

# Jak rychle vymírají druhy

Potíže s odhady globální biodiverzity a jejich změn

DAVID STORCH

Úbytek celosvětového druhového bohatství je považován za nejzávažnější příznak globální ekologické krize. Bývá srovnáván s hromadnými vymíráními v geologické minulosti Země, často se o něm hovoří jako o šesté masové extinkci (viz též *O vymírání druhů a populací, Vesmír 77, 616, 1998/11*). I v denním tisku se lze běžně dočíst, že každý den vlivem kácení deštných pralesů vymírají okolo 80 druhů rostlin a živočichů, tedy tři druhy každou hodinu. Chceme-li se ale dopátrat, o co se takto alarmující tvrzení opírají, často zjistíme, že buď o nic (tj. jsou uvedena jako „dávno dobře známá věc“, bez jakéhokoli odkazu), anebo se odkazují na nějaký článek, kde je ovšem uvedeno jen to, že je to dávno dobře známá věc. Podívejme se tedy trochu detailněji, na čem jsou tyto odhady založeny – to je jediná cesta, jak si na celou situaci vytvořit vlastní názor, aniž všechno a priori odmítneme jako nepodloženou alchymii čísel.

## Jak vypočítat rychlost vymírání druhů

Podle toho, co je doloženo, vymřelo od roku 1600 486 druhů živočichů a asi 600 druhů rostlin. To

představuje jen 0,04 %, resp. 0,25 % *popsaných* druhů, což je zanedbatelné množství – na základě těchto údajů můžeme těžko mluvit o hromadném vymírání. Většina druhů je ovšem nepoznaných (viz rámeček na této straně) a předpokládá se, že právě ty vymírají s alarmující rychlostí. Všechny odhady současné rychlosti vymírání se týkají úbytku druhů tropického pralesa, protože ten se rychle kácí, a hlavně tam ty nepoznané druhy jsou. Právě znalost rychlosti zmenšování rozlohy původního pralesa nám pomáhá odhadovat rychlost úbytku druhového bohatství i bez znalosti jednotlivých vymřelých druhů. Existuje totiž statistická zákonitost týkající se vztahu velikosti plochy určitého území a počtu druhů na této ploše. Dá se vyjádřit jako  $S = cA^z$ , kde  $S$  = počet druhů;  $A$  = rozloha plochy;  $c$  = počet druhů na jednotce plochy (třeba 1 ha);  $z$  = exponent, dosahující obvykle hodnot 0,15–0,45. V praxi to znamená, že například při hodnotě  $z = 0,3$  najdeme na desetíně plochy asi polovinu druhů, které se vyskytují na celé ploše (račte si sami spočítat; viz obr. 1).

Na základě této zákonitosti můžeme vypočítat, o kolik se zmenší druhové bohatství pralesa  $S_1$ , zmenší-li se jeho plocha. Dejme tomu, že plocha pralesa se zmenšuje rychlostí skoro 2 % ročně. Po roce je tedy plocha 0,98násobkem původní plochy, a výsledné druhové bohatství spočítáme jako  $S_1 \times 0,98^z$ . Při  $z = 0,15$  by pak mělo ročně vyhnout 0,3 % druhů, při  $z = 0,3$  to bude 0,6 %. Kolik druhů to představuje, závisí už ovšem na odhadech celkového počtu pralesních druhů – oněch populárních 80 druhů denně vychází z poměrně konzervativních odhadů celkového počtu 10 milionů druhů a  $z = 0,15$  : 0,3 % z 10 milionů je 30 tisíc ročně, čili na jeden

Dr. David Storch (\*1970) vystudoval zoologii na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. V Centru teoretických studií UK a AV ČR se zabývá obecnou ekologií a ekologií ptačích společenstev. Je autorem knih *Biologie krajiny* (spolu s Jiřím Sádlem), *Ekologie a Úvod do současné ekologie* (obě spolu se Stanislavem Mihulkou). Přednáší na Biologické fakultě JU v Českých Budějovicích a na Přírodovědecké fakultě UK v Praze.

## KOLIK JE NA SVĚTĚ DRUHŮ

Když chceme odhadovat úbytek globální biodiverzity, měli bychom vědět, kolik druhů vůbec Zemi obývá. Je dobře známo, že se to neví. Popsány jsou asi dva miliony druhů a dlouho se předpokládalo, že jich sice je dost nepopsaných, ale celkový počet není rozhodně řádově vyšší. V roce 1982 však entomolog Terry Erwin odhadl celkový počet druhů členovců na přibližně 30 milionů. Toto číslo by pak pravděpodobně představovalo i celkový počet druhů na Zemi, poněvadž aspoň donedávna se zdálo, že naprostou většinu druhů organizmů tvoří členovci.

Jak Erwin k onomu číslu přišel? Rozprášil aerosol s insekticidem na 19 jedinců jednoho druhu stromu v tropickém pralesu a sesbíral všechny brouky, kteří v určitém okamžiku obývali jejich koruny. Na těch devatenácti stromech našel asi 9000 brouků náležících k 1200 (!) druhům. A pak už jen počítal. Předpokládal, že 13,5 % druhů brouků (zde tedy 162) je specializovaných na jediný druh stromu. Pokud dále předpokládáme, že tento strom není nijak výjimečný, a víme, že celkový počet druhů tropických stromů je okolo 50 000, vyjde nám, že v tropických pralesích by mělo žít přibližně  $162 \times 50\,000 = 8,1$  milionu druhů brouků specializovaných na jediný druh stromu. Erwin dále počítal, že asi 2,7 milionu druhů brouků vyhledává více než jeden druh stromu, takže celkově by mělo žít v korunách tropických pralesů 10,8 milionu druhů brouků. Brouci představují asi 40 % členovců, takže celkový počet

druhů tropických členovců by měl být 27 milionů. Netropických členovců by mohly být podle Erwina tak tři miliony, takže celkově vychází 30 milionů.

Je vidět, že výsledek je závislý na několika předpokladech, které nejsou jednoduše ověřitelné. Však také na Erwinův odhad reagovala pobouřeně řada taxonomicky zaměřených entomologů s poukazem, že kdyby tomu tak bylo, bude většina expedic přivážet z tropů skoro jen neznámé druhy, což se ovšem rozhodně neděje. Zvláště předpoklad týkající se míry hostitelské specializace, oněch 13,5 %, se později ukázal jako přehnaný. Významně k tomu přispěly studie hostitelské specializace fytofágního hmyzu v pralesích Nové Guineje, které prováděl čtenářům Vesmíru dobře známý Vojtěch Novotný se svým týmem domorodých spolupracovníků: zjistili, že fytofágní hmyz je mnohem méně specializovaný, než se předtím soudilo, a že většina druhů, které na určitém stromě najdeme, se jím vůbec neživí. Celkový počet členovců by pak mohl být skutečně mnohem nižší, zřejmě i méně než 10 milionů.

Jenže to nic neznamená. Zatímco změna určitých předpokladů může vést k nižšímu výslednému číslu, jiná změna předpokladů může toto číslo zase zvýšit. Poslední dobou se například zdá, že členovci nejsou tím druhově nejbohatším kmenem živočichů, ale že je svým druhovým bohatstvím převyšují hlísti. Takže i kdyby členovců bylo jen kolem deseti milionů, celkově se to k té třicítce milionů zase může blížit.

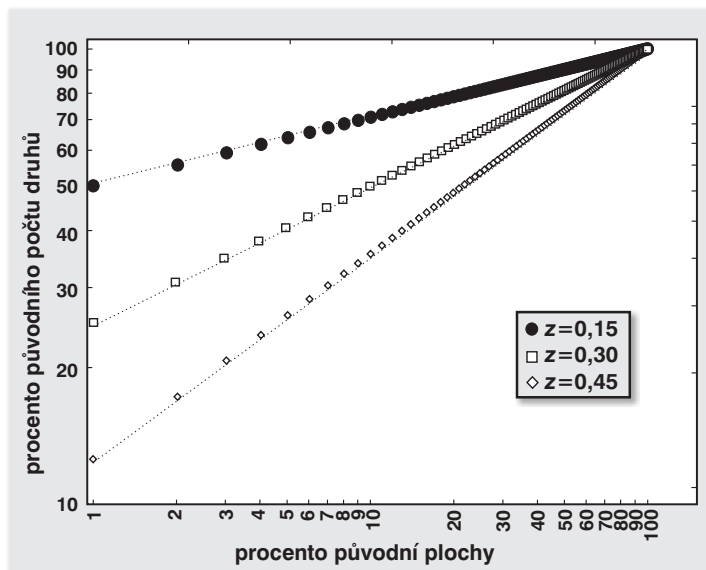
D. S.



Mýcení deštných pralesů bývá označováno za nejzávažnější příčinu vymírání druhů. Co však lze označit jako druh vymřelý? Jedním z kritérií, podle nichž mezinárodní organizace vytvářejí *seznamy vyhynulých druhů*, je např. skutečnost, že žádný jedinec dotyčného druhu nebyl spatřen během posledních 50 let nebo že ani přes velké úsilí nebyly nalezeny žádné přežívající exempláře v době kratší. Mnoho druhů fyzicky ještě nevyhynulých se však vyskytuje jen ve velmi malém počtu. Tyto druhy jsou považovány za *ekologicky vyhynulé*, protože ve společenstvu nehrají větší roli a budoucnost mnoha z nich je již zpečetěna. V těchto seznamech figurují však jen *druhy známé – popsané a pojmenované*. To vše jsou důvody, proč nejsou tyto výčty příliš obsažné (R. B. Primack a kol., 2001).

Na fotografii je mýcení džungle na thajském ostrově Lanta v Andamanském moři. Původní deštný prales zde ustupuje ani ne tolik těžkým firmám jako spíše stále rostoucím infrastrukturám turistického ruchu. Snímek © Stanislav Vaněk.

1. Vztah velikosti plochy (zde v procentech celkové rozlohy) a počtu druhů (v procentech původního počtu) pro různá  $z$ . Konstanta  $z$  vlastně udává směrnici regresní přímky v logaritmo-logaritmičtém měřítku.



den připadá asi 80 druhů. Současné odhady jsou ovšem opatrnější, protože se zjistilo, že rychlost odlesňování v tropech nepřesahuje 1 % (odhady kolísají mezi 0,3 a 0,8 % ročně). Při rychlosti kácení 0,5 % za rok by výsledný úbytek druhů při  $z = 0,15$  byl „jen“ 0,1 %. Takže kdyby navíc žily v pralese jen 2 miliony členovců, vyhynulo by denně jen pět a půl pralesního členovce. Jenže i to je dost.

Existuje ovšem zásadnější potíž s odhady založenými na vztahu rozlohy plochy a počtu druhů, než je nepřesnost ve stanovení příslušných parametrů. Ona statistická zákonitost je totiž založena na srovnávání počtu druhů v relativně rovnovážných podmínkách, čili vlastně v úplně jiné situaci, než je případ mizejícího tropického pralesa. Nikdo nezná dynamiku vymírání pralesních druhů, jen se předpokládá, že zmenšení plochy vede k zmenšení jejich populací, které pak snadno zaniknou, takže se diverzita časem dostane na onu rovnovážnou úroveň, odpovídající dané ploše. Těžko ovšem říct, jak dlouho to trvá – existuje, pokud vím, jediný odhad, který se týká ptáků na fragmentech menších než 1000 ha. Tam se zdá, že „poločas zániku“ populací je asi 50 let. Jinými slovy, na těchto fragmentech vyhyne za 50 let polovina populací, které by měly celkově vyhynout, aby platil výše zmíněný vztah velikosti plochy a počtu druhů. V každém případě to není hned (takže tvrzení, že každým rokem a každou hodinou vyhyne tolik a tolik druhů, je prostě nesmyslné) a záleží to na charakteru plochy, která ubývá, stabilitě prostředí, vlastnostech příslušného taxonu a mnoha dalších faktorech (viz též Vesmír 79, 97, 2000/2 a 79, 143, 2000/3). To také mimo jiné znamená, že cílená ochrana zvláště cenných kousků pralesa může celkovou rychlost vymírání významně zpomalit.

Ať už je vymírání jednotlivých populací jakkoli rychlé, pořád platí, že zásadní zmenšení plochy po-

vede po určité době k snížení biodiverzity. Je však opravdu srovnatelné s masovými vymíráními v historii Země?

### Je současné vymírání mimořádné?

Na první pohled to vypadá, že odhadovaná rychlost vymírání je opravdu o mnoho řádů vyšší než „normální“ hladina vymírání. Vymíralo se vždy, jenže podle fosilního záznamu mnohem pomaleji. Stačí jednoduchý výpočet: Průměrná doba existence druhu ve fosilním záznamu je 1–4 miliony let, to znamená, že by za jeden rok měla v průměru vyhynout maximálně jedna miliontina všech druhů. To je ale tisíckrát méně než výše zmíněný minimální odhad současné rychlosti vymírání. Jenže (bohužel nebo bohudík) tahle čísla jsou zcela nesrovnatelná. O pralesních zvířatech, která asi dnes hlavně vymírají, se totiž z fosilního záznamu prakticky nic nedozvíme – paleontologové mají informace o druzích obývajících jiné typy prostředí, a navíc široce rozšířených a početných, poněvadž jen u těch lze stanovit třeba dobu existence. A takoví tvorové moc nevymírají. V principu tedy nelze vyloučit, že současná úroveň vymírání není nijak nenormální a že v tropech je prostě mnohem větší výměna druhů – sice tam druhy strašně rychle vymírají, ale třeba stejně rychle vznikají.

Takové tvrzení zní absurdně – vždyť přece současné ničení tropických pralesů nemá v minulosti obdobu, takže nemůžeme předpokládat, že by tak rychlá výměna byla součástí přirozené dynamiky pralesa. Ale pozor. Podobná argumentace je založena na představě pralesa jako něčeho stálého, neměnného a původního. Jenže tropické pralesy byly v poměrně nedávné době dokonce mnohem menší než dnes; v dobách ledových se jejich plocha zmenšovala na zlomek dnešní rozlohy. A poslední doba ledová skončila z geologického hlediska opravdu před chvílí: pouhých 10 000 let trvá současně, relativně vlhké klima. Co se dělo s biodiverzitou tropických pralesů během opakovaných cyklů glaciálů a interglaciálů, to sotva tušíme, ale jedna věc je příznačná: čtvrtohory, tedy období charakteristické právě těmito cykly, nejsou z hlediska rychlosti vymírání, jak ji zachycuje fosilní záznam, nijak výjimečné. Jedinou výjimku představuje vymírání velkých savců a ptáků na sklonku poslední doby ledové, které je přičítáno člověku. Nikoli ovšem průmyslovému, civilizovanému a konzumnímu člověku, ale paleolitickému lovcí, dokonale sžitému s přírodou.

Moc toho tedy opravdu nevíme. Známe pár druhů, které skutečně vymřely, předpokládáme, že úbytkem plochy tropických pralesů jich vymírá mnohem víc, jenže ten úbytek plochy je zcela srovnatelný s úbytkem plochy v nedávné minulosti, takže tehdy se buď taky tak vymíralo (a člověk nedělá nic mimořádného), anebo se tolik nevymíralo, ale pak nemáme pádný důvod předpokládat, že se vlivem úbytku plochy vymírá dneska. Jak je to tedy s vlivem člověka na druhové bohatství Země?

### Kolik Země člověk využívá?

Člověk je dnes druhem s největším areálem rozšíření a největší celkovou biomasou, takže lidská populace spotřebuje nejvíce energie ze všech živočichů. Lze odhadovat, kolik energie, která se dostává na Zemi, člověk vlastně „krade“ ostatním tvorům. Odhady vycházejí z poznatku, že asi 12 % povrchu souše zabírají města, vsi, pole a plantáže. Jsou ovšem v nejproduktivnějších oblastech Země, takže celkově je lidskou populací využívána větší

### VZTAH MEZI POČTEM DRUHŮ A PLOCHOU

#### – VŠE JE SLOŽITĚJŠÍ

■ VZTAH MEZI VELIKOSTÍ PLOCHY A POČTEM DRUHŮ, které se na této ploše nacházejí, patří mezi základní ekologické vztahy popisující organizmy v prostředí, které obývají. Je velice často používán v úvahách o biologické diverzitě, ekologických invazích nebo například při vyhlašování nových chráněných území. Jeho dosah je značný.

■ VZTAH MEZI POČTEM ROSTLINNÝCH DRUHŮ A VELIKOSTÍ PLOCHY patří mezi nejčastěji aplikované a nejlépe dokumentované vztahy v ekologii. Předpokládalo se, že je neměnný na různých škálách velikosti. Logaritmus počtu druhů měl podle klasické představy vzrůstat jako konstatní násobek vzrůstu logaritmu plochy. Nová studie vědeckého týmu z Imperial College však ukazuje, že to neplatí.

Studium velkého množství pokusných ploch velikosti od 1 m<sup>2</sup> po 100 km<sup>2</sup> v Berkshire ve Velké Británii ukázalo, že se povaha závislosti počtu druhů na ploše mění s velikostí plochy. V malém měřítku, na úrovni čtverečních metrů, se počet druhů zvyšuje jen pozvolna (podobně je tomu i na škále stovek kilometrů čtverečních). Zato v měřítku hektarů až desítek kilometrů čtverečních se počet druhů s velikostí plochy zvyšuje poměrně rychle.

Podle autorů uvedené studie to znamená, že nelze jednoduše odvozovat počet druhů na velkých plochách z (levnějších) průzkumů malých území. Navíc je docela dobře možné, že v jiných částech světa, než je Velká Británie, mohou být vztahy mezi počtem druhů a velikostí plochy odlišné. Před biology, kteří studují biologickou diverzitu, se tak otevírá netušené velké pole působnosti. (Science 291, 864–868, 2001)

Stanislav Mihulka

část celkové produktivity souše, asi 20–40 %. Dále víme, že mezi dostupnou energií a druhovým bohatstvím existuje podobný vztah jako v případě rozlohy území. Na základě tohoto vztahu (ve skutečnosti mnohem méně probádaného, než je vztah plochy a počtu druhů) lze odhadnout, že biosféra ochuzená o takové procento celkové produktivity zřejmě uživi jen okolo 90 % původního počtu druhů rostlin i živočichů. Desetina druhů je proto odsouzena k vyhynutí způsobenému čistě konkurencí o dostupnou energii. Zase to ovšem nemusí přijít hned.

Zatím jsme neuvažovali o ostatních následcích činnosti člověka, jako jsou přeměna krajiny v poušť, změny klimatu, přesycování biosféry dusíkem a uhlíkem, a hlavně šíření nepůvodních druhů. Přitom zejména dva posledně zmíněné jevy zřejmě v předchozích érách opravdu nemají obdobu. Víme o nich ovšem jen to, že jsou svým rozsahem globální, a tudíž mimořádné, navíc je s jistotou můžeme připsat člověku, avšak naprosto neodhadneme jejich podíl na ubývání druhového bohatství.

Nedomnívám se, že žijeme v době šestého masového vymírání. Jak změny rozlohy různých typů prostředí, tak změny klimatu jsou svým rozsahem zatím zcela srovnatelné s rozsahem podobných změn v průběhu cyklů dob ledových a meziledových (viz Vesmír 80, 146, 2001/3). Je pravda, že třeba ono masové šíření exotických druhů, tedy „globalizace“ biosféry, nemá obdobu v minulosti, jenže to nic neznamená. Ono je totiž nakonec jedno, jestli to, co se dnes děje, má obdobu v poslední době ledové, na hranici křídů a terciéru, nebo vůbec. Jde o to, že před našima očima se dost rychle mění svět, na který jsme byli zvyklí. Pokud něco znamená „ekologická krize“, pak nikoli nějaké zásadní a bezprecedentní ohrožení biosféry, ale prostě mizení světa, ve kterém se cítíme doma. □