

# Terénní cvičení z ekologie (KBI/EKO03) 2013 pro 1. ročník

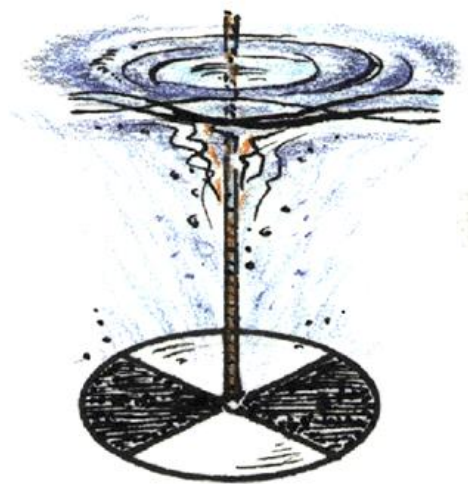
Tomáš Ditrich  
katedra biologie PF JU

## Hydrobiologie

### *Vlastnosti vody*

Jedna z nejvýznamnější fyzikálních vlastností vody je **průhlednost**. Průhlednost vody ovlivňuje množství světla pronikajícího vodním sloupcem, a tím ovlivňuje množství fytoplanktonu (následně i zooplanktonu) i produktivitu vodního tělesa. Průhlednost vody je snižována zákalem. Ten může být způsoben např. deštěm, zvířecími kaly a zejména množstvím planktonních organismů (tzv. vegetační zákal). Průhlednost vody je vysoká ve vodách oligotrofních (např. horská jezera) – až 20 m; v mezotrofních a eutrofních nádržích se pohybuje od několika decimetrů do cca 5 m. V létě bývá průhlednost nižší, než v zimě (přítomnost / absence vegetačního zákalu).

Ke stanovení průhlednosti vody lze v „polních“ podmínkách použít **Secchiho desku** (viz obr. 1), zavěšenou na provazu s délkovými značkami. Nejvyšší hloubka, kde je ještě desku možno spatřit, značíme jako průhlednost nádrže.



secchi disk

Obr. 1. Secchiho deska, používaná ke stanovení průhlednosti vody. Kredit: University of Wisconsin-Extension and the Wisconsin Department of Natural Resources.

### **Teplota**

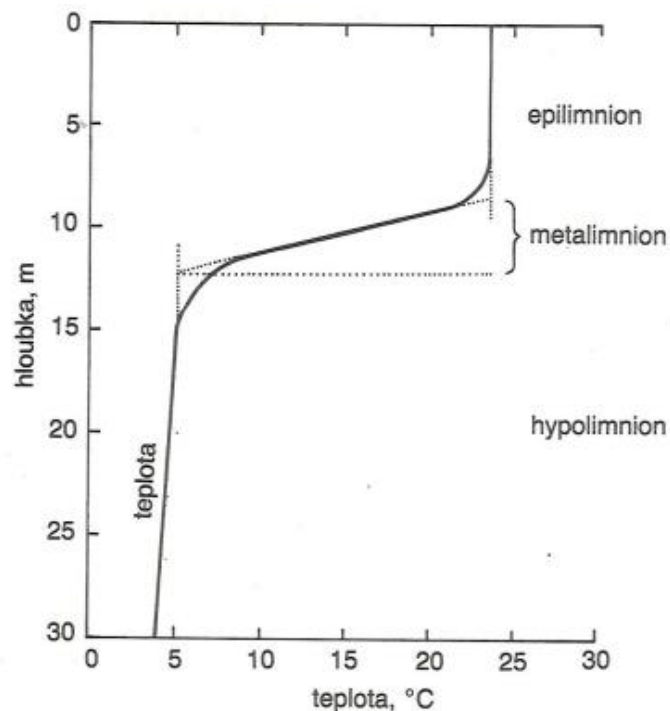
Další důležitou fyzikální vlastností vody je její teplota. Rostoucí teplota pozitivně ovlivňuje rychlost metabolismu vodních organismů (růst a rozmnožování, takže i populační růst (uvažujeme-li interval teplot  $0^{\circ}\text{C}$  –  $30^{\circ}\text{C}$ ; mimo tento interval jsou teploty pro většinu vodních organismů mírného pásma letální / subletální). Zároveň však s rostoucí teplotou vody klesá množství rozpuštěného kyslíku, horší účinky má proto vysoká teplota ve vodách s malým obsahem kyslíku.

Teplota vody není v nádržích homogenní. V letním období bývá nejteplejší voda u hladiny (nejvýznamnějším zdrojem tepla ve většině našich vodních nádrží je sluneční záření) – tato vrstva teplé vody se nazývá **epilimnion**. Pod touto vrstvou se nachází tzv. **termoklina** (skočná vrstva, metalimnion), kde je patrný strmý pokles teploty o několik  $^{\circ}\text{C}$  na 1 m. Pod

termoklinou dochází k dalšímu pozvolnému poklesu teploty až na 3,96°C (teplota, při níž má voda největší hustotu). Tato spodní vrstva se nazývá **hypolimnion** (obr. 2).

Voda v epilimnionu se každodenně pravidelně promíchává – během noci se hladina ochlazuje, tím se zvyšuje hustota horní vrstvy vody a klesá níže (na úroveň stejně husté a chladné vody); teplejší vodu tím vytlačuje nahoru

Ve mělkých nádržích nebývají přítomny všechny vrstvy, přes den však bývá patrné rozvrstvení vody od nejteplejší u hladiny po nechladnější u dna. Termoklina však bývá přítomna, pokud nádrž protéká vodní tok s chladnější vodou.



Obr. 2 Typické teplotní rozvrstvení vodních mas ve stratifikované nádrži. Skočnou vrstvou metalimnionu jsou v době letní stagnace odděleny svrchní oteplená vrstva epilimnionu od spodní chladnější vrstvy hypolimnionu (podle Wetzela, 1983)

Lellák & Kubiček, 1991

## Obsah kyslíku

Přítomnost dostatečného množství rozpuštěného kyslíku ve vodě je jednou ze základních podmínek života většiny vodních organismů. Kyslík během dýchání spotřebovávají jak živočichové, tak rostliny. Zdrojem kyslíku ve vodě jsou vodní fotosyntetizující organismy (sinice, řasy a makrofyta) a vzduch. Množství difúzi absorbovaného kyslíku ze vzduchu závisí nejvíce na teplotě - s rostoucí teplotou klesá obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě (viz Tab. 1). Fotosyntézou vzniká kyslík pouze přes den v prosvětlené (**eufotické**) vrstvě s vegetací. Kyslík je spotřebováván většinou vodních organismů (živočichů i rostlin) a při rozkladu organické hmoty (dýchání bakterií). Proces **samočištění** je tak kriticky závislý na dostatku rozpuštěného kyslíku. Pokud je při rozkladných procesech spotřebován všechny rozpuštěný kyslík, pokračuje rozklad **anaerobně** za vzniku hlavně metanu a sirovodíku. Sirovodík vytváří s kovovými ionty sloučeniny v podobě černých sraženin, které zakalují vodní sloupec a tím dále snižují fotosyntetickou aktivitu.

Obsah rozpuštěného kyslíku také nebývá v nádržích rovnoměrný. V neproduktivních nádržích (bez organické hmoty, tedy bez fotosyntézy i rozkladných procesů) je obsah kyslíku inverzní k teplotě – u dna (chladná voda) je kyslíku nejvíce, u hladiny (teplá voda) je rozpuštěného kyslíku nejméně. V nádržích s dostatkem fotosyntetizujících organismů bývá křivka

rozpuštěného kyslíku podobná křivce letní teploty – nejvíce kyslíku je u hladiny (eufotická vrstva), nejméně u dna (respirující živočichové a rozkladné procesy).

Obsah kyslíku se nejčastěji udává v hmotnosti rozpuštěného O<sub>2</sub> na objem vody (mg.l<sup>-1</sup>). Další možností je udávat jej v procentech 100% nasycení – to je ale závislé na teplotě (např. obsah 8 mg.l<sup>-1</sup> je téměř 100% nasycení při teplotě 25°C, ale cca 65% nasycení při teplotě 5°C.

Tab. 1. Obsah rozpuštěného kyslíku při 100% nasycení vody za různých teplot (konstantní tlak 101 kPa).

Teplota [°C]	0	5	10	15	20	25	30
obsah O <sub>2</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]	14.16	12.37	10.92	9.76	8.84	8.11	7.53

## Elektrická vodivost (konduktivita)

Vodivost vody je dána obsahem disociovaných iontů, čistá (destilovaná) voda je téměř nevodivá. Měřením vodivosti tak lze nepřímo stanovit množství přítomných iontů ve vodě, nelze však určit které ionty jsou přítomny! Elektrická vodivost se udává v jednotkách Siemens/cm [S/cm]. Ionty obsažené ve vodě se dostávají do těla vodních organismů, kde mohou narušit iontovou rovnováhu. Většina vodních organismů je tak schopna snášet jen určité rozmezí koncentrací rozpuštěných iontů. Z ekologického hlediska mají největší význam ionty Na<sup>+</sup> a Cl<sup>-</sup>, které (spolu s dalšími disociovanými solemi) udávají salinitu vod. Ale i sladké vody mají různou konduktivitu – destilovaná voda cca 0.5 – 3 μS/cm; roztátý sníh a led cca 2-40 μS/cm; pitná voda cca 30 – 1500 μS/cm; obecně sladká voda 100 – 3000 μS/cm; mořská voda cca kolem 3-5 S/cm.

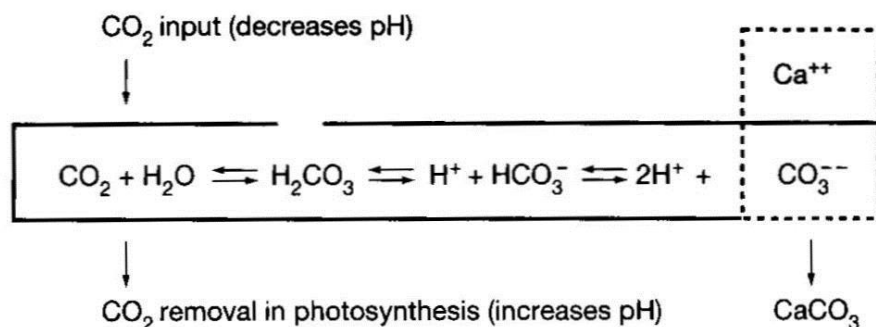
## Reakce vody (pH) a uhličitanová rovnováha

Kyselost (pH < 7) a zásaditost (pH > 7) je způsobena množstvím vodíkových iontů (H<sup>+</sup>), resp. poměrem iontů H<sup>+</sup> a OH<sup>-</sup>. Je-li ve vodě nadbytek H<sup>+</sup>, voda má kyselou reakci, při nedostatku H<sup>+</sup> a nadbytku OH<sup>-</sup> je reakce zásaditá. Reakci vody zásadně ovlivňuje koncentrace rozpuštěného CO<sub>2</sub> ve vodě. Rozpuštěný CO<sub>2</sub> totiž reaguje s vodou za vzniku kyseliny uhličité (CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), kyselina uhličitá je disociována na ionty H<sup>+</sup> a HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

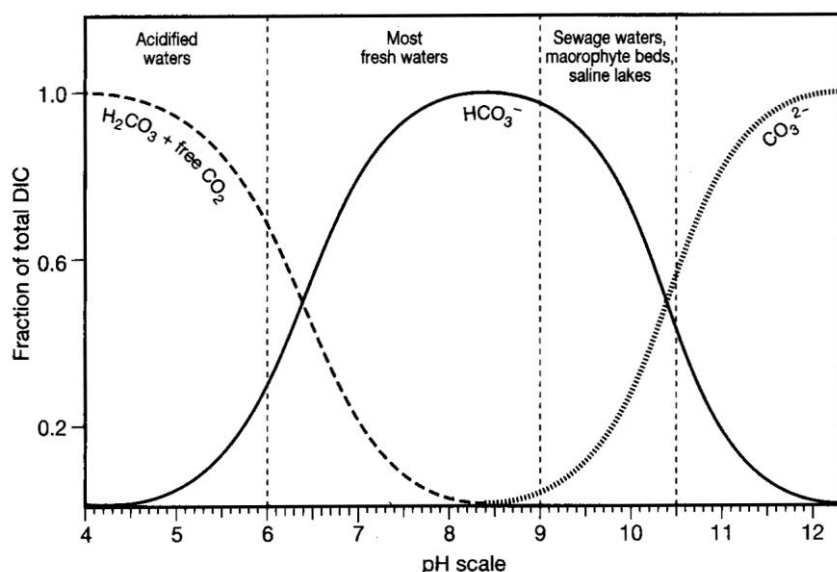
Hydrogenuhlíčan je dále disociován na ionty H<sup>+</sup> a CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (obr. 3). Tyto formy CO<sub>2</sub> ve vodě

- rozpuštěný volný oxid uhličitý + kyselina uhličitá (CO<sub>2</sub>(aq) + H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
- hydrogenuhlíčan (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)
- uhličitán (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)

se vyskytují ve vodě v závislosti na pH (viz obr. 4). Při pH pod 4.5 je tak přítomen pouze volný CO<sub>2</sub>, při pH 8.3 téměř jen hydrogenuhlíčan a při pH nad 10.5 pouze uhličitán. Celý systém je neustále v rovnováze – tzv. uhličitanová rovnováha.



Obr. 3. Celkové schéma reakcí uhličitanové rovnováhy



Obr. 4. Relativní zastoupení oxidu uhličitého, hydrogenuhlčitanu a uhličitanu v závislosti na pH vody.

Velké množství rozpuštěného  $CO_2$  tak vodu okyseluje (dýchání), naopak odčerpávání  $CO_2$  (fotosyntéza) pH vody zvyšuje. Intenzivní fotosyntéza může způsobit vzestup pH až na hodnotu  $pH = 11$ . Kromě volného  $CO_2$  ve vodě může být  $CO_2$  vázán ve formě hydrogenuhlčitanu vápenatého  $Ca(HCO_3)_2$ . Při nedostatku volného  $CO_2$  (vysoké pH) mohou řasy získat  $CO_2$  např. i z hydrogenuhlčitanu vápenatého ( $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$ ), vzniká tak nerozpustný uhličitan vápenatý, který se sráží na listech ponořených rostlin a řas nebo na dně.

Přírodní vody mají většinou pH od cca  $pH = 3$  (rašelinné vody) až po  $pH = 10$  (vody s bohatou vegetací). Destilovaná voda má  $pH = 7$ .

Různé organismy vyžadují (snášejí) různé rozmezí pH vody (větš. 6-8), letální přitom bývá hlavně náhlá změna.

S reakcí vody souvisí i obsah amoniaku ( $NH_3$ ) a amonného iontu ( $NH_4^+$ ). Ve vodě je silně jedovatý amoniak (metabolická zplodina vodních živočichů (hlavně ryb)) přítomen hlavně jako mnohem méně toxický amonný iont ( $NH_4^+$ ). Pokud je ale nízká koncentrace  $H^+$  iontů (tedy zásaditá voda), zůstává ve vodě jedovatý  $NH_3$  a může dojít k otravě ryb i jiných organismů.

## Primární produkce

Zjednodušeně řečeno je **primární produkce** (primární produktivita, PP) množství biomasy vytvořené autotrofními organismy (primárními producenty) za jednotku času. **Hrubá (brutto) primární produkce (BPP)** označuje veškerou organickou hmotu (biomasu) vytvořenou producenty za jednotku času, označuje se jako celková asimilace (fotosyntéza). **Čistá (netto) primární produkce (NPP)** je zmenšená o metabolickou spotřebu producentů, vyjadřuje tedy množství biomasy dostupné konzumentům. Ve vodních tělesech jsou primárními producenty vodní rostliny – makrofyta, řasy a sinice. Míra primární produkce makrofytické vegetace může být měřena **metodou sklizně** – tedy odebrání vodních rostlin z dané plochy a následné stanovení hmotnosti sušiny (biomasy). Pro měření primární produkce fytoplanktonu lze v terénu použít tzv. **kyslíkovou metodu**. Při ní jsou vzorky vody odebrané od hladiny až do dvojnásobek průhlednosti vody exponovány (vystaveny) v párech průhledných a

neprůhledných lahví několik hodin v téže hloubce, v jaké byly vzorky odebrány. Zde se tedy sleduje souhrnná produkce celé nádrže, nejen producentů!

### **Úkoly z hydrobiologie:**

- 1) Na základě instrukcí lektorů změřte v dané vodní nádrži průhlednost vody. Změřte teplotu vody těsně pod hladinou, 10cm pod hladinou, 50 cm, 1 m pod hladinou a dále v intervalech 1m až ke dnu. Změřte obsah kyslíku, míru konduktivity a pH v hloubce 10 cm, 50 cm a 100 cm pod hladinou.
- 2) Tyto charakteristiky změřte v dané nádrži v 14:00, 22:00, 6:00 a znovu ve 14:00 dalšího dne
- 3) Tyto charakteristiky změřte v nádržích Adamovský rybník, Žabrkoč a tůň v pískovně
- 4) Stanovte primární produkci Adamovského rybníku kyslíkovou metodou:  
Na základě svých znalostí popište princip kyslíkové metody měření primární produkce vodní nádrže (napoví následující otázky):
  - a) Organismy jakého typu jsou v lahvích přítomny?
  - b) Které procesy budou probíhat v tmavých, resp. světlých lahvích?
  - c) Kterou vlastnost vody je potřeba při této metodě ve vzorcích měřit?

Označím-li hodnotu  $X$  hodnotu v lahvích před expozicí,  $X_T$  jako hodnotu v tmavé lahvi po expozici a  $X_S$  hodnotu ve průhledné lahvi po expozici, co lze nepřímo vyjádřit následujícími rovnicemi?

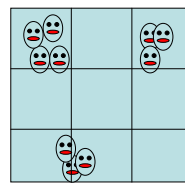
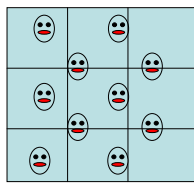
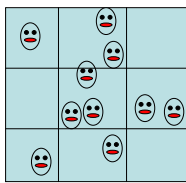
- 1) \_\_\_\_\_ =  $X - X_T$
- 2) \_\_\_\_\_ =  $X_S - X_T$
- 3) \_\_\_\_\_ =  $X_S - X$

# Charakteristiky populací

Jedním z důležitých charakteristik populací je její rozmístění. Rozmístění populace v prostoru může být náhodné, rovnoměrné (pravidelné) a shlukovité (agregované). Typ rozmístění se určuje podle vzájemného poměru průměru a rozptylu počtu jedinců v jednotlivých výzkumných jednotkách (kvadrátech):

## rozmístění populace v prostoru

– spočítám průměr a varianci (variance = rozptyl)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$


$$\bar{X} = (1+2+0+0+3+2+1+1+0)/9 = 1,11$$

$$s^2 = ((1-1,11)^2 + (2-1,11)^2 + (0-1,11)^2 + \dots)/9 = 1,11$$

$$\bar{X} = 1,11$$

$$s^2 = 0,36$$

$$\frac{s^2}{\bar{x}} = 1 \Rightarrow \text{náhodné}$$

$$\bar{X} = 1,11$$

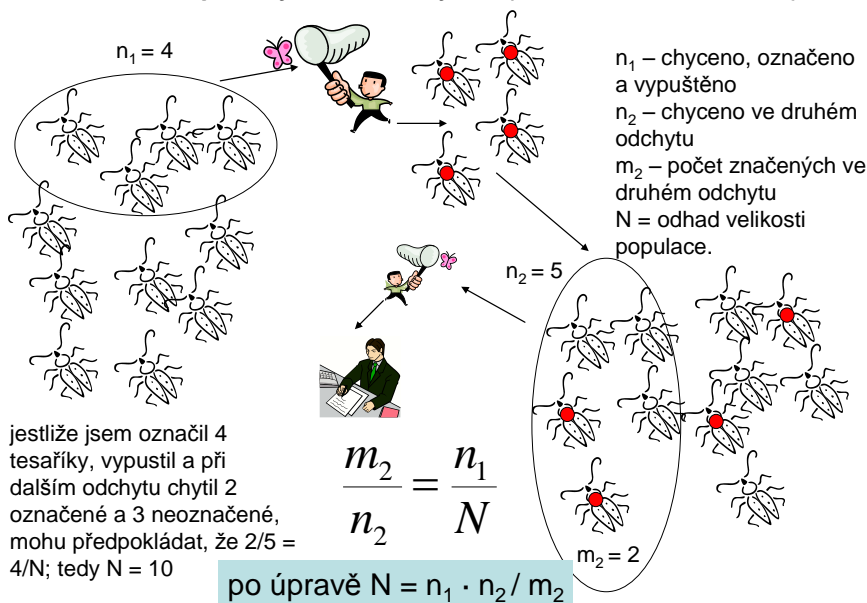
$$s^2 = 2,19$$

$$\frac{s^2}{\bar{x}} < 1 \Rightarrow \text{pravidelné}$$

důležitý je poměr variance a průměr:  $\frac{s^2}{\bar{x}} > 1 \Rightarrow \text{agregované}$

Aktivně pohybující se živočichové mají rozmístění měnící se v čase. U živočichů bývá problémem i pouhé zjištění abundance (početnosti) dané populace. Je-li k dispozici dobře vymezený areál některé populace, lze ke zjištění abundance použít metodu zpětného odchyty (mark-recapture):

### metoda zpětných odchyť (Lincolnův index)



### **Úkoly z populační ekologie:**

- 1) zjistěte typ rozmístění dané rostliny na lokalitě určené lektorem. Použijte plochu  $12 \text{ m}^2$  ( $3 \times 4 \text{ m}$ ), kterou rozdělíte na jednotlivé kvadráty o velikosti  $1 \text{ m}^2$ . V jednotlivých kvadrátech spočítejte jedince dané rostliny, vypočítejte průměr a rozptyl (varianci) a určete, o jaký typ rozmístění se jedná. V případě hodnocení rozmístění vzrostlých stromů analyzujte plochu  $300 \text{ m}^2$  ( $15 \times 20 \text{ m}$ ; jednotlivé kvadranty  $5 \times 5 \text{ m}$ ).

- 2) Odhadněte abundanci daného druhu hmyzu na lokalitě určené lektorem. Semikvantitativní metodou (např. použití pasti, nebo metoda „srovnatelného úsilí“) nacheďte jedince určeného druhu hmyzu. Opatrně vezměte každého do ruky a jemným štětečkem jej označte barevnou tečkou na pronotum nebo krovky, jako barvu použijte barevný rychleschnoucí lak na nehty. Zaznamenejte počet označených jedinců a poté je vypusťte. Po 12 – 24 hod. odchyt zcela stejným způsobem (metodou a místo) zopakujte, spočítejte odchycené jedince, označené odchycené jedince a odhadněte abundanci (spočítejte Lincolnův index).

- 3) Pomocí ultrazvukového detektoru netopýrů a reflektoru se pokuste odhadnout velikost teritoria netopýra vodního (*Myotis daubentonii*). Podrobnější instrukce vám podá lektor.

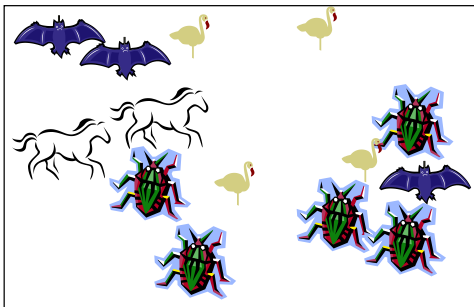


## Charakteristiky společenstev

Jedny z nejdůležitějších charakteristik společenstev jsou založeny na druhovém složení. Pouhý počet druhů však není vhodná charakteristika společenstva, protože nebere v úvahu relativní zastoupení jednotlivých druhů. Proto vznikly tzv. indexy biodiverzity, které v sobě integrují nejen počet druhů, ale i poměrné zastoupení jednotlivých druhů. Nejpoužívanějším indexem biodiverzity je tzv. Shannonův (někdy též Shannon-Wiener, nesprávně též Shannon-Weaver) index biodiverzity:

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

kde  $S$  = počet druhů ve společenstvu (vzorku);  $P_i$  = relativní početnost druhu (počet jedinců i-tého druhu / počet všech jedinců).

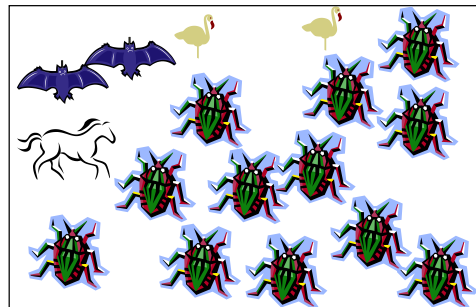


- počet druhů ( $S$ ) = 4
- počet jedinců ( $N$ ) = 14
- $n_1 = 3$ ;  $P_1 = 3/14$  🦇
- $n_2 = 2$ ;  $P_2 = 2/14$  🐎
- $n_3 = 4$ ;  $P_3 = 4/14$  🦢
- $n_4 = 5$ ;  $P_4 = 5/14$  🐞

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

$$= -\left[ \frac{3}{14} \ln\left(\frac{3}{14}\right) + \frac{2}{14} \ln\left(\frac{2}{14}\right) + \frac{4}{14} \ln\left(\frac{4}{14}\right) + \frac{5}{14} \ln\left(\frac{5}{14}\right) \right] =$$

$$= 1.334$$



- počet druhů ( $S$ ) = 4
- počet jedinců ( $N$ ) = 17
- $n_1 = 2$ ;  $P_1 = 2/17$  🦇
- $n_2 = 1$ ;  $P_2 = 1/17$  🐎
- $n_3 = 2$ ;  $P_3 = 2/17$  🦢
- $n_4 = 12$ ;  $P_4 = 12/17$  🐞

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

$$= -\left[ \frac{2}{17} \ln\left(\frac{2}{17}\right) + \frac{1}{17} \ln\left(\frac{1}{17}\right) + \frac{2}{17} \ln\left(\frac{2}{17}\right) + \frac{12}{17} \ln\left(\frac{12}{17}\right) \right] =$$

$$= 0.916$$

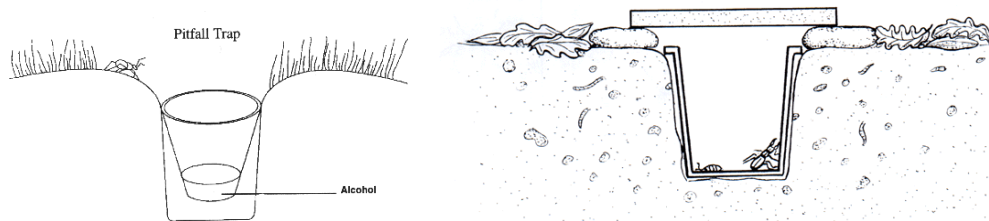
Čím vyšší Shannonův index  $H$ , tím vyšší biodiverzita daného společenstva. Nutno ovšem dodat, že je třeba být opatrný se zařazením organismů pro stanovení indexů biodiverzity: zatímco  $H$  je nejvyšší (pro daný počet druhů) při úplné vyrovnanosti počtu druhů. z ekologického hlediska není důvod chtít, aby např. vrcholových predátorů bylo v ekosystému stejně jako konzumentů, resp. producentů. Index biodiverzity bych tedy měl počítat vždy jen pro srovnatelná společenstva, nebo jen pro určitou trofickou úroveň.

Podle hodnoty indexu biodiverzity nelze klasifikovat společenstva na „cenná“ nebo „bezcenná“. Jejich význam je spíše relativní – dvě společenstva podobného typu mohou díky nim porovnat. Index biodiverzity je však pouze jedním z orientačních ukazatelů, a rozhodně nelze při porovnání společenstev tvrdit, že to s vyšším indexem biodiverzity je cennější! Je potřeba si uvědomit, že **Shannonův index operuje pouze s počty jednotlivých druhů**. To má jednu nevýhodu – hodnota indexu nerozliší, jestli se ve společenstvu nachází některý vzácný druh (druhy), anebo pouze druhy běžné. Pramení z toho ale i výhoda – pro počítání indexu diverzity není potřeba identifikovat jednotlivé druhy, stačí je pouze od sebe rozlišit,

Vytvoření protokolů bylo podpořeno projektem FRVŠ 1042/2013 Inovace předmětu Terénní cvičení z ekologie

případně je možné spočítat Shannonův index i pro vyšší taxonomické jednotky (rod, čeleď), než pro druh.

Při srovnávání biodiverzity několika společenstev je nezbytně nutné dodržet **konstantní metodiku získávání počtu jedinců** ve všech společenstev. Toto není příliš velký problém při hodnocení sedentárních společenstev či fytoocenóz – při tzv. **kvadrátovém vzorkování** (quadrates sampling) se na dané společenstvo náhodně umístí (např. hodí) čtverec o určitém rozměru (o určité ploše), a spočítají se jedinci a druhy v tomto čtverci. Tento postup se opakuje několikrát, anebo souběžně s více kvadráty. Při hodnocení zoocenóz, a zvláště entomocenóz, lze sice použít tzv. techniku srovnatelného úsilí (např. intenzivní smýkání na pásu 2x10 m; lov cedníkem 20 min), o něco lepší se jeví použití různých pastí (s nebezpečím, že některé druhy se mohou umět pastem vyhýbat; podobné nebezpečí však hrozí vždy). Pro sběr epigeických druhů hmyzu (žijících na povrchu půdy) je standardní použití tzv. **zemní pastí**. V nejjednodušší podobě (obr. 5) je to nádobka (kelímek či sklenice) zakopaná v půdě tak, že okraje nádoby jsou ve výšce povrchu půdy. Na dno nádoby se většinou dává fixační roztok (např. líh) s kapkou detergentu (např. jar) pro snížení povrchového napětí kapaliny a rychlejší ponoření chycených objektů. Pokud zamýšlím odchyt živých jedinců, je potřeba pasti velmi často kontrolovat (některé druhy mohou utéct, dravé druhy mohou začít konzumovat ostatní).



Obr. 5. Jednoduchá zemní past a past se stříškou. Kredit Illinois Natural History Survey a Environmental Involvement for Young People.

Drobné vylepšení zemní pasti je instalace ochrany před deštěm (stříšky) – např. deska, položená na 3-4 nevysoké kameny u okraje nádoby (viz obr. 5). To má za výhodu i to, že instalací stříšky do určité výšky nad okraj nádoby (např. výběrem kamenů vysokých cca 2 cm) zabrání odchytu organismů vyšších než je tato výška (hlodavci, hmyzožravci apod.). Pro vyšší efektivitu pastí (shromáždění hmyzu z většího území) lze umístit několik pastí vedle sebe. Efektivnější ovšem je umístit je např. 2 m od sebe, a mezi ně postavit překážku pro „chodící“ či „lezoucí“ hmyz (např. prkno, viz obr. 6). Hmyz směřující mezi tyto pasti narazí do překážky, chce ji obejít a nutně spadne do jedné či druhé nádoby. V praxi se používají podobné rozlehlé systémy zemních pastí pro monitoring bezobratlých na velkých územích.



Obr. 6. Zemní pasti s překážkou pro sběr jedinců z více území.

Pro sběr vodních bezobratlých (zejména vodního hmyzu) lze využít světelné pasti – ponořené nádoby s malými otvory a světelným zdrojem uvnitř. Tyto pasti se umísťují na noc do vodní nádrže (do určité hloubky), přičemž se využívá přirozené atraktivity světla typickou pro většinu organismů.

## Struktura vegetace

**Flóra** (květena) = soupis druhů, které se vyskytují na určitém území.

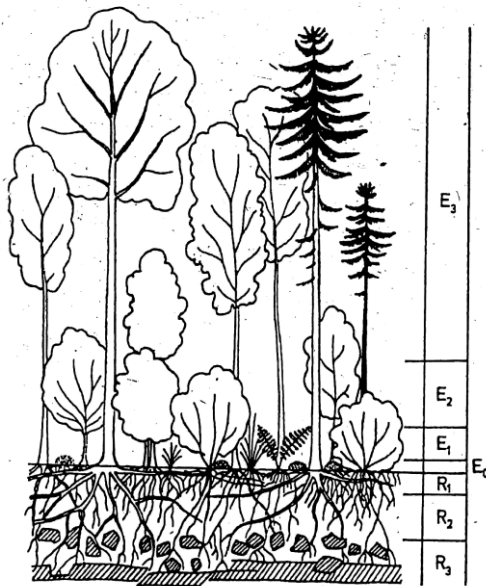
**Vegetace** (rostlinstvo) = soubor rostlinných společenstev (fytocenóz) na určitém území.

**Fytocenóza** (rostlinné společenstvo) = soubor populací různých druhů, které v závislosti na podmínkách prostředí osidlují určitý trojrozměrný prostor.

Rozlišujeme a) **vertikální strukturu**  
b) **horizontální strukturu**

### Vertikální struktura

- dána patrovitostí (stratifikací) porostu (stratus, etage = vrstva):



**E<sub>3</sub>** - stromové patro (vyšší než 3-5 m)

**E<sub>2</sub>** – keřové patro (1 – 3(5) m)

**E<sub>1</sub>** – bylinné patro (do 1 m výšky)

**E<sub>0</sub>** – mechové patro (povrch půdy)

**R<sub>1</sub>** – svrchní kořenové p. (humusový horizont) (do 20 cm)

**R<sub>2</sub>** – střední kořenové p. (20-100 cm)

**R<sub>3</sub>** – spodní kořenové p. (pod 100 cm)

U jednotlivých pater lze ještě rozlišovat podpatra: časté u lučních společenstev a přirozených lesů.

### Horizontální struktura

- je dána rozmístěním populací druhů na ploše společenstva.

Při studiu horizontální struktury se charakterizuje:

1. **Floristické složení** = soupis druhů, které se ve společenstvu vyskytují. Předpokladem je dobrá znalost taxonů (floristika). Počet druhů ve společenstvu u nás od 1 do několika desítek.

2. **Spektrum životních forem**

Nejjednodušší je využití spektra navrženého Raunkierem:

**E** – **epifyty**: osidlují kmeny a větve dřevin, neparazitické (bromélie, Monstera)

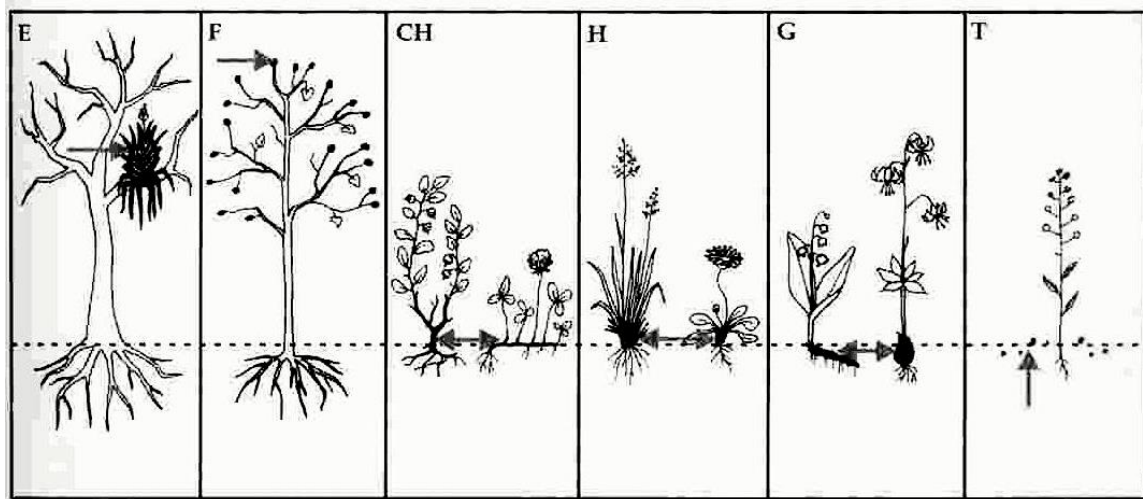
**F** – **fanerofyty**: hlavně dřeviny s pupeny nejméně 30 cm nad zemí (stromy, keře, někdy i liány – Clematis)

**CH** – **chamaefyty**: rostliny s pupeny do 30 cm nad zemí (keřičky, polokeře, sukulenty, polštářovité byliny)

**H** – **hemikryptofyty**: pupeny při povrchu země (kryté často odumřelými listy) – řada trav, sedmikráska, jitrocel)

**G** – **geofyty**: rostliny s pupeny pod zemí (cibulnaté, oddenkaté, na kořenech) – tulipán, pýr, přeslička, orsej), ve vodě hydrofity

**T** – **terofyty**: jednoleté rostliny, nepříznivé období v semenech



### 3. Pokryvnost

**a) celého porostu:** plocha zakrytá porostem v %

- porosty otevřené = pokryvnost menší než 100%

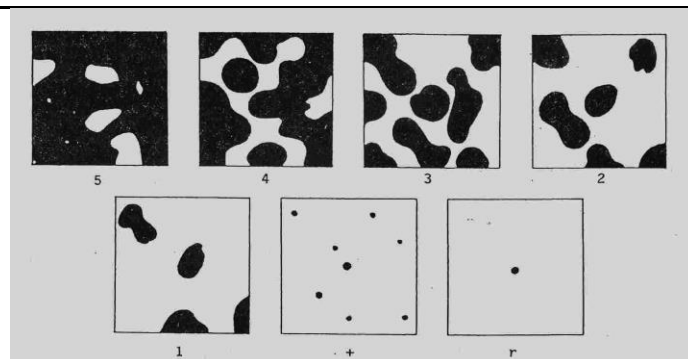
- porosty uzavřené = pokryvnost 100%

U porostů s více nadzemními patry (les) se stanovuje pokryvnost jednotlivých pater.

**b) jednotlivých druhů,** tvořících společenstvo: nejčastěji stanovována

**Braun-Blanquetovou stupnicí abundance a dominance:**

- r** (z lat. rarus = vzácný) – jeden až několik jedinců, **pokryvnost nepatrná**
- +** (čti „křížek“) – občasně se vyskytující, **pokryvnost pod 1 %**
- 1** - **pokryvnost 1 až 5 %**, početný s malou pokryvností nebo vzácný s velkou pokryvností (mohutné rostliny)
- 2** - **pokryvnost od 5 do 25 %:** **2m** – druh početný (drobnější jedinci) s pokryvností kolem 5 %  
**2a** – druh méně početný (větší jedinci) s pokryvností 5 až 15 %  
**2b** – druh s početností 15 – 25 %
- 3** - druh s **pokryvností 25 – 50 %**
- 4** - druh s **pokryvností 50 – 75 %**
- 5** - druh s **pokryvností 75 – 100 %**



**Podle pokryvnosti určujeme ve společenstvu:**

1. **Dominanty:** určují strukturu a ekologické vlastnosti porostu, vytváří hlavní biomasu společenstva (dub, buk, smrk)
2. **Subdominanty:** tvoří významnou příměs porostu (jedle v bučinách, habr, borovice v doubravách)
3. **Přídavné (akcesorické) druhy:** podíl na druhové diverzitě společenstva, některé pro ně charakteristické – využití k rozlišení společenstev navzájem.

Údaje o pokryvnosti jednotlivých druhů jsou základem tzv. **fytoecologického snímku:**

**Příklad:**

**Snímek č. 356**

**Lokalita:** kulturní louka 400 m od záp. okraje obce Ledenice, okr. Č. Budějovice

**Datum:** 16.6.2005

**Sklon:** 20<sup>0</sup>

**Expozice:** JJZ

**Nadm. výška:** 456 m n.m.

**Geolog. podklad:** granit

**Plocha snímku:** 4 x 5 m (20 m<sup>2</sup>)

**Pokryvnost:** E<sub>1</sub> 100 %, E<sub>0</sub> 10 %

**Počet druhů:** 15

**Seznam zjištěných druhů a jejich odhad pokryvnosti:**

Alopecurus pratensis 3, Poa pratensis 2, Taraxacum officinale 2, Trifolium pratense 1, Veronica chamaedrys 1, Ranunculus repens 1, Cerastium vulgatum +, Plantago lanceolata +, Holcus lanatus +, Anthoxantum odoratum +, Ajuga reptans r, Lychnis flos-cuculi r, Veronica serpyllifolia r, Carex hirta r, Capanula patula r

## Úkoly z ekologie společenstev:

Charakterizujte polohu, vzhled a strukturu vegetace určitých společenstev (dle pokynů lektorů), spočítejte Shannonův index biodiverzity:

a) rostlinné společenstvo (využití kvadrátového vzorkování)

Tři kvadráty náhodně umístěte v zájmovém území, a spočítejte počty jedinců všech přítomných druhů (případně bez trav, dbejte na pokyny lektora). Pokuste se identifikovat nalezené druhy rostlin (využijte určovací klíče, atlasy a lektora).

b) epigeické společenstvo (využití zemních pastí)

V zájmovém území zakopejte dvě dvojice zemních pastí vždy 1 m od sebe, mezi každou dvojici vložte překážku (např. prkno či řadu těsně přiléhajících vysokých kamenů), na dno pastí umístěte fixační roztok dle pokynů lektora. Po standardizovaném časovém intervalu (12-24h; dle pokynů lektora) pasti vyjměte, rozřídte odchycené jedince do druhů a spočítejte je. Pokuste se identifikovat nejčastěji nalezené druhy (využijte určovací klíče, atlasy a lektora).

c) společenstvo vodního hmyzu (využití světelných pastí)

V zájmové vodní nádrži umístěte v 21:00 světelnou past do oblasti litorálu do hloubky 30-40 cm, past přivažte k pevnému předmětu na břehu! Ráno v 8:00 past vytáhněte, obsah přelijte do určené nádoby a vzorek rozřídte do jednotlivých druhů. Pokuste se identifikovat nejčastěji nalezené druhy (využijte určovací klíče, atlasy a lektora).

d) společenstvo nočního hmyzu (využití světelných pastí)

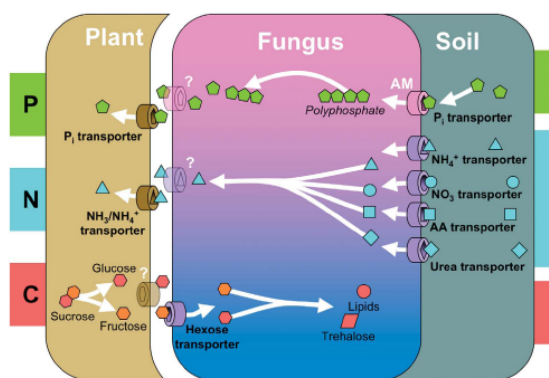
V zájmové oblasti proveďte dle pokynů lektora odchyt nočního hmyzu. Pokuste se identifikovat nejčastěji nalezené druhy (využijte určovací klíče, atlasy a lektora).

## Mezidruhové vztahy

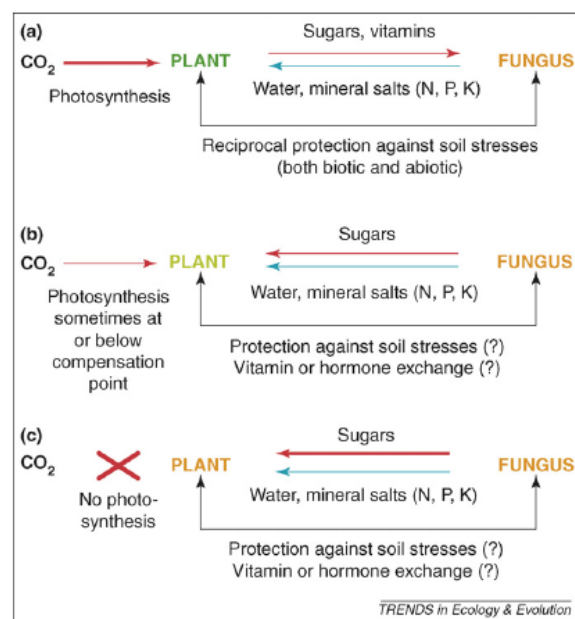
Při hodnocení základních vztahů mezi dvěma různými druhy organismů vycházíme z ovlivnění *fitness* obou účastníků vztahu. Rozeznáváme tak:

- kompetici (konkurenci) – negativní ovlivnění obou účastníků (-/-)
- predaci a parazitismus (predaci *sensu lato*) – negativní ovlivnění jednoho účastníka (kořisti), pozitivní druhého (pravý predátor, spásač, parazit, parazitoid) (+/-)
- mutualismus – pozitivní ovlivnění obou účastníků (++)
- komenzálismus – pozitivní ovlivnění jednoho účastníka, žádné ovlivnění druhého účastníka (speciálním typem komenzálismu je detritovoríe) (+/0)
- amenzálismus – negativní ovlivnění jednoho účastníka, žádné ovlivnění druhého účastníka (např. alelopatie; extrémně asymetrická kompetice) (-/0)

Jedním z nejdůležitějších mezidruhových vztahů (pro fungování většiny ekosystémů) je mykorhiza – tedy mutualistický vztah mezi rostlinou a tzv. mykorhizní houbou. Tento vztah je charakterizován tokem látek mezi kořeny rostlin a houbovými organismy: z rostlin do hub proudí uhlíkaté sloučeniny (cukry – glukózu, sacharózu i jiné energetické sloučeniny), z hub do rostlin anorganické látky (především fosforečnany a dusičnany). Houby (heterotrofní) tak získávají organické látky, rostliny (autotrofní) minerální látky (ve skutečnosti je však celý proces mnohem složitější - viz obr. 7).



**Figure 3 | Scheme summarizing the main nutrient exchange processes in EM and AM symbiosis.** Emphasis is placed on the translocation of phosphorus (P), nitrogen (N) and carbon (C) at the soil-fungus and fungus-plant interface. Inorganic P and mineral or organic forms of N, such as  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  and amino acids (AA), are taken up by specialized transporters located on the fungal membrane in the extraradical mycelium.  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  and  $\text{P}_i$  (the latter originated in AM fungi from the hydrolysis of polyphosphate) are imported from the symbiotic interface to the plant cells through selective transporters. Hexose transporters import plant-derived carbon to the fungus, whereas transporter proteins involved in the export of nutrients from either the plant or fungus have not been identified yet. This questions whether such processes indeed result from active, protein-mediated transport or involve passive export mechanisms.



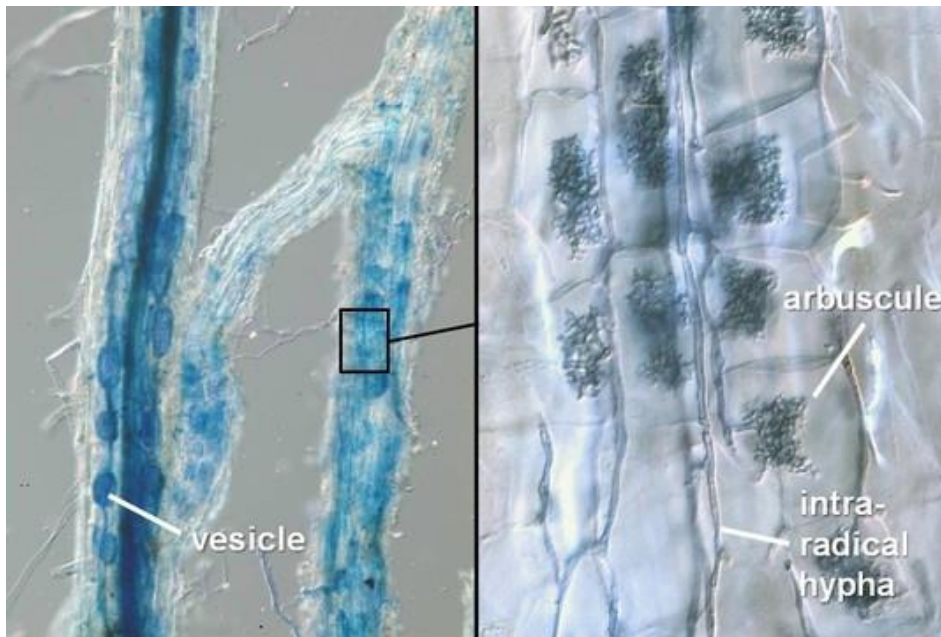
**Figure 1.** Diversity of resource transfers between plants and their mycorrhizal fungal partners. **(a)** reciprocal exchange for a common green plant; **(b)** nutrient flux for a mixotrophic plant exploiting fungal carbon as part of its carbon resources; and **(c)** nutrient flux for a mycoheterotrophic plant exploiting the fungus as its exclusive carbon source. In all cases, the fungus exploits water and mineral nutrients from the soil and receives carbon from other green plants with which it has formed mycorrhizae. '?' indicates possible effects that remain unknown. Abbreviations: K, potassium; N, nitrogen; P, phosphorus.

Obr. 7. Hlavní a možné toky živin při mykorhize. DOI: 10.1038/ncomms1046 a 10.1016/j.tree.2006.07.003

Princip mykorhizy je znám již dlouho, až v poslední době však začíná být doceňován její význam – v současnosti se odhaduje, že ~90% terestrických rostlin tvoří mykorhizní asociace,

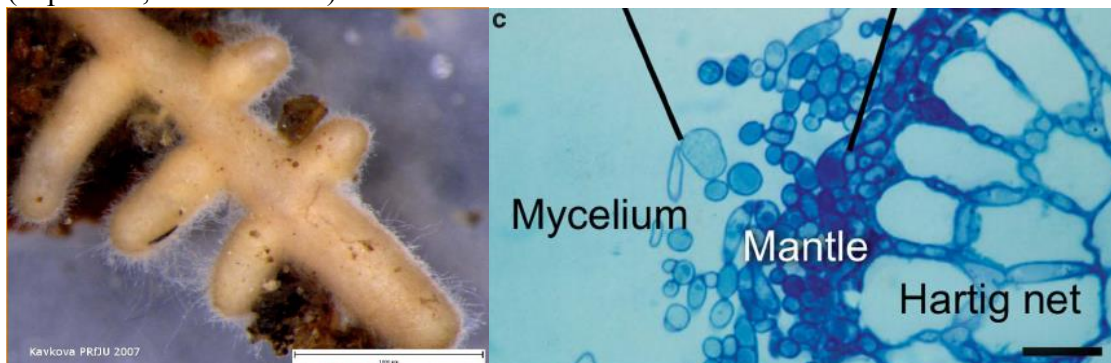
čímž se řadí k nejčetnějším mezidruhovým vztahům na Zemi. Zároveň se ukazuje význam mykorrhizy při kolonizace souše zelenými rostlinami.

Rozeznáváme několik základních typů mykorrhizy. Nejčastější (přítomna až u 80% rostlin – mechorosty, kaprad'orosty, nahosemenné i krytosemenné rostliny) je tzv. **arbuskulární mykorrhiza (AM)** (dříve nazývaná vesikulo-arbuskulární). Při AM vstupují houbová vlákna (hyfy) do přímo do buněk kořenů rostlin, a vytváří zde charakteristické útvary: **arbuskuly** (stromečkovité útvary houbového organismu; místo intenzivní výměny živin) a většinou ještě **vesikuly** (oválné či kulovité ztlustliny hyf; zásobní funkce) – viz obr. 8. Na arbuskulární mykorrhize se podílí houby skupiny Glomeromycetes.



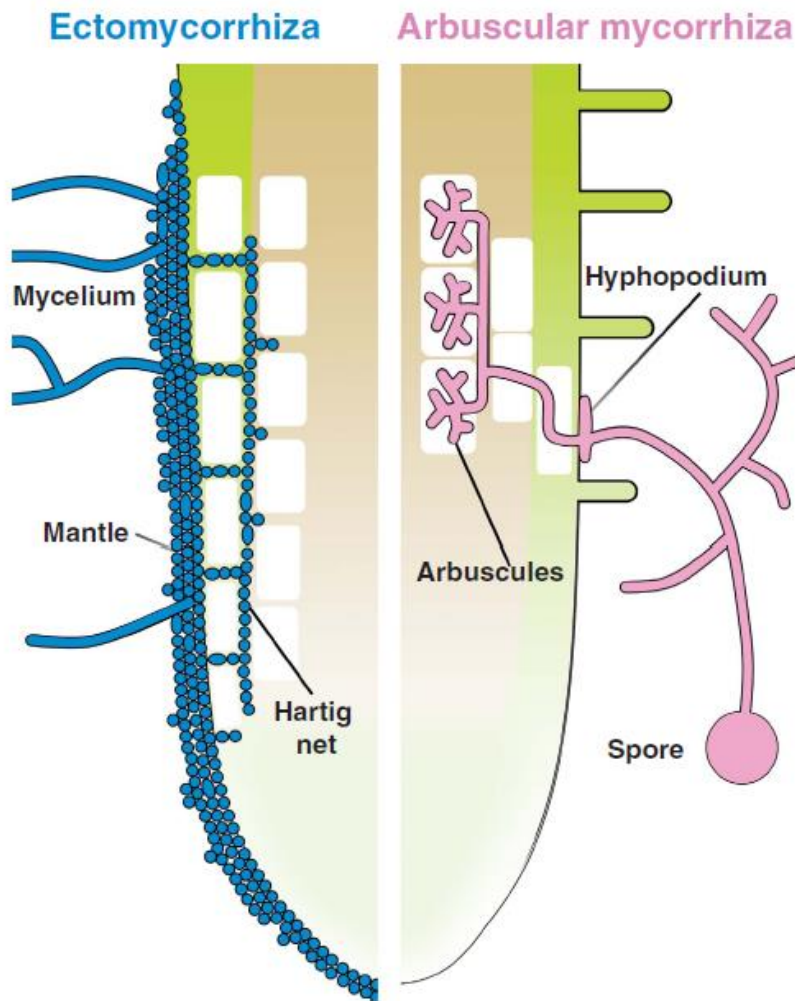
Obr. 8. Arbuskulární mykorrhiza, průměr kořínků cca 200  $\mu\text{m}$ . Foto A. Schüßler.

Dalším rozšířeným (přítomna u 5-10% rostlin – především dřeviny: jehličnany, ale i břízy, duby aj.) typem mykorrhizy je **ektomykorrhiza (EM)**. Pro EM je typické prorůstání houbových vláken povrchu kořenů a významné zvětšení objemu substrátu, odkud hostitelské rostliny čerpají vodu s minerálními vlákny. Bývá potlačeno kořenové vlášení a na povrchu kořínků se vytváří **hyfový plášť** (obr. 9). Kromě toho houbové mycelium prorůstá mezibuněčné prostory kořenových buněk a tvoří tzv. **Hartigovu síť** (obr. 9). Na EM se ve velké míře podílí houby skupiny Basidiomycota (stopkovýtrusné), jejichž plodnice mají hospodářský význam (např. hřib, muchomůrka).



Obr. 9. Ektomykorrhiza - hyfový plášť a Hartigova síť. Kavková 2007 a DOI: 10.1038/ncomms1046.





**Figure 1 | Illustration of root colonization structures in ectomycorrhizal (blue) and arbuscular mycorrhizal (pink) interactions.** The ectomycorrhizal fungus surrounds the root tip with a thick mantle of closely appressed hyphae, whereas the Hartig net develops around epidermal cells (green). In the case of arbuscular mycorrhizas, the root tip is usually not colonized. Hyphae develop from a spore and produce a hyphopodium on the root epidermis. Intraradical colonization proceeds both intra and intercellularly and culminates with the formation of arbuscules, little fungal trees, inside inner cortical cells (brown).

Obr.10. Schematické porovnání ektomykorhizy a arbuskulární mykorhizy.

## **Úkoly z mezidruhových vztahů:**

- a) Najdi v okolí alespoň tři konkrétní případy 1) kompetice, 2) predace *s.l.* a 3) mutualismu. Pokus se pojmenovat účastníky vztahu a definovat jejich zisky / ztráty. Příklady dokumentuj (náčrt, fotografie, dokladový materiál).

- b) Najděte dva semenáčky dřevin a na pastvině 10 jiných různých druhů rostlin. Všechny rostliny určete (použijte klíče, atlasy, lektory) a zjistěte, zda je u nich přítomna mykorhiza. Statistickými metodami (za pomoci lektorů) určete, jestli se zjištěná četnost mykorhizních rostlin shoduje s očekávanou frekvencí 80-90%.

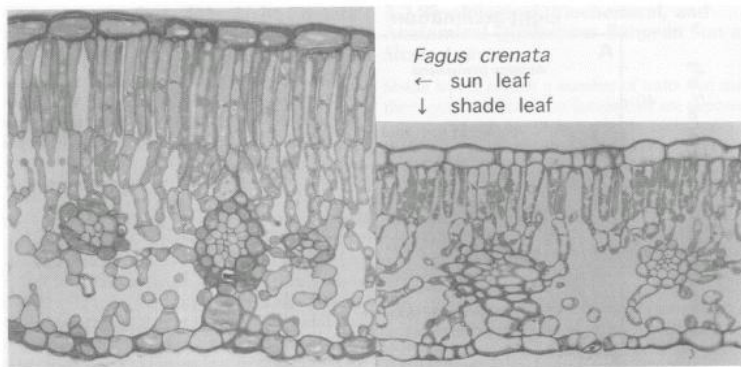
Postup při stanovení mykorhizy: Houbová vlákna nejsou v optickém mikroskopu bez barvení dobře patrná, existuje ale jednoduchá metoda na obarvení:

- 1) kořenový systém rostliny pořádně (ale opatrně) propláchněte vodou a omyjte
- 2) povařte vyčištěné kořeny 5-10 min v 10% KOH (alternativně je možno nechat stát při pokojové teplotě cca 10 hod.)
- 3) propláchněte vodou na sítku
- 4) vařte kořeny 3 min v 5% roztoku inkoustu v 5% kyselině octové (osvědčil se inkoust Shaeffer)
- 5) kořeny propláchněte
- 6) z kořínků zhotovte nativní preparáty, pozorujte pod mikroskopem (případně lze takto připravené kořeny uskladnit ve vodě s octem až na 4 týdny).

## Ekologické faktory

Mezi nejdůležitější zdroje (tj. faktory, které jsou spotřebovávány) rostlin patří sluneční záření. Světelná energie je v procesu fotosyntézy přeměněna v energii chemických vazeb a dále využívána rostlinou (producentem), konzumenty i rozkladači. Proces fotosyntézy probíhá v chloroplastech, světelná energie je zachycena zeleným pigmentem – chlorofylem. Obecně lze říci, že z fotosyntetického hlediska jsou nejdůležitějším orgánem rostlin zelené listy. Kromě toho, že se (samozřejmě) liší listy různých rostlin, existují rozdíly mezi listy jednoho jedince. Na první pohled je to patrné například u břechťanu. Ovšem i u ostatních rostlin bývají rozdíly mezi listy slunnými (heliofilními) a stinnými (sciofilními) (obr. 11). U stromů a keřů, které mají listy ve výrazně odlišných světelných podmínkách (tedy heliofilní listy na obvodu koruny a sciofilní listy uvnitř koruny), lze většinou pozorovat rozdíly v těchto charakteristikách:

- tloušťka listu
- délka a větvení žilnatiny
- hustota průduchů
- plocha listu
- velikost epidermálních buněk
- tloušťka kutikuly a epidermis



Obr. 11. Příčný řez heliofilním a sciofilním listem buku japonského.

### Úkol – srovnání heliofilních a sciofilních listů

Vyberte vhodný keř nebo nízký strom, určete jej a utrhněte 20 listů a) z osvětleného obvodu koruny (J či JZ strana); b) ze zastíněného vnitřku koruny. Změřte

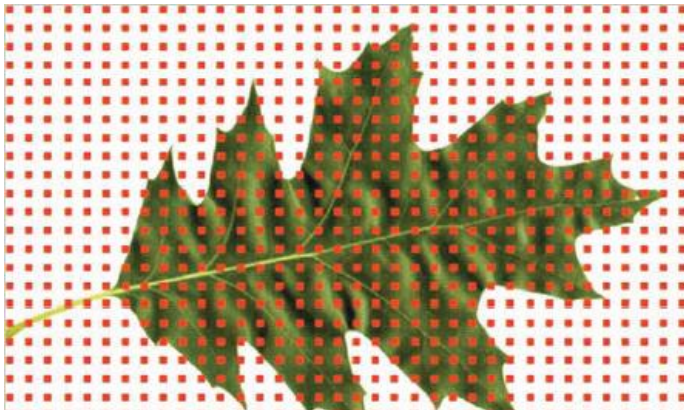
- a) plochu
- b) tloušťku
- c) hustotu průduchů

všech listů (postupy viz níže). Pokuste se získaná data statisticky vyhodnotit dle pokynů lektorů. Jak se ve zkoumaných charakteristikách liší heliofilní a sciofilní listy? Dokážete rozdíly (pokud existují) vysvětlit?

### Měření plochy listů (upraveno podle Vinter, 2008):

Plochy listů zjistíte rychlou, jednoduchou a poměrně přesnou bodovou (zásahovou) metodu (obr. 12). Pod průsvitnou fólii používanou se síť bodů 0,5 cm x 0,5 cm vložte zkoumaný list spočítejte zásahy. Zásahy na okraji listové čepele počítáme pouze každý druhý nebo jenom zásahy na polovině obvodu čepele. Pro zajištění větší přesnosti proměřte každý list 3x, vždy

pootočený zhruba o 30°, a vypočtete aritmetický průměr. Každý zásah představuje 0,25 cm<sup>2</sup> listové plochy. Výslednou plochu listu v cm<sup>2</sup> vypočteme jako celkový počet zásahů x 0,25.



Obr. 12. Příklad měření plochy listové čepele dubu červeného (*Quercus rubra*) - 308 (počet zásahů) x 0,25 = 77 cm<sup>2</sup>. Částečné zásahy na hranici okraje listu počítáme pouze na jedné polovině čepele nebo každý druhý zásah (Vinter, 2008).

### Měření tloušťky listů

Náhodně vyberte 10 sciofilních a 10 heliofilních listů zkoumané dřeviny a fixujte je v 70% glycerolalkoholu. Z centrální části listové čepele každého listu vyříznete malý (max 1 cm<sup>2</sup>) čtverec. Čtverec upevněte do podélně naříznuté bezové duše, zhotovte několik příčných řezů a přeneste je do kapky glycerolu na podložní sklo. Při malém zvětšení vyberte vhodný řez, a proveďte u něj 3 různá měření (celkem tak získáte 3x20 hodnot). Pokuste se získaná data statisticky vyhodnotit dle pokynů lektorů.

#### Postup měření okulárovým mikrometrem

Pro jednoduché měření mikroskopických objektů potřebujete okulárový a objektivový mikrometr. Okulárový mikrometr je okulár, v němž je zobrazeno měřítko. Umístěním měřeného objektu do centra zorného pole a pootočením okuláru snadno „změříte“ daný objekt v relativních jednotkách „délky okulárového mikrometru při daném zvětšení“. Pro přepočtení na absolutní délku je nutno použít objektivový mikrometr, což je podložní sklíčko s měřítkem 1 mm rozděleným na 100 dílků (1 dílek objektivového mikrometru má tedy 10 μm). Při SHODNÉM zvětšení mikroskopu tedy musíte určit délku „okulárového dílku“ – umístěte objektivový a okulárový mikrometr tak, aby se alespoň dvě dvojice rysek přesně překrývaly. Spočítejte počet rysek a jednoduchou trojčlenkou spočítejte absolutní délku měřeného objektu.

### Stanovení hustoty průduchů

Pro pozorování průduchů lze použít tzv. otiskové preparáty (mikroreliefová metoda):

na spodní stranu listů naneste tenkou vrstvu bezbarvého laku na nehty a nechte zaschnout.

Vrstvičku laku stáhněte pomocí bezbarvé izolepy a přilepte na podložní sklíčko.

Hustotu průduchů lze spočítat zase pomocí objektivového mikrometru a okulárové mřížky.

Mikroskopujte otiskový preparát s použitím okulárové mřížky. Vyberte náhodně nějaké rovnoměrné místo na otisku listu a spočítejte počet průduchů uvnitř celé mřížky. Průduchy na obvodu čtverce počítáme pouze na dvou stranách čtverce. Poté při stejném zvětšení změřte stranu čtverce pomocí objektivového mikrometru, spočítejte jeho obsah, hustotu průduchů. Hustotu průduchů převedte na mm<sup>2</sup>.

## Teplota mikrohabitatů

Teplota patří k nejdůležitějším ekologickým podmínkám. Obecně platí, že teplota urychluje rychlost metabolických reakcí (a tím tedy i růst) všech organismů. Zejména méně zdatní kompetitoři se však adaptovali na nižší teploty. Pro růst populací je samozřejmě velmi důležitá průměrná teplota. O přežití však rozhodují především extrémy. Průměrná teplota i extrémy se mohou v různých blízkých mikrohabitatech podstatně lišit.

Ve spolupráci s lektory vyberte 4-5 rozdílných mikrohabitatů a umístěte do nich záznamové teploměry (termologery); záznam nastavte na každých 10 minut. Ponechte je na místě alespoň 48 hodin, data stáhněte, porovnejte a diskutujte a pokuste se vysvětlit rozdíly. Pozornost věnujte průměrné teplotě (denní a noční) i extrémům.

Podrobný popis a pozice mikrohabitatů 1:

Teplota sledována od..... do .....

Denní průměr:.....

Noční průměr:.....

Denní maximum:..... °C v ..... (hod; datum)

Denní minimum:..... °C v .....

Noční maximum:..... °C v .....

Noční minimum:..... °C v .....

Podrobný popis a pozice mikrohabitatů 2:

Teplota sledována od..... do .....

Denní průměr:.....

Noční průměr:.....

Denní maximum:..... °C v ..... (hod; datum)

Denní minimum:..... °C v .....

Noční maximum:..... °C v .....

Noční minimum:..... °C v .....

Podrobný popis a pozice mikrohabitu 3:

Teplota sledována od..... do .....

Denní průměr:.....

Noční průměr:.....

Denní maximum:..... °C v ..... (hod; datum)

Denní minimum:..... °C v .....

Noční maximum:..... °C v .....

Noční minimum:..... °C v .....

Podrobný popis a pozice mikrohabitu 4:

Teplota sledována od..... do .....

Denní průměr:.....

Noční průměr:.....

Denní maximum:..... °C v ..... (hod; datum)

Denní minimum:..... °C v .....

Noční maximum:..... °C v .....

Noční minimum:..... °C v .....

Podrobný popis a pozice mikrohabitu 5:

Teplota sledována od..... do .....

Denní průměr:.....

Noční průměr:.....

Denní maximum:..... °C v ..... (hod; datum)

Denní minimum:..... °C v .....

Noční maximum:..... °C v .....

Noční minimum:..... °C v .....

Vysvětlete pozorované rozdíly:

V analyzovaných mikrohabitátech najděte a identifikujte (použijte klíče, atlasy, lektory) co nejvíce organismů (rostliny, houby, živočichové). Vypište ty, které se vyskytují v mikrohabitátech:

Nejchladnější

Nejteplejší

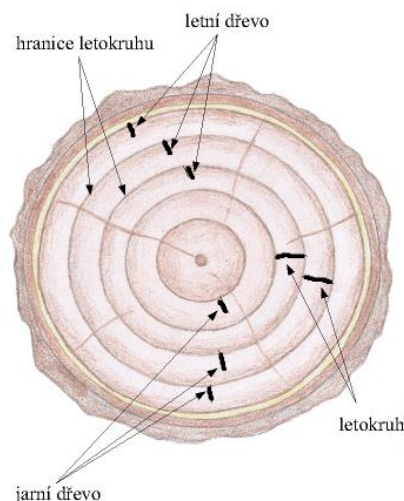
Všechny

Pojmenujte je z hlediska ekologické valence:

Které z těchto organismů by bylo možné využít jako bioindikátory? Co mohou indikovat?

## Dendrochronologie

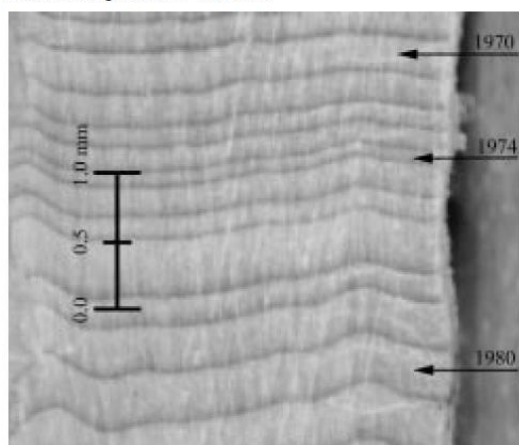
Dendrochronologie je vědecká metoda datování založená na analyzování letokruhů dřeva. Je založena na tom, že v oblasti mírného pásu nerostou stromy v průběhu roku rovnoměrně, ale v závislosti na vegetační sezóně. Nejrychleji přirůstá dřevo na jaře, kdy je tedy dřevní hmota řídkší a světlejší. V létě je růst pomalejší a vzniká husté a tmavé dřevo. Na podzim růst ustává a obnovuje se zase na jaře. Na příčném řezu dřevinou jsou tak dobře patrné letokruhy, jejichž počet odpovídá počtu prožitých vegetačních sezón (obr. 13).



Obr. 13. Příčný řez dřevinou. Kredit: <http://www.atlasdreva.hu.cz>

Dendrochronologie tak umožňuje určit stáří dřeva s přesností na kalendářní rok za předpokladu, že vegetační sezóna trvá jeden rok). Kromě toho nám však umožní rekonstruovat mnoho klimatických a ekologických událostí – stromy přirůstají v závislosti na klimatických faktorech. V teplých a vlhkých letech bývá přírůstek větší, než v chladných či suchých vegetačních sezónách (obr. 14). Může se stát i to, že vlivem nepříznivých podmínek během vegetační sezóny vůbec k vytvoření letokruhu nedojde. Protože stromy jednoho druhu z jedné oblasti mívají podobný charakter letokruhů, lze na jednoduchém principu datovat i staré trámy či stavby, anebo dávno uhynulé kmeny (obr. 15).

Fig. 3. A sample set of tree rings from a 200-year-old yellow-cedar tree. Note that the narrow pointer ring observed in 1974 had a width of 0.15 mm. This value compares with an average measured ring width of 0.52 mm.



Obr. 14. Ukázka vlivu velmi chladného roku 1974 na šířku letokruhů . Can. J. For. Res. 29: 115–123 (1999)



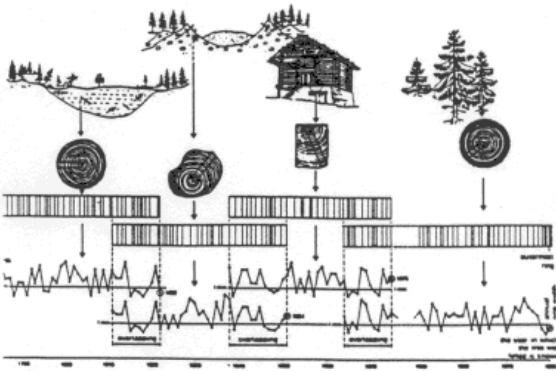


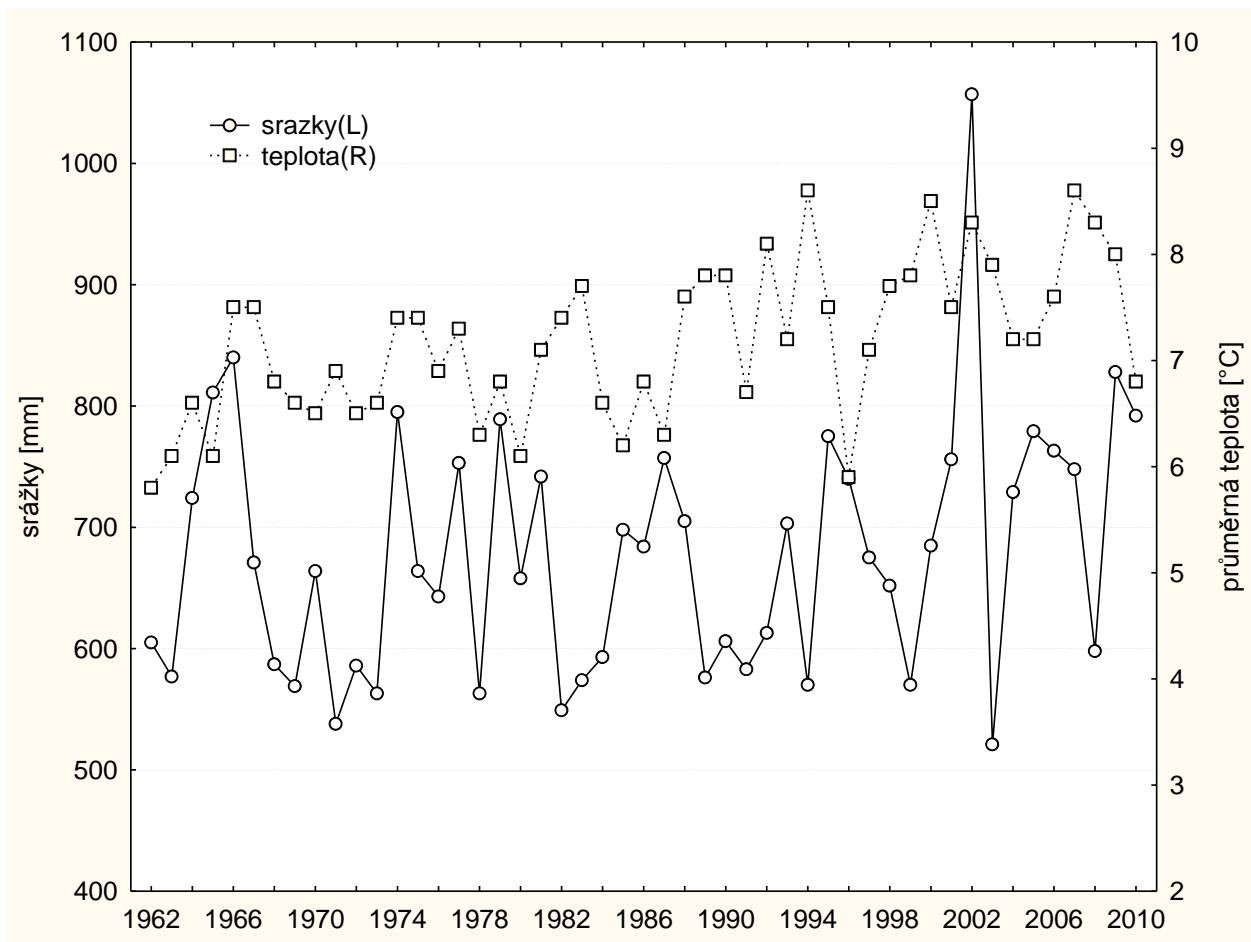
Figure 6. Cross-dating of live trees with dead or fossil trees allows the construction of long reference chronologies. (From Schweingruber 1988.)

Obr. 15. Tzv „cross-dating“ – datace období růstu dřeva „křížem“.

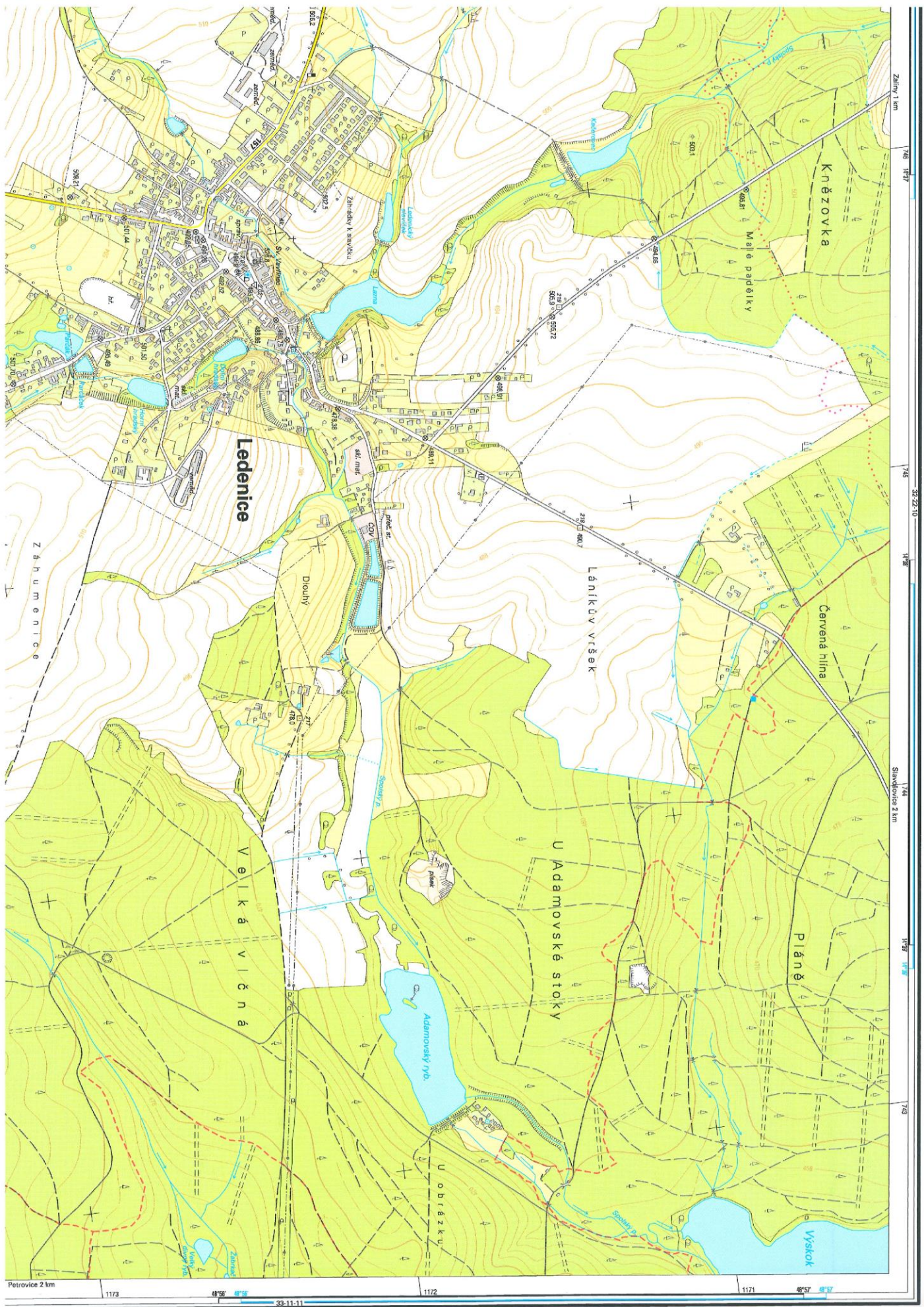
Šířku letokruhů ale samozřejmě neovlivňují pouze klimatické podmínky. Malý přírůstek bývá u dřevin patrný během tzv. semenných roků. Semenným rokem se nazývá sezóna, ve které jedinec vyprodukuje několikanásobně více semen než obvykle. U mnoha stromů se tyto semenné roky nepravidelně objevují nezávisle na klimatických podmínkách. Jedním z důvodů je pravděpodobně snaha o „přehlcení predátorů“ – velká a výživná semena (žalud, bukvice, ale i mnohá další) jsou cenným zdrojem energie pro herbivory, omnivory a příležitostně i karnivory. Pravidelně se stává, že semenožravé organismy zlikvidují veškerou úrodu semen určitého stromu. Pokud strom v nepravidelných intervalech vyprodukuje několikanásobné (řádově větší) množství semen než obvykle, semenožraví predátoři je nestačí všechna zkonsumovat a některá semena tak zůstanou nesežrána a mohou vyklíčit. A jak to souvisí s růstem? Organismy běžně řeší trade-off mezi reprodukcí a růstem – buď mohou energii investovat do vlastního růstu, anebo do potomků. V letech, kdy stromy produkují hodně semen, méně rostou, a mají tedy užší letokruhy.

### **Úkol z dendrochronologie**

V okolí najdete několik letošních pařezů, na kterých jsou dobře patrné letokruhy. Pokuste se určit druh stromu a jeho stáří. Změřte šířku cca 30 posledních letokruhů a pokuste se zrekonstruovat přírůstek v těchto letech. Porovnejte data analyzovaných stromů s klimatologickým záznamem (obr. 16, o podrobnější data požádejte lektory) a vyslovte závěr o klimatu, resp. dalších faktorech ovlivňující přírůstek dřeva.

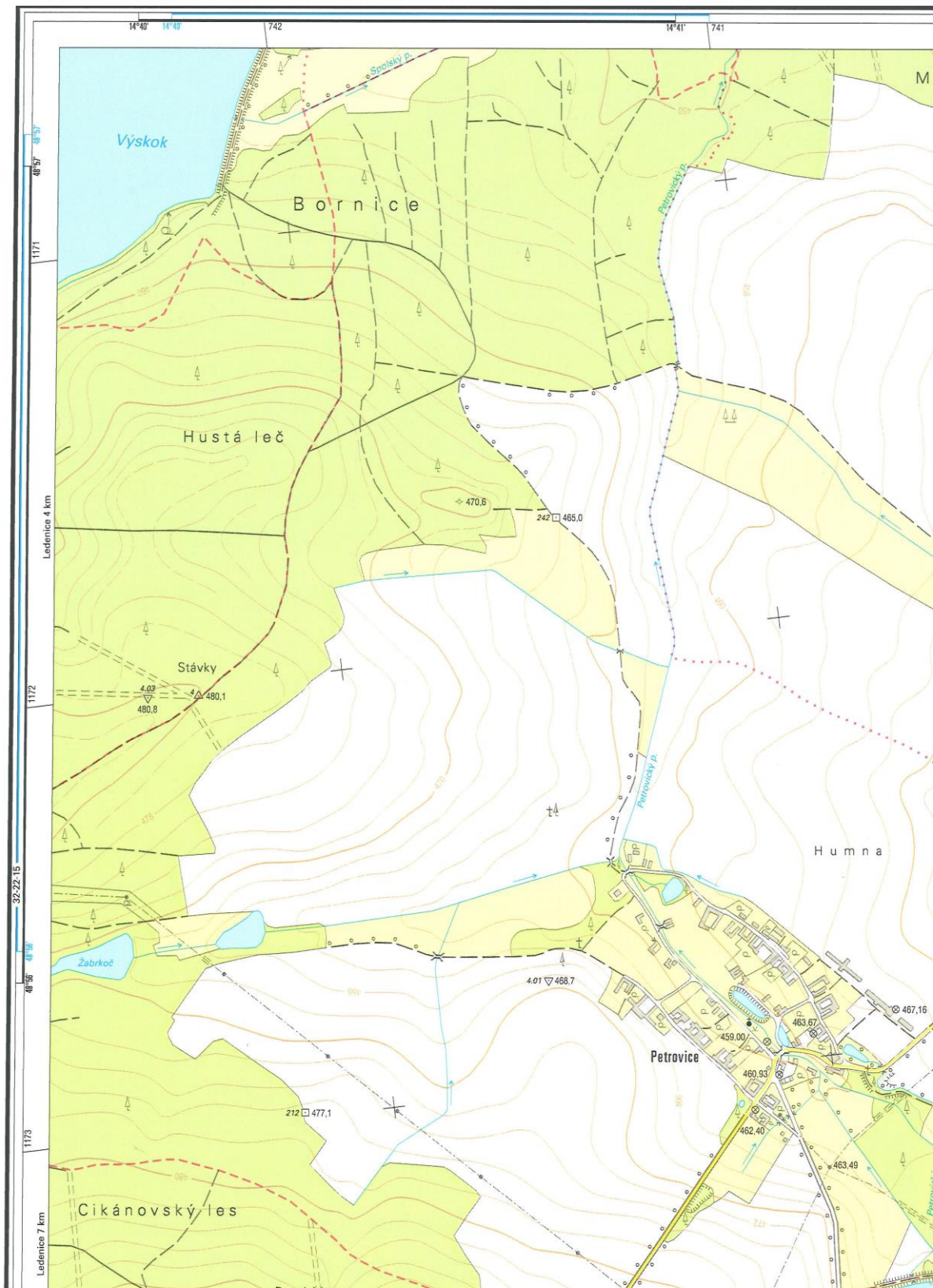


Obr. 16. Průměrné srážky a teplota v Jihočeském kraji v letech 1962-2010. Zdroj dat: ČHMÚ



Mapa zájmové oblasti. Délka hráze Adamovského rybníku cca 130 m.

Vytvoření protokolů bylo podpořeno projektem FRVŠ 1042/2013 Inovace předmětu Terénní cvičení z ekologie



Mapa zájmové oblasti – pokračování. Délka rybníka Žabrkoč cca 160 m.