

# Ekologie Rašelinišť



**5.**

**Hlavní ekologické gradienty:  
teplota, hloubka rašeliny, hemerobie, sukcese**

# Rašeliniště a teplota

© M.Horsák



*Vertigo geyeri*

Řada rašeliništních druhů jsou druhy chladnomilné, a patří k nim i kalcikolní druhy.



Chladnomilné druhy na okraji areálu zmenšují své populace a mají snížený *fitness*.

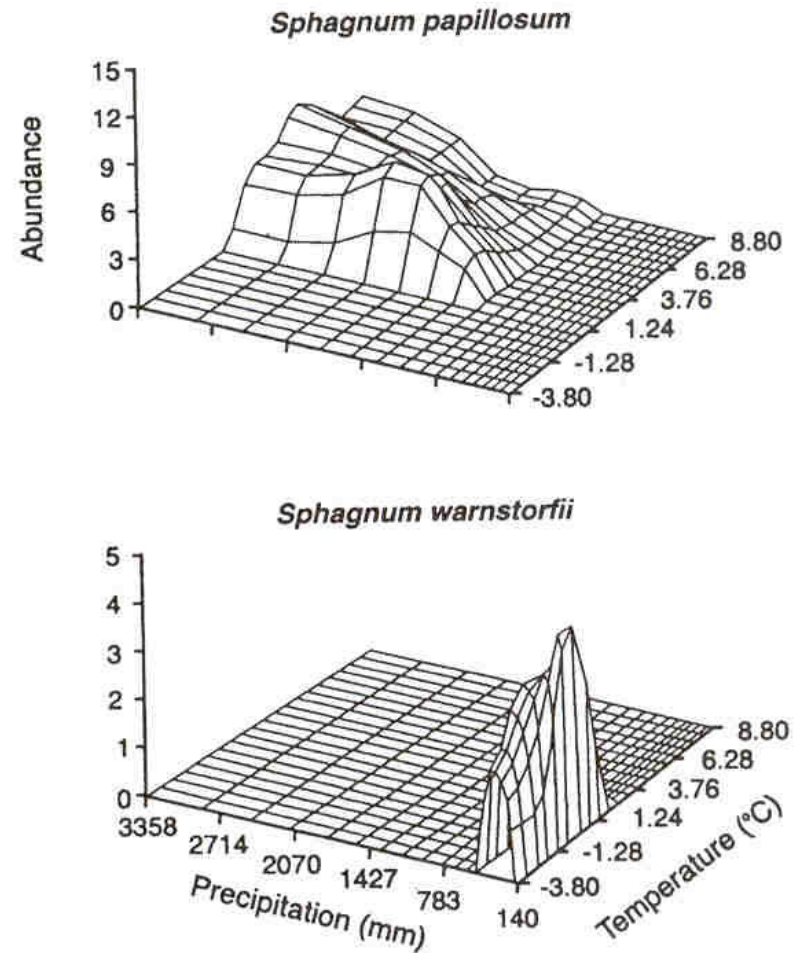


*Ranunculus reptans*, boreální druh. Ve Skandinávii je hojný, u nás jen **sterilní** ve Vysokých Tatrách (typický okraj areálu).

# Teplotní gradient

Na velké prostorové škále:  
klimatický gradient

Obrázek ukazuje rozšíření „oceanického“ druhu *Sphagnum papillosum* a „subkontinentálního“ druhu *S. warnstorffii* v západní Kanadě v závislosti na srážkách a teplotě (Gignac 1994).



**Figure 3.22** Response surfaces showing the changing abundance of selected *Sphagnum* species with major climatic factors in western Canada. *Sphagnum fuscum* occurs over a wide climatic range, whereas *S. papillosum* is restricted to areas of higher precipitation and higher temperatures and *S. warnstorffii* occurs in low-precipitation, low-temperature areas. Redrawn from Gignac (1994) by permission of the Society of Wetland Scientists.



# Teplotní gradient

**Gradient oceanita-kontinentalita** je komplexní gradient, na němž se podílí i teplota, zejména teploty v zimě.



*Narthecium ossifragum*,  
oceanický druh



*Carex coriophora*,  
kontinentální druh

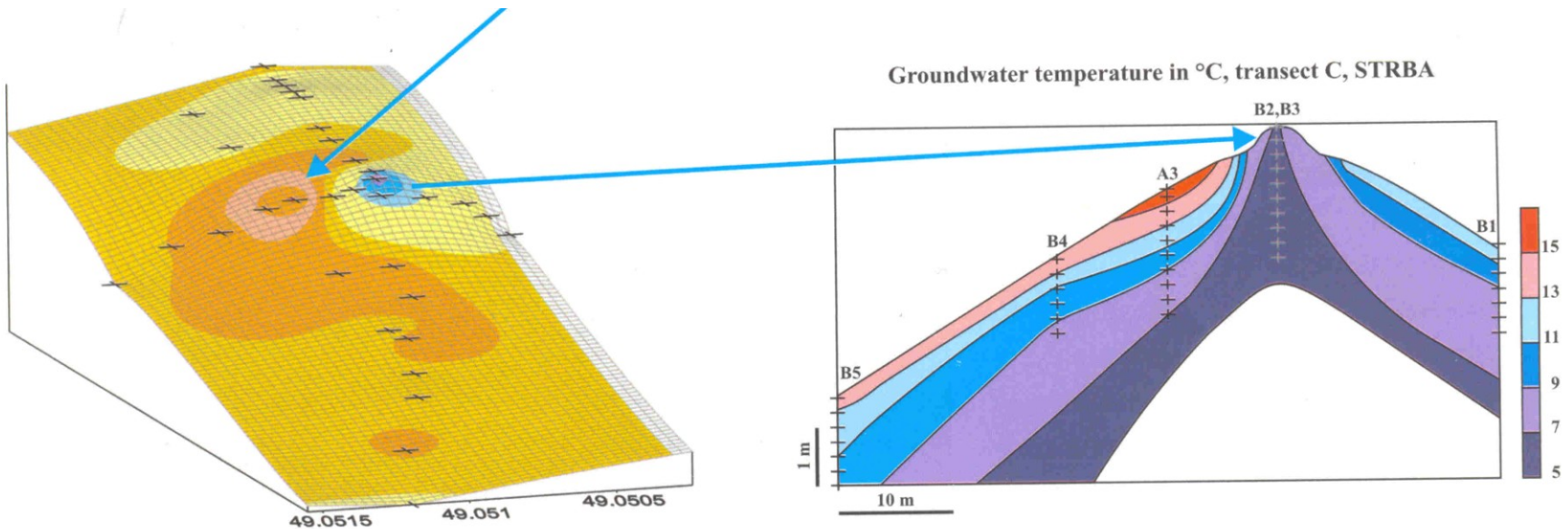
# Teplotní gradient

**Na malé prostorové škále** je důležitý zejména pro bezobratlé.

- Vyrovnaně chladné jsou stružky prameništích typů a ty prameništích typy, kde nepoklesá hladina vody (Hájková et al. 2004)
- Šlenky jsou relativně teplé ostrůvky v chladném biotopu vrchovišť - ale jen ve dne a v létě. Šlenky mají ze všech mikrobiotopů rašelinišť největší amplitudu DEN-NOC (Neuhäusl 1975).
- Hlubší půdní vrstvy rašelinišť mají nižší teplotu než obdobné vrstvy minerálních půd; a to po celý rok (dtto).
- Povrch rašelinišť se během dne silně ohřívá - zejména rašelina bez vegetace - silná evaporace (dtto). Prudký teplotní gradient nastává v horních 10 cm, ale s večerem se povrch ochlazuje rychleji než hlubší vrstvy, teplotní gradient se otáčí (viz niky pavouků, 1. přednáška)
- Teplotní poměry lesních vrchovišť jsou podobnější otevřeným rašeliništím a rašelinným loukám než lesům (dtto).

# Teplotní gradient

**Na malé prostorové škále** působí rovněž jako zprostředkující faktor. Na vápnatých slatinách totiž přímo ovlivňuje srážení pěnovce, který je pak substrátem pro další organismy.



Grootjans et al. 2005 zjistili, že na když chladná voda z podzemí přitéká do jezírka, prohřivaného letním sluncem, dochází k velmi intenzivnímu srážení pěnovce.

# Gradient hloubky rašeliny

Hloubka rašeliny nezávisí na vápnitosti lokality

(Zoltai et al. 2000).

Tento gradient se na složení vegetace projevuje:

\* v případě mělké vrstvy rašeliny, kdy může hladina vody poklesat pod rašelinnou vrstvu.

\* ve složení bylinného patra šlenků

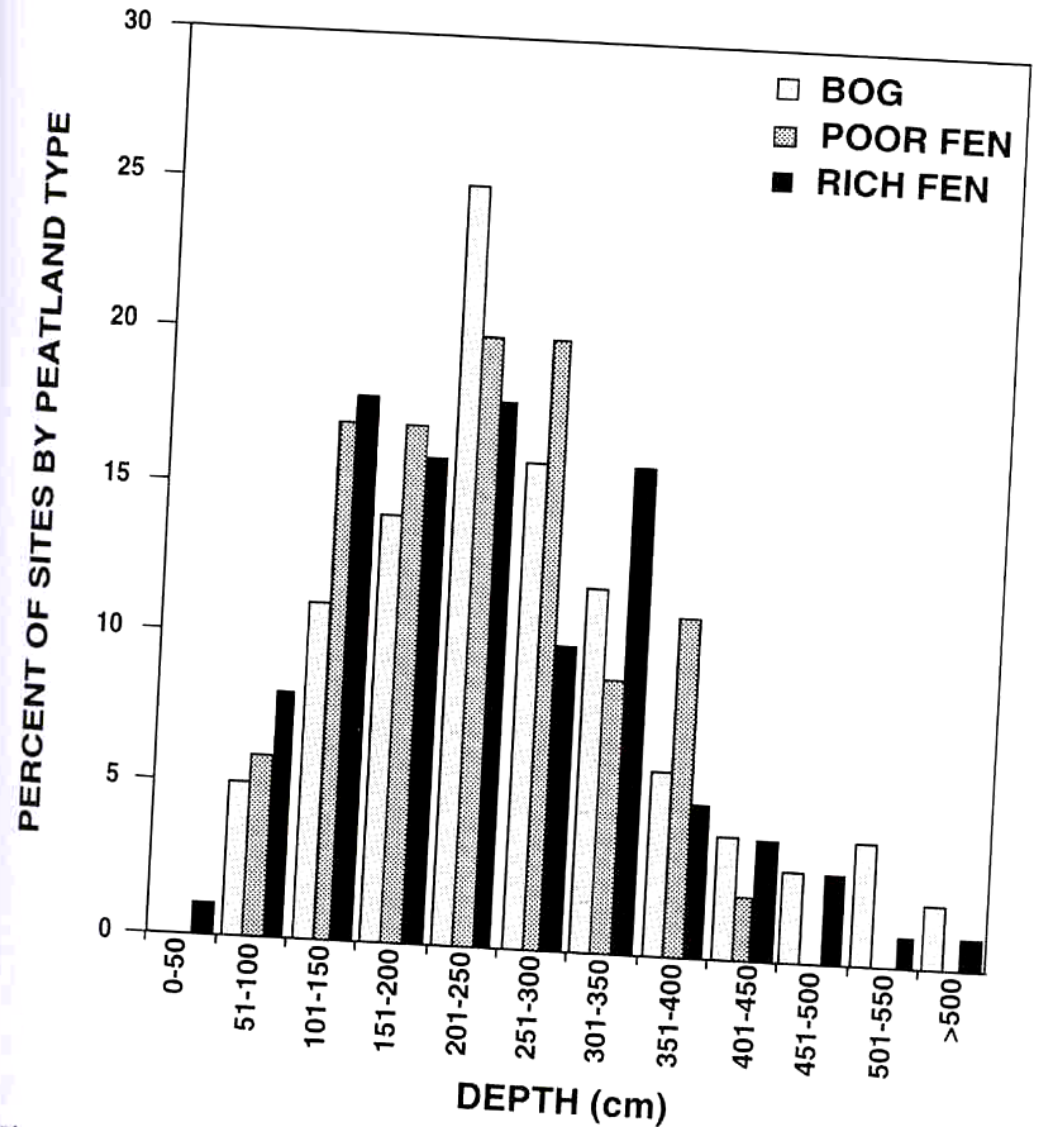
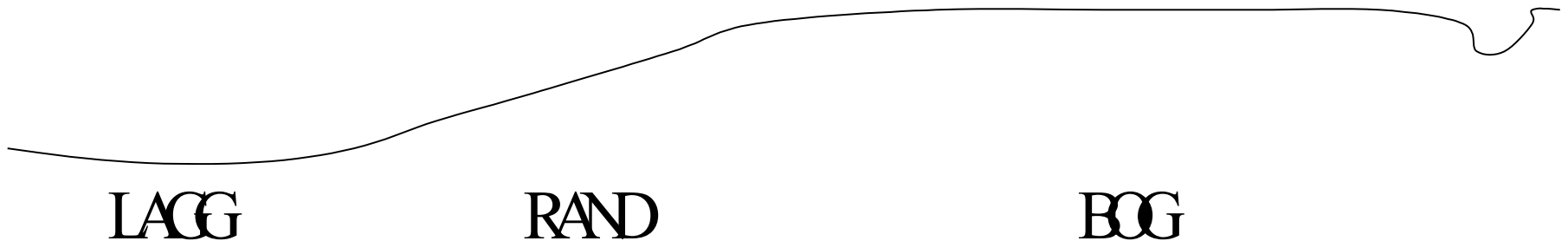


Fig. 10.6. Peatland depths partitioned by percent of bogs, poor fens, and rich fens. Number of sites include: bogs = 129, poor fen = 66, and rich fen = 146. All sites are from continental western Canada (Alberta, Saskatchewan, and Manitoba). (Data from Zoltai et al. 2000.)

# „Mire margin - Mire expanse gradient“

Je komplexní gradient, který byl zdůrazňován staršími Skandinávskými autory, ale v současných přehledech není akceptován jako samostatný gradient - je spíše funkcí hladiny vody, obsahu minerálů a hloubky rašeliny.

*Mire margin* —————→ *Mire expanse*





# „Mire margin - Mire expanse gradient“

živiny



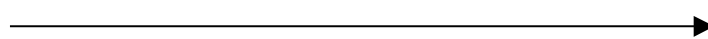
stálost vodní hladiny



hloubka rašeliny, organický podíl



*Mire margin*

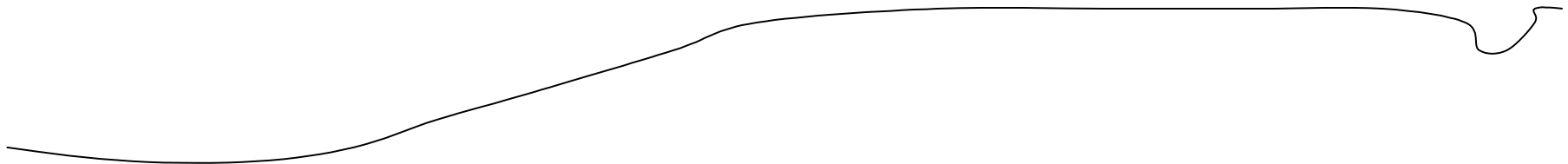


*Mire expanse*

LACG

RAND

BOG



# Gradient vzdálenosti od pramene (spring - flush - fen gradient)

Je komplexní gradient, který je vzácněji uváděn některými autory zdůrazňujícími rozdíl mezi **spring fen** přímo na pramenném vývěru a **flush fen** dál od vývěru, s akumulovanou rašelinou a vodou protékající víceméně povrchově.

Jedná se o kombinaci vlivu pH (vyšší pH v proudící vodě, „hromadění acidity“ po proudu) a jeho stability, organického podílu a množství živin (odplavovány z vývěru).



# Gradient hemerobie

Dierssen et Dierssen (2001) uvádějí 10 stupňů hemerobie rašelinišť, od **ahemerobního** (H0, zcela nenarušené rašeliniště), přes oligo-, meso-, eu-, poly- až po metahemerobní rašeliniště.

Souvisí zejména s antropickými činnostmi vedoucími ke zničení rašeliniště, nejvyšší stupně jsou vytěžená a odvodněná rašeliniště nebo nitrofylní porosty.

Za ahemerobní rašeliniště jsou považována pouze rašeliniště bez jakéhokoliv lidského vlivu. Rašelinné louky jsou již zařazeny v určitých stupních hemerobie. Tento gradient lze tedy zčásti interpretovat i jako gradient „lučnosti“.

Z hlediska ekologických faktorů je lučnost opět komplexním gradientem, kde se kombonuje vliv přístupnosti živin, hloubky rašeliny a vodního režimu.

# Ekologické gradienty a sukcese

## Gradient nasycení bázemi ve vztahu k sukcesi

Při dlouhodobém autogenním vývoji minerotrofních rašelinišť dochází k postupné acidifikaci a oligotrofizaci. Podmínkou pro tuto sukcesi je uchycení se kalcitolerantních rašeliníků, které okyselují prostředí a odčerpávají živiny. V okyseleném prostředí kalcitolerantních rašeliníků se mohou uchytit acidofyty a v případě dostatečného zásobení vodou rychlým růstem vytlačit kalcitolerantní druhy a změnit zcela typ rašeliniště.

Tento vývoj byl paleoekologicky často dokázán v severní Americe, zejména v Kanadě. U nás jej dokumentovala např. Jankovská v Třeboňské pánvi, kdy zachytila vývoj od jezer přes vápnitá slatiniště až k vrchovištím.



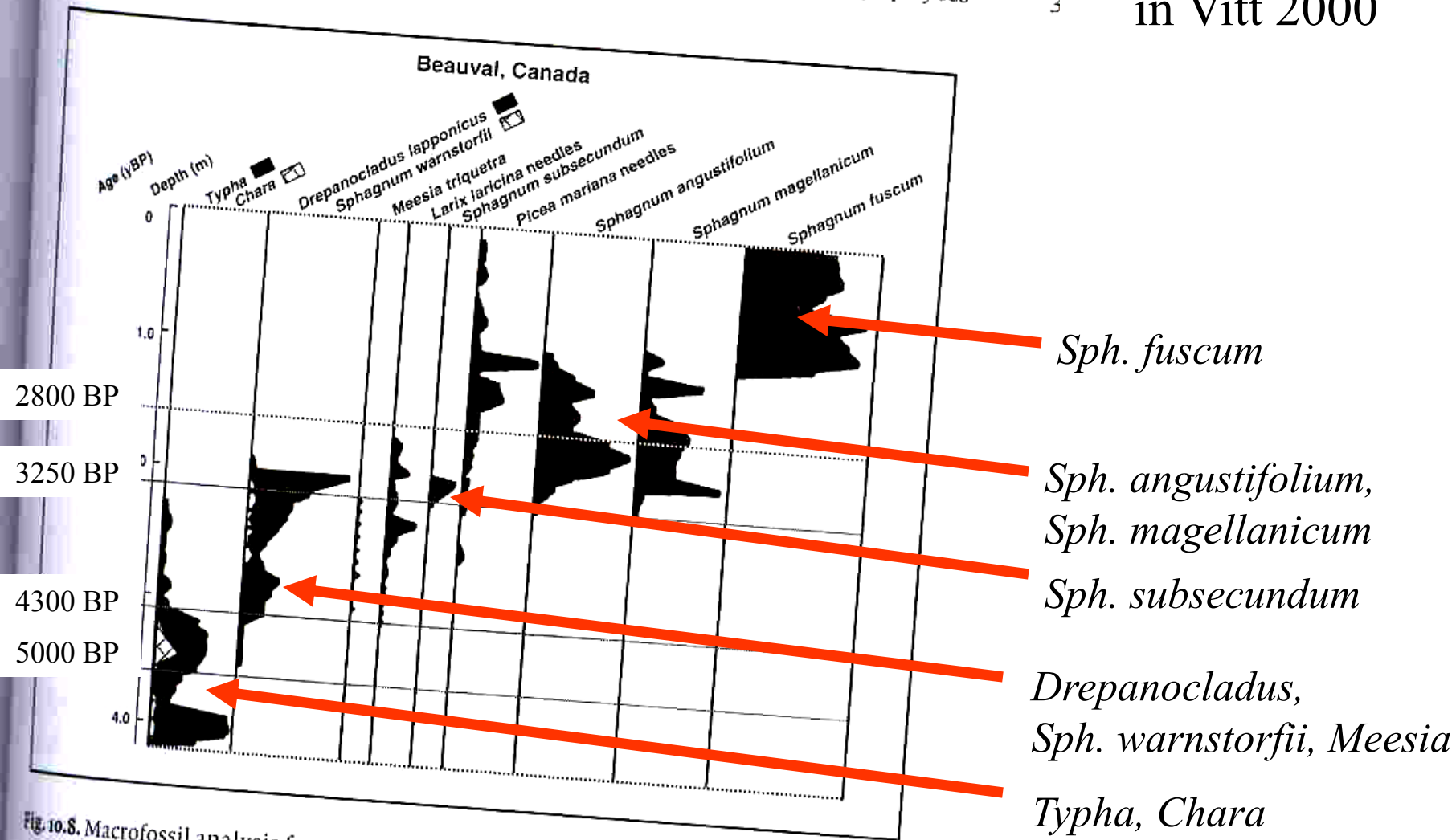
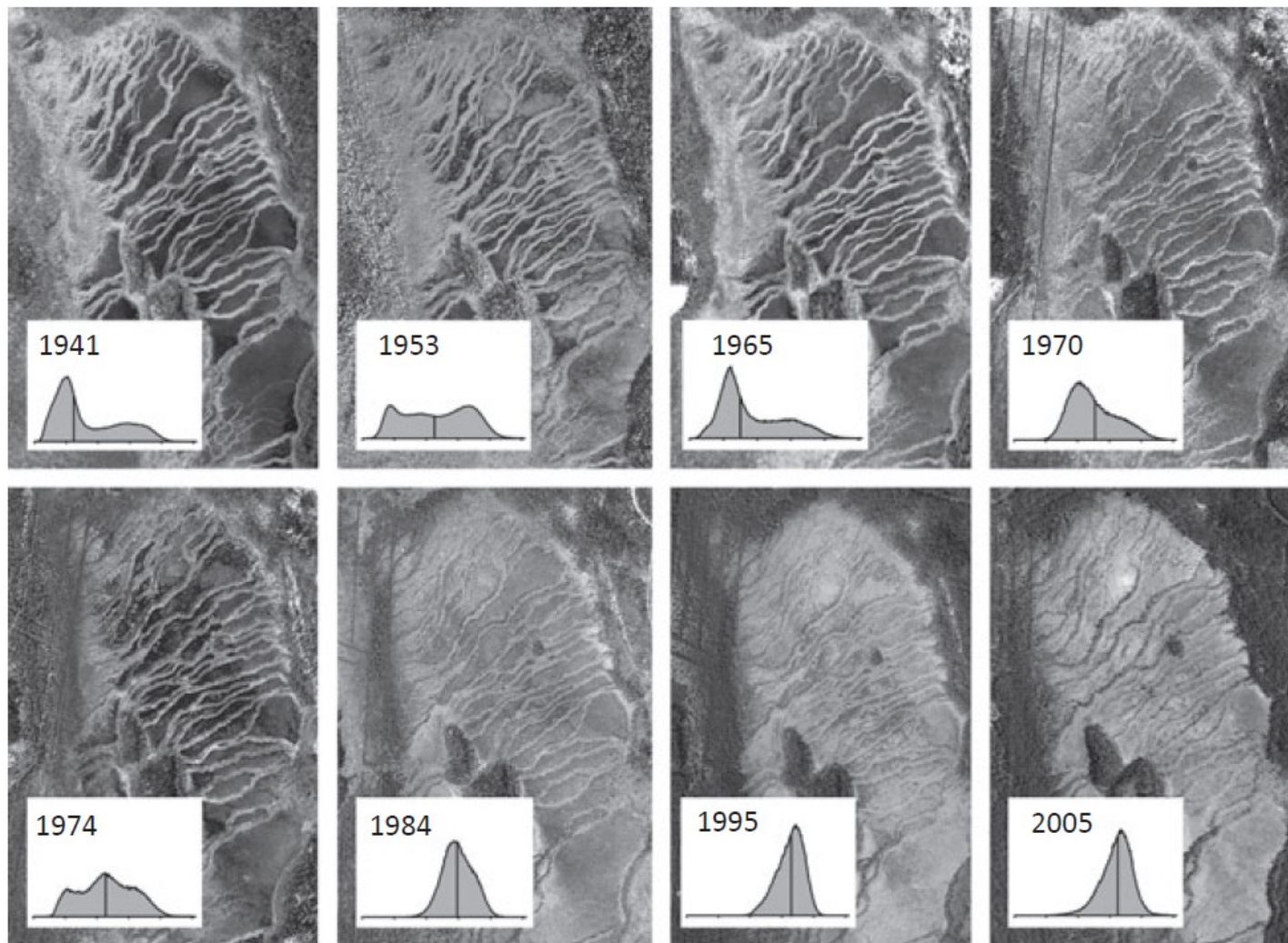


Fig. 10.8. Macrofossil analysis from Beauval, Saskatchewan, Canada showing abundance changes of the dominant moss species as well as other important indicators of local conditions. Note the transition period between brown-moss- and *Sphagnum*-dominated records is marked by the transient presence of *Sphagnum subsecundum*. Radiocarbon years are shown along the side. (Modified from Kuhry et al. 1993.)

**Ombrotrofikace (tzv. fen-bog transition)** nastává často při poklesu hladiny vody, následuje expanze rašeliníků nebo *Polytrichum commune*. K tomu dochází v sušších obdobích Holocénu (práce P. Hughese z UK) nebo recentně změnami vodního režimu v krajině.



Tahvanainen 2011  
*J Ecol*

kombinoval  
letecké snímky a  
analýzy profilů,  
změnu k  
dominanci  
rašeliníků našel v  
hloubce 23 cm pod  
povrchem

# Jaká je role rašeliníků při sukcesi od slatiniště k vrchovišti?

## Existují dvě protichůdné představy

1. Rašeliníky mají větší schopnost acidifikace než hnědé mechy, jejich uchycení (náhodné nebo po poklesu hladiny vody) tedy způsobí acidifikaci a vegetační změnu
2. Rašeliníky nemají větší schopnost acidifikace než hnědé mechy a sukcese se děje bez ohledu na jejich přítomnost, hlavním zdrojem acidity je nahromaděný organický materiál během sukcese, rašeliníky se vyskytují kvůli této kyselosti (a ne naopak)

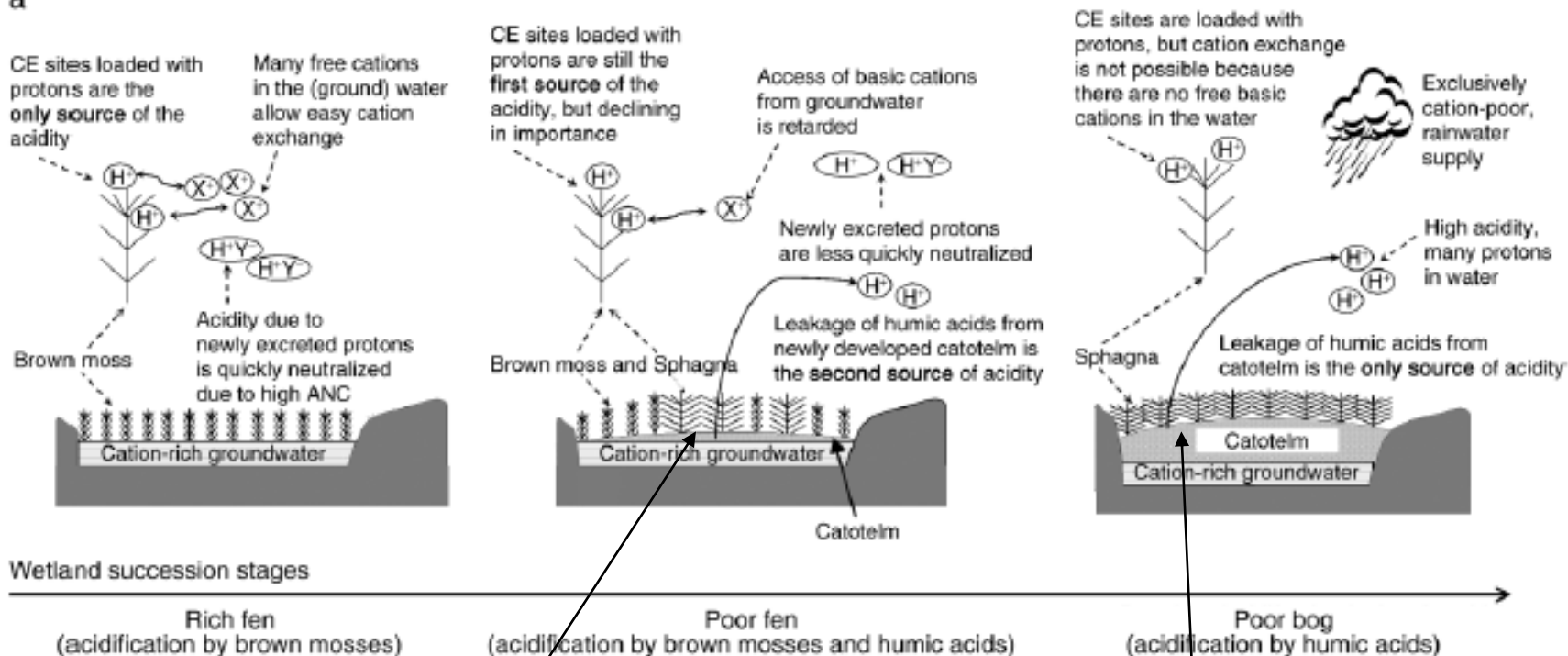
# - CEC je stejná u rašeliníků jako u hnědých mechů

September 2010

SIMILAR CEC IN BRYOPHYTES

2723

a



zdrojem acidity je **katotelm** který se vytváří usazováním organického materiálu a jeho částečnou dekompozicí



# Ekologické gradienty a sukcese

## Gradient nasycení bázemi a sukcese

### Zrychlení sukcese:

\* spad síranů (kyselé deště) - *S. recurvum* agg. je rezistentní k síranům, často jako jediné *Sphagnum* přežije - a je to silný acidifikátor. Kyselá deště taky samozřejmě způsobují přímou acidifikaci.

\* spad dusíku, eutrofizace dusíkem a fosforem - *S. recurvum* agg. rychleji roste, škodlivý Ca ukládá do starých pletiv. Může proto obsadit i relativně vápníkem bohaté stanoviště a vytlačit kalcitolerantní rašeliníky. Alternativní vysvětlení jeho šíření je pokles hladiny vody a menší kontakt s vápníkem.

Objevení se rašeliníků na okrajích alkalických jezer díky spadům S a N může mít i dopady na celý ekosystém - vlivem acidifikace dochází k úhynu původní ichtyofauny.

# Ekologické gradienty a sukcese

Jiný způsob sukcese zprostředkované rašeliníky můžeme pozorovat v chladných a humidních lesních oblastech: *Sphagnum* v takovém podnebí expanduje z rašeliníšť do lesů a paludifikuje je. Uvolnění kyselin z rašeliníště způsobí zpodzolovatění - vznik oxidů Fe, které „zabetonují“ půdu. Les se zamokří, smrky odumřou a vznikne rašeliníště.

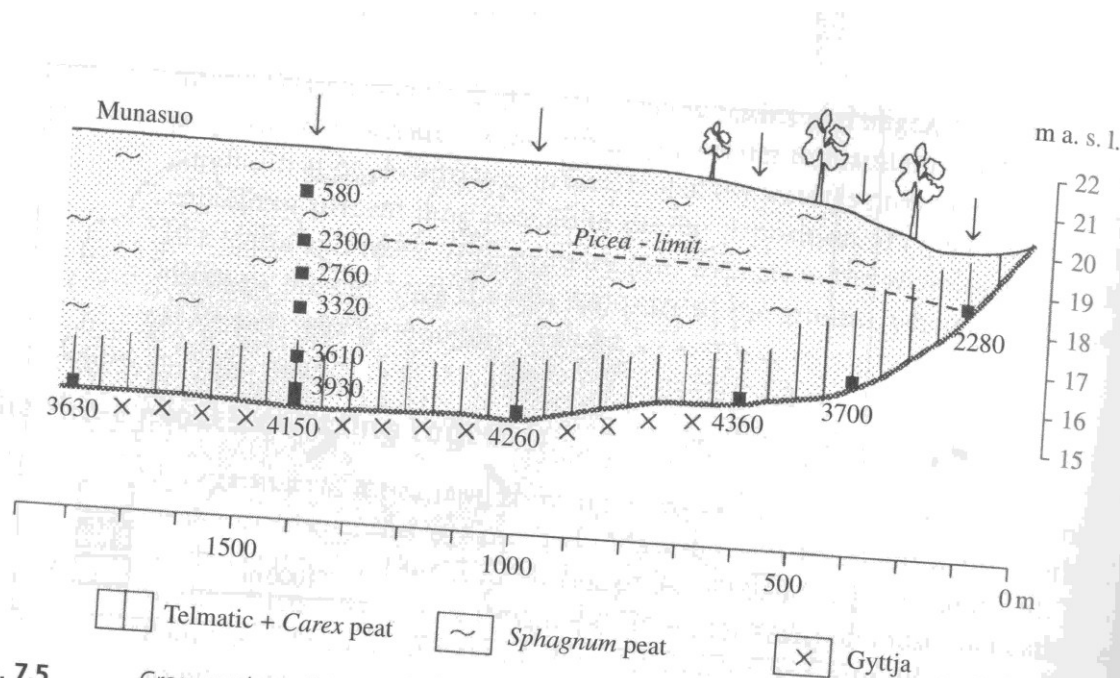


Fig. 7.5 Cross-section of the eastern edge of Munasuo Mire, southern Finland, showing dates for the basal peat and the vertical profile. Ages at the centre, overlying gyttja, are 3630–4360 BP, then falling to 2280 BP closer to the margin where upslope paludification has occurred. At the margin, paludification was over heath forest. From Korhola (1992).

Jedná se vlastně o jednu z možností **paludifikace**.

Postupná paludifikace v okolí finského vrchoviště, doložená C14 datováním

# Ekologie Rašelinišť



6.

**Ekologická role mechorostů na  
rašeliništích**

# Ekologická role mechorostů

Mechorosty jsou dominantní složkou rašelinišť co do biomasy a produkce. Jejich špatně rozložené části jsou hlavní složkou rašeliny. Mají rozhodující význam pro ekologii rašelinišť a vykazují četné ekologické rozdíly oproti cévnatým rostlinám, které dominují na většině terestrických biotopů.

## 1. Sekvestrace (poutání) živin - oligotrofizace

Živiny jsou po přidání do rašeliniště okamžitě poutány mechy, jen necelá 2% využijí cévnaté rostliny. Mechy přijímají živiny celým povrchem těla a přímo „hydroponicky“ z vody. To je pro ně výhodné zejména na vrchovištích, kde veškeré živiny přicházejí ze srážek.



## Sekvestrace živin

### Pro cévnaté rostliny se živiny stávají přístupné jen:

a) při dekompozici odumřelých mechů v rhizosféře. Ve výhodě jsou v tomto případě rostliny, které koření těsně pod povrchem.

b) při extrémním přebytku dusíku v emisně zatížených oblastech: po překročení určitého poměru N:P a N:K už *Sphagnum* živiny nepřijímá. Přebytek N může být pro *Sphagnum* i toxický a zpomalit jeho růst.

c) při poklesu hladiny vody (kontinentální oblasti, odvodnění) - oxidace a mineralizace organickým dusíkem bohaté vrstvy rašeliny



d) na bultech, kde je díky provzdušnění rychlejší mineralizace N a P

e) na vápnatých slatinách s rychlejším rozkladem odumřelé biomasy

## Ekologická role mechorostů

### Jak vlastně probíhá výživa mechů?

- příjem celým povrchem těla z roztoku. Van Tooren však prokázal, že *Calliergonella cuspidata* dokáže přijímat hlavní živiny i z půdy pomocí rhizoidů! To má význam zejména v biotopech s poklesající hladinou vody (rašelinné louky).
- výměna kationtů za vodíkový iont (*cation exchange capacity*).
- využívání i jednoduchých organických forem fosforu za pomoci fosfatázy je speciální vlastností zejména vrchovištních rašeliníků
- přednostní využívání amoniakální formy dusíku z atmosferické depozice ( $\text{NH}_4$ ) bylo prokázáno u *Calliergonella cuspidata*; naopak u rašeliníku se však prokázalo i přímé využívání nitrátové formy ( $\text{NO}_3$ ).
- vnitřní recyklace živin. Rydin et Clymo (1989) prokázali přesun N a P ze starých do nových částí *Sphagnum recurvum* pomocí plazmodemat spojujících buněčné stěny. Později byly popsány i vodivé buňky.

## Ekologická role mechorostů

**Brehm (1971)** popsal uvolňování kationtů (Ca, Mg) z mrtvých částí rašeliníků a jejich kapilární vzestup do horních částí rašeliníků v suchém období\* - tento jev nazval iontová pumpa. Za deště se kationty vymývaly z buněk a byly zpětně absorbovány.

\* Poulíčková et al. 2004 objevili výskyt kalcifilních řas jako epifytů na kalcifobním rašeliníku.

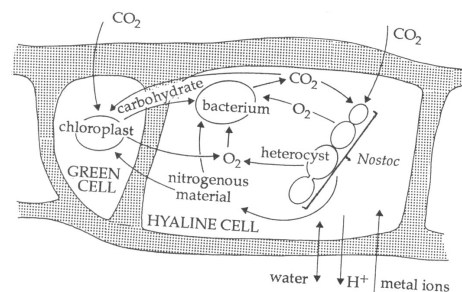


Fig. 23. Hypothetical interactions within leaf cells of *Sphagnum* (modified after Granhall & Hofsten, 1976).

**Cévnaté rostliny** mají rovněž mechanismy ke stáhnutí N a P do podzemních orgánů při stárnutí. Výjimkou je *Rhynchospora alba*, která proto velmi trpí kompeticí s rašeliníky a vyhledává proto narušovaná místa bez souvislého koberce rašeliníků.

*Rhynchospora alba*,  
foto z www



## 2. Poutání vody

Rašeliníky zadrží vodu o 10-25 násobku své suché váhy; víc vody zadrží bultové než šlenkové druhy. Toho využívají cévnaté rostliny kořenicí v mechu.

Po velmi vydatných deštích dosáhne *Sphagnum* maximální vodní kapacity; jiné substráty (mechy, hrabanka, minerální půda, rozložená rašelina) jí nedosáhnou.

V průměru však největší obsah vody na rašeliništi nemá *Sphagnum*, ale

silně rozložená rašelina > minerální půda pod vrstvou rašeliny > hrabanka > rašeliníky.

Nejsušší jsou lesní druhy mechů.

(Zdroj: Neuhausl 1975)

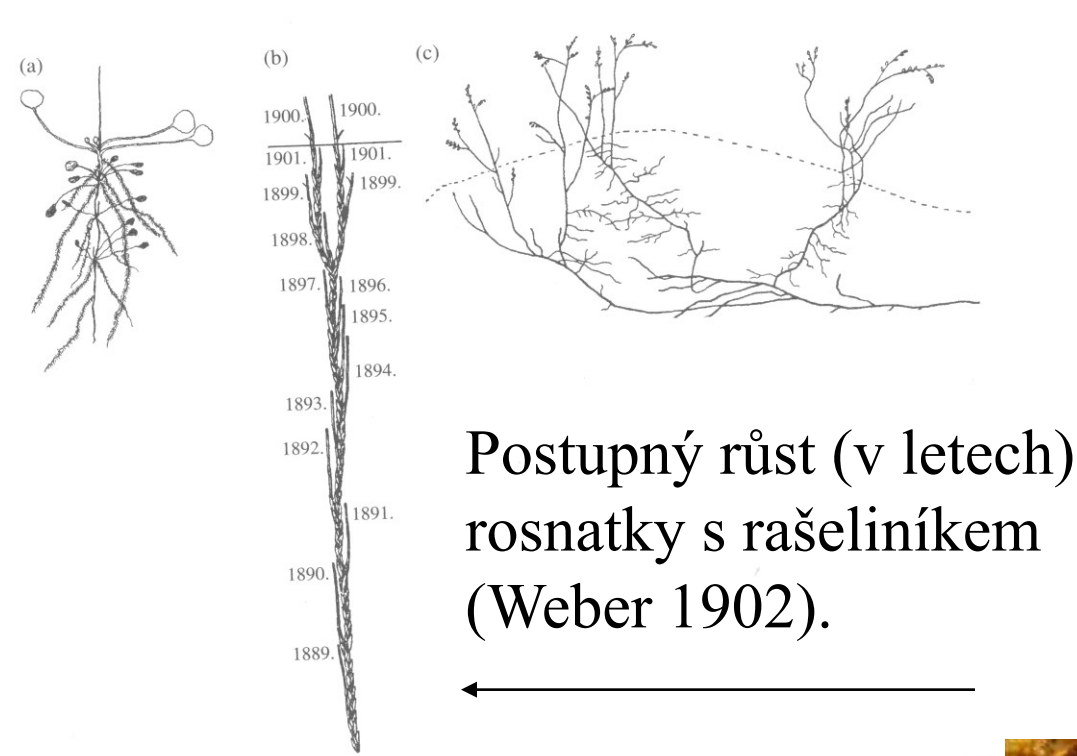
### 3. Acidifikace

Viz kapitola o acidifikaci a jejímu vlivu na sukcesi. Aktivní acidifikace rašeliníků výrazně mění prostředí pro cévnaté rostliny i pro řasy a bezobratlé - *Sphagnum* se stává faktorem prostředí.

**4. Růst - kompetice o prostor** Prodlužování lodyžek rašeliníků se děje pod fotosyntetizujícím kapitem a je synchronizováno mezi rostlinkami - roste celý koberec. Mezi lodyžkami funguje kapilární vztlínání vody až do výšky ca 40-45 cm. Šlenkové druhy rostou rychleji (na vrchovišti ca 10 cm/rok) než bultové (5 cm/rok). Pomalejší růst bultových druhů umožňuje růst keříčkům cévnatých rostlin, které by jinak byly přerosteny.

Klonální druhy cévnatých rostlin rostoucí v rašelině stěhují svá růstová pletiva (meristémy) umístěné na povrchu rašeliny směrem nahoru: *Drosera rotundifolia*, *Trichophorum caespitosum*, *Pinguicula vulgaris*, *Narthecium ossifragum*.





Rychlý růst rašeliníků ze sekce *Cuspidata*

Fig. 4.9

The growth of vascular plants in a *Sphagnum* carpet: (a) Rosettes of *Drosera rotundifolia* formed annually at the *Sphagnum* surface. (b) Growth segments of *Scirpus cespitosus* indicating the annual growth of surrounding *Sphagnum*. (c) *Chamaedaphne calyculata* reinforcing the peat structure and facilitating the hummock formation. Drawings (a) and (c) from Metsävainio (1931); (b) from Weber (1902).



Důležité pro ochranu kompetičně slabších druhů !!!

## Růst - kompetice o prostor

Jinou strategii mají dřevnaté keříčky - jejich růstové meristémy jsou v horních částech dlouho žijících nadzemních prýtů. Z rašeliníkem přerostlých částí sice vyženou adventivní kořeny, ale z jedné přerostlé lodyhy už nová nadzemní část nevyroste.

Přerostení rašeliníkem je jeden z hlavních důvodů pro

- a) ústup mělce kořenících cévnatých rostlin (např. *Drosera rotundifolia*) z eutrofizovaných slatinišť
- b) neuchycení se stromů na rašeliněšti.

**Uchycování stromů zkoumal opět Neuhäusl (1975) na Velkém Dářku:**

- *Betula pubescens* se uchytila i na rychle narůstajícím rašeliněšti, ale jen za dostatku živin.
- *Pinus rotundata* a *Pinus sylvestris* se uchycovali jen na pomalu rostoucím rašeliněšti
- Na bultu *Sphagnum magellanicum* se i přes pomalé narůstání rašeliny žádné semenáčky neuchytily - bylo zde příliš málo živin.

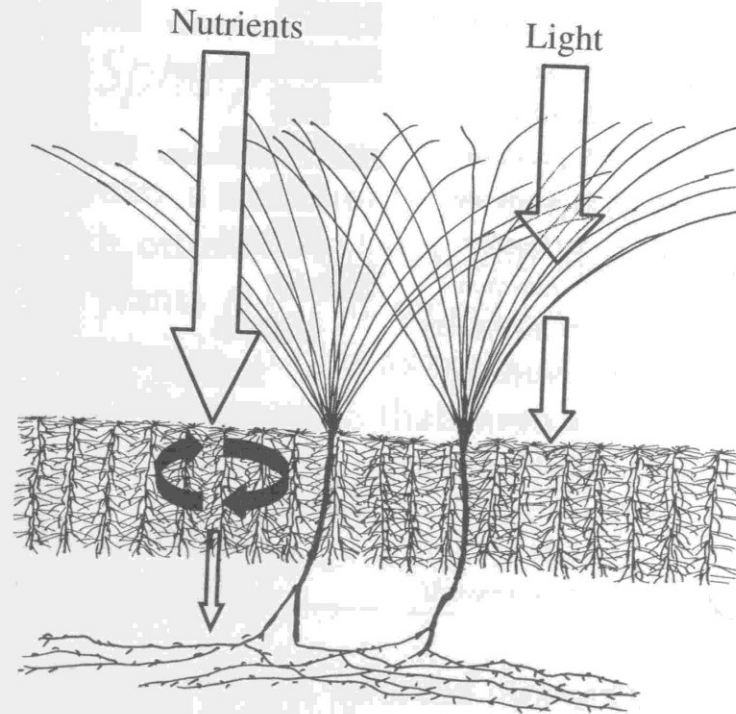
## 5. Kompetice o světlo

**Silné zastínění** cévnatými rostlinami ( $> 50\%$ ) zastavuje růst rašeliništních (ne lesních) druhů r. *Sphagnum*.

**Slabé zastínění** stimuluje naopak mechy ke zvýšení přírůstku a ke zvýšení mechového patra, které je však volnějšší. Díky volnějššímu mechovému patru proniká světlo i pod povrch mechového polštáře a zvyšuje se asimilační plocha. Mechy rostou až k růstovým pletivům cévnatých rostlin a mohly by jejich růst ovlivňovat. K tomu však většinou nedojde, protože volné a vysoké polštáře vedou hůř kapilární vodu a růst mechového polštáře se proto zastaví.

**Zastínění opadem** např. při nekosení rašelinných luk mívá pro mechy fatální důsledky, protože blokuje růst mechů na podzim, kdy by jinak měly dostatek vody (a v případě kosených rašelinných luk i prostoru) k růstu.

# Asymetrická kompetice mezi mechorosty a cévnatými rostlinami – shrnující konceptuální model (Rydin et Jeglum 2006)



Conceptual model of the asymmetric competition between *Sphagnum* and vascular plants in an ombrotrophic mire. Light is reduced by the canopy of the vascular plant, and only *Sphagnum* is affected by the competition. Nutrients in precipitation are caught by *Sphagnum* and recirculated in its photosynthetic layer. The roots of the vascular plants are reached by nutrients that percolate through *Sphagnum* and are released by mineralization. A wider arrow indicates a larger amount of light or nutrients.



# 5. Interakce mezi cévnatými rostlinami a mechorosty na gradientu od bultu ke šlenku.

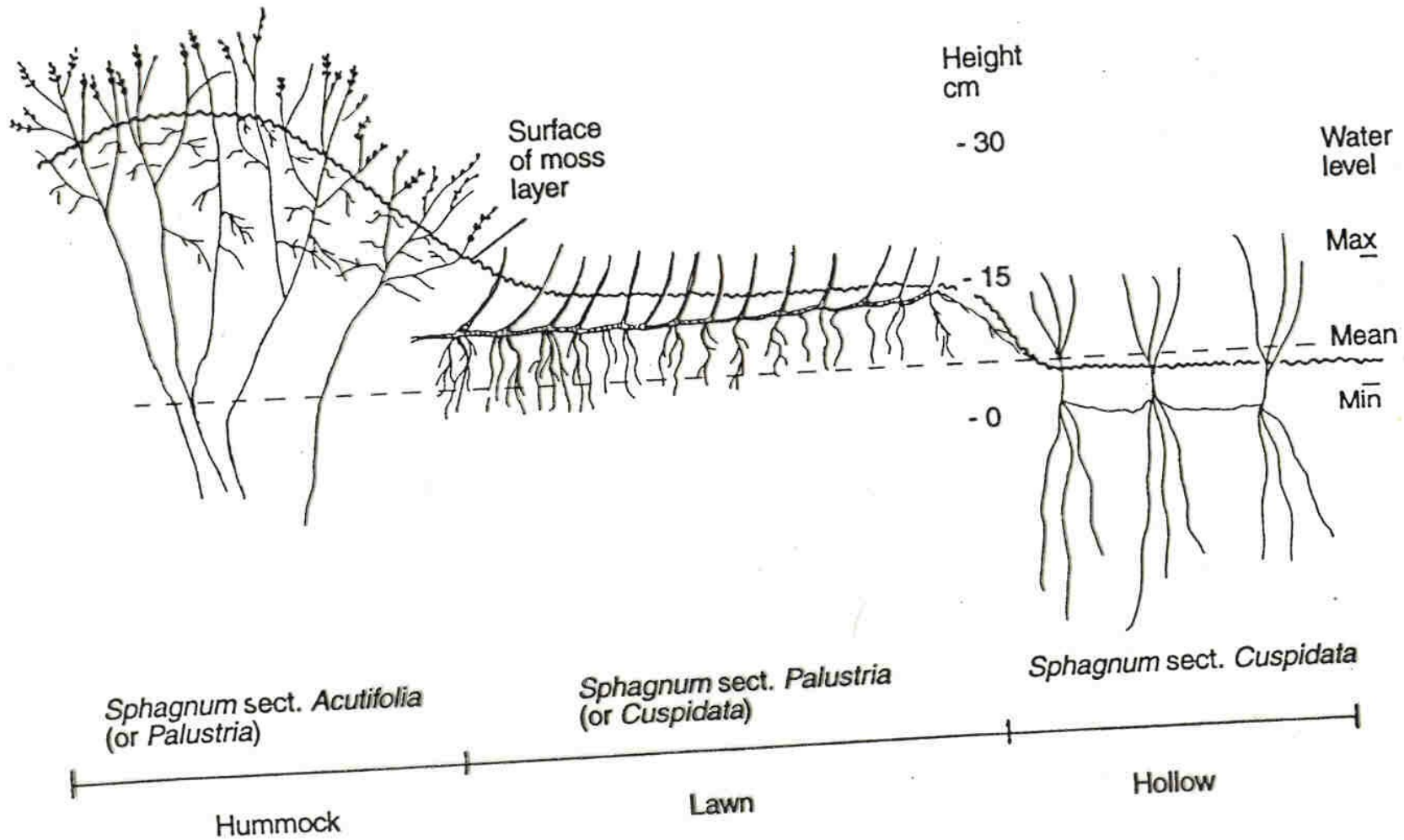
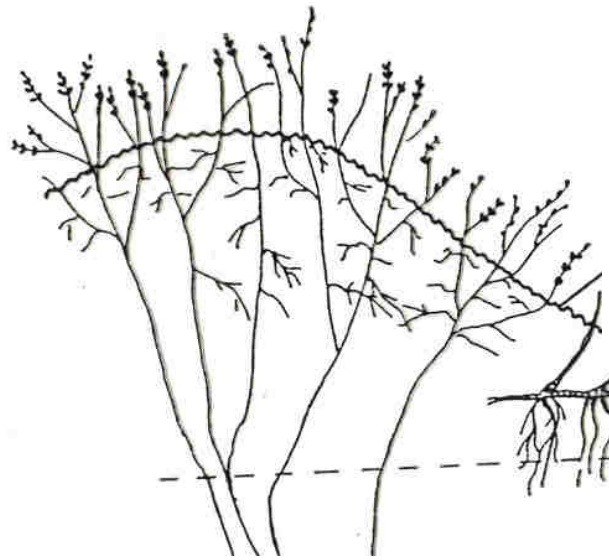


Fig. 3. Growth forms of dominant vascular plants and the distribution of the dominant *Sphagnum* spp. in relation to micro-topography and water level. The species composition indicated refers to a hummock - hollow gradient in a *Sphagnum*-dominated ombrotrophic bog vegetation in NW Europe.

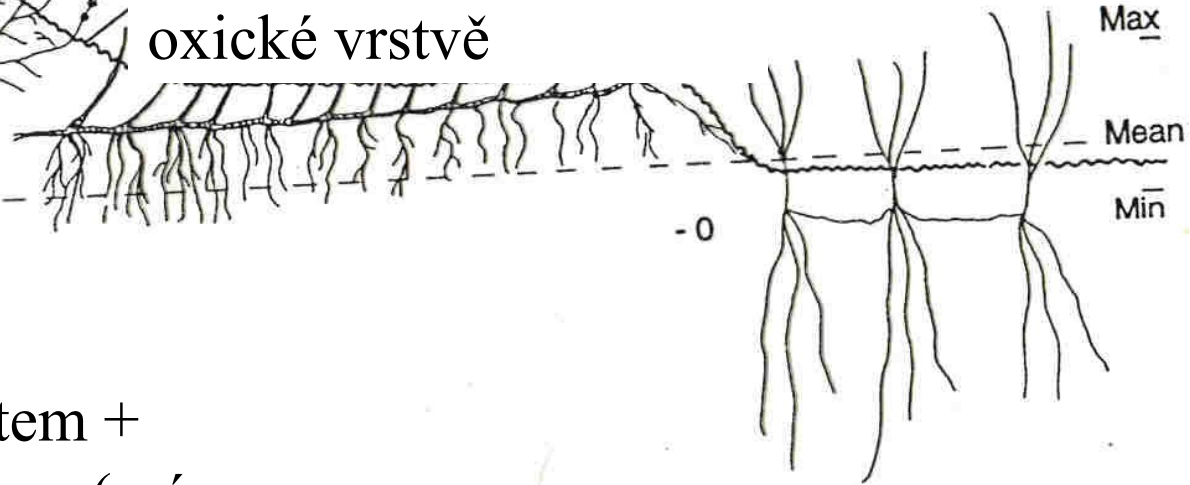


## 5. Interakce mezi cévnatými rostlinami a mechorosty na gradientu od bultu ke šlenku.



Lawn - hustější  
bylinné patro, kořeny  
pod povrchem v  
oxické vrstvě

Bult - keříčky s  
plagiotropickým růstem +  
*Eriophorum vaginatum* (má  
hluboké kořeny a podobný  
růstový pattern jako keříčky).  
Kořeny cévnatých rostlin tvoří  
podpůrnou matici pro vedení  
vody.



gnum sect. *Palustris*  
*uspidata*)

Lawn

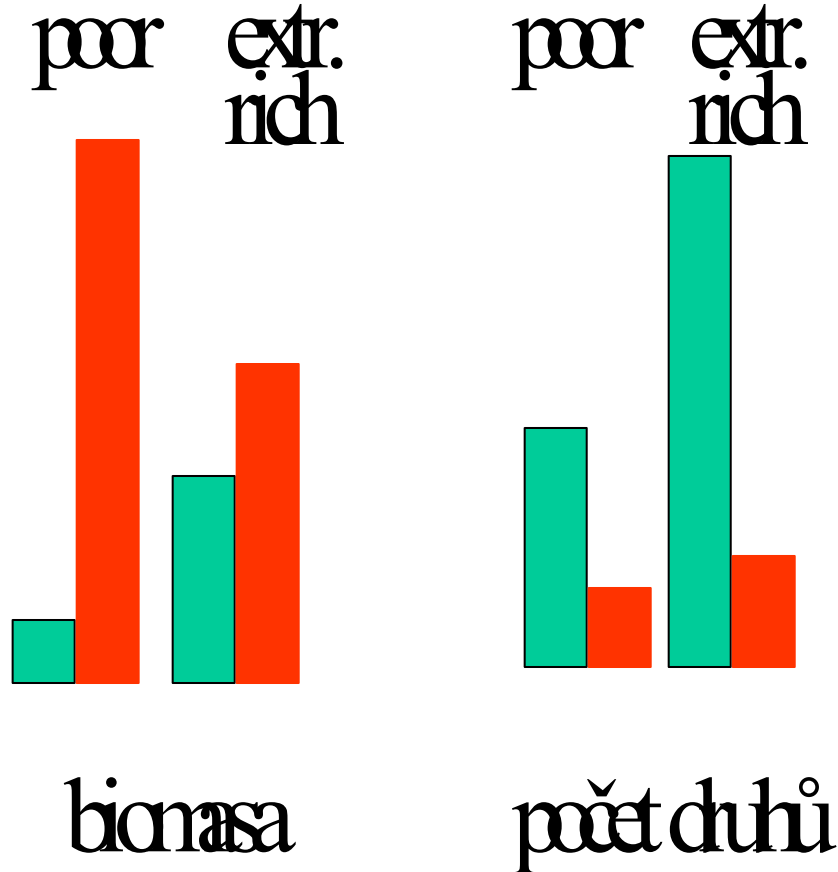
of the dominant *Sphagnum* spp.  
phagnum-dominated ombrotroph

*Sphagnum* sect. *Cuspidata*

Šlenk - řídké bylinné  
patro s kořeny hluboko  
pronikajícími do  
minerálního podloží díky  
aerenchymu (ostřice)

# Druhová bohatost a biomasa mechů a cévnatých rostlin

mechy  
cévnaté



**Korelace mezi druhovou bohatostí a faktory prostředí (Hájková et Hájek 2003):**

**cévnaté rostliny - pH, Ca**

**mechy - unimodální odpověď na gradient pH, slabá korelace s železem.**

## 6. Interakce mezi mechorosty a ostatními skupinami organismů

- Velká část testaceí, řas a hub je vázána přímo na mechový substrát, nejčastěji *Sphagnum*. Řasy, sinice a někteří bezobratlí žijí přímo v buňkách rašeliníků.

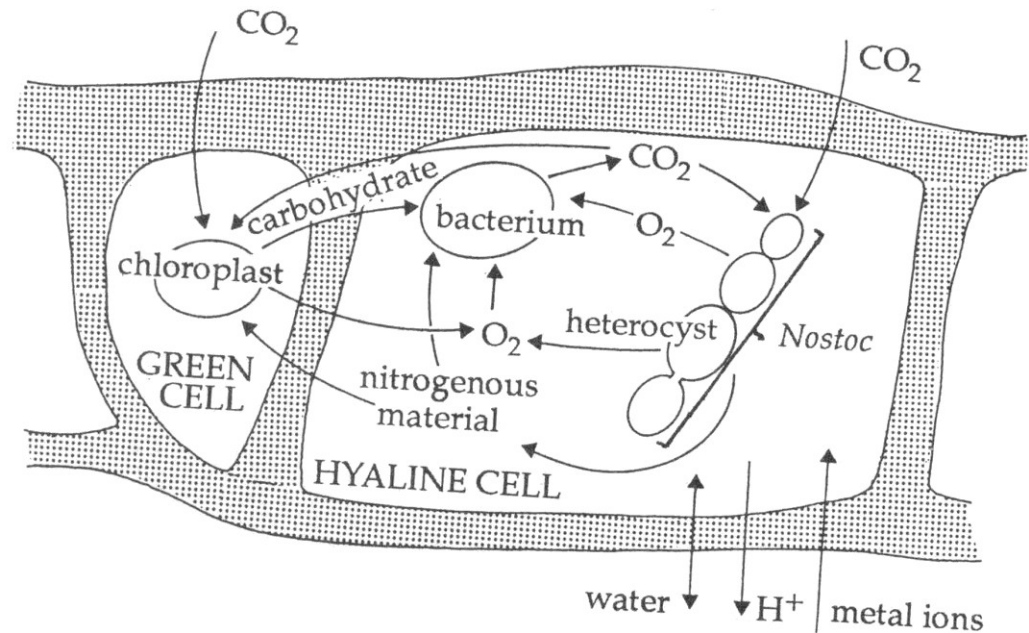


Fig. 23. Hypothetical interactions within leaf cells of *Sphagnum* (modified after Granhall & Hofsten, 1976).

## 6. Interakce mezi mechorosty a ostatními skupinami organismů

- Houby rodu *Leptoglossum* (meší ouško) mají za substrát „hnědé mechy“, ne rašeliník. Např. *Tomenthypnum nitens*, *Drepanocladus cossonii*, *Aulacomnium palustre*, *Calliergonella cuspidata*)



- Lišejník *Absconditella sphagnorum* roste přímo na rašeliníku (podobně jako některé jiné askomycety i bazidimycety)



# Rašeliníky a „Grimovy“ strategie

I mezi rašeliníky lze rozlišit S strategy (bultové druhy), C strategy (šlenkové druhy ze sekce *Cuspidata*) a R strategy. Ti hodně plodí a vyhledávají vhodná sukcesně málo pokročilá stanoviště (vytěžená rašeliniště, odvodňovací kanály apod.). K R strategy patří např. *Sphagnum riparium* nebo *S. fimbriatum*.

