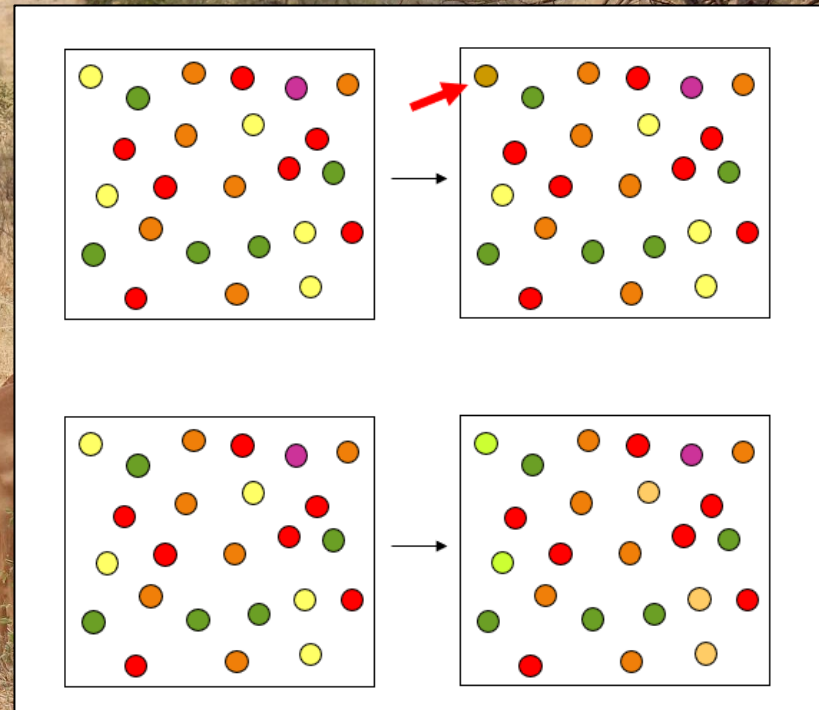
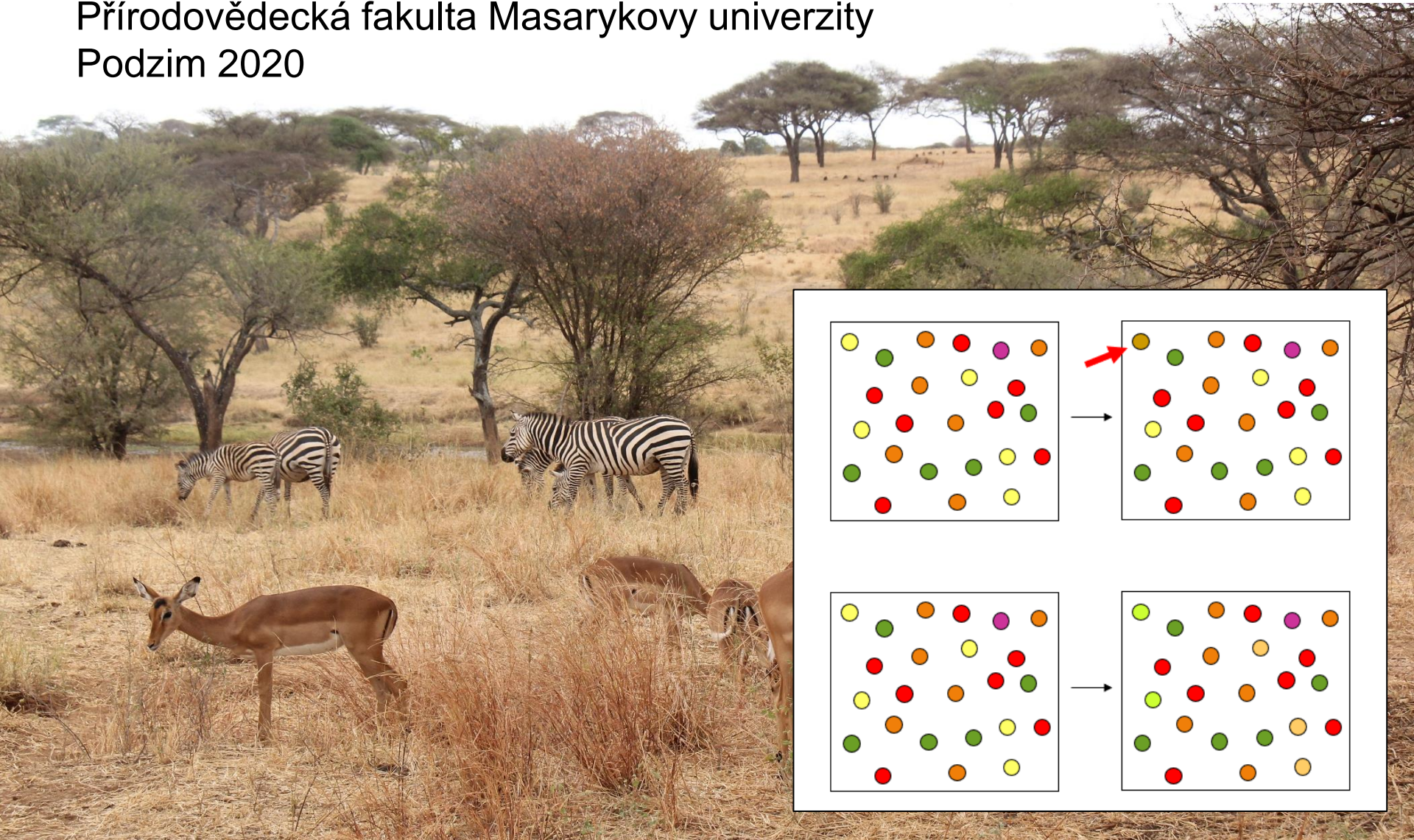


11. Metaspolečenstva

Přednáší: Milan Chytrý, Ústav botaniky a zoologie,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity
Podzim 2020



Metaspolečenstvo

- **Metapopulace:** soubor lokálních populací propojených šířením jedinců
 - Lokální populace žijí v ostrůvcích vhodného stanoviště obklopených krajinou s nevhodnými stanovišti
 - Lokální vymírání druhu kompenzuje imigrace odjinud
 - Tato dynamika umožňuje dlouhodobé přežívání druhu v krajině
-
- **Metaspolečenstvo:** soubor lokálních společenstev vzájemně propojených šířením druhů
 - Uvažuje nejen vhodnost stanovišť a šíření druhů mezi nimi, ale i mezidruhové interakce

Alternativní modely metaspolečenstva

- Species sorting (environmental filtering)
- Patch dynamics
- Spatial mass effect (sink-source dynamics)
- Neutral model

Ecology Letters, (2004) 7: 601–613

doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00608.x

REVIEW

The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology

Abstract

The metacommunity concept is an important way to think about linkages between different spatial scales in ecology. Here we review current understanding about this concept. We first investigate issues related to its definition as a set of local communities that are linked by dispersal of multiple potentially interacting species. We then identify four paradigms for metacommunities: the patch-dynamic view, the species-sorting view, the mass effects view and the neutral view, that each emphasizes different processes of

M. A. Leibold,^{1*} M. Holyoak,²
N. Mouquet,^{3,4} P. Amarasekare,⁵
J. M. Chase,⁶ M. F. Hoopes,⁷
R. D. Holt,⁸ J. B. Shurin,⁹ R. Law,¹⁰
D. Tilman,¹¹ M. Loreau¹² and
A. Gonzalez¹³

Alternativní modely metaspolečenstva

Species sorting (environmental filtering)

South

North

Acid oak

Dry oak

Ravine

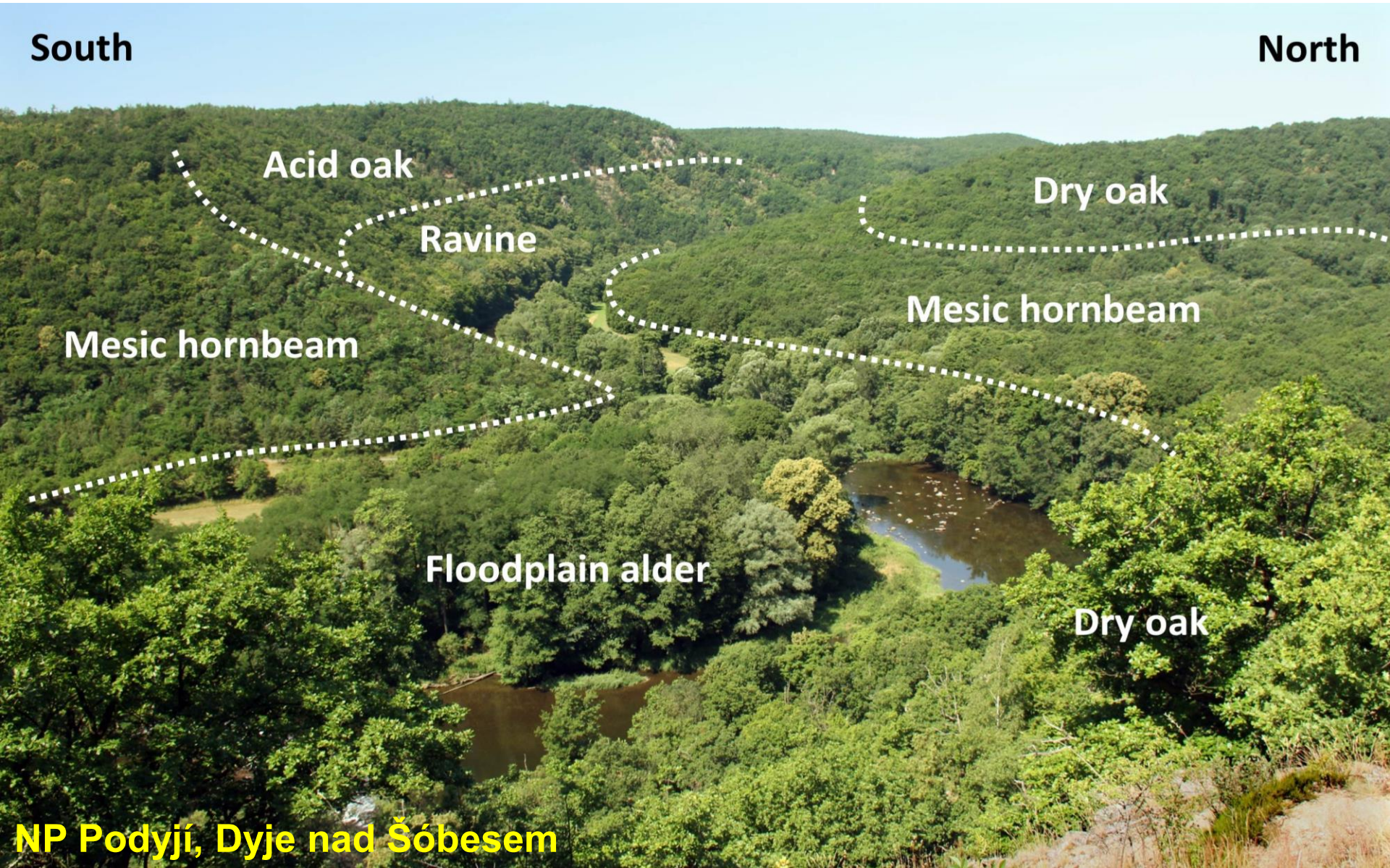
Mesic hornbeam

Mesic hornbeam

Floodplain alder

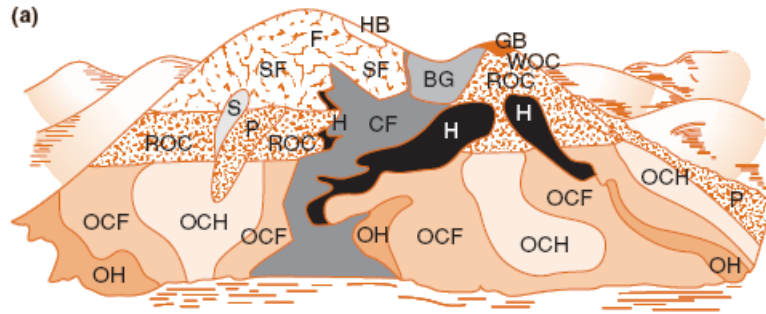
Dry oak

NP Podyjí, Dyje nad Šóbesem



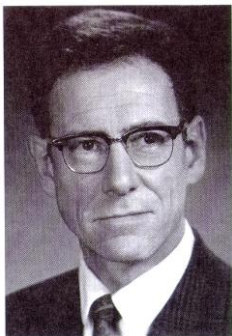
Alternativní modely metaspolečenstva

Species sorting (environmental filtering)

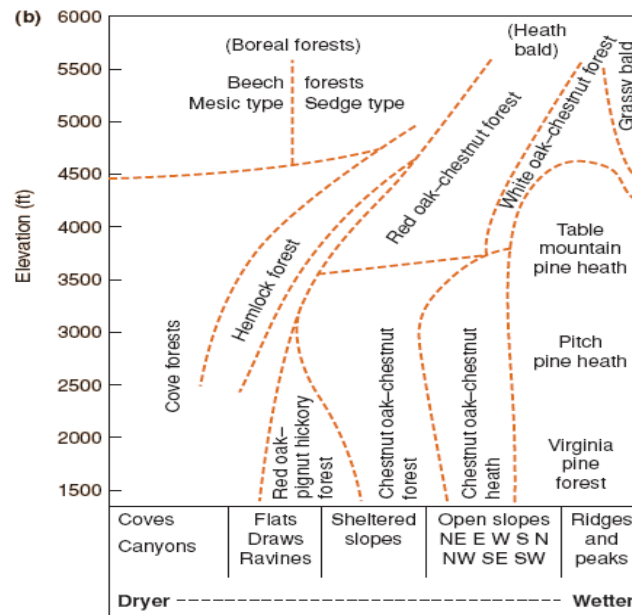


L. G. M. Baas Becking (1934)
(nizozemský mikrobiolog)

**Everything is everywhere,
but, the environment selects**

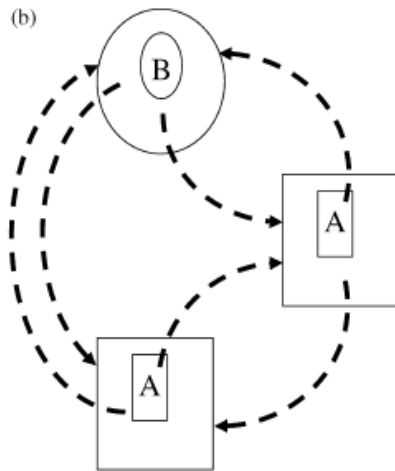


**Robert H.
Whittaker**



Alternativní modely metaspolečenstva

Species sorting (environmental filtering)



druhy jsou vázány
na prostorově
oddělené niky

- druhy mají různé nároky na prostředí
- každý druh žije právě tam, kde mu prostředí vyhovuje

—————> rychlé nebo časté šíření
-----> pomalé nebo málo časté šíření

Shodné tvary = vhodné prostředí pro druh
Různé tvary = málo vhodné prostředí

Alternativní modely metaspolečenstva

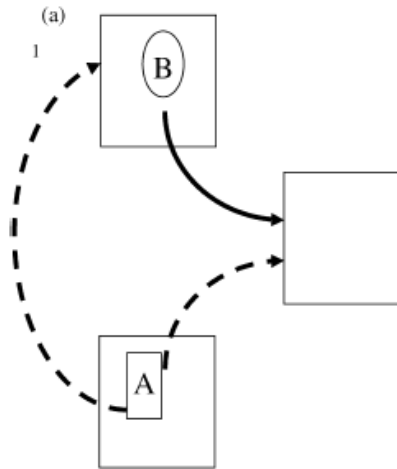
Patch dynamics

Např. společenstva světlomilných dobře šířitelných rostlin
na lesních polomech a pasekách



Alternativní modely metaspolečenstva

Patch dynamics



druh A je
konkurenčně silnější,
druh B se lépe šíří

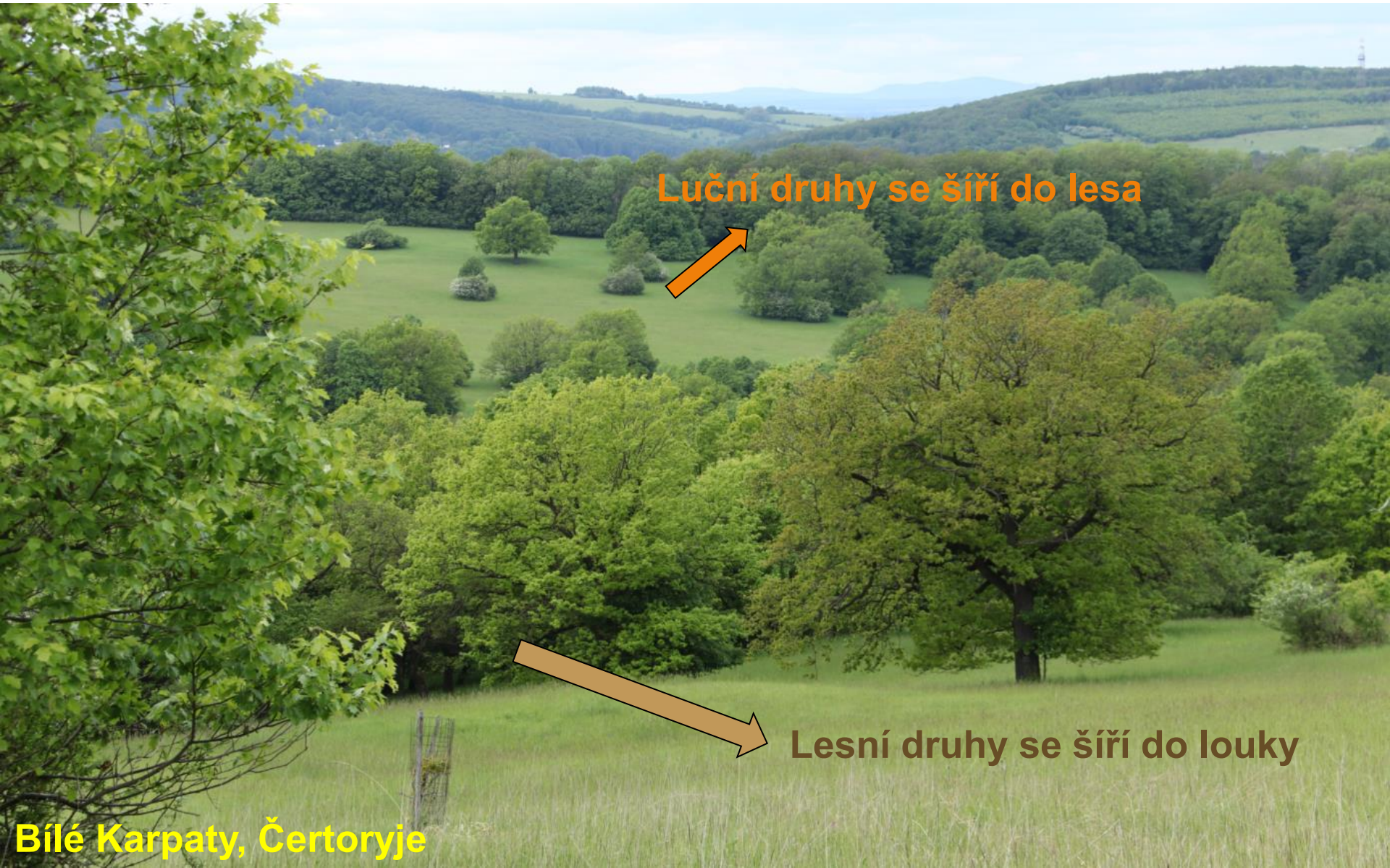
- druhy se liší v preferenci raných, anebo pozdních sukcesních stadií
- na různých místech v krajině vznikají disturbované plochy, které rychle kolonizují dobře se šířící druhy (r-stratégové)
- během sukcese se však prostředí mění, osídlují je pomalu šířitelné a konkurenčně silné druhy (K-stratégové)
- r-stratégové jsou konkurenčně vytlačováni a jejich populace přežívají díky rychlému šíření na nově disturbovaná místa jinde v krajině

————> rychlé nebo časté šíření
-----> pomalé nebo málo časté šíření

Shodné tvary = vhodné prostředí pro druh
Různé tvary = málo vhodné prostředí

Alternativní modely metaspolečenstva

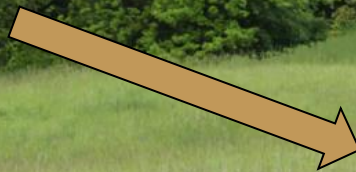
Spatial mass effect (sink-source dynamics)



Luční druhy se šíří do lesa



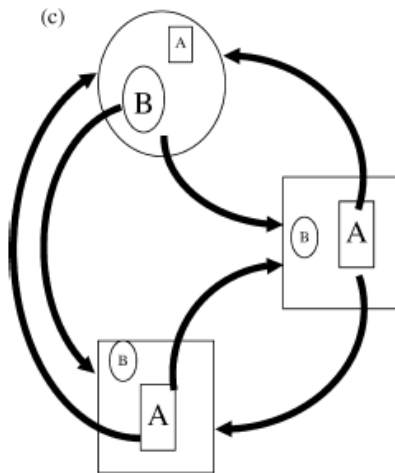
Lesní druhy se šíří do louky



Bílé Karpaty, Čertoryje

Alternativní modely metaspolečenstva

Spatial mass effect (sink-source dynamics)



- druhy mají různé nároky prostředí
- žijí převážně ve vyhovujícím prostředí, kde produkují hodně potomstva
- nadbytek potomstva se šíří i do okolního prostředí, které není zcela vyhovující

intenzivní šíření z rostoucích populací
na vhodných stanovištích na méně
vhodná stanoviště

—————> rychlé nebo časté šíření
-----> pomalé nebo málo časté šíření

Shodné tvary = vhodné prostředí pro druh
Různé tvary = málo vhodné prostředí

Alternativní modely metaspolečenstva

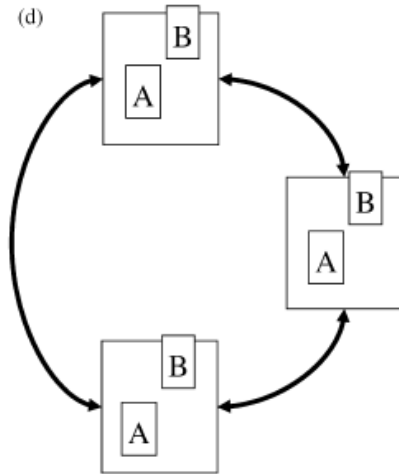
Neutral model



Serra do Mar State Park, Brazilie

Alternativní modely metaspolečenstva

Neutral model



- prostředí je z hlediska druhových preferencí homogenní (tj. druhy se neliší v nárocích na prostředí)
- druhy se mezi lokalitami dobře šíří
- každý druh se může vyskytovat kdekoli

šíření funkčně shodných druhů
do homogenního prostředí

————> rychlé nebo časté šíření
-----> pomalé nebo málo časté šíření

Shodné tvary = vhodné prostředí pro druh
Různé tvary = málo vhodné prostředí

Alternativní modely metaspolečenstva

Dělení variability druhového složení na složky strukturované prostředím a prostorem

Ecology, 73(3), 1992, pp. 1045–1055
© 1992 by the Ecological Society of America

PARTIALLING OUT THE SPATIAL COMPONENT OF ECOLOGICAL VARIATION¹

DANIEL BORCARD

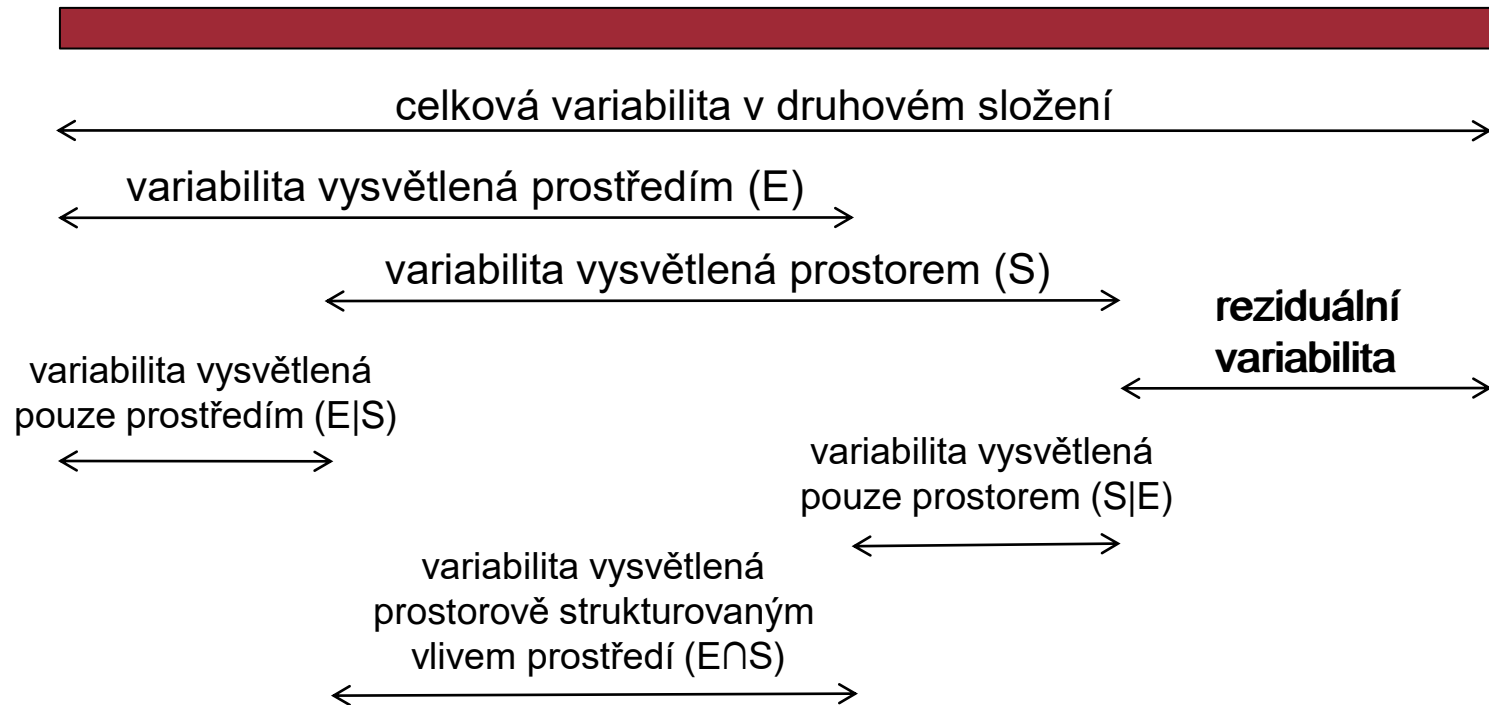
Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel, Chantemerle 22, CH-2007 Neuchâtel, Switzerland

PIERRE LEGENDRE AND PIERRE DRAPEAU

*Département de Sciences biologiques, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale A,
Montréal, Québec, Canada H3C 3J7*

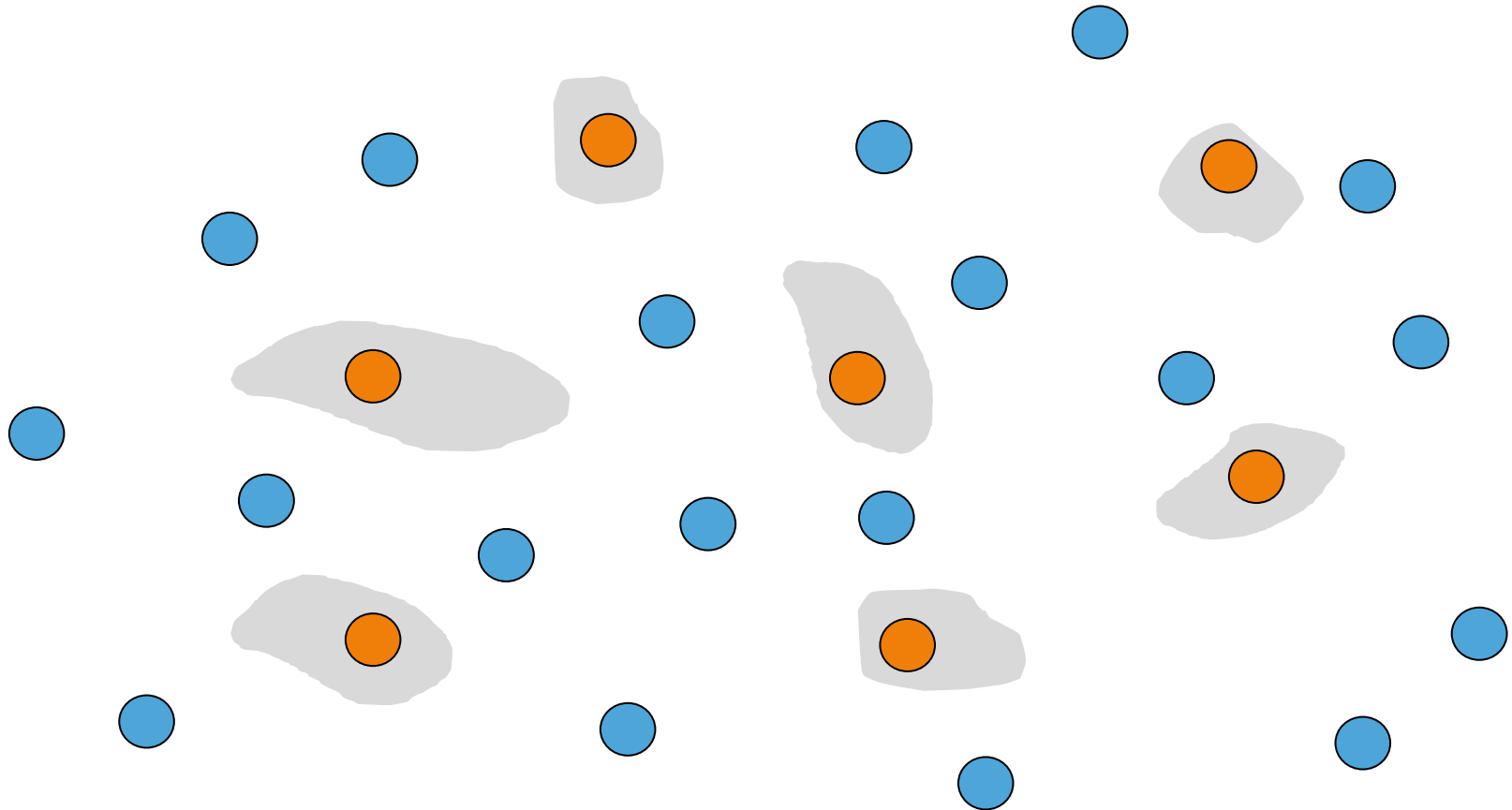
Alternativní modely metaspolečenstva

Dělení variability druhového složení na složky strukturované prostředím a prostorem



Alternativní modely metaspolečenstva

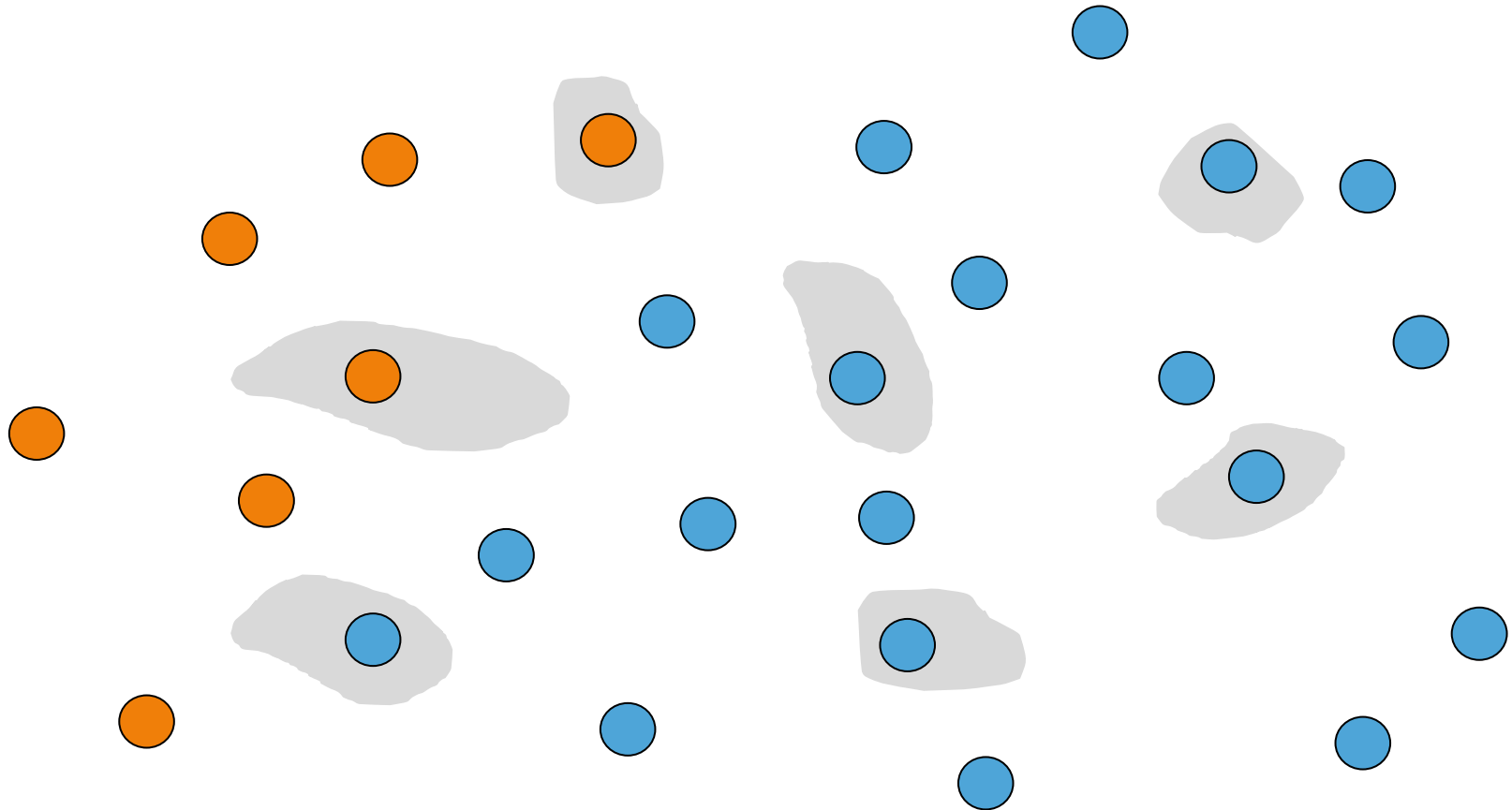
**Dělení variability druhového složení
na složky strukturované prostředím a prostorem**



variabilita vysvětlená pouze prostředím (E|S)

Alternativní modely metaspolečenstva

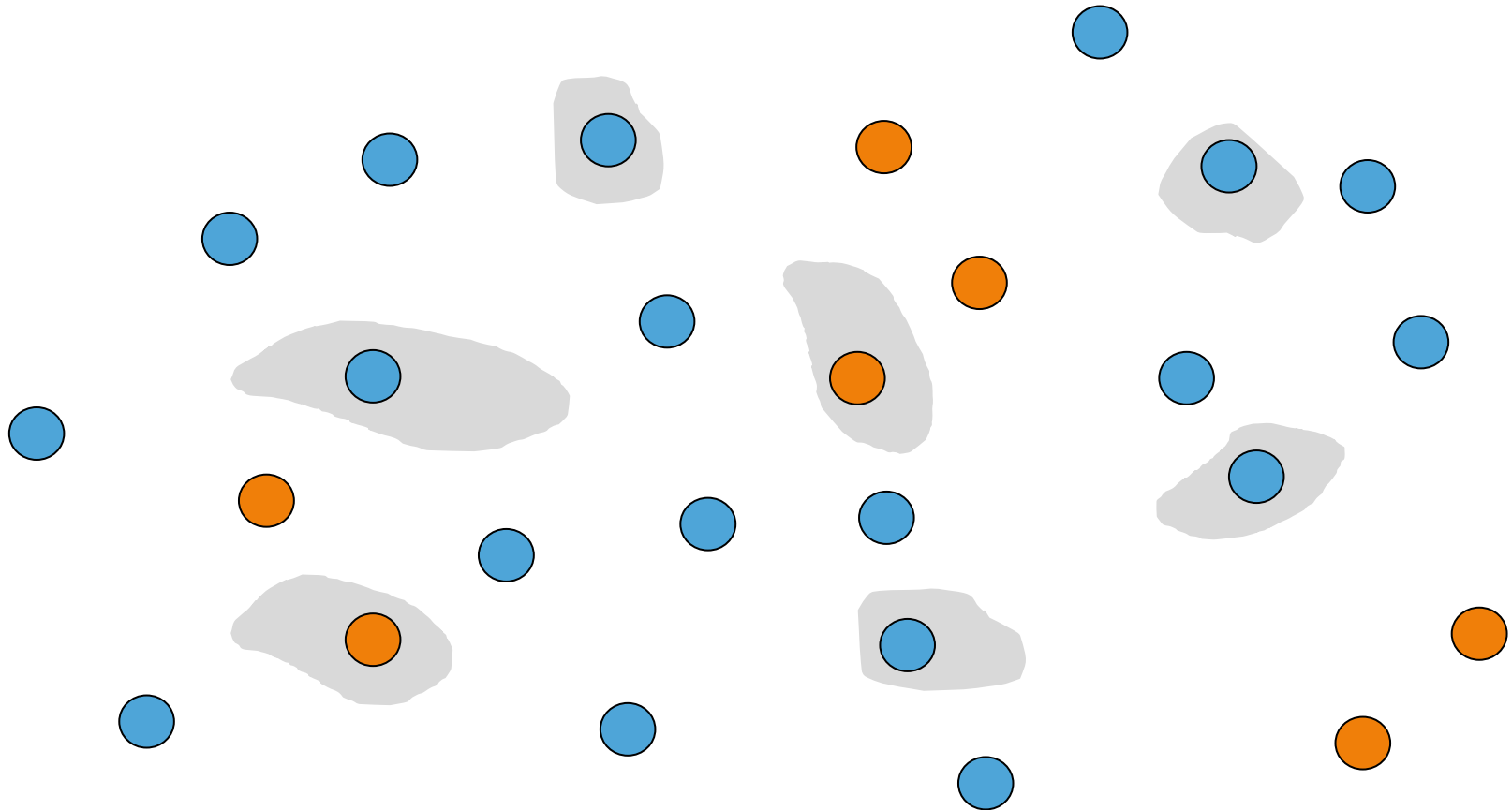
**Dělení variability druhového složení
na složky strukturované prostředím a prostorem**



variabilita vysvětlená pouze prostorem (S|E)

Alternativní modely metaspolečenstva

Dělení variability druhového složení
na složky strukturované prostředím a prostorem



variabilita vysvětlená pouze prostorem (S|E)

Alternativní modely metaspolečenstva

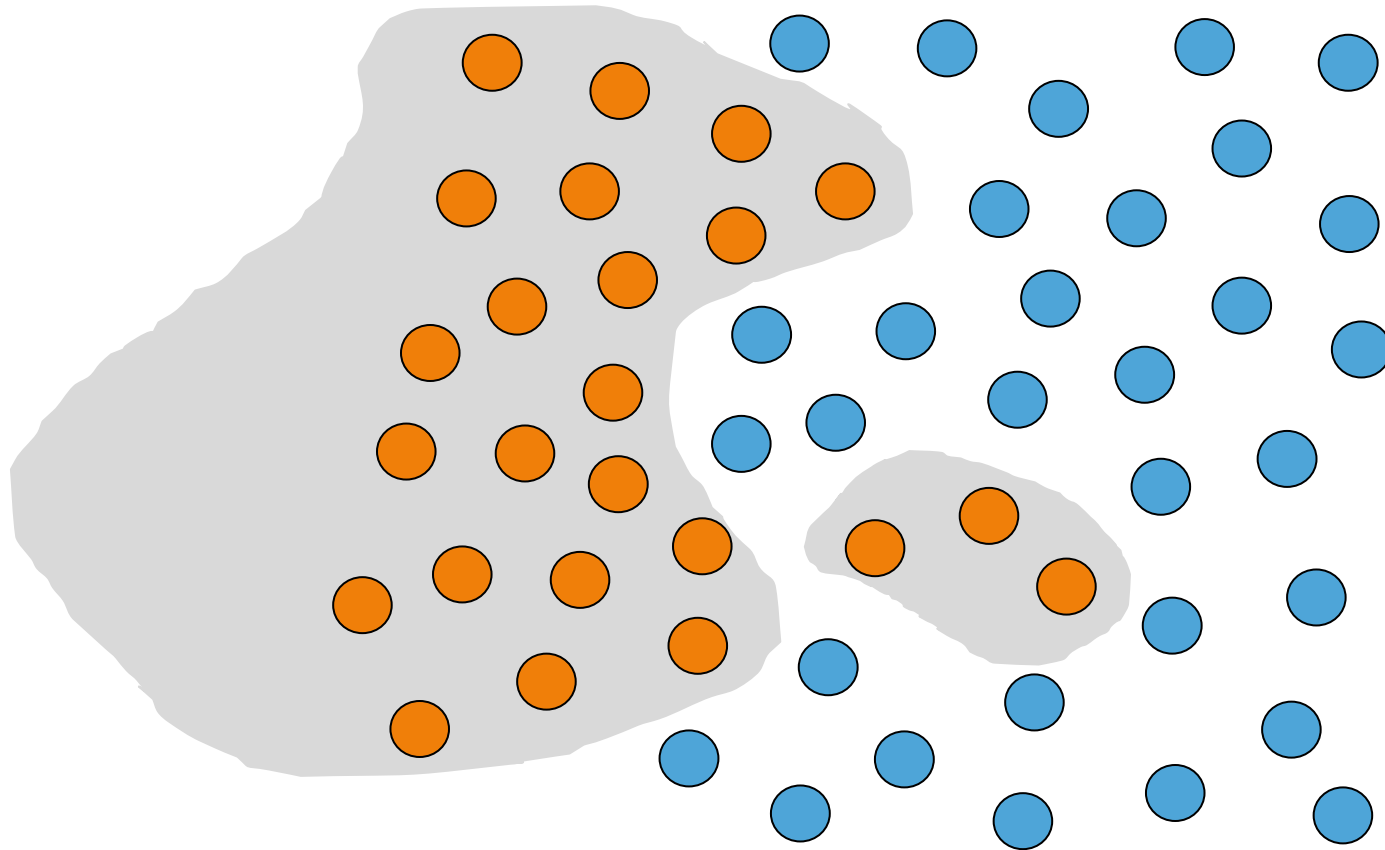
**Dělení variability druhového složení
na složky strukturované prostředím a prostorem**



První zákon geografie: Všechno souvisí se vším, ale blízké věci spolu souvisejí více než věci vzdálené.

Alternativní modely metaspolečenstva

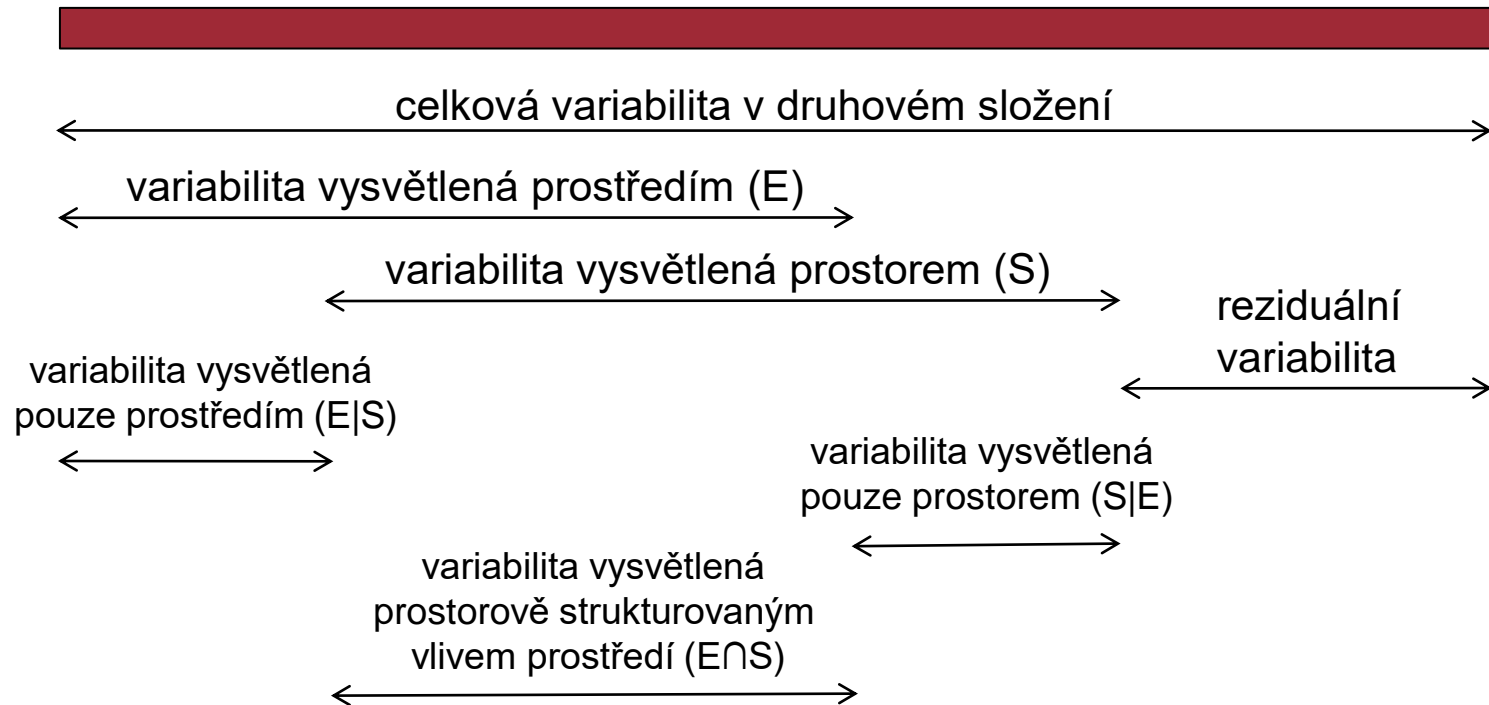
Dělení variability druhového složení
na složky strukturované prostředím a prostorem



variabilita vysvětlená prostorově strukturovaným vlivem prostředí ($E \cap S$)

Alternativní modely metaspolečenstva

Dělení variability druhového složení na složky strukturované prostředím a prostorem



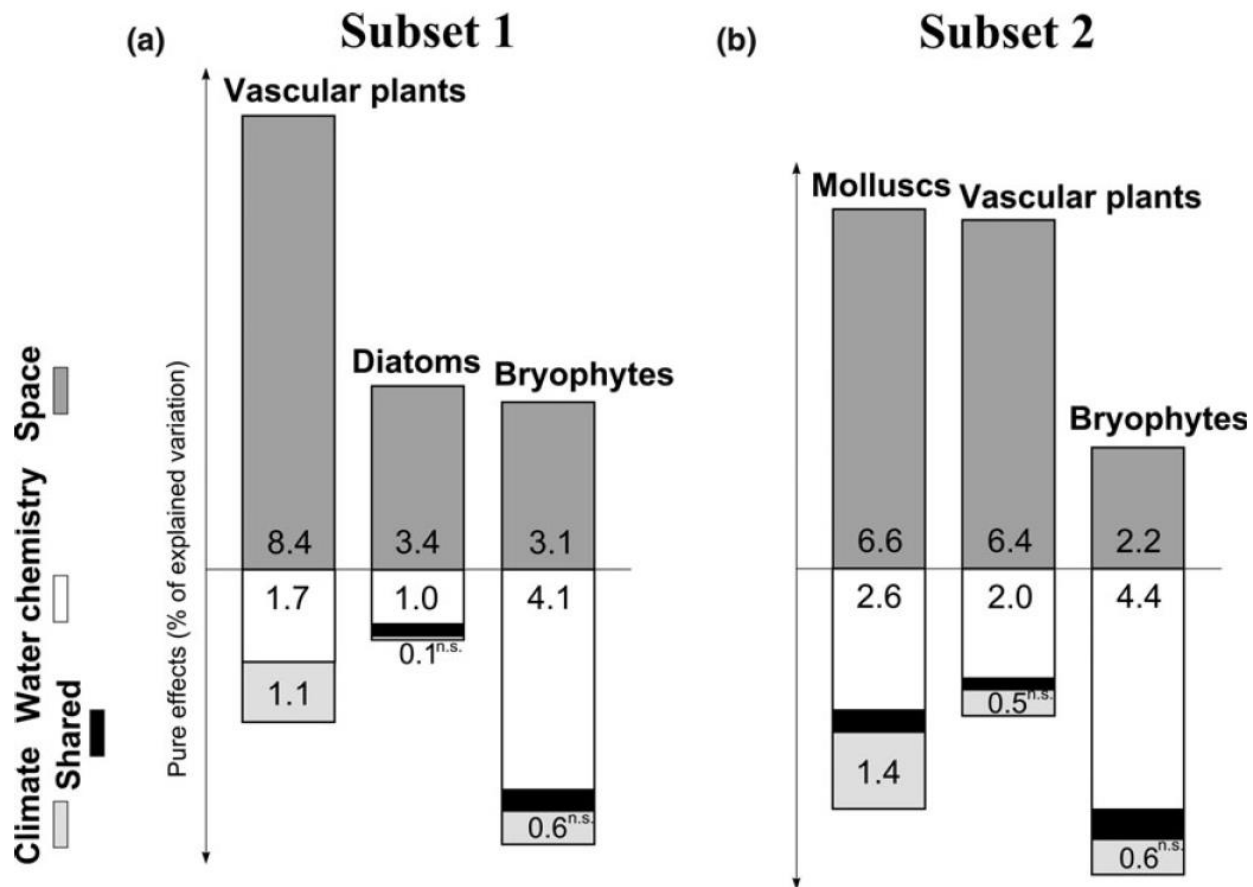
E|S signifikantní a **S|E** nesignifikantní => **species sorting**
(environmental filtering)

S|E signifikantní a **E|S** nesignifikantní => **neutrální model** (případně i
patch dynamics)

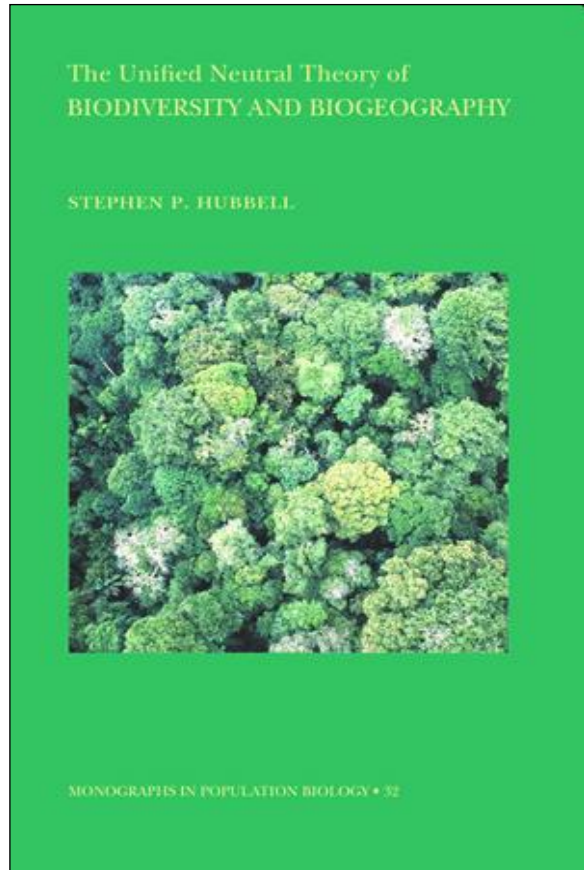
Alternativní modely metaspolečenstva

Dělení variability druhového složení
na složky strukturované prostředím a prostorem

Příklad různých taxocenóz na slatiništích Západních Karpat



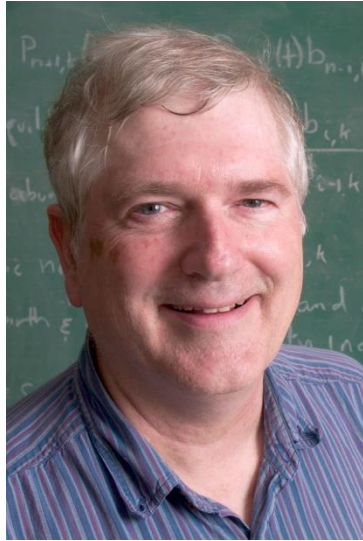
Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie



Hubbell S. P. (2001): *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ.

- předpokládá, že neexistují rozdíly v ekologických nárocích mezi druhy v rámci jedné trofické úrovně (neutralita)
- předpokládá ekvivalenci druhů v natalitě, mortalitě, rychlosti šíření a rychlosti speciace
- s těmito předpoklady vysvětluje diverzitu a relativní abundanci druhů ve společenstvech

Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie



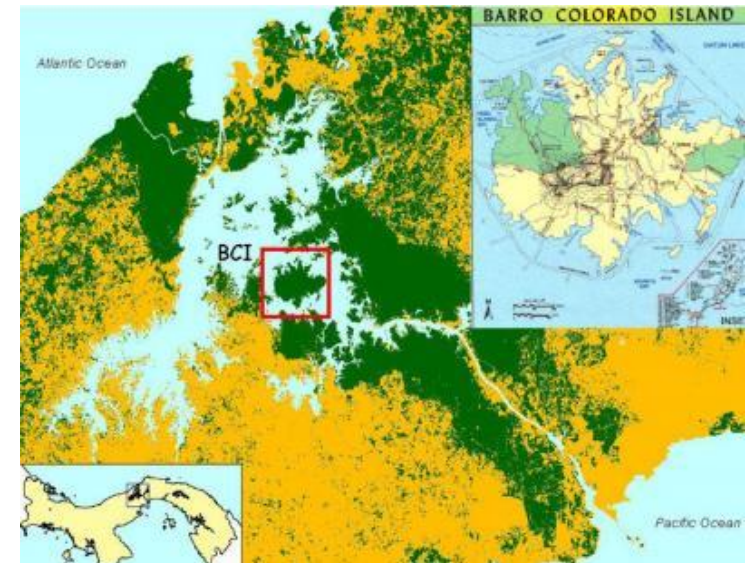
news.uga.edu

Stephen Hubbell

- 50 ha plocha pro výzkum dynamiky tropického lesa
- Barro Colorado Island, Panama
- Smithsonian Tropical Research Institute



pa.usembassy.gov

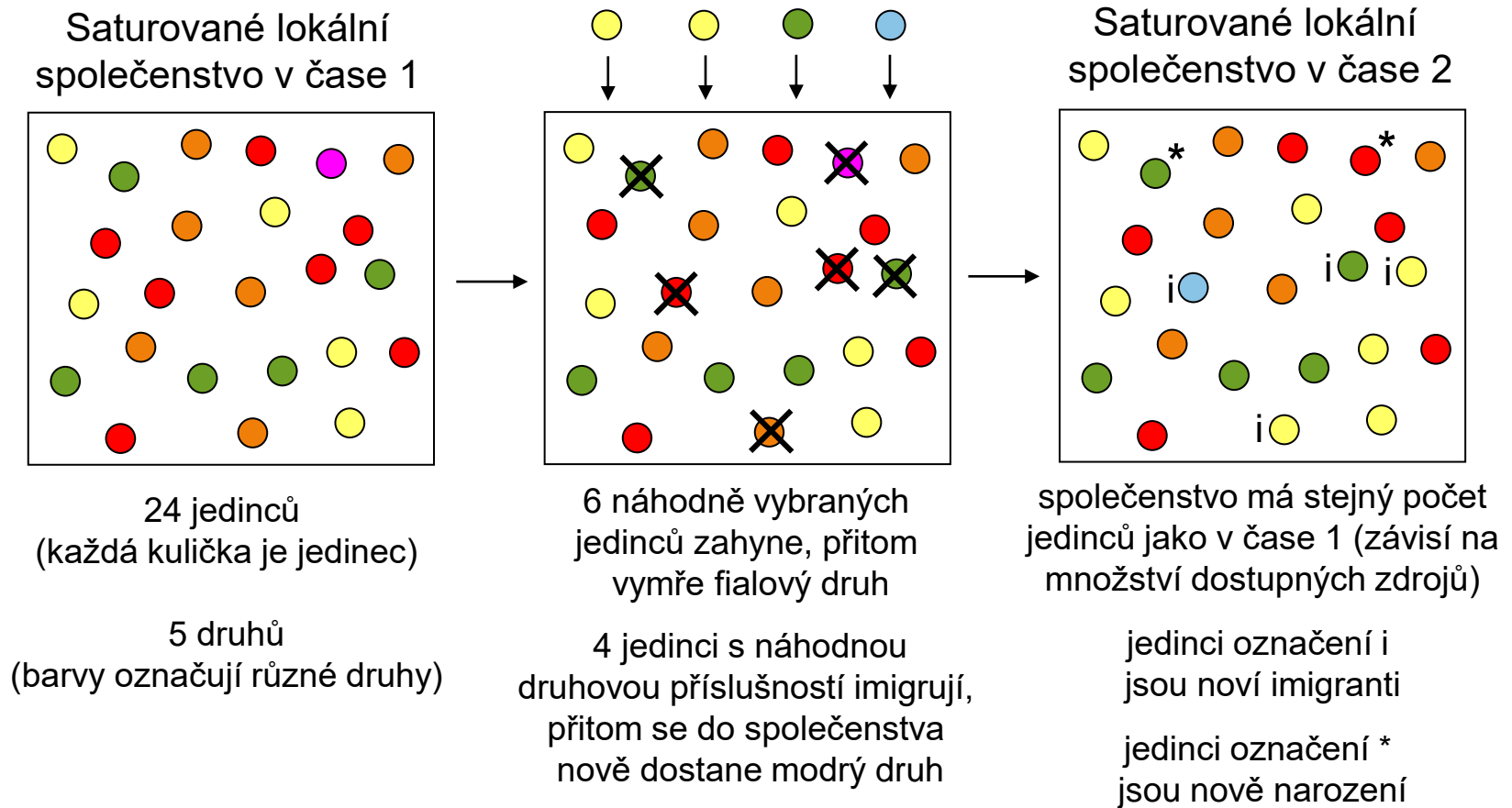


spatial-analyst.net

Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

- rozšiřuje teorii ostrovní biogeografie (MacArthur & Wilson 1967)
- rozdíl je v úrovni, na které je uvažována ekologická ekvivalence:
 - teorie ostrovní biogeografie: úroveň druhů (imigrace a vymírání)
 - Hubbellova teorie: úroveň jedinců (narození, imigrace a smrt)

Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie



Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

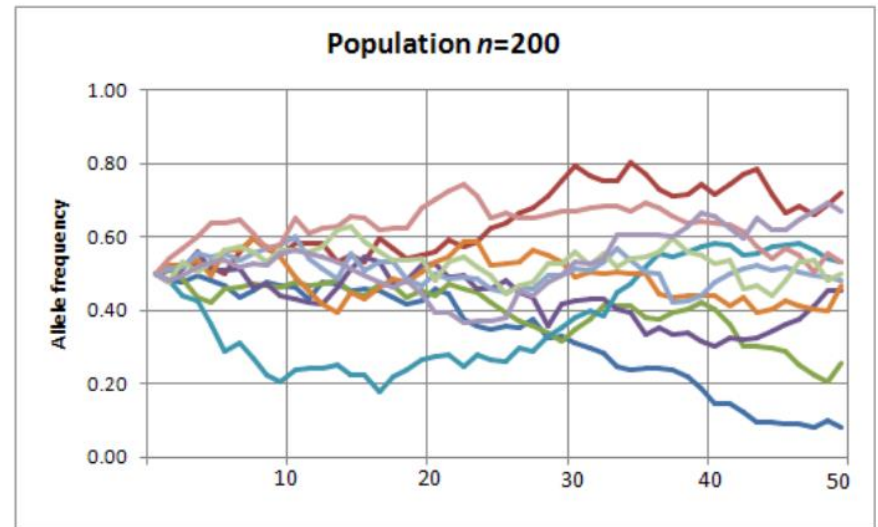
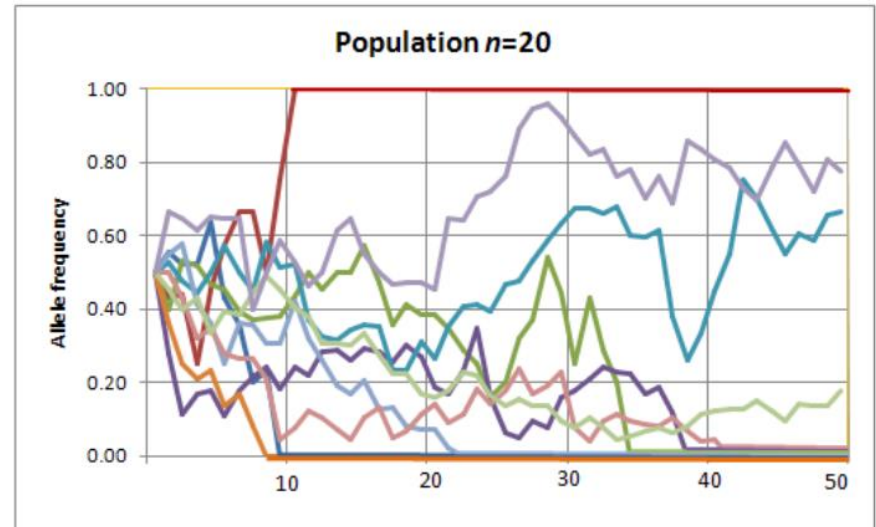
Zero-sum game

- počet jedinců v lokálním společenstvu je stálý v závislosti na množství dostupných zdrojů (nebo na velikosti území)
- druh může zvýšit svoji abundanci v lokálním společenstvu (imigrací nebo lokálním narozením nových jedinců) jen na úkor úhynu jedinců jiných druhů
- teorie se proto vztahuje ke společenstvům troficky podobných druhů (gildy, životní formy)
- teorie předpokládá značný překryv nik mezi různými druhy

Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

Ekologický drift

- analogie genetického driftu
- určuje délku existence druhu ve společenstvu
- vymření druhu je určováno procesy demografické stochasticity a závisí na abundanci daného druhu a velikosti společenstva



Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

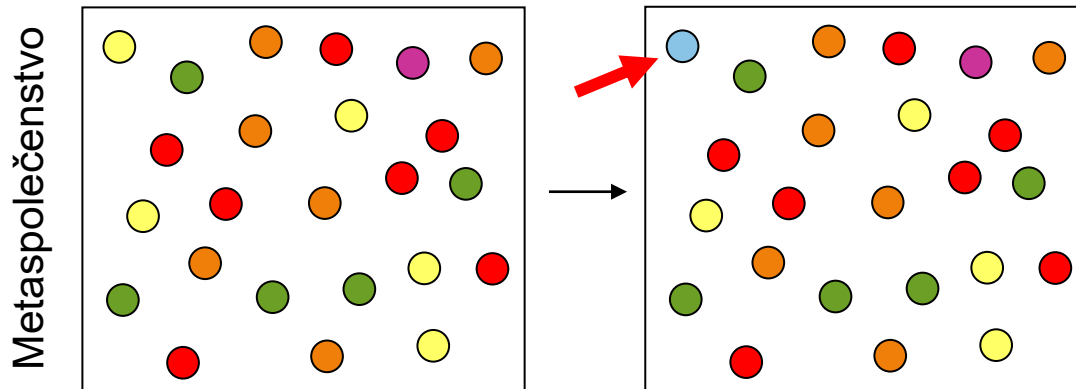
Lokální společenstvo a metaspolečenstvo

- lokální společenstvo je společenstvo malého ohraničeného území
- metaspolečenstvo je evoluční biogeografická jednotka, v níž většina druhů vzniká, existuje a vymírá
- metaspolečenstvo nahrazuje koncepci zdrojového území (pevniny) v teorii ostrovní biogeografie
- Hubbellova teorie popisuje i procesy v metaspolečenstvu

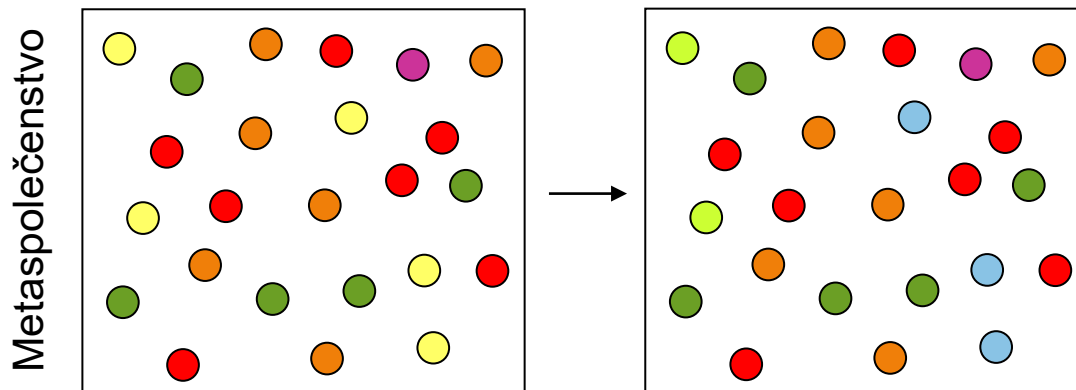
Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

Speciace v metaspolečenstvu

Speciace „bodovou mutací“ (point mutation speciation)



Náhodné rozštěpení ancestrálního druhu (random fission speciation)



Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

Parametry Hubbellovy teorie

v (ný) – rychlost speciace (v metaspolečenstvu)

J_M – velikost metaspolečenstva

(počet jedinců všech druhů v metaspolečenstvu)

J – velikost lokálního společenstva

(počet jedinců všech druhů v lokálním společenstvu)

m – rychlost šíření druhů z metaspolečenstva do lokálního společenstva

θ (theta) – *fundamental biodiversity number* (bezrozměrné číslo)

$$\theta = 2 J_M \cdot v$$

za předpokladu neutrality toto číslo spolu s m plně určuje

- druhové bohatství
- relativní abundance druhů
- závislost počtu druhů na velikosti plochy

Při velkém počtu vzorků $\theta = \text{Fisher's } \alpha$ a $\text{Fisher's } x = \text{poměr narození a úmrtí}$ (mechanistické vysvětlení Fisherovy log série)

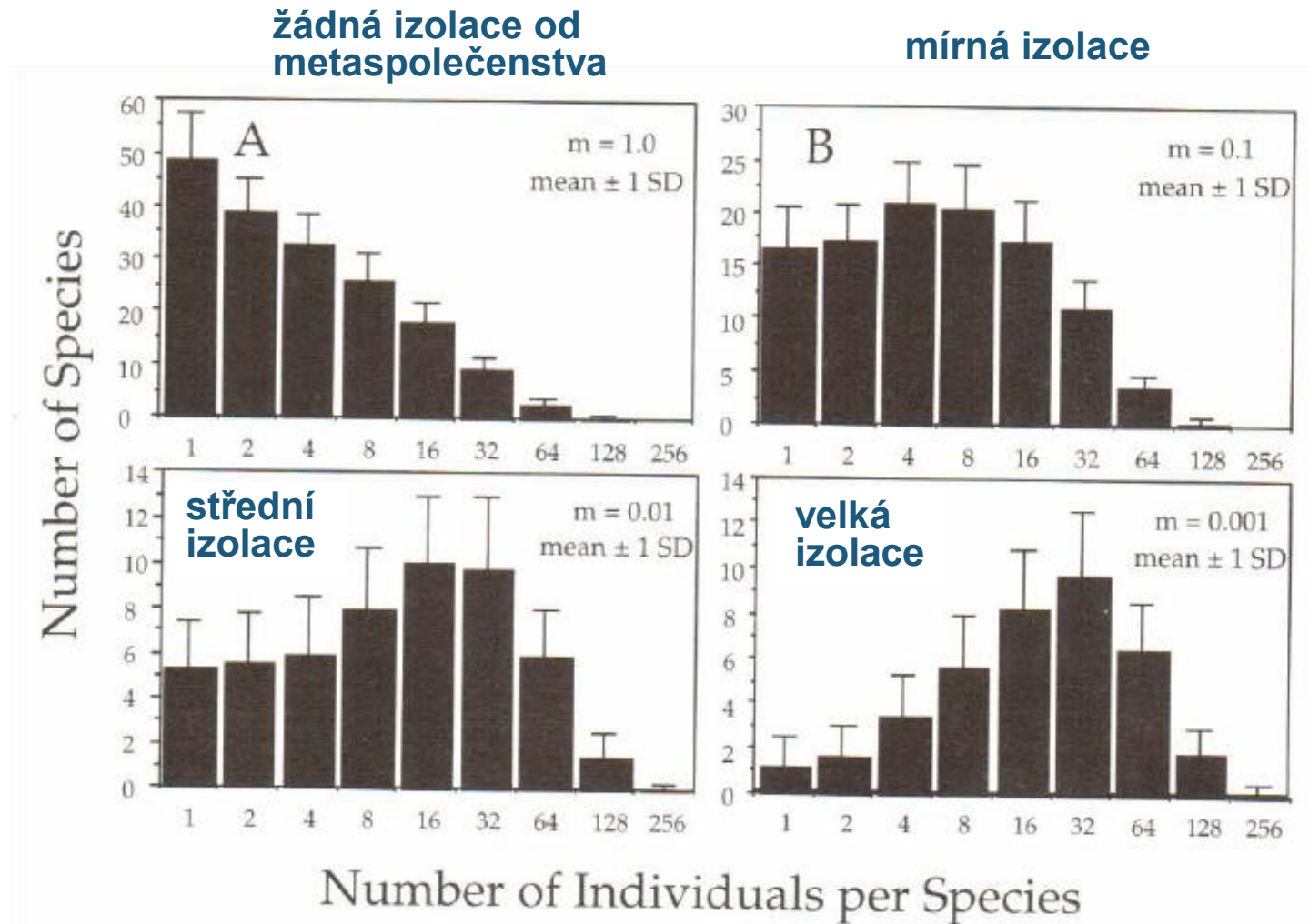
Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

Predikce teorie: relativní abundance druhů

- rozložení relativních abundancí se liší mezi metaspolečenstvem a lokálním společenstvem v oblasti vzácných druhů
- v lokálním společenstvu je méně vzácných druhů kvůli lokálnímu vymírání a migračním bariérám
- proto izolovaná (např. ostrovní) společenstva mají kromě menších počtů druhů také relativně větší počty hojných druhů a relativně menší počty vzácných druhů

Hubbellova neutrální teorie biodiverzity a biogeografie

Relativní abundance druhů v lokálním společenstvu



Kritika Hubbellovy teorie

Ecology, 87(6), 2006, pp. 1424–1431
© 2006 by the Ecological Society of America

THE UNIFIED NEUTRAL THEORY OF BIODIVERSITY: DO THE NUMBERS ADD UP?

ROBERT E. RICKLEFS¹

Department of Biology, University of Missouri–St. Louis, 8001 Natural Bridge Road, St. Louis, Missouri 63121-4499 USA

nature

Vol 440|2 March 2006|doi:10.1038/nature04534

LETTERS

Coral reef diversity refutes the neutral theory of biodiversity

Maria Dornelas^{1,2}, Sean R. Connolly^{1,2} & Terence P. Hughes¹

REPORTS

Global Correlations in Tropical Tree Species Richness and Abundance Reject Neutrality

Robert E. Ricklefs^{1*} and Susanne S. Renner²