

Ekologie

Společenstvo, Ekosystém

(přednáška č. 7, zoočást)

Druhové bohatství biocenóz:

Vztah druhové početnosti biocenóz a charakteru prostředí (vnějších faktorů):

Biocenóza bude druhově bohatší, čím budou podmínky prostředí:

- rozmanitější
- stálější
- předvídatelnější

Čím je prostředí jednodušší, tím je biocenóza druhově chudší (nemusí to však znamenat nižší počet jedinců)

V souladu s principy „teorie ostrovů“ roste počet druhů s velikostí území a klesá s mírou jeho izolace nebo odlehlosti.

Druhová bohatost biocenózy je také ovlivněna historickým vývojem biocenózy a jejím stářím (vymírání druhů, speciace) a možnostmi imigrace z okolí (utváření flóry a fauny v širší oblasti).

Druhově nejbohatší biocenózy → b. deštných pralesů:

- 1) jsou často značně rozsáhlé (územně)
- 2) existují desítky mil. let bez výrazných výkyvů prostředí

Vztah druhové početnosti biocenóz a vnitřních faktorů (působících uvnitř biocenóz):

1) **Mezidruhová konkurence:**

Počet druhů v biocenóze zcela jistě souvisí i s mezidruhovou konkurencí.

Buď je do jisté míry jejím výsledkem → u vyvážených, stabilních biocenóz již ke konkurenčnímu vylučování druhů nedochází (již k němu došlo v minulosti) – viz historie biocenózy. K tomu dochází pouze v nevyvážených (nestabilních) biocenózách. Zde je vliv mezidruhové konkurence větší než vliv vnitrodruhové konkurence. Koexistence konkurentů je možná v heterogenním (mozaikovitém) a v čase proměnlivém prostředí (trvalá drobná narušování a nastolování větší heterogenity).

2) **Shlukování jedinců konkurujících si druhů a rozrůznění nik:**

Oboje vede ke snížení dopadů mezidruhové konkurence a tím ke zvýšení (resp. zachování) druhové bohatosti.

3) **Vliv predátorů a herbivorů:**

- Při konzumaci konkurenčně silných druhů (živočichů, rostlin) jejich predátory dochází k omezení konkurence a k vytvoření životního prostoru pro méně konkurenčně schopné organismy (uplatňuje se více ve stabilních biocenózách). Druhové bohatství se zvyšuje.

- Může nastat ale i opačná situace, když se predátor (herbivor) selektivně zaměřuje na nějaký konkurenčně slabý druh – může to vést k jeho vymizení ze společenstva

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Abundance: počet jedinců všech druhů (populací) vztažený na jednotku plochy či objemu (pozor na disperzi jedinců jednotlivých druhů v prostoru – podle toho volit postup: stanovit počet vzorků, velikost odběrné plochy)

Biomasa: představuje hmotnost celé biomasy v určitém okamžiku na určitém místě, vyjadřuje se:

- v jednotkách hmotnosti živých jedinců
- v sušině
- obsahem bílkovin
- obsahem některého biogenního prvku (zejména C, N, P), popř. jejich poměrem (viz stechiometrie)
- množstvím vázané energie (stanovení tuků, cukrů, bílkovin; spalné teplo – kalorimetry)

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Velikost biomasy různých biocenóz:

Lesní biocenózy ve střední Evropě: až 600 t/ha

Biomasa ptáků: 1 – 2 kg/ha

Biomasa drobných savců: asi 5 kg/ha

Biomasa ryb v našich rybnících: 400 kg/ha

Biomasa edafonu: několik set kg/ha

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Frekvence, konstance, fidelita

Frekvence: vyjadřuje četnost výskytu určitého druhu v sérii vzorků (např. fytocenologických snímků) odebraných současně z určité (jedné) biocenózy.

$$F = \frac{n_i}{n} \cdot 100 (\%),$$

n_i – počet vzorků, které obsahují daný druh

n – celkový počet vzorků

Čím více druhů s vyšší frekvencí se v biocenóze vyskytuje, tím je homogennější

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Frekvence, konstance, fidelita

Konstance: Vyjadřuje stálost druhu (druhů) ve sledované biocenóze a slouží tak i k posouzení změn v ní probíhajících. Rozdíl oproti frekvenci je v tom, že v tomto případě se nepracuje se vzorky odebrány současně (v jednom termínu), ale se vzorky odebranými vždy po určitém čase.

$$K = \frac{n_i}{n} \cdot 100 (\%)$$

n_i – počet vzorků, které obsahují daný druh

n – celkový počet vzorků

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Frekvence, konstance, fidelita

Podle zjištěných hodnot KONSTANCE (%) se studované druhy dělí do 4 (nebo 5 tříd):

druh	konstance
eukonstantní (velmi stálý)	75 až 100 %
konstantní (stálý)	50 až 75 %
akcesorické (přídatný)	25 až 50 %
akcidentální (nahodilý)	0 až 25 %

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Frekvence, konstance, fidelita

Fidelita (věrnost): představuje stupeň vazby druhu k určitému typu biocenózy. Spektrum obývaných biocenóz je dáno ekologickým rozpětím (valencí) druhu. Podle fidelity a příslušnosti k určitému společenstvu se rozlišují:

- eucenní druhy: stenoekní druhy s těsnou vazbou k určitému společenstvu (cenobiontní druhy žijí výhradně v daném společenstvu, cenofilní je preferují); eucenní druhy jsou v biocenózách zastoupeny obvykle do 10 – 15 % - jsou rozhodující pro indikaci a klasifikaci biocenózy
- tychocenní druhy: jsou euryekní a jsou součástí více různých společenstev, většinou zde tvoří významné podíly
- acenní druhy (ubikvisté): nenáročné druhy, hojně rozšířené bez zjevného vztahu k některému společenstvu
- xenocenní druhy: jsou to druhy, které se ocitli v dané biocenóze náhodou a svými ekologickými vztahy sem nepatří

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Dominance: vyjadřuje zastoupení jednotlivých populací v celkovém počtu jedinců biocenózy (taxocenózy)

druh	dominance
eudominantní	>10 %
dominantní	5–10 %
subdominantní	2–5 %
recedentní	1–2 %
subrecedentní	<1 %

V málo narušených biocenózách jsou víceméně rovnoměrně zastoupeny druhy dominantní subdominantní a recedentní.

Silně narušené biocenózy se vyznačují několika druhy s vysokou dominancí (= eudominantní druhy), malým zastoupením druhů dominantních až recedentních a naprostou převahou druhů subrecedentních.

Pojem skupinová dominance (vztahuje se k určitým taxonomickým skupinám, synuziím)

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Příklad poměrně málo narušených travinných společenstev na Českomoravské vrchovině (Kameničky): V rámci čeledi můrovitých (*Noctuidae*) bylo zaznamenáno 152 druhů (celkový počet odchycených jedinců během monitoringu v letech 1988 – 1989: 14300). Zaznamenané druhy byly na základě relativní početnosti jejich jedinců roztríděny do konkrétních tříd dominance:

druh	počet
eudominantní	—
dominantní	6
subdominantní	7
recedentní	9
subrecedentní	130

Zdroj: Laštůvka a Dvořák, 1992; Laštůvka, 1992)

Dominance jednotlivých druhů rodu *Meligethes* v českých populacích blýskáčků na řepkových polích

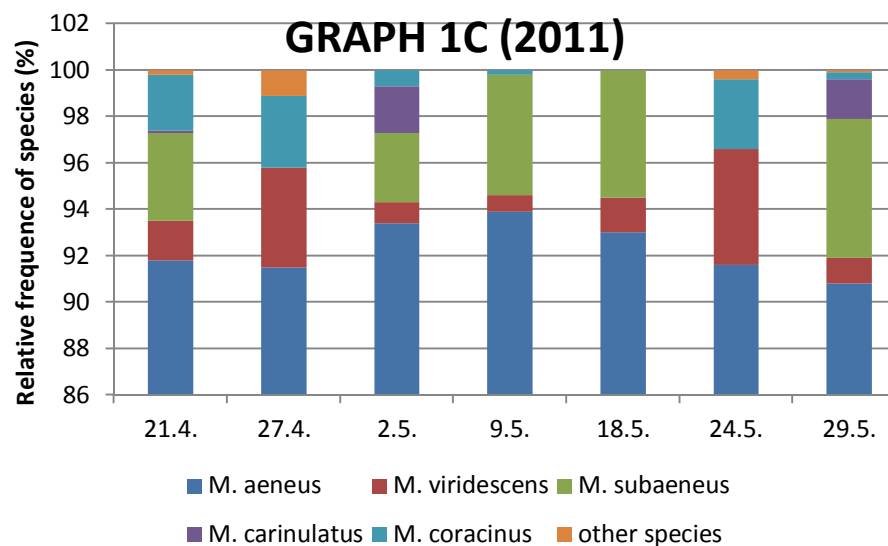
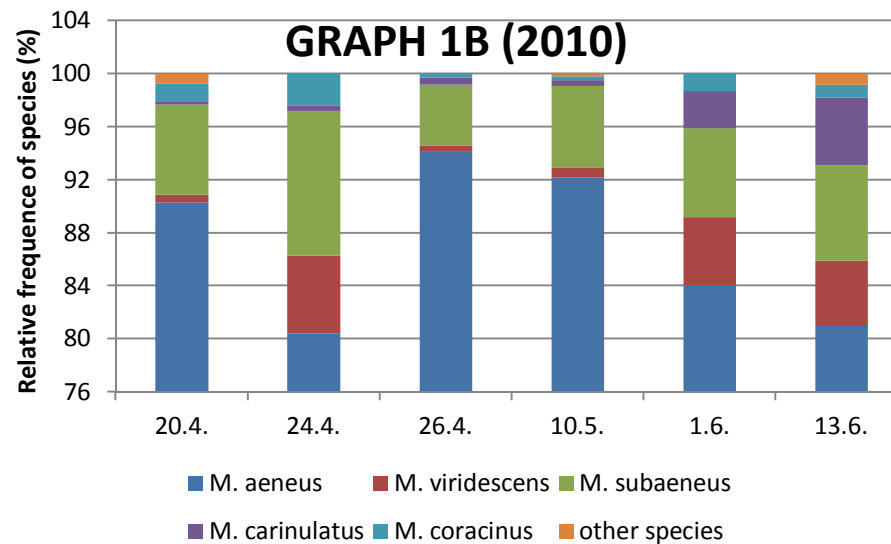
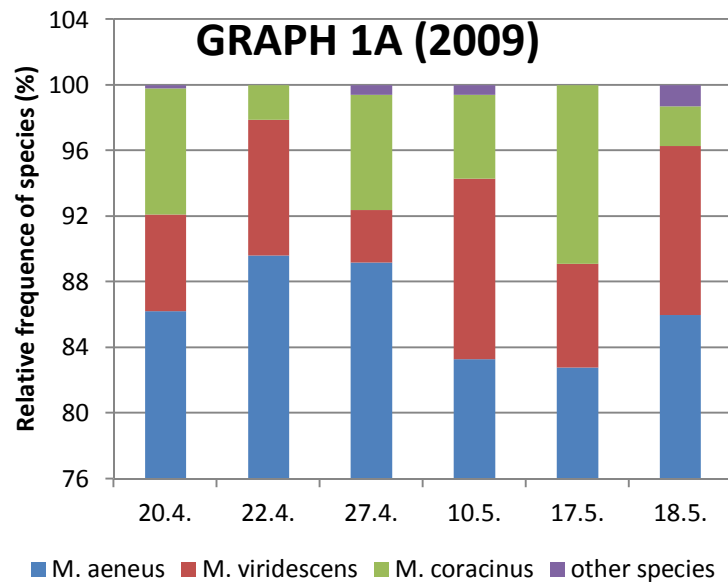


Table 1 - Dominance Indices stated for individual species of *Meligethes* genus recorded at various localities in the Czech Republic in 2009.

Locality (date of sampling)	2009				
	Dominance Index (D; %)				
	D5 eudominant	D4 dominant	D3 subdominat	D2 recedent	D1 subrecedent
Blučina 20.4.2009	<i>M. aeneus</i> 84.2	<i>M. viridescens</i> 7.9 <i>M. coracinus</i> 7.2			<i>M. subaeneus</i> 0.7
Troubsko 20.4.2009	<i>M. aeneus</i> 79.7 <i>M. coracinus</i> 12.8	<i>M. viridescens</i> 7.5			
Žabčice 20.4.2009	<i>M. aeneus</i> 94.8		<i>M. viridescens</i> 2.2 <i>M. coracinus</i> 3.0		
Blatnička u Hodonína 22.4.2009	<i>M. aeneus</i> 88.2	<i>M. viridescens</i> 10.0		<i>M. coracinus</i> 1.8	
Moutnice 22.4.2009	<i>M. aeneus</i> 91.0	<i>M. viridescens</i> 6.5	<i>M. coracinus</i> 2.5		
Brno - Líšeň 27.4.2009	<i>M. aeneus</i> 89.2	<i>M. coracinus</i> 7.0	<i>M. viridescens</i> 3.2		<i>M. nigrescens</i> 0.0 <i>M. atratus</i> 0.6
Braniškov 10.5.2009	<i>M. aeneus</i> 88.1	<i>M. viridescens</i> 8.1	<i>M. coracinus</i> 2.4	<i>M. atratus</i> 1.4	
Veverská Bítýška 10.5.2009	<i>M. aeneus</i> 90.7		<i>M. viridescens</i> 4.8 <i>M. coracinus</i> 4.0		<i>M. atratus</i> 0.5
Maršov 10.5.2009	<i>M. aeneus</i> 71.0 <i>M. viridescens</i> 20.0	<i>M. coracinus</i> 9.0			
Horní Domaslavice 17.5.2009	<i>M. aeneus</i> 82.8 <i>M. coracinus</i> 10.9	<i>M. viridescens</i> 6.3			
Kněževes 18.5.2009	<i>M. aeneus</i> 90.6	<i>M. viridescens</i> 6.4	<i>M. nigrescens</i> 2.1		<i>M. atratus</i> 0.6 <i>M. coracinus</i> 0.3
Rozseč nad Kunštátem 18.5.2009	<i>M. aeneus</i> 81.4 <i>M. viridescens</i> 12.1		<i>M. atratus</i> 3.6 <i>M. coracinus</i> 2.9		
Olešnice 18.5.2009	<i>M. aeneus</i> 87.8	<i>M. viridescens</i> 8.7	<i>M. coracinus</i> 3.4		
Rovečné 18.5.2009	<i>M. aeneus</i> 88.9	<i>M. viridescens</i> 8.9	<i>M. coracinus</i> 2.1		
Zbraslavec 18.5.2009	<i>M. aeneus</i> 81.3 <i>M. viridescens</i> 15.6		<i>M. coracinus</i> 3.1		

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Diverzita (rozmanitost): Je potřeba rozlišit, jestli nám jde o genetickou, druhovou nebo ekosystémovou diverzitu (*na jaké úrovni se pohybujeme*).

Druhová diverzita: nejedná se pouze o seznam (výčet) druhů tvořících nějakou biocenózu. Jde o pokus stanovit významnost jednotlivých druhů na základě rozložení počtů jedinců v rámci přítomných druhů. Vyjadřuje se prostřednictvím různých indexů. Např. Shannon-Wienerův index:

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{n} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) ,$$

n_i – hodnota významnosti druhu i (počet jedinců, pokryvnost, biomasa)

n – součet hodnot významnosti všech druhů

Místo obtížně počitatelného $\log_2$ se běžně používá přirozeného logaritmu L_n

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Shannon-Wienerův index: $H' = - \sum \left(\frac{n_i}{n} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) ,$

Čím je index H větší, tím je biocenóza (synuzie, guilda, taxocenóza) tvořena větším počtem druhů s relativně nižší početností.

Minimální hodnota H: když jsou v biocenóze pouze jedinci jednoho druhu, $H = 0$

Maximální hodnota H: když je v biocenóze od každého druhu stejný počet jedinců

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Shannon-Wienerův index: $H' = - \sum \left(\frac{n_i}{n} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) ,$

Vyrovnanost (ekvitabilita) druhové diverzity: vyjadřuje rovnoměrnost zastoupení jednotlivých druhů v biocenóze:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\log_2 S} ,$$

$H_{\max}$ – index diverzity při maximální vyrovnanosti (např. 10 druhů po 10 jedincích)
 S – celkový počet druhů

Čím více se hodnota **E** blíží číslu 1, tím je společenstvo početně vyrovnanější

Poznámka: počítalo-li se s **Ln** při výpočtu **H**, je nutné použít **Ln** i při výpočtu **E**

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Druhová podobnost: Při srovnávání dvou a více biocenóz je také možné vyjádřit jejich druhovou (floristickou, faunistickou) podobnost. K výpočtu lze využít více vztahů. Běžnější jsou Jaccardův (Ja) a Sorensenův (So) index podobnosti:

$$Ja = \frac{C}{A + B - C} \cdot 100 (\%), \quad S\phi = \frac{2C}{A + B} \cdot 100 (\%),$$

kde A a B jsou počty druhů ve srovnávaných biocenózách a C je počet společných druhů. Výsledný údaj je vhodné uvádět v procentech.

Pro kvantitativní vyhodnocení podobnosti se využívá **Czekanowského index** (I_c):

$$I_c = \frac{2 \sum \min(x_i, y_i)}{\sum x_i + \sum y_i} \cdot 100 (\%),$$

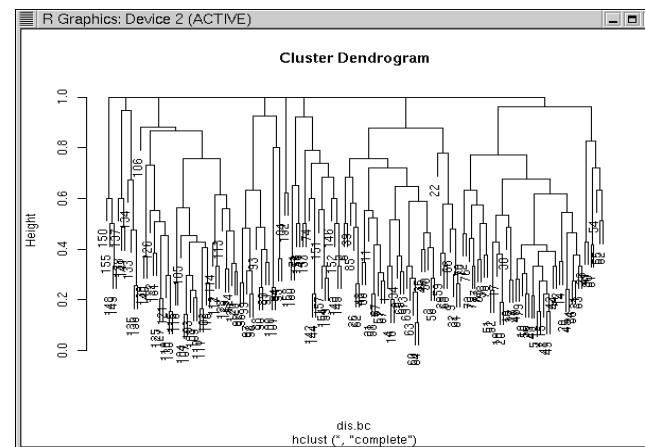
kde $\min$ je menší hodnota pokryvnosti u druhů společných oběma snímkům, x_i je pokryvnost druhu i v prvním a y_i ve druhém snímku.

Kvantitativní a kvalitativní vlastnosti biocenóz:

Druhová podobnost:

Vzájemnou podobnost biocenóz lze také posuzovat z hlediska zastoupení různých taxonomických skupin, životních forem, konstance, druhové dominance nebo abundance. Je tedy možné využít velkého množství různých výpočtů a matematických vztahů.

Velmi dobře se k tomu hodí i (výše zmíněné) ordinační techniky (shluková analýza)



Dynamika biocenóz:

Biocenóza je soubor druhů proměnlivý v prostoru i čase. Časové změny (= změny projevující se na společenstvu v průběhu času) mohou nastávat z vnitřních nebo vnějších příčin a mohou být:

- periodické nebo jednosměrné
- krátkodobé nebo dlouhodobé

Krátkodobé změny mají většinou (ne vždy) periodický charakter → odehrávají se v rámci téže biocenózy (po nastalých změnách je to pořád ta výchozí biocenóza, i když pozměněná).

Dlouhodobé změny jsou často spojeny s nahrazováním jedné druhů jinými v biocenózách → v tomto případě již nejde o vývoj jedné biocenózy (její změny), ale o nahrazování jedné biocenózy následující (resp. sérií následujících biocenóz) na určitém stanovišti.

Dynamika biocenóz:

Krátkodobé změny mají většinou (ne vždy) periodický charakter → odehrávají se v rámci téže biocenózy (po nastalých změnách je pořád ta výchozí biocenóza, i když pozměněná).

Mohou být vyvolány vnitřními i vnějšími faktory.

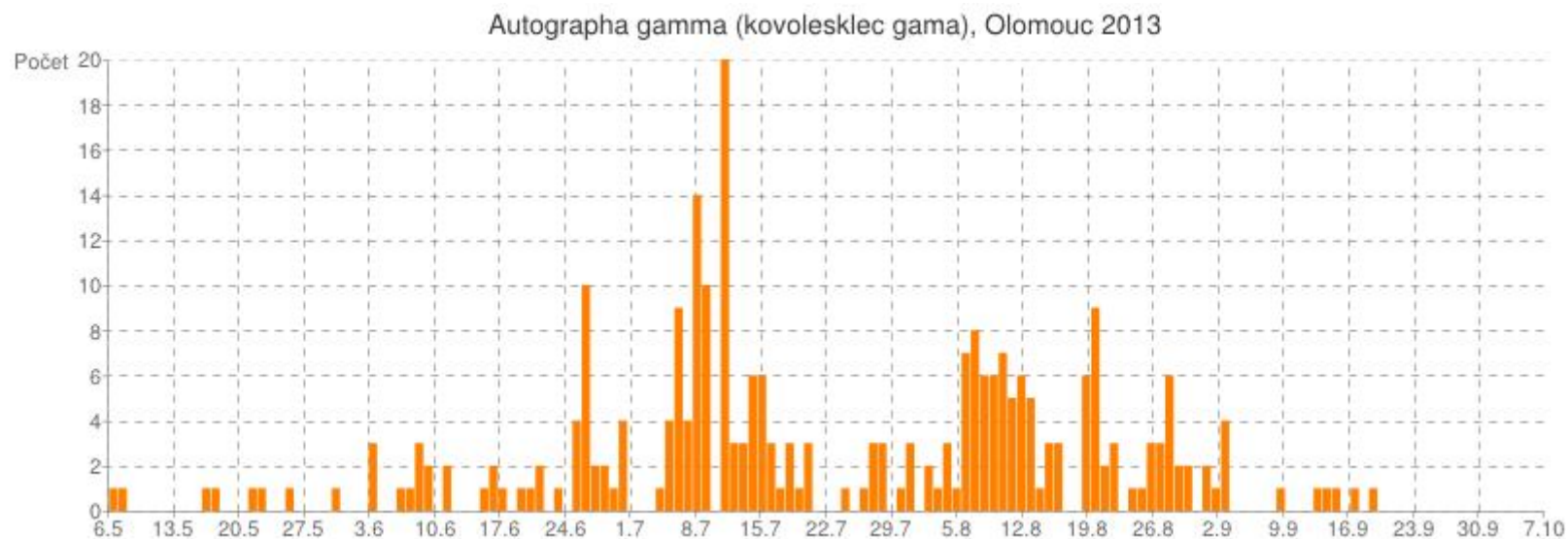
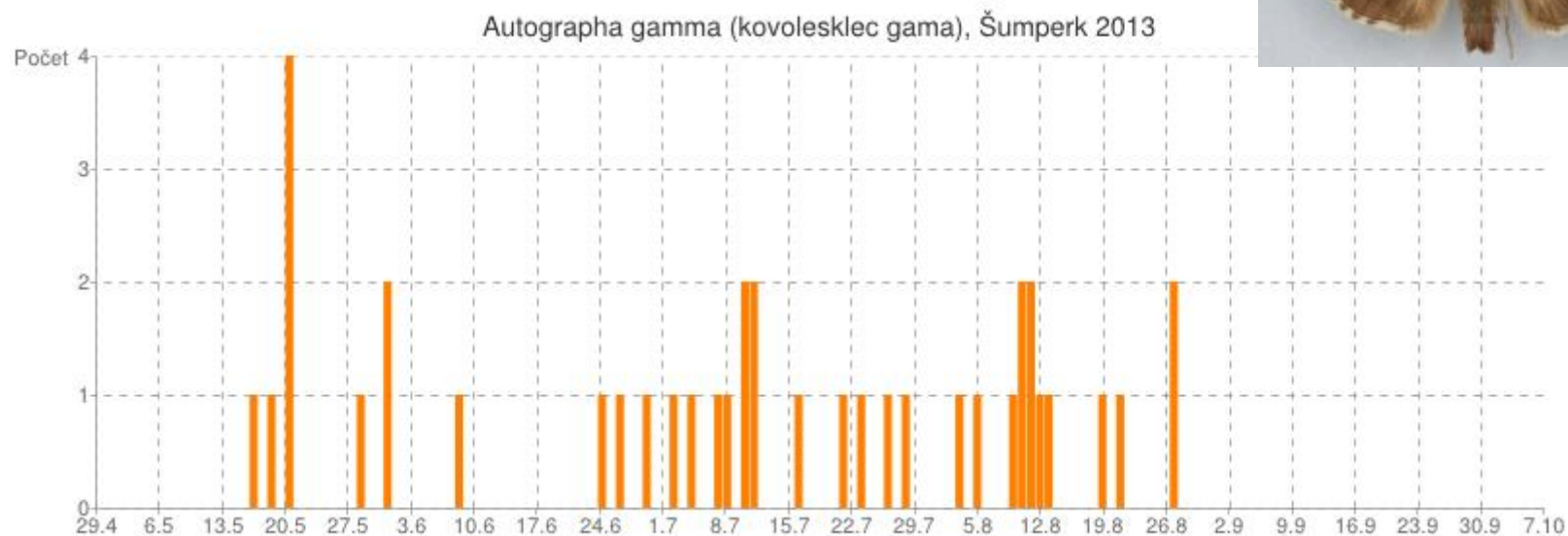
Cirkadianní periodicitá – periodické změny nastávající v biocenóze během 24 hodin (střídání aktivity a odpočinku živočichů → denní aktivita, noční aktivita atd.)

Lunární periodicitá – ovlivňuje zejména mořské živočichy prostřednictvím přílivu a odlivu

Sezónní (cirkaannuální) nebo fenologická periodicitá – mnohé druhy organismů (rostlin i živočichů) mají své vývojové cykly sladěny s ročními obdobími → v téže biocenóze se tak se v průběhu roku objevují např. dospělci různých druhů hmyzu v různou dobu, druhy rostlin kvetou v různých obdobích

Letová perioda (během roku): bivoltinní – trivoltinní

Aktivita během dne: dospělci aktivní ve dne i v noci



Letová perioda (během roku): bivoltinní
 Aktivita během dne: dospělci aktivní v noci
 II. generace imag posilována migrujícími jedinci z jihu



Xestia c-nigrum (osenice černé C), Šumperk 2013



Xestia c-nigrum (osenice černé C), Olomouc 2013



Dynamika biocenóz:

Fenologická periodicitá – v průběhu sezony se mění celkový vzhled společenstva → jeho po sobě následující fáze se označují jako fenologické (sezónní) aspekty.

Časové rozmezí fenologických aspektů

aspekt	období
zimní (hiemální)	počátek listopadu – konec března
předjarní (prevernální)	konec března – konec dubna
jarní (vernální)	konec dubna – polovina června
letní (estivální)	polovina června – polovina srpna
pozdně letní (serotinální)	polovina srpna – polovina září
podzimní (autumnální)	polovina září – počátek listopadu

Dynamika biocenóz:

Dlohodobé změny = SUKCESE

Vedou ke změně společenstva v jiné společenstvo – v průběhu času tak na daném stanovišti vznikají a zanikají jednotlivá společenstva – nahrazují se.

Každá biocenóza disponuje autoregulačními mechanismy, které směřují k nastolení rovnováhy – vnějším projevem tohoto stavu je rovnováha mezi příjmem a výdejem energie a hmoty.

Dojde-li k vychýlení z rovnováhy (vnější, vnitřní příčiny), společenstvo směřuje k nastolení nové rovnováhy – tento proces provázený změnami druhového složení se nazývá sukcese.

Dynamika biocenóz:

Odlišný pohled na příčinu sukcese:

Někteří ekologové nepovažují za hnací motor (příčinu) sukcese proces směřující k dosažení energo-materiálové rovnováhy. Podle nich jsou změny ve společenstvu provázeny postupným vytrácením druhů konkurenčně slabších na úkor druhů konkurenčně silnějších. Tyto druhy se obecně vyznačují delším věkem a větší biomasou – zůstává v nich fixován větší podíl energie. Vzniká nerovnovážný stav.

Podle tohoto přístupu je tedy nerovnováha průvodním znakem sukcese a ne její příčinou.

Dynamika biocenóz:

Sukcese směřuje k větší uspořádanosti a strukturální složitosti biocenózy, k akumulaci biomasy, energie a informací.

Je to různě dlouhodobý a za určitých abiotických podmínek předvidatelný (zákonitý) proces.

Může probíhat:

- kontinuálně (obtížně se zde od sebe odlišují jednotlivé po sobě jdoucí již odlišné biocenózy)
- skokově přes jednotlivá stadia (tyto lze vymezit jako samostatná společenstva) s větší či menší rovnováhou

Dynamika biocenóz:

Sukcese exogenní (alogenní) – sukcese je udržována v pohybu neustále se měnícími abiotickými podmínkami.

Sukcese endogenní – příčinou sukcese jsou poměry (změny) uvnitř samotné biocenózy.

Rané (pionýrské) sukcesní druhy mohou různě ovlivňovat pozdně sukcesní druhy:

- mohou pro ně vytvářet podmínky
- mohou k nim být neutrální
- mohou jejich rozvoj na stanovišti inhibovat
- mohou být pozdně sukcesními druhy konkureně vytlačeny

Dynamika biocenóz:

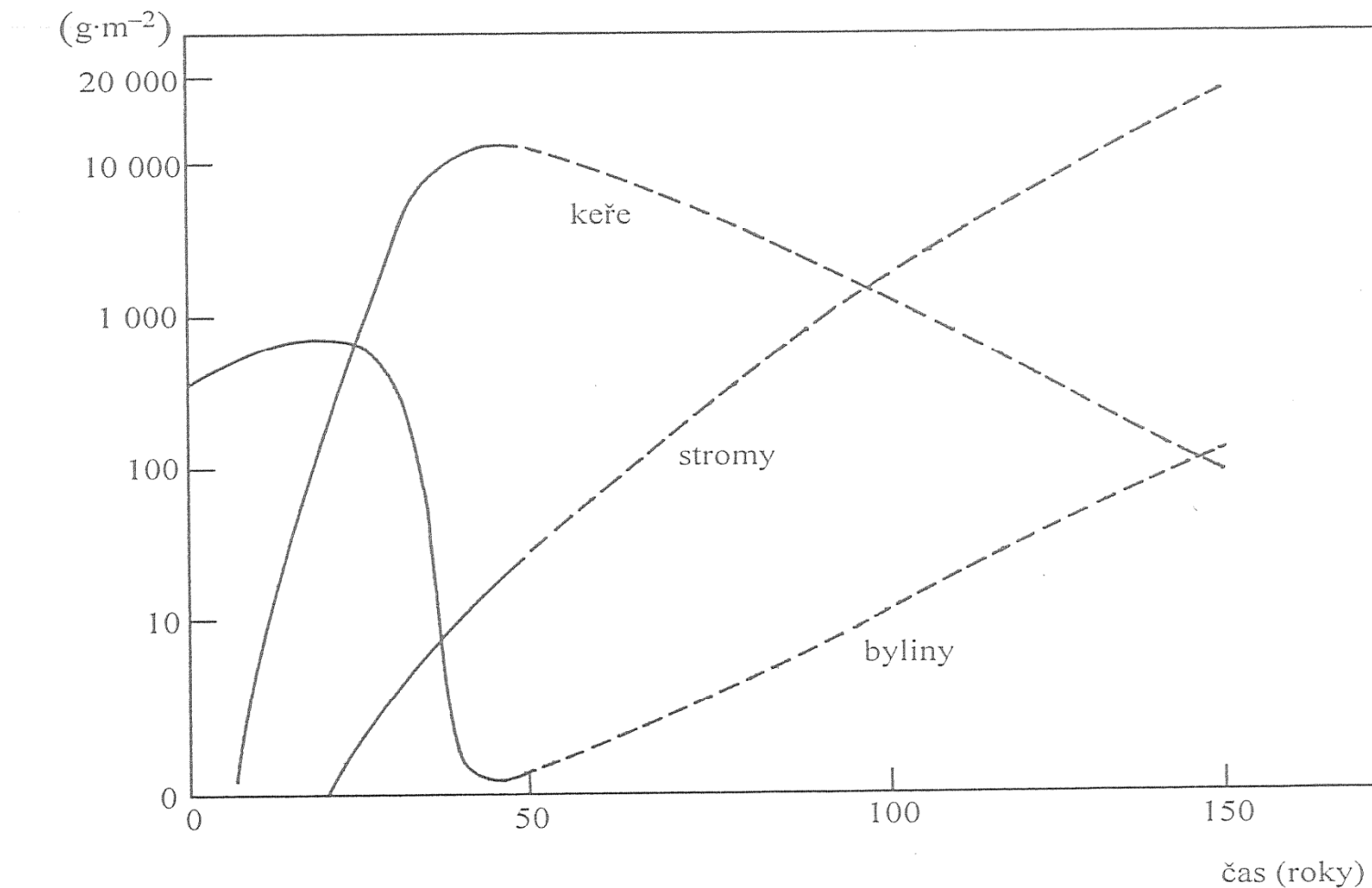
Sukcese může probíhat za následujících okolností:

1) osídlování nově vytvořeného ekotopu: jde o **primární sukcesi**, nastává např. na korálových útesech, lávových polích, na výsypkách nebo v opuštěných lomech, trvá stovky – tisíce let (vznik půd)

2) regenerace narušené nebo zničené biocenózy: jde o sukcesi sekundární, je výrazně kratší než primární sukcese (půdy zpravidla po narušení předcházející biocenózy zachovány i s diasporami např. semen) – trvá desítky max. stovky let (záleží na míře narušení - zničení předcházející biocenózy. Narušení předcházející biocenózy mohlo být vyvoláno přírodními vlivy (záplava, požár, vichřice..) nebo antropogenními vlivy.

Dynamika biocenóz:

2) regenerace narušené nebo zničené biocenózy = sekundární sukcese:



Obr. 71 Zjištěné a předpokládané zastoupení bylin, keřů a stromů v průběhu sekundární sukcese na úhorech v Českém krasu. Podle Pracha, ze Slavíkové, 1986

Dynamika biocenóz:

Sukcese může probíhat za následujících okolností:

3) reakce na změnu podmínek: nejen samotná biocenóza, ale i ekotop, na kterém je biocenóza vytvořena podléhá neustálým krátkodobým či dlouhodobým změnám v důsledku nejrůznějších vlivů (např. změna klimatu, degradace půd, eroze). Biocenóza na tyto změny reaguje podobně jako v předcházejícím případě – rozdíl je v tom, že nyní došlo k poškození (změně) ekotopu a ne samotné biocenózy.

4) cyklické změny: mohou být vyvolány periodicitou vývoje struktury biocenózy. Jsou různě dlouhodobé a odehrávají se buď v rámci téže biomasy nebo představují cyklus několika biocenóz. Příkladem mohou být cykly obnovy přírodních lesů.

Dynamika biocenóz:

Klimax:

Sukcese směřuje k rovnovážnému stavu biocenózy s abiotickým prostředím.

Stadium vývoje biocenózy, ve kterém jsou příjem a výdej energie a hmoty víceméně vyrovnaný a akumulace biomasy, energie a informací je nejvyšší, se nazývá **klimax** nebo **stadium klimaxové**.

Druhová diverzita se v průběhu sukcese zvyšuje – při přiblížení se klimaxu se ale v důsledku konkurenčního vylučování druhů poněkud snižuje – klimax tedy není druhově nejbohatším stadiem sukcese

Směrem ke klimaxu se procesy v biocenóze zpomalují.

Po jeho dosažení je každoročně fixovaná energie opět spotřebována a čistý přírůstek biomasy zůstává nulový.

Dynamika biocenóz:

Shrnutí rozdílů mezi ranými fázemi sukcese a klimaxem (silně zjednodušeno)

vlastnost	raná sukcese	klimax
druhy	malé	velké
strategie	krátkověké	dlouhověké
biomasa	r-stratégové	K-stratégové
čistý přírůstek biomasy	malá	velká
vázaná energie	vysoký	<u>nulový</u>
vázané živiny	nízká	vysoká
koloběh látek	málo	mnoho
tok energie	rychlý	pomalý
prostorová struktura	rychlý	pomalý
trofická struktura	jednoduchá	složitá
druhová diverzita	jednoduchá	složitá
	nízká	vysoká

Dynamika biocenóz:

Pravděpodobnost dosažení klimaxu je dána poměrem mezi délkou sukcese a intervaly narušování.

Jestliže jsou intervaly narušování biocenózy průměrně výrazně kratší, než je očekávaná délka sukcese, je pravděpodobnost nastolení klimaxu minimální. Např. běžné lesní porosty u nás, oblasti s extrémními přírodními podmínkami (subarktické oblasti), oblasti s dlouhodobým antropogenním působením).

Přesto mohou mít společenstva v těchto oblastech dlouhodobě více méně stabilní charakter závislý na trvalém vnějším narušování – v těchto případech se označují jako **paraklimax**.

Klimatický klimax: konečné stadium sukcese biocenózy na ekotopech s hlubokými a vyspělými půdami – dochází k rovnováze s klimatem. Příkladem mohou být víceméně původní lesy v nižších (listnaté), středních (smíšené) polohách a horské smrčiny.

Edafický klimax: Sukcese biocenózy se může zastavit vlivem neobvyklých půdních poměrů různě daleko před dosažením klimaxu. Příkladem jsou rašeliništní biocenózy, suťové a podmáčené lesy, reliktní bory a jiné biocenózy na skalách.

EKOŠYSTÉM

Ekosytém:

- charakteristika ekosystému
- fotosyntéza (bude přednášet někdo jiný)
- produktivita a produkce
- potravní řetězce
- tok energie
- ekologické pyramidy
- koloběhy látek (bude přednášet někdo jiný)
- stabilita ekosytému

Ekosystém (cycharakteristika):

EKOLOGICKÝ SYSTÉM

System vzniklý funkčním propojením BIOGENÓZY s
EKOTOPEM

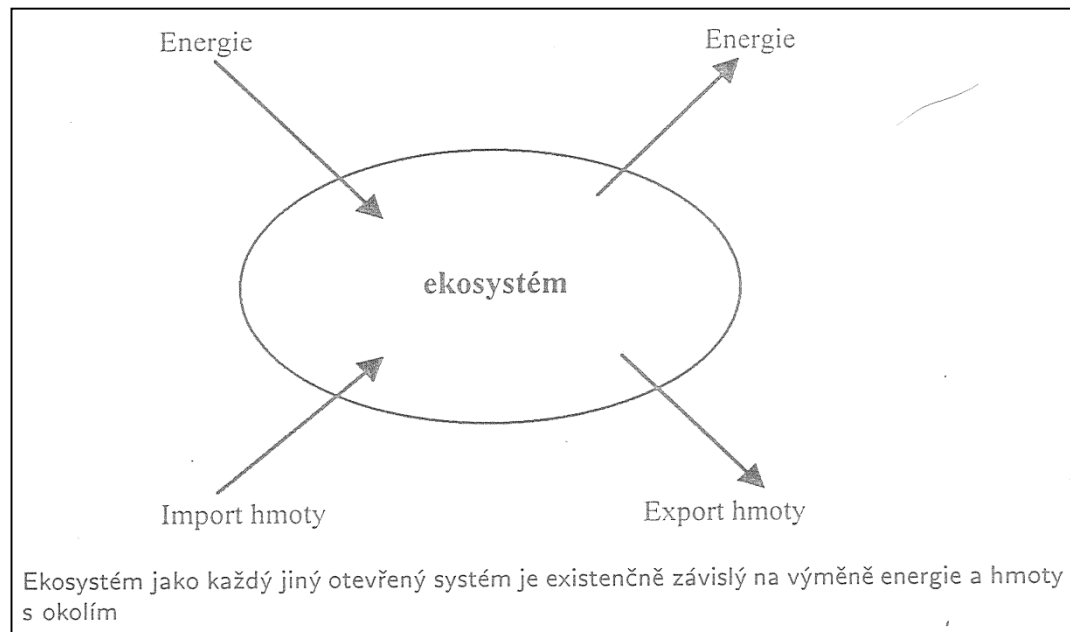
Ekosystém je např. rybník nebo pole nebo také akvárium či
zkumavka s mikroorganismy

Hranice mezi ekosystémy jsou různě ostré a jsou dány
zejména abiotickými podmínkami, které se navenek projevují
různými typy společenstev.

Ekosystém (cycharakteristika):

Ekosytémy jsou systémy otevřené – mezi nimi a okolím dochází k výměně energie, látek a informací.

Uvnitř ekosystémů fungují autoregulační mechanismy, které udržují jejich rovnovážný stav (rovnováhu) a mohou ovlivňovat stabilitu.



Ekosystém, jeho složky:

1. Anorganické látky (C, N, CO₂, H₂O a jiné) – obsažené v neživém prostředí a zapojené do koloběhů mezi živým a neživým
KOLOBĚHY LÁTEK – bude samostatná přednáška
2. Organické látky (bílkoviny, cukry, tuky) – vznikají primárně v tělech organismů, druhotně se nacházejí i mimo ně
3. Producenti (jedná se o autotrofní organismy) – jsou schopni vytvářet organické látky z jednoduchých látek anorganických. Jsou to zelené rostliny (fototrofní → FOTOSYNTÉZA: bude samostatná přednáška), v daleko menší míře též foto- a chemotrofní bakterie
4. Konzumenti (fytofágové, zoofágové, saprofágové) – ke své výživě a k získávání energie využívají organické látky vytvořené autotrofy. Organické látky přetvářejí a částečně také rozkládají.
5. Dekompozitoři (destruenti, reducenti, mikrokonzumenti) – mají rozhodující podíl na závěrečné fázi mineralizace (jsou to především bakterie a houby)

Ekosystém, jeho složky:

Z funkčního hlediska v ekosystému dochází:

- k produkci a dekompozici organické hmoty
- k vytváření potravních řetězců (resp. sítí)
- realizují se zde toky energie (mezi jeho jednotlivými složkami, i ven a dovnitř)
- probíhají zde (mezi jednotlivými složkami, i ven a dovnitř) koloběhy látek
- fungují zde (na určité úrovni) autoregulační a stabilizační procesy

Produktivita a produkce:

Produktivita ekosystému – schopnost vyprodukovat určité množství organické hmoty za jednotku času (= produkční potenciál ekosystému)

Produkce ekosystému – nárůst organické hmoty za určitou dobu na určité ploše (objemu), (= realizovaná produktivita)

Biomasa – celková okamžitá hmotnost (není zde obsaženo hledisko času)

Primární produkce – množství organické hmoty vyprodukované primárními producenty za určitý čas:

Hrubá primární produkce (PP_G) – veškerá organická hmota vytvořená za určitý čas primárními producenty

Čistá primární produkce (PP_N) – Získá se, když se od PP_G odečte množství organické hmoty, kterou spotřebují na vlastní metabolické pochody (např. dýchání) primární producenti. Je to tedy množství organické hmoty využitelné v další trofické úrovni.

Sekundární produkce – vzniká na dalších trofických úrovních → platí pro ní totéž co pro primární produkci (hrubá s.p. → čistá s.p.)

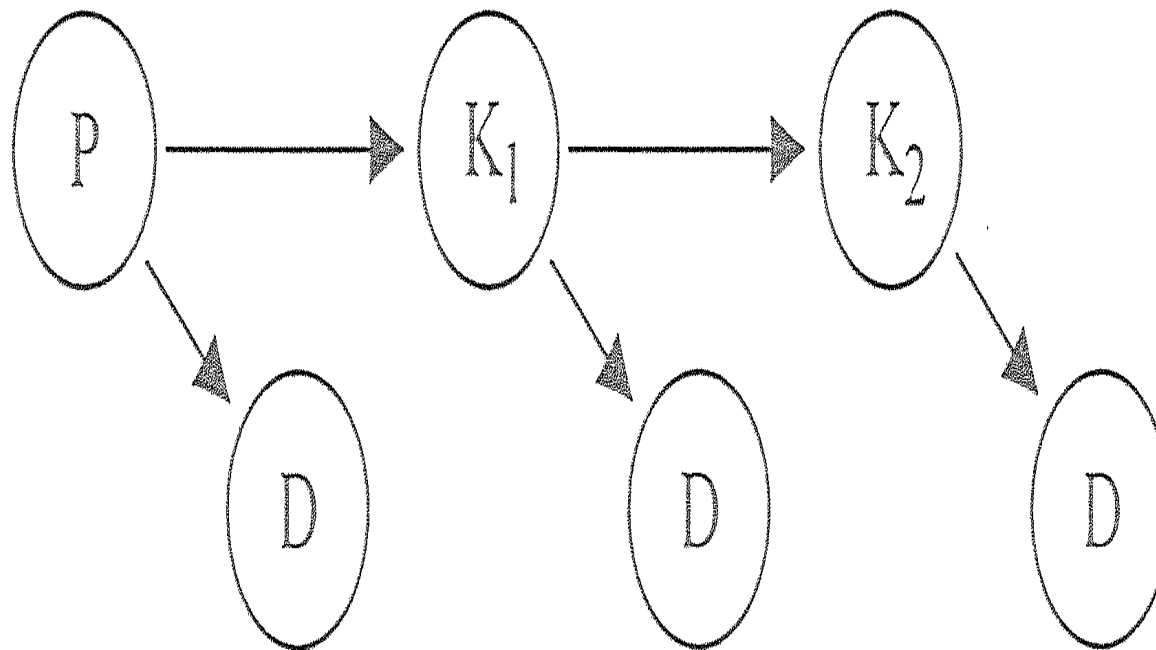
Produktivita a produkce:

Roční čistá primární produkce (PP_N) a biomasa v některých ekosystémech. U primární produkce a fytomasy jsou uvedeny kromě průměrných i zjištěné nebo odhadované maximální hodnoty; všechny údaje v hmotnosti sušiny (podle různých autorů)

ekosystém	plocha ($\cdot 10^6 \text{ km}^2$)	PP_N ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) $\phi/\text{max.}$	fytomasa ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) $\phi/\text{max.}$	biomasa živočichů ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
tropický deštný les	17,0	22/35	350/800	194
opadavý les mírného pásma	7,0	13/25	300/600	157
tajga	12,0	8/20	200/400	48
savana	15,0	9,5/20	47/100	147
stepi	9,0	7,5/25	15/35	23
tundra	8,0	1,5/4	6/20	4,4
pouště a polopouště	18,0	1/2,5	5/20	4,4
obdělávaná půda	15,0	14/100	10/100	20
mokřady	2,0	35/50	90/200	200
jezera a vodní toky	2,0	0,5/15	0,2/4	10
volný oceán	332,0	1,3/4	0,03/0,05	24
kontinentální šelfy	26,6	3,6/6	0,1/0,4	59
korálové rify	0,6	25/30	20/30	200

Potravní řetězce:

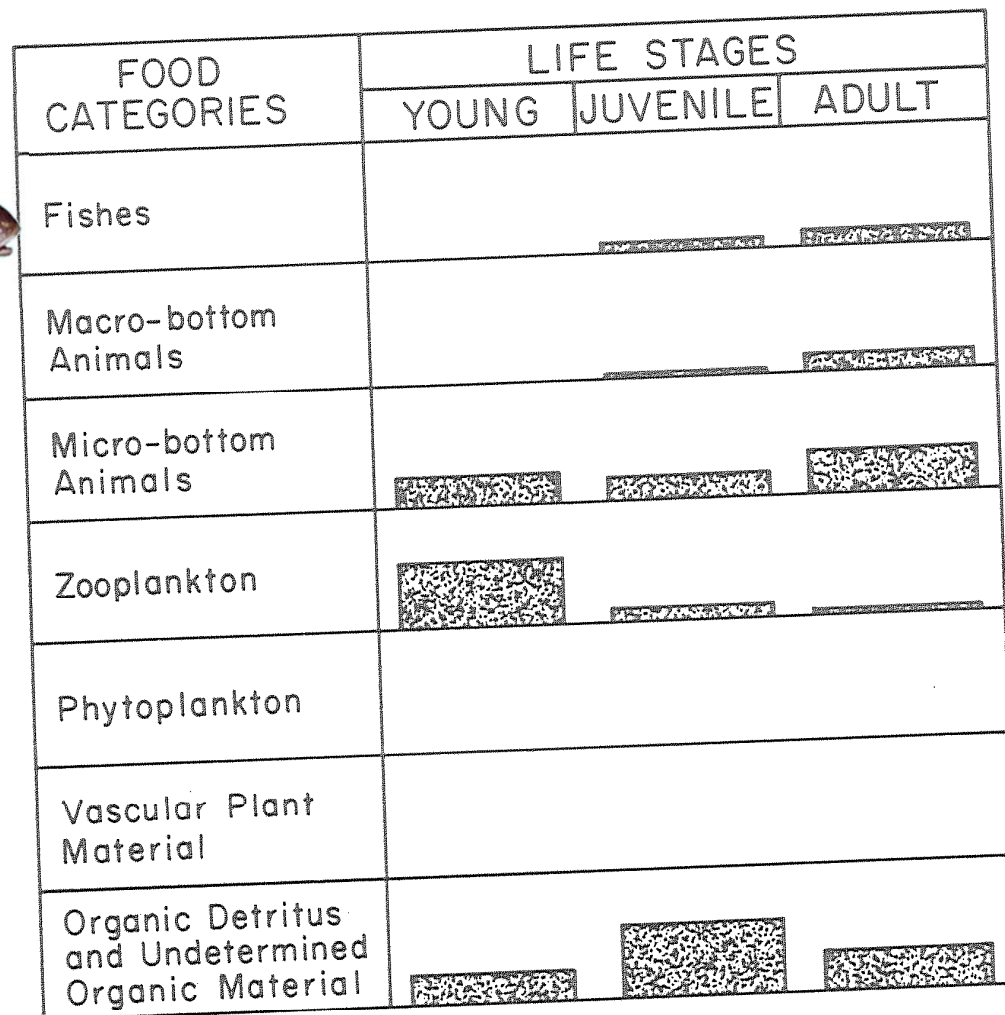
Potravní řetězec = sled několika postupně se konzumujících organismů



Potravní řetězec; P – producent, K – konzument, D – dekompozitor



Micropogon undulatus



V průběhu ontogeneze se mění potravní preference (nároky) i v rámci jednoho druhu – to znesnadňuje určení místa druhu v potravním řetězci

Fig. 2.1 Trophic spectrum for young, juvenile, and adult stages of the Atlantic croaker (*Micropogon undulatus*) from Lake Pontchartrain. Each bar represents the percent volume of food observed in a particular food category. Thus the sum of the heights of all bars within a life stage equals 100% and this is the height of each food category. Note how the spectrum changes with age from predominance of zooplankton, to detritus to bottom-dwelling animals and fish. After Darnell 1961.

Správné zařazení jednotlivých druhů – konzumentů do jednotlivých etází potravního řetězce vyžaduje detailní znalosti o jejich potravních preferencích

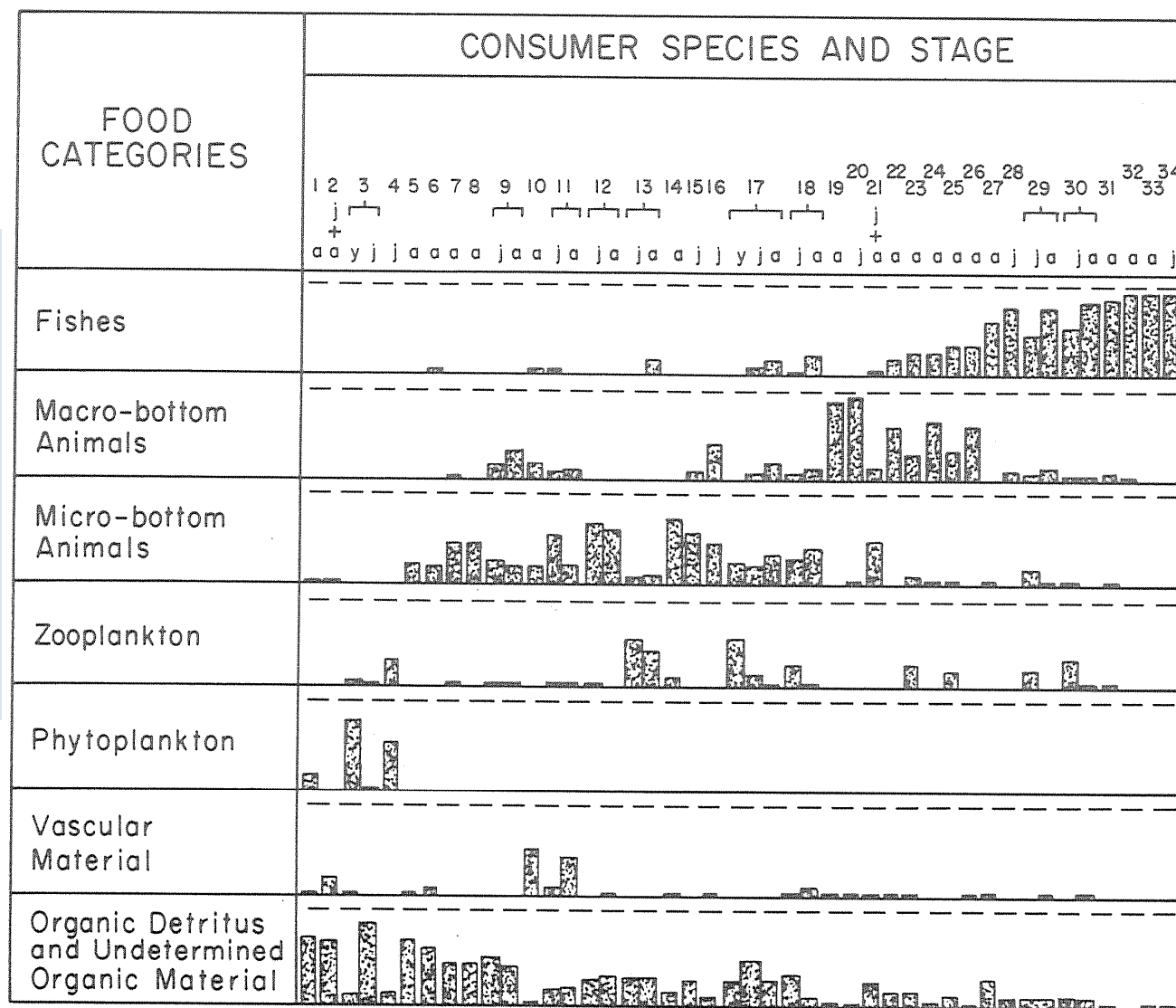
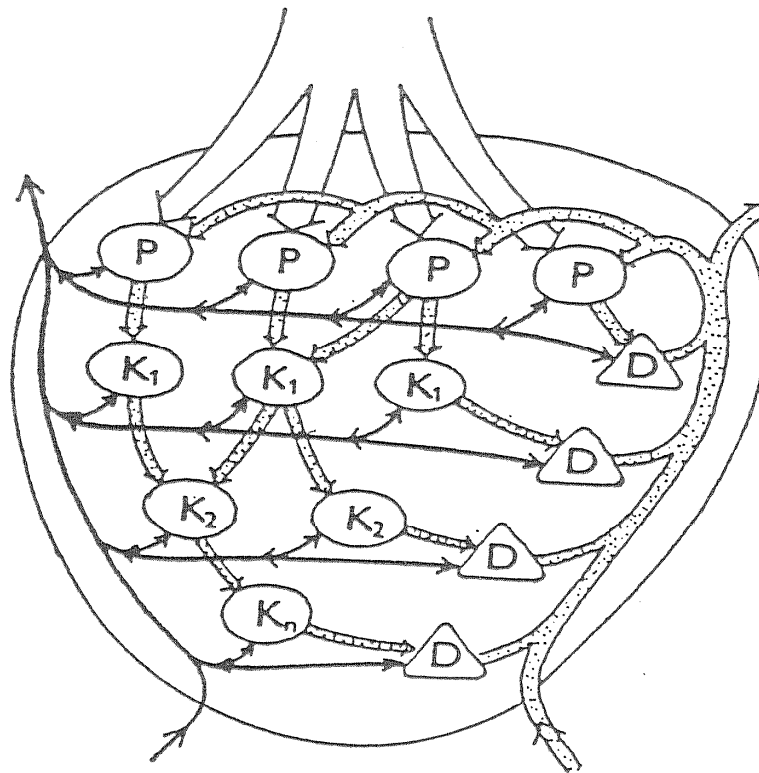


Fig. 2.2 Trophic spectra of 34 major consumers in the Lake Pontchartrain community. Note that many species feed predominantly at one trophic level: y=young, j=juvenile, a=adult. Dashed line indicates height of column if 100% of feeding occurred in that food category. After Darnell 1961.

Potravní řetězce:

Potravní řetězce probíhají, jak dlouhodobě, tak mohou mít i jen jednorázový charakter. Potravní vztahy v ekosystému jsou velmi spleťité, vzniká složitá trofická (potravní) síť = trofická struktura ekosystému



Potravní síť ekosystému se směry toku energie. Podle Schuberta, 1986

Potravní
(trofické)
vazby mezi
některými
druhy tvořícími
společenstvo

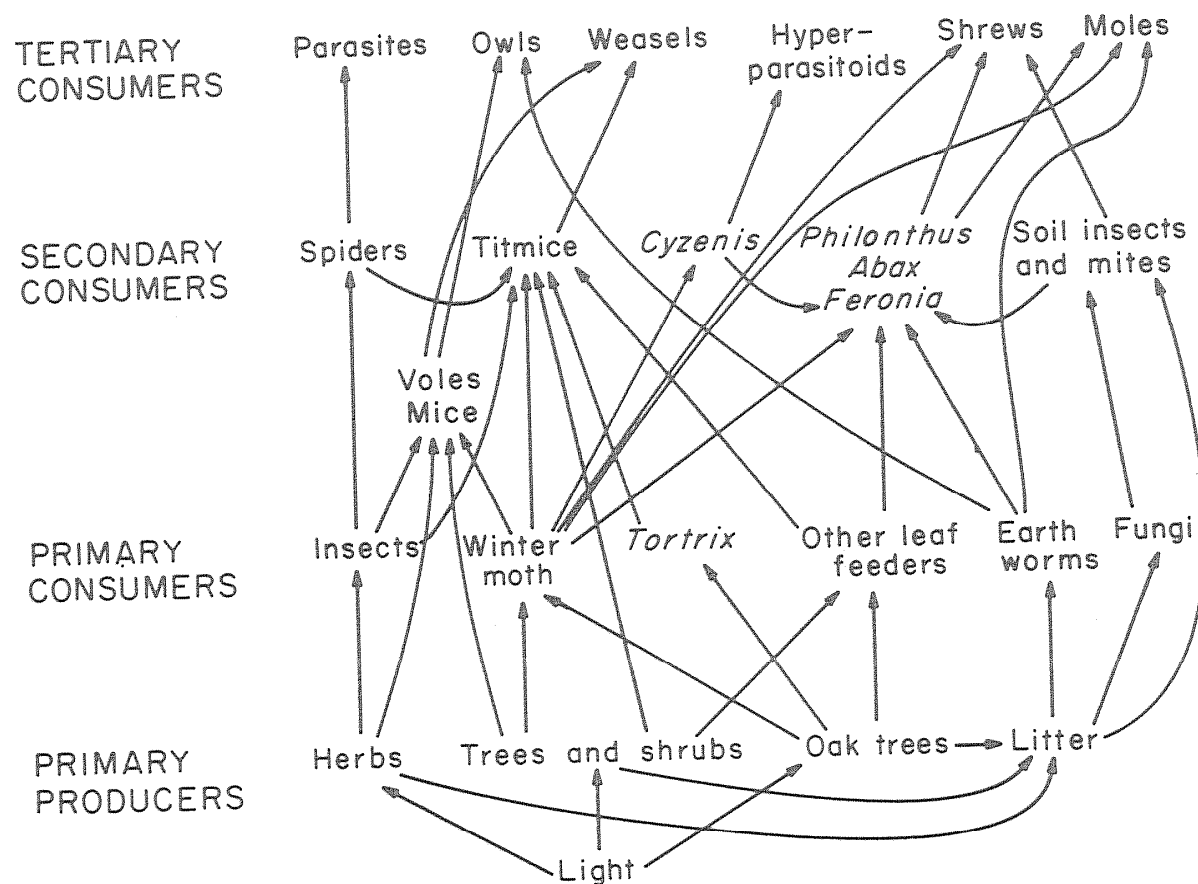


Fig. 2.3 Feeding links between some components of the community in Wytham Wood, Oxfordshire, based on studies by Elton, Varley, and others (see Elton 1966). Note that some links refer to species, others to groups of species in order to conserve space. *Cyzenis* is a tachinid parasitoid of the winter moth, *Philonthus* is a staphylinid beetle and *Feronia* and *Abax* are carabids, and *Tortrix* is a caterpillar (Lepidoptera). Note that parasites and parasitoids share the same trophic positions as predators. In these cases reduced size occurs at successive trophic levels. After Varley 1970, by permission of Blackwell Scientific Publications.

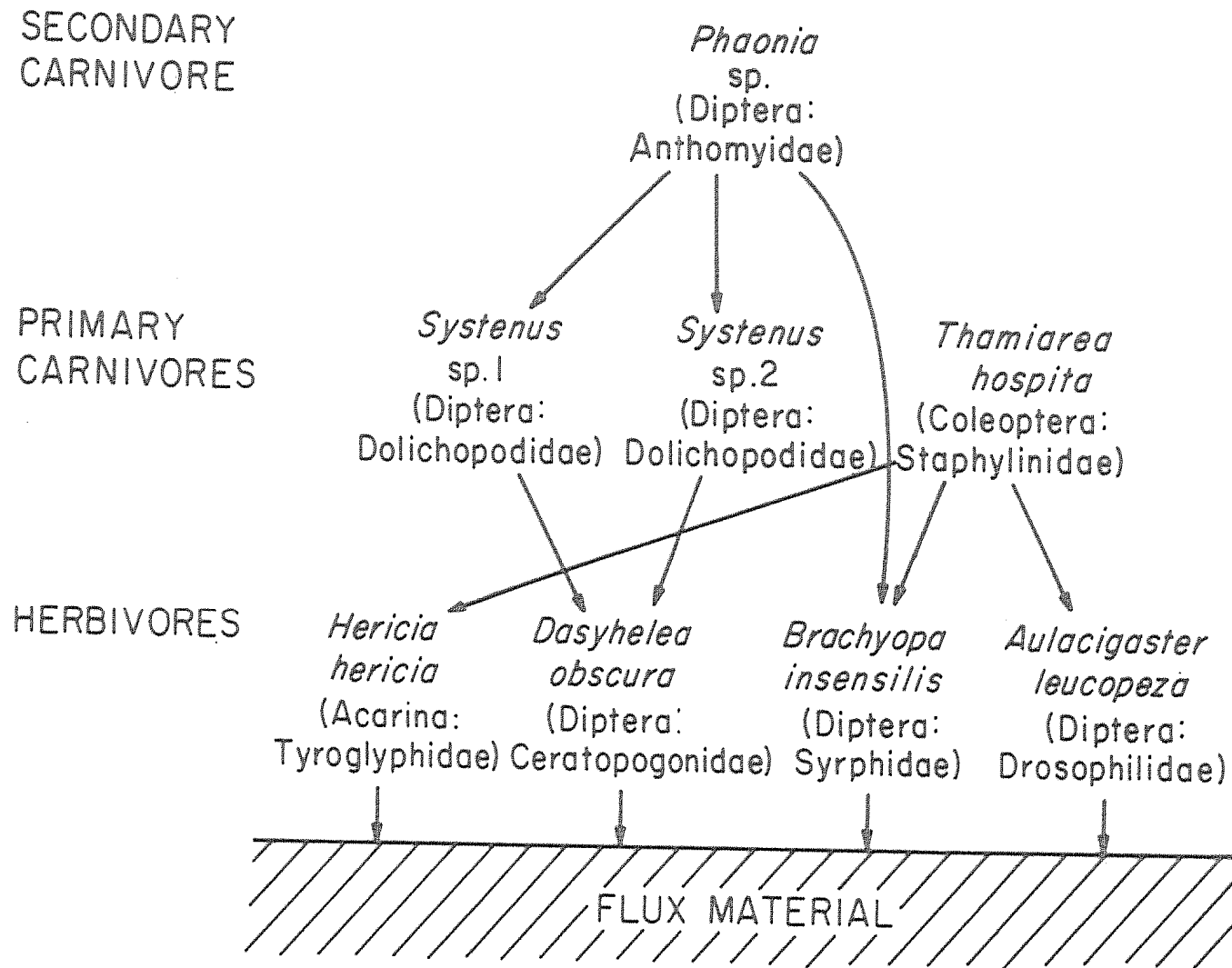
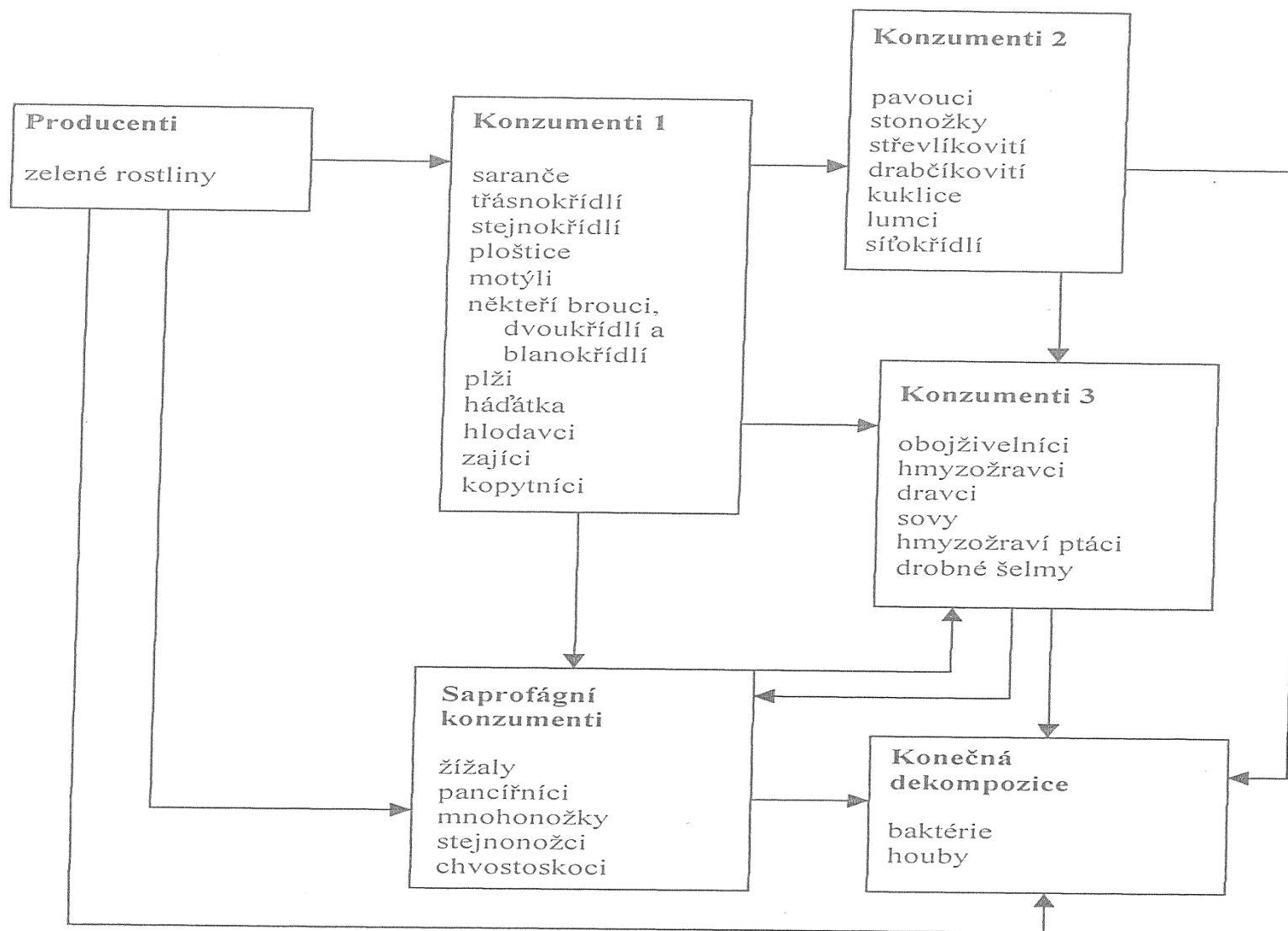


Fig. 2.5 An Eltonian pyramid of numbers seen in a brown slime flux from an elm tree in Sheffield, England. The feeding relationships are indicated. After each scientific name the order and family of the animal follows. After Robinson 1953.

Příklad trofické struktury lučního ekosytému:



Tok energie:

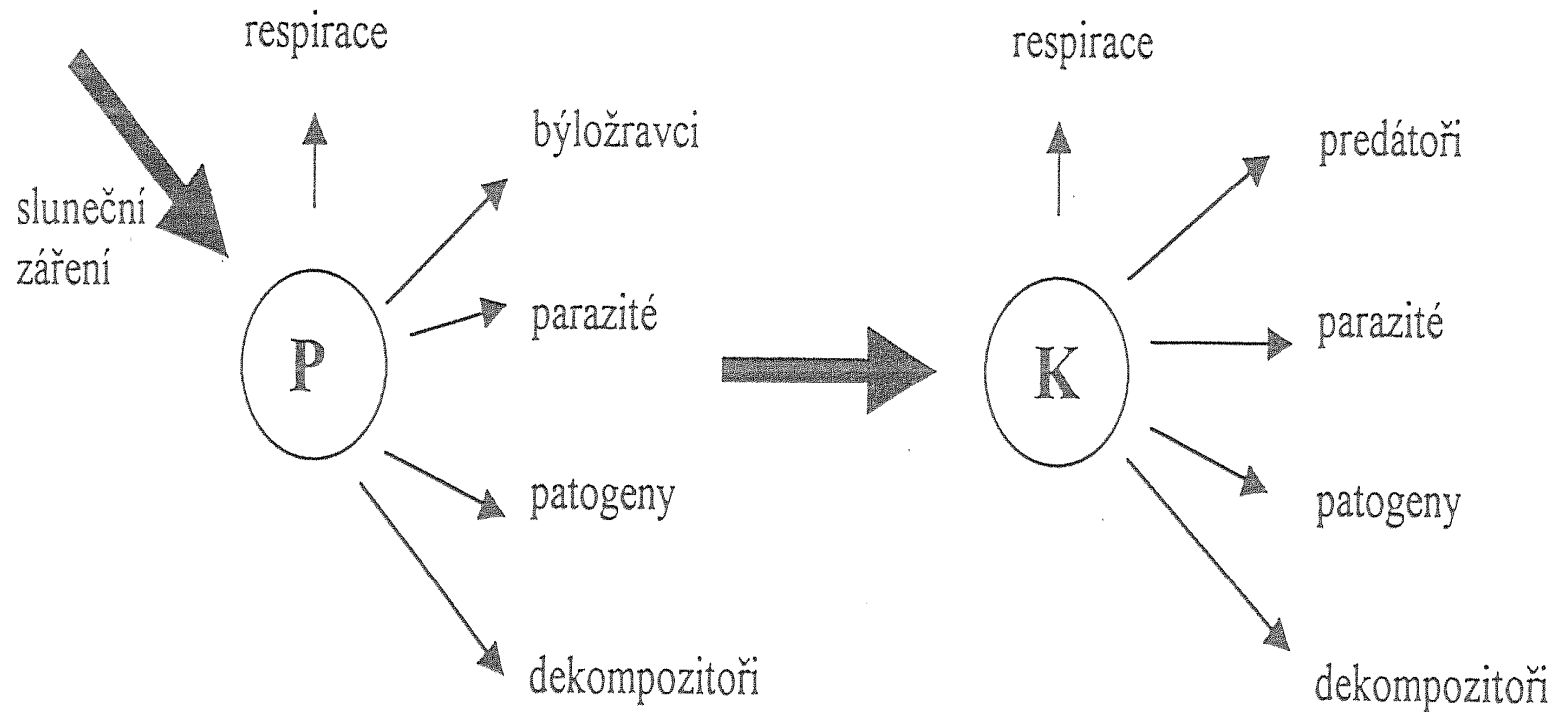
Ekosystémy jsou otevřenými systémy s plnou platností termodynamických zákonů, tj. zákona o zachování energie a zákona o přeměně energie. Jsou to systémy energeticky závislé na vnějším prostředí. Rozhodujícím zdrojem energie v přirozených ekosystémech je energie sluneční. Trvalý tok energie ekosystémem je předpokladem jeho fungování a vývoje (obr. 77). Energetickou bilanci ekosystému (Q_n) můžeme vyjádřit následující rovnicí:

$$Q_n = I_v + I_i - I_e - Ex + Im - T \pm H - (F - R),$$

kde I_v a I_i jsou hodnoty ozáření v oblasti viditelné a infračervené, I_e je energie vyzařovaná ekosystémem (půdou, vodou, organismy) do prostoru, Ex a Im jsou množství energie vázané v exportované a importované organické hmotě, T je energie využitá při evapotranspiraci (za určitých okolností, při kondenzaci a tuhnutí vody, může mít kladné hodnoty), H výměna tepla s okolím, F energie fixovaná v hrubé produkci (fotosyntéza) a R představuje energetické ztráty (uvolňování tepla) při respiraci a rozkladných procesech. Dlouhodobě je celková energetická bilance ekosystému nulová (v průběhu dne obvykle pozitivní, v noci vždy negativní). Je-li rozdíl $F - R$ rovněž nulový, je ekosystém v rovnováze. Pokud je dlouhodobě $F < R$, ekosystém žije na úkor dříve vytvořené biomasy a dochází k jeho degradaci. Jestliže je naopak $F > R$, tj. narůstá biomasa, ekosystém se vyvíjí (sukcese). Analogicky je možné vyhodnotit energetickou bilanci jednotlivých trofických úrovní ekosystému i jednotlivých druhů organismů. Pak je nutné zohlednit rozdíly v příjmu energie zejména mezi autotrofy a heterotrofy, ale také mezi poikilotermy a homoiothermy. Energetickou bilanci ekosystémů může různě ovlivnit lidská činnost a antropogenně uvolňovaná energie, v nepatrné míře také vnitrozemské teplo.

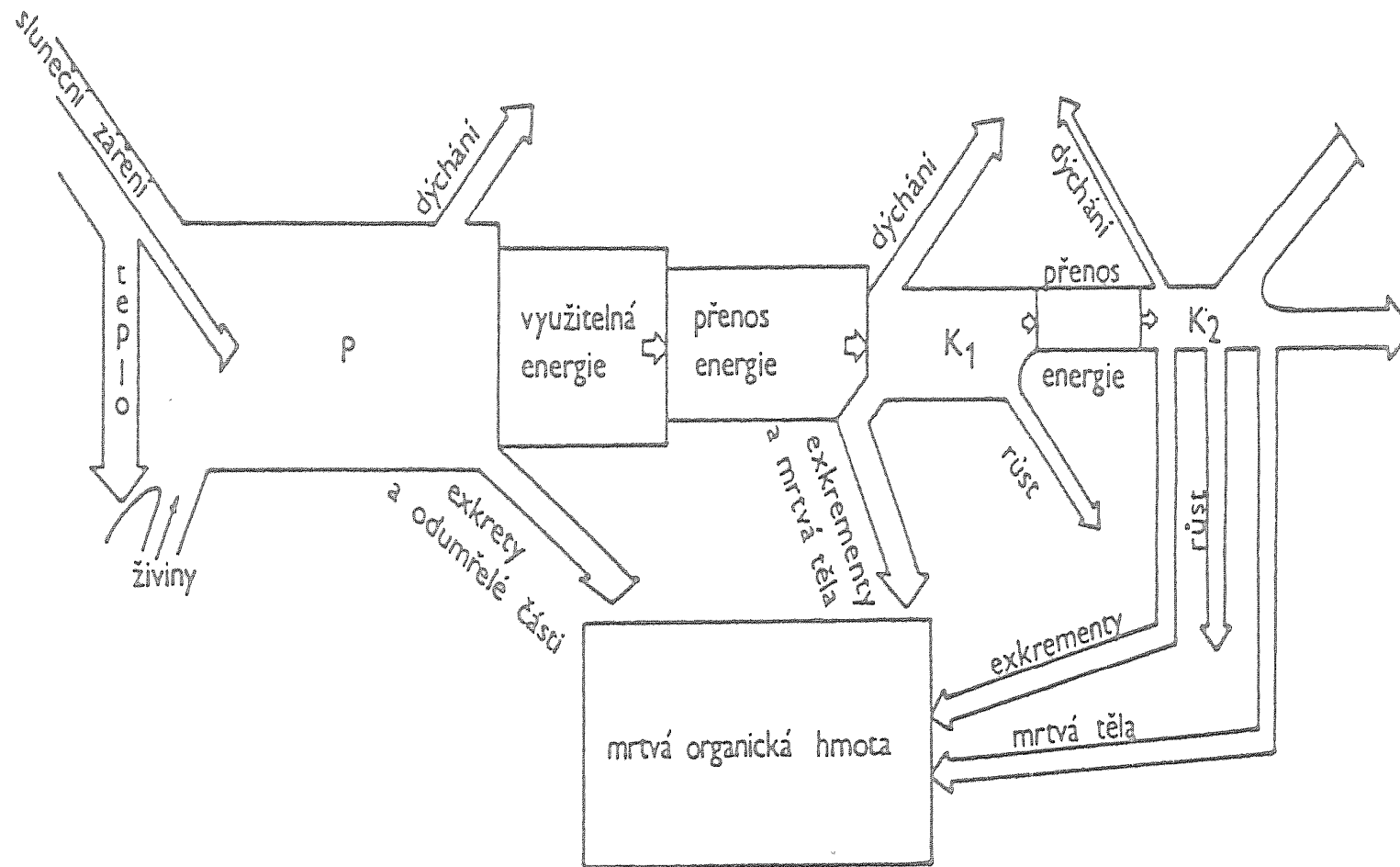
Tok energie:

Důležité cesty toku energie ekosystémem:



Tok energie:

Důležité cesty toku energie ekosystémem:

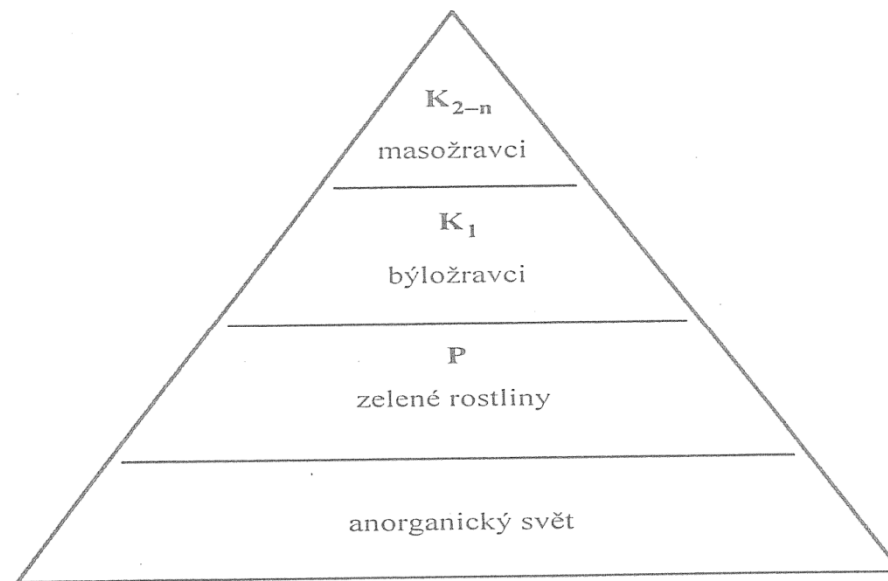


Podle Stugrena, 1986

Ekologické pyramidy:

Znázorňují trofickou strukturu ekosystému. Základem každé pyramidy je úroveň producentů a nad ní jsou umístěny další úrovně podle počtu článků příslušného potravního řetězce. Rozlišují se:

- pyramidy početnosti (zachycují přímo počty jedinců na jednotlivých úrovních)
- pyramidy biomasy (znázorňují celkovou biomasu nebo pouze produkci)
- pyramidy energie (vyjadřují toky energie)



Trofickou strukturu ekosystému lze znázornit pomocí různých typů ekologických pyramid

Obečně se velikost organismů zvětšuje a početnost snižuje směrem od producentů k vyšším řádům konzumentů

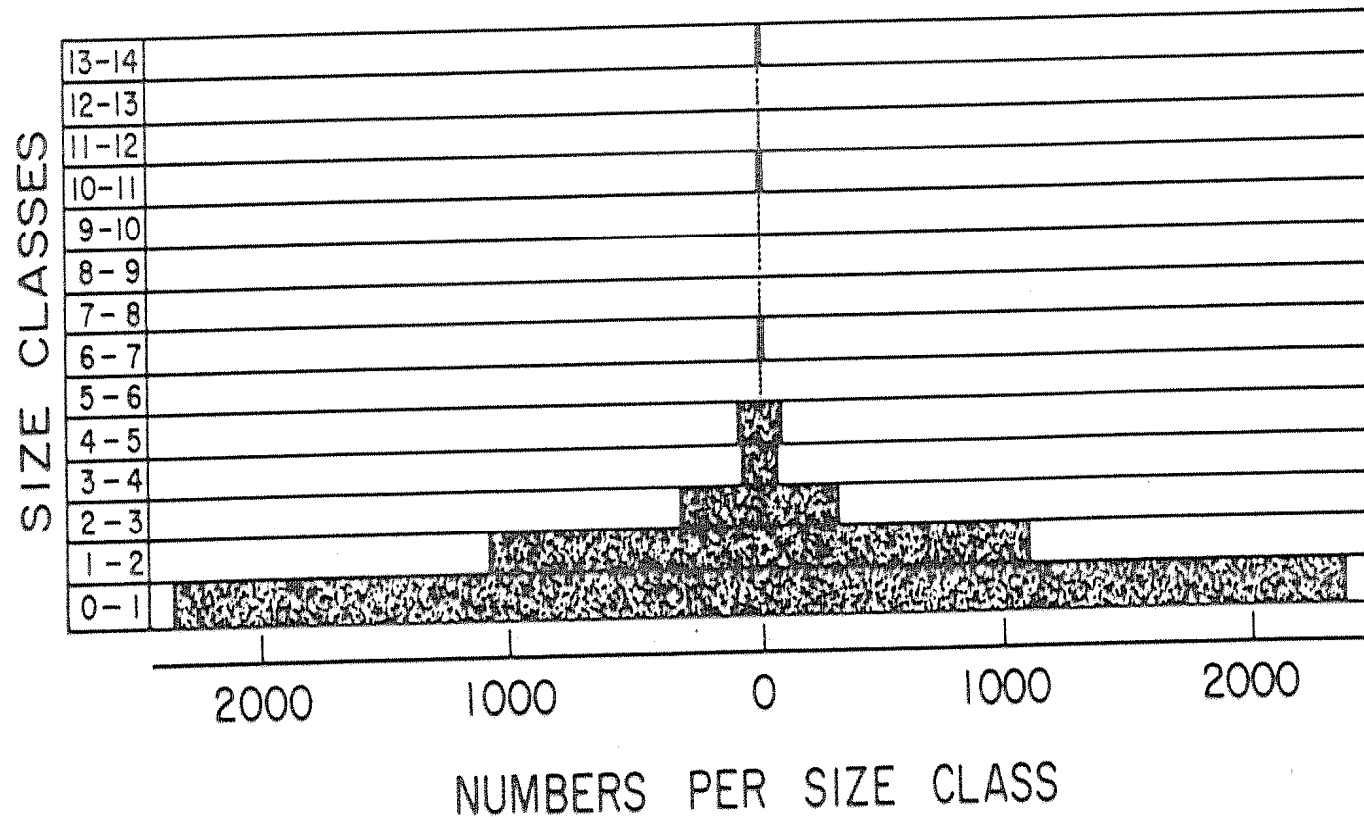
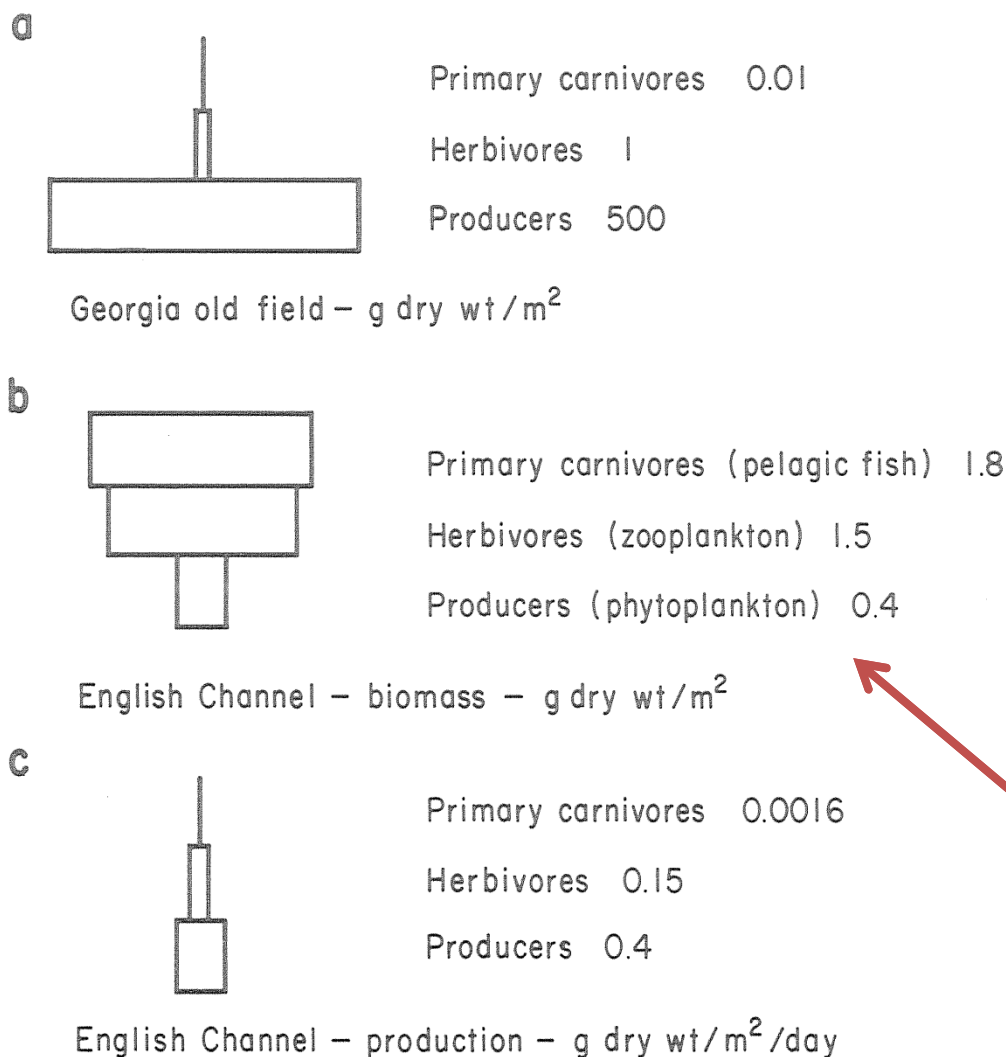


Fig. 2.4 A pyramid of numbers representing size relationships in the forest floor fauna in a Panama rain forest. The trophic relationships were inferred from size relationships (in millimeters) and were not observed directly. After Williams 1941.



Obečně v potravních pyramidách (řetězcích) množství biomasy ubývá směrem k vyšším etážím – není to ale vždy platné pravidlo

Fig. 2.6 (a) A pyramid of biomass seen in an old field in Georgia (Odum 1957). (b) An inverted pyramid of biomass in the English Channel—phytoplankton has a lower standing crop than the zooplankton and the zooplankton biomass is less than that for the fish (Harvey 1950). This inversion is possible because of the high production rates of small organisms seen in c (Harvey 1950).

Stabilita ekosystému:

Ekosytémy mohou být narušovány různými přírodními i antropogenními faktory (disturbance).

Přírodní faktory: extrémní povětrnostní výkyvy, vichřice, záplavy, přemnožení některých druhů, likvidace rostlinných druhů herbivory, oheň

Antropogenní narušování: rozmanité podoby – znečišťování ovzduší, těžba nerostných surovin, kultivace půd, zemědělská činnost + pesticidy, lesní holoseče, záměrné vypalování....

Narušení může různé povahy z hlediska četnosti působení:

- jednorázové narušení
- může se objevovat opakovaně (třeba i pravidelně)
- může působit trvale

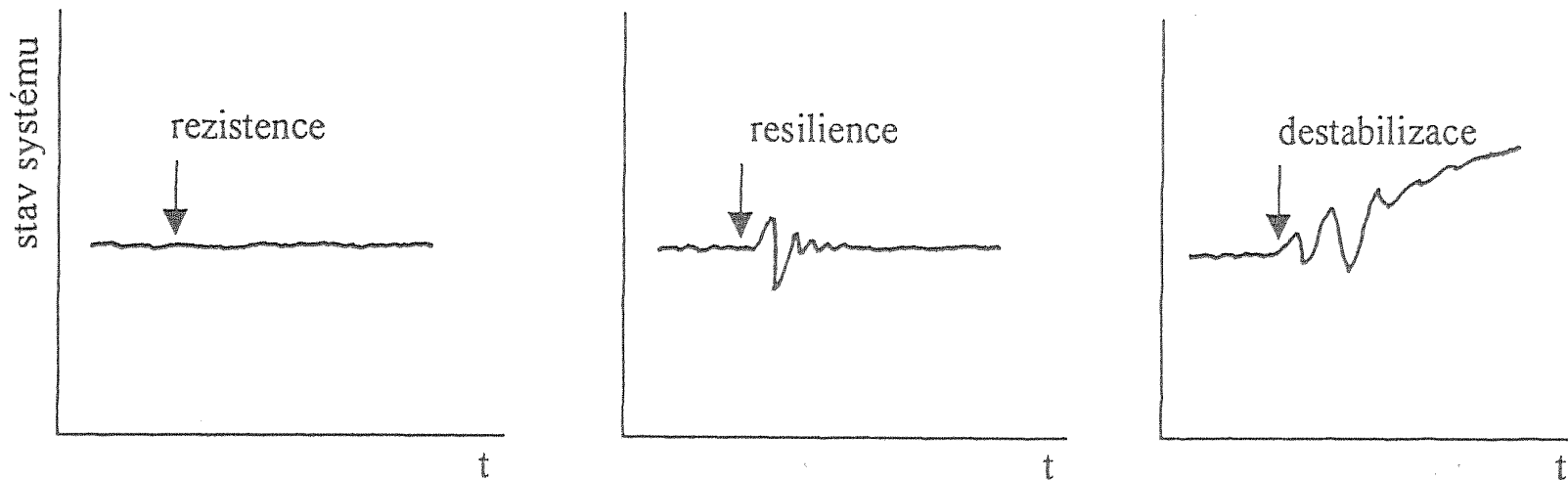
Stabilita ekosystému:

Reakce ekosystému na narušení:

Ekosystémy jsou na narušení různě citlivé.

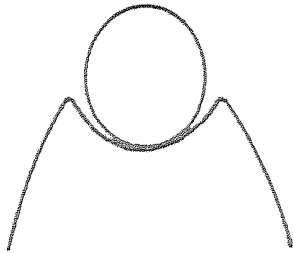
Schopnost ekosystému určitému narušení odolávat nebo se po vychýlení vracet zpět do původního stavu se nazývá STABILITA ekosystému. V tomto smyslu se rozlišuje mezi:

- rezistencí (odolností) ekosystému
- resiliencí (pružností) ekosystému



Rezistence – resilience – nestabilita ekosystémů:

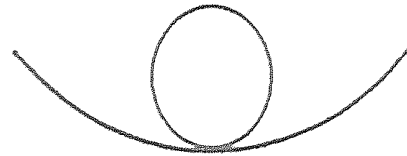
lokální
rezistence



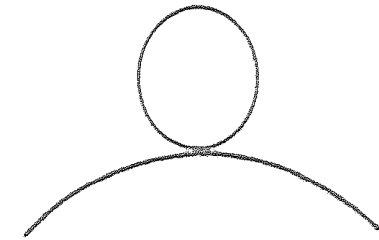
globální
rezistence



resilience



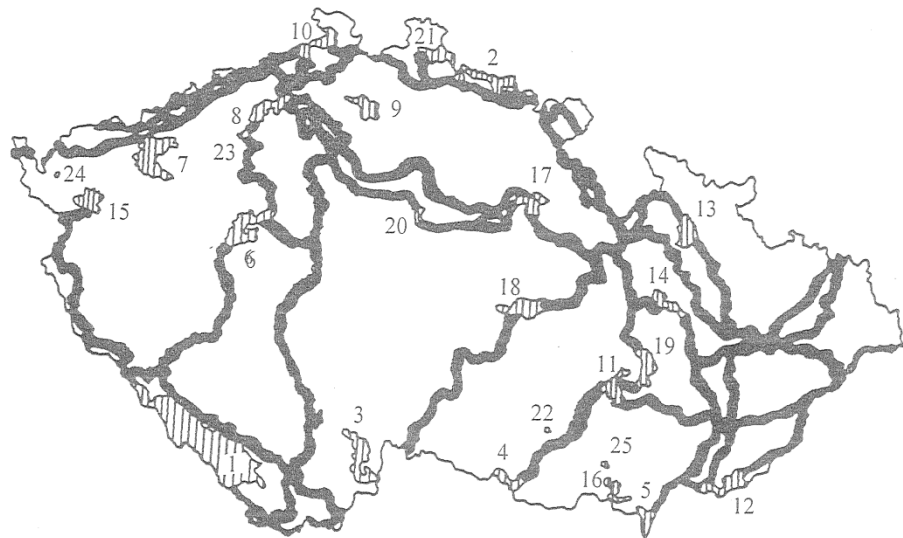
nestabilita



Podle Míchala, 1994

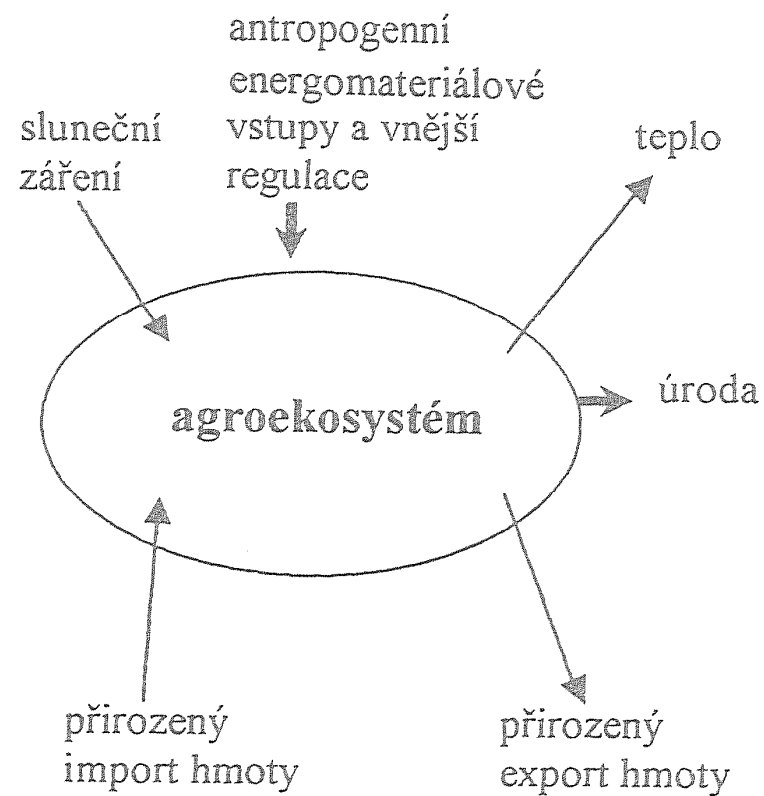
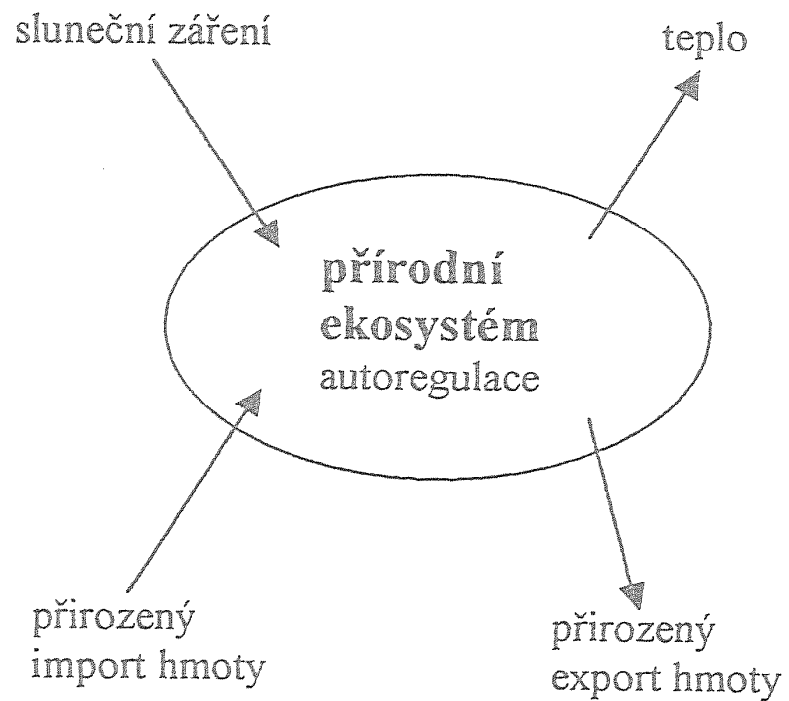
- V prostředích stabilních a předvídatelných vznikají společenstva složitá, ale křehké (nepřipravené na narušování). Disponují jen určitou mírou rezistence (lokální), ale mají nízkou resilienci.
- V prostředích proměnlivých, extrémních a nepředvídatelných vznikají společenstva jednoduchá, ale pevná nebo rychle regenerující – tedy společenstva s vysokou globální rezistencí, nebo vysokou resiliencí.
- Společenstva se složitou potravní sítí jsou většinou poměrně rezistentní ale málo pružná.
- Společenstva s jednodušší trofickou strukturou (kratší potravní řetězce – rychlejší toky energie) jsou pružnější ale s nižší rezistencí.
- Společenstva s převahou C-stratégů (= společenstva klimaxová či jemu blízká) mají obvykle vysokou lokální rezistenci ale nízkou resilienci (jejich obnova je dlouhodobý proces); u společenstev klimaxu vzdálených (je tomu naopak

Míra stability rozsáhlejšího území (krajiny) je závislá na vzájemném zastoupení labilních a stabilních (stabilizačních) ekosystémů. Krátkodobé ekonomické zájmy směřují k nastolení převahy produkčních labilních ekosystémů s potřebou velkých energetických vkladů. Dlouhodobá stabilita vyžaduje naopak převahu stabilnějších ekosystémů s omezeným hospodářským využitím. Je zřejmé, že pro dlouhodobé fungování a udržení produkčních i mimoprodukčních vlastností území je nutné dosáhnout určitého kompromisu a tím vyváženosti produkčních a stabilizačních ekosystémů. Na základě těchto skutečností byla u nás v průběhu 80. let vytvořena koncepce tzv. **územních systémů ekologické stability (ÚSES)**, která postupně doznává i praktické realizace. Jde o soustavu ekologicky stabilnějších ekosystémů a segmentů krajiny včetně různých kategorií chráněných území tvořících centra diverzity – **biocentra** vzájemně propojená tzv. **biokoridory**



Biocentra (šrafovaně) a biokoridory (černě) evropského významu; 1 – Šumava, 2 – Krkonoše, 3 – Třeboňsko, 4 – Podyjí, 5 – Soutok, 6 – Křivoklátsko, 7 – Doupovské hory, 8 – České středohoří a průlom Labe, 9 – Polomené hory, 10 – Labské pískovce, 11 – Moravský kras, 12 – Javorina-Čertoryje, 13 – Hrubý Jeseník, 14 – Litovelské pomoraví, 15 – Slavkovský les, 16 – Pálava, 17 – Poorlicko, 18 – Žďárské vrchy, 19 – Drahansko, 20 – Polabský luh, 21 – Jizerské hory, 22 – Mohelno, 23 – Oblík-Raná, 24 – Soos, 25 – Pouzdřanské kopce. Podle Bínové a Culka

Vstupy energie a hmoty u přirozeného ekosystému a agroekosystému:



Hotové seminární práce na eko-zoologická témata zasílejte na níže uvedenou e-mailovou adresu:

Marek Seidenglanz

E-mail: seidenglanz@agritec.cz