

## Horká místa biodiverzity a ekologické fenomény

Tomáš Kučera

Jsou místa, kam se občas rádi vracíme. Pokud jsme přírodovědci, vysvětlení je zřejmé – jsou to místa zajímavá, pestrá a členitá, bohatá počtem i kvalitou druhů, které nás zajímají. Na pomyslné mapě středoevropské biodiverzity bychom našli takových míst a regionů s výrazně vyšším druhovým bohatstvím celou řadu. Kdybychom je srovnali s mapou zvláště chráněných území, pravděpodobně bychom zjistili značný překryv – území s vysokou koncentrací vzácných a ohrožených druhů přitahují vždy ochránářskou pozornost. Příčin, proč někde je takových druhů hodně a jinde málo, je celá řada. Patří mezi ně mj. také podmínky neživého prostředí (tj. klima, půdní poměry, voda atd.), které svou specifičností formují biotickou složku ekosystémů. Ta je pak odrazem či jakýmsi indikátorem prostředí. Známe-li faktory prostředí a biotickou odpověď na ně, budou nás zajímat mechanismy, které zde působí a především biologická podstata procesů a jevů, které souhrnně označujeme jako ekologické (přírodní, krajinné) fenomény.

### Diverzita a biodiverzita

Diverzita je jednou z hlavních biotických charakteristik prostředí, která je poměrně přesně vymezená v prostoru a čase. Zahrnuje jak kvalitativní, tak i kvantitativní složku (počet druhů, jejich poměrné zastoupení ve společenstvu), a je proto možné ji vyjádřit pomocí různých navzájem porovnatelných indexů. Pro srovnání diverzity v různých územích se hodí index zahrnující pouze kvalitativní poměry, tedy prostý počet druhů vyskytujících se na nějaké předem stanovené velikosti plochy (tento typ diverzity označujeme jako *alfa-diverzitu*). Na některých charakteristikách prostředí závisí kladně (členitost, mozaikovitost krajinného pokryvu, stanovištní diverzifikace, dynamika reliéfu), na jiných záporně (nadmořská výška a s ní související pokles teplot a nárůst srážek, vzdálenost od sídel atp.). Pokud jsou tyto charakteristiky prostředí proměnlivé (a to jsou prakticky vždy), můžeme hovořit o jejich proměnlivém gradientu. Zajímá nás potom způsob, jak druhy na tento gradient prostředí reagují (např. podél gradientu vlhkosti přibývají mokřadní druhy na úkor druhů lučních). Prakticky tedy dochází k nahrazování jedné druhové skupiny jinou; rychlost změny počtu druhů podél gradientu prostředí je nazývána *beta-diverzitou*. Vyšší hodnoty beta-diverzity odrážejí nízké zastoupení společných druhů v rozdílných kontaktních společenstvech, neboli rychlou výměnu druhů. Třetím typem diverzity zavedeným pro regionální měřítko je tzv. *gama-diverzita*, někdy také definovaná jako regionální diverzita. Ta je vyjádřena buď počtem druhů v regionu, nebo násobkem hodnot alfa- a beta-diverzity.

Výše uvedené typy diverzity se zpravidla vyjadřují jen pro jednu taxonomickou skupinu (např. pro rostliny, brouky, ptáky atp.) podle odborného zaměření badatele nebo studie. Pokud je zhodnocena diverzita více taxonomických skupin, je celkový soubor druhů rostoucích a žijících v určitém regionu (od krajiny až po kontinent) souhrnně nazýván jako biodiverzita. Toto vymezení je však účelové a v praxi se často setkáme s volnou záměnou obou termínů. V ochránářské praxi se používá také tzv. *ekosystémová diverzita*, která mnohem lépe odráží proměnlivost prostředí a stanovištní mozaikovitost a vyjadřuje se např. počtem společenstev ve studovaném území.

Znalost závislosti počtu druhů na rozloze území nám poskytuje přibližný odhad počtu druhů v celém regionu. Tak např. na základě vyhodnocení počtu druhů v maloplošných chráněných

územích lze spočítat hodnoty alfa- a beta-diverzity (viz obr. 1–2) a odhadnout celkový počet druhů pro celý region (gama-diverzitu). Konkrétní floristické údaje ukazují, že nejbohatší jsou teplé vápencové a flyšové oblasti (odhad pro Pálavu je asi 1300 druhů cévnatých rostlin, pro Český kras asi 1600 druhů, pro Bílé Karpaty asi 1320 druhů), popř. oblasti s pestrým reliéfem modelovaným řekou (Křivoklátsko, 1250 druhů), naopak oblasti ležící na neúživných horninách středních a vyšších poloh jsou chudší (např. odhad pro Český les je 770 druhů, Orlické hory 820 druhů, Krkonoše 720 druhů cévnatých rostlin). Tyto odhady je však nutné brát s určitou rezervou, protože vycházejí z přírodního stavu rezervací a nezohledňují druhotné obohacování flóry vlivem člověka.

### **Horká místa biodiverzity**

Jako horká místa (*biodiversity hotspots*) jsou označovány oblasti s vysokou koncentrací vzácných, ohrožených a především reliktních a endemických druhů (obr. 3–5). Mají značný evoluční význam a tudíž vysokou prioritu ochrany. Globální horká místa jsou jako území s nejvyšší biodiverzitou a endemismem poměrně dobře známá (viz např. Primack a kol., *Biologické principy ochrany přírody*, Portál 2001, str. 208–213) a snahy o jejich globální ochranu jsou zcela na místě, protože řada těchto lokalit je ohrožena lokálními zájmy a ničením (tzv. black spots, černá místa). Naše rozlišovací schopnost je však nižší na regionální a lokální úrovni, zvláště v člověkem dlouhodobě ovlivněných a přetvořených oblastech. Proto rozpoznání lokálních horkých míst a jejich zařazení do sítě chráněných území představuje prvořadý úkol regionální ochrany biodiverzity. Analýza horkých míst zahrnuje plošné vymapování diverzity pro jednotlivé taxonomické skupiny (tj. např. řasy, houby, vyšší rostliny, hmyz, ptáky, obojživelníky a plazy, savce atd.). Stupeň shody (překryvu lokalit, oblastí) pak ukazuje na ochrannářsky více či méně prioritní oblasti zájmu ochrany biodiverzity. Jako skutečně horká místa biodiverzity se zpravidla označuje 5 % druhově nejbohatších lokalit. Příklady takového zpracování globálních a regionálních horkých míst pomocí mapování do čtvercových sítí lze nalézt např. na Internetové adrese britského přírodovědného muzea

<http://www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap/>.

Obecně lze tedy říci, že v České republice leží oblasti s nejvyšším počtem druhů v teplých až středně teplých oblastech na úživných horninách tvořících různorodou vertikální stanovištní pestrost (např. dynamický reliéf Českého krasu, Českého středohoří, Křivoklátska, Bílých Karpat atp.) nebo horizontální stanovištní mozaiku v nivách velkých řek (Polabí, Pomoraví), pánvích a kotlinách na Třeboňsku, Mostecku, Dokesku atp. Obdobně vynikají i určité lokality v rámci regionů. Tato výjimečnost je zvláště patrná na křivce závislosti počtu druhů na ploše (obr. 1). Právě lokality výrazně odlehle od regresní přímky vyjadřují určitou lokální výjimečnost, danou zpravidla působením některého z ekologických fenoménů. Příkladem lokálních horkých míst druhové diverzity cévnatých rostlin jsou např. Velká Kotlina v Hrubém Jeseníku (225 ha, 485 druhů, v nadmořské výšce 1110–1460 m !), Čertova skála na Křivoklátsku (mohutná spilitová skála ležící v říčním fenoménu Berounky; 2,3 ha, 311 druhů), Hrabanovská černava v Polabí (mozaika černav, písků a halofilních společenstev; 28 ha, 470 druhů). Příkladem lokálně nižší diverzity (cévnatých rostlin) jsou např. Červené blato na Třeboňsku (blatková tajga; 144 ha, 99 druhů) nebo Farské bažiny v Českém lese (63 ha, 33 druhů). Nelze však v žádném případě odvodit, že by šlo o bezcenné plochy, protože v rašeliništních ekosystémech spočívá těžiště druhové diverzity ve skupinách bezcévných rostlin.

### **Primární bezlesí**

V kulturní středoevropské krajině jsou lokality, na kterých se vyskytují zbytky původního rozšíření (tzv. rezidua) či místa následného přetrvání (tzv. refugia) nelesních druhů a společenstev, které zde kdysi v minulých klimatických obdobích pokrývaly rozsáhlé plochy a které se dnes velkoplošně vyskytují již zcela jinde (např. tundra ve vysokohorských podmínkách Krkonoš nebo zcela obecně stepní a rašeliništní formace). Jejich přetrvání je podmíněno mj. specifickými reliéfovými tvary, hydrologickými poměry a lokálním topoklimatem (několik příkladů: skalní římsy, okna a skalní hrany, jeskyně v krasových horninách, obnažení a sesuvy slínovcových hornin, tzv. bílé stráně, rokle, převisy a osypy v pískovcích atd.). Výrazné chemické a fyzikální vlastnosti hornin se projevují na místech, kde horniny vystupují na povrch a podléhají větrání a odnosu, a to jak na přirozených, tak na člověkem vytvořených stanovištích (známá je např. vazba řady vzácných druhů reliktní povahy na stěny a hrany lomů).

Středoevropská krajina (zóna opadavých listnatých lesů) během poledového vývoje vždy obsahovala přirozené otevřené bezlesé plošky, které přetrvaly zalesnění právě díky místním specifickým reliéfovým, hydrologickým či topoklimatickým podmínkám i biotickým činitelům (selektivní pastva). Tyto plochy jsou **faktickým obohacením diverzity** středoevropské krajiny, a je proto třeba je nejenom při lesním či zemědělském hospodaření respektovat, ale i velmi důrazně chránit a udržovat. Koncept ekologických fenoménů nám pomáhá odlišit primární bezlesí od sekundárního a pochopit, které mechanismy podmiňují jeho existenci a setrvání. To je velmi důležité pro řízený management chráněných území.

### Stručný přehled ekologických fenoménů

O ekologických fenoménech se v posledních letech často hovoří a píše (viz např. Živa 1999/3: 111-113). Projevy ekologických fenoménů mají abiotický (chemismus půd, teplotní či srážkové anomálie, povrchové tvary reliéfu) i biotický charakter (viz výše). Znamé jsou fenomény určené typickým georeliéfem – **krasový** fenomén vápencového krasu (Český a Moravský kras) a **pískovcový** fenomén skalních měst. Celé krajiny tvoří také **dolomitový** (Slovensko, Balkán) a **sprašový** fenomén (u nás jen lokální sprašové závěje). Biotické projevy křídových usazenin (opuky, slíny a slínovce) lze souhrnně pojímat jako **slínovcový** fenomén. Typický reliéf flyše a živinami bohaté půdy podmiňují **flyšový** fenomén. Ostrovní charakter mají **neovulkanitový** a **hadcový** fenomén. Lokální ekologicky silně vyhraněná stanoviště tvoří **suťový** a obecně pojímaný **skalní** fenomén.

Jiným třídícím kritériem je vznik mezoforem reliéfu daný dynamickými geomorfologickými pochody. Existence fenoménů je podmíněna i místními klimatickými poměry. Jde o **říční** a **údolní** fenomén, fenomén **mrazových kotlin**, **vrcholový** a **karový** fenomén vznikající díky zcela unikátním klimatickým poměrům.

### Koncept ekologických fenoménů

Snaha o sjednocení společných charakteristik a formulace konceptu ekologických fenoménů pramení z otázek společných geologii, geomorfologii, klimatologii, biologii a ekologii: jak působí specifické charakteristiky a procesy prostředí na biodiverzitu v určitých výjimečných regionech, lokalitách či biotopech? V této otázce jsou shrnuty základní předpoklady konceptu:

1) výjimečnost a specifičnost prostředí ukazuje fakticky na ostrovní povahu ekologických fenoménů (na různých prostorových škálách, od lokality až po region), abychom si tuto výjimečnost vůbec uvědomili, potřebujeme „normální“ okolí;

2) působení specifických charakteristik prostředí závisí na výrazné odlišnosti dané horninou a jejím reliéfem či typem rozpadu, které podmiňují specifičnost klimatickou, hydrologickou, pedologickou, ale také historický vývoj a ovlivnění člověkem; všechny tyto faktory dohromady pak určují bohatství a stav bioty (příklad: vápence svým chemismem a krasovým reliéfem s historickou ekumenou osídlení, reliéf pískovcových skalních měst Polomených hor s nedávno doloženým rozsáhlým mezolitickým osídlením);

3) významnou roli hrají procesy (i dlouhodobé), které mohou třeba z pohledu našeho časového horizontu působit statickým dojmem, ale bez nichž by se řada projevů ekologických fenoménů nemohla vůbec uplatnit (ted' nemám na mysli pouze dynamické procesy georeliéfu, ale třeba evoluci, zejména vznik a zánik druhů, jejich šíření a přežívání v extrémních podmínkách apod.);

4) diverzita je ve všech svých složkách (tj. alfa-diverzita coby počet druhů na lokalitě, beta-diverzita jakožto nárůst počtu druhů daný stanovištní pestrostí a gama-diverzita jako počet druhů v regionu) indikátorem ekologických fenoménů, ať už pozitivním či negativním (viz obr. 1–2);

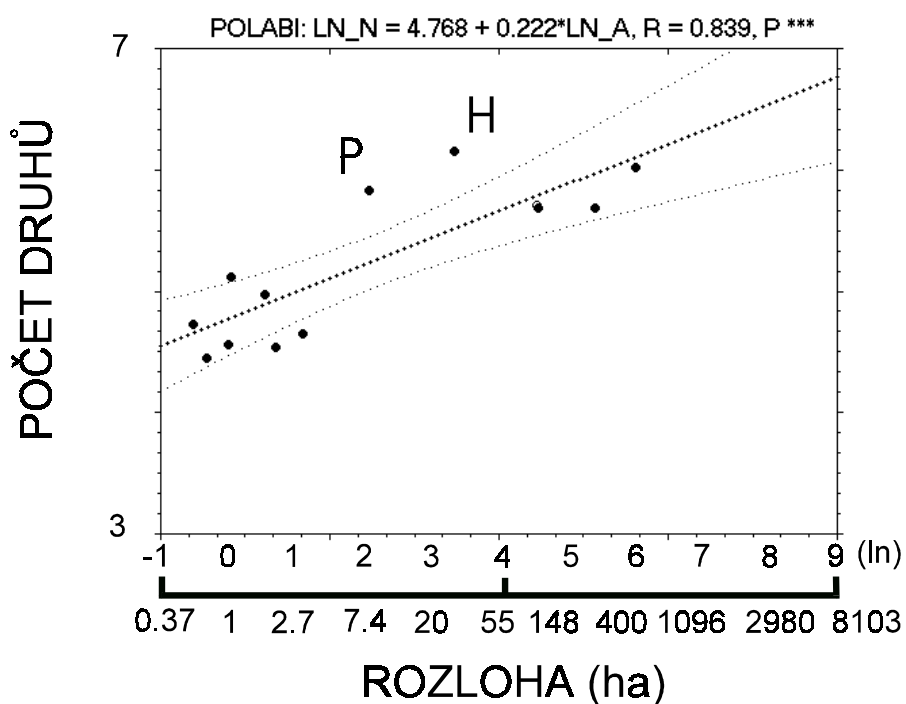
5) biotické projevy ekologických fenoménů mají jak kvalitativní, tak kvantitativní charakter. V prvním případě jde o výskyt druhů reliktní povahy (které jsou ovšem do značné míry artefaktem historického vývoje krajiny), endemitů nebo specifických ekomorfóz (např. nanismy na hadcích, vlajkové formy korun smrků na horní hranici lesa, poléhavé formy v lavinových drahách apod.). Kvantitativním projevem je potlačení či naopak výrazné zastoupení určité taxonomické skupiny oproti okolním poměrům (např. cévnatých rostlin na úkor bezcévných); zde se nám kruh uzavírá, neboť jsme zpátky u prvního předpokladu – ostrovního charakteru ekologických fenoménů.

### **Biodiverzita je účelový pojem**

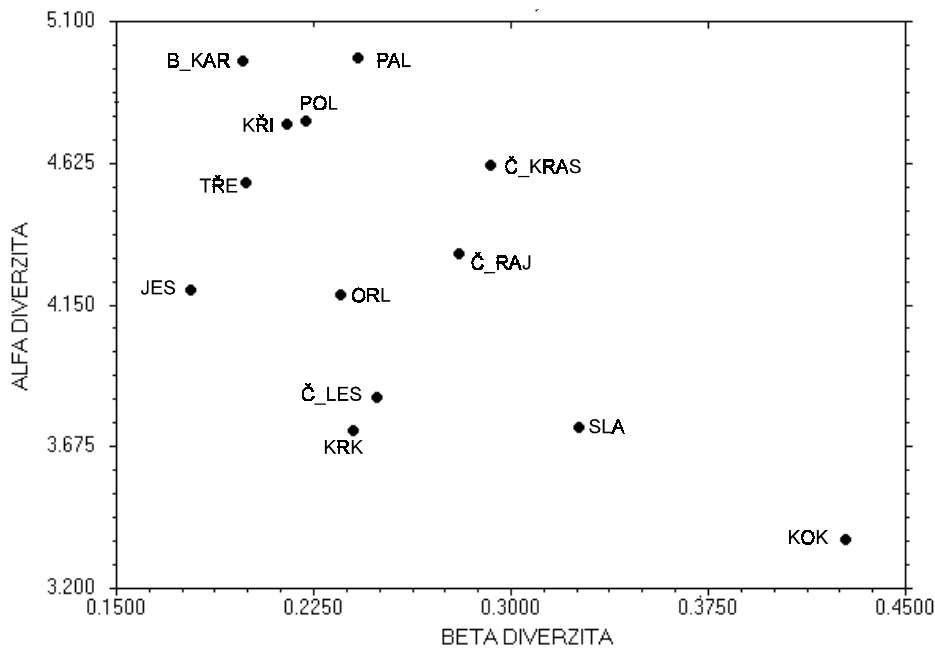
Jak je vidět, druhová diverzita je velmi složitým a komplexním měřítkem kvality území a její hodnocení by nemělo být v žádném případě podceňováno, ale na druhé straně ani přeceňováno – nezapomínejme, že invaze nepůvodních druhů vyvolaná např. narušováním také zvyšuje druhovou diverzitu. Pokud pak používáme *biodiverzitu* pro jakoukoliv argumentaci, měli bychom vždy rozlišovat, o jakou taxonomickou úroveň a skupinu se jedná, zda jde o **druhovou diverzitu** vyjadřující počet druhů na daném území či **diverzitu společenstev** zahrnující navíc i složku vyrovnanosti závislou na distribuci druhových četností. Dále bychom měli mít na paměti skutečnost, že diverzita je **hierarchicky a prostorově uspořádaná** (alfa-, beta- a gama-diverzita) a pokud možno bychom se měli vyhnout zobecňování jednorázových či účelových hodnocení diverzity v malém časovém a prostorovém měřítku do krajinného či dokonce regionálního kontextu (představme si, kam by vedlo takové zevšeobecnění např. v případě jedné z vůbec nejbohatších lokalit na světě ležící při cestě z Jeruzaléma k Mrtvému moři, kde bylo na pokusné ploše 20 x 50 m zaznamenáno více než 250 druhů rostlin, většinou jednoletek). Pro takováto hodnocení je podstatně vhodnější např. koncept ekologických fenoménů, s jehož pomocí lze identifikovat tzv. horká místa biodiverzity. Identifikace horkých míst sice nepřináší kvalitativně novou informaci o diverzitě jako takové, ale pomáhá nám najít a vybrat určitá prioritní území vhodná pro účely praktické ochrany přírody.

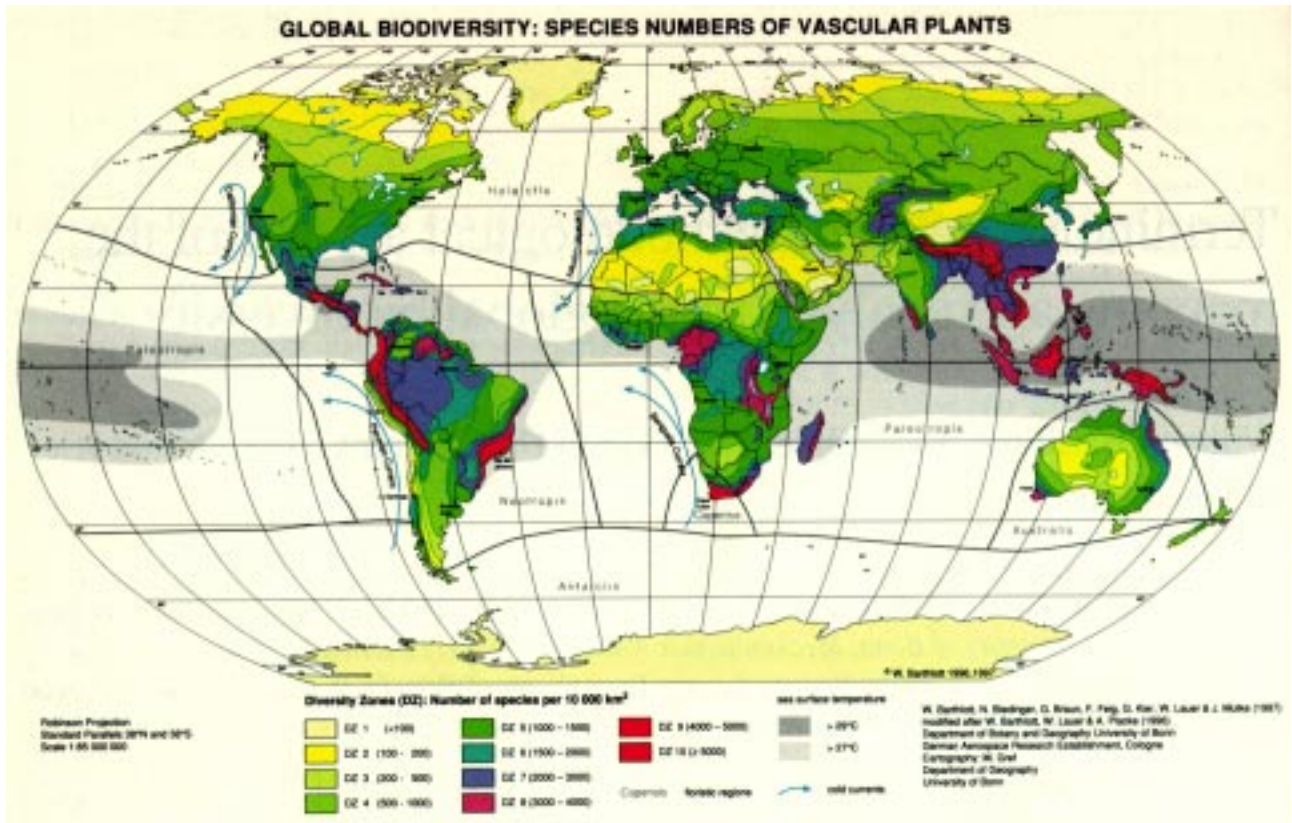
**Obrazové přílohy - původní podklad předaný redakci, vyšly jen obrázky 1, 2, 4.**

Obr. 1 – Odhad alfa- a beta-diverzity vychází ze závislosti počtu druhů na rozloze území, neboť počet druhů roste exponenciálně s plochou. Tuto obecně známou skutečnost (jako první na ni upozornil Arrhenius již v r. 1921) lze vyjádřit rovnicí  $N = a A^b$  ( $N$  = počet druhů,  $A$  = plocha a  $a$  a  $b$  jsou konstanty), resp. jejím logaritmickým tvarem  $\ln(N) = \ln(a) + b \ln(A)$ . Regresní přímka protíná osu Y v bodě  $X=0$ , tedy v „jednotkové“ ploše (logaritmus jedné je nula). Hodnotu  $a$ , která je nezávislá na ploše, můžeme považovat za alfa-diverzitu. Směrnicí regresní přímky  $b$  pak můžeme považovat za beta-diverzitu. Polabí představuje region s výrazně ostrovním charakterem rezervací, které zachovávají reliktní bezlesou vegetaci. Patří k nejpestřejším územím v Čechách i přes nízkou dynamiku reliéfu. Ostrůvky rezervací zahrnují společenstva bílých strání, pískových přesypů, slanisek, černav, slatin a luhů a tůní. K relativně nejpestřejším územím (regionální horká místa) patří Hrabanovská černava (H) a Polabská černava (P). Předpokládaný počet druhů cévnatých rostlin v celém bioregionu (přes 2000 km<sup>2</sup>) je 1817.



Obr. 2 – Hodnoty alfa- a beta-diverzity odečtené ze závislosti počtu druhů na rozloze území jsou srovnatelné pro různé regiony. Tak např. vegetace na Kokořínsku (KOK) vykazuje velmi nízkou alfa-diverzitu (druhově chudé porosty), ale relativně vysokou beta-diverzitu (velmi výrazná stanovištní diferenciacie), zatímco Bílé Karpaty (B\_KAR) jsou oblastí s pravděpodobně druhově nejbohatšími rostlinnými společenstvy v ČR (živinami bohatý magurský flyš), nízká beta-diverzita je dána malou stanovištní diverzifikací a značnou ekologickou plasticitou těchto společenstev. Vysvětlivky zkratk: B\_KAR: Bílé Karpaty, PAL: Pálava, POL: Polabí, KŘI: Křivoklátsko, Č\_KRAS: Český kras, TŘE: Třeboňsko, Č\_RAJ: Český ráj, JES: Jeseníky, ORL: Orlické hory, Č\_LES: Český les, SLA: Slavkovský les, KRK: Krkonoše, KOK: Kokořínsko.





Obr. 3 – Globální diverzita – počet druhů cévnatých rostlin (podle Barthlott a kol., 1999).  
Popisek legendy: Oblasti druhové diverzity: odhad počtu druhů na 10 000 km<sup>2</sup>

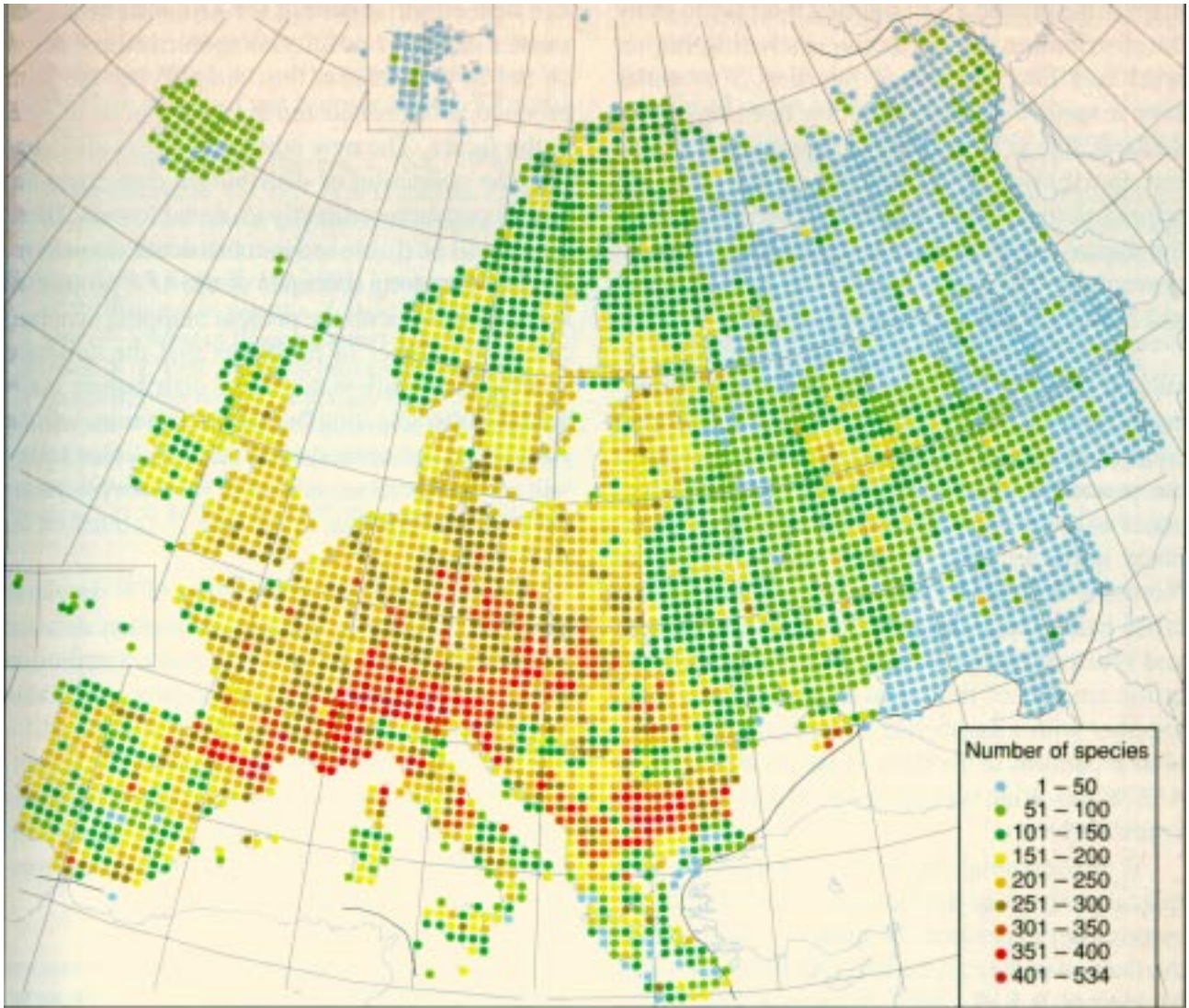


Fig. 1. The number of species in the AFE grid cells, according to the *Atlas Florae Europaeae* volumes 1–11.

Obr. 4 – Druhová diverzita Evropy – počet druhů ve čtvercích podle Atlasu flóry Evropy (podle Humphries a kol., 1999).



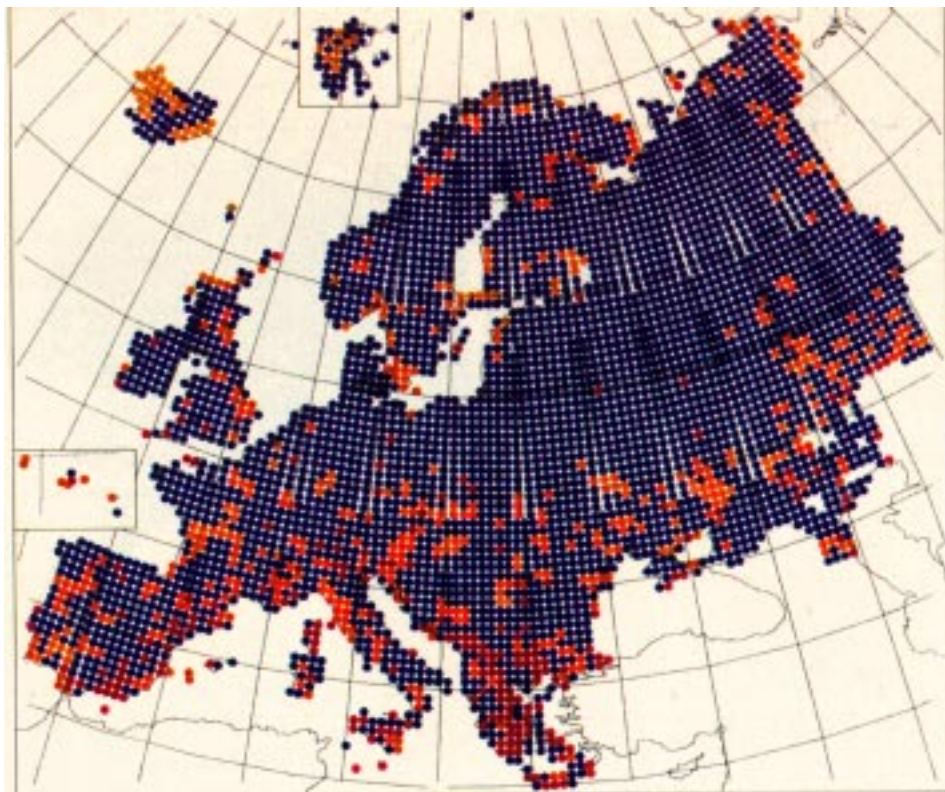


Fig. 8. Effective maximum rarity for the AFE data set (see text for further explanation). This is calculated from the inverse of the range size (in numbers of grid cells) of the most restricted taxon in each grid cell that is not already represented in a grid cell with a more restricted taxon as a means to calculate the effective irreplaceability of each cell.

Obr. 5 – Relativní vzácnost druhových distribucí podle Atlasu flóry Evropy. Každý druh má váhu odpovídající jeho relativnímu významu (vzácnější druh vyskytující se jen v deseti čtvercích má váhu  $1/10 = 0,1$  zatímco hojnější druh rostoucí ve 100 čtvercích má váhu  $1/100 = 0,01$ ), barva v každém čtverci mapové sítě vyjadřuje součet vah všech druhů, barevná škála je od modré (nízké hodnoty) po červenou (vyšší hodnoty). Podle Humphries a kol., 1999).

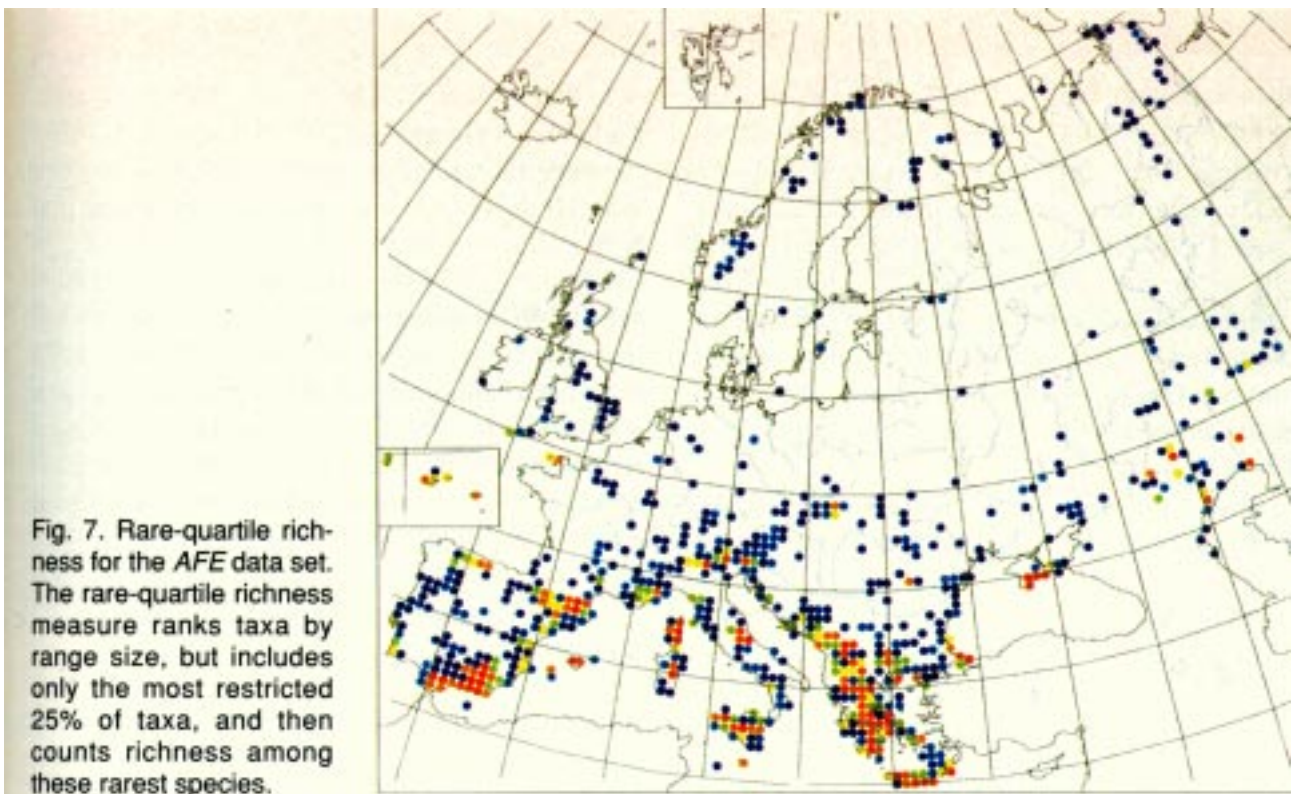


Fig. 7. Rare-quartile richness for the AFE data set. The rare-quartile richness measure ranks taxa by range size, but includes only the most restricted 25% of taxa, and then counts richness among these rarest species.

Obr. 6