


Ekologie mokřadů (2)

- Vlastnosti vodního a mokřadního prostředí**
- Adaptace vodních a mokřadních organismů**

Vlastnosti vodního a mokřadního prostředí se od prostředí suchozemského v mnohém liší, proto organismy na ně vázané vypadají a fungují jinak než organismy suchozemské

Některé vlastnosti mokřadního prostředí jsou pro organismy výhodné (např. snadná dostupnost vody), jiné na ně kladou speciální nároky (např. horší rozpustnost kyslíku ve vodě)

Pro život organismů jsou nejdůležitější tyto vlastnosti vody:

- voda je univerzální rozpouštědlo (pevné látky, kapaliny, plyny)
- rozpustnost plynů ve vodě je jiná než ve vzduchu (O_2 – při $20^\circ C$ 30x nižší, nebezpečí deficitu při vyšší t.; CO_2 – lépe rozp. než O_2 , ve vodě vyšší konc. než ve vzduchu)
- vysoká hustota vody v porov. se vzduchem
- kohezní síly mezi molekulami vody  povrchové pnutí vody

- voda je špatný vodič tepla, má vysokou tepelnou kapacitu v porovnání se vzduchem
- ve vodě je méně světla než na souši

Vodní prostředí je ve srovnání s prostředím suchozemským velmi dynamické. Jeho vlastnosti (např. pH, obsah živin, obsah O₂) se rychle mění v závislosti na mnoha faktorech (teplota, srážky, znečištění, intenzita slunečního záření a fotosyntézy aj.).

**Co z toho všeho plyne pro
organismy?**

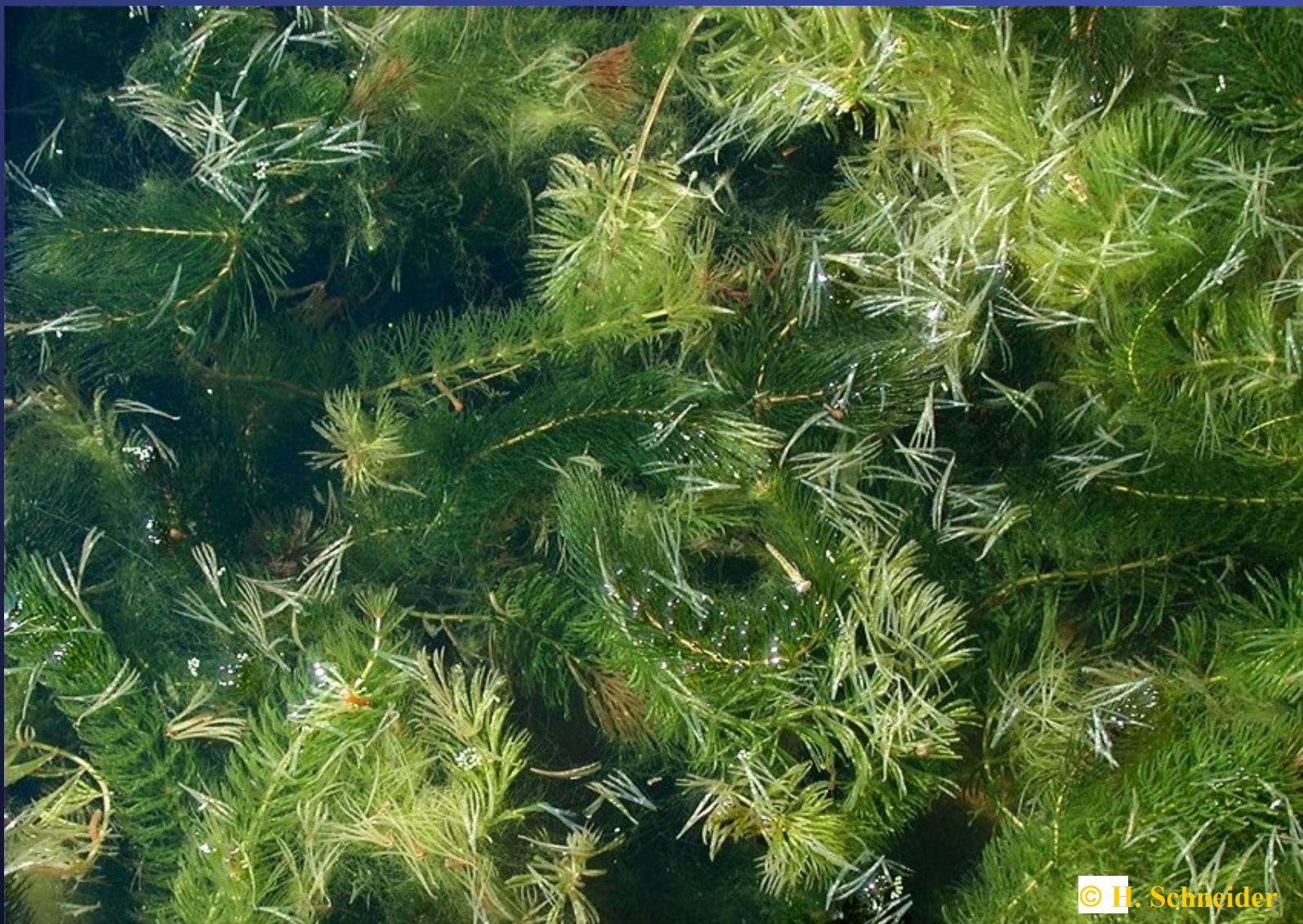
(1) Pro vodní **rostliny** je voda živným roztokem \Rightarrow u **ponořených** r. výměna látek mezi vodou a rostlinou **celým povrchem těla** (adaptace: redukce kutikuly, listy tenké, často členěné v úkrojky, hl. u nekořenících makrofyt redukce vodivých pletiv)

Výhody: rychlá dostupnost vody a živin

Nevýhody: koncentrace důležitých látek i zplodin metabolismu se rychle mění

(adaptace – příjem živin v různé formě, u zakoř. r. i ze substrátu, živočichové – přesun)

Ceratophyllum demersum – porost (nekořenící druh)



Ceratophyllum demersum – detail listu



Potamogeton perfoliatus má nečleněné, ale velmi tenké, průsvitné listy s výraznou žilnatinou (*Potamogeton* spp. – zakořeněné v substrátu ⇒ vodivá pletiva zachována)



Potamogeton lucens – listy rovněž velké a tenké, s
nápadnou žilnatinou



<http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-P-Z/Potamogeton-lucens-2.jpg>

(2) Ve vodě vyšší koncentrace CO_2 než ve vzduchu + nehrozí ztráty vody při jeho příjmu \Rightarrow vyšší příjem $\text{CO}_2 \Rightarrow$ rychlejší růst

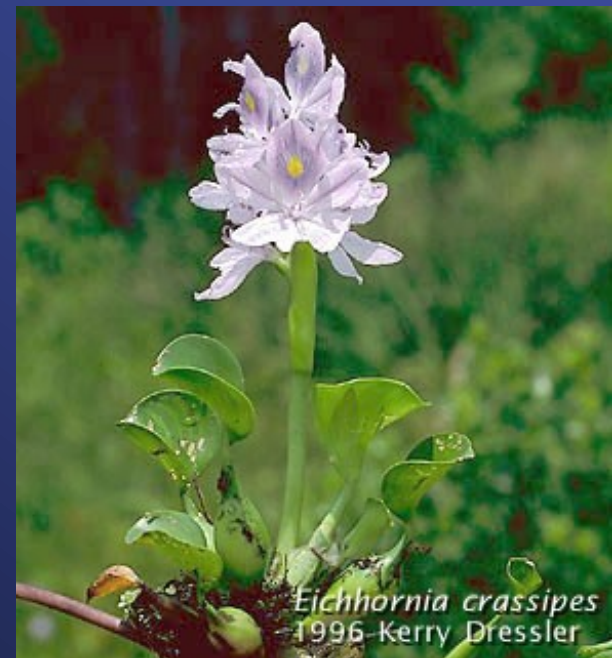
Růst je ovšem limitován nejen CO_2 , ale i dalšími zdroji (N, P, minerální látky, světlo)!

Nevýhody: ve vodě nižší koncentrace O_2 (adaptace: příjem kyslíku ze vzduchu, u rostlin distribuce pomocí aerenchymu – hl. do kořenů), při odčerpání CO_2 fotosyntézou roste pH vody, vznik NH_3 , někdy i přesycení vody O_2 (škodlivé pro živočichy)

Hippuris vulgaris je příkladem obojživelného druhu, může vytvářet zcela ponořené (submerzní) nebo částečně ponořené (emerzní) formy. Stonek a kořeny jsou vyplněny aerenchymatickým pletivem



(3) Voda poskytuje rostlinám fyzickou oporu ⇒ volně se vznášejí ve vodním sloupci nebo na hladině (adaptace: redukce oporných pletiv, někdy aerenchym, např. u *Eichhornia crassipes*)



Rostliny bez oporných pletiv, např. *Utricularia* spp.,
nám po vytažení z vody zůstanou zplihle ležet na dlani



Ale voda působí na organismy prouděním, vlnobitím a hydrostatickým tlakem. Hrozí, že je rozbije nebo odnese z jejich stanoviště. To si žádá specifické adaptace!

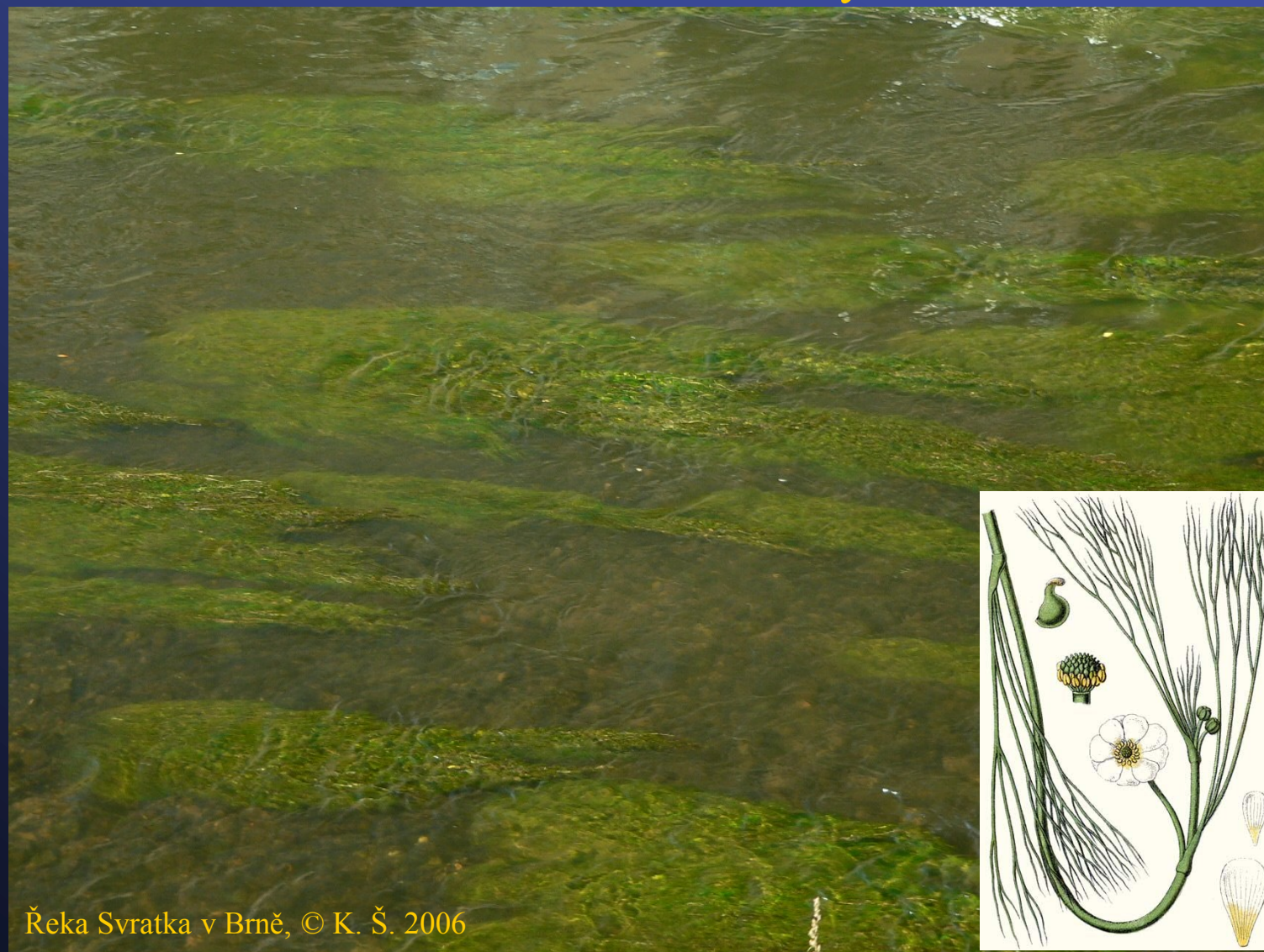
(a) přisedlost (např. přílipka – *Patella*, řasy, mech *Fontinalis antipyretica*)

(b) tělo dorziventrálně zploštělé (ploštěnky, larvy pošvatek; často v kombinaci s přísavkami, háčky aj.)

(c) pevné stonky a listy o malé ploše (např. lakušník říční – *Batrachium fluitans*)

(d) rychlý aktivní pohyb (pstruh potoční, losos)

Batrachium fluitans vytváří ve vodě středních toků řek dlouhé zelené chomáče bohatě olistěných stonků



Řeka Svratka v Brně, © K. Š. 2006

Bohatství organismů v mírně tekoucích a klidných stojatých vodách je zpravidla co do forem i počtu druhů výrazně vyšší

(4) Povrchové napětí vody umožňuje pohyb po hladině drobným tělesům, jejichž hustota je větší než voda (semena rostlin, chvostoskok mákovka vodní (*Podura aquatica*), bruslařka – *Gerris*)

Gerris lacustris



Podura aquatica



(5) rozdílný teplotní režim vod oproti souším (souvisí s vysokou tepelnou kapacitou – dlouho trvá, než se voda zahřeje a zase vychladne) \Rightarrow v mírném pásu **fenologický posun optima mokřadní vegetace do léta**

Hustota vody nejvyšší při $+4^{\circ}\text{C}$, nejnižší při 0°C \Rightarrow teplotní stratifikace vody \Rightarrow voda je pro organismy teplotně příznivější (přežívání zimy v mírném pásu – živočichové, vzácněji i rostliny)

(6) Světlo je vodou zčásti odraženo, zčásti pohlceno (nejdříve světlo o velkých vlnových délkách – červené, nezbytné pro fotosyntézu zelených rostlin)

Adaptace: (a) „**rostu jen tam, kde je světlo**“ – zonace rostlin podle množství a vlnové délky světla (v mořích řasy zelené → hnědé → červené)

(b) snaha dostat se co nejbližší ke světlu (listy na hladině nebo nad hladinou)

**Listy venku z vody? Ale co potom
výhoda příjmu látek povrchem těla?**

**Některé rostliny mají více typů listů,
aby mohly využívat všech možných
výhod!**

Patří k nim i lakušníky z okruhu 1. vodního (*Batrachium aquatile* s. l.), u něhož se **lupenité natantní** i v úkrojky členěné **submerzní listy** často vyskytují **na jedné rostlině**



<http://online-media.uni-marburg.de/biologie/>



<http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/thome/>

I emerzní druhy, např. *Alisma gramineum*, mohou vytvářet oba typy listů, submerzní většinou až při hlubším zaplavení; ty vznikají redukcí čepele a rozšířením a zploštěním řapíku, u *A. gramineum* se však redukuje řapík a mění čepel.



Živiny lze ovšem získat i ze substrátu anebo pomocí kořenů „zakořeněných“ ve vodě, např. u *Lemna minor* (jediný jednoduchý kořínek na rostlině) nebo u *Pistia stratioides* (kořeny bohatě větvené)



K zapamatování:

- život vznikl ve vodě, řada organismů (cévnaté rostliny, hmyz, savci..) se však do vody vrátila druhotně
- organismy „druhotně vodní“ si podržely některé suchozemské adaptace (dýchání plicemi, kořeny a cévní svazky – zčásti), jiné téměř ztratily (kutikula, oporná pletiva)
- suchozemské adaptace mohou být ve vodě přítěží, osvědčí se při vyschnutí vody

Voda vyschla – a co teď?

Většina vodních a mokřadních rostlin i živočichů u nás vyschnutí do určité míry toleruje nebo má specifické adaptace k přežití. Výjimkou jsou např. ryby.



http://www.healthylakes.org/wordpress/wp-content/uploads/2007/08/saratani2007-08-20fish_out_of_water.JPG

Možná řešení:

(a) přečkání v klidovém stadiu (u rostlin semena, hlízy, u bezobratlých vajíčka nebo spec. stadia)

(b) přesun pryč – živočichové

(c) vytvoření suchozemské nebo vodní formy podle aktuálních podmínek prostředí – u rostlin (např. hvězdoš – *Callitriche*, lakušník – *Batrachium*)

Podíl druhů s těmito adaptacemi vzrůstá v periodických mokřadech, kde naopak striktně vodní organismy téměř chybějí

Listonoh jarní (*Lepidurus apus*) se objevuje po jarních záplavách v periodických tůňích. V létě po vyschnutí vody zůstávají v tůňích vajíčka, odolná vůči vyschnutí i mrazu.



Rostlinné druhy vyskytující se v prostředí s periodickým kolísáním výšky vodního sloupce se vyznačují vysokou anatomickou a morfologickou plasticitou

Submerzní forma hvězdoše jarního (*Callitriche palustris*) má tenké čárkovité listy



V mělké vodě má hvězdoš drobnou růžici listů plovoucích na hladině



<http://www.isc.meiji.ac.jp/~ef00049/Cal.pal.htm>

Jinak vypadá hvězdoš
rostoucí na obnaženém
bahně. V těchto
podmínkách nejčastěji
plodí.



<http://www.isc.meiji.ac.jp/~ef00049/Cal.pal.htm>

**A tak jsme se dostali k biotopu
obnažených den. Čím je jeho vegetace
výjimečná?**

Podmínky na obnažených dnech jsou spíše terestrické, i když někdy to tam pěkně čvachtá

- intenzivní sluneční záření
- velké rozdíly teplot mezi dnem a nocí
- někdy dokonce nedostatek vody (!)

Rostliny se brání např. lesklými listy (*Lindernia procumbens*), xeromorfní stavbou listů (*Juncus bufonius*, *Crassula aquatica*), krycími trichomy (*Gnaphalium*), postavením listů (*Bidens radiata* – v horkých dnech staví list. čepele hranou ke slunci)

Puštička rozprostřená (*Lindernia procumbens*) svými lesklými listy odráží nadbytek slunečního záření





Protěž močálová
(*Gnaphalium uliginosum*)
je pokryta dlouhými
běloplstnatými trichomy

<http://www.flogaus-faust.de/e/gnapulig.htm>

Drobná masnice vodní (*Crassula aquatica*) má listy lesklé a sukulentní



Sítina žabí (*Juncus bufonius*) má lesklé čárkovité listy se žlábkem; podle vlhkosti substrátu mění poměr nadzemní a podzemní biomasy



Podobné adaptace, jako druhy obnažených den, má i řada dalších druhů v mělkých mokřadech, zejména vytrvalé emerzní byliny (kořenící v zaplaveném substrátu), např. rákos (*Phragmites australis*), orobinec (*Typha* spp.), žabník (*Alisma* spp.), šípatka (*Sagittaria sagittifolia*) a další

Listy *Sagittaria sagittifolia* jsou lesklé, u emerzních rostlin je listová plocha relativně malá a její velkou část zabírají vodivá pletiva

