdy i o stovky procent. Je pravda, že příroda mizí, zvětšuje se plocha pouští a mrtvých míst? Ano, ale zeleně na Zemi v průměru přibývá a rostlinná produkce narůstá. A konečně: Je pravda, že lokální a regionální druhová rozmanitost klesá? Ano, ale přibližně na polovině míst druhová

rozmanitost naopak roste. Žádná z těchto „ale“ neznamenají nutně nějaké jasné pozitivní trendy. Přibývání zeleně může souviset s intenzifikací zemědělství a zarůstáním krajiny (obojí snižuje biologickou rozmanitost), nárůst počtu druhů způsobený šířením nepůvodních druhů také není důvod k jásotu. Ale vše ukazuje, jak jsou současné trendy z hlediska výhledu do budoucnosti nejednoznačné.

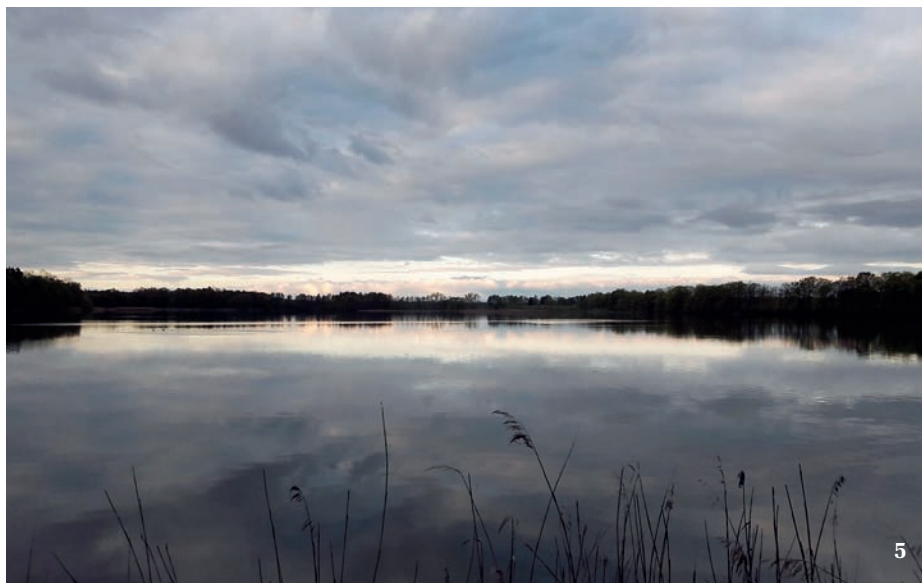
Je tedy načase podívat se na trendy, které jsou v současné biosféře skutečně výrazné a dlouhodobé. Jen ty nám totiž naznačí budoucnost biologické rozmanitosti Země.

### Co se v přírodě doopravdy děje

Několik následujících trendů, pozorovatelných v přírodě kolem nás, je těžko zpochybnitelných a pro budoucnost biologické rozmanitosti zjevně zásadních, přestože jejich možná vyústění sotva tušíme.

● Stále se zvětšuje zrno krajinné mozaiky. Základní jednotky uspořádání věcí v prostoru jsou čím dál tím větší, a to v mnoha měřítkách. V tom nejmenším se to týká základních zrn krajiny, jako jsou pole, pastviny, louky, sídla. Nejenže namísto pestré mozaiky malých políček máme velké lány, ale hlavně se celé kusy krajiny velkoplošně diferencují. Dříve ke každé malé vesnici patřila nějaká pole, úhory, obecní pastvina pro dobytek, louky pro píci a les, kde se bral otop a stavební materiál. Dnes to není potřeba, díky efektivnímu dálkovému transportu se každá oblast může specializovat, takže tam, kde se vyplatí intenzivní zemědělství, už není prakticky nic jiného, zatímco tam, kde se nevyplatí, zarůstá krajina křovím a zvětšuje se plocha lesů. Obdobně to funguje na velkých prostoro- vých škálách, kde se specializují celé regiony v rámci kontinentů. Tyto změny krajinného zrna probíhají už od pravěku a svědčí spíše velkým a inteligentním zvířatům, jako jsou zmínění vlci nebo bobří, zatímco pro drobné obratlovce či bezobratlé, kteří závisejí právě na bezprostřední blízkosti různých typů zdrojů, bývají často fatální.

● Druhý obecný trend už jsme zmínili – jde o velkoplošnou homogenizaci bioty způsobenou šířením druhů z místa na místo, z kontinentu na kontinent. Zatímco současné vymírání má analogii v několika vymíráních během posledních desítek milionů let, takto masové šíření druhů bylo možné naposledy někdy na konci permu (před čtvrt miliardou let), kdy byly všechny kontinenty spojeny do jediného megakontinentu Pangey. A ani tehdy se asi druhy nešířily tak rychle jako dnes. Jedním z následků tohoto trendu je zmíněný nárůst biologické rozmanitosti mnoha míst, který přinejmenším vyrovnává lokální vymírání původních druhů. Dalším následkem je hybridizace druhů spojená často se vznikem nových forem, někdy ještě úspěšnějších v dalším šíření (k tomu se ještě dostaneme). Biologické invaze způsobují ovšem i vymírání původních druhů. Vymírání ostrovní fauny zmíněná na začátku souvisejí právě s invazí nepůvodních predátorů; kromě predace hraje roli i šíření nepůvodních patogenů, proti nimž jsou invazní druhy imunní, ale původní druhy likvidují. Mnohem méně víme o roli konkurence mezi invazními a původními



5

druhy; u rostlin to zatím vypadá, že přibývání nepůvodních druhů typicky nesnižuje rozmanitost původní flóry, ale je možné, že jde jen o dočasnou záležitost, tedy že na konkurenční vyloučení druhů zatím neuplynula dostatečně dlouhá doba.

● Dalším obecným trendem je eutrofizace biosféry, tedy zvyšování množství živin, hlavně dusíku a fosforu, základních limitujících prvků pro růst rostlin. Obojí souvisí s produkcí umělých hnojiv, kdy se fosfor získává z fosfátových ložisek a dusík ze vzduchu pomocí Haberovy-Boschovy reakce (přeměna na amoniak reakcí s vodíkem). Dusíku je podle všeho v současné biosféře nejvíce za celou historii Země a s fosforem to může být podobné. Eutrofizace zvyšuje primární produkci ekosystémů a vede ke změnám druhového složení společenstev. Přispívá k zarůstání krajiny vedoucím ke snižování biologické rozmanitosti a k rostoucí dominanci několika nejmúspěšnějších druhů. Úplně nejextrémněji to vidíme na našich sladkých stojatých vodách, konkrétně rybnících: jsou natolik špinavé – což ale znamená plné živin – že v nich přežije jen kapr, zato v obrovských množstvích, a jeho predací tlak natolik snižuje nabídku potravy pro ostatní organismy, že ani obojživelníci, ani planktonožraví ptáci nemají šanci (a rybáři to ještě posilují, obr. 5). Ale i v terestrické vegetaci začínají pozvolna převládat druhy snášející vysoké hodnoty živin, zvláště dusíku.

● Asi nejdůležitějším trendem, jenž v sobě do různé míry zahrnuje všechny tři předchozí, je celoplanetární ústup tradičního zemědělství, charakterizovaný někdy sloganem „konec neolitu“. Velkoplošná industrializace zemědělství vedla k opuštění krajiny hospodařícími lidmi (což zase svědčí velkým zvířatům, která tradiční zemědělec lovil a pronásledoval) a zároveň ke zvětšování zcela nepřirodních „továren“ na zemědělské produkty (sem počítáme i jinou než potravinovou produkci, takže lze zahrnout i moderní lesnictví nebo produkci biopaliv), chemizaci celé krajiny a na druhé straně zarůstání jejich neren- tabilních částí, což vede k úbytku druhů vázaných na jemnozrnnou mozaiku tradičního zemědělství. Vedlejší produktem uvedeného procesu je ztráta přímé vazby člověka k přírodě a k jejím zdrojům –

5 Třeboňské rybníky jsou romantické a rybníční krajinu považujeme za harmonickou a zachovalou. Pohled do vody nás ale většinou usvědčí z omylu – bývá špinavá, zarostlá řasami a kromě kaprů v ní skoro nic nežije. Na vině je celková eutrofizace krajiny, výrazně posílená honbou za maximální produkci kaprů. Rybáři do vody živiny ještě přidávají (často celými valníky kravského hnoje) a nasazují tak velké množství ryb, že už tam nemůže žít prakticky nic jiného – kapři vyžerou veškerý zooplankton i bentos a vodu zvíří natolik, že třeba potápivé kachny v ní ani nic nevidí. Břehy rybníků navíc nejsou obhospodařované (dříve bývaly mezi rybníkem a okolní mokrou kosenou loukou často kontinuum), zarůstají dřevinami a mizejí tak litorální biotopy, kde žily žáby nebo různé druhy ptáků jako vodouši, břehouši a čírky. Na rybnících tedy lze pozorovat současně několik antropocenních tendencí: změnu obhospodařování krajiny, její eutrofizaci, monopolizaci prostředí několika dominantními druhy spojenou s lokálním vymíráním, a konečně bezohlednou exploataci zdrojů umožněnou novými technologiemi a zprůměrněním zemědělství. Rybník Potěšil, východně od Lomnice nad Lužnicí. Foto D. Storch

6 Nová divočina vzniká na periferiích měst, v bývalých těžebních a průmyslových areálech, ale třeba i v opuštěné, dříve extenzivně obhospodařované krajině. Je pro ni charakteristická rychlá dynamika vegetace a šíření nepůvodních organismů. Místa ale naopak přežívají druhy, které v zemědělské krajině už vymřely. Foto P. Pokorný

městští lidé, kterých žije už teď na Zemi nadpoloviční většina a tato proporce pořád roste, nemají často představu, jak se k nim dostávají zemědělské produkty, takže ztrácejí i motivaci výrazněji se nad stavem krajiny znepokojovat.

Kromě těchto čtyř základních trendů kolem sebe pozorujeme další jevy, které mohou být zásadní – zatím jsme např. nemluvili o globálních klimatických změnách a souvisejících změnách v chemismu oceánů. U těchto trendů ale těžko soudit,



jak jsou trvalé a jak moc ovlivní biologickou rozmanitost Země. Ani u zmíněných dlouhodobých trendů ovšem není úplně jasné, co všechno z nich vlastně plyne.

### Věštění z karet

Přes komplexnost a nejednoznačnost antropocenních trendů to na první pohled nevytápá s budoucností biologické rozmanitosti právě růžově. Lidská populace roste a s ní roste spotřeba a nároky na prostor věnovaný intenzivnímu zemědělství. Prostor pro druhově rozmanitou přírodu se bude asi ještě dlouho zmenšovat. Nemusíme věřit konkrétním odhadům vymírání na základě zmenšující se plochy původního prostředí, nicméně je zřejmé, že méně prostoru znamená nižší biologickou rozmanitost. O kolik, to už je docela těžká otázka, stejně jako zůstává otázkou, jak s tímto tlakem na přírodu budou interagovat ostatní dlouhodobé trendy.

Predikce jsou totiž obecně obtížné, zvláště když se týkají budoucnosti (jak praví známý bonmot). I když známe, nebo si myslíme, že známe, zásadní dlouhodobé trendy, existuje několik důvodů, proč nelze odhadnout jejich důsledky. Jedním z nich je, že různé trendy jdou proti sobě. Lidská populace roste, tento růst se ale výrazně zpomaluje s rostoucí životní úrovní. Zastaví se růst populace dřív, než zlikvidujeme skoro všechny přírodní zdroje? Podobně se sice na jedné straně zvětšuje plocha biologicky zdevastovaných oblastí, ale zároveň i plocha chráněných území a nové divočiny (o níž si něco povíme dále). Proti ztrácejícím se znalostem o přírodě a o cestách, jak se k nám dostávají potraviny, stojí rostoucí ekologické povědomí a pocit zejména u mladé generace, že s environmentálními problémy je třeba něco dělat. Velká část globálních trendů má přitom exponenciální povahu, a tudíž jejich průběh bývá hodně citlivý na počáteční nastavení a přesné parametry růstu příslušných veličin. Stačí drobná změna a střetnou se v úplně jiné situaci. Spousta věcí se dnes odehrává tak rychle, že i když vyvolají protireakci, nestačí na to, aby k nějakému vyrovnání došlo včas. To je dále posíleno tím, že složité byrokratické mechanismy rozhodování zpomalují, zatímco skoro všechno ostatní se zrychluje.

Ještě zásadnější důvod, proč nedokážeme efektivně předvídat budoucnost, je, že kolem nás vzniká obrovské množství zárodků nových trendů, které zatím nehrají takovou roli a většina z nich zajde na úbytě. Některé se ale nakonec prosadí a stanou se těmi zásadními. Přirovnávám to k situaci v lese, kde kromě velkých stromů, které „dělají les“, všude roste řádově více semenáčků, z nichž naprostá většina alyhne dřív, než stačí vyrůst. Některé ale zcela jistě vyrostou, a to budou ty, co vytvoří příští les. Není ale prakticky žádný způsob, jak předem zjistit, které to budou. Kdo by na sklonku 20. století byl schopen předvídat, že již brzy budou hrát takovou roli sociální sítě, zarůstání krajiny nebo palmový olej?

Zkusme ale přece jen, při vědomí zásadní neschopnosti předvídat důležitost budoucích procesů, odhadnout možné scénáře příštího vývoje biologické rozmanitosti naší planety. V jednom ohledu máme situaci zjednodušenou tím, že na druhové rozmanitosti každého místa nebo regionu se v principu podílejí jen tři základní procesy: vznik druhů (speciace), vymírání (extinkce) a šíření druhů po povrchu Země. Už jsme si řekli něco o vymírání a o bezprecedentním šíření druhů, tedy o biologických invazích. Na základě toho, co víme o současných trendech (a s vědomím problémů nastíněných v předchozím odstavci) můžeme soudit, že vymírání bude pokračovat zvýšenou rychlostí v závislosti na ničení původních typů prostředí, ale ještě výraznějším fenoménem se stane šíření druhů. Lokální i regionální rozmanitost těch jakžtakž přírodních míst bude tedy možná zachována, ale za cenu homogenizace bioty a úbytku globální rozmanitosti, jakkoli ten nemusí nutně dospět až do úrovně masového vymírání. V tomto scénáři ale zapomínáme na třetí proces, totiž evoluci a vznik nových druhů, jenž může zamíchat kartami víc, než si myslíme.

### Nová evoluce

Biology už od dob Charlese Darwina fascinují příklady rychlých evolučních radiací, kdy v relativně krátké době z jednoho předka vznikla spousta druhů. Jednu z nejznámějších představují cichlidy ve východoafrických jezerech. Jen ve Viktoriině je-

zeže žijí stovky druhů těchto ryb, lišící se tvary, barvami i nejrůznějšími adaptacemi a potravními strategiemi. Přitom Viktoriino jezero vzniklo jen zhruba před 12 tisíci lety, což je z hlediska geologického i evolučního času zanedbatelné. Pravda, ty druhy vznikaly asi už dlouho předtím v různých říčkách a menších jezerech, kterých bylo v bažinách, jež se posléze staly právě Viktoriiným jezerem, spousta. Stejně ale šlo o extrémně rychlé rozrůznění. Nedávno se ukázalo, že na začátku celé radiace stála jedinečná událost, kdy se spolu zkřížily dvě rodičovské linie, jedna z povodí Nilu a druhá z povodí Konga, které se díky tektonickým změnám dostaly k sobě. Hybrid nesl geny obou druhů, různě výhodné v různém prostředí, tedy zásobárnu potenciálně adaptivních variant, které se u jeho potomků (tedy nově vzniklých druhů) různě štěpily a kombinovaly. Na začátku zkrátka bylo potřeba dodat materiál k evoluci, prostředí pak určilo, co se v jaké situaci hodí (Meier a kol. 2017) a to umožnilo překotný vznik nových forem (radiaci).

A právě v antropocénu jsou takové události, kdy se k sobě díky biologickým invazím dostávají druhy, které po miliony let žily odděleně, velice časté. Pokud tedy není radiace cichlid úplnou výjimkou, je velmi pravděpodobné, že šíření nepůvodních druhů a jejich vzájemné střetávání a křížení jak mezi sebou, tak s druhy původními, zásadním způsobem urychlí evoluci a vznikání nových druhů. Už známe řadu případů vzniku nových forem hybridizací druhů invazních nebo adaptací na nové prostředí. Nové druhy totiž nyní vznikají nejen křížením, ale také tím, že se dostávají do nových prostředí ať už proto, že díky člověku překonaly přirozené geografické bariéry, nebo proto, že člověk nové typy prostředí ve velkém měřítku neustále vytváří. Význačný britský ekolog Chris Thomas ve své knize *Inheritors of the Earth* (2018) odhaduje, že antropocenní změny vedou k tak velkému urychlení evoluce, že kdyby teď pominulo negativní ovlivňování biosféry lidskou populací (třeba kdyby lidstvo vymřelo nebo by se jeho populace zásadně zmenšila), na Zemi by se vlivem předchozích antropocenních změn zvýšil počet druhů na dvojnásobek počtu, který by tu byl bez zásahu lidské civilizace.

To je ovšem ošemetné tvrzení. Jak by to přesně dopadlo, záleží na tom, jaká je vůbec kapacita Země a jednotlivých oblastí hostit nových počet druhů. Lze předpokládat, že dynamika biologické rozmanitosti má nějaké stabilní rovnovážné stavy (viz článek na str. 206–210) dané tím, že když je druhů v dané oblasti příliš vzhledem k množství zdrojů, které jsou k dispozici, mají nutné v průměru malé populace a pravděpodobnost jejich vymření tak převažuje nad rychlostí vzniku nebo příchodu druhů nových. Tato rovnovážná hodnota, které můžeme říkat nosná kapacita pro počet druhů (Storch a Okie 2019), bude záviset na množství zdrojů, průměrné rychlosti vymírání (dané třeba proměnlivostí prostředí) a rychlostech vznikání a imigrace nových druhů. Pravda tedy je, že když se zvýší vlivem antropogenních změn jak rychlost šíření druhů, tak rychlost vzniku nových druhů, nosná kapacita pro počet druhů se rovněž zvýší.

Jenže toto zvýšení bude nejspíš jen dočasné. Pronikání druhů na nová území se časem musí nasytit – zjednodušeně řečeno, když budou všichni všude, už se nemá kam šířit – a také rychlost vzniku nových druhů klesne, když se druhy přestanou nově setkávat. Na druhou stranu druhy na různých kontinentech se budou zase diferencovat a třeba šířit nově, takže těžko říct, jaká rovnováha příslušných procesů se ustaví a co do toho všechno ještě vstoupí. V každém případě bude ale rovnovážná hodnota biologické rozmanitosti záviset na celkovém množství zdrojů a prostoru, který budou mít organismy k dispozici. Z tohoto hlediska je rozumný jednoduchý předpoklad, že čím více místa „přírodě“ necháme, tím bude celkově bohatší. Edward O. Wilson představil v knize *Half Earth* (2016, získala Pulitzerovu cenu) sympatický plán nechat přírodě polovinu zemského povrchu. Zní to možná utopicky, ale nejde o zcela nereálný požadavek a vypadá jako rozumný kompromis zamezující nevratným změnám biologické rozmanitosti.

Otázkou však je, co v antropocénu vůbec znamená „příroda“.

### Antropocenní příroda

Jedním z hlavních poučení antropocénu, resp. jednou z jeho centrálních tezí je, že nic jako čistá příroda, tedy očištěná od lidských vlivů, neexistuje (a od doby, co na Zemi žije člověk, ani neexistovalo). Představa, že stačí nechat co nejvíce místa přírodě, je tedy v principu problematická. I když nějakou část „divočiny“ ohradíme a necháme být, pořád ji budeme chtít nechtě zásadně ovlivňovat, jednak tím plotem, jednak nepůvodními organismy, které všude už tak jako tak jsou, ale i antropogenními změnami chemismu atmosféry a následně třeba půdy. V současnosti se např. většina jihoafrické přírody nachází „mezi ploty“, ať už jde o velké národní parky, nebo o menší farmy, kde se chová divoká zvěř často polodomestikovaně. Přesto i taková příroda-nepříroda nějak funguje, jedinci se množí, populace prosperují a savana se udržuje. Mezi neporušenou africkou divočinou a zoologickou zahradou existuje kontinuum, a co považujeme za „přírodu“ nebo „divočinu“, je spíše otázka vkusu – a navíc na tom zase tolik nezáleží.

Kromě toho všude po světě vzniká divočina nová. Ta má také hybridní povahu, ale jiného typu. Vzniká nezáměrně na nejrůznějších zpustlých, původně lidmi obývaných či obhospodařovaných plochách nebo na rozhraních, jako jsou okraje měst, aktivní či opuštěné těžební a průmyslové areály nebo celé opuštěné oblasti (viz článek na str. 267–270). Extrémním příkladem může být okolí Černobylu, ale není to úplně dobrý příklad, poněvadž tam zpětně vzniká normální „stará“ divočina, která se kromě zvýšené radioaktivity nijak zvlášť neliší od té, co tam byla po většinu holocénu. Nová divočina bývá mnohem méně předvídatelná, plná nepůvodních druhů a nových druhových kombinací, dějí se v ní nevídané věci. A je to skutečná divočina, která často hostí druhy, jež jinde nenajdou své místo. Krokodýli na Floridě (na rozdíl od aligátorů, kteří jsou tam úplně všude) přežívají v nádržích u atomo-



vé elektrárny, největší populace afrických servalů se nachází v industriálních zónách, druhy hmyzu, které u nás zcela vymizely z běžné krajiny, přežívají na popilkovištích elektráren nebo na odkalištích, hnědohelné doly a výsypky hostí poslední populace některých našich dříve běžných druhů ptáků. A městská příroda je bohatá a zajímavá, na rozdíl od okolní průmyslové zemědělské pouště.

Tato situace klade nové požadavky na ochranu přírody, která musí nacházet rovnováhu mezi tendencí „nechat přírodu samu sobě“ a zasahováním ve snaze zachovat aspoň něco původního. Ponecháním přírody sobě samé rezignujeme na zachování stávajícího stavu; příroda už nikdy nebude stejná, čistá a divoká, jako byla (nebo jakou si ji malujeme). Bude kontaminovaná člověkem, bude překvapovat, často nepřijemně. Naproti tomu snaha o zachování stávajícího stavu může působit konzervativně a staromilsky, ale často jde o jedinou možnost, jak aspoň zpomalit ztrátu světa, na který jsme si zvykli a který máme rádi. Je to vlastně udržování refugií v naději, že globální trendy nebudou tak fatální a nezvratné, a že když se situace změní, bude odkud brát zdroje nové, resp. staronové přírody.

Nejde přitom jen o kosení luk ve snaze udržet kus tradiční zemědělské krajiny, nebo vypouštění velkých byložravců ve snaze zamezit zarůstání. Současné formy ochrannářského managementu bývají často docela drsné a zahrnují i pojezdy těžké techniky, bagrování, vypalování porostů a různé drastické způsoby likvidace přerůstající vegetace. Je to zcela oprávněné. Jsme v antropocénu a příroda je vždy pod naším vlivem, ať už záměrným, nebo nezáměrným. A je pořád lepší, když víme, co od ní chceme a jak toho dosáhnout.

### Shrnutí

Antropocenní proměny světa jsou rozsáhlé a vzbuzují obavy. Trendy týkající se biodiverzity v antropocénu jsou ale často složité a jejich vyústění nelze jednoduše předvídat. Zatím ještě nežijeme v době šestého masového vymírání druhů, jakkoli úbytek původních typů prostředí vlivem růstu lidské populace živěné průmyslo-

7 I dnes je možné v Africe spatřit podobné scény, byť prakticky už jen v národních parcích, které vyžadují specifický management, a tak je spíše než za ostrůvky divočiny lze považovat za něco jako obory. To nic nemění na tom, že díky zájmu turistů se udržuje téměř neporušená savana s megafaunou. S odlivem turistů a nedostatečnou kontrolou pytláctví jim však hrozí zánik. To je i případ národního parku Hwange v Zimbabwe, který se drží jen díky péči mezinárodních organizací. Foto L. Storchová

vým zemědělstvím zvyšuje pravděpodobnost dalšího vymírání. Žijeme však v době bezprecedentní homogenizace biosféry způsobené šířením nepůvodních druhů po povrchu Země, k čemuž se přidávají změny velikostí populací. Biosféra se míchá, eutrofizuje a zvětšuje se prostorové zrno, v němž probíhají základní procesy. Je pravděpodobné, že tyto změny urychlují evoluci. Biologická rozmanitost Země ale bude záviset na tom, jak velkou část povrchu si bude uzurpovat člověk a jak velkou ponechá ostatním organismům. Příroda už nikdy nebude oproštěná od vlivu člověka, a proto je iluzorní si myslet, že stačí do ní co nejméně zasahovat. Zásadní výzvu představuje udržení rovnováhy mezi snahou zachovat maximum ze starého světa charakterizovaného extenzivním zemědělstvím na jedné straně a podporou přirozených procesů v nové hybridní divočině měst a suburbii, opuštěných dolů a průmyslových zón na straně druhé. V obou těchto věcech je nutný aktivní a vědomý přístup. Přírodu neovládáme a nikdy ovládat nebudeme, zasahovat do ní ale budeme chtít nechtě, a proto je nutné se stále rozhodovat, jak zasahování bude probíhat. A to i při vědomí hloubky naší neznalosti a neschopnosti předvídat budoucnost – jisti si můžeme být jen tím, že budeme vývojem života na Zemi překvapeni.

Seznam použité literatury uveden na webové stránce Živy.