



Základy ekológie 6

Ekosystém



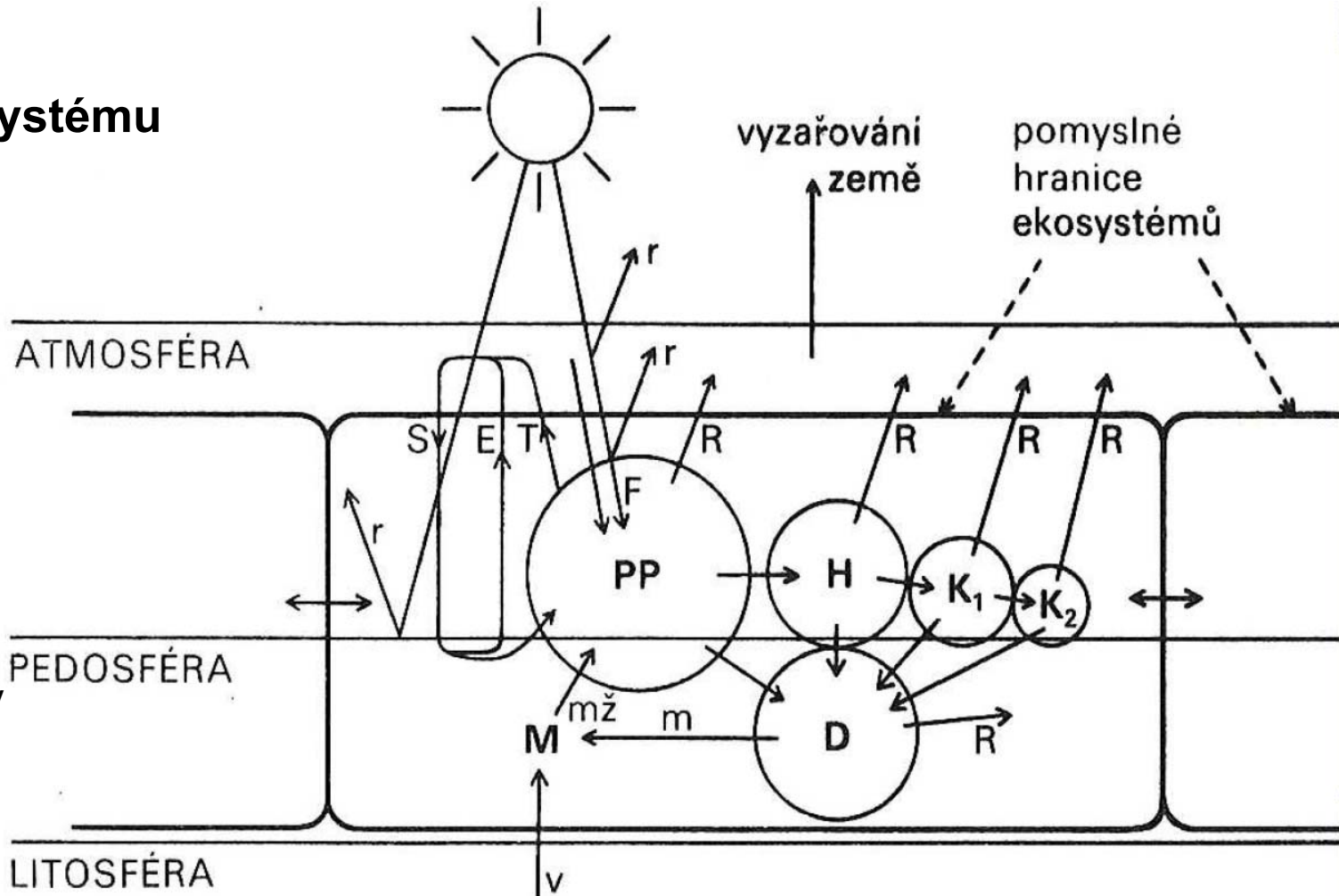
- = **system, kde sú organizmy vo vzájomných vzťahoch spolu s prostredím (Tansley 1935)**
 - **biocenóza tvoriaca funkčný systém s prostredím (Duvigneaud 1988)**
 - = **biogeocenóza (Sukačev 1964)**
 - = **geobiocenóza (Zlatník 1976)**
 - najkomplexnejšia úroveň biologickej organizácie
 - základná funkčná jednotka prírody
 - komplex prvkov/zložiek
 - komplex interakcií
- system** – komplex prvkov, ktoré sa navzájom neprestajne ovplyvňujú a vytvárajú tak určitý celok
- celok má novú kvalitu, ktorá prevyšuje súhrn zložiek

$$1+1+1+1+1 = \infty \quad (\text{☺})$$

Model ekosystému

PP – primárne producenty
 H – herbivory
 K – karnivory rôznych stupňov
 D – dekompozítory

 R – respirácia
 E – evaporácia
 S – zrážky
 T – tranpirácia
 F – fotosyntéza
 r – reflexia slnečného žiarenia
 M – minerálne živiny v pôde,
 mž – tok minerálnych živín,
 m – mineralizácia organických látok,
 v – zvetrávanie materskej horniny



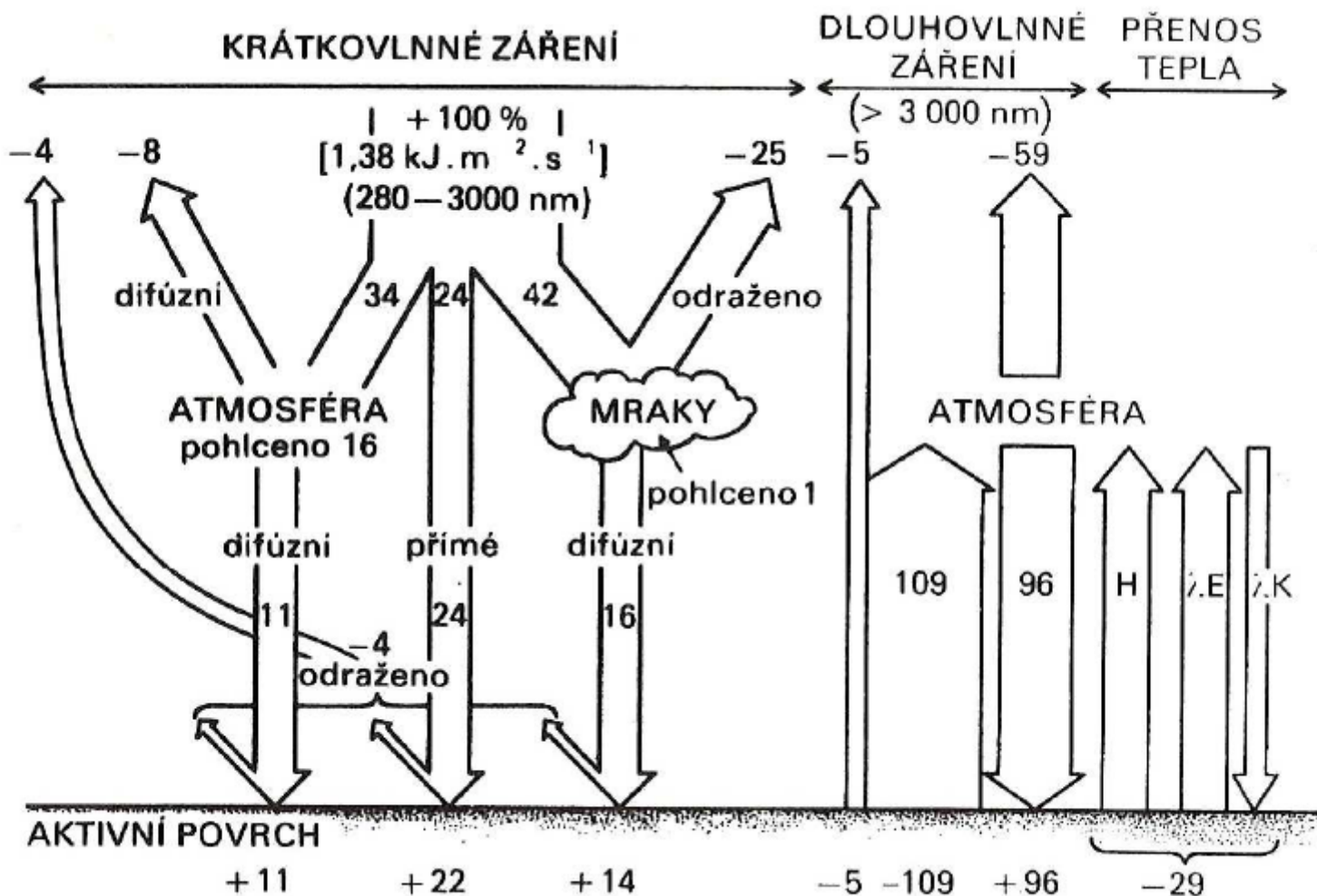
Vlastnosti ekosystému



- samovoľné fungovanie a vývoj
- látková výmena hmoty a energie
 - analógia metabolizmu pri organizmoch
- termodynamicky otvorený systém
 - termodynamicky nezvratné (ireverzibilné) deje
 - zákon zachovania energie
 - zákon o premene energie
 - prísun energie (slnečné žiarenie) a látok
 - plyny, voda, minerálne látky
 - strata energie a hmoty
 - vyžarovanie, premena skupenstva, prenos vzduchom, biochemické procesy, respirácia (energia uvoľnená vo forme tepla)
 - export organickej hmoty, odtok vody a rozpustených živín, ...

- schéma globální energetické bilance Zeme

– v % solárnej konštanty



Vlastnosti ekosystému

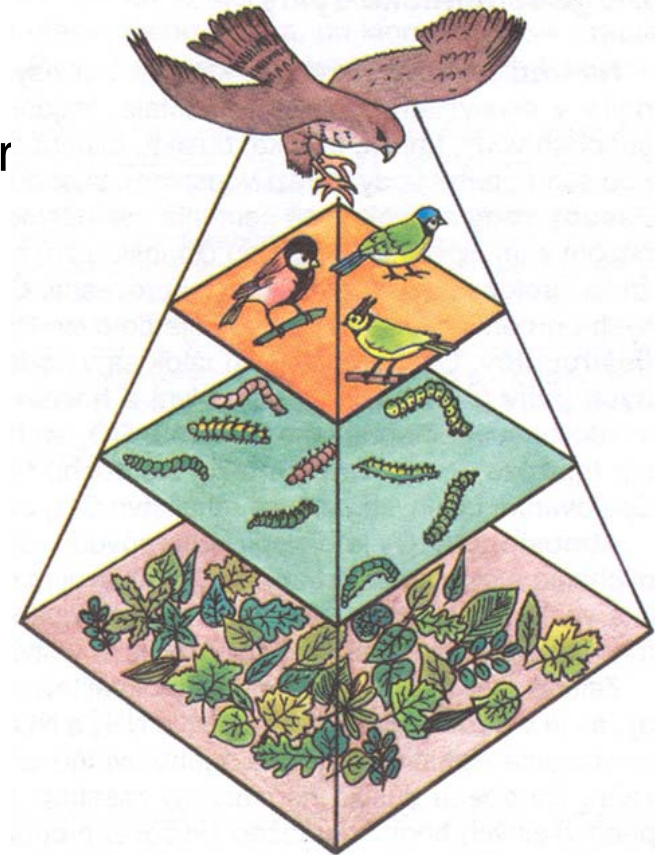


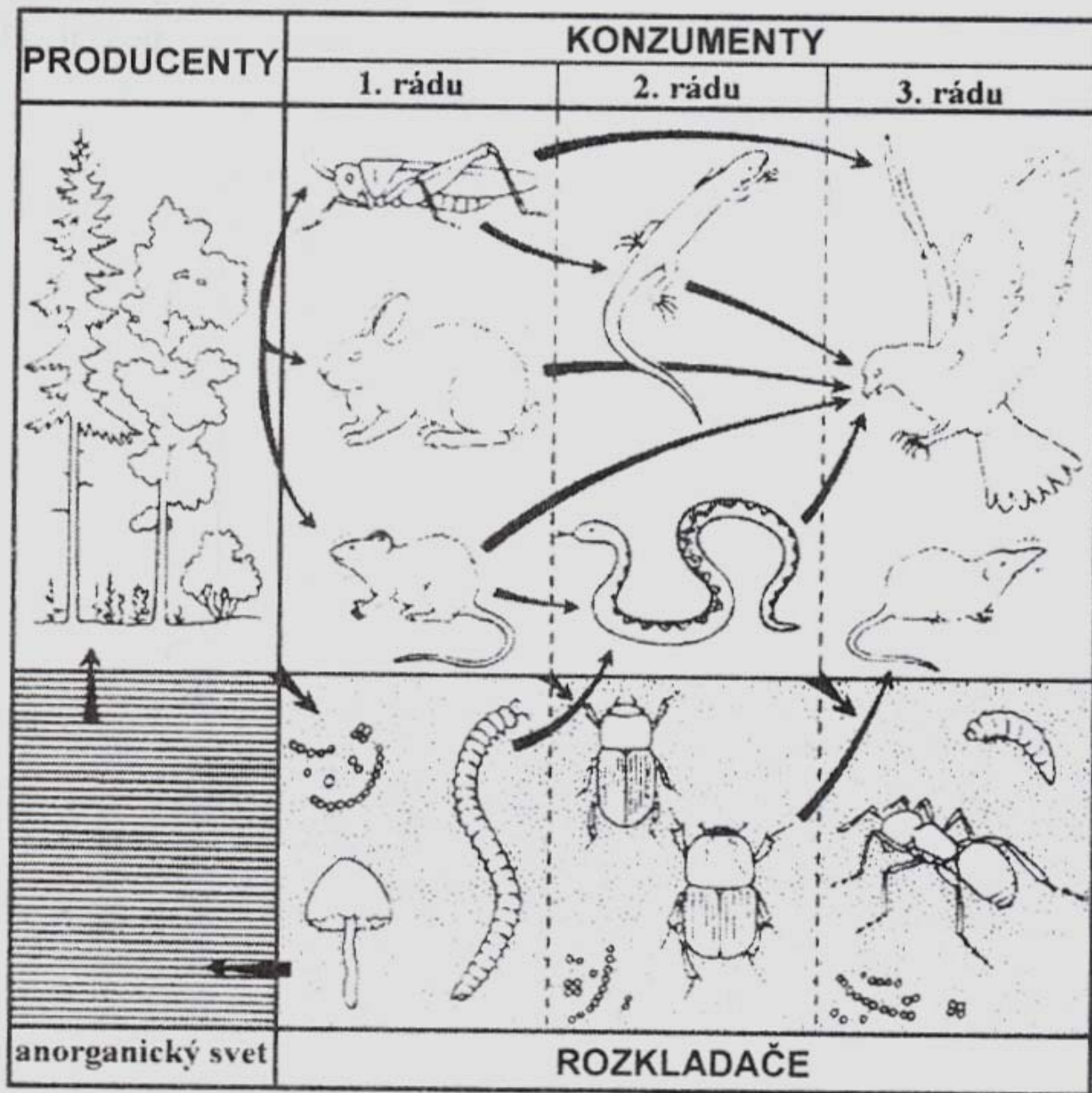
- zložky
 - organizmy – ...
 - prostredie – ...
- produkcia biomasy, kolobehy látok, biogeochemické cykly
 - cyklus energie, biomasy, vody, uhlíka, dusíka
- autoregulácia
 - schopnosť pružne reagovať na zmeny podmienok
- autoreprodukcia
 - regenerácia, obnovovanie zložiek a funkcií
- evolúcia
 - postupný vývoj smerom k efektívnejšiemu využívaniu zdrojov, lepšej organizácii a rovnováhe s prostredím

Trofická štruktúra ekosystému

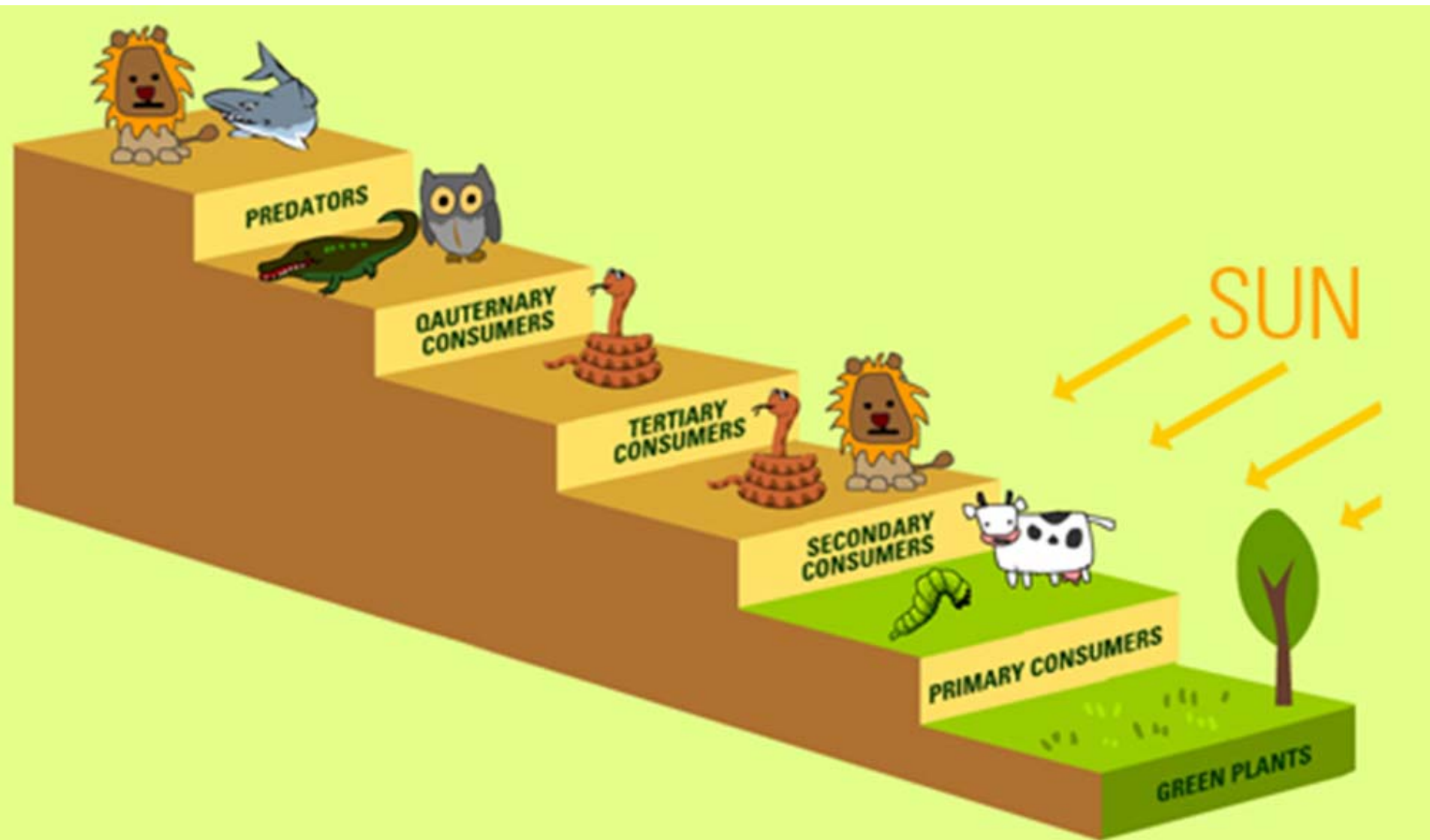


- **producenty** (výrobcovia)
 - primárne producenty
 - autotrofné organizmy – zelené rastliny, lišajníky
- **konzumenty** (spotrebitelia)
 - **heterotrofné organizmy**
 - herbivory, karnivory, omnivory, detrivor
 - **potravné (trofické) stupne**
 - konzumenty 1., 2. ... X. rádu
 - **trofické pyramídy** →
 - **potravné (trofické) reťazce**
 - detritový
 - herbivorný (pastevno-koristnícky)
 - reťazce parazitov



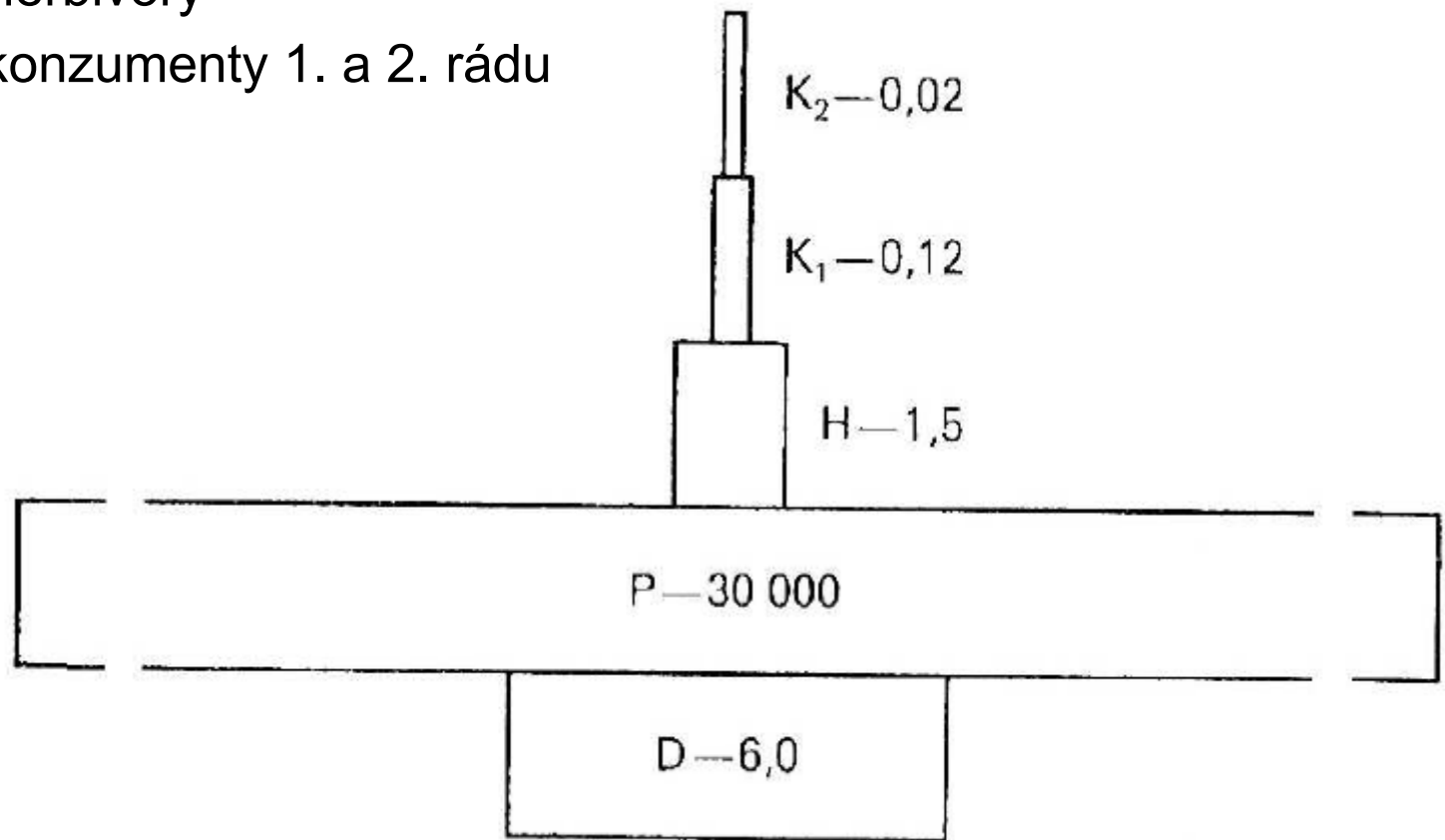


- trofické úrovně



- **trofická pyramída v temperátnom listnatom lese**

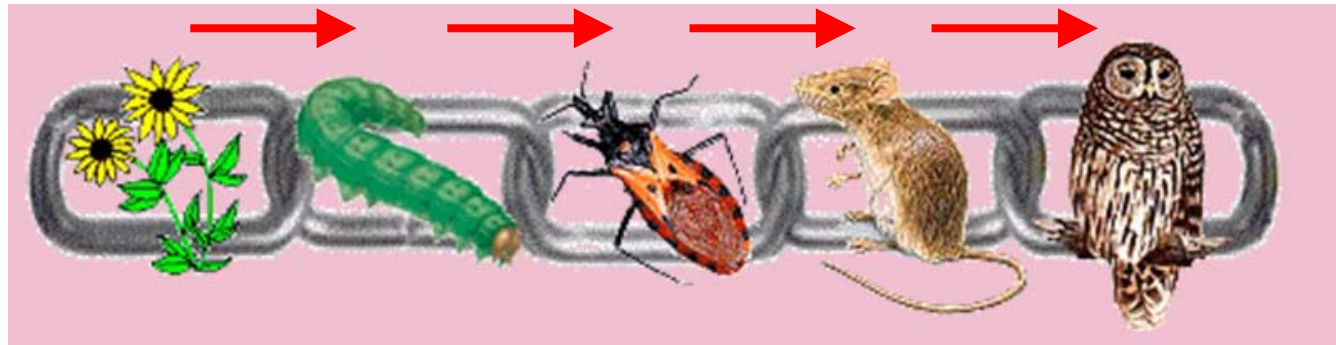
- g.m^{-2}
- D – dekompozítory
- P – primárne producenty
- H – herbivory
- K – konzumenty 1. a 2. rádu



Trofické reťazce



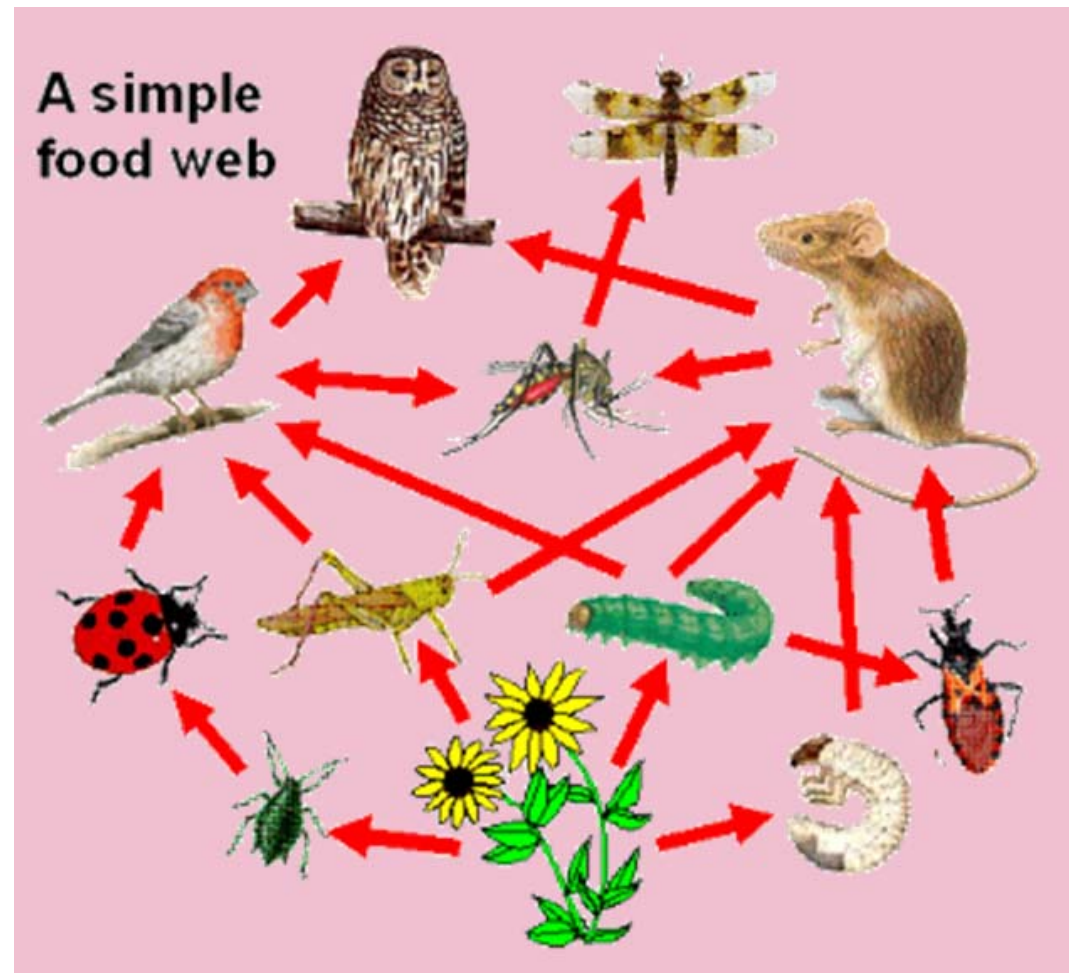
- sled potravinových stupňov
- presun látok a energie medzi organizmami
 - pri každom prenose strata energie
 - dýchanie, pohyb, teplo, organické látky na stavbu tela
 - 80–90 % chemickej energie sa stráca vo forme tepla
 - ➔ obmedzený počet stupňov na 3–5
 - znižovanie množstva biomasy s rastom trofickej úrovne
- v každom ekosystéme je špecifická trofická sieť vzťahov



- trofické reťazce



- trofické siete



- zvyšovanie koncentrácie toxických neodbúrateľných látok so zvyšovaním trofickej úrovne
 - príklad ťažko rozložiteľného pesticídu DDT
 - 528 000 x znásobená koncentrácia v tele kormorána

Články potravného reťazce	Residua DDT ppm ²)
Voda	0,00005
Plankton	0,04
Ryby z čeledi <i>Atherinidae</i>	0,23
Ryby <i>Cyprinodon variegatus</i>	0,94
Štikovité ryby (dravci)	1,33
Ryby <i>Scomberesox scaurus</i> (dravci)	2,07
Volavky (živíci se drobnými živočichy)	3,57
Terejové (živíci se drobnými živočichy)	3,91
Rackové (živíci se drobnými živočichy)	6,00
Vejce orlovce říčního	13,80
Morčáci (živí se rybami)	22,80
Kormoráni (živí se většími rybami)	26,40

Detritový potravný reťazec



- **umožňuje kolobeh uhlíka, živín a minerálnych látok v ekosystéme**
- **opad**
 - mŕtva biomasa, „vstupný materiál“
- **detritus**
 - produkt počiatočného rozkladu opadu a materiál pre ďalší rozklad
- **dekompozítory (rozkladači)**
 - detrivory, transformátory, remineralizátory, fixátory dusíka
 - heterotrofné organizmy, saprofágy
 - mikroorganizmy a huby
 - pôdne živočíchy
 - saprofágy aj predátory
- **krátky cyklus minerálnych látok**
 - od odumretého opadu k jeho mineralizácii
 - 99 % fytomasy
- časť rozkladajúcej sa organickej hmoty zostáva väčšinou po určitú dobu v pôde **vo forme humusu** – organickej pôdnej hmoty

Decomposition Process



Simplified Detritus Food Chain



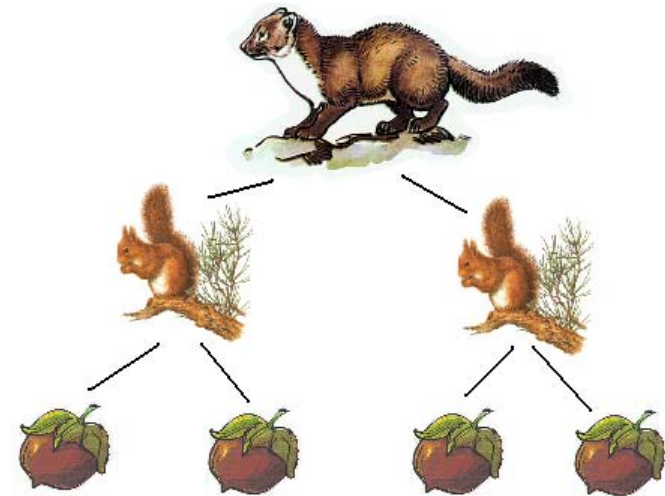
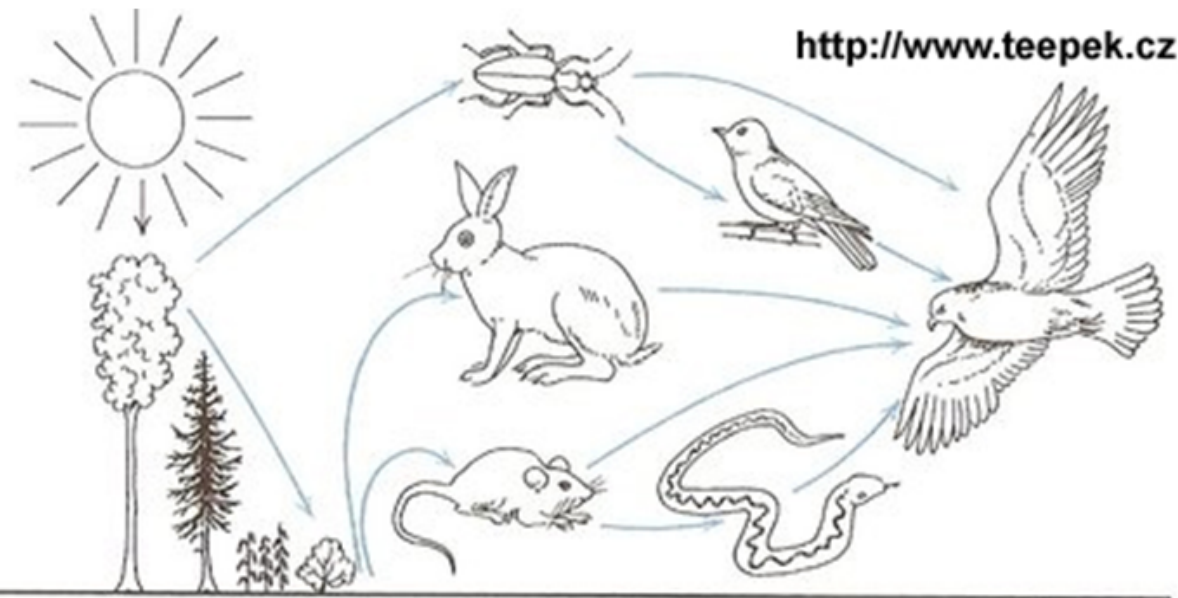
Pastevno-koristnícky potravný reťazec



- biomasa primárnych producentov
- herbivory
 - konzumenty 1. rádu
 - bylinožravce
 - fytofágny hmyz
- všežravce
 - konzumenty 1. až 2. rádu
- karnivory
 - mäsožravce
 - konzumenty 2. až X. rádu
- počet jedincov a biomasa populácií sa znižuje ale veľkosť jedincov sa zvyšuje
 - celková biomasa suchozemských živočíchov tvorí ca 0,16 % biomasy rastlín
 - v moriach zoomasa 2–3 x vyššia oproti momentálnej biomase fytoplanktonu (vďaka rýchlemu množeniu fytoplanktonu v priebehu roka)

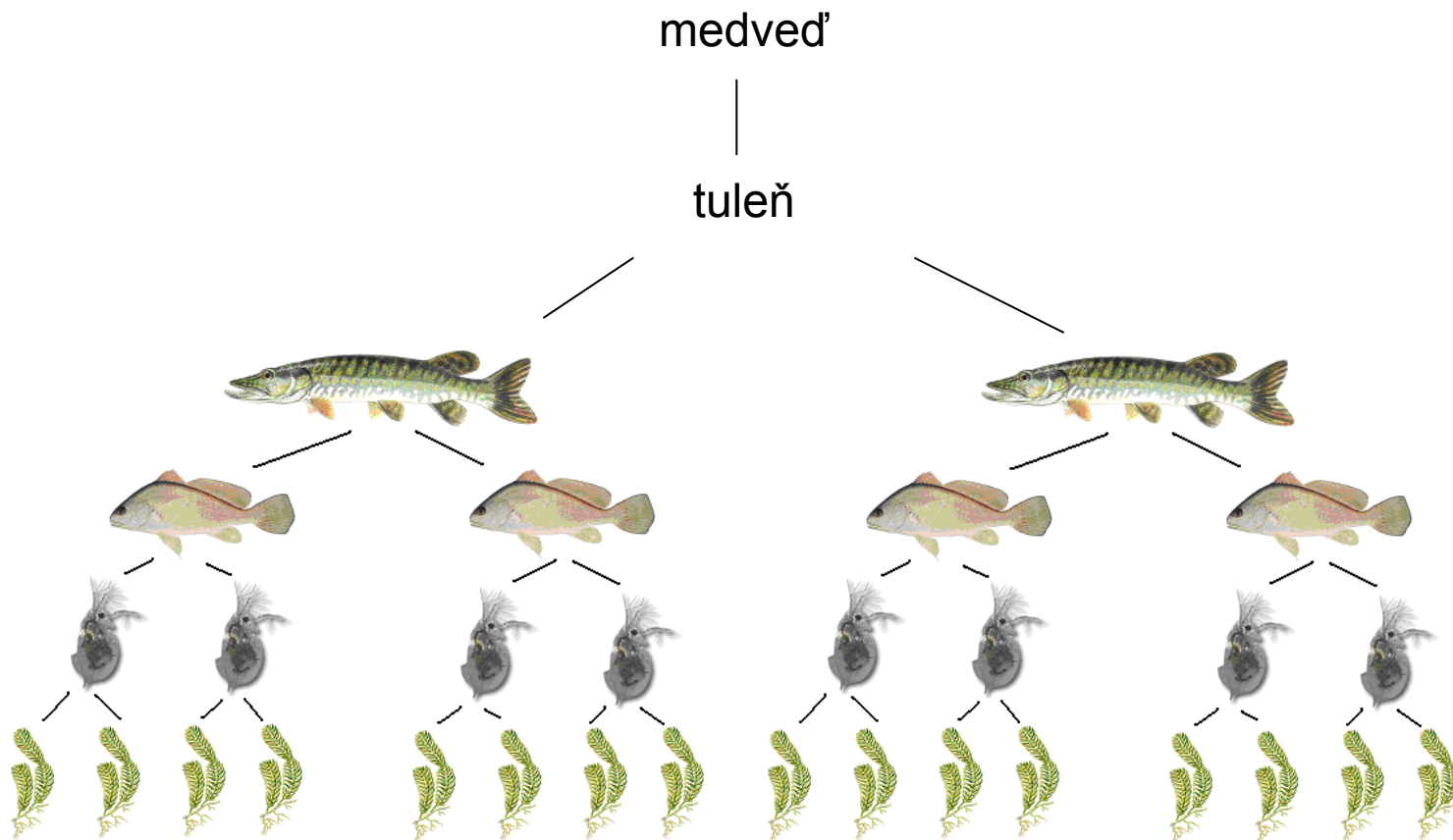


- příklady suchozemských pastevnícko-koristnických reťazcov
 - malé herbivorné hlodavce → malé šelmy → veľké šelmy a dravce
 - fytofágny hmyz → zoofágne vtáky → dravce



- příklad mořského trofického řetězce

- vodné rostliny a/alebo fytoplankton → zooplankton → malé dravé ryby → velké dravé ryby → tulene, kytovce → ľadový medveď

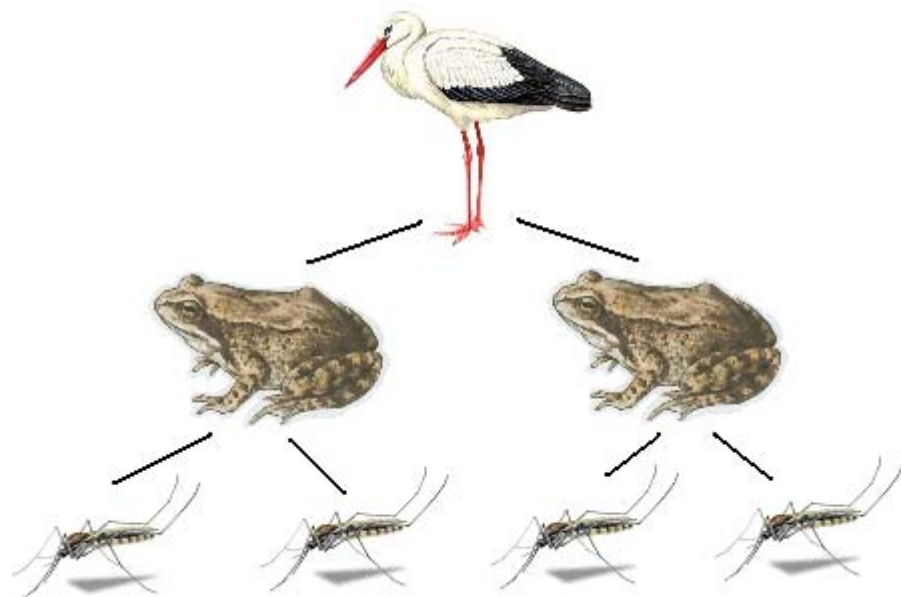


Ret'azec parazitov



- hostiteľ
 - rastlina alebo živočích
- parazit
 - parazit 1. rádu
- hyperparazit
 - parazit 2. rádu parazitujúci
- počet jedincov sa zvyšuje ale veľkosť zmenšuje





- ekologické pyramídy

početnosti

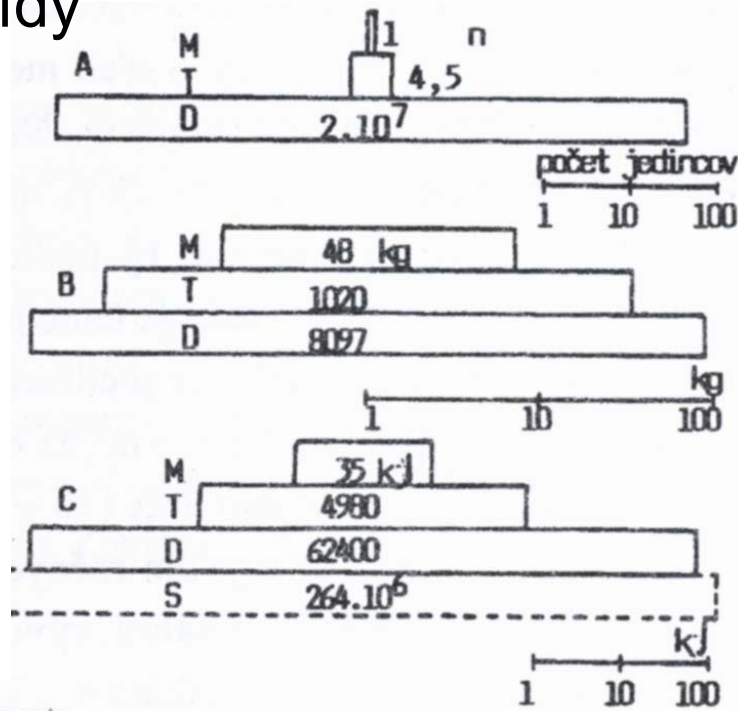
– počty jedincov

biomasy

– g/m²

produkcie

– kJ/čas

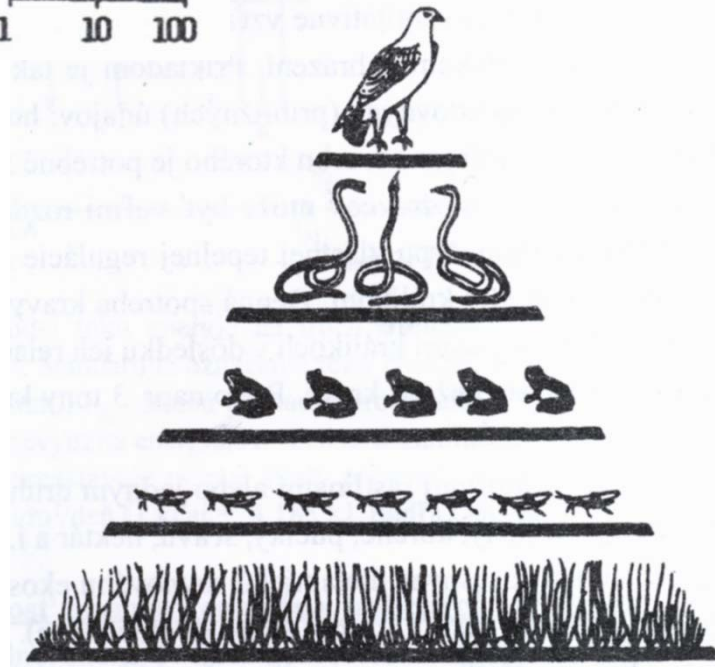
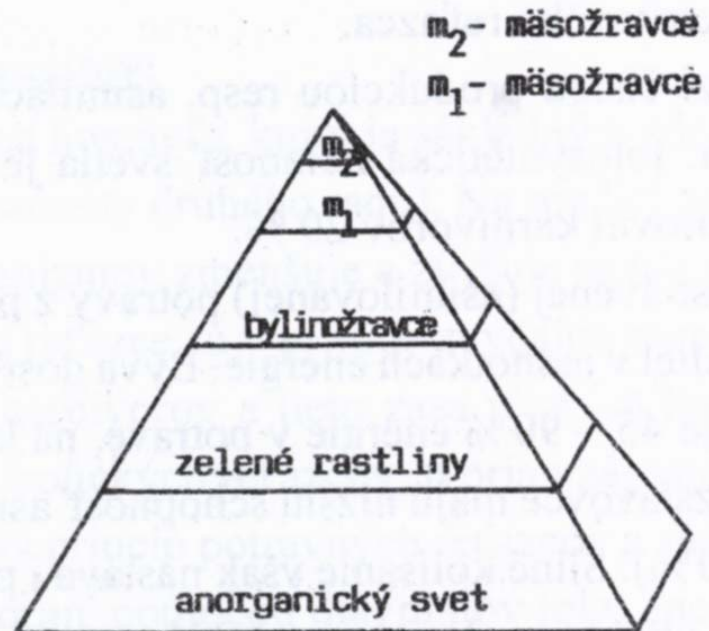


M – chlapec

T – teľa

D – d'atelina

S – slnko



Produkcia ekosystému



- **produkcia organickej hmoty**
organická hmota = biomasa
 - tvoria ju všetky organizmy v ekosystéme
 - **živá** biomasa
 - fytomasa, zoomasa
 - **mŕtva** biomasa (nekromasa)
 - **opad** (rastlín)
 - **humus**
- **primárna produkcia**
 - (fyto)masa autotrofných organizmov
- **sekundárna produkcia**
- **produktivita**
 - výkon, rýchlosť vo vytváraní biomasy
 - prírastok/odobie
- **miery produkcie a produktivity**
 - hmotnosť sušiny/plocha
 - energia (kJ)/čas



Primárna produkcia



- **produkcia primárnych producentov**
 - **autotrofné rastliny** (a chemotrofné baktérie)
 - viažu a premieňajú slnečnú energiu do chemických väzieb produktov fotosyntézy
 - žiarenie + CO_2 + H_2O + živiny a stopové prvky
 - energia žiarenia slnka
 - solárna konštanta $1,38 \text{ kJ.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$
 - priemerne len 0,8 % solárnej konštanty využité na fotosyntézu
 - FAR fotosynteticky aktívna časť spektra
 - rýchlosť a efektivita fotosyntézy
 - závisí od intenzity žiarenia, dĺžky dňa, teploty, vlhkosti
 - líši sa podľa druhu

Primárna produkcia



- **hrubá produkcia P_G**
 - celkový produkt fotosyntézy (celková asimilácia)
 - merateľná ako čistá produkcia mínus respirácia
- **čistá produkcia P_N**
 - množstvo asimiláciou vzniknutej organickej hmoty, ktorá zostane po strate jej časti dýchaním
 - (čistá asimilácia)
- **dýchanie**
 - aerobná oxidácia
 - **strata organickej hmoty (priemerne 30–40 %)**
 - uvoľňovanie CO_2 a H_2O , energie
- **rýchlosť dýchania (respirácie) R**
 - úmerná množstvu biomasy a rýchlosti rastu
 - stúpa s teplotou
- **prírastok biomasy**
 - $P_N = P_G - R$
 - ak je $P_N > 0$ ako R

Primárna produkcia a jej ďalšie využitie

P_G – hrubá primárna produkcia
prírastok trvalej biomasy
primárnych producentov

R – úbytok biomasy dýchaním
rastlín

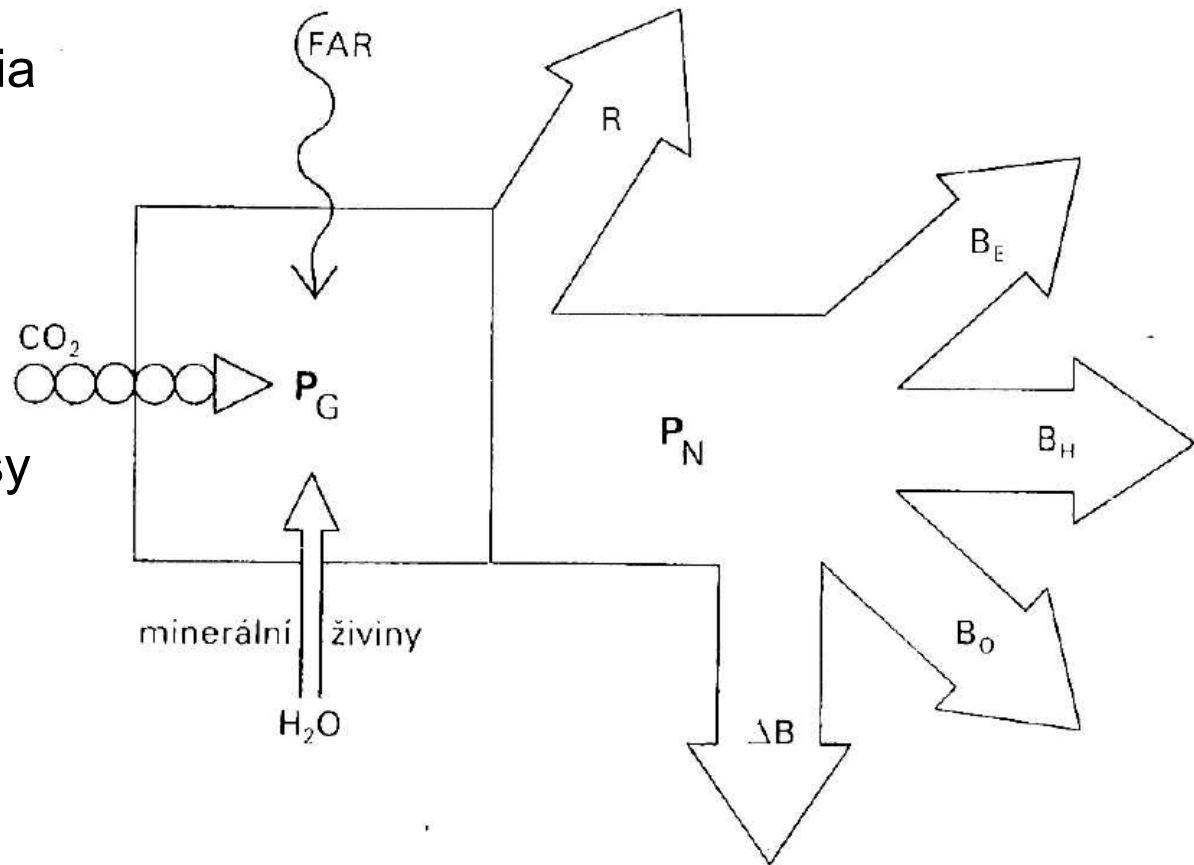
P_N – čistá primárna produkcia

B_E – export biomasy (mimo
ekosystém)

B_H – biomasa spotrebovaná
herbivormi

B_O – opad

ΔB – prírastok trvalej biomasy
primárnych producentov



Využitie primárnej produkcie



- **ročný prírastok biomasy rastlín ΔB**
 - v lesníctve prírastok drevnej hmoty
 - mení sa s vekom stromov
 - pri bylinách prírastok len v biomase koreňov
- **biomasa opadu B_O**
 - v lesných ekosystémoch priemerne 70–80 % P_N
 - ekosystémy trávnych porastov až 100 % nadzemnej biomasy
- **skonzumovaná biomasa herbivormi a fytofágmi B_H**
 - počiatok reťazca pastevno-koristníckeho
 - v lesoch len 1 %, pri pasienkoch až 60 % pri fytoplanktóne až 100 % ročnej P_N
- **export biomasy B_E**
 - ťažba, zber plodov, odplavovanie, odvievanie, migrácia živočíchov



export biomasy B_E
ca 300 t/ha v roku ťažby
-- hospodársky les



Sekundárna produkcia

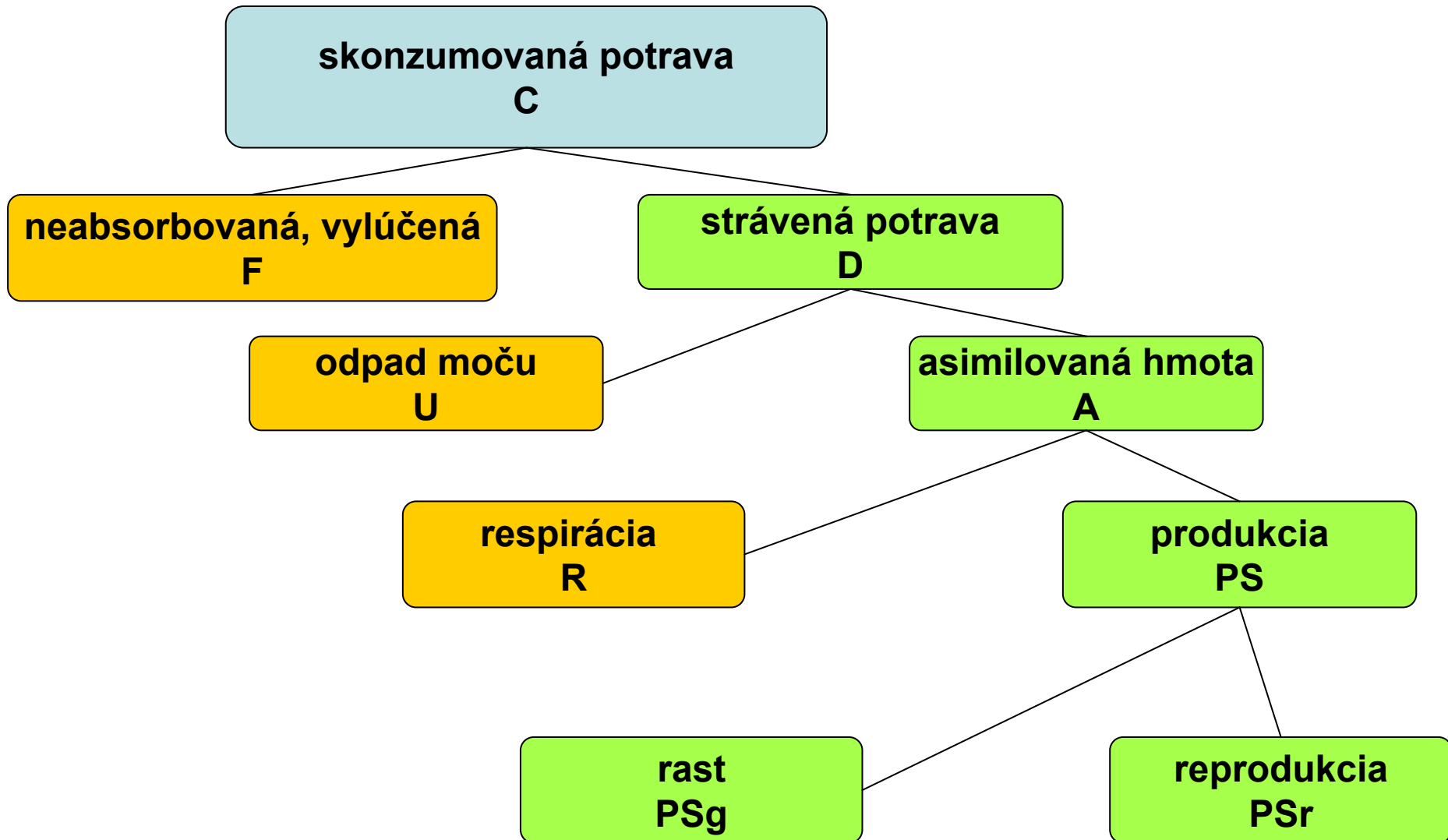


- sekundárne producenty
 - heterotrofné organizmy
 - baktérie, huby, živočíchy, nezelené rastliny
- pestrosť a odlišný charakter organizmov komplikuje stanovenie sekundárnej produkcie
 - nutné poznať početnosti jednotlivých druhov
 - často sa stanovuje na úrovni jedinca alebo populácie

Časti metabolizmu heterotrofných organizmov

Pojem	Definícia	Symbol	Vzorec
asimilácia	absorbovaná energia (hmota)	A	$A = C - F - U$
eliminácia	straty energie uhynutím, zvliekaním	E	
uria	močom alebo kožou vylúčená hmota	U	
faeces	exkrementy, neabsorbovaná časť konzumácie	F	
konzumácia	potravou prijatá energia	C	
rast	tvorba telových tkanív	PSg	
reprodukcia	tvorba potomstva	PSr	
produkcia	vytvorená hmota tkanív a potomstva	PS	$PS = A - R$ $PS = PSg + PSr$
digesta	strávená hmota	D	$D = A + U$
respirácia	hmota spotrebovaná pri látkovej výmene	R	$R = A - PS$

Delenie hmoty a energie prijatej živočíchom



Metódy stanovenia sekundárnej produkcie



- laboratórne a terénne
- na úrovni jedinca, populácie, spoločenstva
- laboratórne
 - meraný **príjem** energie,
 - **výdaj** trusu a moču, spotreba kyslíka, výdaj CO₂, výdaj tepla
 - **bazálny metabolizmus** – v kľudových podmienkach, v teréne približne dvojnásobné hodnoty
- terénne metódy
 - **kohortová** – na základe rastu častí populácie
$$PS = B_E + (B_t - B_0)$$
kde B_E – biomasa chýbajúcich jedincov (mortalita + emigrácia)
$$B_t$$
 – biomasa jedincov na konci sledovania
$$B_0$$
 – biomasa jedincov na začiatku sledovania

Metódy stanovenia sekundárnej produkcie



- terénne metódy
 - **kontinuálna**
 - pri živočíchoch, kde sa kohorty (generácie) pri plynulom rozmnožovaní vzájomne prekrývajú
 - PS ako súčet produkcií zistených ako denné prírastky jednotlivých štádií (Δm) krát počet jedincov (N) počas dĺžky trvania štádia (t):

$$PS = \sum N \cdot \Delta m / t$$

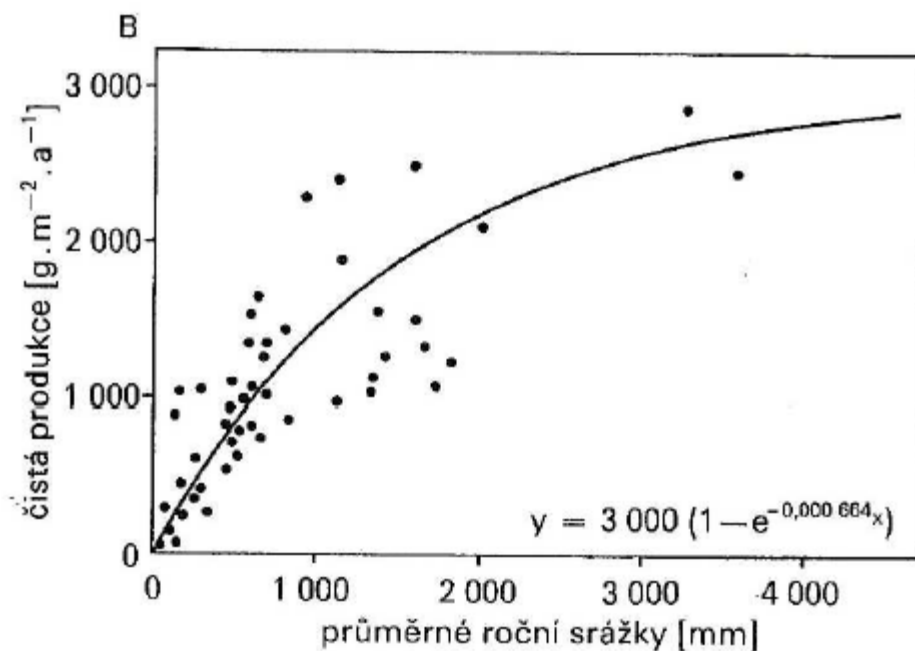
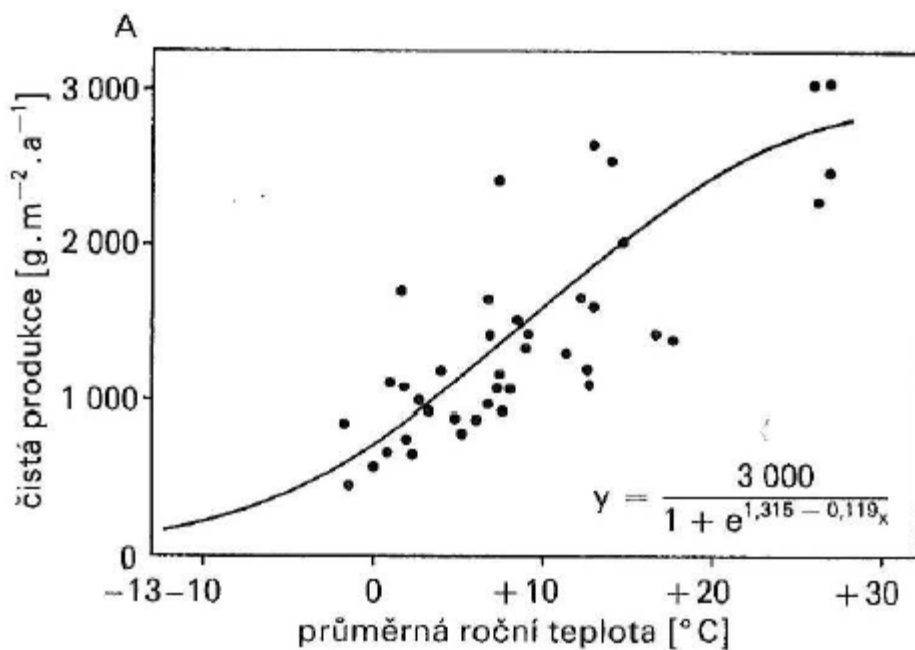
- sekundárna produkcia cenóz
 - ako súčet PS populácií

Produkcia a biomasa v rôznych ekosystémoch

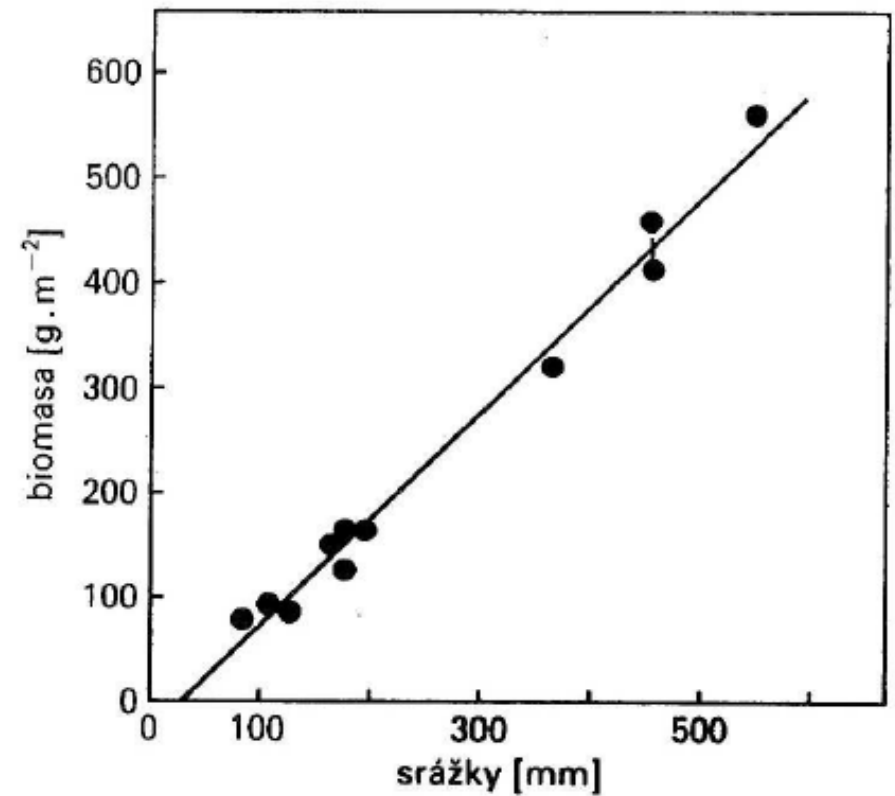


- **odlišuje sa podľa základných biómov**
 - terestrické x morské a limnické ekosystémy
 - podmienená najmä klimaticky a
 - lokálnymi stanovištnými podmienkami
- **hlavné faktory primárnej produkcie ekosystémov**
 - typ klímy – arídna x humídna, kontinentálna x oceánická
 - klesá od rovníka k pólom s rastom zemepisnej šírky
 - klesá s poklesom teplôt, dĺžky vegetačného obdobia a zrážok

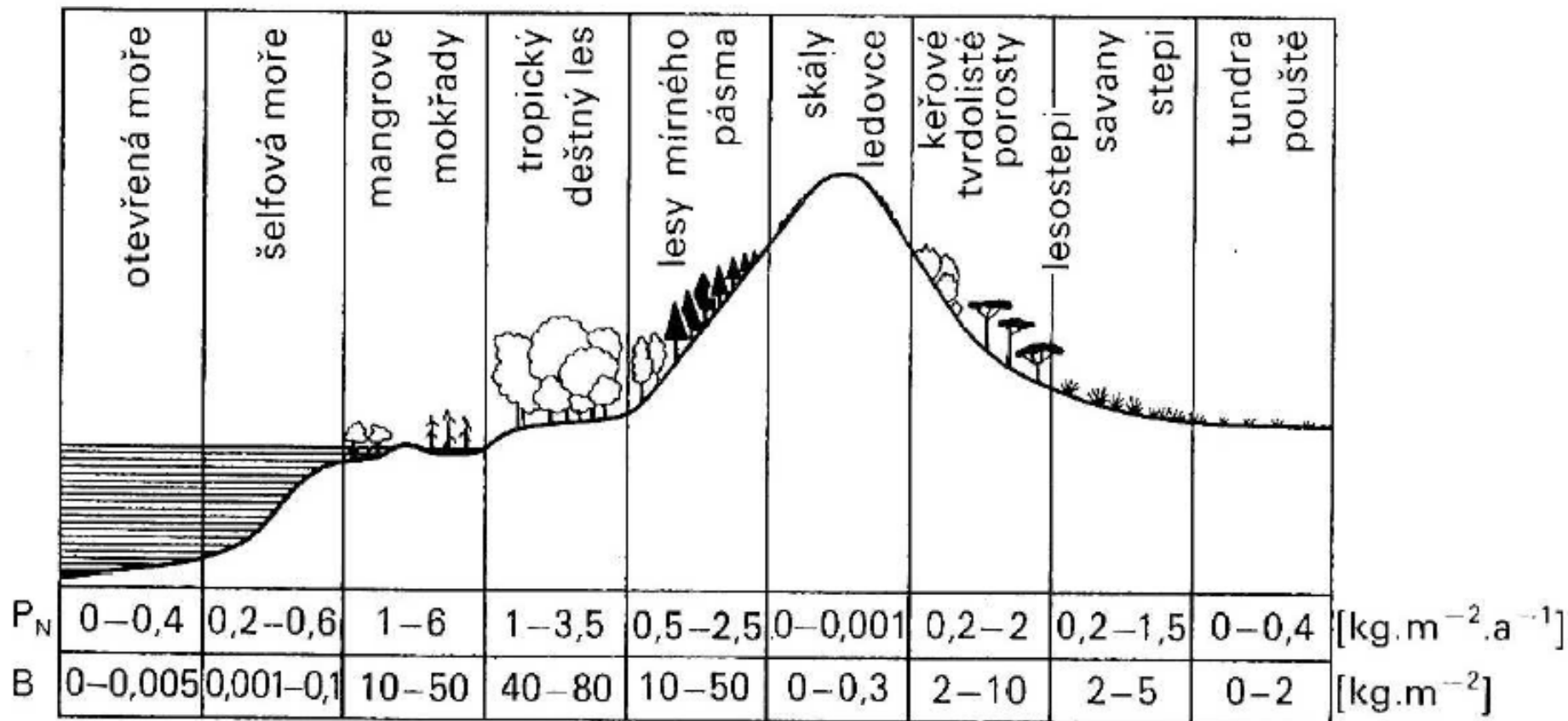
- závislosť primárnej produkcie biomasy na priemernej ročnej teplote a zrážkách



- závislosť produkcie biomasy na ročnom množstve zrážok v savane JZ Afriky

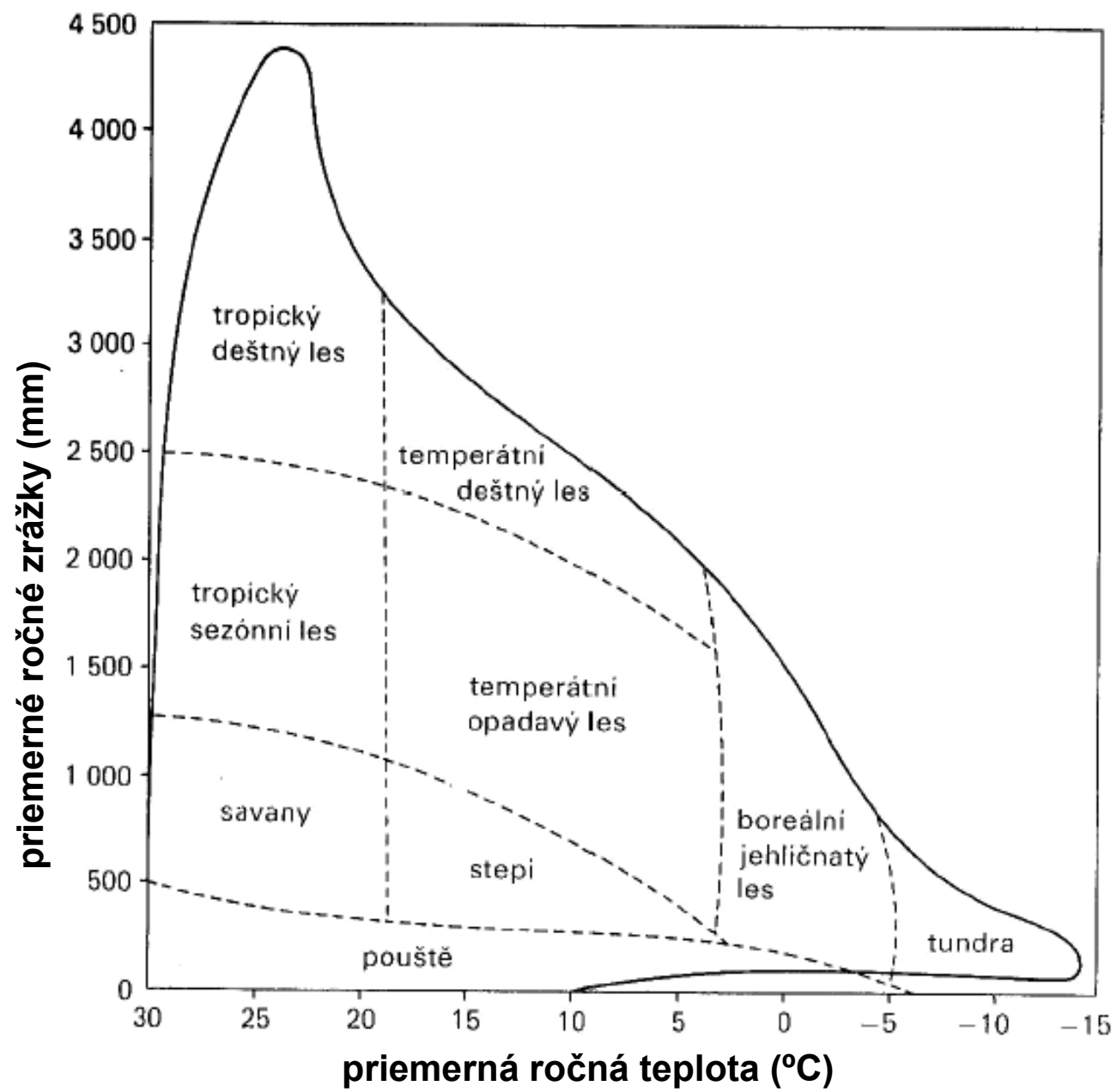


Produkcia a biomasa v rôznych ekosystémoch



PN – čistá ročná produkcia

B – biomasa na plochu (10 kg.m⁻² = 100 t.ha)



Porovnanie čistej ročnej produkcie a biomasy biómov Zeme

Bióm	Plocha (mil.km2)	PN (t.ha-1.rok-1)	Biomasa (t.ha-1)
Tropický dažďový les	10	23	420
Tropický monzunový les	4,5	16	250
Mangrove	0,3	10	300
Temperátny stálezelený les	3	15	300
Temperátní opadavý les	3	13	280
Boreálny les	9	8	230
Lesné plantáže	1,5	17,5	200
Stredomorské tvrdolisté lesy a kroviny	2,5	8	70
Savany	22,5	17,5	65
Temperátne trávne porasty	12,5	7,8	16