

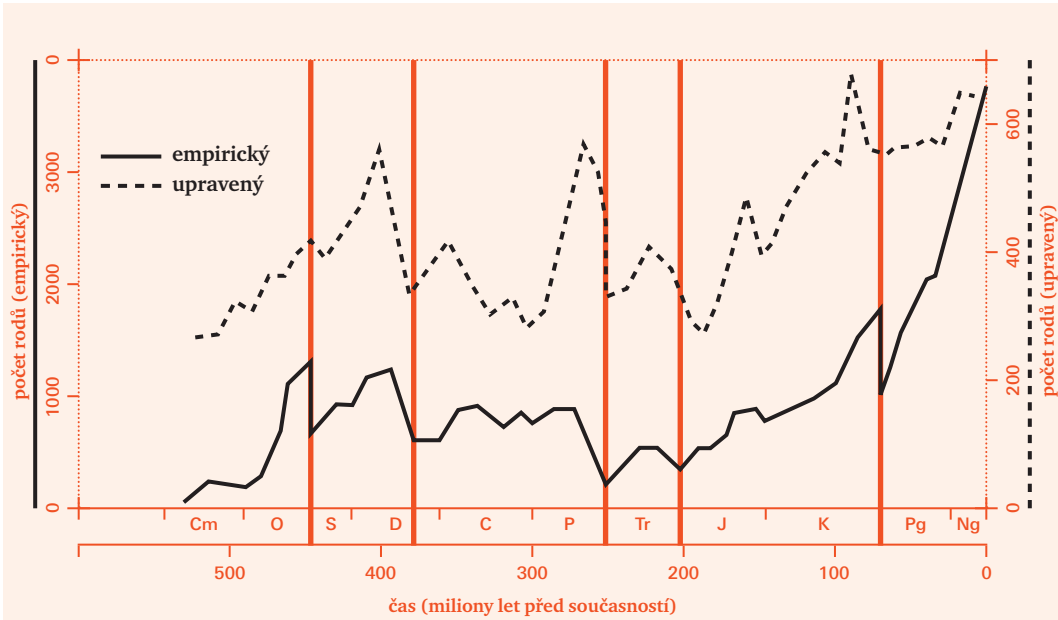
V této kapitole se budu zabývat možnými scénáři budoucího vývoje Života na Zemi v souvislosti s antropocenními změnami. Životem s velkým Ž míním unikátní pozemský biologický fenomén zahrnující všechny organismy, vzniklé před nějakými čtyřmi miliardami let ze společného předka, a odlišuji jej tím od života coby nějakého universálního fenoménu, který může být kdekoli ve vesmíru a může mít úplně jiný základ (Zrzavý a kol. 2017). Záměrně tak ignoruji možnost dalšího vývoje života v kyberprostoru. Co vše eventuálně spadá pod život, je věcí více či méně arbitrární definice, zatímco Život není vymezen definicí, stejně jako nelze definovat konkrétního jedince nebo jakýkoli jiný unikátní fenomén (jakkoli jej lze charakterizovat nějakými typickými znaky).

Má se za to, že Život je současnými globálními změnami v nějakém smyslu ohrožen. Protože o budoucnosti Života lze mluvit jen v kontextu jeho současnosti, tedy jeho dnešních potencialit, budu se v první části této kapitoly zabývat právě současnými hrozbami a přitom se budu snažit tematizovat a problematizovat zažitá silná tvrzení. Ve druhé části se je pokusím zjemnit a podat přehled hlavních trendů v antropocenní biosféře. Ve třetí části se pokusím nastínit možnosti scénářů dalšího vývoje Života a biosféry, s vědomím principiální nemožnosti cokoli přesněji předpovědět.

Žijeme v době šestého masového vymírání?

Za jeden z nejzásadnějších problémů současných antropocenních změn se považuje rychlé vymírání druhů rostlin a živočichů. Je to oprávněné, poněvadž na rozdíl od řady jiných rychlých proměn současného světa, jako je klimatická změna, růst lidské populace nebo změny globálních cyklů prvků, vymření biologického druhu je nevratná událost, při níž se ztrácí evoluční zkušenost jedné větve stromu života. Vymírání ovšem patří k evoluci, takže vážně znepokojovat by nás mělo jen tehdy, pokud je jeho současná rychlost výrazně vyšší než běžná rychlost (tzv. *background extinction rate*). Často se tvrdí, že současné vymírání je až tisíckrát rychlejší, než je 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, tedy během poslední více než půlmiliardy let. Tyto odhady ale nejsou založené na skutečné znalosti počtu vymřelých druhů během posledních desetiletí až staletí a jejich přímém poměřování s minulými vymíráními – známých vymření je

obr. 43



příliš málo, abychom z toho mohli činit takto dalekosáhlé závěry, takže jsme odkázáni na nepřímé metody.

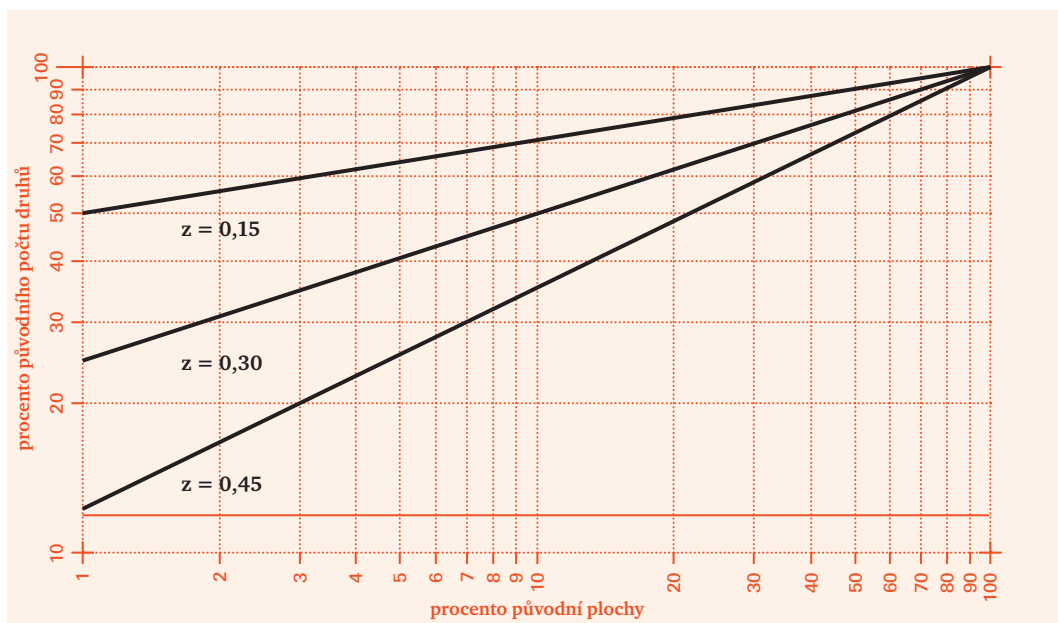
obr. 44

Rychlost současného vymírání se tradičně odhaduje na základě známého vztahu mezi počtem druhů a rozlohou jimi obývaného prostředí, tzv. *species-area relationship*. Předpokládáme, že tento vztah je universální a matematicky uchopitelný, takže lze vypočítat, o kolik se zmenší počet druhů, zmenší-li se rozloha jejich prostředí. Kanonická představa *species-area relationship* předpokládá, že počet druhů roste s plochou (a tedy klesá s ubývající plochou) podle mocninné zákonitosti s určitým sklonem odpovídající přímkou v logaritmicko-logaritmickém měřítku (Rosenzweig 1995) tak, že desetina plochy hostí přibližně polovinu původního počtu druhů, a to nezávisle na absolutní velikosti původní plochy (výhoda mocninných funkcí je, že jsou měřítkově invariantní). Pokud bychom vzali v úvahu jen tropické deštné lesy, které ubývají rychlostí asi 0,5 % ročně, vyšlo by nám po dosazení do příslušného vzorce, že ročně by mělo vymizet asi 0,1–0,2 procenta pralesních druhů. V deštných lesích je koncentrována většina biologické rozmanitosti, takže pokud předpokládáme, že tam žije třeba pět milionů z celkového počtu asi osmi milionů živočišných druhů, odhadovaných pro celou Zemi (Novotný

- Vymírání v geologické historii Země. Změny biologické rozmanitosti v oceánu za posledních 540 milionů let, kdy máme dostatečný fosilní záznam, zachycuje klasická křivka (plná čára), která ukazuje vzestup rozmanitosti v kambriu a ordoviku, potom relativní stabilitu po celé prvohory až do konce permu (před čtvrtmiliardou let) a následně pozvolný nárůst. Na křivce vidíme několik propadů (největší právě na konci permu), indikujících velká vymírání. Tradičně jich rozlišujeme pět (silné červené čáry), nicméně jde do značné míry o konvenci – na konci každého tradičně vymezeného geologického období došlo k výměně fauny, tedy k vymírání a posléze nové radiaci, proto ostatně ta období vůbec rozlišujeme. Navíc u této klasické křivky (Sepkoski 1984) je několik metodických problémů souvisejících s různou zachovalostí fosilního záznamu (nejdůležitější je tzv. *pull of the recent*, tah přítomnosti, což zjednodušeně znamená, že geologický záznam „nadržuje“ mladším fosiliím a my v důsledku toho nadhodnocujeme biologickou rozmanitost tím víc, čím víc se blížíme přítomnosti). V první dekádě tohoto tisíciletí byla proto zkonstruována nová křivka (čárkovaně), očištěná od těchto metodických problémů (Alroy 2008), na níž bychom měli ještě větší problém najít právě pět masových vymírání (přestože to největší, na konci permu, je na ní zrovna dobře vidět).

a kol. 2002), vycházelo by z toho ročně přes pět tisíc vymřelých druhů. Což je opravdu hodně.

Potíž je, že to nefunguje, a to hned z několika důvodů. Za prvé, vztah rozlohy a počtu druhů není takhle jednoduchý (Storch 2016b). Během posledních dvou dekád se ukázalo, že tato závislost je složitější a přímkou v logaritmicko-logaritmickém měřítku jí lze aproximovat jen v některých prostorových měřítkách – není tedy měřítkově invariantní a pro přesný odhad bychom potřebovali vědět, jak absolutně velká byla ta původní plocha. Počet druhů roste s plochou rychle ve velmi malých měřítkách a pak zase na těch největších, kontinentálních (Šizling a kol. 2011, Storch a kol. 2012). Ve středních měřítkách, která jsou pro odhady vymírání nejrelevantnější, je tento nárůst dost pozvolný. Ještě zásadnější problém je, že strašně záleží na tom, kde přesně té plochy ubývá. Z hlediska biologické rozmanitosti je mnohem horší, dochází-li k ničení habitatů směrem od okrajů dovnitř, mizí-li tedy nejdříve oblasti na okrajích původní plochy daného prostředí, kde žije nejvíc vzácných druhů (Keil a kol. 2015, příčiny tohoto fenoménu teď nechme stranou). V takovém případě může počet vymřelých druhů stoupat téměř lineárně s rozlohou zničené plochy. U pralesů reálně někdy skutečně dochází ke kácení od okrajů, jinde ale naopak začíná zevnitř, kolem silnic, které prales protnou. A jindy difuzně, na různých místech současně, což má na vymírání zase jiný (a obecně menší) vliv. To přitom zatím mluvíme jen o pralesích, které jsou ve skutečnosti méně poškozené než jiné typy prostředí, jako je třeba step mírného pásma, která byla na rozdíl od pralesů z většiny transformována na pole a pastviny. Neznámých je tedy ve hře spousta.



Ještě horší problém je, že i kdybychom 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 je tomu dnes. Máme tedy dvě možnosti. Buď budeme předpokládat, že vztah rozlohy a počtu druhů je vskutku universální, což by znamenalo, že takhle hodně se vymírá každou chvíli (přesně řečeno nejméně každých sto tisíc let, což odpovídá aktuálnímu glaciálnímu cyklu), nebo se v době glaciálního maxima tolik nevymíralo, ale pak nemá žádné opodstatnění domněnka, že pouhou změnou rozlohy habitatu se vymírá teď, když je ta změna rozlohy původních typů prostředí ještě nevýraznější. Pokud jsou změny rozlohy habitatů časté – a to jsou –, těžko můžeme předpokládat, že dnes žijeme díky podobně velkým změnám v době bezprecedentního a zcela unikátního vymírání, které se opakuje jen jednou za mnoho desítek milionů let. Tvrdit, že žijeme v době šestého masového vymírání jen na základě naší znalosti zmenšování původních typů prostředí tedy nelze. A jiné metody, jak posoudit rozsah současného vymírání, v principu nemáme.

obr. 44

- Odhady rychlosti vymírání a *species-area relationship*. Předpokládá se, že vztah mezi velikostí plochy a počtem druhů lze charakterizovat jako přímkou, když jak vodorovná (plocha), tak svislá (počet druhů) osa jsou zobrazeny v logaritmickém měřítku (Rosenzweig 1995). Na obrázku jsou jak plocha, tak počet druhů vyjádřeny v procentech původní plochy a původního počtu druhů, aby bylo vidět, jaké procento druhů vymře při určitém zmenšení plochy. Rovnice přímkou je $y = ax + b$, takže v tomto případě $\log S = Z \cdot \log A + \log C$, kdy S je počet druhů (species richness), A je plocha (area), C je konstanta (průsečík přímkou s osou y , intercept daný počtem druhů na jednotce plochy) a Z je sklon dané přímkou. Po odlogaritmování dostaneme mocninnou závislost $S = cA^Z$, kde sklon přímkou v logaritmicko-logaritmickém měřítku Z se stává exponentem. Pokud je $Z = 0,3$ (jak často pozorujeme, srovnáváme-li různě velké ostrovy; prostřední čára), platí, že zmenšení plochy na desetinu vede k úbytku přibližně poloviny druhů. Platí to universálně – další zmenšení na desetinu té desetiny (tedy na jedno procento původní plochy) vede ke zmenšení na přibližně 25 procent, což je zase polovina té poloviny. Dosazením do výše zmíněných vzorců by bylo možné spočítat, kolik druhů vymře po konkrétním zmenšení daného typu prostředí, kdyby vztah universálně platil.

Co opravdu víme o úbytku biologické rozmanitosti Země?

Mnoho toho není. Za poslední stovky let, dejme tomu od začátku novověku, víme o stovkách vymřelých druhů živočichů (u rostlin je to podobné; Humphreys a kol. 2019). Většina z nich navíc vymřela na ostrovech, kde nebyla fauna zvyklá na konkurenci a predaci, takže zavlčení kdekterého predátora mělo fatální následky. Vzhledem k odhadovaným několika milionům živočišných 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 ani přibližně svým rozsahem srovnatelné s masovými vymíráními vzdálenější minulosti (Barnosky a kol. 2011). Vymírání od začátku novověku ovšem proběhlo dost rychle. Masová vymírání v minulosti trvala dlouho (až miliony let), takže i mnohem pomalejší rychlostí se postupně dosáhlo těch desítek procent vymřelých druhů. Současná rychlost vymírání je asi o dva řády rychlejší a lze odhadnout, že kdyby se stejnou rychlostí vymíralo ještě další stovky až tisíce let, už bychom o masovém vymírání mluvit mohli (Barnosky a kol. 2011).

Ani takto vysoká rychlost vymírání ale ve skutečnosti není bezprecedentní. I v relativně nedávné minulosti, během třetihor, se občas takhle rychle vymíralo, jen to netrvalo příliš dlouho. Ostatně to, že rozlišujeme zrovna pět masových vymírání v minulosti, je do značné míry arbitrární. Dnes to spíš vypadá, že skutečně velká vymírání byla pouze tři (na konci permu, na konci triasu a známé

obr. 43



vymírání na konci křídly, tedy na přelomu druhohor a třetihor před 65 miliony let, kdy vymřeli například neptačí dinosauři; Alroy 2010), některá „vymírání“ byla spíš jen obdobími snížené rychlosti vznikání nových druhů (takže celková rozmanitost klesala, aniž rychlost vymírání reálně stoupla), a naopak mezitím i potom došlo k řadě jen o něco drobnějších vymírání, která byla srovnatelně rychlá nebo i rychlejší než to současné. Nějaká pozařová „normální“ rychlost vymírání, vůči níž bychom současné vymírání mohli porovnat, je tedy zcela iluzorní veličina: nejenže se pořád mění, ale my nejsme ani schopni stanovit její průměr. Fosilní data, u nichž lze jakžtakž spočítat minulou rychlost vymírání, se totiž typicky týkají druhů netropických, početných a široce rozšířených (navíc většinou mořských), což jsou ovšem taxony, co typicky nevymírají (Plotnick a kol. 2016). Zvláště ne teď. Skutečná rychlost vymírání v minulosti mohla být mnohem vyšší, než plyne z fosilních dat, a tvrzení, že dnešní rychlost vymírání tisíckrát převyšuje tu „normální“ rychlost, je tak zcela nepodložené. A to přestože není pochyb, že současné vymírání je opravdu dost rychlé, a hlavně vyhlídky dalšího vývoje nejsou vzhledem ke všem antropocenním změnám nijak růžové, jak si ještě povíme.

Změny populací – z novověkého pekla do antropocenního očištění?

Dobře, o vymírání toho tedy zatím moc říci neumíme, ale co změny velikostí populací? World Wildlife Fund (WWF) vydává každoročně zprávu o stavu planety (Living Planet Report; Grooten a Almond 2018), založenou z velké části na takzvaném indexu živé planety (Living Planet Index, LPI), který shrnuje populační změny obratlovců za minulá desetiletí – jednoduše průměruje změny všech populací, které byly na celém světě studovány, a výsledky prezentuje jak pro celý svět, tak pro jednotlivé regiony. Zaměřuje se přitom pouze na obratlovce, protože pro jiné skupiny nemáme dostatečně kvalitní data. Z těchto analýz vychází často medializované tvrzení, že za několik posledních dekád poklesly v průměru populace obratlovců asi o šedesát procent. To je varující, zvláště uvědomíme-li si, že pokles populace je vždy prvním krokem k eventuálnímu vymření.

Ovšem i tady je několik problémů. Podíváme-li se na jednotlivé regiony, ten trend není zdaleka vždy tak zřetelný a neplatí pro velkou část severní polokoule. Tam sice ve dvacátém století došlo k průměrnému snížení velikostí 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 se zdá, že k největším poklesům došlo do roku 1990 a od té doby se taky nic moc neděje. Zásadní problém ovšem je, že *Living Planet Index* integruje všechny údaje, které lidé dodali do dané databáze, takže není nijak ošetřeno, jak a která data byla sbírána. Co když se výzkumníci zaměřují preferenčně na ubývající populace? Co když se třeba v Africe zabývali především ubývajícími populacemi do devadesátých let a od té doby se zajímají i o přibývajícím druhy? To všechno by se na LPI projevilo, poněvadž ten zkrátka zprůměruje všechno, co je k dispozici.

Navíc populace řady obratlovců rostou, někdy až neuvěřitelně. Pozorujeme to hlavně na severní polokouli, kde typicky přibývá velkých zvířat – u nás jsou to třeba velké šelmy a draví ptáci, jako jsou vlk nebo orel 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 početností z poloviny dvacátého století. K příčinám se dostaneme později; pro teď je podstatné, že neplatí prostinká představa universálního ničení přírody a ubývání početností všech zvířat. Dokonce i v některých oblastech Afriky některá zvířata přibývají, včetně těch, která jsou pod tlakem pytláků, jako jsou sloni nebo nosorožci. Někdy to souvisí s tím, že jde o zvířata, která byla v minulosti nelítostně vyhubena a teď jsou na tom o něco líp – třeba jsou chráněna 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.

To nic nemění na tom, že některé skupiny organismů jsou na tom opravdu špatně. Jde třeba o mořské ryby a paryby, o obojživelníky či o členovce včetně hmyzu. Zvláště o hmyzu se v posledních letech hodně mluví, zvláště poté, co němečtí ekologové v roce 2017 zjistili, že v různých rezervacích na území celého Německa klesly biomasy hmyzu monitorovaného pomocí lapačů za poslední čtvrtstoletí v průměru na čtvrtinu (Hallmann a kol. 2017). U biomasy je nevhoda, že ji ovlivňuje pár dominantních druhů nebo druhů s velkou tělesnou hmotností, nicméně tyto výsledky jsou v souladu s tím, co hmyzí ekologové u nás tvrdí posledních dvacet let: dříve běžný hmyz obyčejné krajiny mizí a není vyloučené, že za pár posledních dekad na našem území vymřelo až 10 procent hmyzích druhů (Čížek a Konvička 2009). To neznamená, že tyto druhy vymřely globálně, ale stejně je to docela alarmující, a to navzdory skutečnosti, že spousta druhů bezobratlých u nás vlivem oteplení naopak přibývá.