

Společenstvo I.

Druhová rozmanitost

**Definice, role disturbance, predace.
Produktivita a druhová rozmanitost
Druhová rozmanitost a stabilita**

Co považovat za SPOLEČENSTVO?

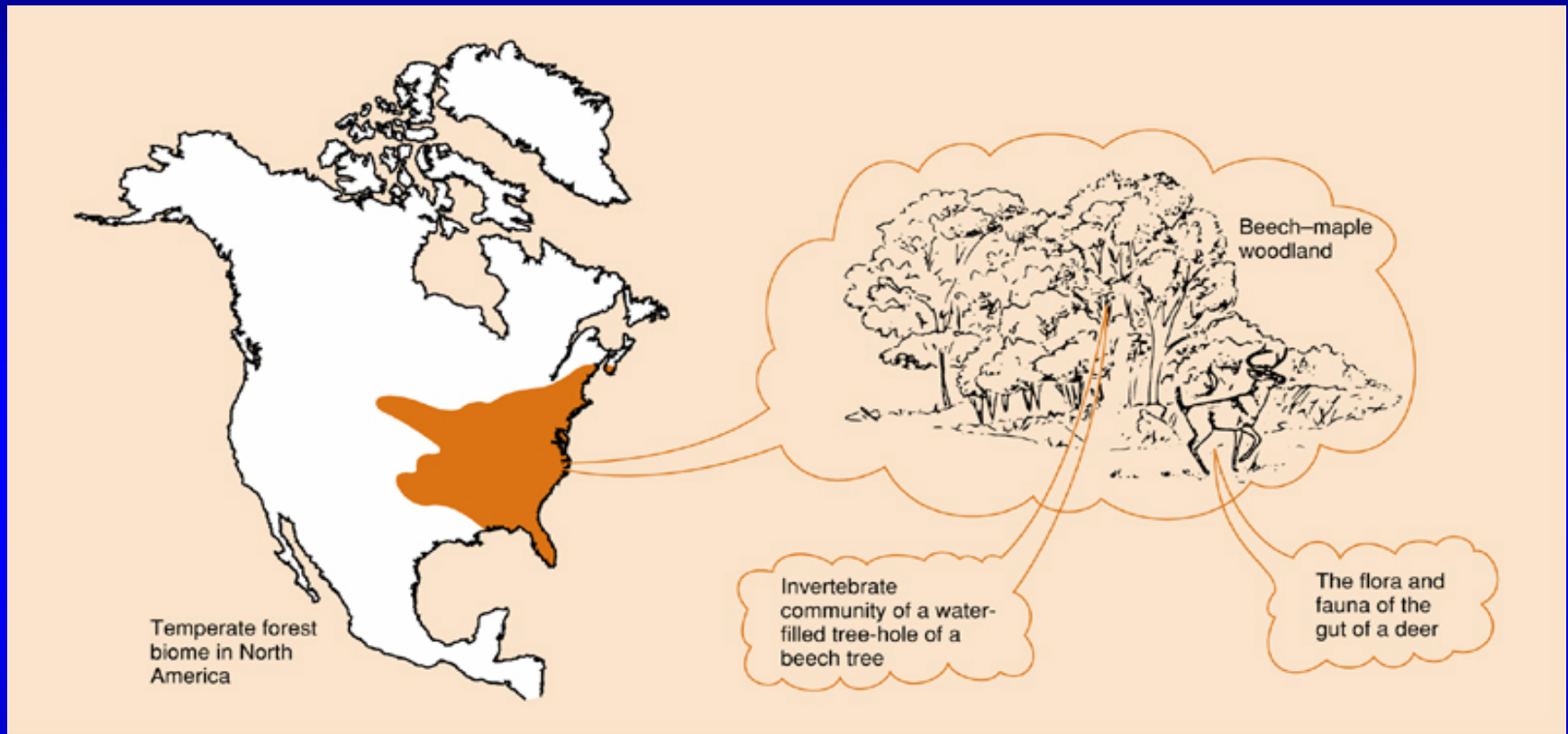


Figure 16.2 We can identify a hierarchy of habitats, nesting one into the other: a temperate forest biome in North America; a beech-maple woodland in New Jersey; a water-filled tree hole; or a mammalian gut. The ecologist may choose to study the community that exists on any of these scales.

Gilda, ekoton

BOHATOST X DIVERZITA

Charakteristiky společenstev

Jedním z nejjednodušších parametrů je prostý **počet druhů**. V praxi je to ovšem není tak snadné. A i pokud se omezíme na určitou taxonomickou skupinu, záleží ještě na počtu a velikosti vzorků (málokdy můžeme spočítat celou plochu/objem).

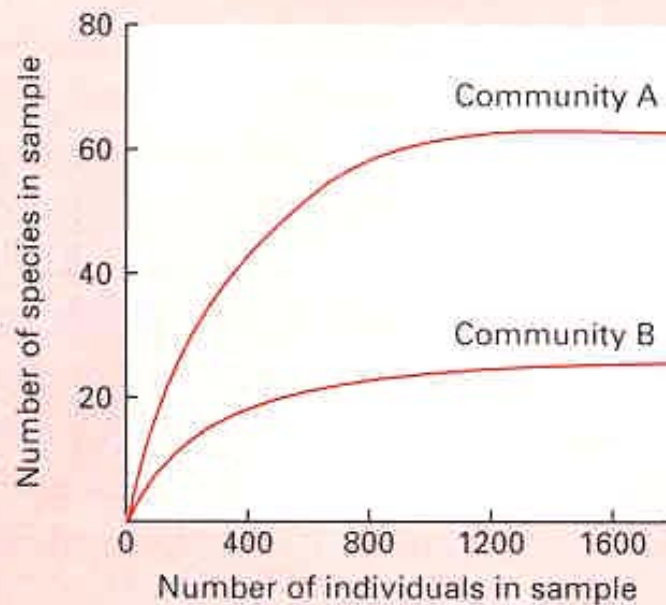


Figure 17.2 Relationship between species richness and number of individual organisms from two contrasting hypothetical communities. Community A has a total species richness considerably in excess of community B.

Charakteristiky společenstev – indexy diverzity

Indexy diversity

Diversita – pestrost zahrnuje kromě počtu druhů i informaci, jak jsou tyto druhy relativně početné. Pokud v rámci taxonomické skupiny, stačí počty, pokud přes mnoho skupin, tak lepší přes biomasy. A ještě máme známý problém s modulárními organismy (co je jedinec?).

Diversita roste s počtem druhů a s jejich rovnoměrným rozložením.

Ekvitabilita – vyrovnanost je mírou rozložení počtů (biomasy) (0 – 1)

Indexy

Simpsonův

Shannonův

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}$$

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

k nim

ekvitabilita

$$E = \frac{D}{D_{\max}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2} \times \frac{1}{S}$$

$$J = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S}$$

Charakteristiky společenstev – indexy diverzity

Společenstvo 1			Společenstvo 2			Společenstvo 3			Společenstvo 4		
P_i	P_i^2	$P_i \ln P_i$	P_i	P_i^2	$P_i \ln P_i$	P_i	P_i^2	$P_i \ln P_i$	P_i	P_i^2	$P_i \ln P_i$
0,143	0,0205	-0,278	0,40	0,16	-0,367	0,1	0,01	-0,23	0,40	0,16	-0,367
0,143	0,0205	-0,278	0,20	0,04	-0,322	0,1	0,01	-0,23	0,20	0,04	-0,322
0,143	0,0205	-0,278	0,15	0,0225	-0,285	0,1	0,01	-0,23	0,15	0,0225	-0,285
0,143	0,0205	-0,278	0,10	0,01	-0,230	0,1	0,01	-0,23	0,10	0,01	-0,230
0,143	0,0205	-0,278	0,05	0,0025	-0,150	0,1	0,01	-0,23	0,025	0,0006	-0,092
0,143	0,0205	-0,278	0,05	0,0025	-0,150	0,1	0,01	-0,23	0,025	0,0006	-0,092
0,143	0,0205	-0,278	0,05	0,0025	-0,150	0,1	0,01	-0,23	0,025	0,0006	-0,092
						0,1	0,01	-0,23	0,025	0,0006	-0,092
						0,1	0,01	-0,23	0,025	0,0006	-0,092
						0,1	0,01	-0,23	0,025	0,0006	-0,092
S	= 7		S = 7			S = 10			S = 10		
$D = \frac{1}{\sum P_i^2}$	= 6,97		D = 4,17			D = 10,00			D = 4,24		
$E = \frac{D}{S}$	= 1,00		E = 0,60			E = 1,00			E = 0,42		
$H = -\sum P_i \ln P_i$	= 1,95		H = 1,65			H = 2,30			H = 1,76		
$J = \frac{H}{\ln S}$	= 1,00		J = 0,85			J = 1,00			J = 0,76		

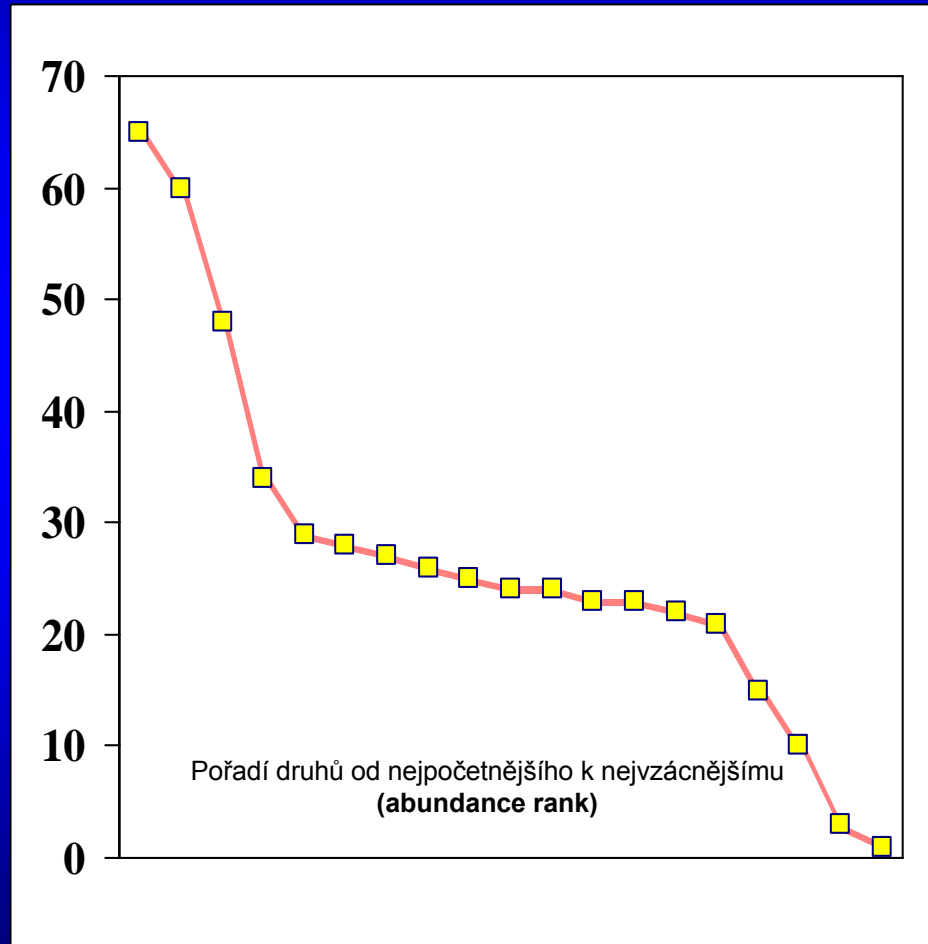
Rank-abundance

- rozložení početností jednotlivých druhů v rámci společenstva

Nejvyšší diverzita je při vyrovnaném počtu jedinců všech druhů –

Broken-stick effect:

Pár druhů dominuje, většina je zastoupena středně, pár druhů vzácných.



Charakteristiky společenstev – indexy diverzity apod.

Diverzita dále hierarchicky rozpracována (Whittaker, 1972) na

LOKÁLNÍ – α diverzitu – na malé ploše na víceméně uniformním stanovišti

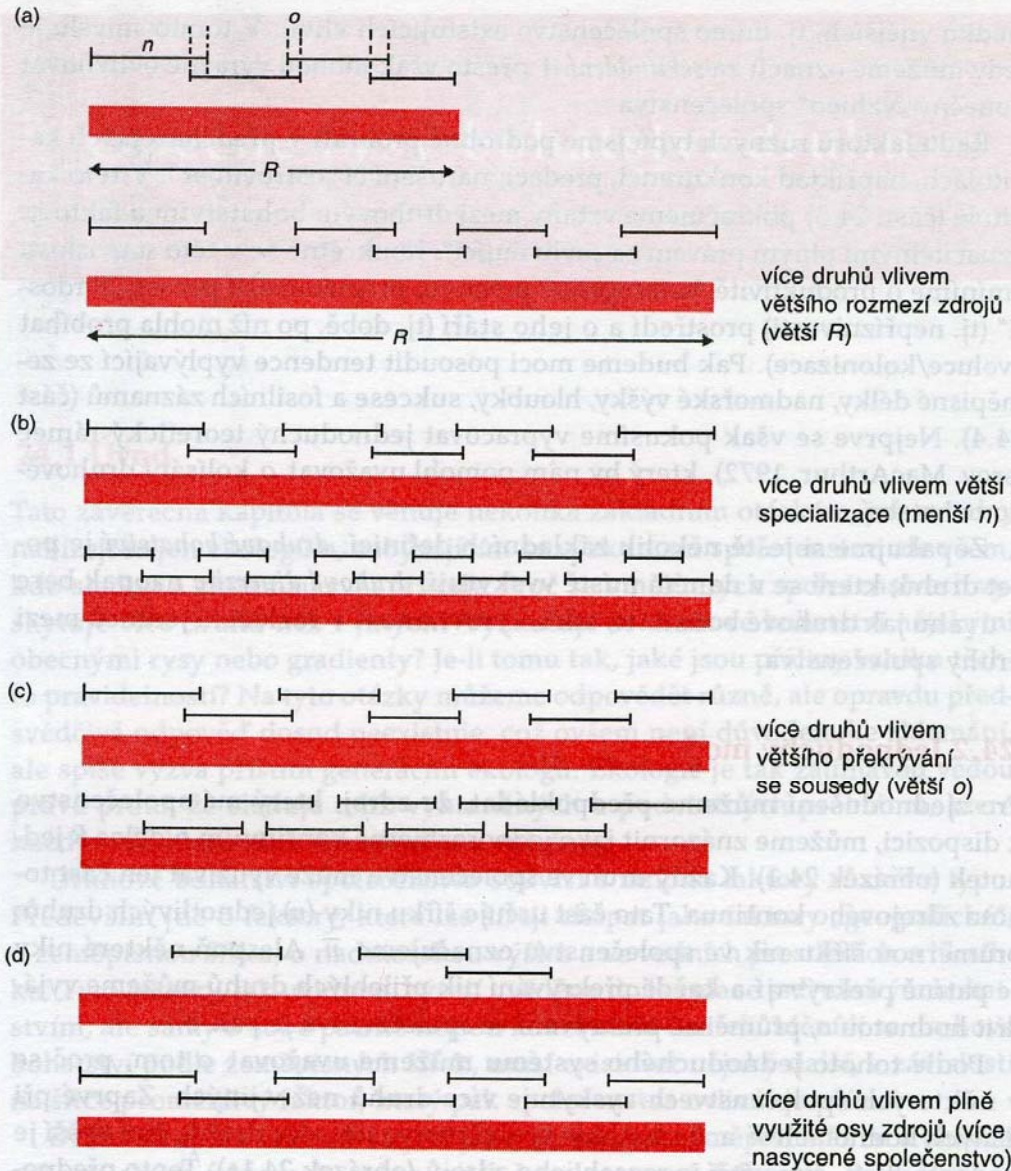
a

REGIONÁLNÍ – γ diverzitu – počítáno ze všech stanovišť v regionu

Čili by platilo, že pokud jsou všechny druhy přítomny ve všech habitatech regionu, tak α -diverzita = γ diverzita. Pokud má naopak každé stanoviště unikátní (jinde se neopakující) soubor druhů, tak regionální (γ) diverzita je rovna násobku průměrné α diverzity krát počet habitatů. A tento násobek je označován jako **β diverzita**. Je to snad např. k tomu, aby se výpočtem stanovil počet unikátních stanovišť, tedy

β diverzita = γ diverzita / α diverzita

Obecné rysy druhové rozmanitosti



Druhová rozmanitost a gradienty prostředí

- zeměpisná šířka

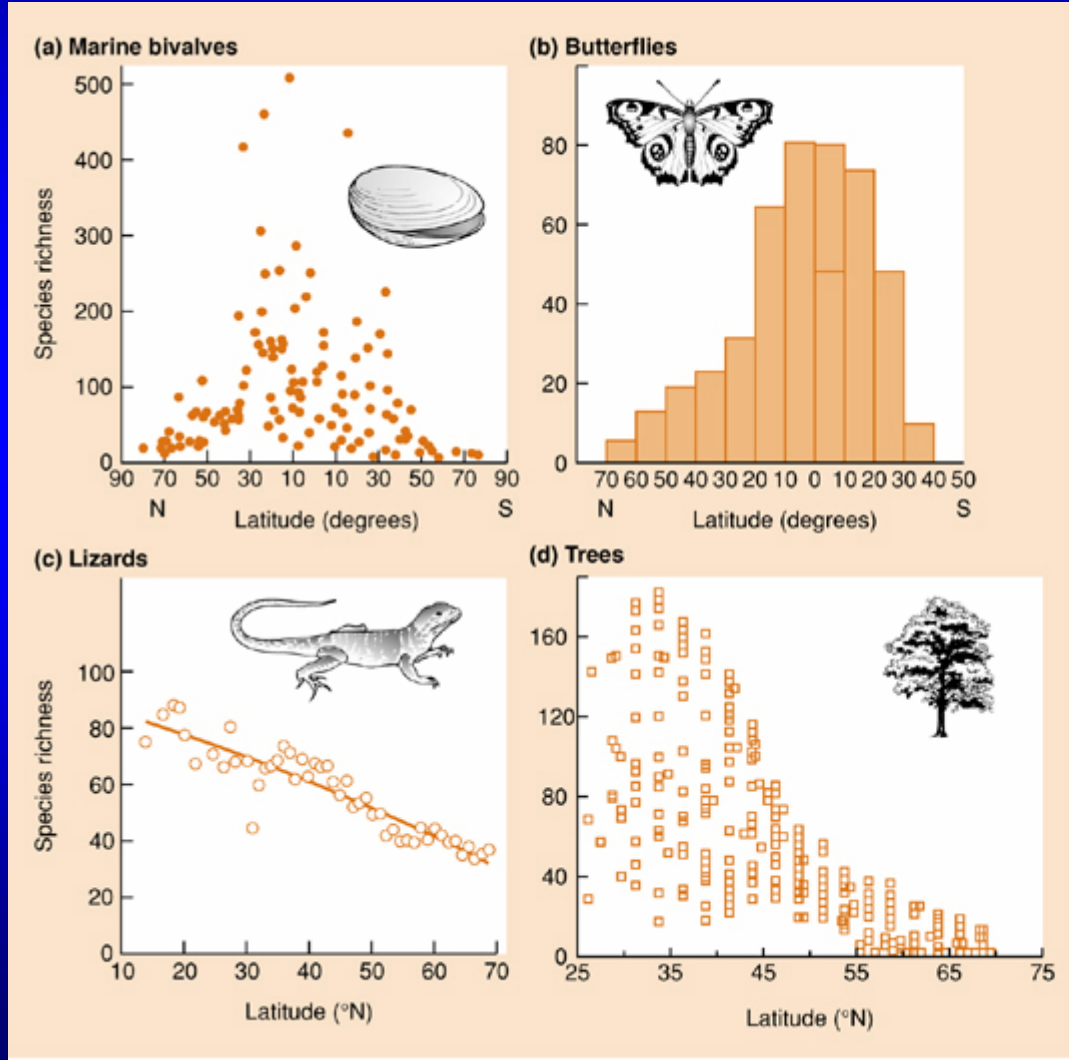


Figure 21.21 Latitudinal patterns in species richness in: (a) marine bivalves (after Flessa & Jablonski, 1995); (b) swallowtail butterflies (after Sutton & Collins, 1991); (c) quadruped mammals in North America (after Rosenzweig & Sandlin 1997); and (d) trees in North America (after Currie & Paquin, 1987.)

Druhová rozmanitost a gradienty prostředí

• nadmořská výška

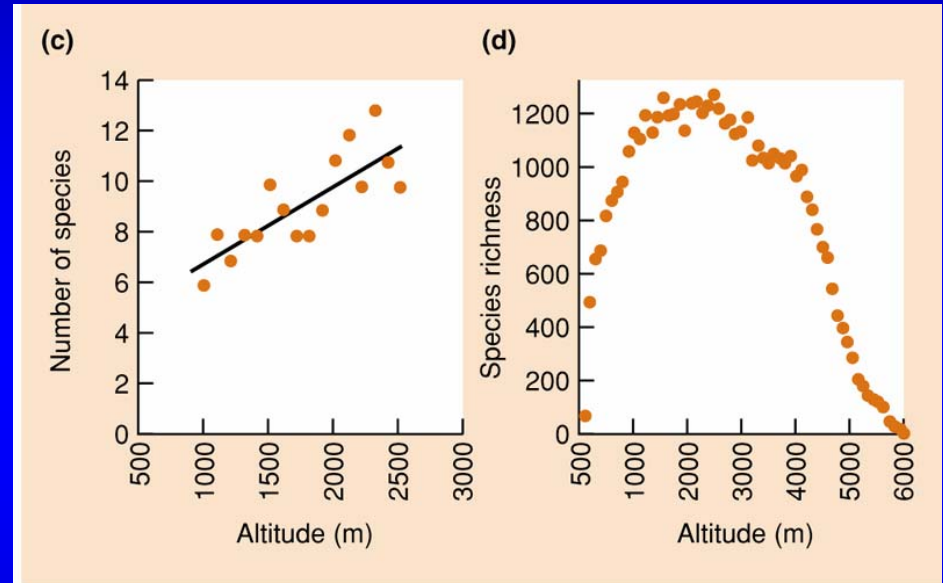
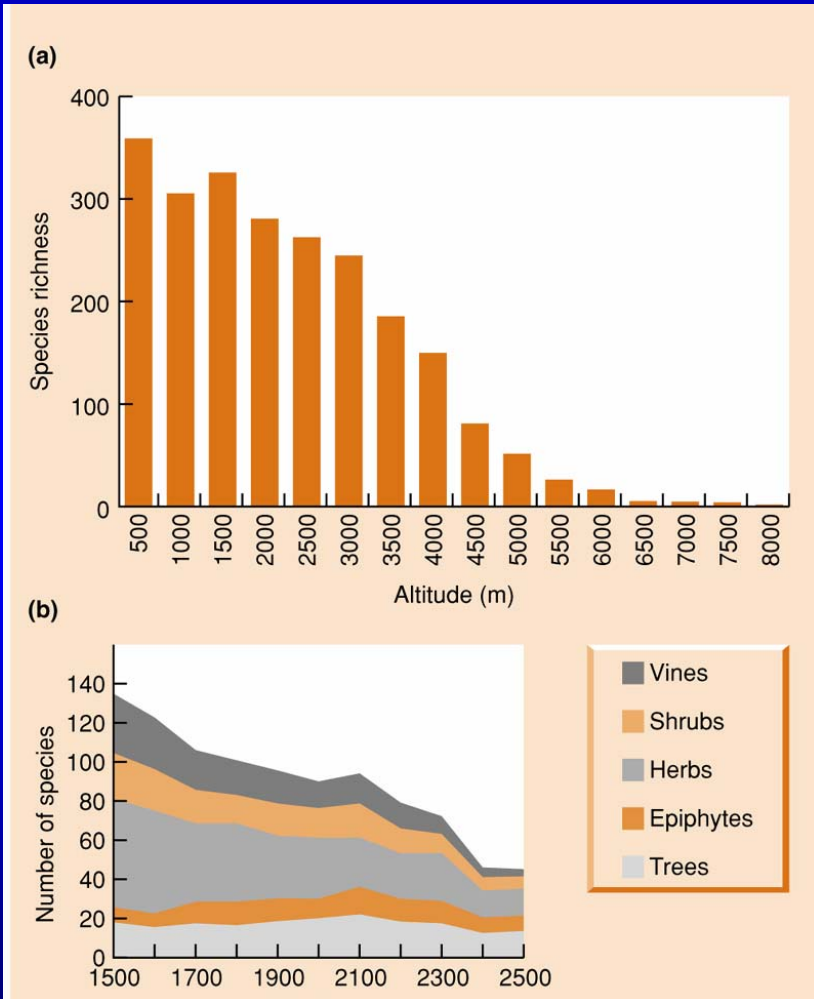


Figure 21.22 Relationships between species richness and altitude for: (a) breeding birds in the Nepalese Himalayas (after Hunter & Yonzon, 1992); (b) plants in the Sierra Manantlán, Mexico (after Vázquez & Givnish, 1998); (c) ants in Lee Canyon in the Spring Mountains of Nevada, USA (after Sanders *et al.*, 2003); and (d) flowering plants in the Nepalese Himalayas (after Grytnes & Vetaas, 2002).

Druhová rozmanitost a gradienty prostředí

- hloubka

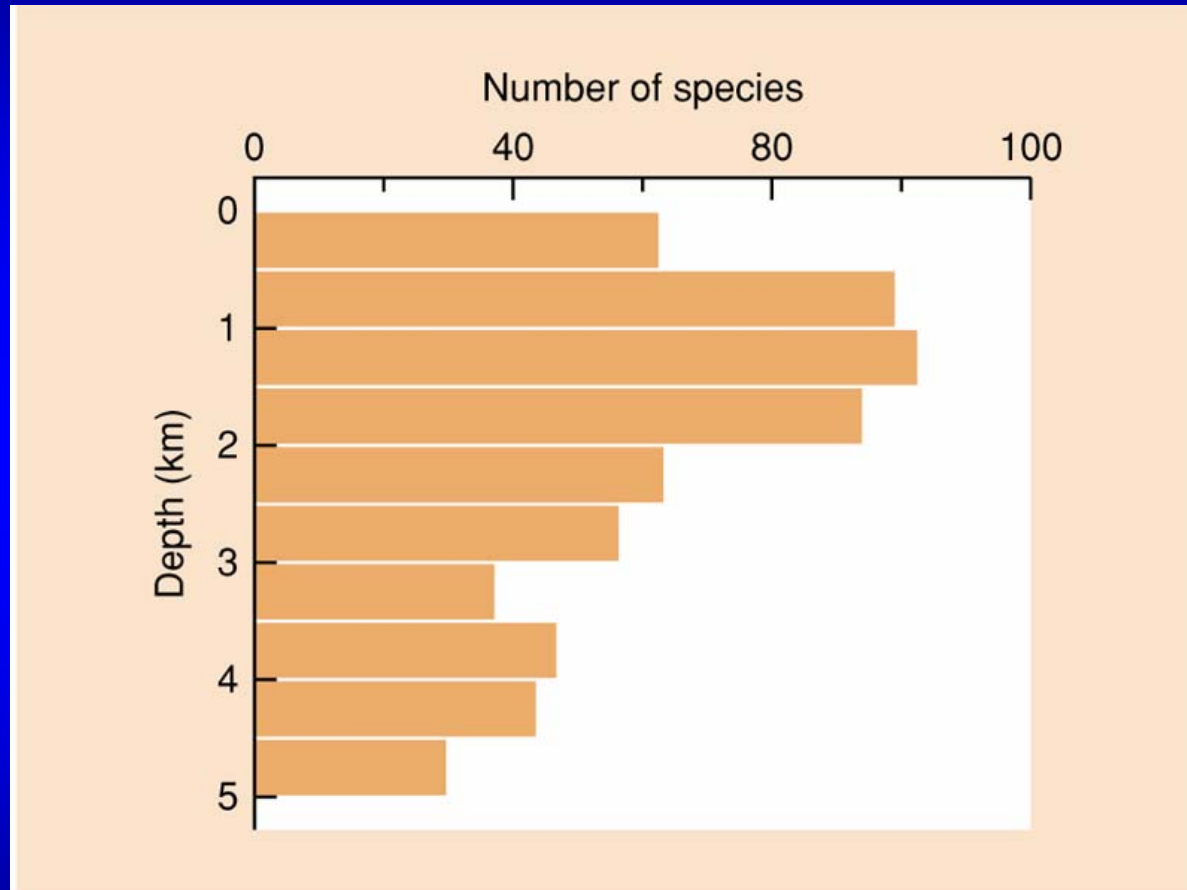


Figure 21.24 Depth gradient in species richness of the megabenthos (fish, decapods, holothurians and asteroids) in the ocean southwest of Ireland. (After Angel, 1994.)

Faktory ovlivňující strukturu společenstva

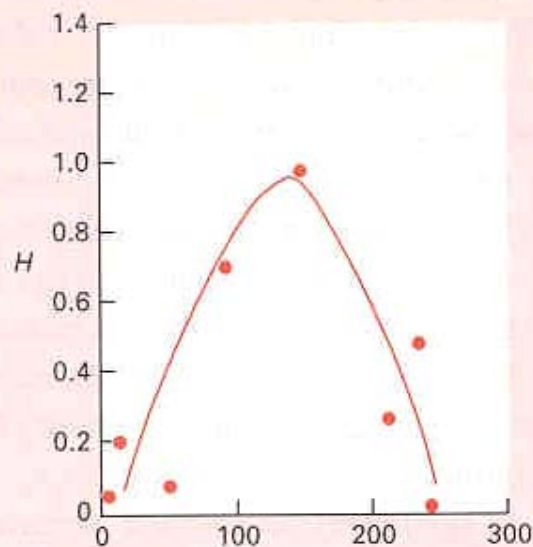
PREDACE a DISTURBANCE

Disturbance – hovoříme-li o „vnějších vlivech“, „náhodných změnách“, ale též o antropogenním působení (zemědělství, lesní hospodářství, hnojení, znečišťování, rekreace, lov) – drží populace **mimo intenzivní vliv kompetice, pod nosnou kapacitou**. I v případě aktuální kompetice dochází během času k neustálým změnám stanoviště, což může bránit ustavení nějaké stabilní rovnováhy.

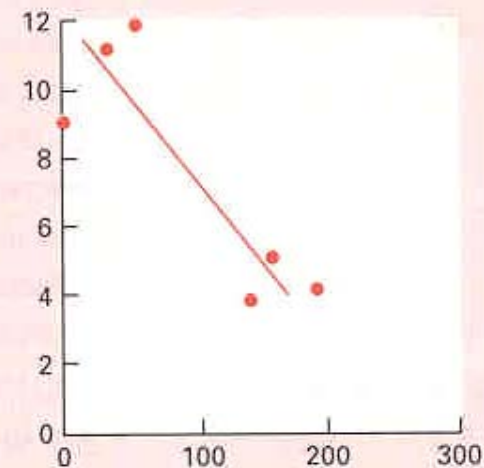
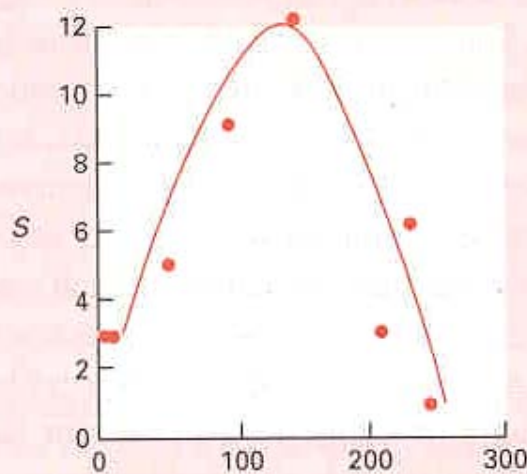
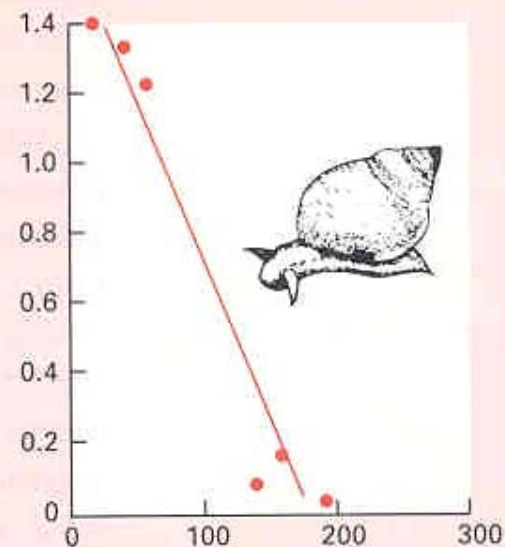
DISTURBANCE je možno definovat jako změnu procesu nebo narušení ustáleného stavu. Z hlediska struktury společenstva je narušovaným procesem mezidruhová kompetice, a ustáleným stavem je taková struktura společenstva, které by dosáhlo při neměnnosti podmínek. Disturbance je tedy potom jakákoliv událost v čase, která odstraňuje organismy, nebo jinak mění společenstvo z hlediska dostupnosti prostoru, zdrojů nebo fyzikálních podmínek. Disturbance má za následek obvykle uvolnění prostoru nebo uvolnění zdrojů, které jsou pak k dispozici jiným organismům.

PREDACE z hlediska svého působení na společenstvo výše uvedené podmínky velmi dobře splňuje.

(a) Tide pools



(b) Emergent substrata



Littorina littorea density (m^{-2})

Figure 21.2 Effect of *Littorina littorea* density on species richness (S) and species diversity (Shannon index H calculated on the basis of percentage cover, see p. 683): (a) in tide pools and (b) on emergent substrata. (After Lubchenco, 1978.)

scale of 0–5) in 1 m^2 plots on five sand-dunes (a–e) and all dunes combined (f). (Alter Zeevalking & Fresco, 1977.)

PREDACE – efekt změny potravy a hustotně závislá selekce

Predátor málokdy působí tak, že by nejdříve vyhubil jeden druh, a pak teprve se vrhnul na další. Obvykle žere víc druhů naráz, anebo s úbytkem jednoho typu kořisti se „skokem“ začne zajímat o další. Takové chování by teoreticky vedlo ke koexistenci velkého počtu relativně vzácných druhů. V praxi je to pozorováno jen vzácně (ale je!). Naopak – je hodně vyhraněných specialistů, nebo jsou případy, kdy s introdukcí predátora do „nového“ prostředí dramaticky klesl počet druhů (*Boiga irregularis* na ostrovy v Ocenánii)

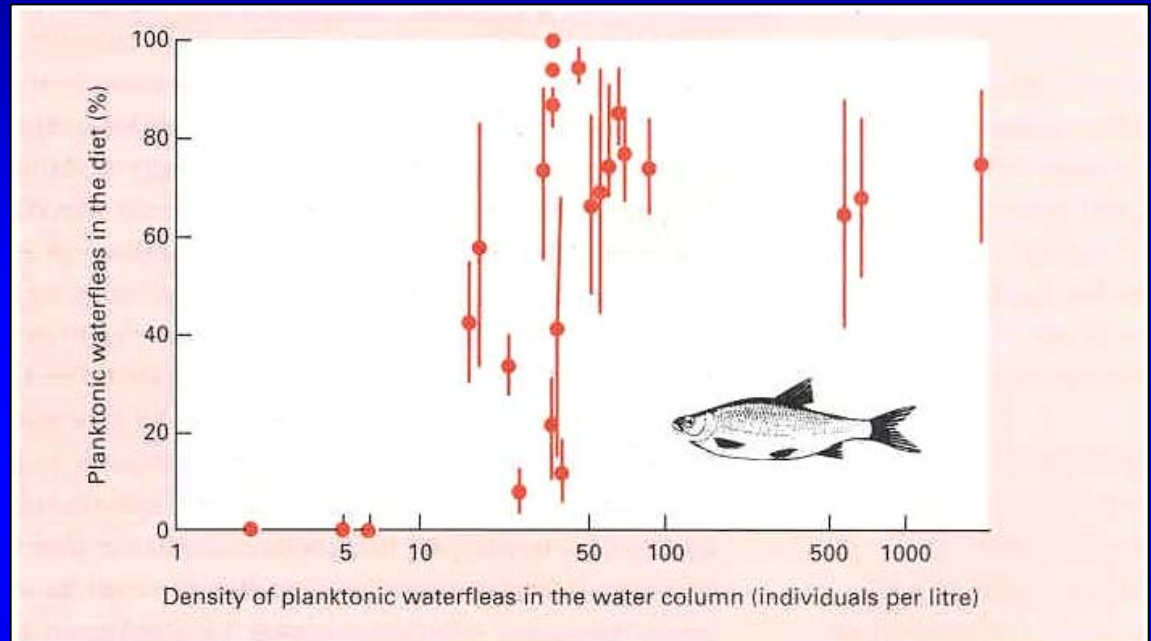


Figure 21.3 Young-of-the-year roach, *Rutilus rutilus*, living in a small English lake prefer planktonic waterfleas as prey, and these comprise the majority of their diet on most occasions (shown as mean percentage \pm standard error). However, when these become relatively scarce in the environment the roach switch to sediment-dwelling waterfleas. (After Townsend *et al.*, 1986.)

VARIACE PODMÍNEK V ČASE

Simulace Lotka-Volterra, periodické snižování o 50%.

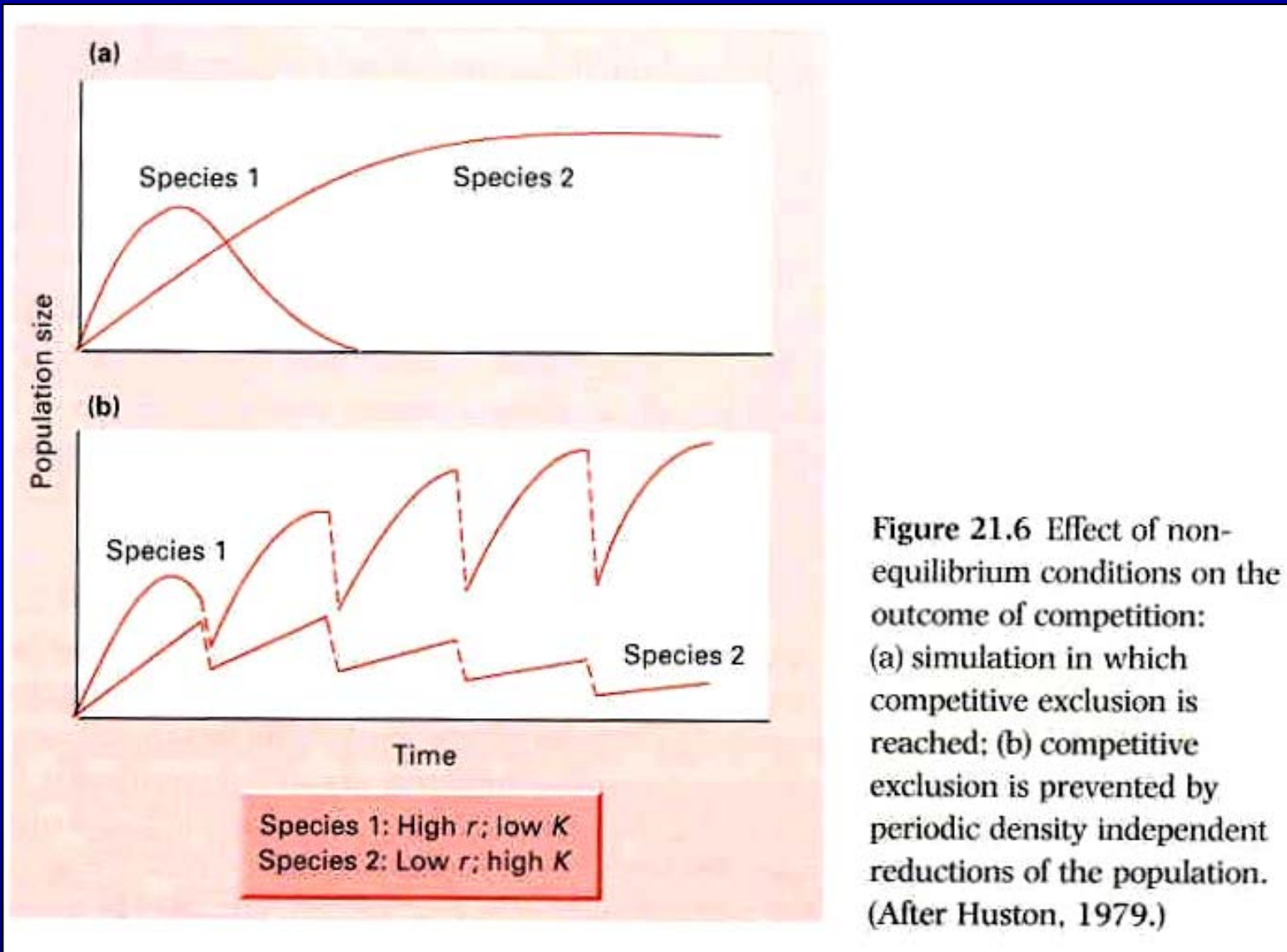


Figure 21.6 Effect of non-equilibrium conditions on the outcome of competition: (a) simulation in which competitive exclusion is reached; (b) competitive exclusion is prevented by periodic density independent reductions of the population. (After Huston, 1979.)

VARIACE PODMÍNEK V ČASE

Simulace se 6 druhy –disturbance různě často (Huston 1979), průměrná frekvence nejvyšší diversity.

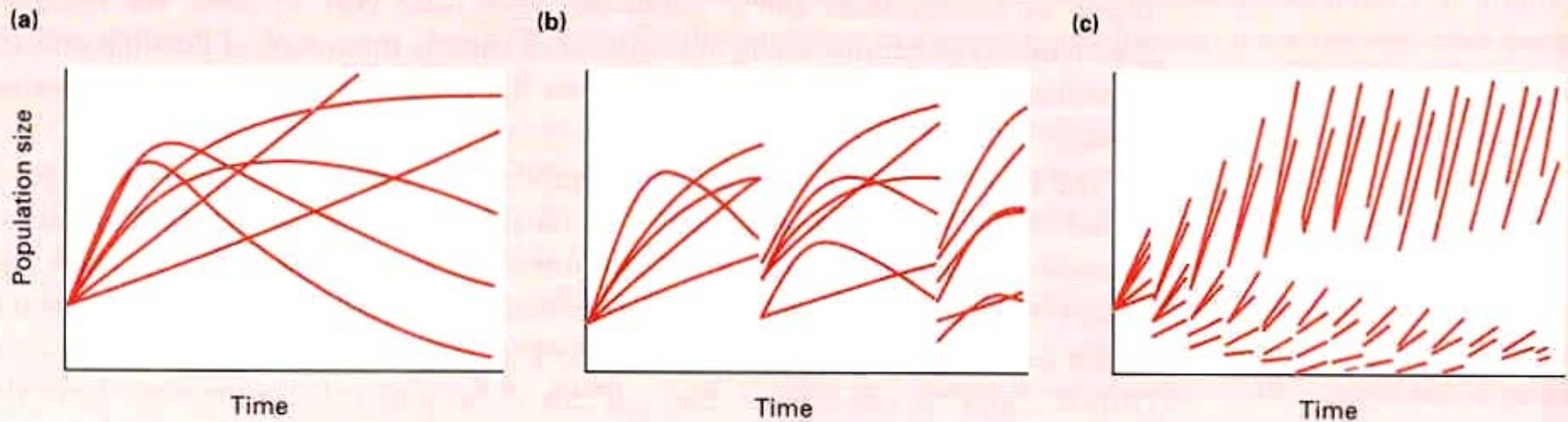


Figure 21.7 Effect of frequency of population reduction on the maintenance of diversity in a hypothetical community. (a) No population reductions; diversity is reduced as the system approaches competitive equilibrium. (b) Periodic reductions; high diversity is maintained for longer than in (a). (c) High frequency of reductions; diversity is reduced as populations with low r are unable to recover between reductions. (After Huston, 1979.)

DISTURBANCE A „PATCH-DYNAMIC“ koncept

Vznik „**mezer**“ (**gaps, patches**) je ve společenstvech velmi častým jevem, a je podstatný hlavně pro přisedlé, nemobilní organismy.

Existuje řada modelů dívajících se na společenstvo jako na mozaiku stejných „patches“, které jsou náhodně osidlovány. Interakce mezi druhy (popisujeme pomocí Lotka-Volterra) vedou k lokálním kompetitivním vyloučením, ale protože možnost emigrace a imigrace mezi patches, v celku možná koexistence bez kompetitivního vyloučení. = OTEVŘENÝ SYSTÉM.

Při tomto pohledu můžeme společenstva rozlišovat na **regulovaná dominantí** a **regulovaná zakladatelem**.

Společenstva regulovaná DOMINANCÍ

Společenstva **regulovaná dominancí** – druh kolonizující uvolněné místo na něm nemusí nutně vydržet, může být díky kompetici vytlačen a na tomto konkrétním místě „vyhynout“, ale na lokalitě jako celku díky migraci a rekolonizaci vydržet („pravděpodobnostní refugium“). V těchto společenstvech disturbance (jež otevírají nové „mezery“) vedou k víceméně předpověditelné sekvenci druhů (= **minisukcese**). Disturbance tedy vlastně vrací stanoviště do dřívějších sukcesních stadií .

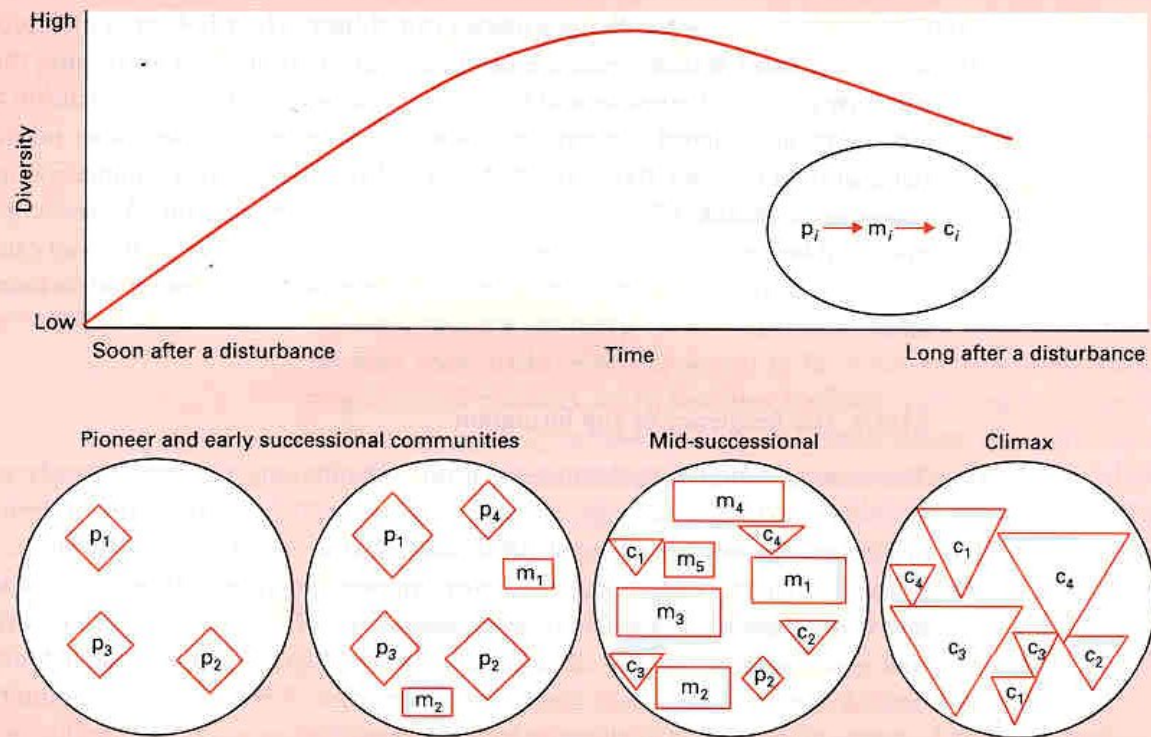


Figure 21.9 Hypothetical mini-succession in a gap. The occupancy of gaps is reasonably predictable. Diversity begins at a low level as a few pioneer (p_i) species arrive; reaches a maximum in mid-succession when a mixture of pioneer, mid-successional (m_i) and climax (c_i) species occur together; and drops again as competitive exclusion by climax species takes place.

Společenstva regulovaná ZAKLADATELEM

U předchozího typu (kontrolovaná dominancí) šlo o běžnou r - a K - dichotomii. Na zakladatelem regulovaných společenstvech se předpokládají druhy, které jsou nejen dobrými kolonizátory, ale také dobrými kompetitory. Proto, pokud se objeví „mezera“, nedá se očekávat sukcese. Pak záleží na pravděpodobnostech a náhodě – **kompetitivní loterie** – v případě, že se mezery objevují neustále a náhodně, udržuje se vysoká diverzita. K tomu je další podmínkou stejnocenný přístup potomků na uvolněné místo (čili mělo by být jedno, kolik kdo jich má – pokud by to jedno nebylo, tak vyhraje ten s nejvíc.)

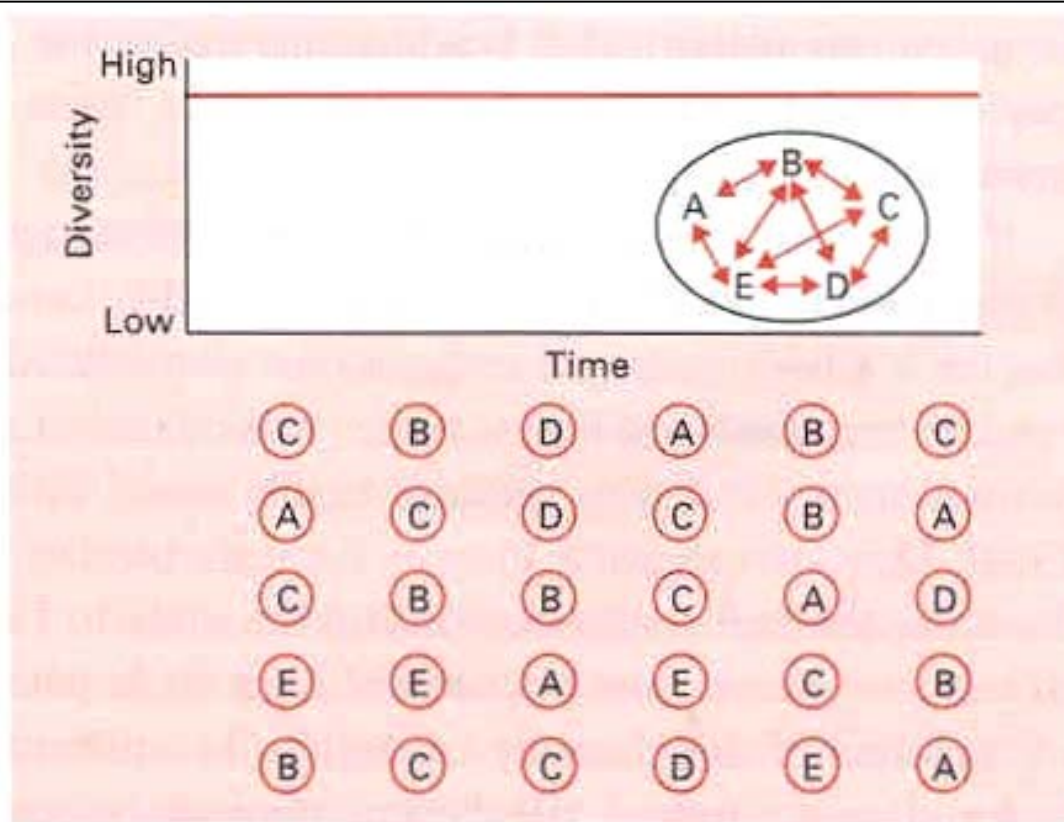


Figure 21.14 Hypothetical competitive lottery. Occupancy of gaps which periodically become available. Each of species A–E is equally likely to fill a gap, regardless of the identity of its previous occupant (this is illustrated in the inset). Species richness remains high and relatively constant. (Compare with Figure 21.12.)

TOP-DOWN nebo BOTTOM-UP?

Vliv počtu trofických hladin

Jedna trofická hladina (pouze producenti):

Z definice chybí predátor, a proto determinovaná dostupností zdrojů - kompeticí.

Dvě trofické hladiny:

Na ostrovech – obří želvy a rostliny – v ohradách bez želv mnohem větší diversity a biomasa. A jiné příklady.

Tři trofické hladiny:

fytoplankton – zooplankton – planktonožravé ryby. Normálně zooplankton „drží na uzdě“ fytoplankton, ale když ryby žerou zooplankton, tak fytoplankton omezen zdroji. Podobný příklad s artemií a dravým hmyzem.

Čtyři trofické hladiny

fytoplankton – zooplankton – planktonožravé ryby – dravé ryby

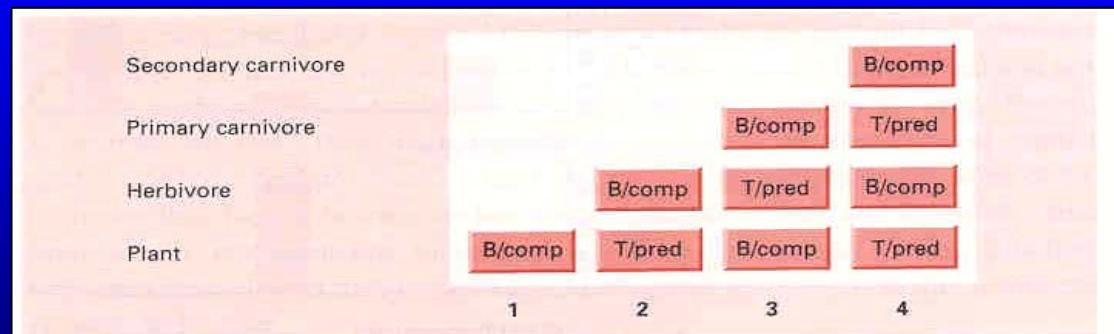


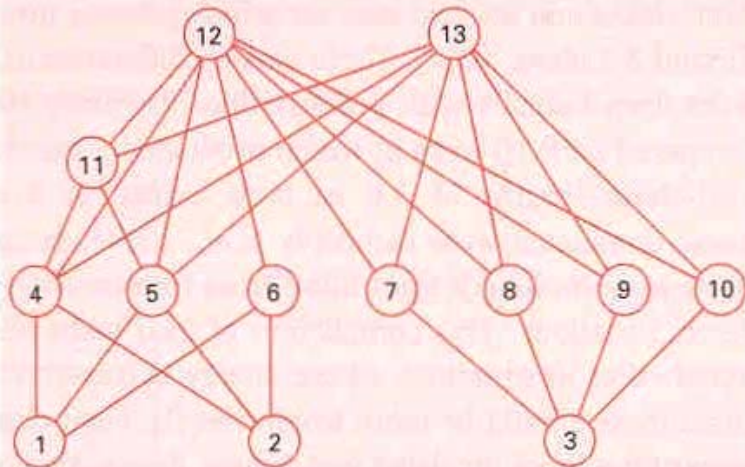
Figure 22.2 Diagrammatic representation of communities with one, two, three or four trophic levels, illustrating for each trophic level whether control is predicted to be bottom-up (B) or top-down (T), and whether population dynamics are determined primarily by competition (comp) or predation (pred).

EMPIRICKÉ VLASTNOSTI POTRAVNÍCH SÍTÍ

POČET TROFICKÝCH ÚROVNÍ

je důležitým parametrem trofických sítí. V ukázaném příkladě se pohybuje mezi 3 a 4 (průměr = 3.32)

Klasickou otázkou je „kolik je možných trofických hladin?“
V přírodě typicky mezi 2 a 5.



Maximal food chains

1	4	11	12	2	4	11	12	3	7	12
1	4	11	13	2	4	11	13	3	7	13
1	4	12		2	4	12		3	8	12
1	4	13		2	4	13		3	8	13
1	5	11	12	2	5	11	12	3	9	12
1	5	11	13	2	5	11	13	3	9	13
1	5	12		2	5	12		3	10	13
1	5	13		2	5	13				
1	6	12		2	6	12				

Figure 22.10 Community matrix for an exposed intertidal rocky shore in Washington State, USA. The pathways of all possible maximal food chains are listed. 1, detritus; 2, plankton; 3, benthic algae; 4, acorn barnacles; 5, *Mytilus edulis*; 6, *Pollicipes*; 7, chitons; 8, limpets; 9, *Tegula*; 10, *Littorina*; 11, *Thais*; 12, *Pisaster*; 13, *Leptasterias*. (After Briand, 1983.)

VLASTNOSTI POTRAVNÍCH SÍTÍ - POČET TROFICKÝCH HLADIN

1. Málo jich je proto, že je nízká účinnost přenosu energie na vyšší hladinu.

Jen malá část radiační energie se váže fotosyntézou a je pak dostupná pro herbivory či detritovory. Navíc množství reálně konzumované je mnohem menší (hodně energie padne na metabolismus producentů). Mezi heterotrofy je účinnost nízká, od max. 30% k pouhému 1% v rámci jedné vazby. Je tedy možné, že na další potenciální trofickou hladinu se prostě energie už nedostává.

ALE lze to empiricky testovat, protože v takovém případě by měly mít produktivní společenstva víc článků než neproduktivní (např. oligotrofní x eutrofní jezera či moře, pouště x tropy). Tak tomu ovšem není (snad až na výjimky).

2. Málo jich je proto, že dlouhé řetězce jsou méně pružné vůči disturbanci

Modelování (pomocí Lotka-Voltera) ukazuje, že dlouhé řetězce jsou méně stabilní a daleko více fluktuují, až k vyhynutí vrcholných predátorů. Proto čím více článků, tím je potřeba stabilnější podmínky, a takové nejsou v realitě běžně k mání. K tomu obrázek (click).

3. Málo jich je proto, že design a chování predátora je omezeno vlastnostmi reálného světa.

Lze předpokládat, že predátor by měl být větší než kořist (aby ji zdolal, ale neplatí universálně, viz fytofágní hmyz). Proto by se s každou úrovní měl příslušně zvětšovat, a lze čekat, že narazí na fyzické a fyzikální meze. Podobně lze uvažovat o denzitách predátorů.

STABILITA SPOLEČENSTVA a potravní řetězce

Stabilita má různé komponenty

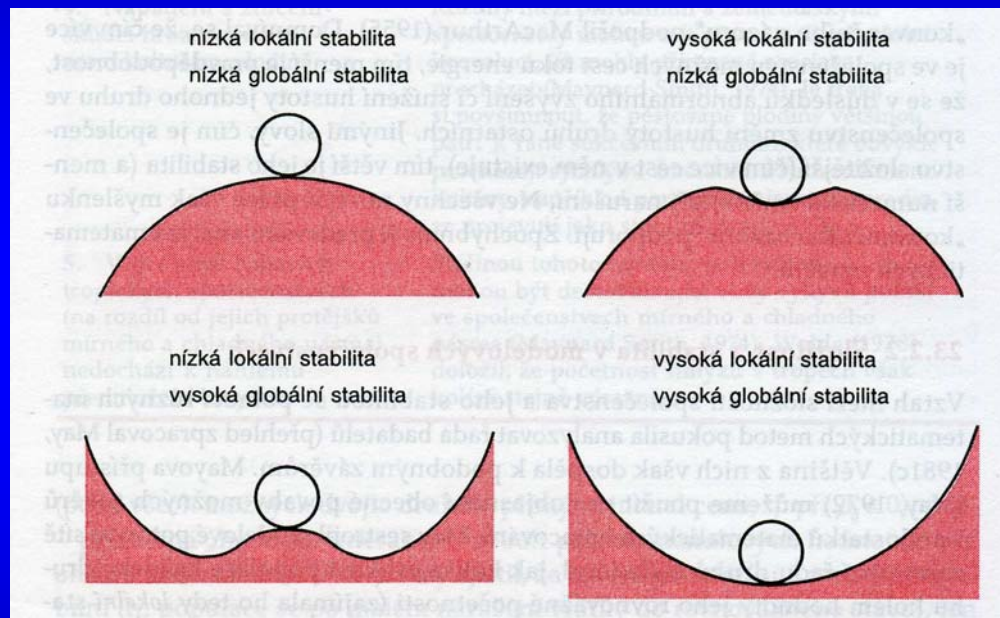
Pružnost (resilience) – rychlost návratu se do původního stavu.

Odolnost (resistance) – schopnost vyhnout se (odolat) narušení.

Lokální x globální stabilita – reakce na malé x velké narušení.

Křehkost x pevnost

společenstvo, které je stabilní pouze v rámci úzkého rozmezí nějakých podmínek (ať už faktorů prostředí, zdrojů, nebo přítomnosti určitých organismů), je tzv. **dynamicky křehké**. Naopak společenstvo fungující v širokém rozmezí podmínek je **dynamicky robustní** – pevné.



VLASTNOSTI POTRAVNÍCH SÍTÍ

Pružnost společenstva může záviset na rychlosti toku energie a pohybu živin. Modelově O'Neil 1976. Čím je tok vyšší, tím rychleji se následky disturbance ze systému „vypláchnou“.

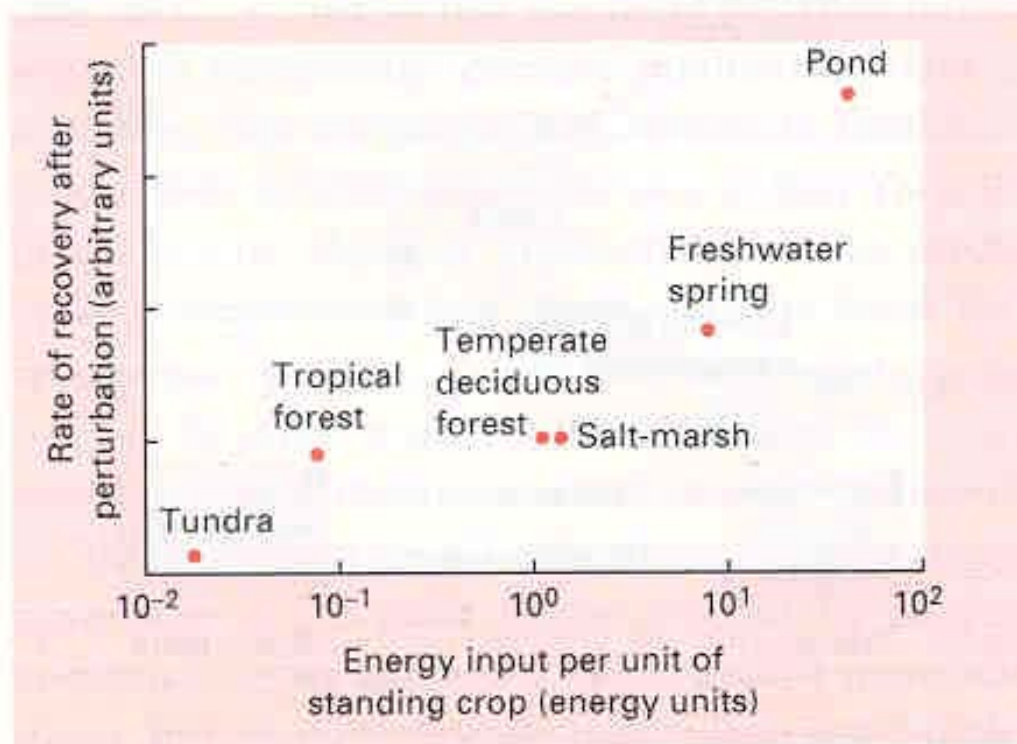


Figure 22.17 The rate of recovery (index of resilience) after perturbation (as a function of energy input per unit standing crop) for models of six contrasting communities. The pond community was most resilient to perturbation, tundra least so. (After O'Neill, 1976.)