

# Ekologie Rašelinišť



4.

**Hlavní ekologické gradienty:  
výška vodní hladiny**

# Gradient výšky vodní hladiny

- Absolutní výška fluktuující hladiny vody
- Povrchová struktura (mikrotopografie bultů a šenků)



# Výskyt jednotlivých rostlinných druhů ve vztahu k hladině vody: mechorosty ve Schwarzwald, Německo (Dierssen et Dierssen 2001)

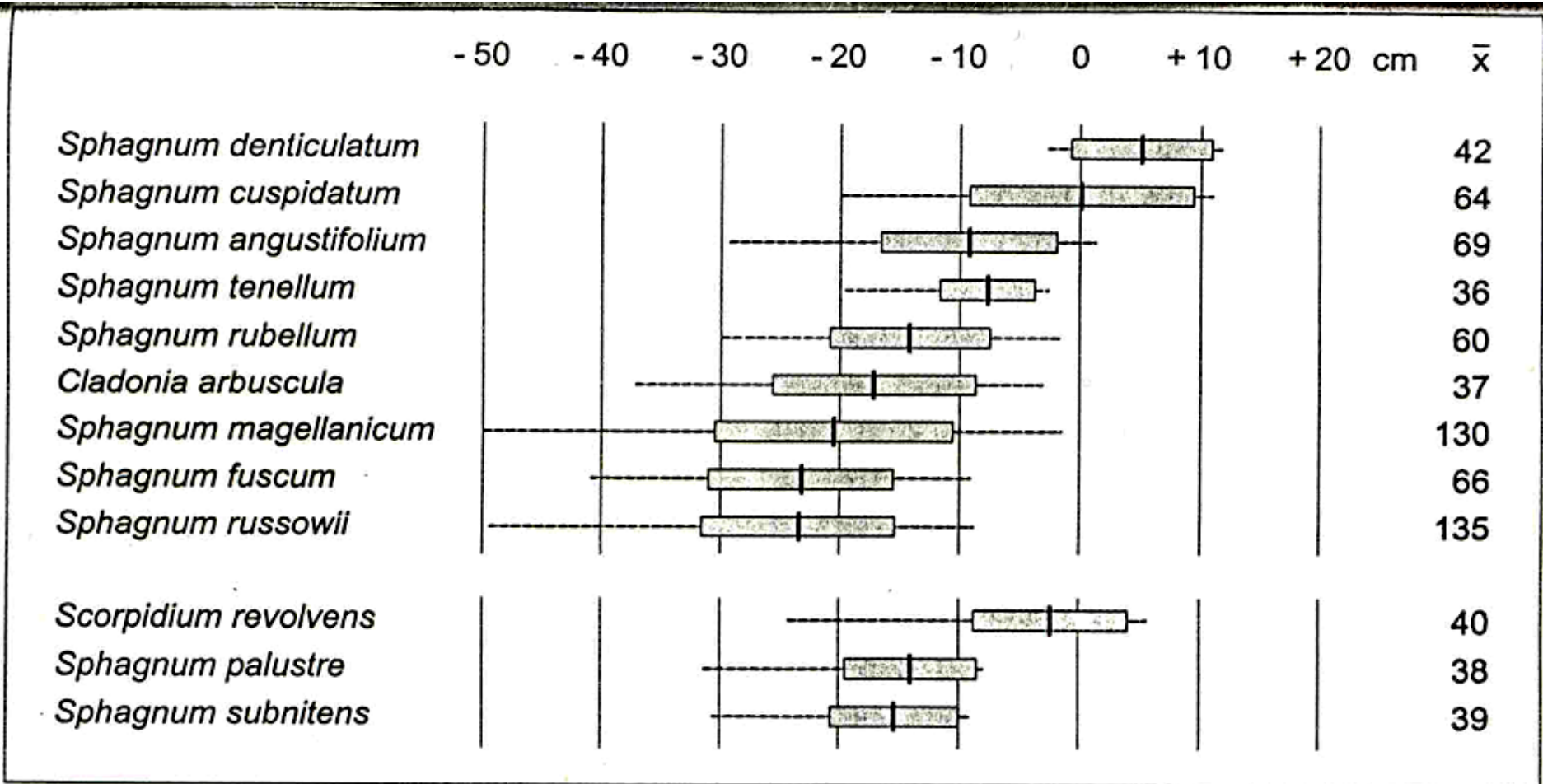


Abb. 55: Hydrologische Einnischung dominanter Kryptogamen in Mooren des Schwarzwaldes (nach DIERSSEN & DIERSSEN 1984); Wasserstände unter beziehungsweise über Flur; Mittelwert, Standardabweichung, Extremwerte, Anzahl der Messungen.

# I pro některé cévnaté rostliny je vysoká hladina vody (šlenky) důležitější než pH a vápník

Ombrotrofní šlenk s *Carex limosa*



Minerotrofní šlenk s *Carex limosa*

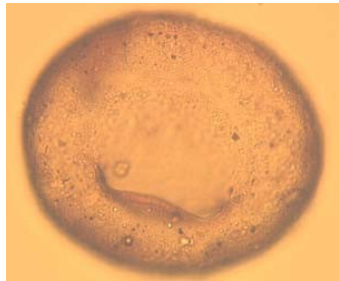


*Drosera anglica*,  
šlenkový druh s bimodální odpovědí k pH

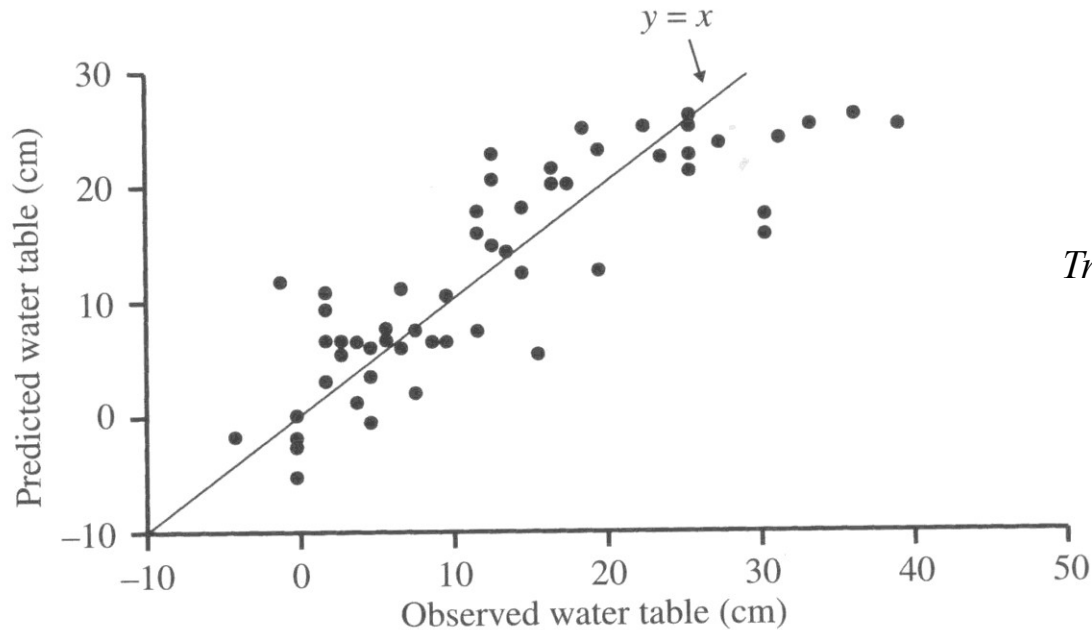
*Lycopodiella inundata*



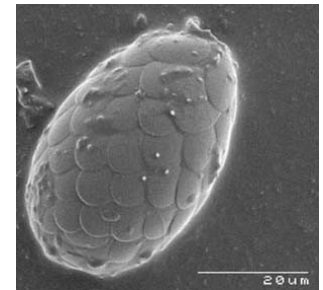
# Výskyt jednotlivých živočišných druhů ve vztahu k hladině vody: *Testacea* jako indikátoři a paleoindikátoři hladiny vody



*Bullinularia indica*



*Tracheleuglypha dentata*



**Fig. 2.2**

Amoebae as indicators of water table in mires on Newfoundland. The optimum water level was determined for 40 species of testate amoebae, and a mathematical model developed to established the relationship between the abundance of these species and the water table at a sampling point. Each dot represent a sampling point, and water level predicted by the model corresponds well with the measured water table. From Charman, D. J. and Warner, B. G. (1997). The ecology of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in oceanic peatlands in Newfoundland, Canada: Modelling hydrological relationships for palaeoenvironmental reconstruction. *Écoscience*, **4**, 555–62, with permission.

# Testacea jako indikátoři a paleoindikátoři hladiny vody

## Indikátoři sušších míst (bulvy) nebo sušších období

*Assulina muscorum*

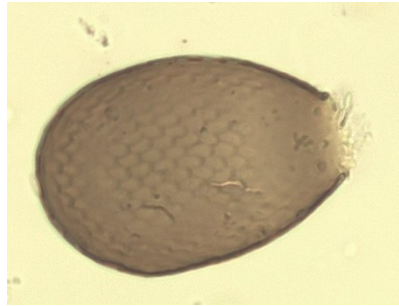


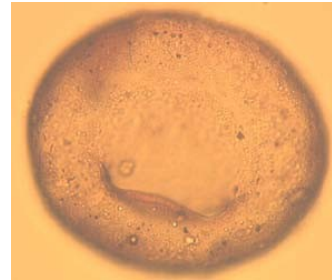
Foto: Anna Šimová

*Nebela tincta*



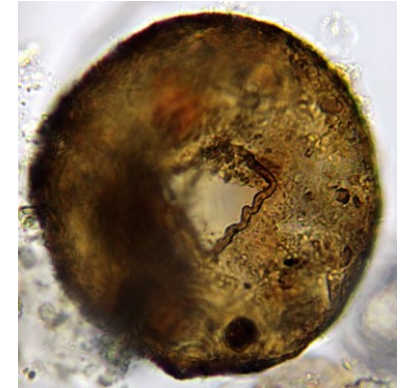
Foto: Anna Šimová

*Bullinularia indica*



<http://wslar.epfl.ch/mitchell/edward>

*Trigonopyxis arcula*



<http://www.arcella.nl/>

## Indikátoři vlhčích míst (šlenky) nebo vlhčích období

*Archerella flavum*



Foto: Anna Šimová

*Hyalosphenia elegans*



*H. papilio*

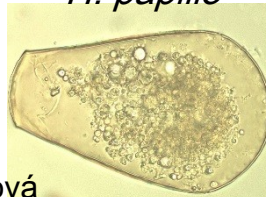


Foto: Anna Šimová

*Nebela marginata*



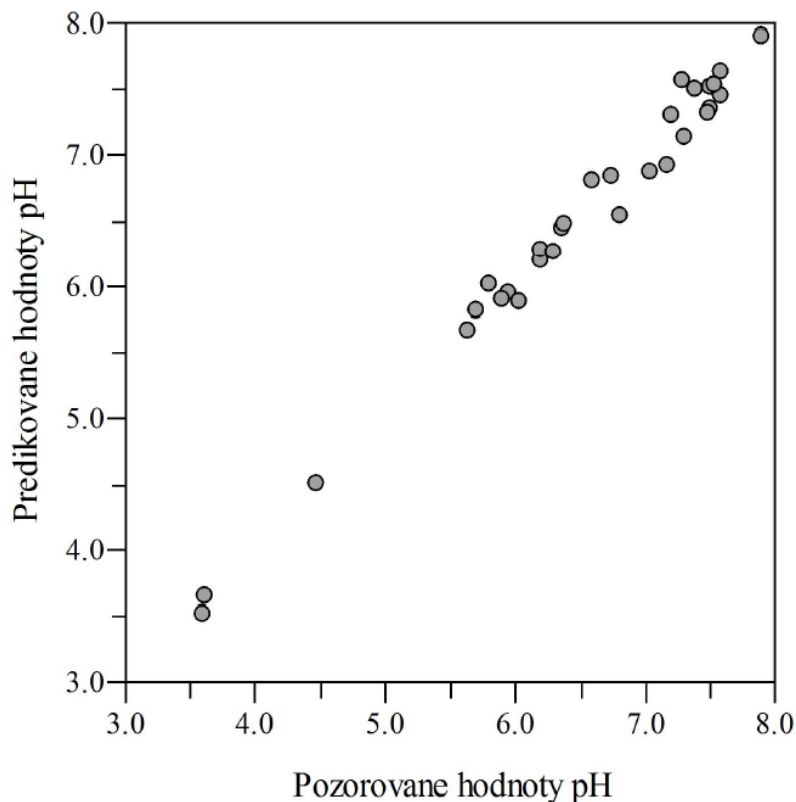
<http://www.arcella.nl/>

*Centropyxis aculeata*



<http://www.arcella.nl/>

# Pozor, současné výzkumy z oblastí s dlouhým gradientem vápnitosti (Karpaty) ale ukazují, že je výskyt jednotlivých druhů krytenek (*Testacea*) silně ovlivňován i vápnitostí vody



Šimová Anna: bakalářská práce

## Vápnomilné druhy

mají vápnitá idiosomata (destičky na schránce)

*Quadrullella symmetrica*

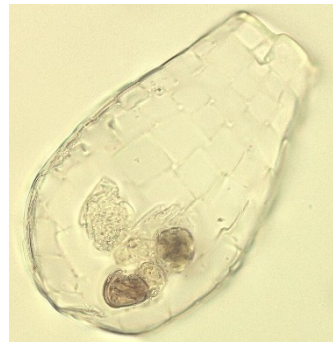
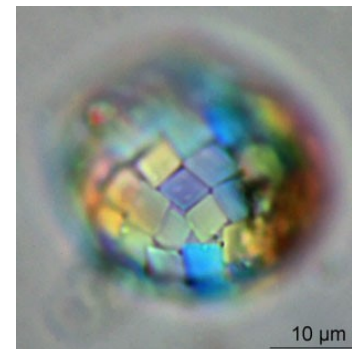


Foto: Anna Šimová

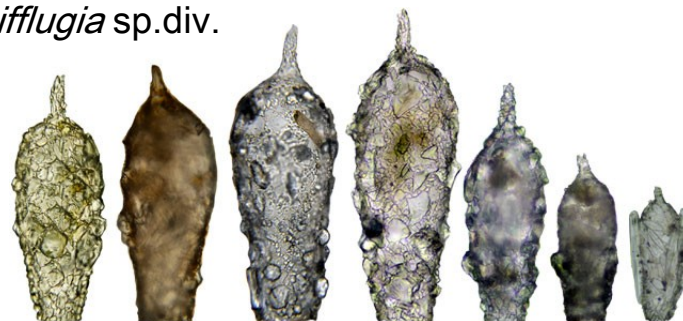
*Paraquadrula irregularis*



<http://www.arcella.nl/>

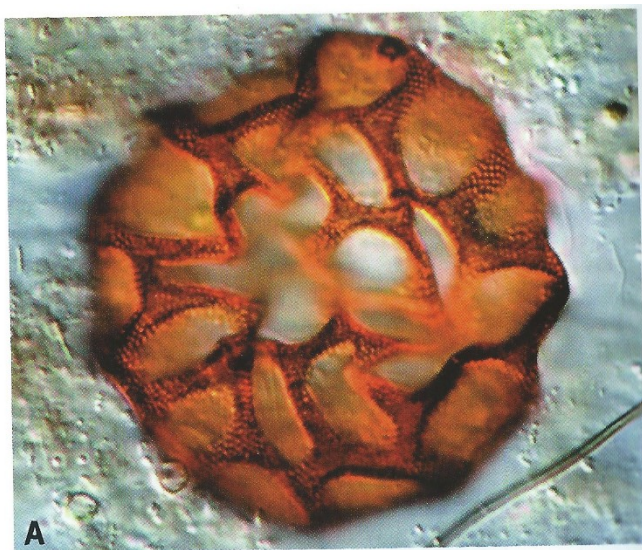
## Druhy mokrých minerotrofních stanovišť

*Diffflugia* sp. div.



<http://www.arcella.nl/>

**Mohou reagovat i na přístupnost živin a celkovou produktivitu, protože v mikrobiálním potravním řetězci stojí vysoko**



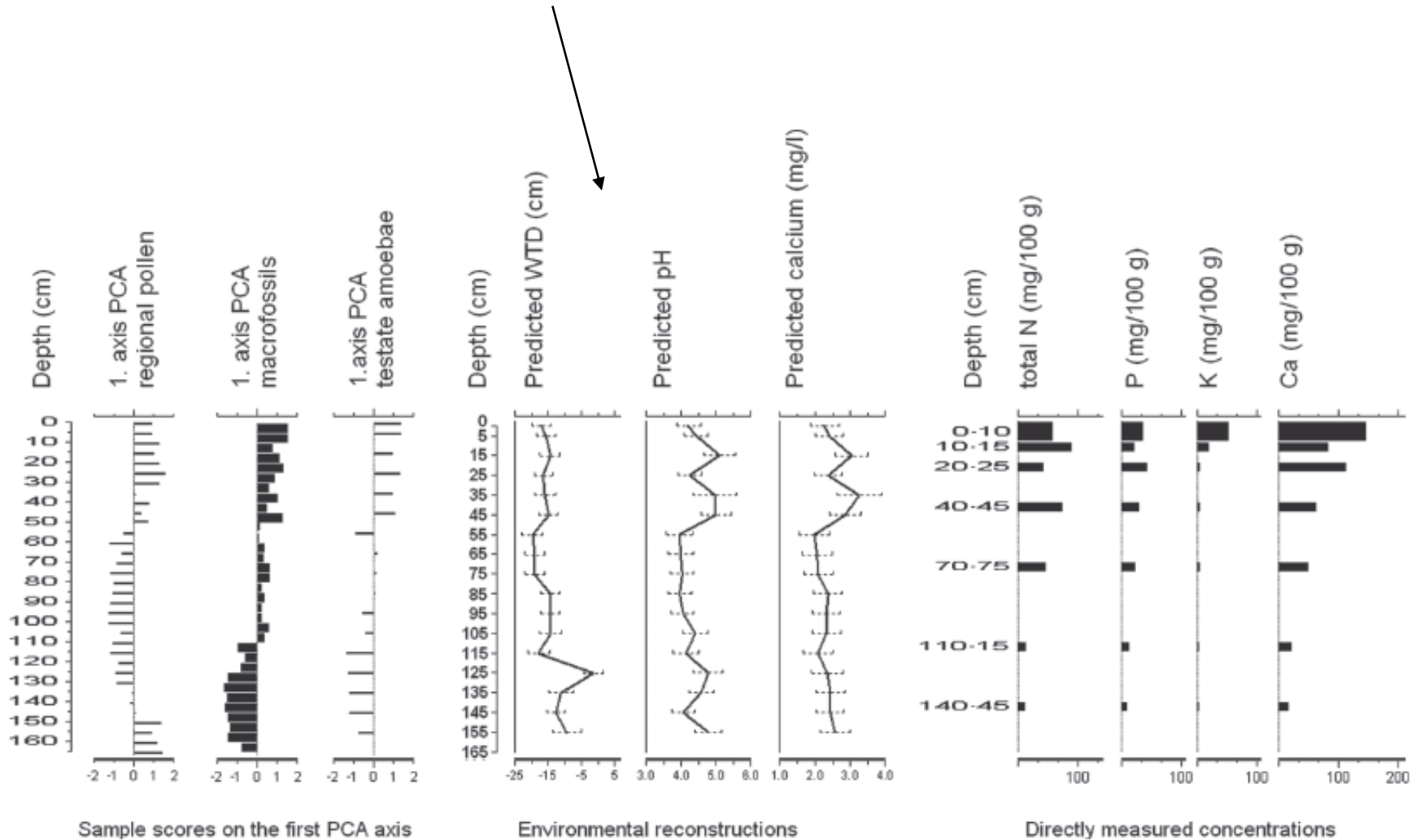
Skallamøber blant torvmoser. *Arcella gibbosa* (A), ca. 70–130  $\mu\text{m}$  diameter. *Diffugia rubescens* (B), ca. 65–115  $\mu\text{m}$  lang. Forekomst i Norge usikker. © Foto: *The Sphagnum Ponds of Simmelried in Germany: A Biodiversity Hot-Spot for Microscopic Organisms*. – Shaker Verlag, Aachen, Germany (ISBN 978-3-8322-2544-5). A: side 103, figur 1. B: side 104, figur 4.

sec. Flatberg 2013



# Testacea jako indikátoři a paleoindikátoři hladiny vody a vápnitosti

V ČR použití například při rekonstrukci změn prostředí v profilu Vozka v Jeseníkách (Dudová et al. 2012)



# Testacea jako indikátoři a paleoindikátoři hladiny vody a vápnitosti

*Spolu s rozsivkami jsou dobrými skupinami v recentním monitoringu (bioindikaci), protože reagují velmi rychle na změny kvality prostředí (dobře se šíří, rychle se množí).*

Příklad ze sudetských vrchovišť: Jiroušek et al. (2013) analyzovali, které faktory prostředí vysvětlují druhové složení různých taxonomických skupin: cévnaté rostliny, mechorosty, rozsivky a krytenky.



**všechny skupiny:** nejsilnější gradient byl **hladina vody** (bult – šlenk)

**jen rozsivky a krytenky:** navíc reagovaly na pH a vápník v Jeseníkách, kde byly vrchoviště nerovnoměrně zasaženy leteckým vápněním

## Long-term and contemporary environmental conditions as determinants of the species composition of bog organisms

MARTIN JIROUŠEK\*, ALOISIE POULÍČKOVÁ\*, KATEŘINA KINTROVÁ\*, VĚRA OPRAVILOVÁ\*, PETRA HÁJKOVÁ\*\*‡, KAMIL RYBNÍČEK‡, MARTIN KOČP, KLÁRA BERGOVÁ\*, RADEK HNILICA\*, EVA MIKULÁŠKOVÁ\*, ŠTĚPÁNKA KRÁLOVÁ\* AND MICHAL HÁJEK\*\*‡

# Absolutní výška hladiny vody

Souvisí zejména s nedostatkem kyslíku (anoxií) a převažujícím redukčním prostředím, které mění chemické pochody. Ovlivňuje také přežívání kořenů, klíčení a přežívání semenáčků apod.

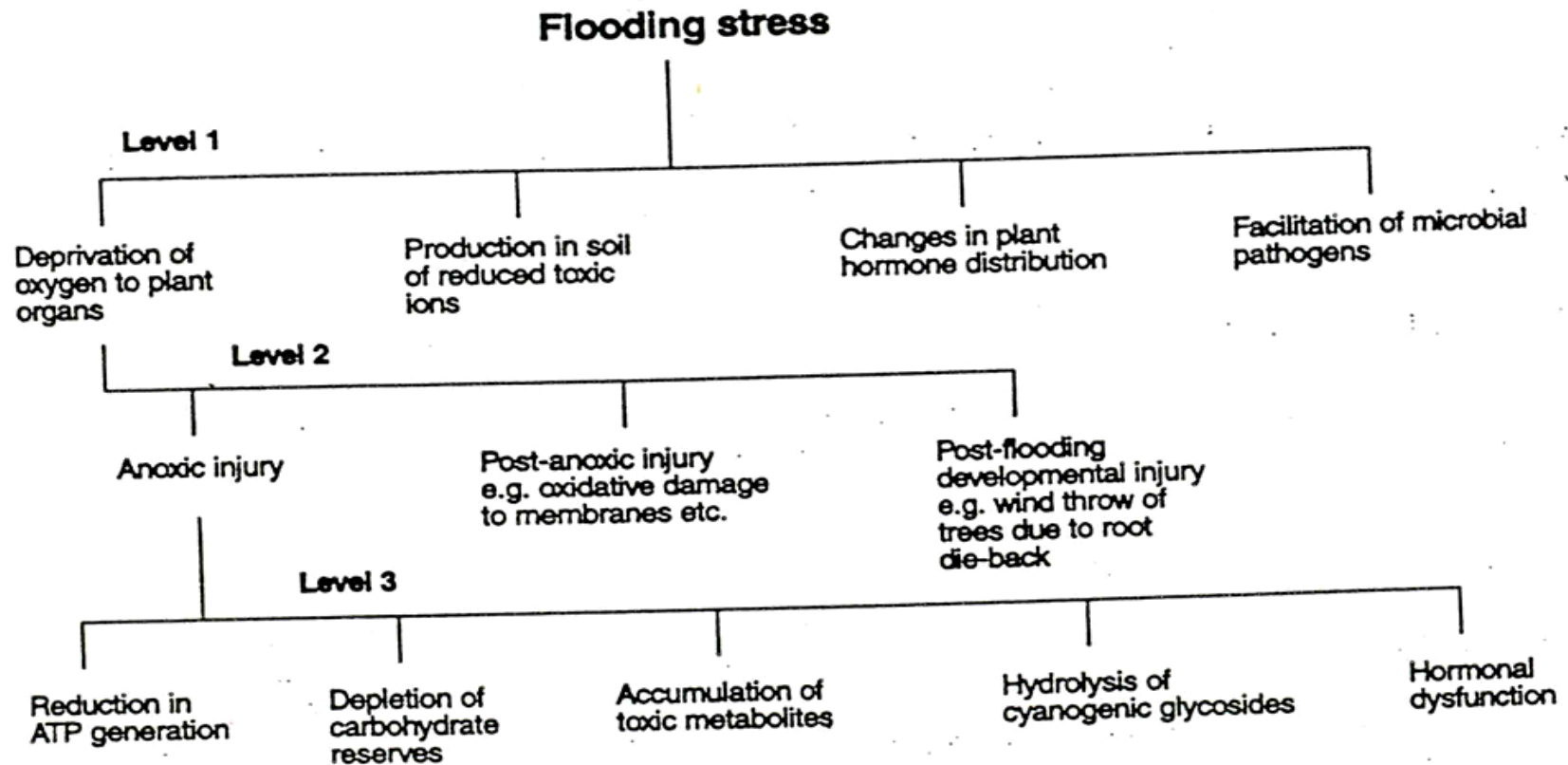


Fig. 1. A diagrammatic attempt at segregating the many changes brought about by flooding. Level 1 lists 4 ways in which flooding stress can impinge on plant growth and survival. In level 2 just one of these possible impacts, namely deprivation of oxygen, is subdivided into 3 possible components. In level 3 just one of the level 2 impacts is further subdivided into 6 possible consequences of anoxic stress.

# Absolutní výška hladiny vody

## Tolerance druhů k zamokření

### 1. Vyhýbání se zamokření (waterlogging avoidance)

- přežívání mokrého období v semenech či hlízách

- okupování vyvýšených míst - tvorba bultů (*Carex paniculata*)

- mělké kořenové systémy (*Orchidaceae*, *Drosera anglica*, *Parnassia palustris*, *Viola palustris*). U bezkolence modrého (*Molinia carulea*)

byla zjištěna tvorba dvou různých kořenových systémů: v proudící (více okysličené) vodě druh tvořil hlubší kořeny než ve stojaté).

Mělce kořenící druhy rostlin většinou nevyužívají aerenchym.

**2. Transfer kyslíku.** Mokřadní rostliny udržují pomocí aerenchymu aerobní dýchání. Porozita kořenů rovněž koreluje s tolerancí rostliny k  $\text{Fe}^{2+}$ . Mokřadní rostliny vytváření v rhizosféře aktivně rostoucích kořenů aerobní prostředí. Aerenchymem vedou  $\text{O}_2$ , proto probíhají oxidační procesy na povrchu kořenů včetně oxidace toxického  $\text{Fe}^{2+}$ ; vzniklé  $\text{Fe}^{3+}$  je přijímáno a ukládáno do pletiv (*Eriophorum angustifolium*).

# Absolutní výška hladiny vody

## Tolerance druhů k zamokření

### 3. Anaerobní metabolismus (např. anaerobní respirace)

### 4. Přežívání semen

Semenná banka se tvoří hlavně u mokřadů s fluktuující výškou hladiny vody. U rašeliništních druhů je semenná banka malá, semena dvouděložných druhů (např. *Primula farinosa*, *Caltha palustris*) špatně přežívají ve vodě.

### Nejednoznačnost pojmu mokřadní rostlina.

*Herminium monorchis* - v oceanické Evropě suchomilný druh,  
v kontinentální mokřadní.

*Schoenus nigricans* - v j. Francii roste ve sklerofylní vegetaci

*Agrostis stolonifera* - neuvádí se běžně jako mokřadní druh, ale  
na suchu neroste.



## Absolutní výška hladiny vody

### Netolerance mokřadních druhů k suchým půdám

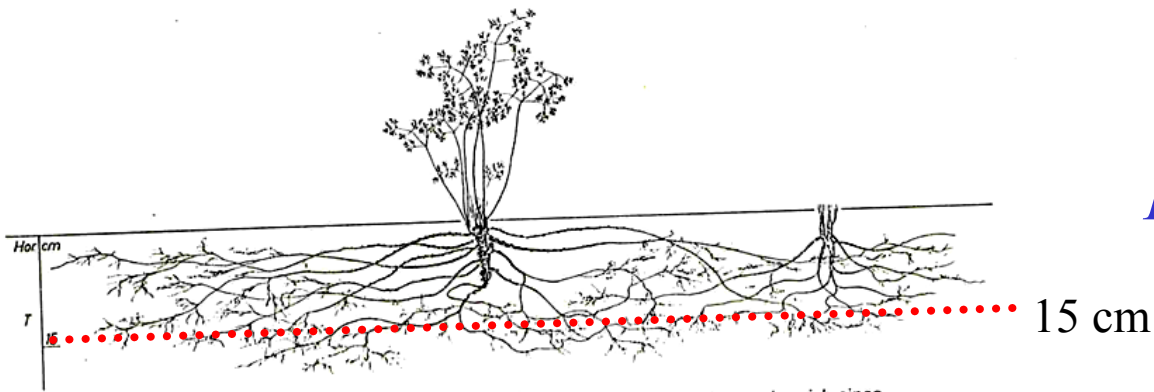
Mokřadní rostliny mají větší rychlost ztráty vody z průduchů. Mělké kořenové systémy mokřadních rostlin snáze vysychají a rostlina hyne. Velké ztráty vody mají karnivorní rostliny, které mají otevřené tenkostěnné vlhké listy.

*Cladium mariscus* - v horku má vodní deficit i když stojí ve vodě.

Mnohé mechorosty jsou poikilohydrické - dokáží regenerovat po vyschnutí (*Scorpidium*, *Sphagnum* sect. *Cuspidata*).



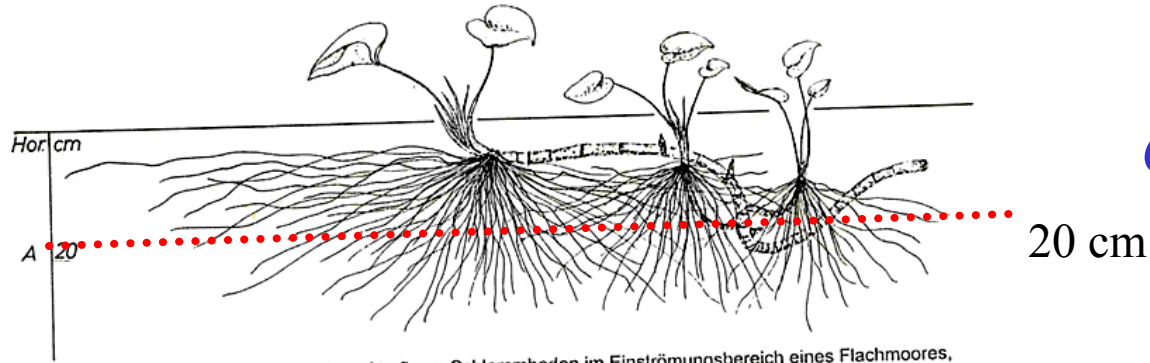
Následují příklady různých kořenových systémů rašeliníštních rostlin



## *Peucedanum palustre*

15 cm

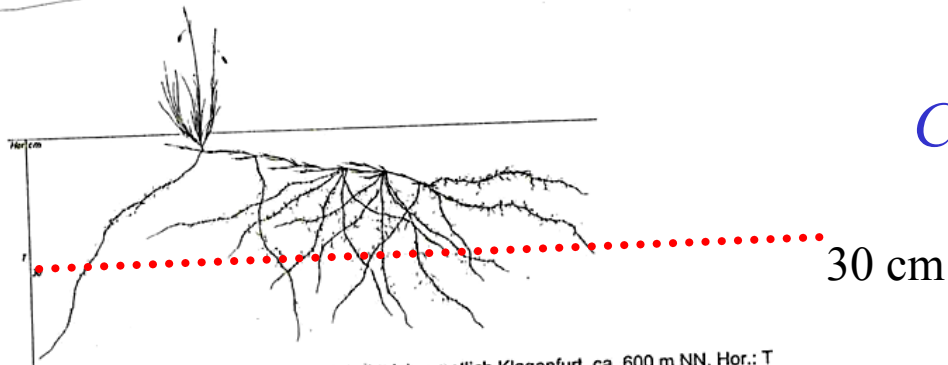
Abb. 215: Sumpf-Haarstrang *Peucedanum palustre*, auf schlammigem Torf im Einströmungsbereich eines Flachmoores, Leisbach, westlich Klagenfurt, ca. 490 m NN.



## *Calla palustris*

20 cm

Abb. 216: Drachenwurz *Calla palustris*, auf torfigem Schlamm Boden im Einströmungsbereich eines Flachmoores, Spintikteich, westlich Klagenfurt, ca. 600 m NN.

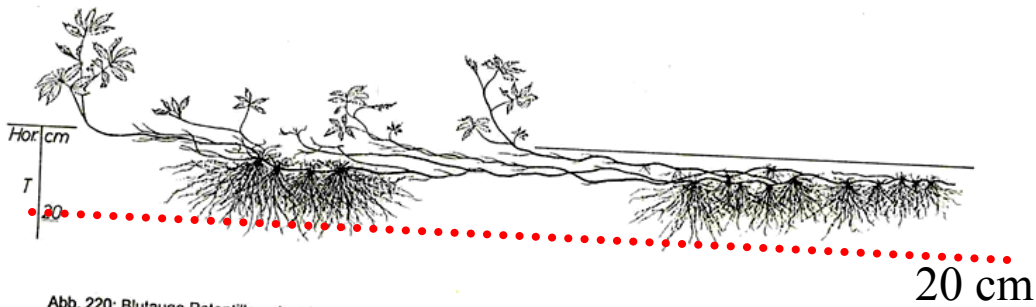


## *Carex limosa*

30 cm

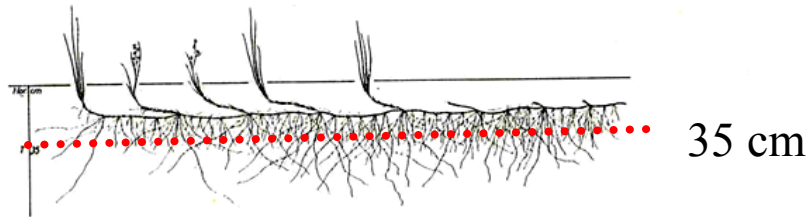
Abb. 222: Schlamm-Segge *Carex limosa*, Zwischenmoor, Spintikteich, westlich Klagenfurt, ca. 600 m NN, Hor.: T *Sphagnum*-Torf, ab 15 cm Tiefe Wasser.





## *Potentilla palustris*

Abb. 220: Blutaube *Potentilla palustris*, in einer Moorschlenke, Keutschacher Moor, Kärnten, 490 m NN. schlammiger Torf.



## *Scheuchzeria palustris*

Abb. 221: Blasensimse *Scheuchzeria palustris*, auf *Sphagnum*-Torf in einem Zwischenmoor (verlandeter See), das durchsetzt ist mit Schwingrasen, Naturreservat Miassowo, Südrural, ca. 350 m NN.

Abb. 217: Fieberklee *Menyanthes trifoliata*, in einer Schlenke in der Randzone eines Flachmoores, das in eine Feuchtwiese übergeht, Leisbach, westlich Klagenfurt, ca. 490 m NN.



## *Menyanthes trifoliata*

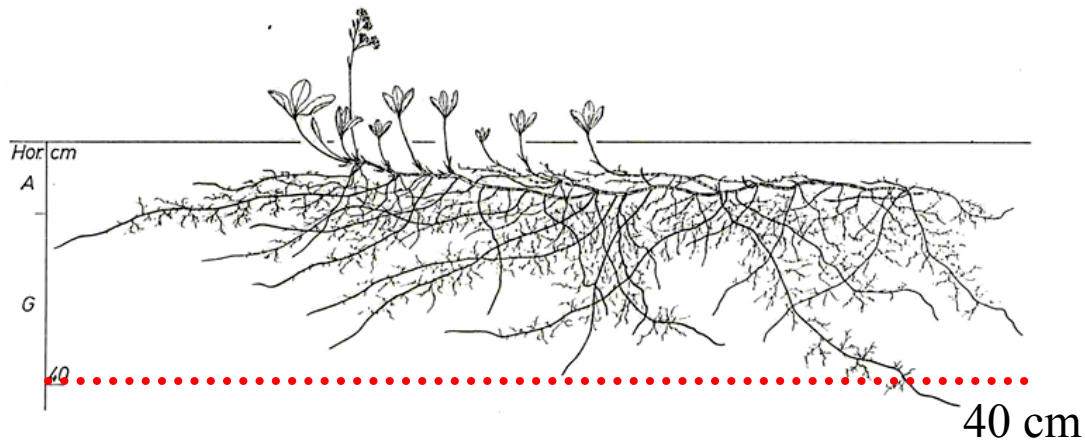
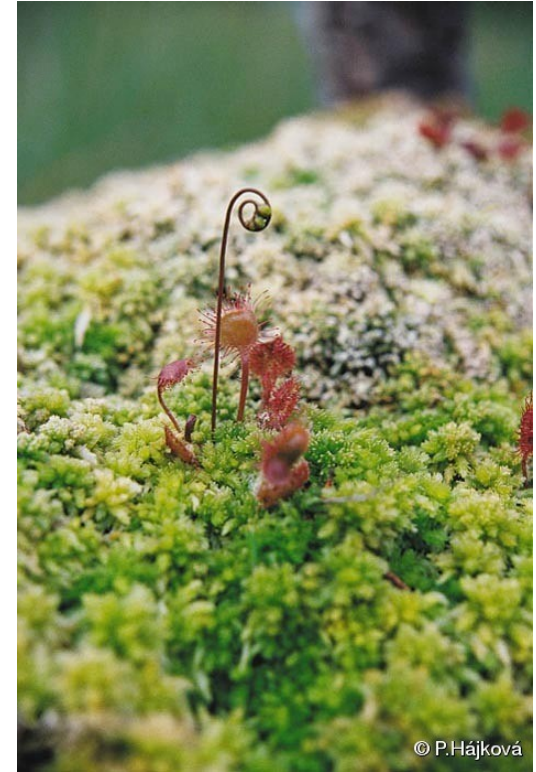
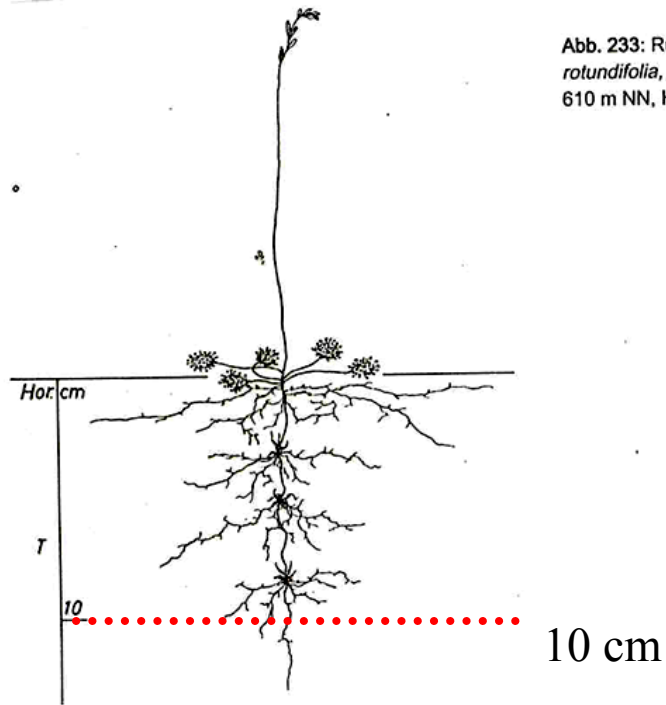




Abb. 233: Rundblättriger Sonnentau *Drosera rotundifolia*, auf Hochmoor, Irdning, Steiermark, 610 m NN, Hor.: T Torf.

## *Drosera rotundifolia*



© P.Hájková

## *Betula humilis*



Abb. 228: Strauch-Birke *Betula humilis*, Zwischenmoor, Keutschacher Moor, 490 m NN. Hor.: T Torf unter *Sphagnum*-Auflage.

25 cm

## *Trichophorum alpinum*

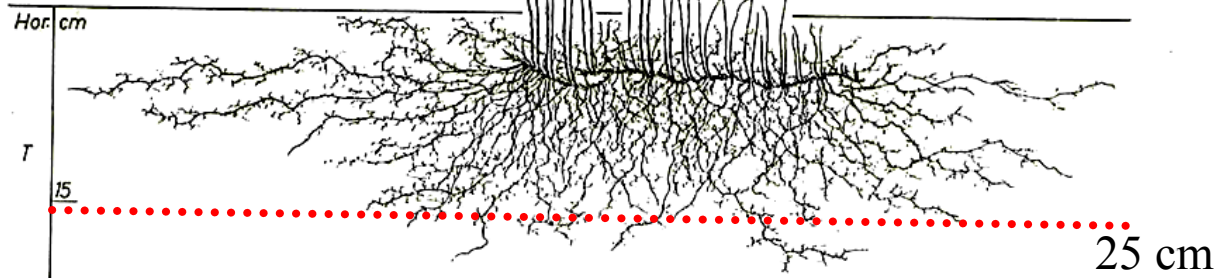
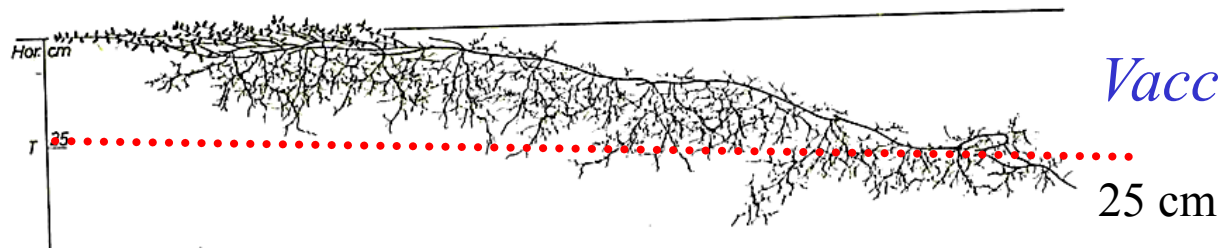
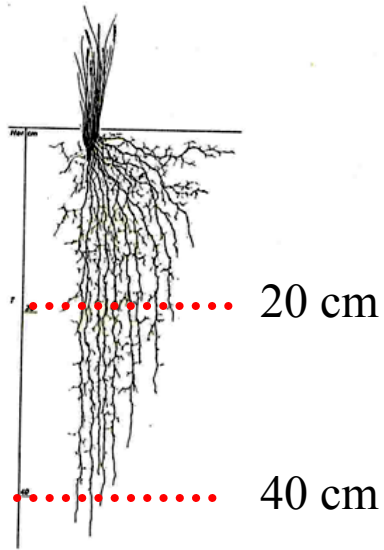


Abb. 223: Alpen-Haarbinse *Trichophorum alpinum*, auf *Sphagnum*-Torf, am Rand einer Moorschlenke, Spintikleich, westl. Klagenfurt, ca. 600 m NN.



## *Vaccinium oxycoccos*

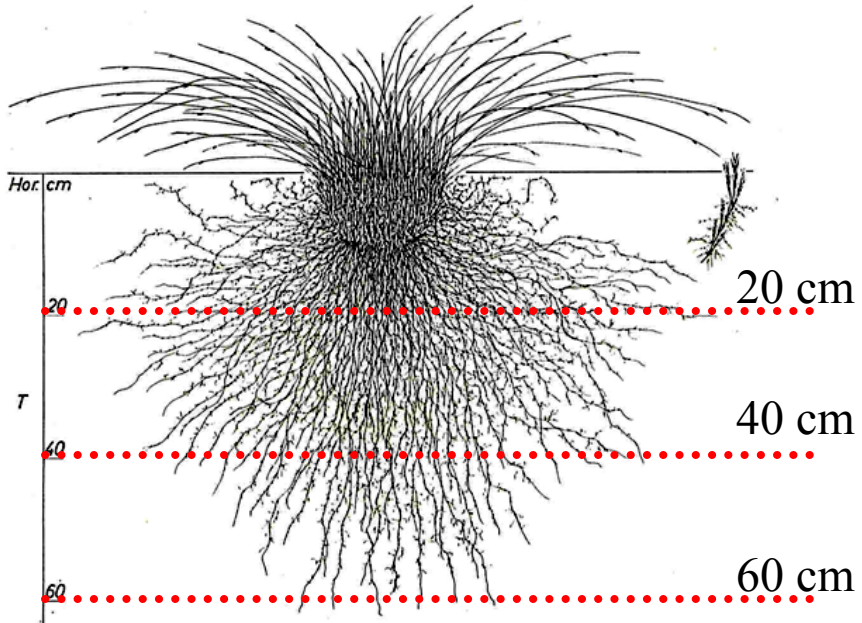
Abb. 234: Moor-Preiselbeere *Vaccinium oxycoccos*, im Hochmoor bei Irdning, Steiermark, Hor.: T wenig zersetzter *Sphagnum*-Torf, 660 m NN.



*Carex davalliana*



Abb. 224: Davall-Segge *Carex davalliana*, männliche Pflanze im Davall-Seggen- Niedermoor; Keutschacher Moor, Kärnten, 500 m NN. Hor.: T Torf.



*Schoenus ferrugineus*

Abb. 225: Braune Knopfbirse *Schoenus ferrugineus*, auf Niedermoor-Torf, Leisbach, westlich Klagenfurt, ca. 490 m NN.

# Absolutní výška hladiny vody

Pravidelně prosychající slatinné půdy (ale bez přístupných živin)



# Absolutní výška hladiny vody

## Hladina vody a výskyt dřevin

Pro výskyt *Betula pubescens* je nutný pravidelný pokles vody na konci vegetační sezóny, aby se do kořenů mohly dostat zásobní látky nezbytné pro anaerobní respiraci. Tento přesun zásobních látek dolů není možný při zamokření, protože probíhá transport kyslíku směrem dolů proti vzestupnému toku „sirupu“ s redukovanými organickými sloučeninami. V boreální zóně se tato míza lapá do nádob a slouží k přípravě březového vína.

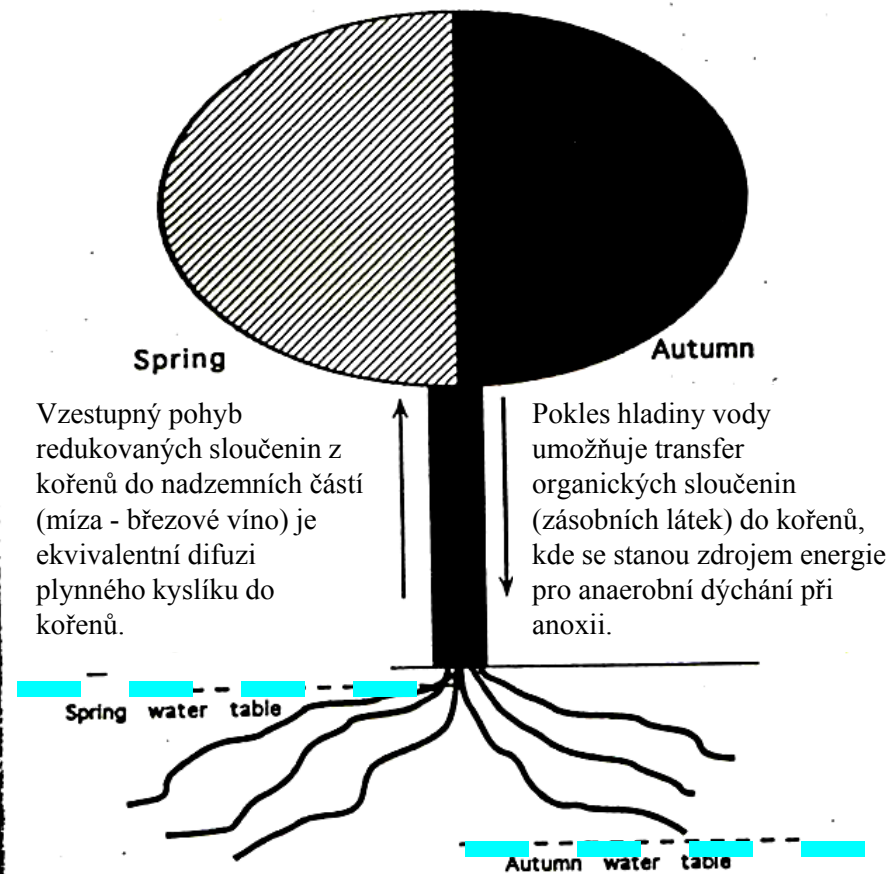
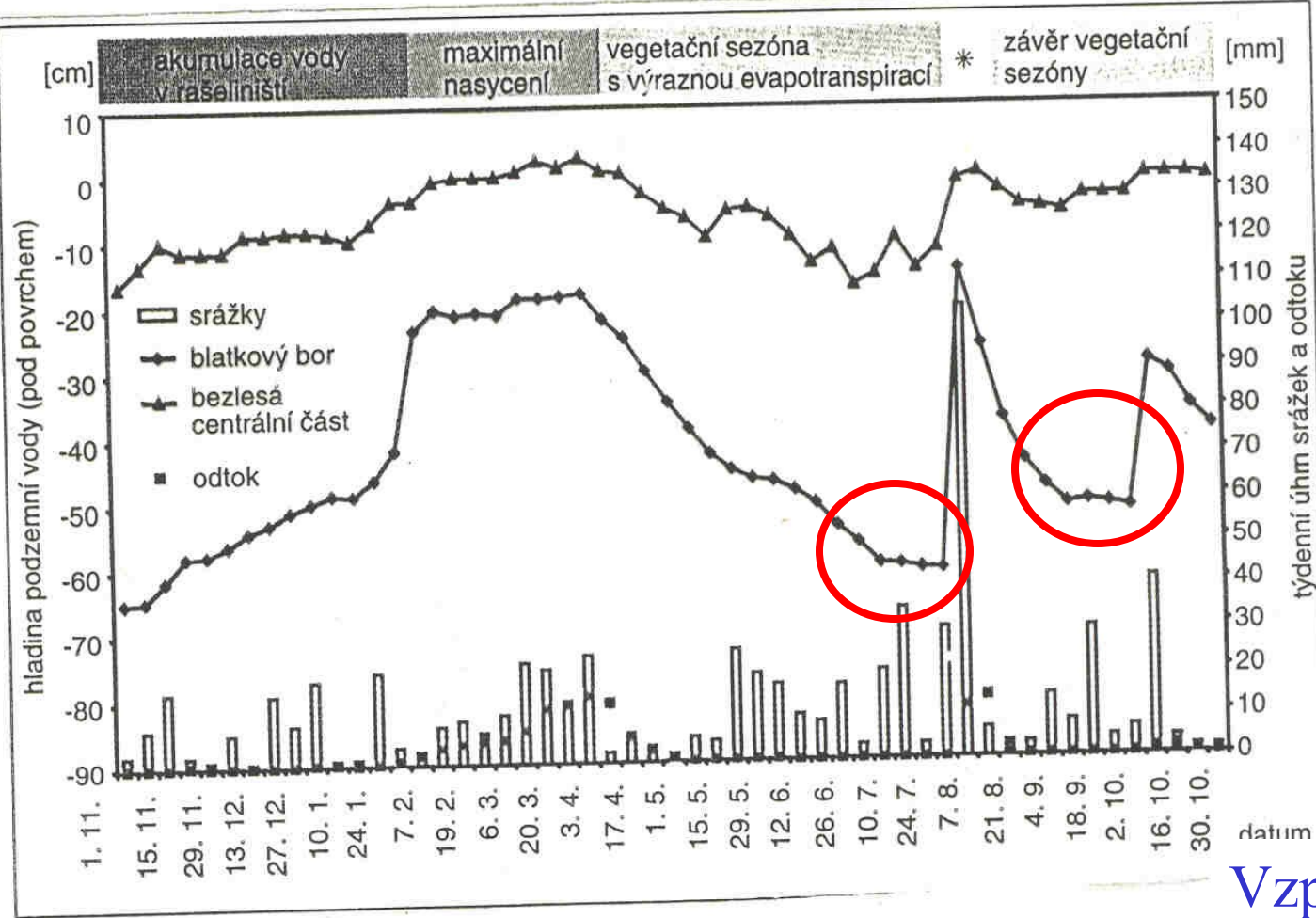


Fig. 8. Diagrammatic representation of the seasonal cycle of the movement of carbohydrate as found in many trees and discussed in the text in relation to the ability of birch trees to produce a strong upward flow of sap even when soils are fully saturated or flooded and aeration to the roots is impeded. In autumn, starch reserves are translocated downwards to the over-wintering roots. In spring, the hydrolysis of this starch is available to meet the energy demands of hypoxic roots showing evidence of strong anaerobic activity. The upward moving sap contains many reduced compounds. This upward movement of organically bound hydrogen is equivalent metabolically to the downward movement of gaseous oxygen which would only reach the lower roots with difficulty at this time of the year.



Vzpomeňte na  
blatkový bor A.  
Kučerové!

Nastává zde pokles  
hladiny vody na  
podzim.

*Záznam hladiny podzemní vody, týdenních úhrnů srážek a odtoku během jednoho hydrologického roku (2000) na rašelinšti Červené blato, Třeboňsko.*

■ Během zimního období dochází k akumulaci vody v rašelinšti, stoupá hladina podzemní vody zpravidla v závislosti na tání sněhu, odtok

# Absolutní výška hladiny vody

## **Vegetační rafty** (*floating fens, quakfens*)

- **tenká vrstva z oddenků rašelištních rostlin plující po hladině**
- **tlustá, neplovoucí vrstva rašeliny, jasně oddělená od spodní vrstvy**

Kulczynski popsal tzv. **dysaptické struktury**, tvořené plovoucí rašelinou, vyskytující se na povrchu těžké, pevné rašeliny a **oddělující se** při vysoké hladině vody. V dolní, slehlé vrstvě rašeliny kořeny často vysoké ostřice, v horní části převládají rašeliníky a mělce kořenící rs.

U slatinišť jsou časté tzv. **pseudodysaptické struktury**. Jejich horní vrstva je méně humifikovaná, mění objem při vlhkosti, ale neodděluje se. Připomíná akrotelm. Dolní vrstva je tvořena těžkou, pevnou rašelinou.

# Absolutní výška hladiny vody



## **Vegetační rafty** (*floating fens, quakfens*)

Tyto struktury:

- **regulují výkyvy ve vodní hladině** (vodní hladina vzhledem k úrovni vegetace nekolísá, ale kolísá vzhledem k pevnému bodu „na souši“).
- někdy umožňují výskyt acidofytů na povrchu vápnatých slatinišť (není nikdy přeplavení)
- jindy umožňují výskyt druhů soligenních rašelinišť na povrchu nevápнатých slatinišť: trvalé zásobení  $\text{HCO}_3$ , absence bultových „acidifikátorů“.



# Absolutní výška hladiny vody

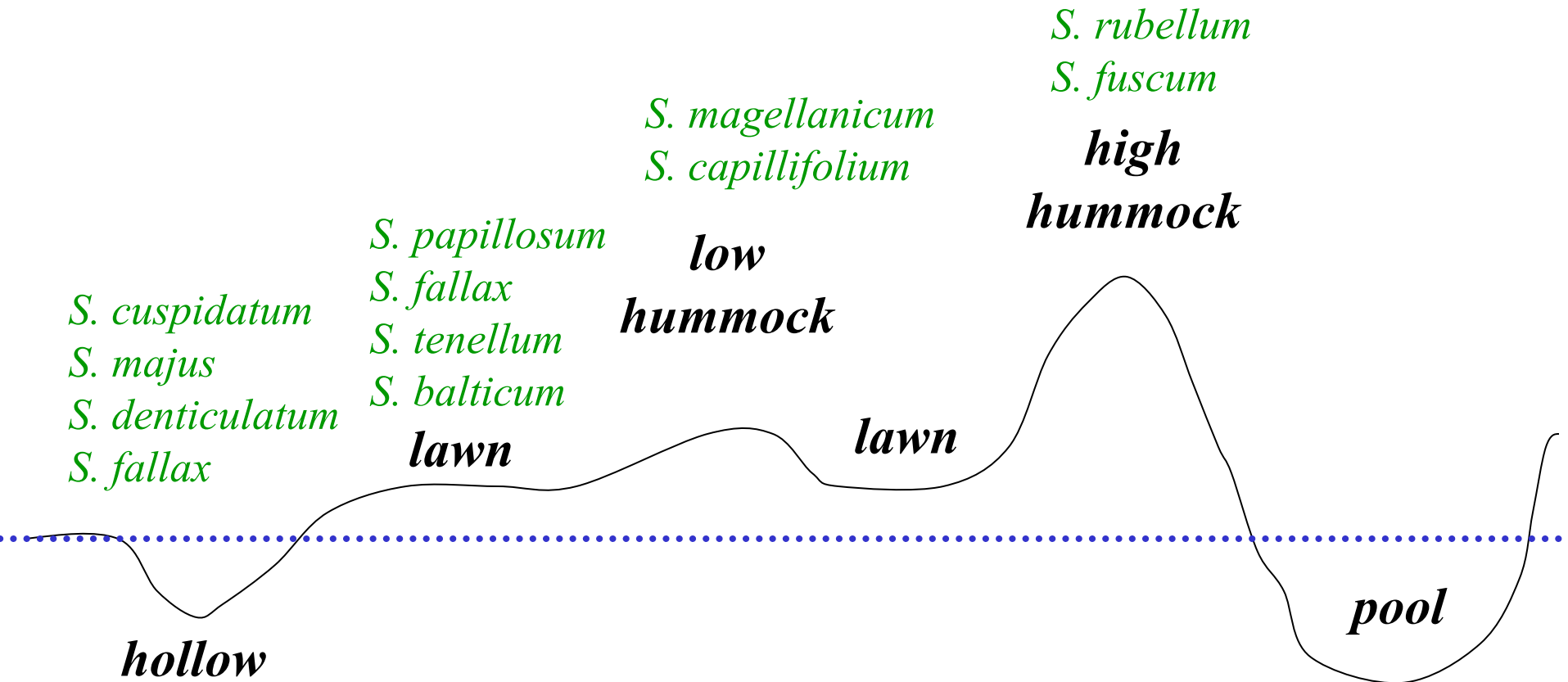
## Potíže s korelacemi mezi vodní hladinou a vegetací

- absolutní a relativní hladina (dysaptické struktury)
- vliv vodní hladiny je komplexní mechanismus kontrolující rozšíření druhu a liší se dle druhu a hydrologické situace (např. vlivy zprostředkované chemismem)
- **půdní vlhkost nekoreluje s hladinou vody** (dosycování kapilární vodou - funkce organického podílu; autonomní vlhkostní režim rhizosféry nezávislý na hladině vody)
- vegetace se mohla ustanovit za jiných hydrologických podmínek, než jaké naměříme dnes
- vliv jiných proměnných - např. proudění vody (proudící voda přináší víc živin, má vyšší pH, vyšší redox....).

# Povrchová struktura

## Co to je?

Střídání vyvýšených míst (bultů, kopečků, hrázek) a sníženin (šlenků, dolíčků, jezírek) na jednom „mikrotopu“ - hydrologickém typu rašeliniště.



# Povrchová struktura

*S. contortum*

*S. subsecundum*

*S. subnitens*

*S. warnstorffii*

*S. teres*

*S. subnitens*

*S. palustre*

*S. capillifolium*

*S. fallax*

*S. magellanicum*

*S. capillifolium*

*S. rubellum*

*S. fuscum*

**high  
hummock**

**FEN**

**BOG**

*S. papillosum*

*S. fallax*

*S. tenellum*

*S. balticum*

**low  
hummock**

**lawn**

**lawn**

*S. cuspidatum*

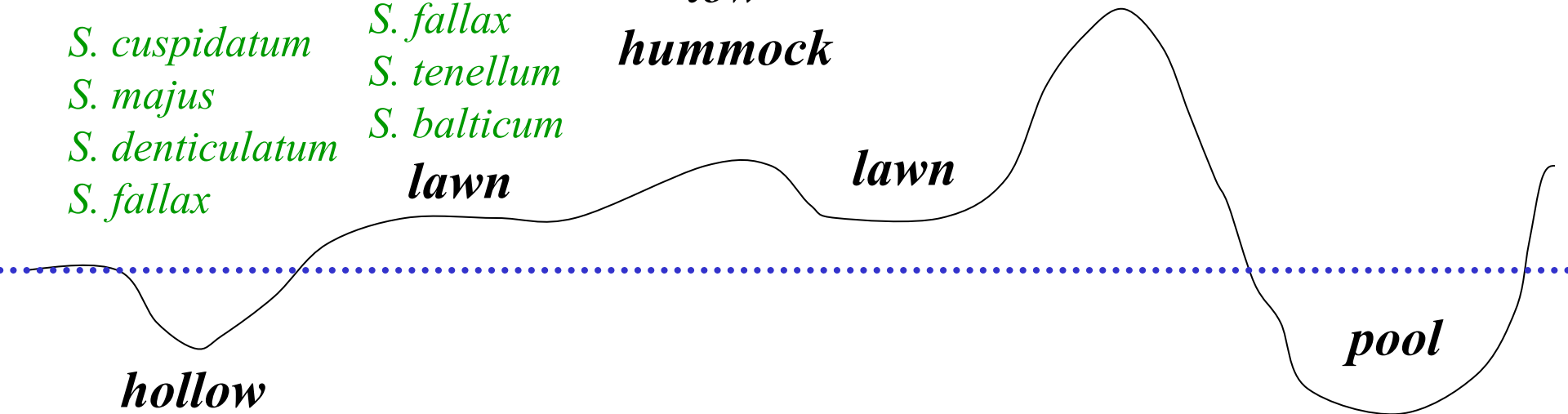
*S. majus*

*S. denticulatum*

*S. fallax*

**hollow**

**pool**



# Piekielnik (exkurze na bulty a šlenky na vrchovišti)



→  
*S. fuscum*

*S. cuspidatum*



# Povrchová struktura

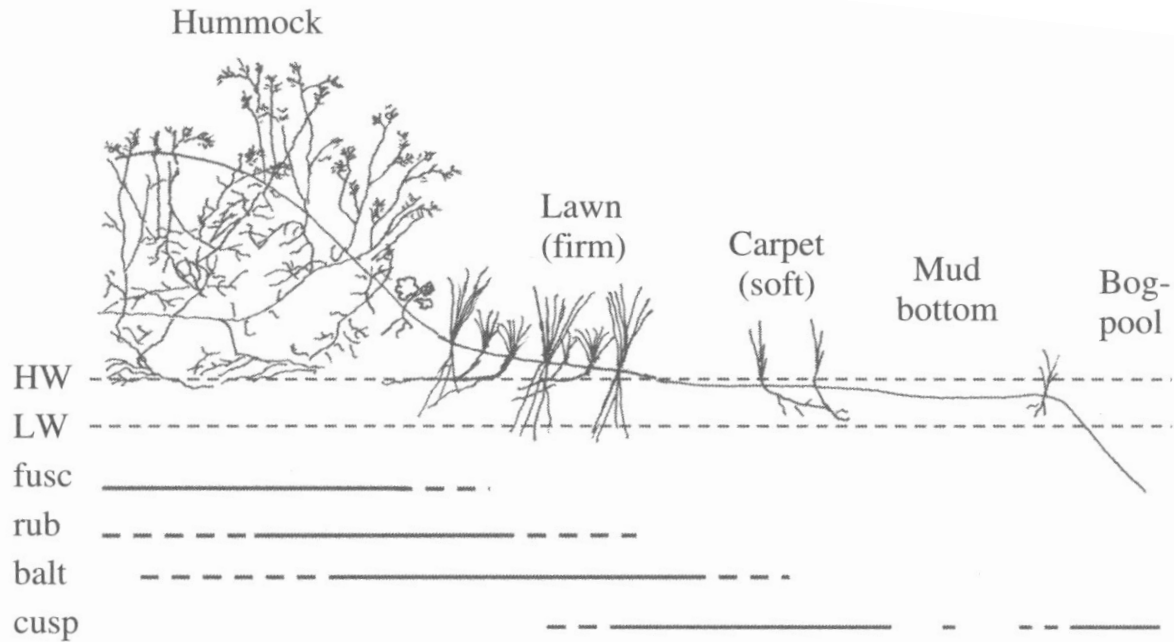


Fig. 1.6

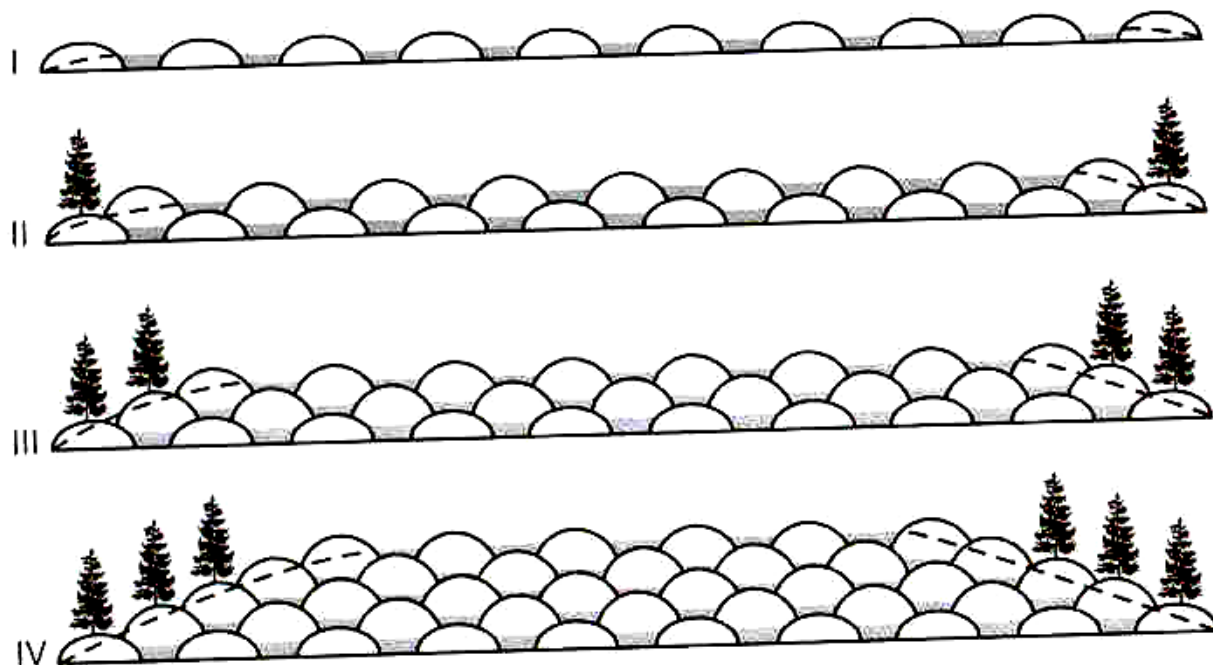
Schematic presentation of the microtopographic gradient in a bog. The hummocks have aerated peat, which allows for the growth of dwarf shrubs. Lawns often have a dense cover of graminoids (e.g. *Scirpus cespitosus*, *Eriophorum vaginatum*) with dense rhizomes and roots making them firm. Carpets have a sparse cover of cyperaceous plants, whereas mud-bottoms are often inundated and lack plants almost totally. Pools may have some floating *Sphagnum* at the edge. Approximate levels for high water (HW) and low water (LW) are indicated. The distribution is indicated for the peat mosses *Sphagnum fuscum*, *S. rubellum*, *S. balticum*, and *S. cuspidatum*.

# Povrchová struktura

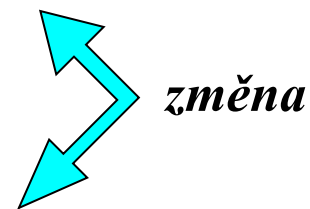
## Jak vzniká?

Na začátku 20. století vznikla **teorie cyklické obnovy**.

b)



Šlenk - rychle  
akumuluje  
rašelinu



Vysoký bult -  
akumuluje  
pomalu

# Povrchová struktura - vznik

Na začátku 20. století vznikla **teorie cyklické obnovy**.

Tato teorie se dlouho udržovala, i když ji prakticky žádné stratigrafické studie nepotvrdily - podle paleoekologických prací vytrvávají buly a šlenky na svém místě po tisíciletí.

Proces vzniku povrchové struktury zahrnuje 2 složky:

- **fyzikální disturbance** (mrazové trhliny, pohyb rašeliny ze svahu, vítr (v závislosti na růstu keřů, studie z Tasmánie). Význam mrazu roste směrem k arktické zóně)
- **biotické změny** (rašelina pod bultem roste rychleji, protože má na vrchovišti asi o 16% menší dekompozici)

Poté, co vtokem stružky nebo po silných deštích vznikne malé jezírečko, rozšiřuje se dál - zčásti mrazem, zčásti přerušením akumulace rašeliny kvůli lokálnímu snížení biomasy.

Vliv mrazu je zřejmý i z toho, že výraznější povrchová struktura je v kontinentálních oblastech - zejména u slatin!

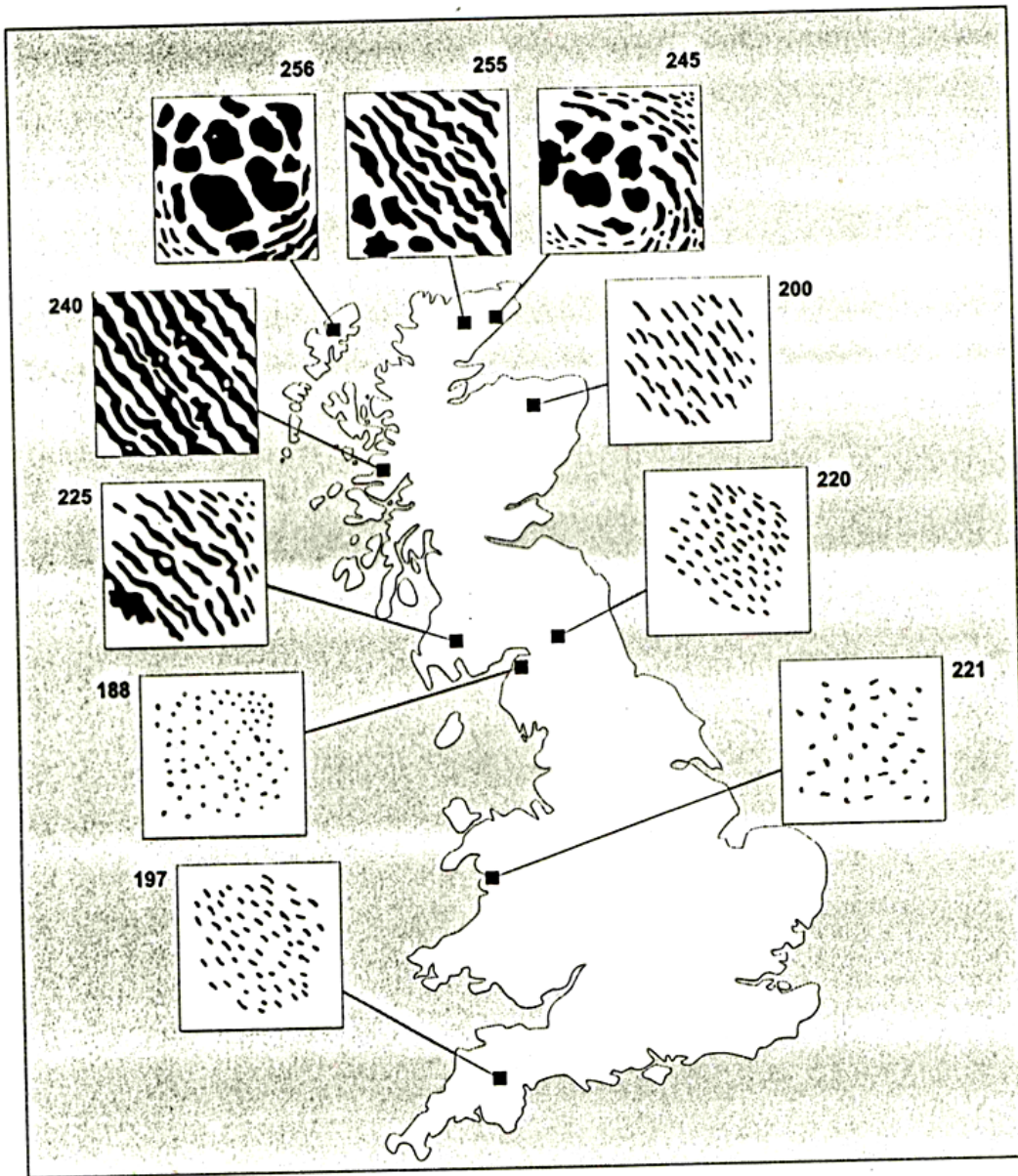


Abb. 22: Muster und Verbreitung von Oberflächenstrukturen ombrotropher Moore auf den Britischen Inseln; Schlenkensysteme und Moorkolke dunkel, Rasenhorizont und Bulten hell gekennzeichnet. Die Zahlen geben die mittlere Anzahl der jährlichen Regentage an und sind ein Indiz für die abgestufte Ozeanität (nach LINDSAY et al. 1985).

Změna velikosti sníženin (šlenků, flarků) na klimatickém gradientu Britských ostrovů (Lindsay et al. 1995 in Dierssen et al. 2001). Čísla udávají roční úhrn srážek.



*srážky, mráz*

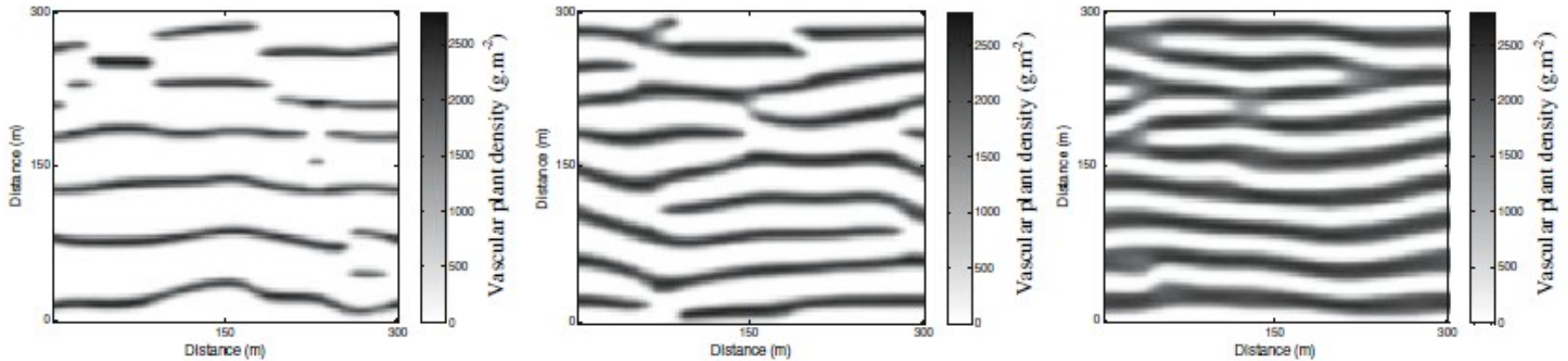


# Povrchová struktura - vznik

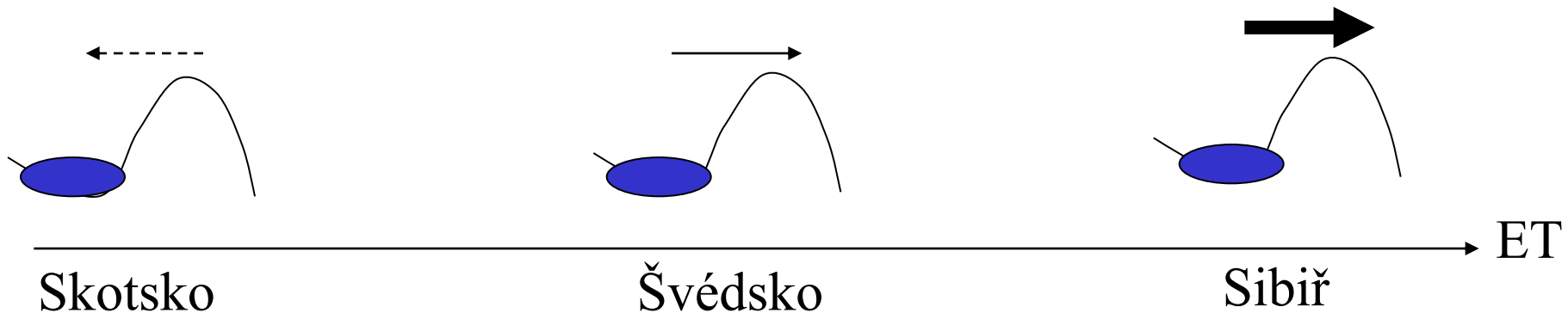
Novější teorie (modely) o roli přístupnosti živin (ovlivňují produkci a dekompozici) a evapotranspirace (ET), která přináší živiny do bultů. Produktivita bultů roste a zvyrazňuje se povrchová struktura.

Eppinga et al. 2008 *Pl Ecol*

Increasing nutrient input →



Eppinga et al. 2008 *Ecology*: tok živin a kontinentalita



# Povrchová struktura

## Fyziologické pozadí gradientu bult-šlenk

**Intuitivní předpoklad:** Bultové druhy mají větší rozsah tolerance k obsahu vody než druhy šlenkové. Jejich realizovaná nika je ale užší, protože jsou kompetičně slabší (pomaleji rostou).

X

Nenašla se korelace mezi schopností zadržet vodu (obecně ca 10-25x suchá váha) a postavením druhu na gradientu bult-šlenk.

Vysvětlení tohoto postavení proto ekofyziologové hledali ve schopnosti druhu **vypořádat se s desikací**. V jedné z klasických studií byly šlenkový druh *Sphagnum fallax* a bultový druh *Sphagnum capillifolium* pomalu vysoušeny a měřena jejich fotosyntéza.

# Povrchová struktura

proti očekávání

## Fyziologické pozadí gradientu bult-šlenk

V jedné z klasických studií (Titus et al. 1983) byly šlenkový druh *Sphagnum fallax* a bultový druh *Sphagnum capillifolium* pomalu vysoušeny a měřena jejich fotosyntéza.

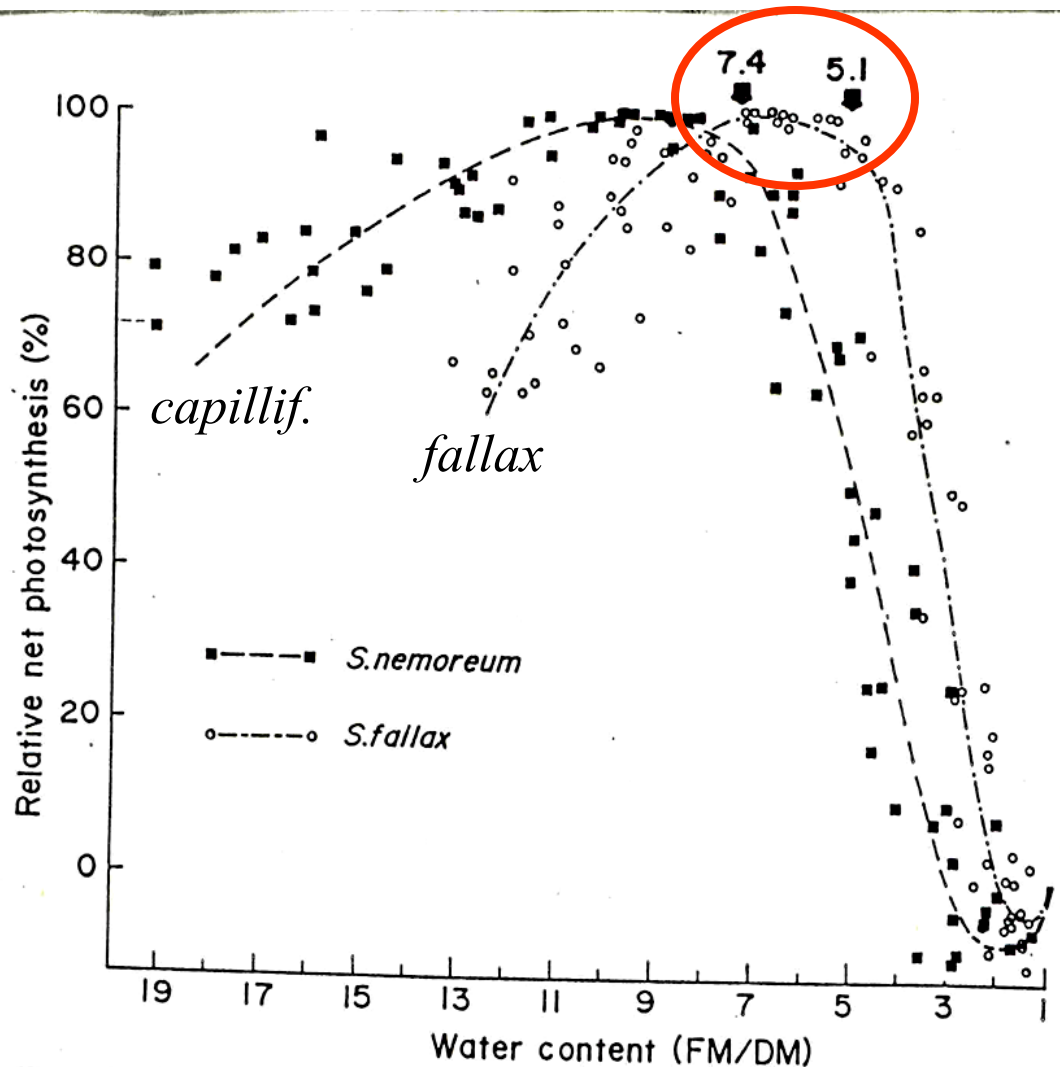


FIG. 4. Dependence of net photosynthesis on tissue water content (fresh mass/dry mass (FM/DM) ) for *Sphagnum fallax* and *S. nemoreum* collected in late summer 1979. Break points indicated are means for eight response curves of each species. (From Titus et al. 1983.)

# Povrchová struktura

## Fyziologické pozadí gradientu bult-šlenk

Fotosyntetická aktivita *S. fallax* poklesá až při vyšším vysušení. Pokud vysychá bultový druh, jeho fyziologické aktivity ustávají dříve – to by naznačovalo, že není adaptován na ztrátu vody.

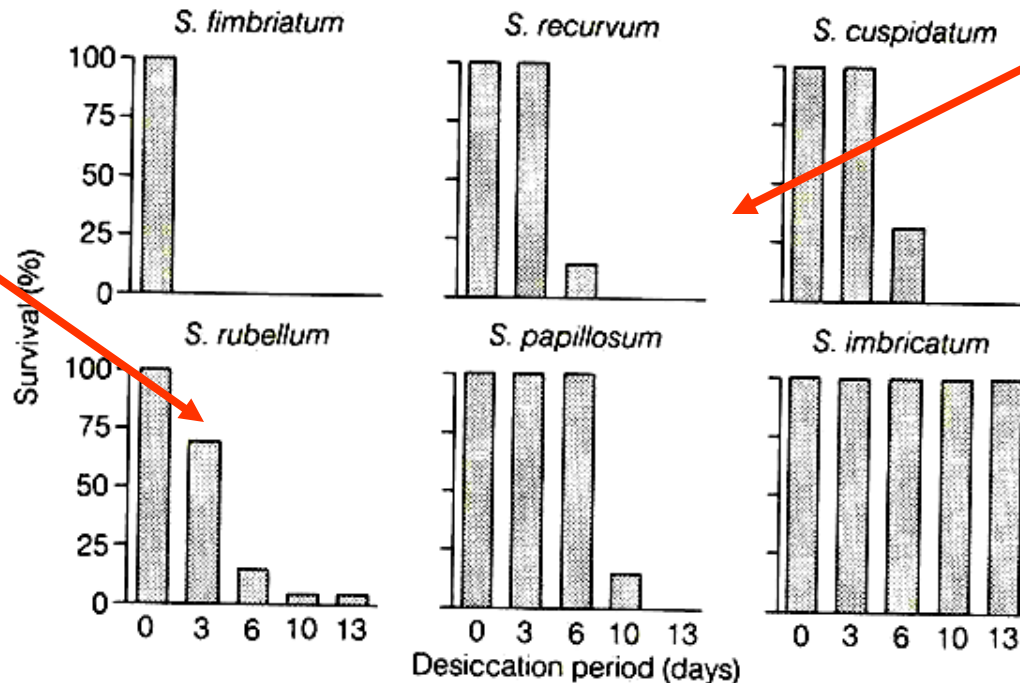
Další studie stejných autorů testovaly **schopnost ožítí** (revitalizace) **druhu po vyschnutí**. Experimenty však opět nedopadly podle „logického očekávání“ - šlenkový druh *Sphagnum fallax* dokázal regenerovat ještě 10 dní po vysušení; bultový druh *S. capillifolium* pouze 5 dní. Pokud *S. capillifolium* vyschnul ke kompenzačnímu bodu (produktivita = 0), regeneroval dobře. Při překročení tohoto bodu již regeneroval špatně.

# Povrchová struktura

## Fyzioekologické pozadí gradientu bult-šlenk

Green (1968) ukázal největší odolnost druhů z přechodné zóny mezi bultem a šlenkem (lawn), které se mohou vyskytovat i na kyselém minerotrofním rašeliništi: *S. papillosum*, *S. imbricatum*.

Bultový druh, část hyne už po 3 dnech, většina do 6. dne.



Šlenkové druhy taky hynou rychle, ale pak dobře regenerují

**Figure 10.28** The desiccation tolerance of selected *Sphagnum* species. (After Green, 1968.) (Reproduced from B. H. Green, Factors influencing the spatial and temporal distribution of *Sphagnum imbricatum* Hornsch. ex Russ. in the British Isles, *Journal of Ecology*, 1968, **56**, 49.)

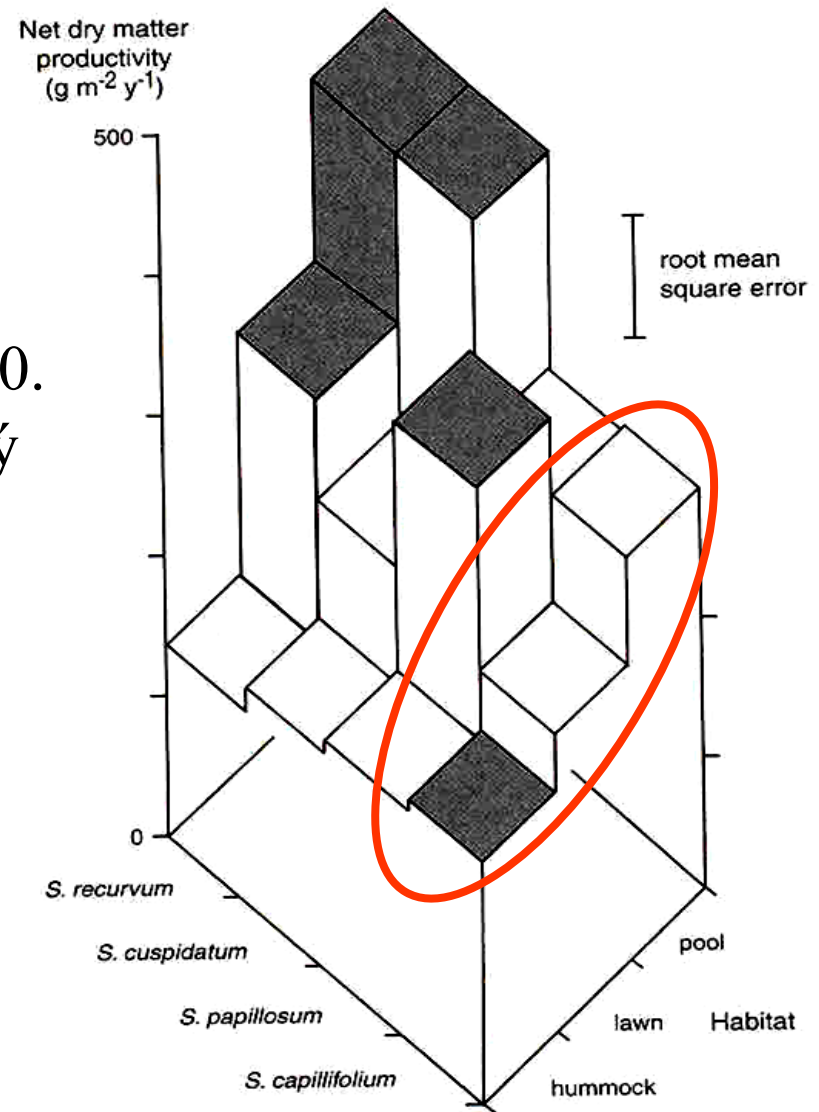
# Povrchová struktura

## Fyziologické pozadí gradientu bult-šlenk

**Clymo** v několika studiích ze 70. a 80. let ukázal, že když přesadíme bultový druh do šlenku, roste lépe než v jeho původním prostředí.

Ostatním druhům bylo nejlépe ve svých původních biotopech.

Bultové druhy jsou tedy schopné růst ve šlenku. **Dlouhou dobu se pak v souladu s prvotním předpokladem usuzovalo, že bultové druhy nad hladinu vody unikají z kompetičních důvodů.**



**Figure 5.6** Productivity of four species of *Sphagnum* in three different microhabitats on a blanket bog in northern England. Plants were transplanted into the three different habitats and growth rates measured. The shaded blocks show the approximate natural habitats of each species. Redrawn from Clymo and Reddaway (1971) and Clymo (1983) by permission of Elsevier Science.

# Povrchová struktura

## Fyziologické pozadí gradientu bult-šlenk

Na základě studií z 80. let se rozdíl v realizované níc mezi bultovými a šlenkovými druhy vysvětlovaly **efektivním vedením vody** u bultových druhů.

Srovnání *S. fallax* a *S. capillifolium* ukázalo, že krátce po začátku sucha mělo *S. capillifolium* o 30% vyšší obsah vody než *S. fallax*. Vysychání zabraňuje efektivní vedení vody (vnější hyalocysty), **snížená evaporace** („husté“ hlavičky), vlastnosti rašeliny pod bultem. *S. capillifolium* se dokázalo přes noc **dosycovat vodou** zevnitř bultu. Neuhausl (1975) zjistil, že šlenkové druhy se dokáží přes noc dosycovat pouze na plovoucích ostrůvcích - jinde jen v omezené míře a jen na stanovištích s poklesem hladiny do 25 cm.

... ale v roce 2007 se začalo schylovat k obratu ...

## Robroek et al. 2007, *Functional Ecology*

Ve skleníkovém experimentu ukázali, že **bultové druhy jsou kompetitivně zdatnější než šlenkové**, a to při různých úrovních hladiny vody.

To, že druhy mezi sebou kompetují o vodu ukázalo i to, že obsah vody v hlavičkách byl menší ve smíšených porostech než v monokulturách. Ten se však nelišil mezi druhy – nejde tedy o to, jak druhy dovedou kapilárně vzlínat vodu.

To by mj. ukazovalo na to, že bultové druhy svou kompetiční výhodu nemají v efektivním vedení vody, ale v lepší adaptaci na ztráty vody – **to je ale proti klasickým studiím Tituse a spoluautorů!**



# A pak přišly nové výsledky z Třeboně!



Hájek T. et Beckett 2007, *Annals of Botany*

Bultové druhy *Sphagnum fuscum* a *S. magellanicum* pokračovaly v metabolismu při vysoušení déle než šlenkové druhy a trvalo déle než buňky ztratily dostatečný turgor. Po vysušení bultové druhy **regenerovaly rychleji**. Rozdíly oproti Titusovi a jeho spoluautorům přisuzují jiné metodice (úroveň vysušení, sběr vzorků v mokřím období **X** použití již jednou vysušených vzorků).

Hájek T. et Adamec 2007, *Ecological Research*

Bultové druhy mají vyšší CEC (cation exchange capacity) a akumulují Ca. Vyšší CEC znamená rychlejší přijímání kationtových živin ze srážek.

Na druhou stranu, *S. magellanicum* mělo vždy o 40% méně dusíku než ostatní druhy – asymetrická kompetice o dusík.

Výsledky T. Hájka mají oporu v pozorování v přírodě: v suchých obdobích můžete na vrchovišti pozorovat úplně suché rašeliníky v šlenku, přičemž bulty jsou ještě stále vlhké. To platí i pokud se bultový a šlenkový druh potkají v trávničku (lawn) - *Sphagnum magellanicum* je ještě vlhké, i když *S. fallax* už vysychá.

**Šlenkové druhy ale rychleji rostou.** Šlenkové druhy *Sphagnum balticum* a *S. majus* přerostou *Sphagnum fuscum* o 200% v délce a o 50% v biomase (měřeno jako rychlost růstu).

Takže když dojde k absolutnímu vyschnutí, tak rychle osídlují biotop znovu šlenkové druhy - dokáží regenerovat z kousků větviček i z jednotlivých lístků. Dokáží se rovněž uchytit na holé rašelině, kdežto bultové druhy potřebují k uchycení již vytvořený „zápoj“ šlenkových druhů.

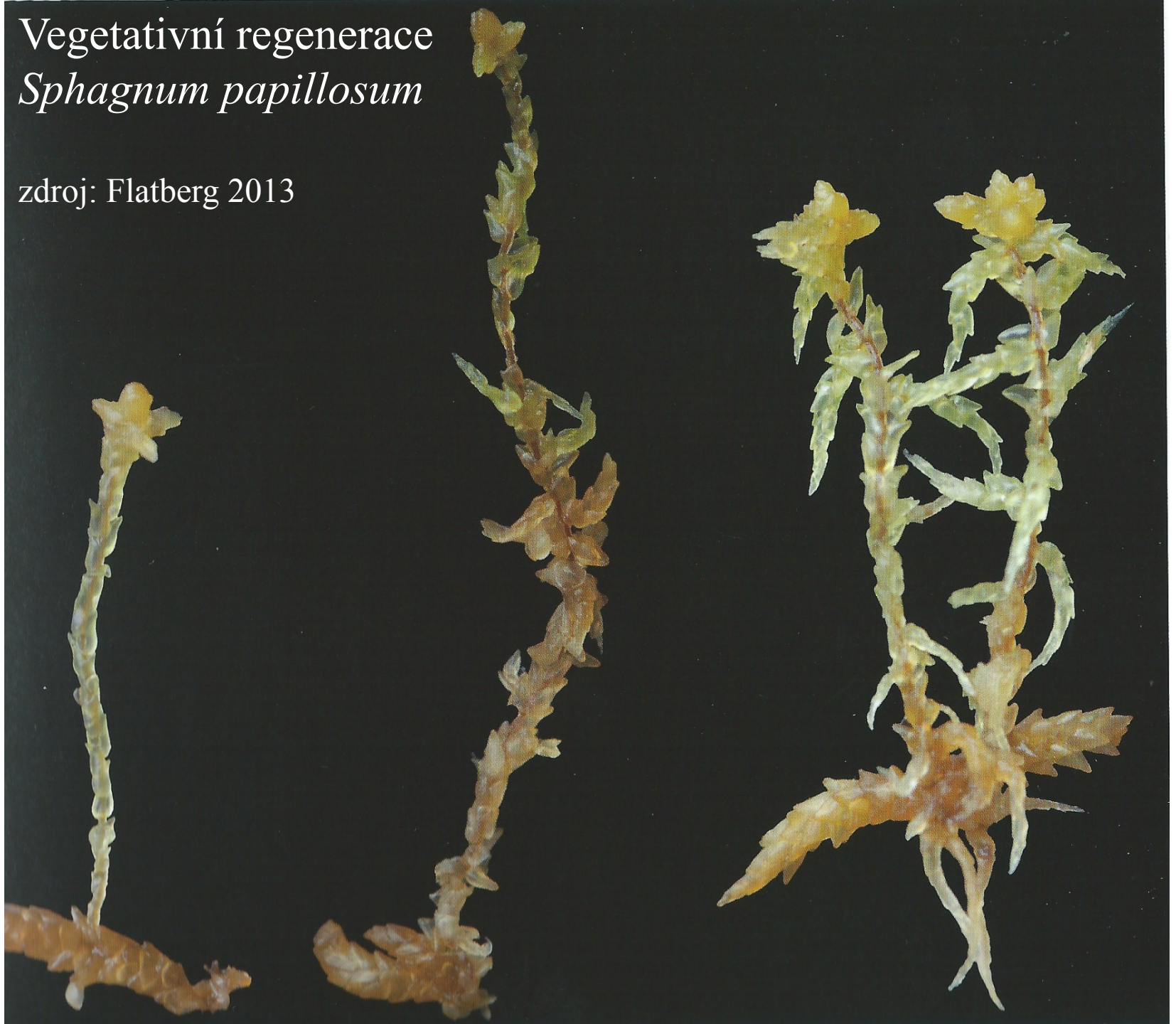
**Bultové a šlenkové druhy rašeliníků se liší i typem růstu:**

**bultové druhy** - expandují díky dichotomickému větvení lodyžek (tvorba bultu)

**šlenkové druhy** - se vzácně dvojí, ale produkují juvenilní boční rostlinky.

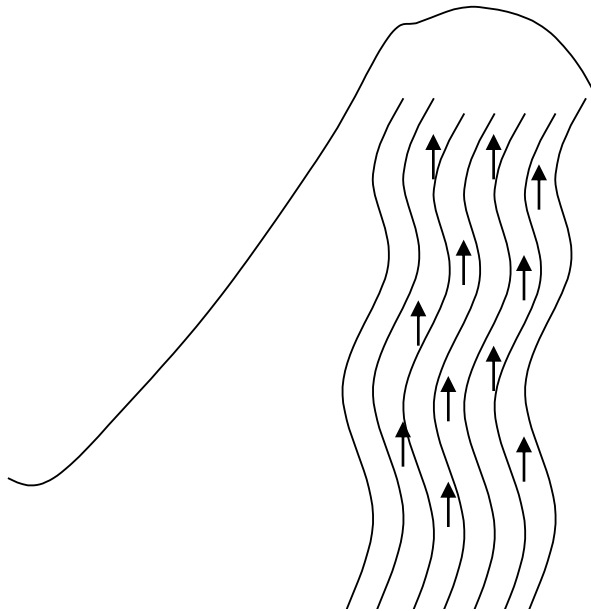
Vegetativní regenerace  
*Sphagnum papillosum*

zdroj: Flatberg 2013



Určitou roli ale bezesporu hraje i charakter rašeliny pod bultem a pod šlenkem:

## **bult**



**Polorozložená rašelina s velkými póry - lépe drží vodu, má lepší hydraulickou vodivost**

## **šlenk**

**Větší kontakt odumírajících rašeliníků se vzduchem - větší dekompozice - neporézní rašelina - hůř drží a vede vodu.**



**ostřejší hranice**

Když zaprší do vysušeného rašeliníště, můžeme ještě dlouho pod šlenkem měřit malou vlhkost půdy.

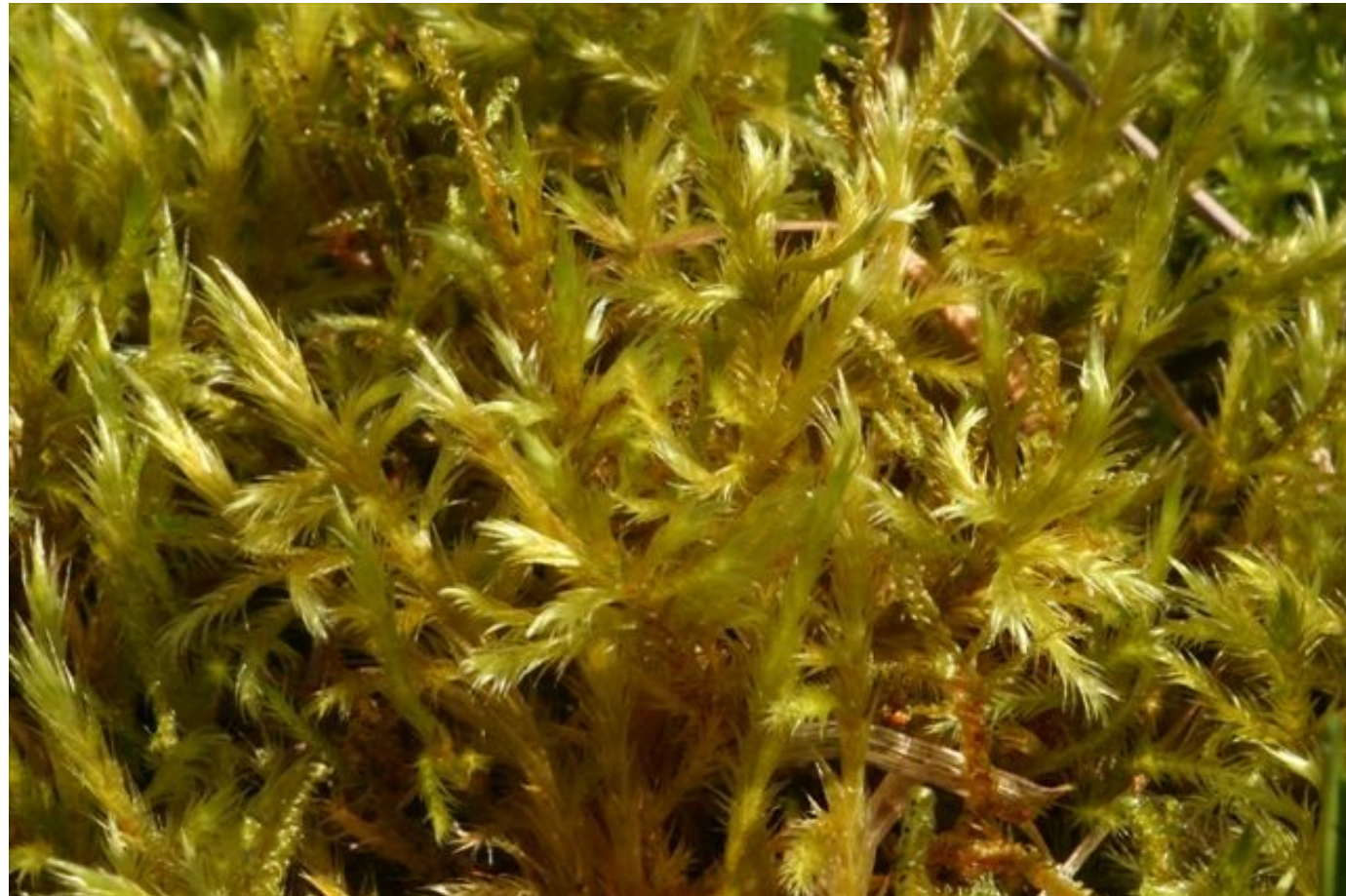
# Co tedy asi platí?

- Bultové druhy tolerují lépe vysychání, a lépe regenerují po vyschnutí (pokud úplně nezahynou). Za normálních vrchovištních podmínek jsou kompetičně silnější, což pravděpodobně neplatí přímo ve šlenku a ani když dojde ke zvýšení koncentrace živin (N, P).
- Šlenkové druhy rychleji rostou, lépe regenerují a rychleji osídlují nová stanoviště.

# Povrchová struktura

Co tvoří bult u extrémně vápnatých slatiništ', kde chybějí rašeliníky?

Nízké bulty tvoří *Tomenthypnum nitens*, který snižuje evaporaci silným vlášením (vlasolistec!) a tvorbou velkého množství bočních větví.



# Povrchová struktura

## Liší se ekologicky bult z rašeliníku a z *Tomenthypnum*?

Zbytky *Tomenthypnum* se rozkládají rychleji - mají příznivější chemismus (nižší poměr C:N) a nemá tak odolné buněčné stěny jako *Sphagnum*. To však vyrovnává větší produkcí, díky většímu přísunu živin roste rychleji. Takže rychlost růstu bultu je na vrchovišti i vápnitém slatiništi přibližně stejná.

Bult *Tomenthypnum* však nemůže dorůst takové výšky - nemá vnější hyalocysty a podobná zařízení k vedení vody.



**Povrchová struktura** vápníkem chudých minerotrofních rašelinišť s mělkou vrstvou rašeliny (rašelinné louky) je tvořena „šlenky“ a „bulty“, které však netvoří bultové rašeliníky, ale *Polytrichum commune*.



*Polytrichum commune* -  
*Eriophorum vaginatum*

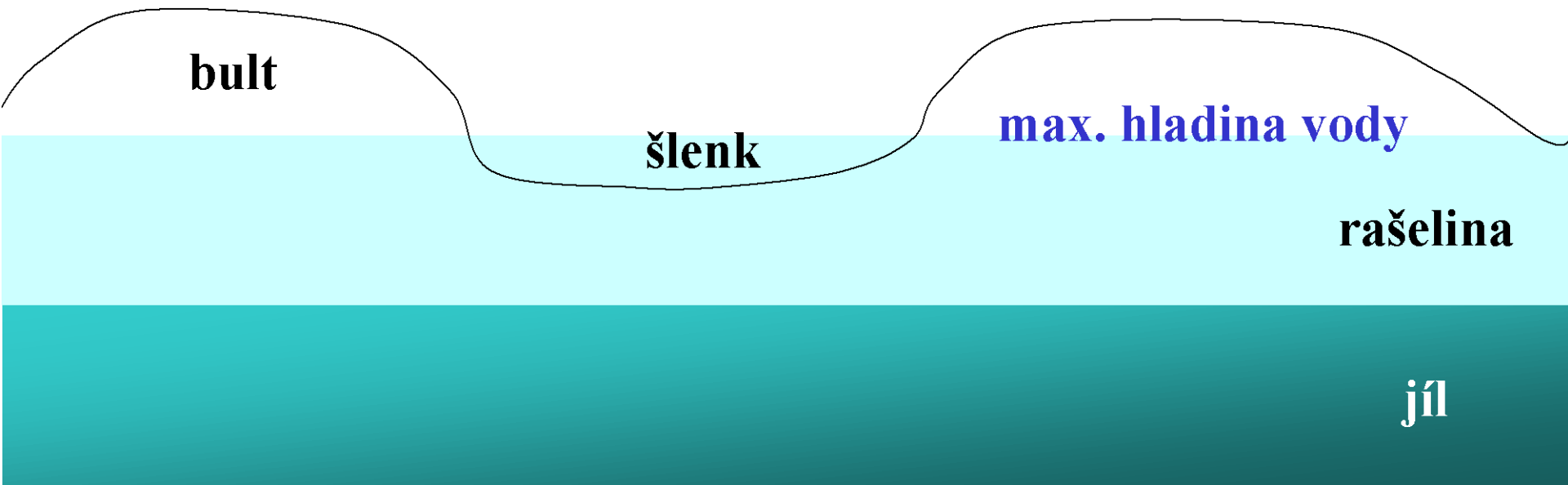
*Sphagnum fallax*-  
*Carex rostrata*

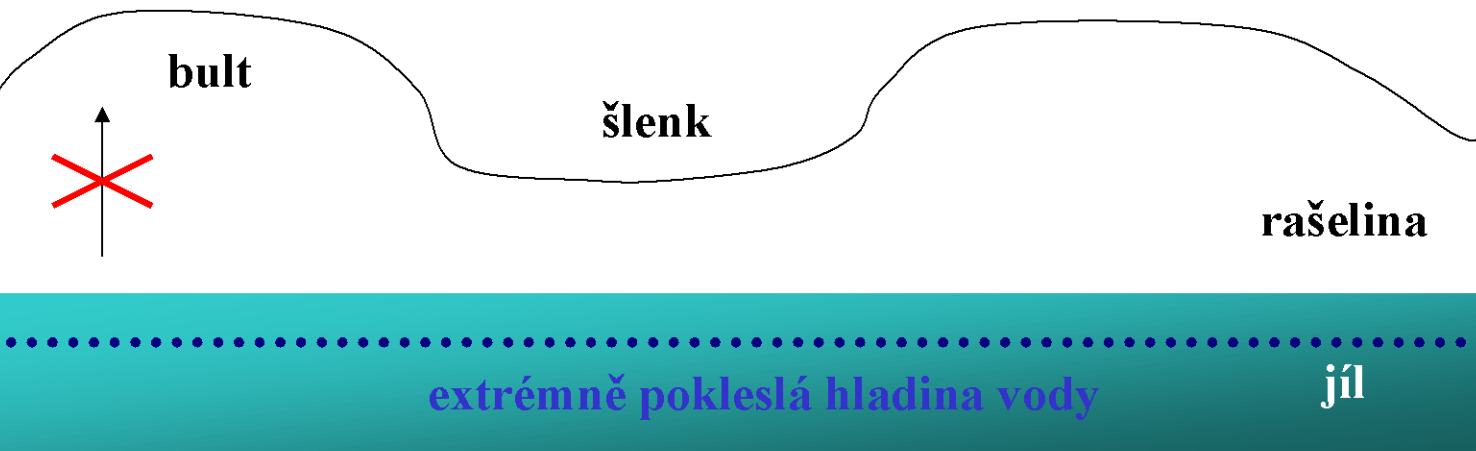
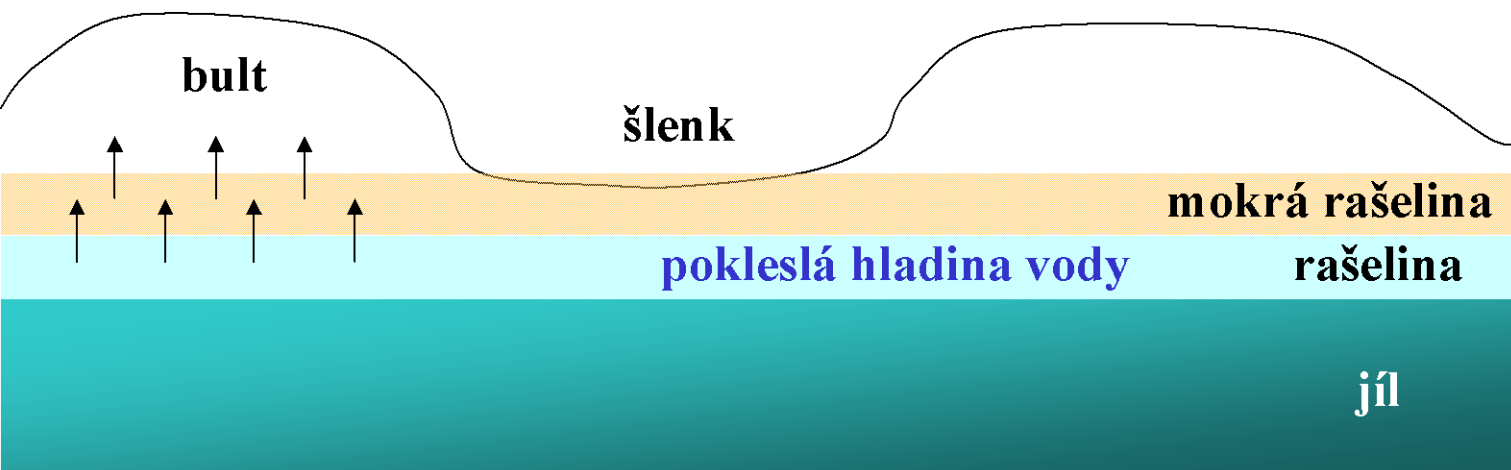
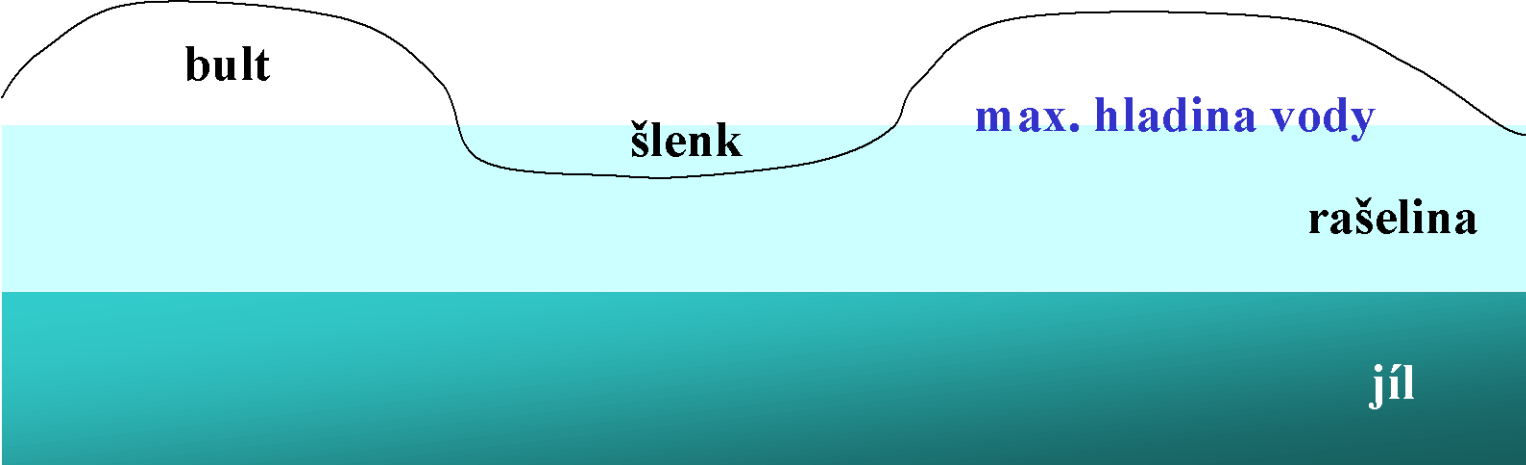
Orava,  
*Slaná*  
*voda*



**Povrchová struktura** vápníkem chudých **minerotrofních rašelinišť** s **mělkou vrstvou rašeliny** (rašelinné louky) je tvořena „šlenky“ a „bulty“, které však netvoří bultové rašeliníky, ale ***Polytrichum commune***.

*Proč to tak je?*



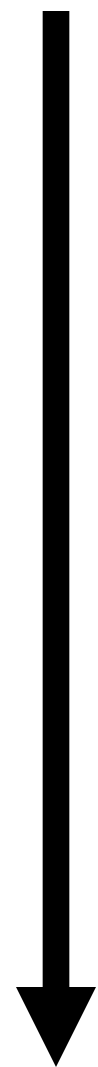


**A.**

**B.**

**C.**

**sucho**



# Terénní měření výšky hladiny vody a vlhkosti půdy

## výška hladiny vody

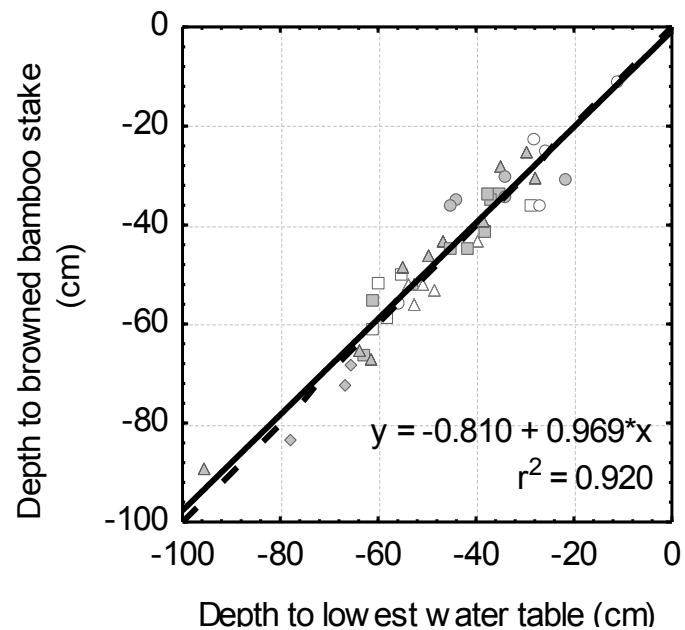
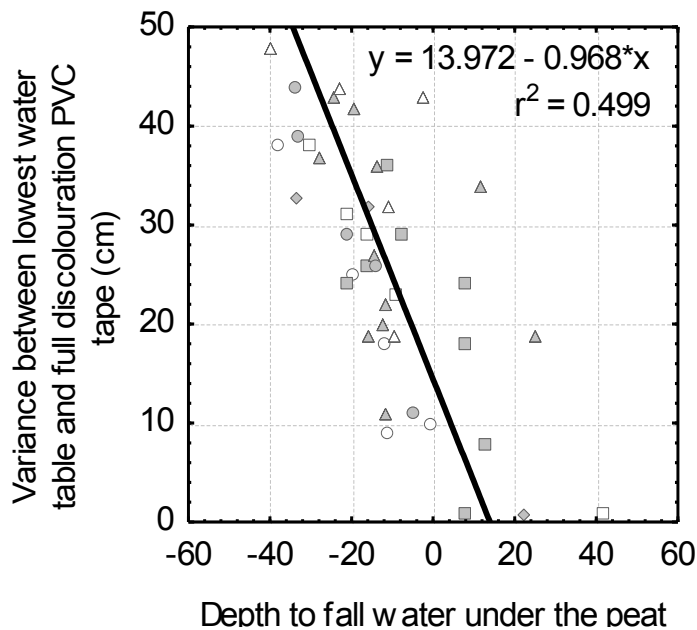
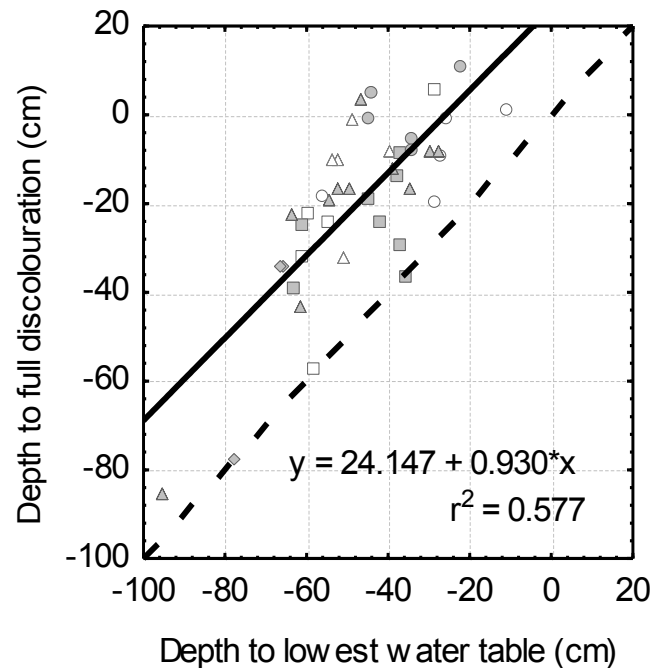
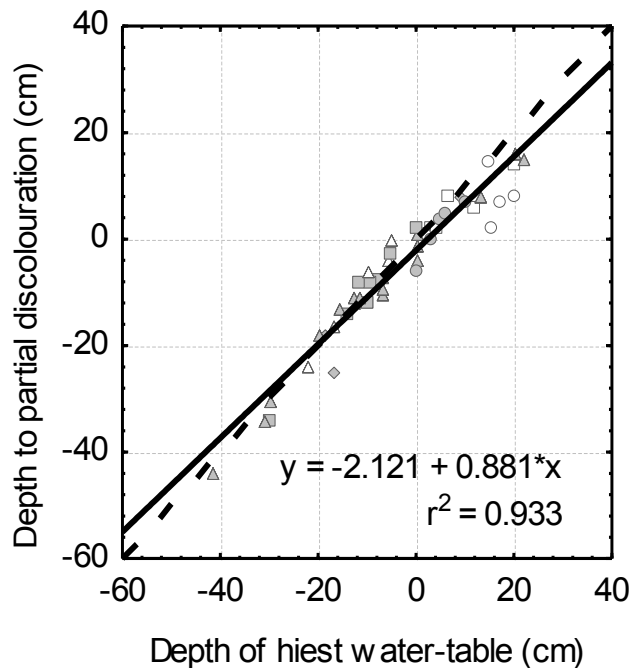
- \* piezometr (měří tlak vody v různých hloubkách)
- \* perforované trubky (levná pořizovací cena)
- \* změna zbarvení PVC pásy

piezometr



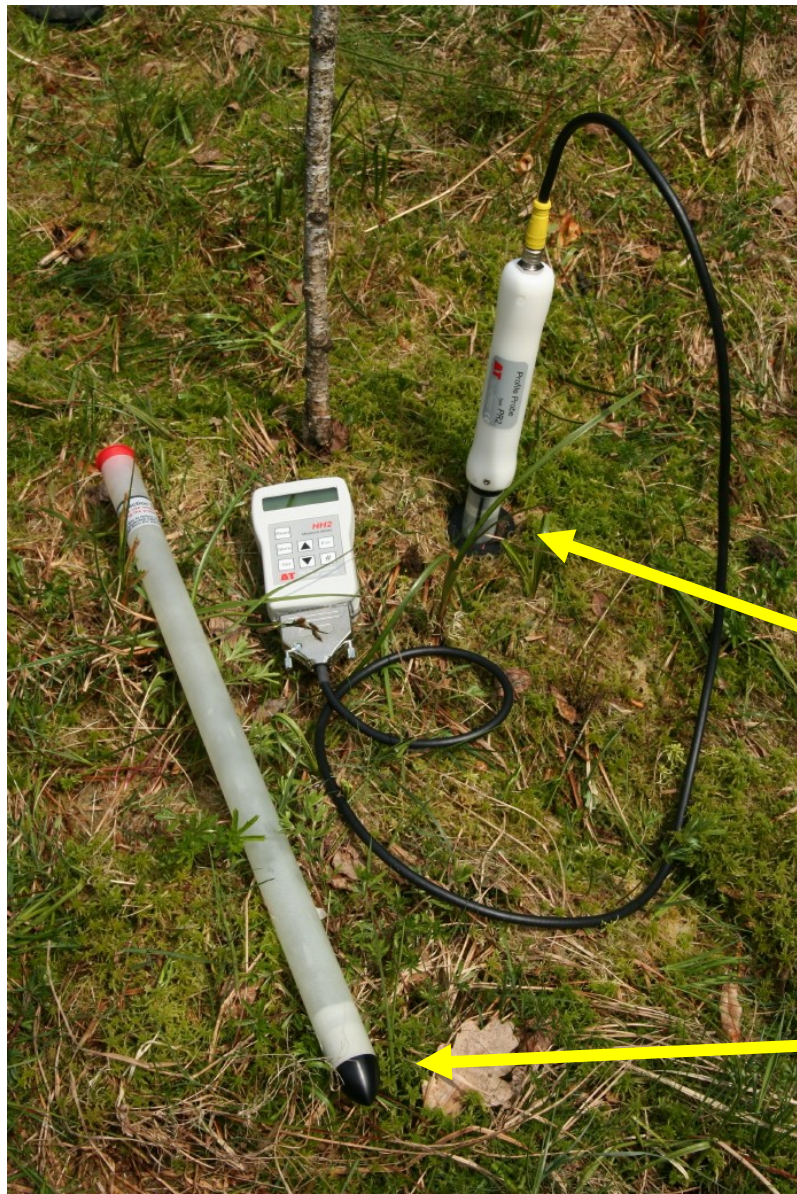
# Změna zabarvení PVC pásku a zeleného bambusu ve vztahu k měřené hladině vody

Navrátilová et Hájek 2005



# Terénní měření ekologických faktorů

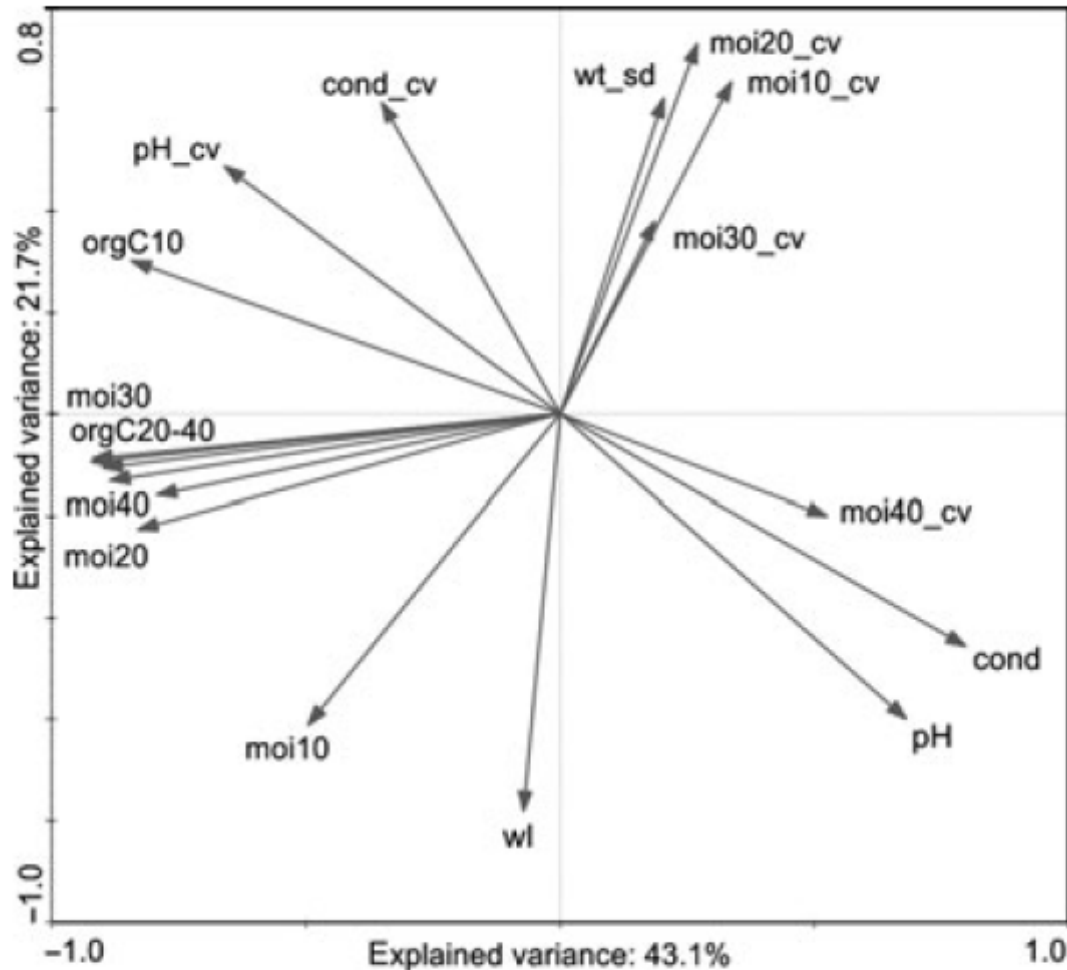
## vlhkost půdy terénním vlhkoměrem



sonda *Profile Probe* nebo  
jehlicová sonda *Theta Probe*

plastová trubice zapuštěná do  
země k sondě *Profile Probe*





**Fig. 1.** PCA of measured environmental data used in the analyses. Abbreviations: moi, median moisture at 10, 20, 30 and 40 cm; wl, median water level; orgC, soil organic carbon concentration at 10, 20, 30 and 40 cm; cond, median water EC; pH = median water pH; cv, coefficient of variance; SD, standard deviation.

Srovnávali jsme přímo měřenou vlhkost s hladinou vody a organickým podílem a zjistili, že:

- vlhkost koreluje s organickým podílem

- když je měřena hladina vody a organický podíl, tak už nepřispívá k vysvětlení variability vegetace

- největší korelace mezi vlhkostí a hladinou vody je u mělkých přechodových rašelinišť, nejmenší u pěnovcových pramenišť