

PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- PP – je závislá na biochemických procesech fotosyntézy autotrofních organismů
- její množství je dáno množstvím dostupných živin v systému
- produktem je biomasa vytvořená za časovou jednotku na určité ploše nebo objemu ve formě organické hmoty a těl producentů
- Hrubá (brutto) primární produkce (BPP) – veškerá organická hmota vytvořená producenty za časovou jednotku (patří sem i krytí vlastních metabolických procesů)
- Čistá (netto) primární produkce (NPP) – hrubá produkce zmenšená o vlastní metabolickou potřebu producentů

PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- základem metabolické aktivity všech fotoautotrofů (vyšší rostliny, řasy, sinice, fototrofní bakterie) je asimilace uhlíku
- zjednodušená sumární rovnice fotosyntézy



H_2A může být zastoupen vodou nebo sirovodíkem

- vodík uvolněný z rozkladu vody je využit na redukci CO_2 , syntézu sacharidu a zčásti na syntézu nové molekuly vody
- kyslík uvolněný rozkladem CO_2 je zčásti využit na syntézu sacharidu a nové molekuly vody, zbytek tvoří „odpadní“ produkt

MĚŘENÍ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- nejdůležitější skupinou primárních producentů jsou sinice a řasy
- stačí stanovit rychlost pohybu jedné složky v procesu fotosyntézy
- nejčastěji se sleduje uvolňování kyslíku nebo asimilace uhlíku
- METODA SKLIZNĚ – při studiu vodních makrofyt tam, kde býložravci nehrají významnou roli
- na lokalitě se v pravidelných intervalech odebírají části nebo celé rostliny nejčastěji z 1 m²
- vzorky se pak suší do konstantní hmotnosti a výsledek je potom v biomase sušiny za určitý časový interval (např. g.m⁻².rok⁻¹)

MĚŘENÍ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- maximální biomasa obvykle v době květu
- hmotnostní biomasu lze převést na kalorické jednotky
- 1 gram sušiny odpovídá přibližně 17 kJ (13,9-20,6 kJ)
- nelze odhadnout množství zkonzumované a rozložené biomasy mezi jednotlivými odběry
- u některých rostlin je prakticky nemožné odebrat kořenovou část
- problematický je i odhad ztrát energie na vlastní respiraci a metabolismus
- metoda sklizně udává čistou produkci

MĚŘENÍ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- KYSLÍKOVÁ METODA – metoda světlých a tmavých lahví založená na měření množství kyslíku
- technická nenáročnost a možnost využití v terénních podmínkách
- vzorky vody jsou exponovány v párech světlých a tmavých lahví v sériích od hladiny až po dvojnásobek průhlednosti vody (Secchi)
- ve světlé láhvi probíhá fotosyntéza i dýchání
- v tmavé láhvi jen (disimilace) dýchání
- doba expozice nejčastěji 24 hod. se startem okolo západu slunce
- vhodná pro vodní nádrže, rybníky a pomalé toky

MĚŘENÍ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- rozdíl koncentrace O_2 po expozici mezi světlou a tmavou lahví = hrubá (brutto) primární produkce (BPP)
- rozdíl koncentrace O_2 před expozicí a v tmavé láhvi po expozici = respirační potřeba (nelze rozlišit auto a heterotrofy)
- rozdíl koncentrace O_2 před expozicí a ve světlé láhvi po expozici = čistá (netto) primární produkce (NPP)
- nevýhodou je nízká citlivost metody
- pro produkční bilanci a energetické převody lze použít přepočty:
1 g vyprodukovaného O_2 odpovídá v průměru 0,73g suché organické hmoty bez popelovin (0,51-0,89g), což odpovídá ekvivalentu 14,7 kJ

MĚŘENÍ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- RADIOIZOTOPOVÁ METODA – založena na asimilaci značeného biogenního prvku
- technicky náročná, 100x citlivější než kyslíková metoda
- vhodná pro oligotrofní vody, laboratorní experimenty
- nejlépe se osvědčuje izotop ^{14}C (ve formě $\text{Na}_2^{14}\text{CO}_3$)
- vzorky vody opět do tmavých i světlých lahví, po expozici (nejčastěji 6 hod.) se vzorky zfiltrují a změří hladina radioaktivity
- výpočet vychází z předpokladu proporcionální inkorporace všech typů uhlíku (malá odchylka u izotopu $\text{C}:^{14}\text{C} = 1:1,05$)
- měříme čistou (netto) primární produkci (NPP)
- 1 g asimilovaného C je v průměru 1,9 g (řasy) 2,2 g (makrofyta) suché organické hmoty bez popelovin

MĚŘENÍ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

- METODA MĚŘENÍ ÚBYTKU BIOGENNÍCH PRVKŮ V SYSTÉMU
- založena na bilanci biogenů odčerpaných autotrofy z vodního prostředí při produkci organické hmoty
- pouze tam, kde je přísun živin nárazový (např. ve velkých jezerech po zimní stagnaci – nahromaděný dusík nebo fosfor)
- rychlost snižování obsahu živin je pak v souladu s rovnicí produktivity mírou produkce
- $5\,434\,000 \text{ kJ}$ radiační energie + 106 CO_2 + $90 \text{ H}_2\text{O}$ + 16 NO_3 + 1 PO_4 + minerální látky $\rightarrow$ $54\,370 \text{ kJ}$ potenciální energie v $3\,258 \text{ g}$ protoplazmy (106 C , 108 H , 16 N , 1 P , 815 g popelovin) + 154 O_2 + $5\,379\,660 \text{ kJ}$ rozptýlené energie tepla
- rovnice je odvozená z poměru prvků a obsahu energie v protoplazmě fytoplanktonu – velmi nízká efektivnost

ZÁVISLOST PRIMÁRNÍ PRODUKCE NA FAKTORECH PROSTŘEDÍ

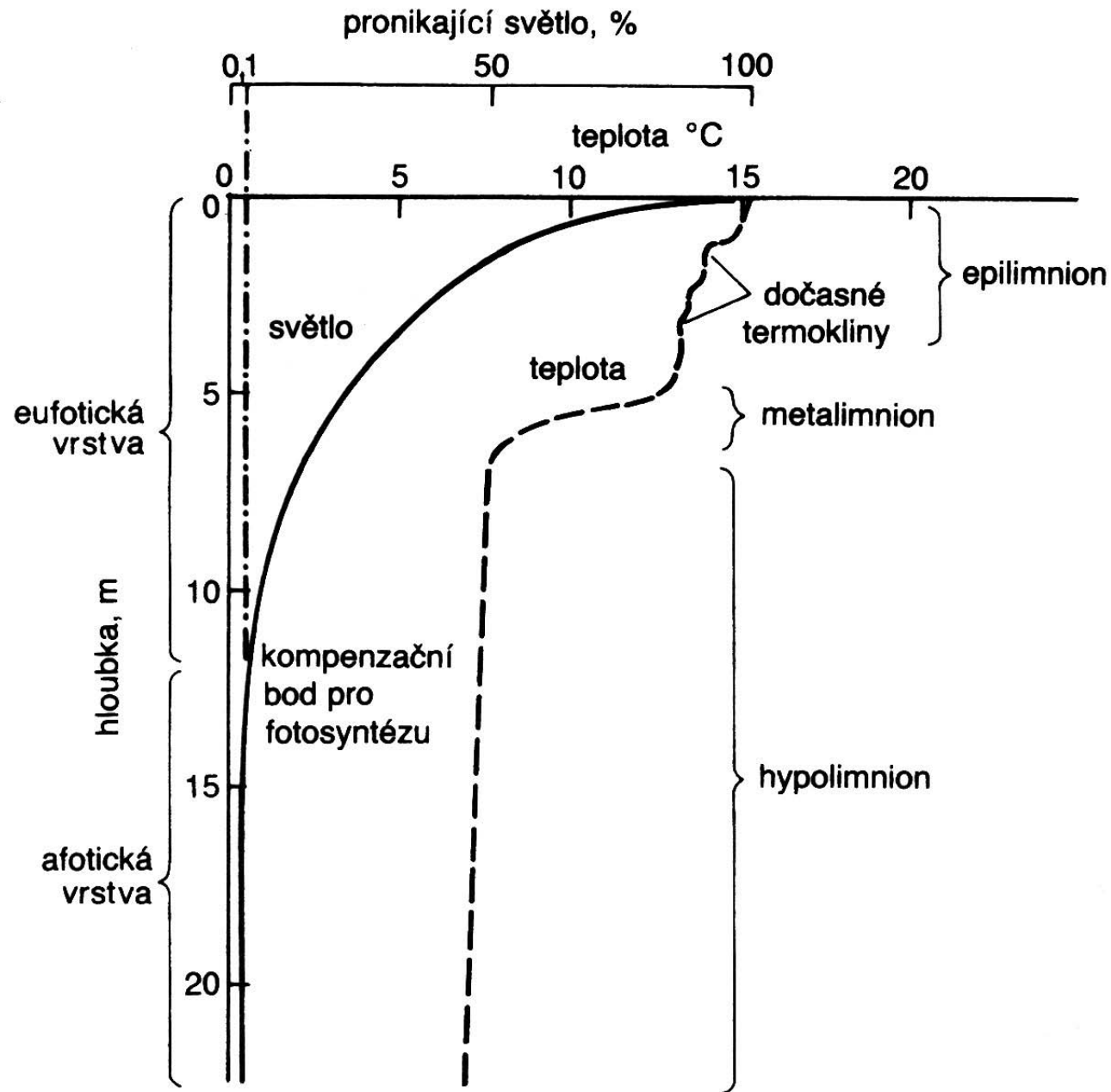
- **VLIV SVĚTLA A TEPLOTY**
- se stupajícím množstvím světla roste i fotosyntéza až do světelného optima
- všeobecně se stoupající teplotou se hladina světelného optima zvyšuje a naopak
- uplatňuje se rovněž kvalitativní složení primárních producentů a selektivní absorpce světla
- v hloubce kam proniká cca 1% PhAR ve srovnání s hladinou se hodnoty fotosyntézy a respirace vyrovnávají
- fytoplanktonní společenstvo má velmi vysokou přizpůsobivost k různé teplotě vody

ZÁVISLOST PRIMÁRNÍ PRODUKCE NA FAKTORECH PROSTŘEDÍ

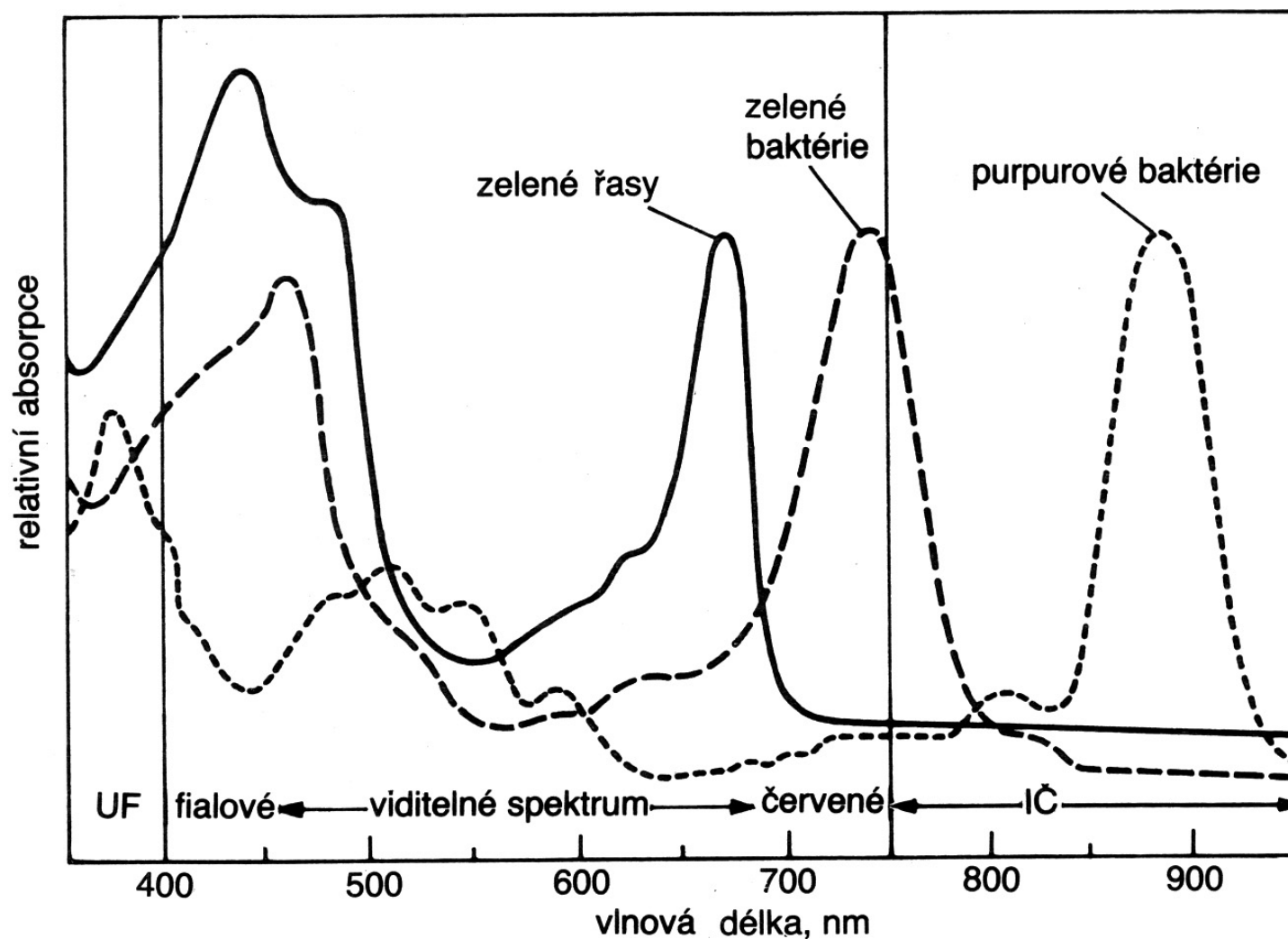
- **VLIV SVĚTLA A TEPLoty**
- základní fotosyntetický pigment je **chlorofyl a**
- vztah mezi produkcí a biomasou řas, ani vztah mezi produkcí a chlorofylem nejsou stálé
- povrchový fytoplankton má menší obsah chlorofylu oproti „zastíněnému“ fytoplanktonu v hloubce
- maximální koncentrace chlorofylu ve vodě tvoří pouze 1/5 množství chlorofylu suchozemské vegetace
- kombinace světelného klimatu a teploty ve vodních ekosystémech se projevuje v sezónnosti primární produkce

Vztah teplotní a světelné stratifikace vodní nádrže v období letní stagnace.

The diagram illustrates the relationship between light penetration and temperature stratification in a pond during summer stagnation. The vertical axis represents depth (hloubka, m) from 0 to 20. The horizontal axis at the top shows light penetration (pronikající světlo, %) on a logarithmic scale (0.1, 50, 100). The horizontal axis at the bottom shows temperature (teplota °C) from 0 to 20. A solid line labeled 'světlo' (light) shows exponential decay. A dashed line labeled 'teplota' (temperature) shows a thermal stratification with an epilimnion (0-15m), metalimnion (15-18m), and hypolimnion (18-20m). A 'dočasné termokliny' (temporary thermocline) is marked at 15m. The 'kompenzační bod pro fotosyntézu' (compensation point for photosynthesis) is at approximately 12m. The 'eufotická vrstva' (euphotic zone) is the upper part of the euphotic zone, and the 'afotická vrstva' (aphotic zone) is the lower part.



Selektivní absorpce světla různými skupinami primárních producentů. Uvedené příklady ukazují, že sluneční energie může být v závislosti na typu fotosyntetizujících organismů využita v širokém spektrálním rozsahu



Vertikální distribuce
vybraných příslušníků
fytoplanktonu (počet
jedinců v 1 ml vody)
ilustruje rozdílné
světelné nároky
různých skupin
autotrofních
organizmů.

Rozsivky

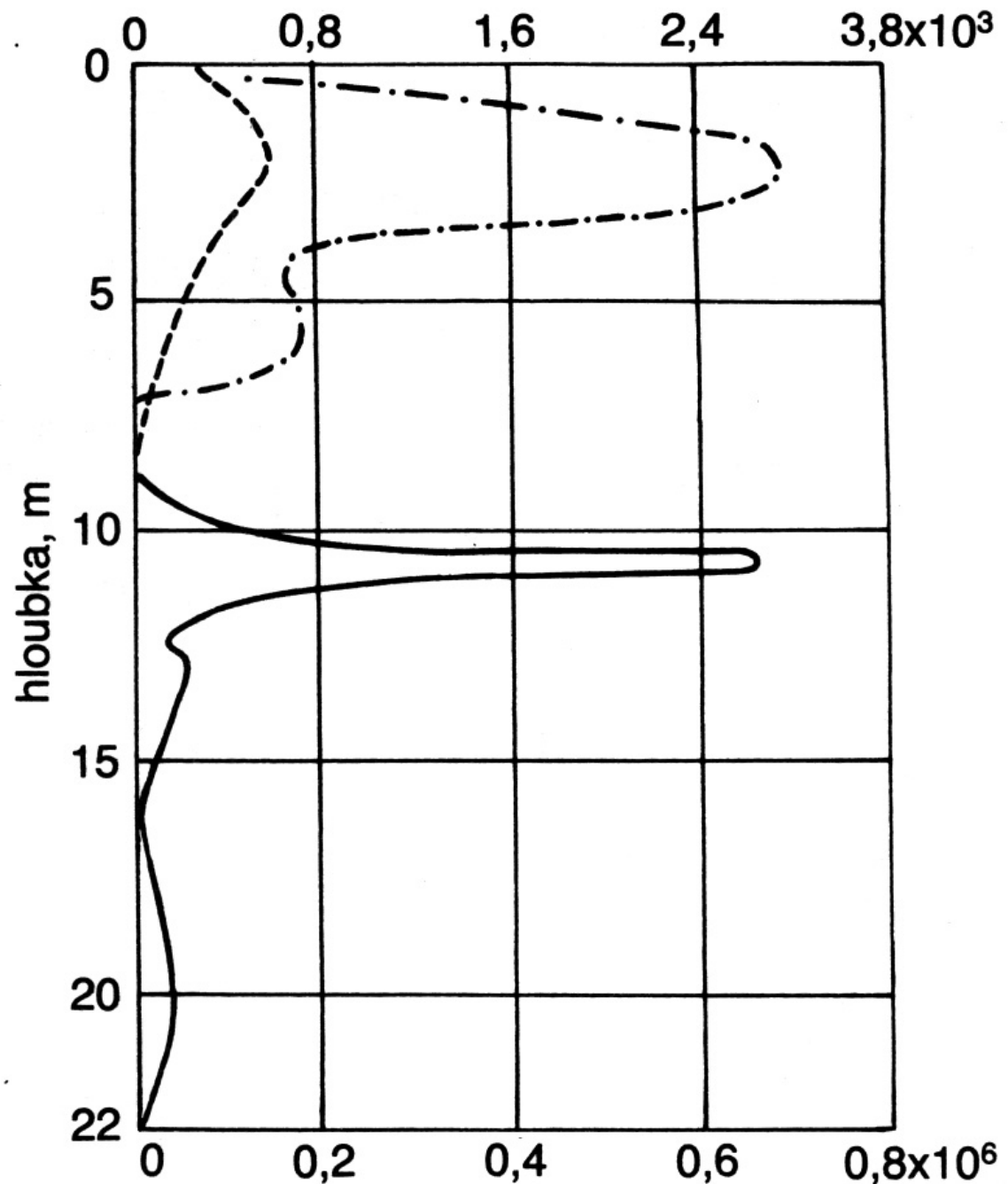
(přerušovaná čára)

Oscillatoria

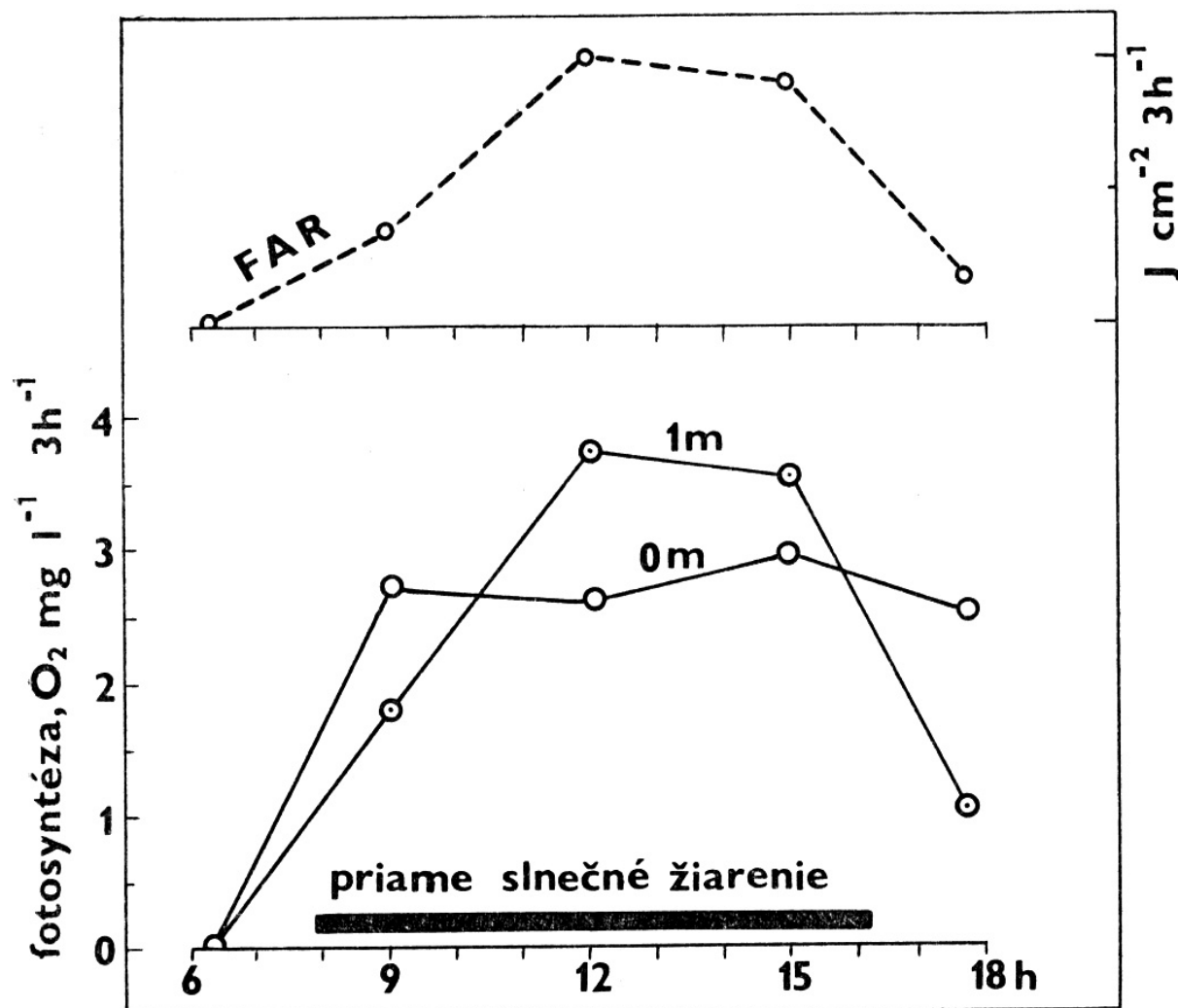
(plná čára)

Microcystis

(čerchovaná čára)



Změny tříhodinových přírůstků fotosyntetického kyslíku v kultuře řas
rodů *Scenedesmus* a *Chlorella* exponované u hladiny a v hloubce 1 m
Slapské nádrže v průběhu letního dne.

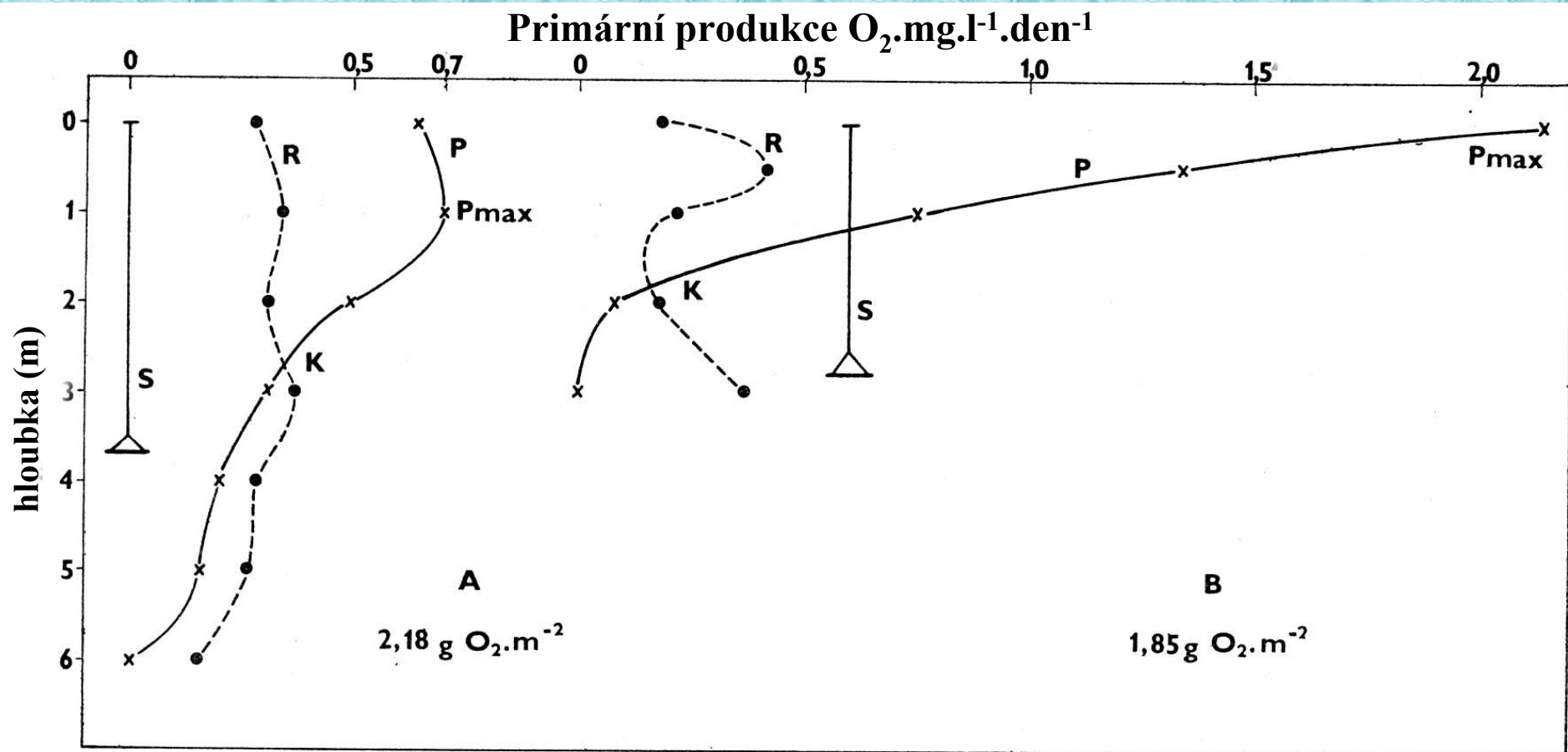


Dva příklady vertikální zonace primární produkce (P) a respirace (R)
planktonu v letní den.

A – Klíčava jako vodárenská nádrž bez vodních květů s nízkou
koncentrací živin

B – Slapy jako nádrž s vodními květy a vyšší koncentrací živin

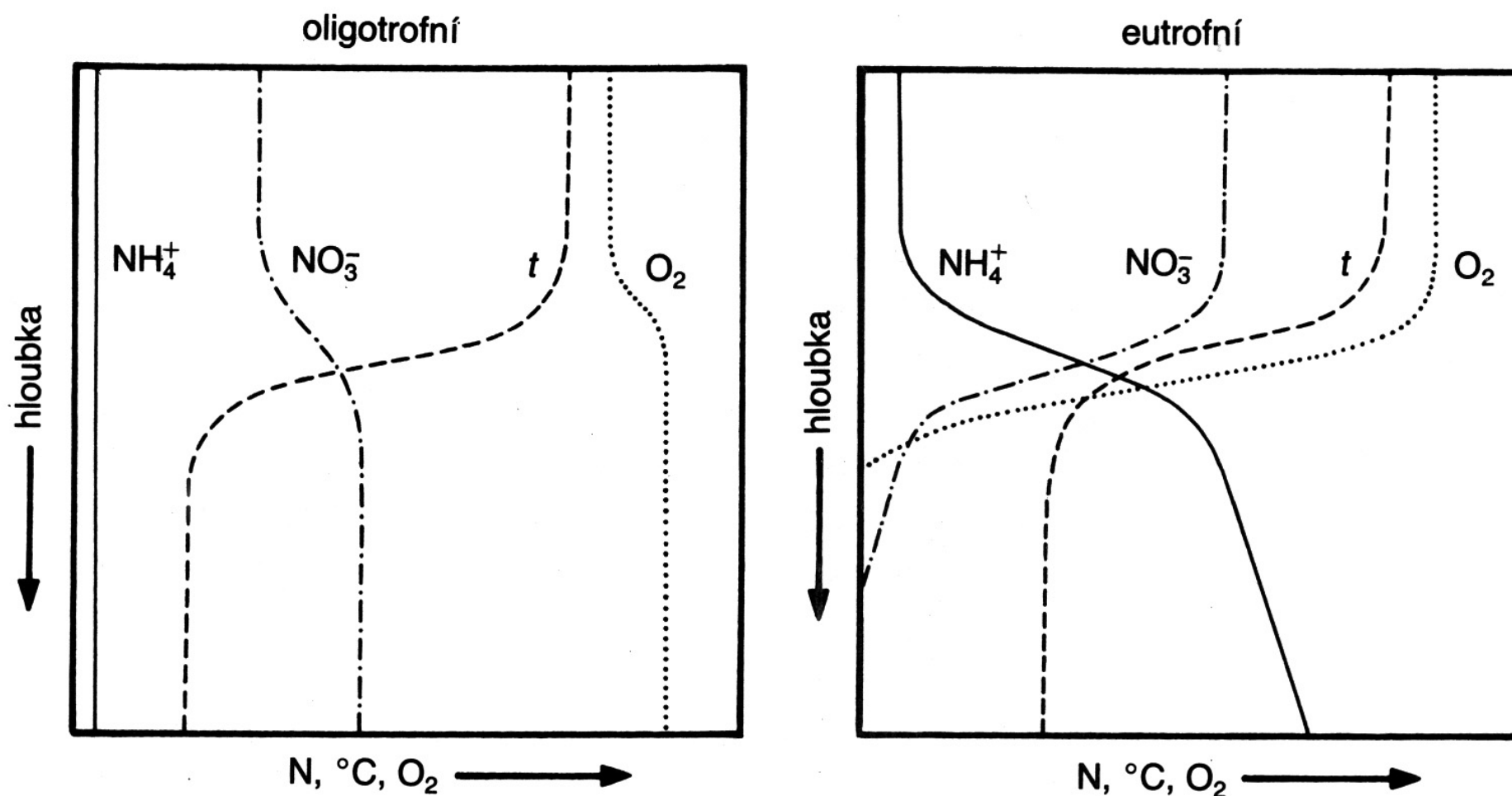
S – průhlednost Secchiho deskou, K – kompenzační bod fotosyntézy



ZÁVISLOST PRIMÁRNÍ PRODUKCE NA FAKTORECH PROSTŘEDÍ

- **ZDROJE A UTILIZACE ŽIVIN**
- **C** – dle typu rostliny z CO_2 nebo i z HCO_3^-
- **N** – primární producenti využívají především amonnou a dusičnanovou formu, některé bakterie a sinice jsou schopny vázat i vzdušný dusík
- **P** – především ve formě PO_4^{3-} , nejčastěji limitní prvek
- značně rozdílné nároky na obsah fosforu
- fosfor představuje cca 2-3% hmotnosti sušiny řas
- obrovská schopnost řas kumulovat fosfor ve formě polyfosfátu (tisícinásobně vyšší koncentrace v buňkách)
- mimořádně rychlý koloběh fosforu v epilimnionu (řádově minuty)

Vertikální distribuce kyslíku, dusičnanu a amoniaku v teplotně stratifikovaných jezerech s nízkou a vysokou produktivitou



Dlouhodobé sumy a průměry primární produkce toků a nádrží.

Biotop	Lokalita	Období	Hrubá primární produkce O ₂ g.m ⁻²	
			za den	za vegetační sezónu
Řeka	Vltava u Kamýku	7.-9. 1960	2,06	
	Dunaj ř.k. 1820	4.-9. 1966	3,32	600
	Sázava ústí	1969	11,86	2290
Údolní nádrž	Lipno	1965-1968	2,1	417
	Slapy	1960-1969	1,7	333
	Štěchovice	1963-1964	0,8	160
	Kníničky	1966-1969	4,2	846
	Klíčava	1962-1970	2,6	522

Dlouhodobé sumy a průměry primární produkce rybníků.

Biotop	Lokalita	Období	Hrubá primární produkce O ₂ g.m ⁻²	
			za den	za vegetační sezónu
Rybník	Smyslov u Blatné	1961-1963	5,5	921
	Velký Pálenec	1961-1964	3,0	496

Rybník	Primární produkce, průměr za sezónu, O ₂ g.m ⁻² .d ⁻¹	
	Vyšší rostliny	Řasové nárosty
Smyslov	6,7	0,22
Pálenec	4,5	0,08

Hrubá primární produkce O₂ mg.l⁻¹.den⁻¹

Rybník	Nesyt	Hlohovecký	Prostřední	Mlýnský
měsíc				
IV	8,33	4,43	10,19	6,08
V	4,43	4,25	7,38	3,12
VI	5,69	2,97	5,69	5,57
VII	7,19	2,40	4,20	3,70
VIII	5,93	5,69	4,70	3,13
IX	6,16	4,18	-	4,64
X	1,21	7,26	-	-

Změny hrubé primární produkce O₂ mg.l⁻¹.den⁻¹ na lokalitě Fraumuhln (nádrž rybničního typu) v závislosti na hloubce.

Měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Hloubka							
0 cm	2,04	6,39	1,09	0,06	2,60	3,99	0,49
50 cm	3,53	3,65	0,55	0,01	1,23	3,72	3,56
100 cm	1,84	1,34	0,22	0,17	3,42	1,02	0,72
150 cm	1,53	0,89	2,67	0,33	0,10	1,24	0,35
Průměr	2,24	3,07	1,13	0,14	1,84	2,49	1,28