

Ekologie Rašelinišť



3.

**Hlavní ekologické gradienty:
Nasycení bázemi, trofie**

Hlavní gradienty prostředí na rašeliništích

1. Minerotrofie - Ombrotrofie

2. Nasycení bázemi (spojeno i se sukcesním gradientem)

3. Fertilita (N, P)

4. Hladina vody - úroveň hladiny & mikrotopografie

5. Lithotrofie - Thalassotrofie (podzemní voda - oceán)

6. „Mire expanse - Mire margin“

7. Hloubka rašeliny

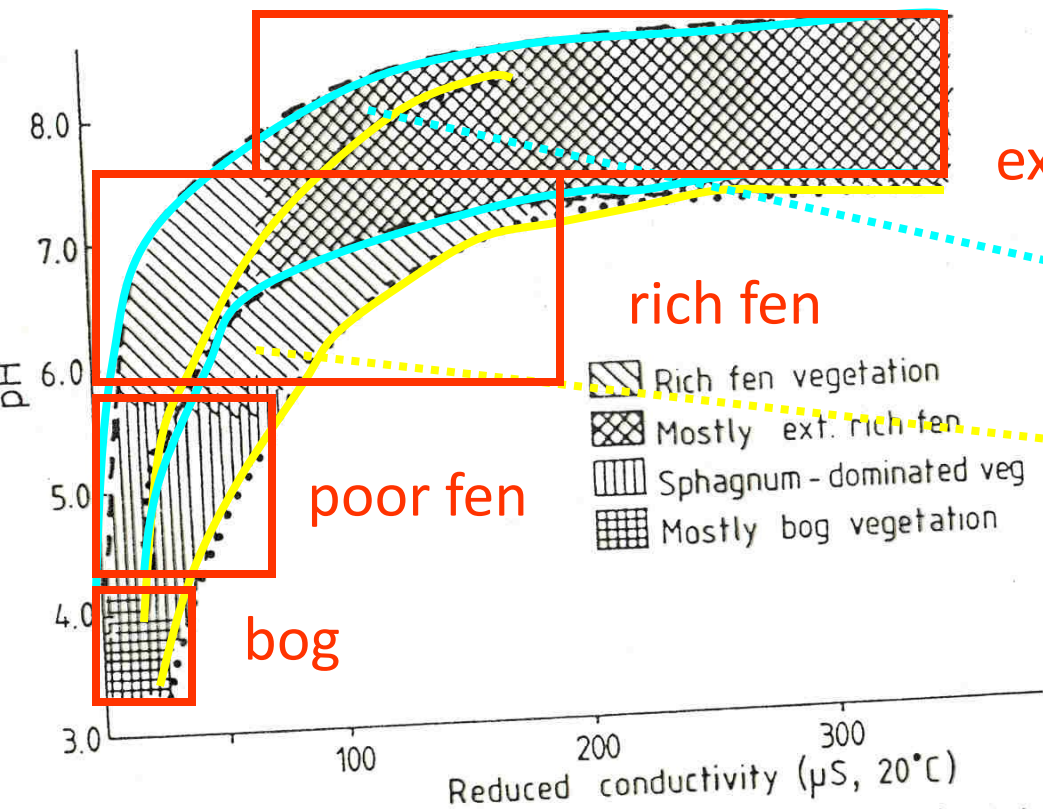
8. „Spring - flush - fen“ (vzdálenost od pramene, rychlost proudění)

9. Klima (na velké prostorové škále)

10. Teplota

Ekologie rašeliníšť: Nasycení bázemi, fertilita

Poor-rich gradient
Příklady z různých oblastí



extremely rich fen Malmer 1986

severní Švédsko

jižní Švédsko

Sjors et Gunnarsson 2002

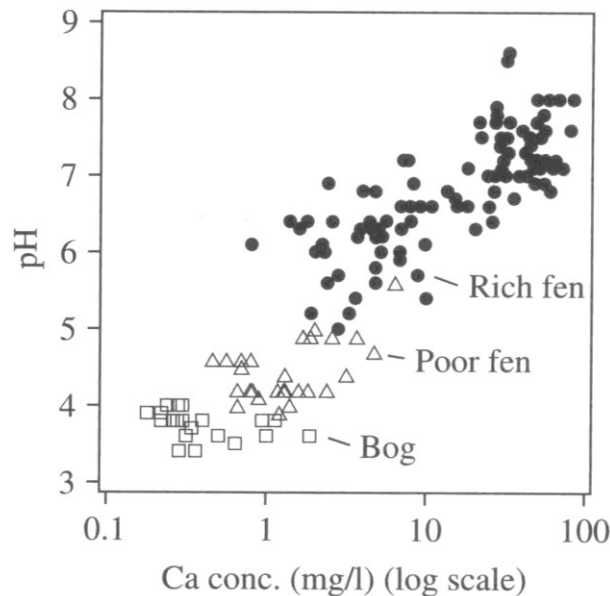
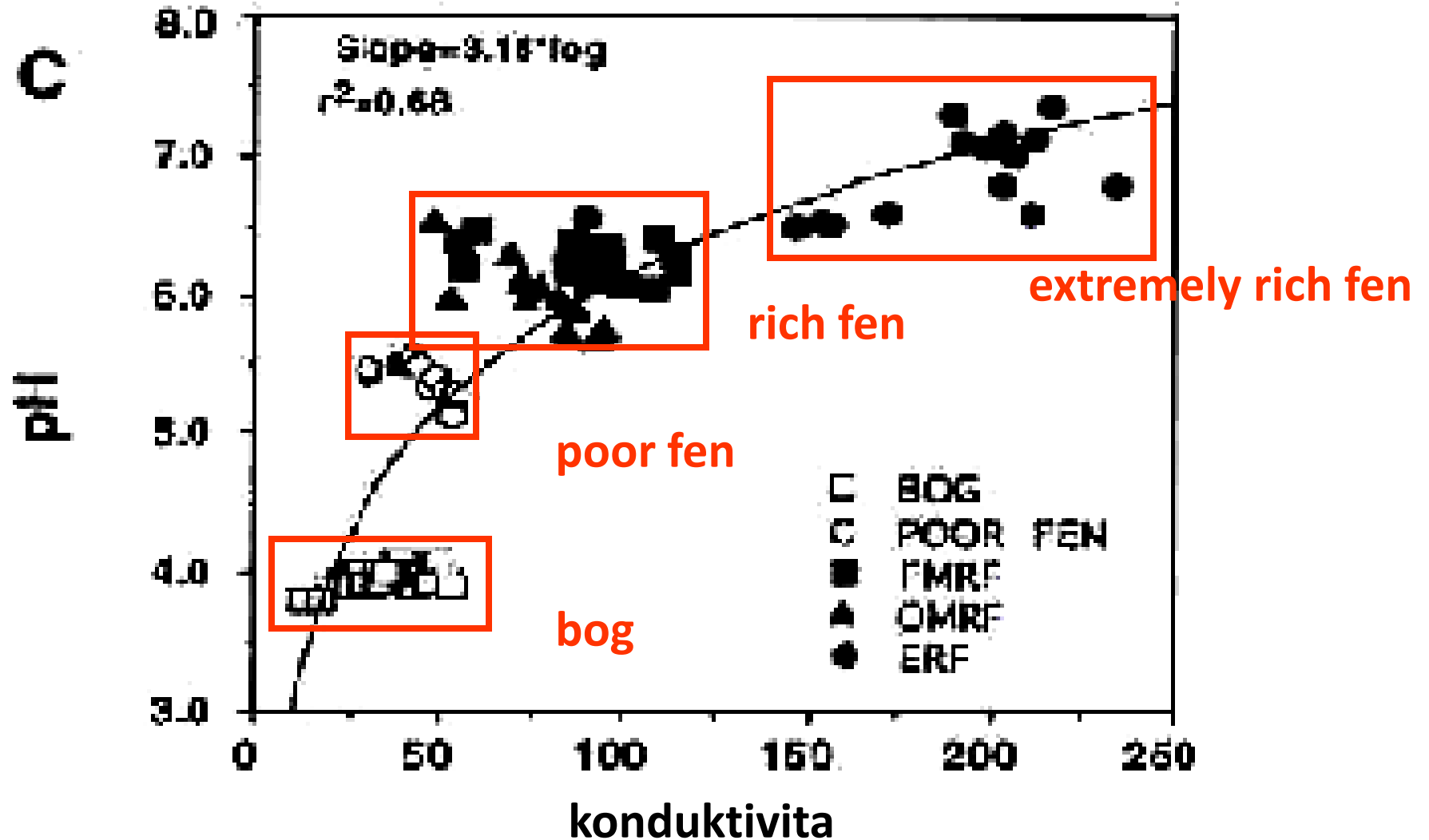


FIG. 5. The variation of pH and contents of minerals (as total conductivity reduced for conductivity caused by the H^+ ions) in the superficial mire water in relation to the poor–rich vegetational gradient (compiled from measurements in Sweden during the period 1945–1968). Broken lines indicate the range of variation in northern Sweden (mainly Sjors 1952; Persson 1962; Sonesson 1970b); dotted lines indicate the variation in southern Sweden (mainly Malmer 1962a, 1962b, 1963; N. Malmer, unpublished; Mörnsjö 1969). Note that the concentration differences between northern and southern Sweden in the water from the most acid sites may be underestimated (cf. Malmer 1963). ext., extremely; veg., vegetation.

Vitt D.H. (2000): západní Kanada



Západní Karpaty -
Beskydy, Kysuce

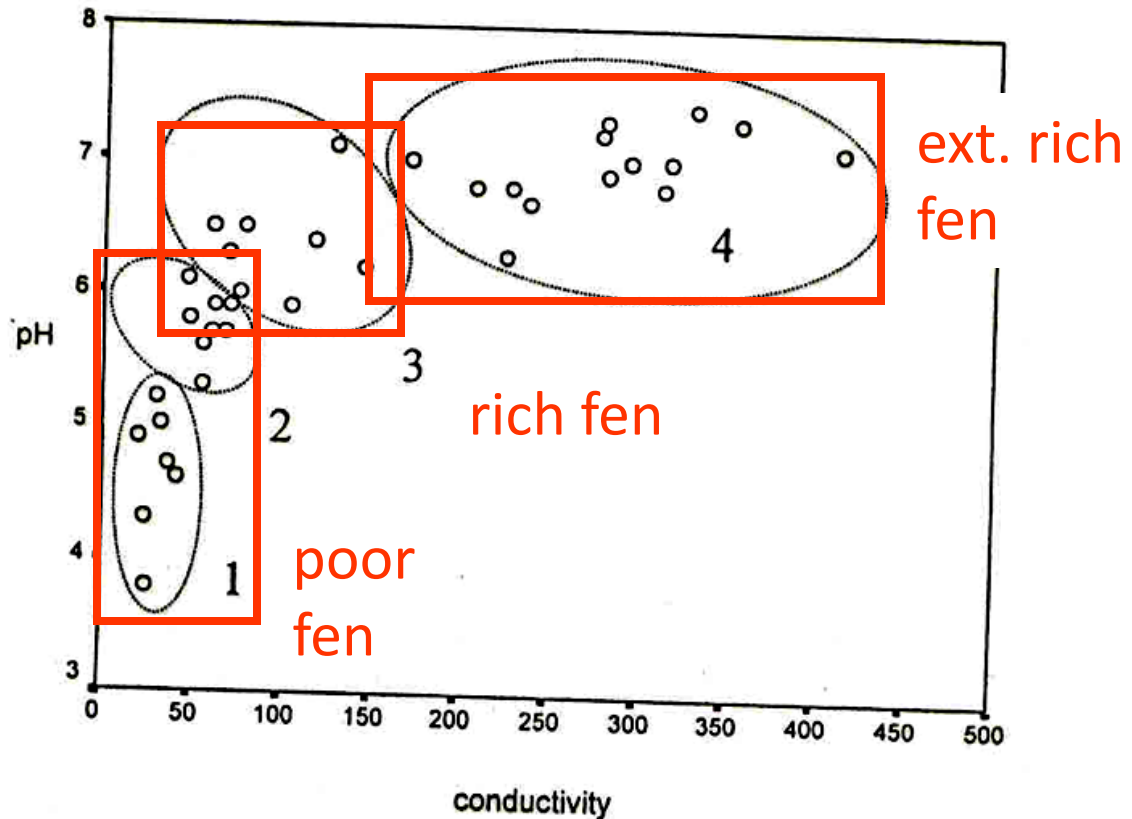


Fig. 3. Variation of pH and water conductivity ($\mu\text{S/cm/20}^\circ\text{C}$) in relation to vegetation types distinguished in the northwestern Carpathians (1 = *Carici echinatae-Sphagnetum sphagnetosum fallacis*; 2 = *Carici echinatae-Sphagnetum sphagnetosum flexuosi*; 3 = *Sphagno warnstorffii-Eriophoretum* & *Caricetum goodenowii*; 4 = *Valeriano-Caricetum flavae*).

Ekologie rašelinišť: Nasycení bázemi, fertilita

Velmi podobný gradient se tedy objevuje v datech od různých autorů a vždy je korelován s pH, konduktivitou (tj. $\text{Ca}+\text{Mg}+\text{HCO}^{3-}$) a obsahem vápníku.

Nasycení bázemi odráží chemismus podloží, takže výskyt jednotlivých vegetačních typů a složení vegetace lze predikovat na základě geologického podloží.

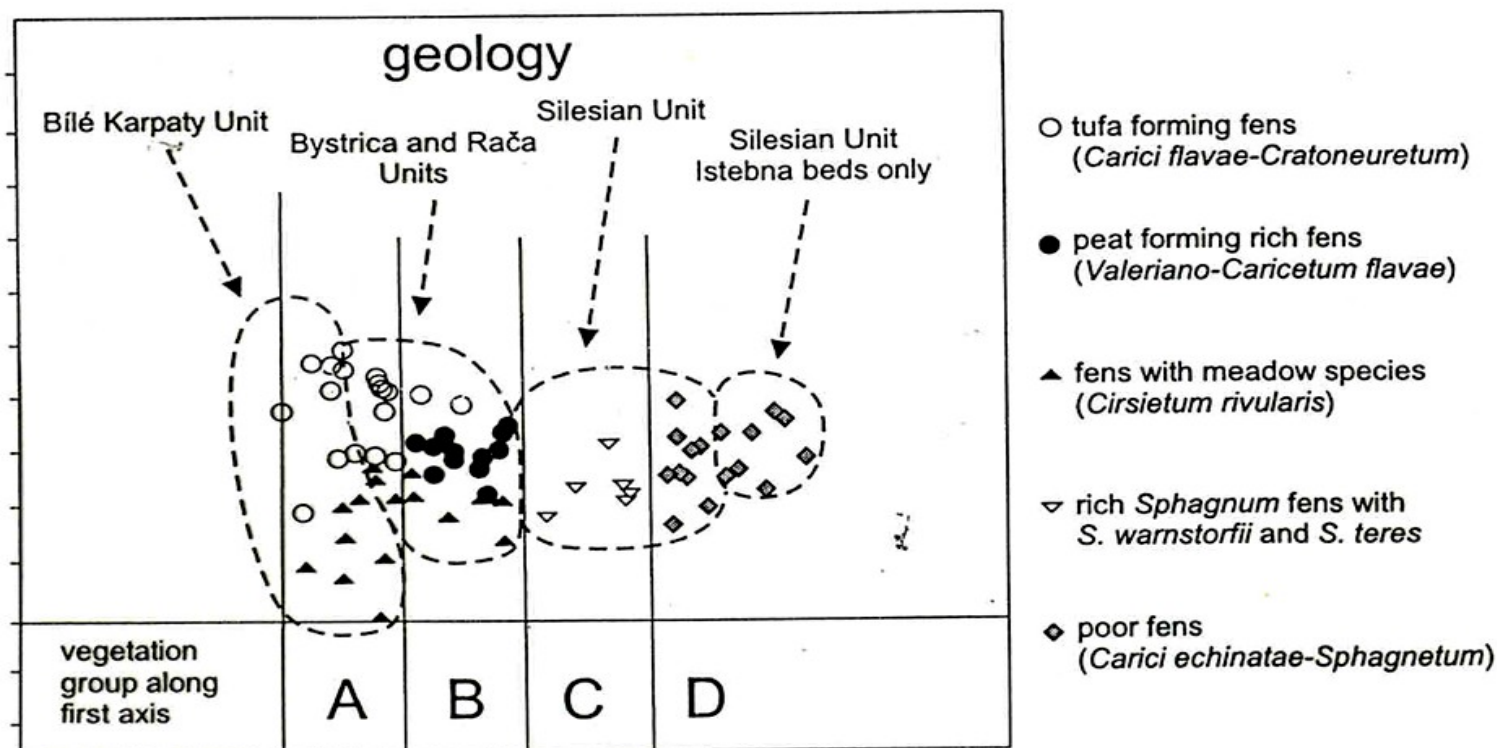


Fig. 2. DCA diagram of all investigated sites, classified according to the species composition (five communities) and divided along the first axis into four main groups (A–D). The groups of sites occurring on the same bedrock are bordered by dashed lines.

Ekologie rašeliň: Nasycení bázemi, fertilita

Rapant et al. 1996: Geochemick atlas Slovenska;
Mapa celkov mineralizace podzemnch vod

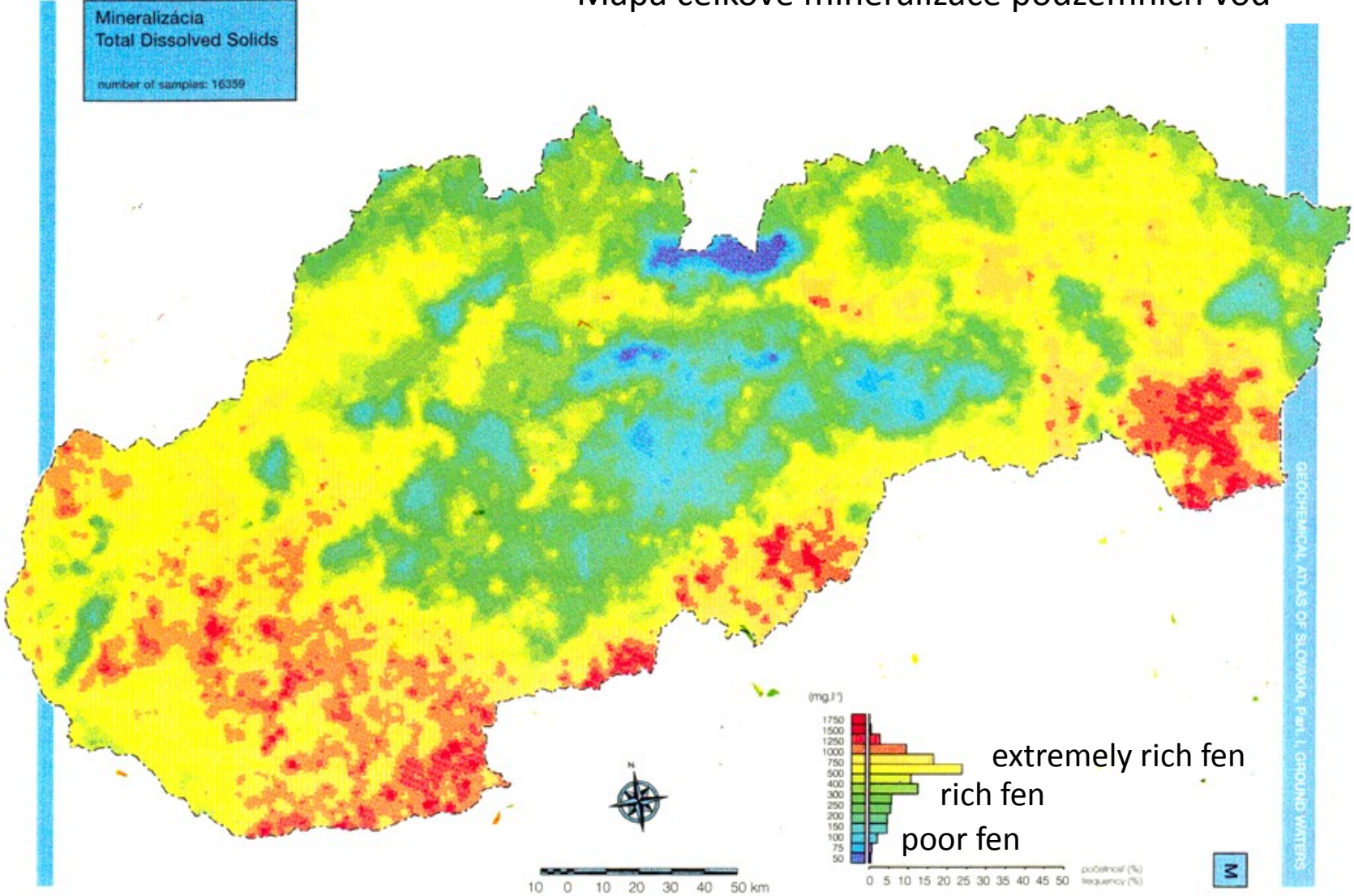


Fig. 1 Map of T. D. S.

Ekologie rašeliníšť: Nasycení bázemi, fertilita

Hlavní gradienty druhového složení na úrovni celé Evropy (Peterka et al. 2016 AVS)

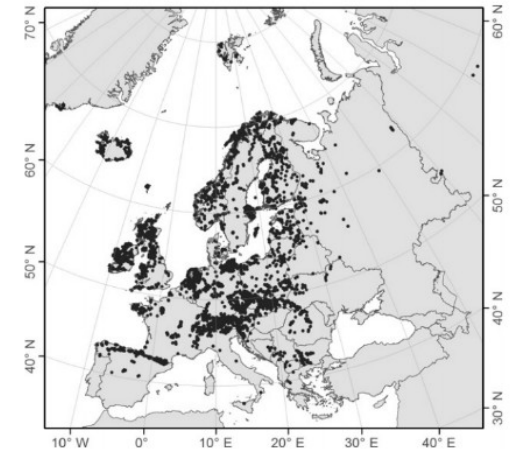
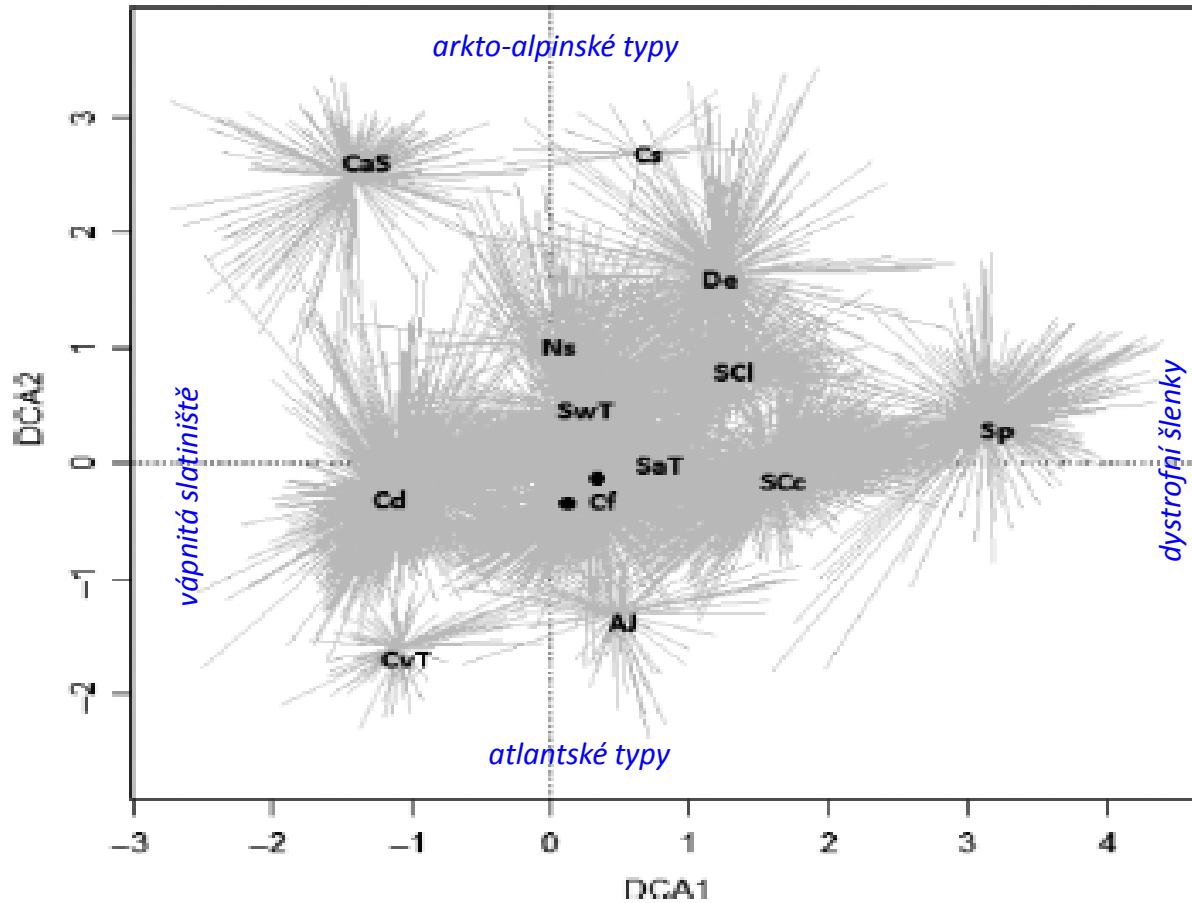
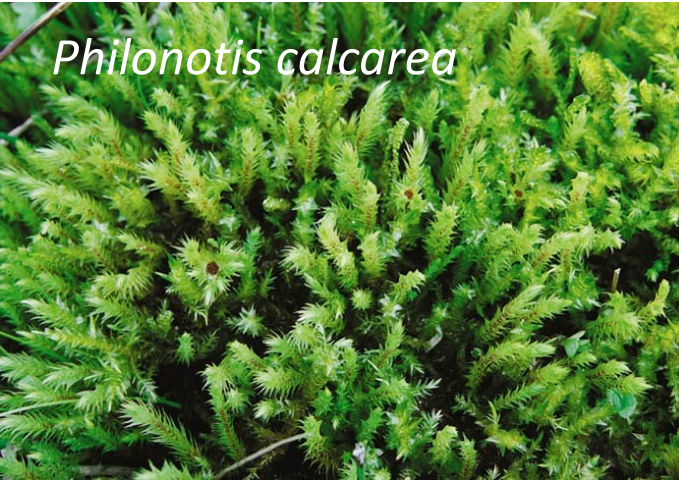


Fig. 1. Distribution of fen vegetation plots compiled in the initial data set.

Hydrologie a produktivita mají relativně malý význam: všechny slatiny jsou mokré a neúživné

Podél gradientu nasycení bázemi se prudce a rychle mění druhové složení. Lze rozlišit 6 floristicky a faunisticky dobře vymežitelných typů.

Vápnitá slatiniště (calcareous fens): sráží se pěnovec. Téměř chybí v boreální zóně Eurasie



Podél tohoto gradientu se prudce a rychle mění druhové složení. Lze rozlišit 6 floristicky a faunisticky dobře vymežitelných typů.

Vápnitá slatiniště (calcareous fens): sráží se pěnovec. Téměř chybí v boreální zóně Eurasie. Místy se vyskytují dokonce i **subhalofytní druhy**.



Extrémně bohatá slatiniště (extremely rich fens):

nesráží se pěnovec, ale ukládá se „čistá“ rašelina. Vysoký obsah minerálů neumožňuje výskyt žádných rašeliníků. V boreální zóně jsou omezená jen na některá území.



Eriophorum latifolium



Sphagnum warnstorffii

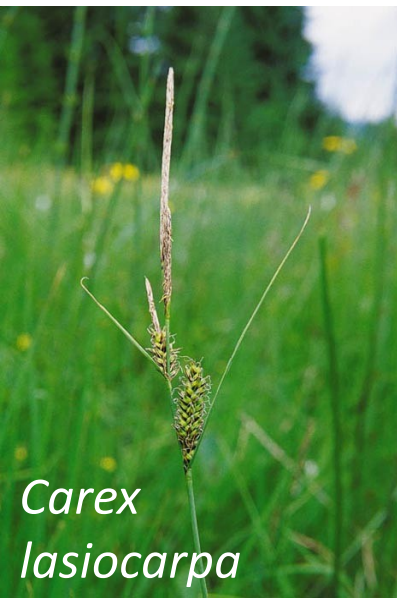
Sphagnum contortum



Drosera rotundifolia

Bohatá slatiniště (rich fens): objevují se již kalcitolerantní rašeliníky. Velký počet druhů. V boreální zóně často předsatvují konec „poor-rich“ gradientu (nejvápnitější typy).

Paludella squarrosa



Carex lasiocarpa



Drepanocladus revolvens s.s.
foto: M. Lüth



Sphagnum subnitens



S. contortum



S. subnitens



S. warnstorffii



S. obtusum



S. teres

Kalcitolerantní rašeliníky

Mírně bohatá slatiniště (moderately rich fens): stále se vyskytují i kalci-tolerantní rašeliníky, ale kalcikolní druhy cévnatých rostlin zcela mizí. Téměř se nevyskytují vrchovištní druhy ani nedominují rašeliníky ze sekcí *Cuspidata* a *Palustria*.



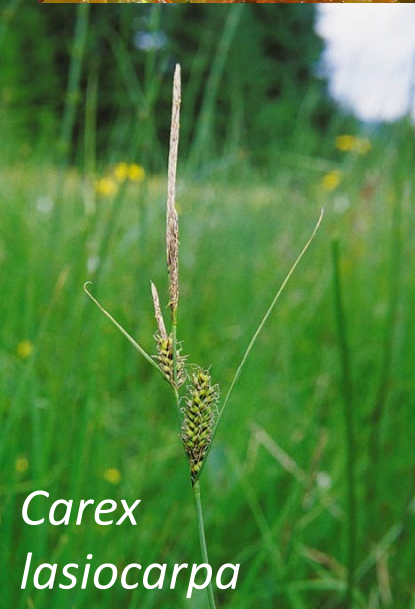
Sphagnum auriculatum



Hydrocotyle vulgaris



Aulacomnium palustre



Carex lasiocarpa



Sphagnum teres



Carex nigra



Eriophorum angustifolium

Chudá slatiniště (poor fens): jsou sycena podzemní vodou, ale extrémně minerálně chudou. Obsah živin (N, P, K) a pH ještě nejsou tak extrémně nízké jako u vrchovišť. Drtivě dominují rašeliníky.



Sphagnum flexuosum



Drosera rotundifolia



Carex lasiocarpa

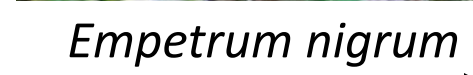


Sphagnum auriculatum

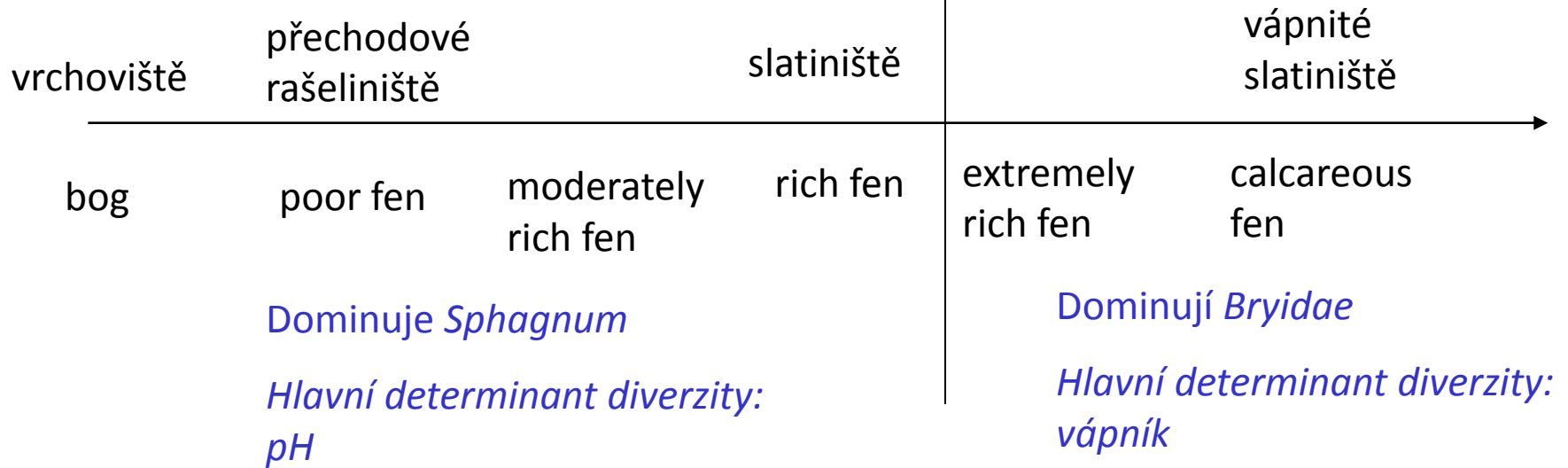


Eriophorum vaginatum

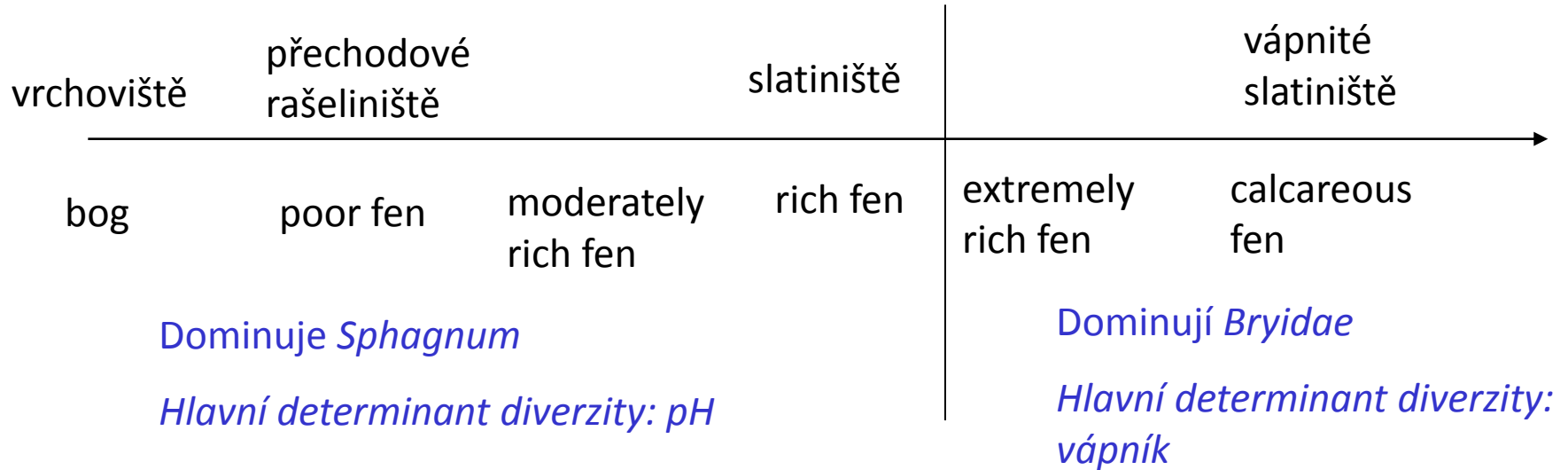
Vrchoviště (bogs): sycená výhradně srážkovou vodou, jsou bez trav, širolistých bylin a většiny ostřic.



„poor-rich“ gradient



„poor-rich“ gradient

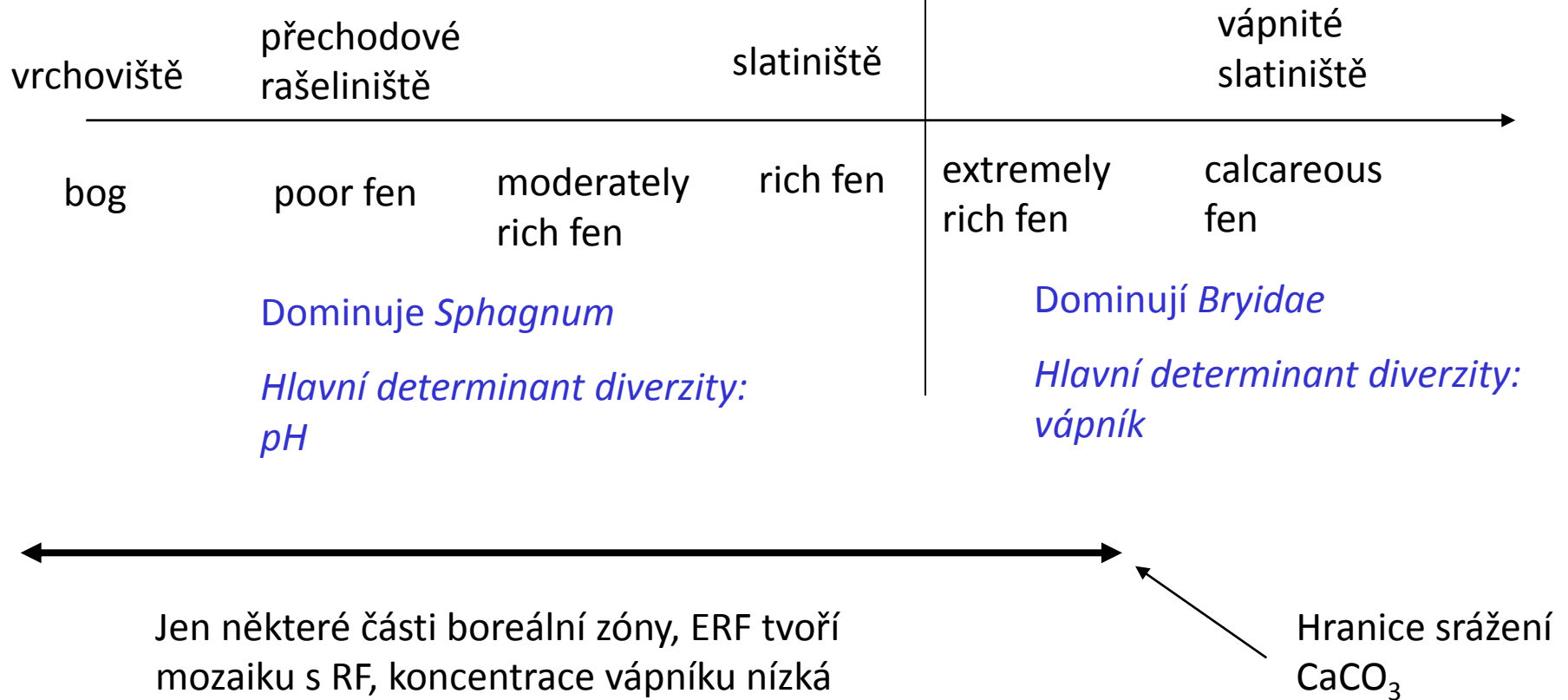


většina Skandinávie a boreální zóny

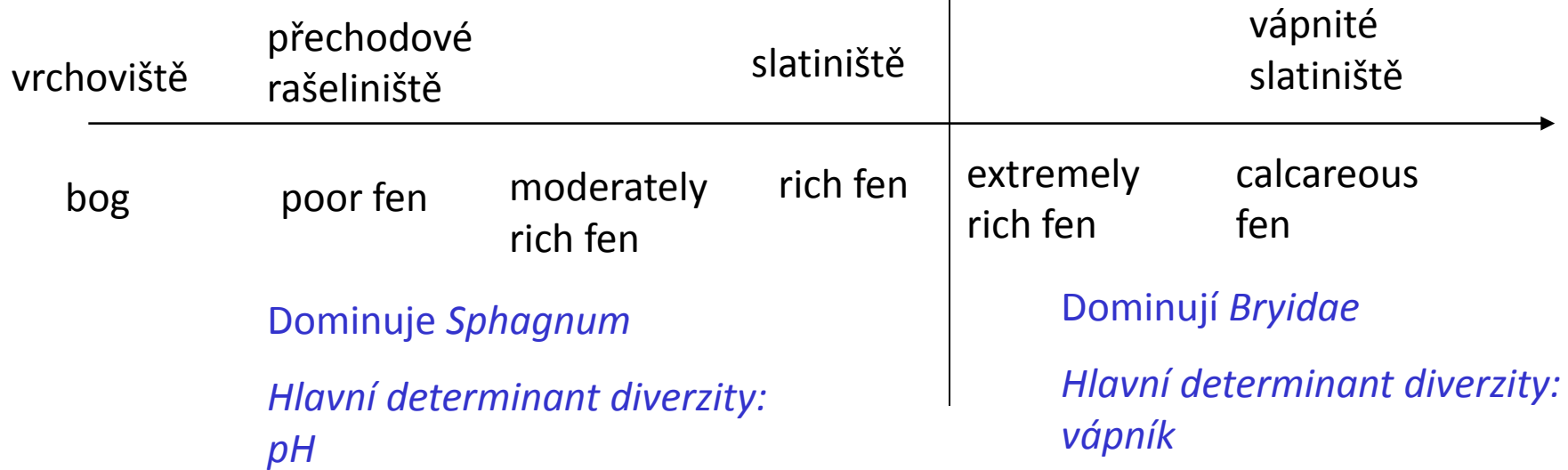
kyselá podloží (krystalinikum), vápnité
sedimenty většinou oderodovány.



„poor-rich“ gradient



„poor-rich“ gradient



Jen ojedinělé oblasti v jižním (Skane) a střed (Jämtland) Švédsku



Hranice srážení CaCO_3

Schwarzwald, Německo

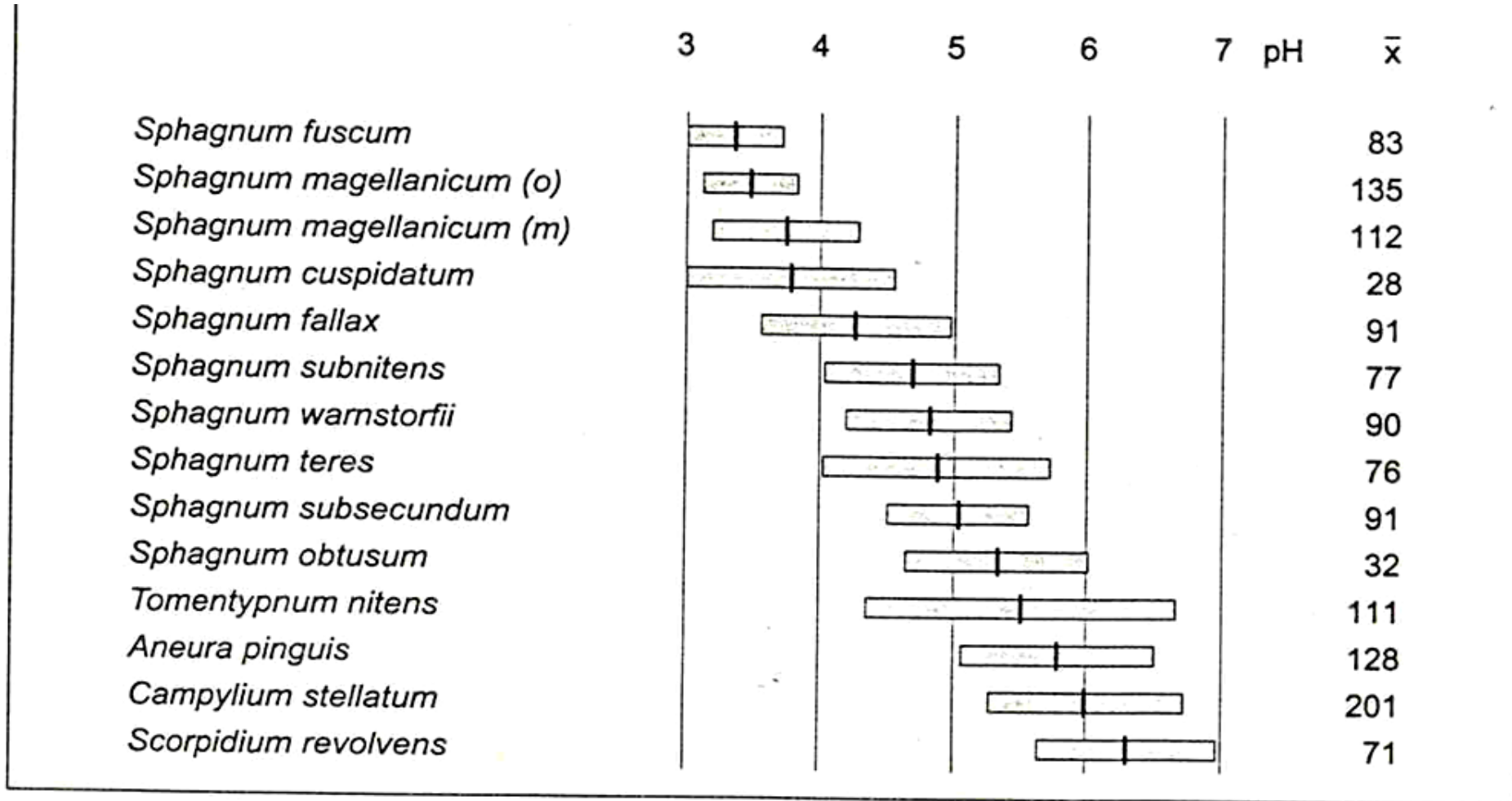


Abb. 60: pH-Amplituden ausgewählter Kryptogamen aus Mooren des Schwarzwaldes (Mittelwert, Standardabweichung, Anzahl der Messungen) (nach DIERSSEN & DIERSSEN 1984).

Ekologie rašelinišť: Nasyčení bázemi, fertilita

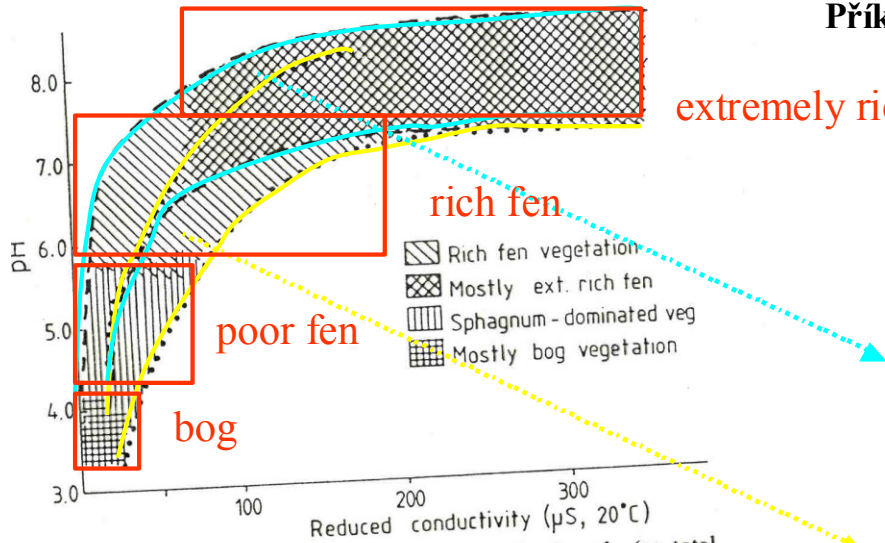


FIG. 5. The variation of pH and contents of minerals (as total conductivity reduced for conductivity caused by the H^+ ions) in the superficial mire water in relation to the poor–rich vegetational gradient (compiled from measurements in Sweden during the period 1945–1968). Broken lines indicate the range of variation in northern Sweden (mainly Sjörs 1952; Persson 1962; Sonesson 1970b); dotted lines indicate the variation in southern Sweden (mainly Malmer 1962a, 1962b, 1963; N. Malmer, unpublished; Mörsjö 1969). Note that the concentration differences between northern and southern Sweden in the water from the most acid sites may be underestimated (cf, Malmer 1963). ext., extremely; veg., vegetation.

Poor-rich gradient Příklady z různých oblastí

severní
Švédsko

jižní Švédsko

Ekologie rašelinišť: Nasyčení bázemi, fertilita

Velmi podobný gradient se tedy objevuje v datech od různých autorů a vždy je korelován s pH, konduktivitou (tj. $Ca+Mg+HCO^+$) a obsahem vápníku.

Nasyčení bázemi odráží chemismus podloží, takže výskyt jednotlivých vegetačních typů a složení vegetace lze predikovat na základě geologického podloží.

Carpathian spring fens and water chemistry

209

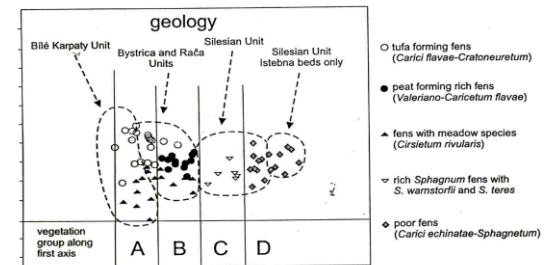


Fig. 2. DCA diagram of all investigated sites, classified according to the species composition (five communities) and divided along the first axis into four main groups (A–D). The groups of sites occurring on the same bedrock are bordered by dashed lines.

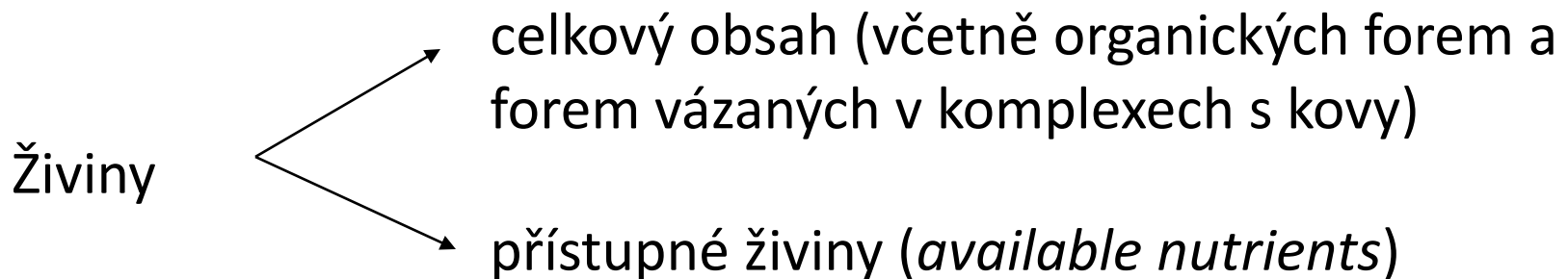
Malmer 1986

To byla realita v přírodě - jaké jsou však její příčiny?

Ekologie rašelinišť: Nasycení bázemi, fertilita

Jedná se o komplexní gradient, kdy nelze najít jeden jediný faktor, který by byl za tento „pattern“ odpovědný.

Často se ve starší literatuře setkáváme s teorií, že nejdůležitějším faktorem je **pH**, které ovlivňuje přístupnost hlavních živin (N, P, K). To zčásti platí, ale nevysvětluje všechny změny vegetace podél gradientu nasycení bázemi. Pojdme se na to podívat detailně.



Hypotéza: vyšší pH = vyšší přístupnost živin



Hlavní vegetační gradient prameništých slatinišť na M-S pomezí odpovídá 1. ose v nepřímé gradientové analýze vegetace (DCA)

„Brown moss fens“

„Sphagnum fens“

luční
pěnovcová
prameniště
*Carici flavae-
Cratoneuretum*

slatinná
prameniště
*Valeriano-
Caricetum flavae*

slatiniště
s kalcitolerantními
rašeliníky
*S. teres, S.
warnstorffii* etc.

„přechodová“
rašeliníště
*Carici echinatae-
Sphagnetum*

Ca (ve vodě i v půdě), Mg, HCO_3^- , pH, konduktivita, teplota

Na (voda, půda), K, S, Fe, Mg (půda)

sklon, SO_4^{2-}

Fe, slabě PO_4^{3-}

PO_4^{3-} , (NO_3^-) , SO_4^{2-}

organický podíl, poměr $\text{NH}_3^+/\text{NO}_3^-$, K (v půdě), org. N v půdě, nadm. výška

redox potenciál vody (průměr více měření)

Ekologie rašelišť:
Nasyčení bázemi, fertilita

Waughman 1980

jižní Německo
 (Alpy)

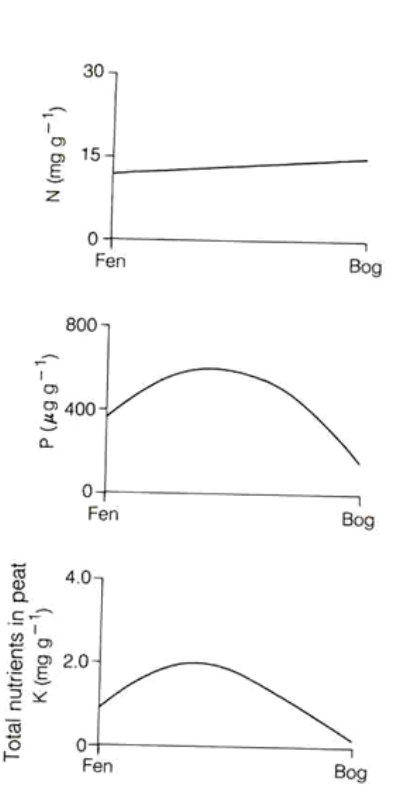
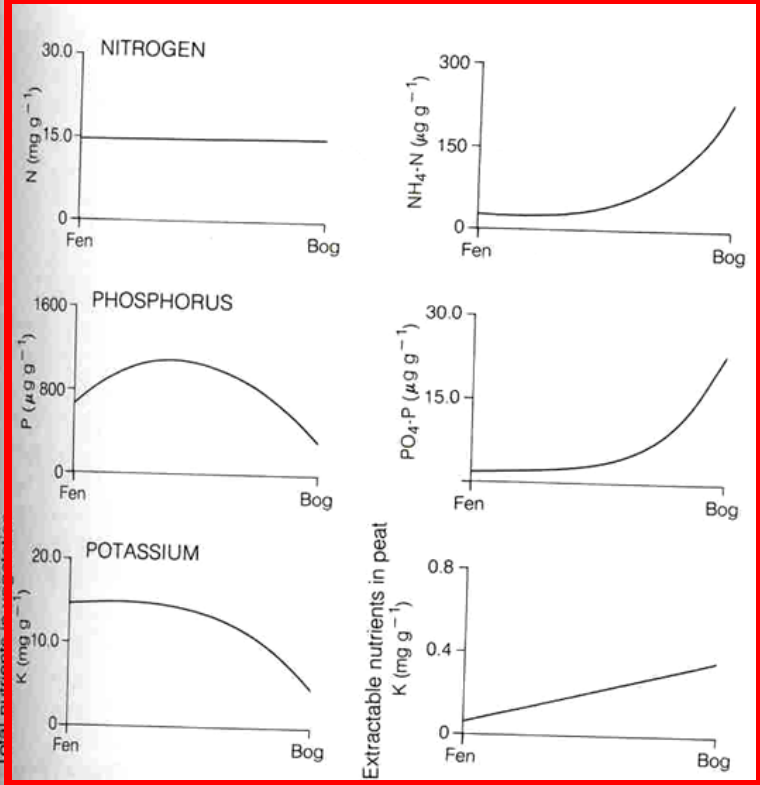
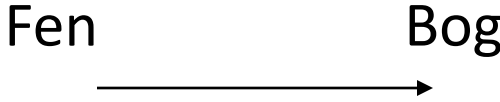


Figure 10.27
 (Waughman 1980)

Vegetace

light) of major
 ilified from G.
 1033, 1034,

Rašelina

on along a fen
 ffects of the e

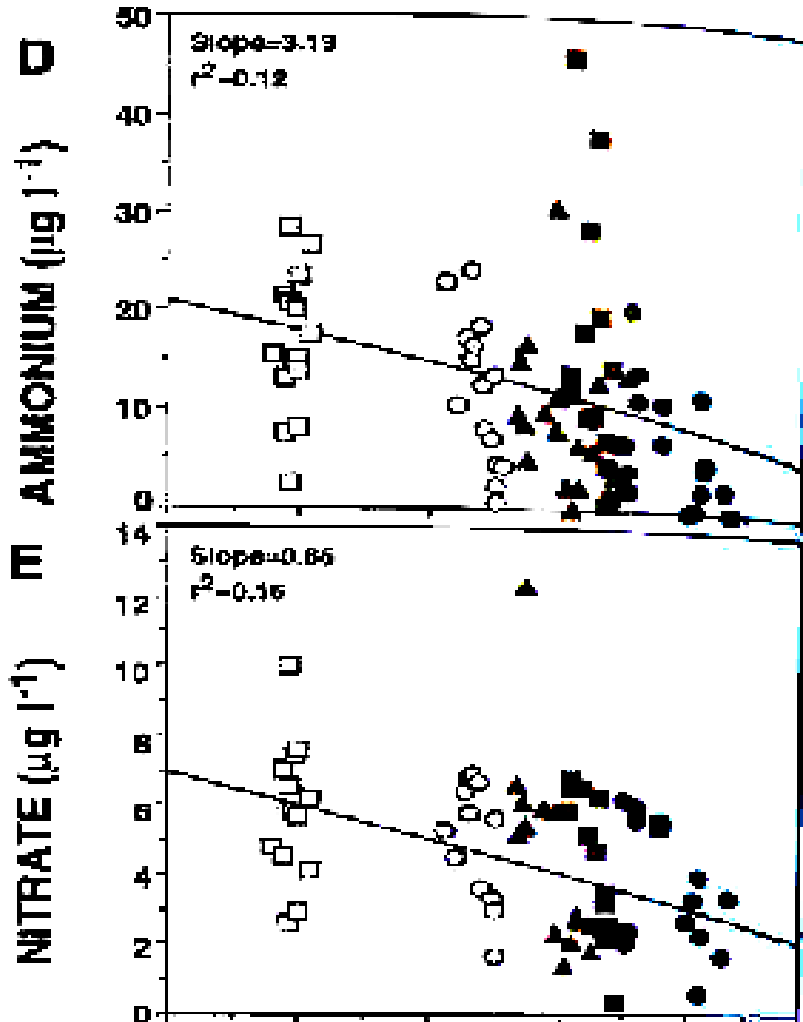
Rašelina
- celkové

ian
 n

Ekologie rašeliníšť: Nasycení bázemi, fertilita

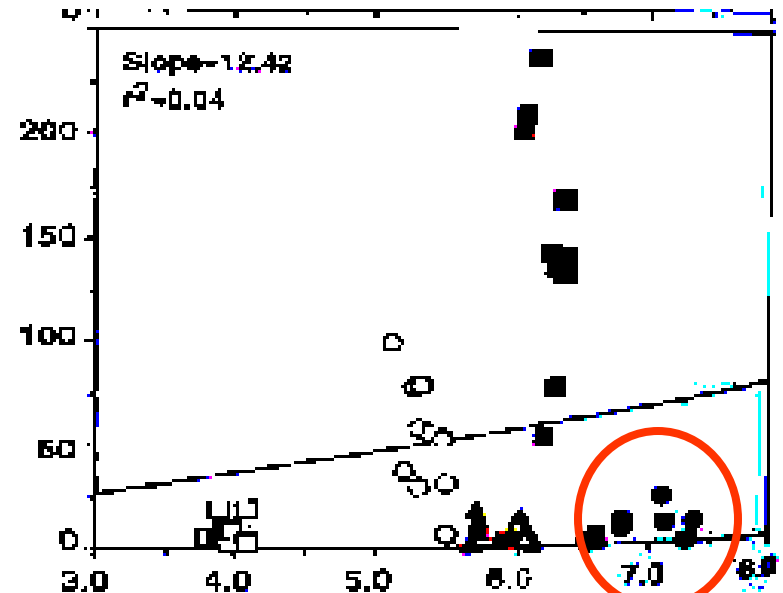
Vitt D.H. et al. (1995): západní Kanada

pH



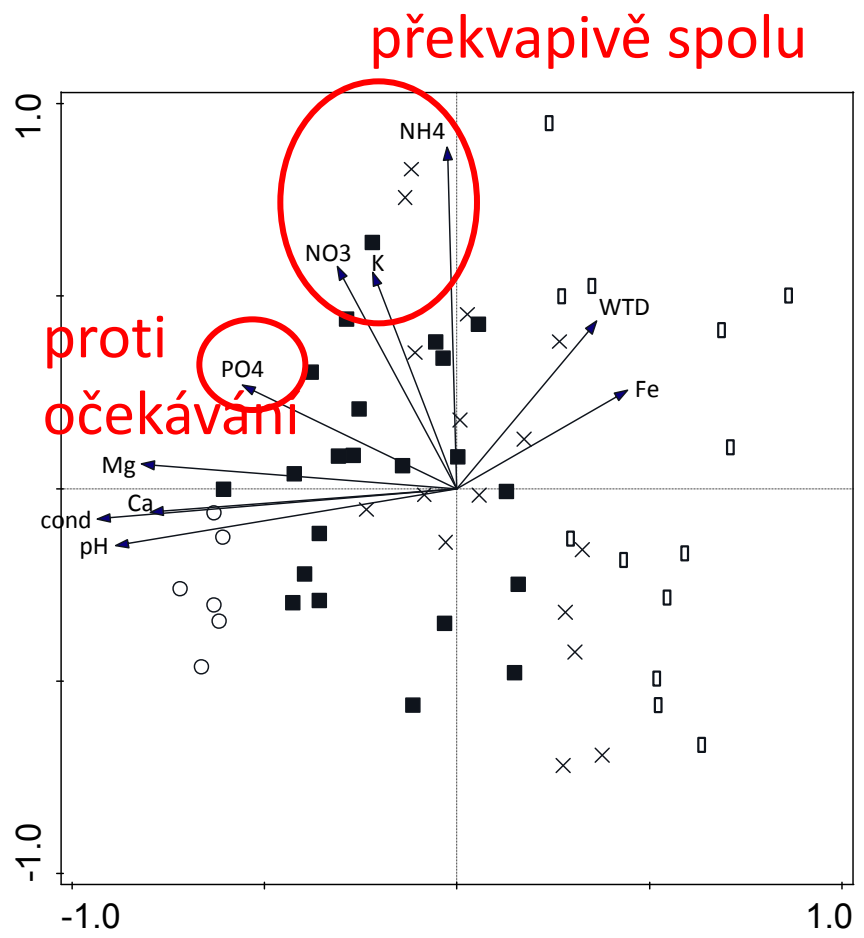
bog \longrightarrow rich fen

SOLUBLE REACTIVE
PHOSPHORUS ($\mu\text{g l}^{-1}$)

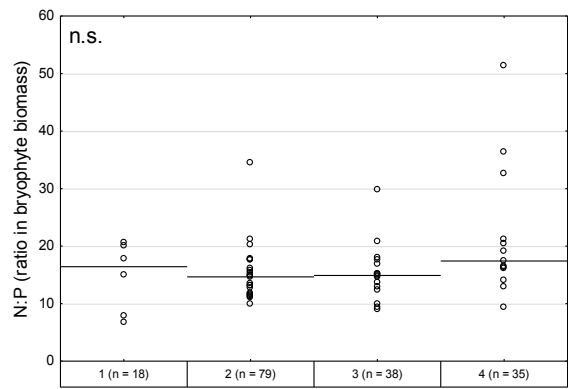
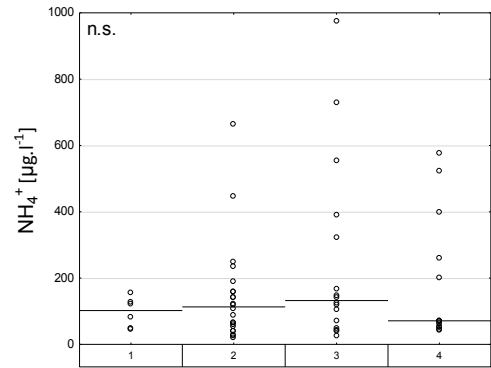
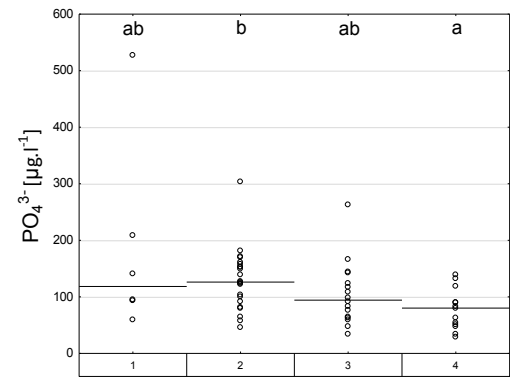


Českomoravská vrchovina + Třeboňsko (T. Peterka a kol.)

PCA chemismu: vegetační typy sledují jen 1. osu



malý vliv živin na vegetační diferenciaci



most frequent species sampled within vegetation type:
Campyllum stellatum *Sphagnum warnstorffii* *Sphagnum teres* *Sphagnum fallax*

Fertilizační experimenty

Mají ukázat, který prvek je limitující pro růst rostlin.

Výsledky (velmi zobecněně):

P - vápnitá slatiniště

K - kosené rašelinné louky

N – vrchoviště (s depozicí dusíku se mění na P a P+K)

Ekologie rašelinišť: Nasycení bázemi, fertilita

Živiny v biomase:

Většina studií zjistila rozdíly v obsahu živin mezi nízkoproduktivními a vysokoproduktivními typy vegetace, ale jen málo prací zkoumalo obsah živin ve vegetaci ve vztahu k nasycení bázemi:

Waughmann (1980): Vápnitá slatiniště mají více P a K v biomase rostlin.

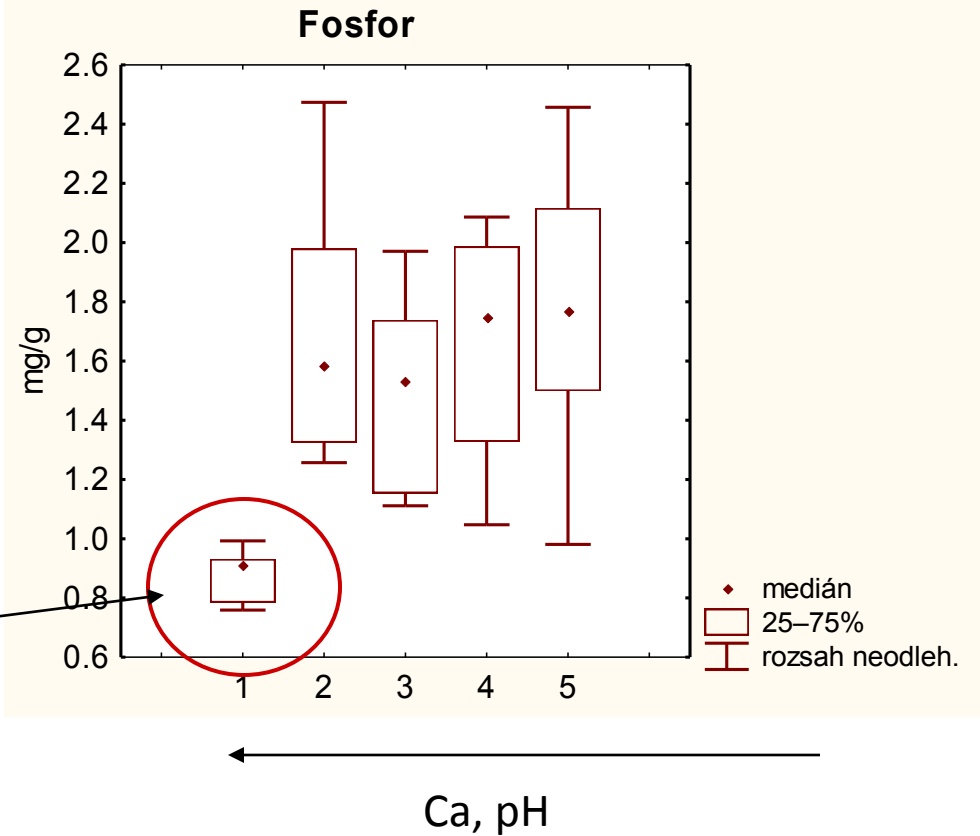
Rozbrojová (2005):

Na nejuvápnitějších slatiništích
nejméně fosforu ve vegetaci

P a K přibývá k lučným typům

N přibývá ke kyselým

*prameništní slatiniště
se srážením CaCO₃*



Obecné trendy:

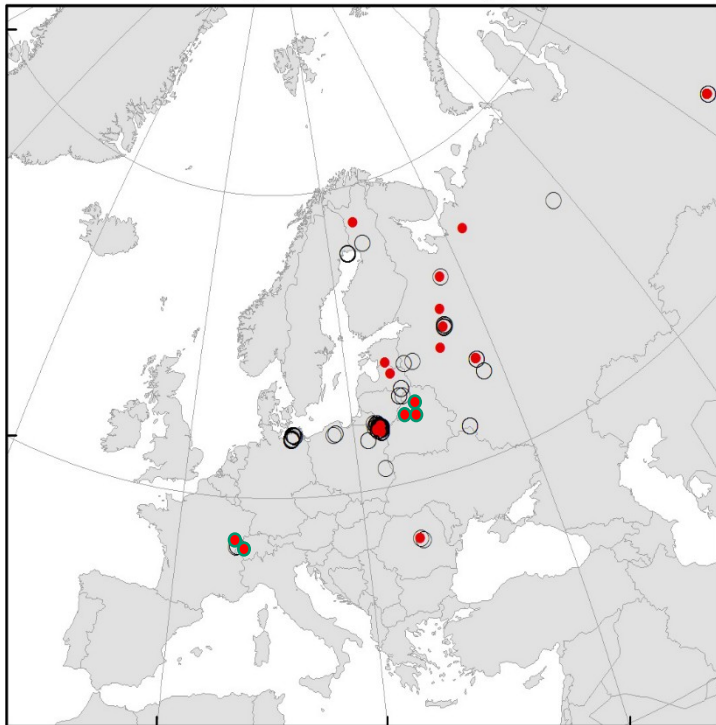
1) Více přístupného amoniakálního dusíku v kyselých minerotrofních rašeliništích (poor fen). *Ten je ale rychle využíván rašeliníky. Neplatí vždy (viz Českomoravská vrchovina)*

2) Malá přístupnost fosforu v nejvápnitějších slatiništích.

Neplatí vždy (viz Českomoravská vrchovina). A kalcikolní druhy mají relativně hodně fosforu. To je způsobeno tím, že kalcikolní druhy lépe chelatizují komplexy Fe-P a dokáží i rozpustit komplexy Ca-P. Uvolněný fosfor hned převádějí do biomasy. V půdě je pak málo přístupného P, v biomase je jeho koncentrace vyšší.

Ekologie rašelinišť: Nasycení bázemi, fertilita

Saxifrago-Tomentypnion

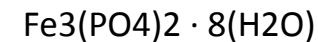


Pawlikowski et al. (2013) a detailněji pak Peterka et al. (2017) ale rozlišili zajímavý typ vápnatého slatiniště, kde je přístupnost fosforu vysoká. Produktivita je zřejmě blokována dusíkem a ne fosforem.

Vyskytují se tam, kde je v podloží hodně fosforu a železa; zároveň se nesráží uhličitán vápenatý (fosfor by vázal do uhličitánů) a kde klima blokuje vývoj produktivních společenstev.

Například:

- **Sopečné tufy na Harghitě v Rumunsku**
- **Podloží s vivianitem ve Finsku**



Mezi obsahem přístupných živin na vápnitých a nevápnitých rašeliništích tedy není zase takový rozdíl, aby jím bylo možné vysvětlit tak velké změny v druhovém složení!



Přímý vliv minerálů

Ca „Rostliny vápník příliš nevyčerpávají, přístupný vápník zůstává v půdě i na vrchovištích“ (Malmer 1986). To ale může být způsobeno právě tím, že na vrchovištích a chudých slatiništích chybějí kalcikolní rostliny - jejich výskyt neumožňuje nízká koncentrace vápníku. Kalcifobní rostliny mají nižší kapacitu transportního systému a nadbytečný vápník nečerpají, nedokáží jej využít. U kalcikolních rostlin stoupá koncentrace Ca v biomase s koncentrací Ca v prostředí.

V nadbytku je ale toxický pro mechy, které jej přijímají při výměně iontů. Jednotlivé druhy mechů se liší v toleranci k vápníku!

Úroveň vápníku rozhoduje, zda se na rašeliništi vyskytnou rašeliníky nebo zda budou dominovat tzv. hnědé mechy

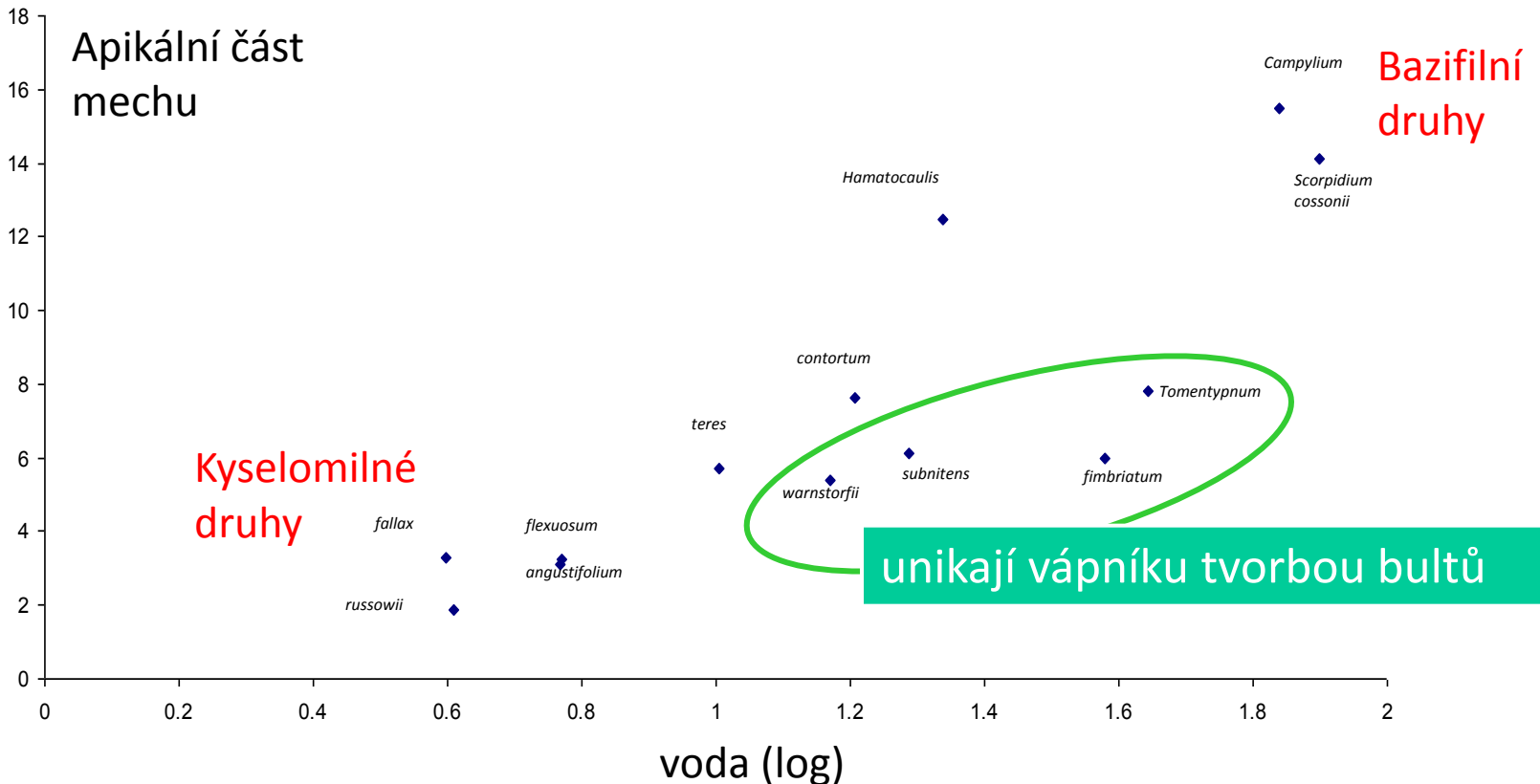
THE GROWTH OF *SPHAGNUM*: SOME EFFECTS OF ENVIRONMENT

By R. S. CLYMO

Westfield College, London NW3 7ST

Clymo (1973): na růst rašeliníků synergicky působí pH a koncentrace vápníku ve vodě

Mediánová koncentrace Ca ve vodě a v biomase pro jednotlivé druhy mechů v Západních Karpatech



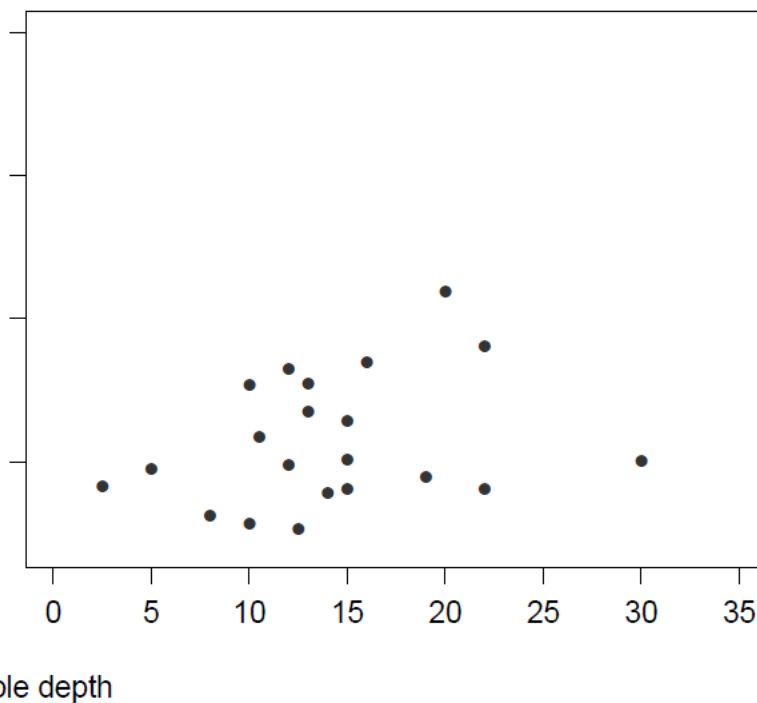
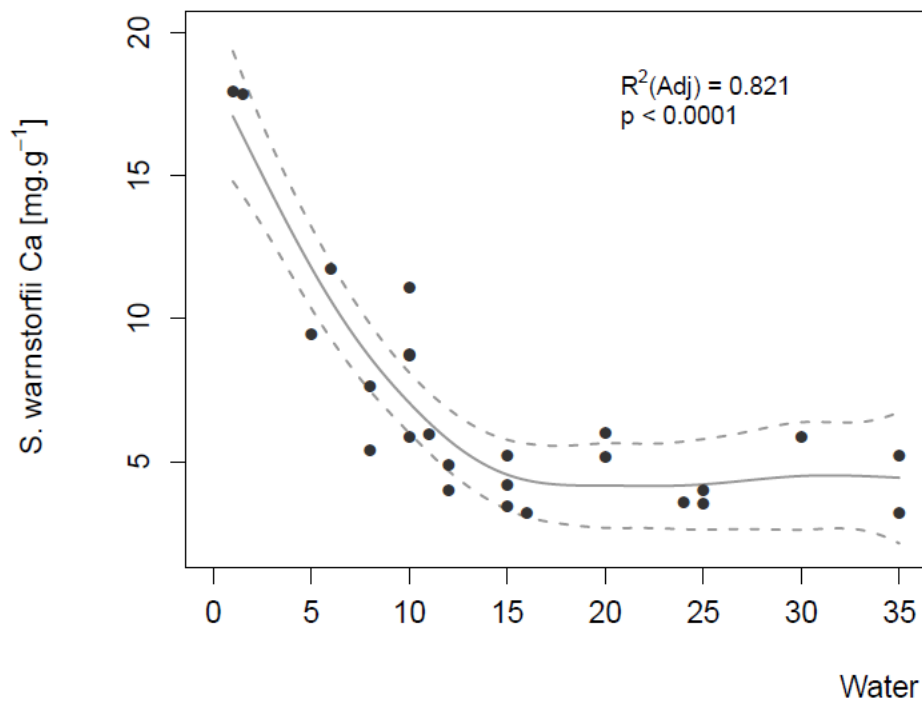
Bultové druhy mechů mohou uniknout toxickému vápníku z vody v případě, že v území převažují srážky nad výparem.

2010: mokré jaro

2011: suché jaro

West Carpathians

Bohemian Massif



Důkaz vzlínání minerálů rašeliníkem v suchém období

Síran hořečnatý vysrážený na hlavičkách rašeliníku na extrémně minerálně bohatém slatiništi Rojkov



Přímý vliv minerálů

Mg Vyskytuje se v menších koncentracích než Ca; na kyselých minerotrofních rašeliništích (poor fen) a na vrchovištích může být limitující. Je potřebný pro obnovu fotosyntetického aparátu, na chudých slatiništích proto jeho zásoba nemusí být dostatečná, zvláště v případě, kdy rostlina má dost ostatních živin k růstu.

Na rozdíl od vápníku je v mechu je vázán mimo buněčný obsah, takže se chová fyziologicky jinak.

Naopak pro rašeliníky je toxický, když je malý Ca:Mg poměr – k tomu může dojít na hadcích nebo dolomitech.

Ekologie rašelinišť: Nasycení bázemi, fertilita

Mikulášková et al. 2017: *Preslia*

Genetická struktura *Sphagnum warnstorffii* odráží hořečnatost podloží!



mikrosatelity, analýza STRUCTURE



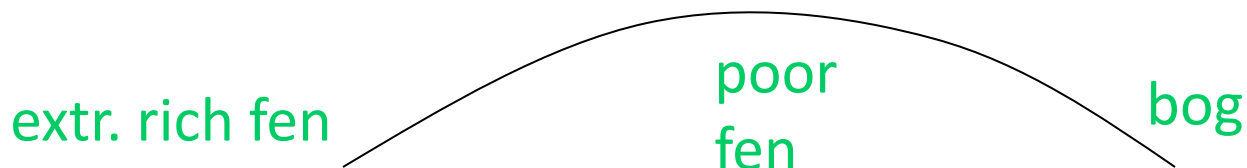
dolomit – souvislé podloží (Alpy, Estonsko)

serpentinit, metadolerit a pararuly s kordieritem v Českém masívu

Ostatní podloží, buď extrémně chudé hořčíkem, nebo s malým poměrem Mg:Ca, v různých oblastech (včetně Estonska a Českého masívu)

Přímý vliv minerálů

Fe Hraje významnou roli. Jeho vztah k hlavnímu gradientu je unimodální:



Může se ale objevit ve velké koncentraci i na topogení vápnité slatině, zejména po hydrologické obnově.

Nedostatek: chloróza, úhyn. Vápníkem bohaté půdy mají nedostatek železa v aktivní formě (komplexy Ca-Fe). Kalcikolní rostliny dokáží udržet Fe v metabolicky aktivní formě - *kalcifobní rostliny hynou*.

Nadbytek: toxicita.

Přímý vliv vodíkových iontů

Vztah mezi výskytem druhů na rašeliništích a pH má 2 aspekty:

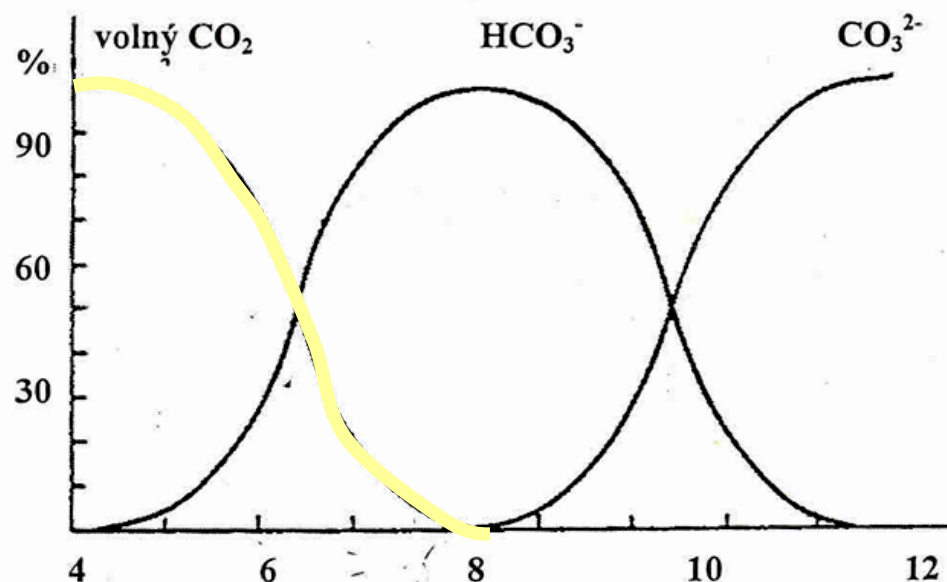
- fyziologické optimum druhu
- aktivní acidifikace

Přímé působení pH

- toxicita vodíkových iontů
- mobilizace toxických forem Fe a Al
- ovlivnění uhličitanové rovnováhy ve vodě



Uhličitanová rovnováha



Obr.1:

Vztah mezi pH a procentuálním zastoupením složek uhličitanové rovnováhy:

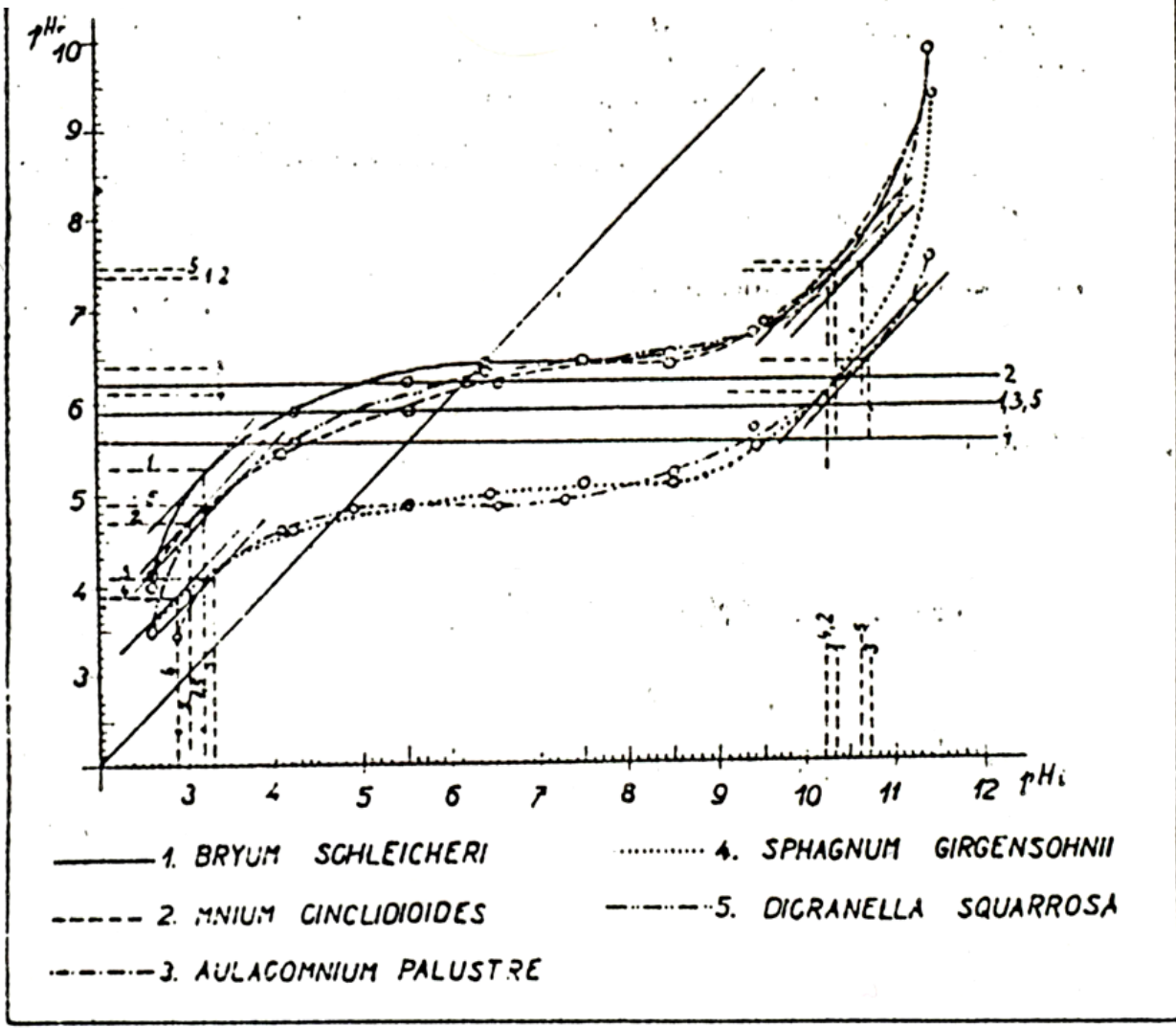
volného oxidu uhličitého (CO₂), hydrogenuhličitanu (HCO₃⁻), a uhličitanu (CO₃²⁻).

(Podle Goltermana 1969)

Pokud je rostlina ponořena ve vodě (mech), nemůže získávat CO₂ pro fotosyntézu jinak než z vody. Vodní rostliny mohou využívat i HCO₃⁻, to ale mechy neumí - v alkalických vodách jsou odkázány na stopová množství CO₂. To například dobře zvládá *Cratoneuron commutatum* (*Palustriella commutata*) - dominuje v alkalických vodách.

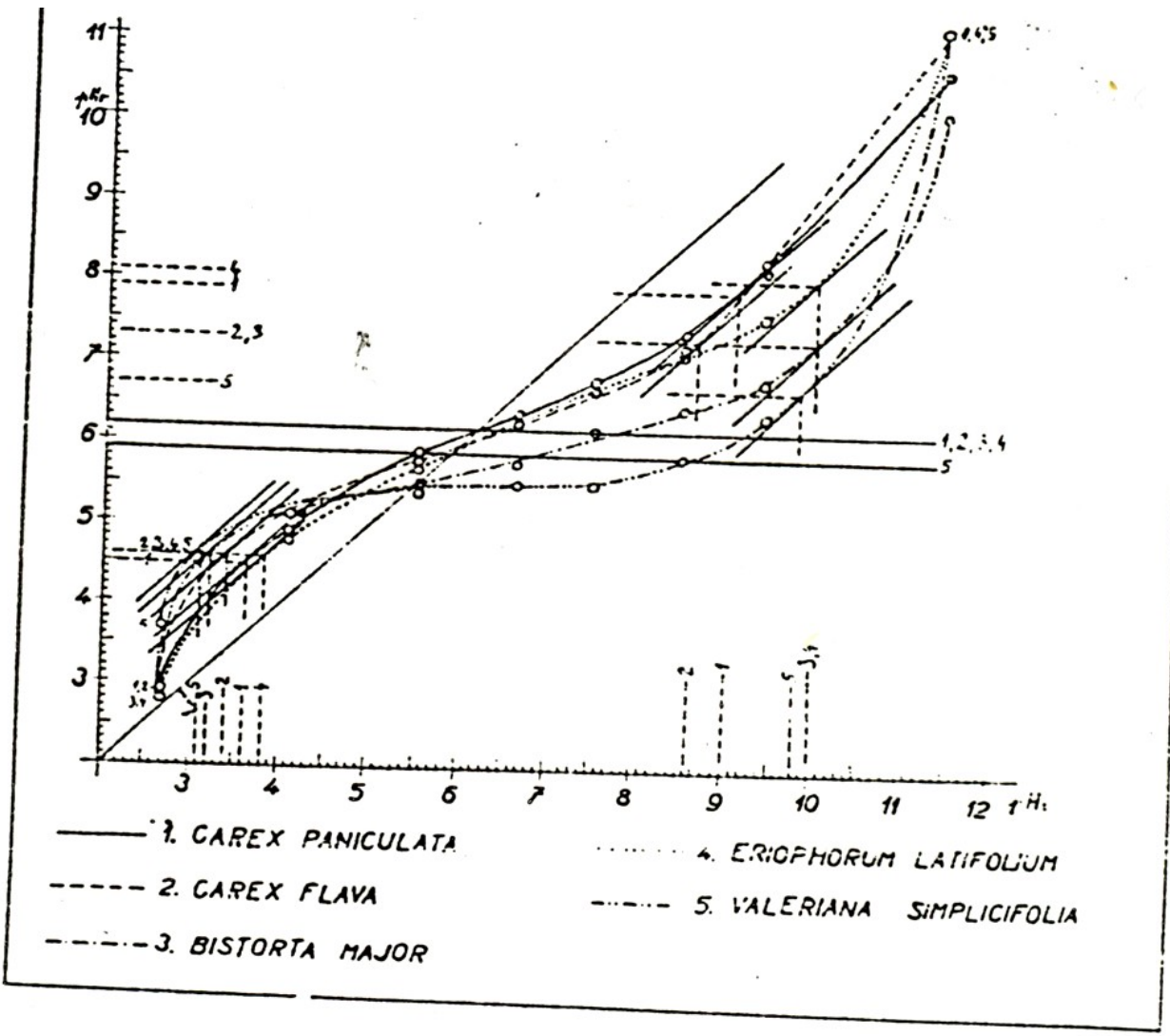
Ale pozor - v kyselých vodách je CO₂ málo přirozeně - i když je většina C ve formě CO₂, může to být málo.

Aktivní acidifikace



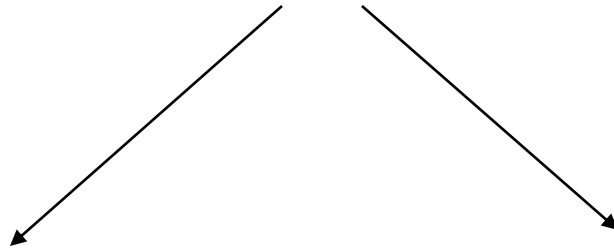
Obr. 4. Regulační křivky mechu ze spodní části prameniště.
 Abb. 4. Regulationskurven von Moosen aus dem unteren Quellgebiet.

Aktivní acidifikace



Obr. 5. Regulační křivky vyšších rostlin rostoucích na prameništi.
 Abb. 4. Regulationskurven höherer Pflanzen, die im Quellgebiet wachsen

Co je fyziologickým pozadím acidifikace?



vody

Acidifikace je snižování alkalinity (nejen pH) - **extruze protonů.**

Dlouho se předpokládalo klíčový vliv mechorostů na acidifikaci vody.

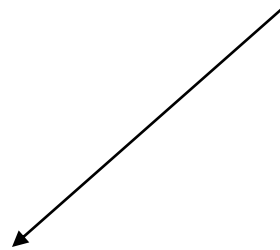
půdy

Cévnaté rostliny.

- příjem NH_4^+ výměnou za H^+
- chelatizace Fe za účelem získání P
- fosfatáza

Protože v půdě působí mnoho pufračních systémů, vliv cévnatých rostlin na acidifikaci se těžko stanovuje.

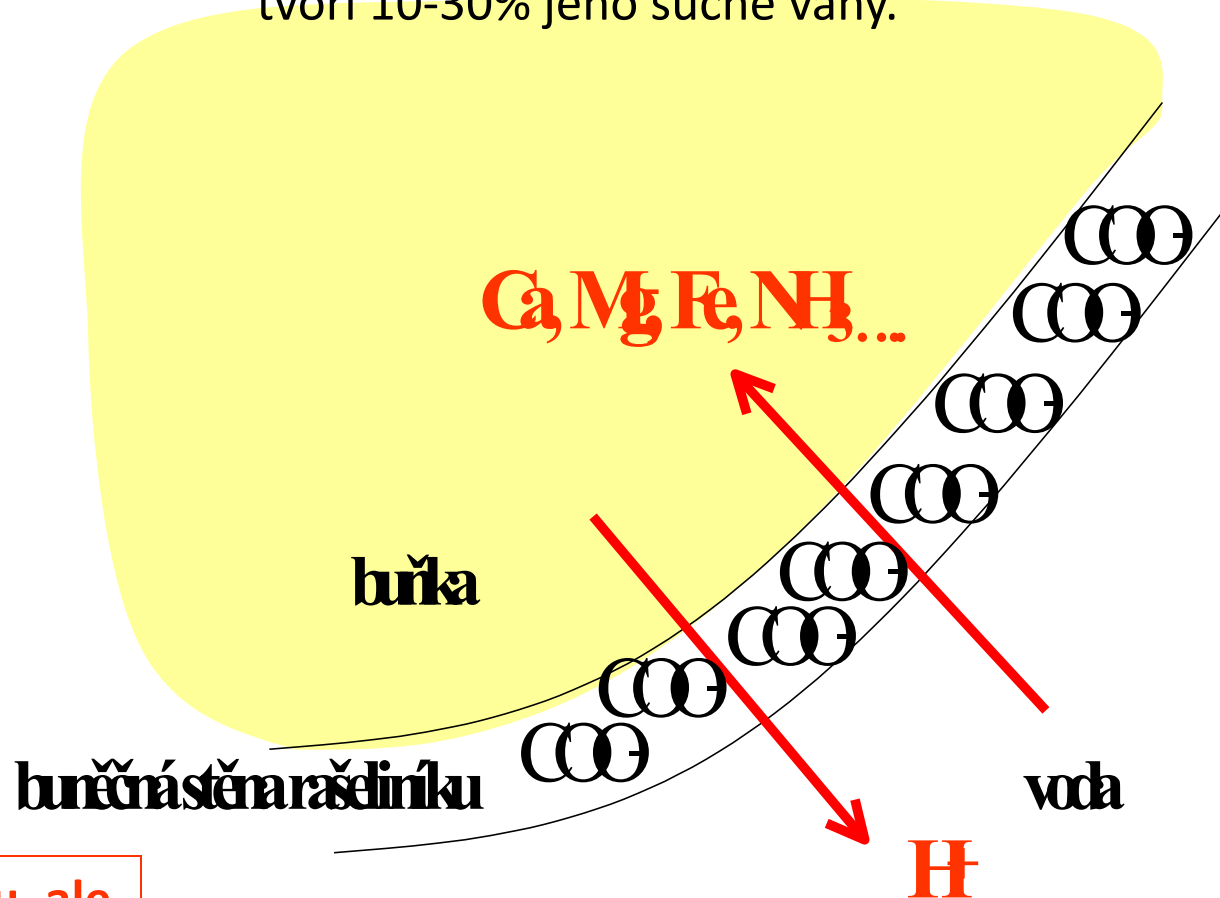
Co je fyziologickým pozadím acidifikace?



vody

Acidifikace je snižování alkalinity (ne jen pH) - extruze protonů.

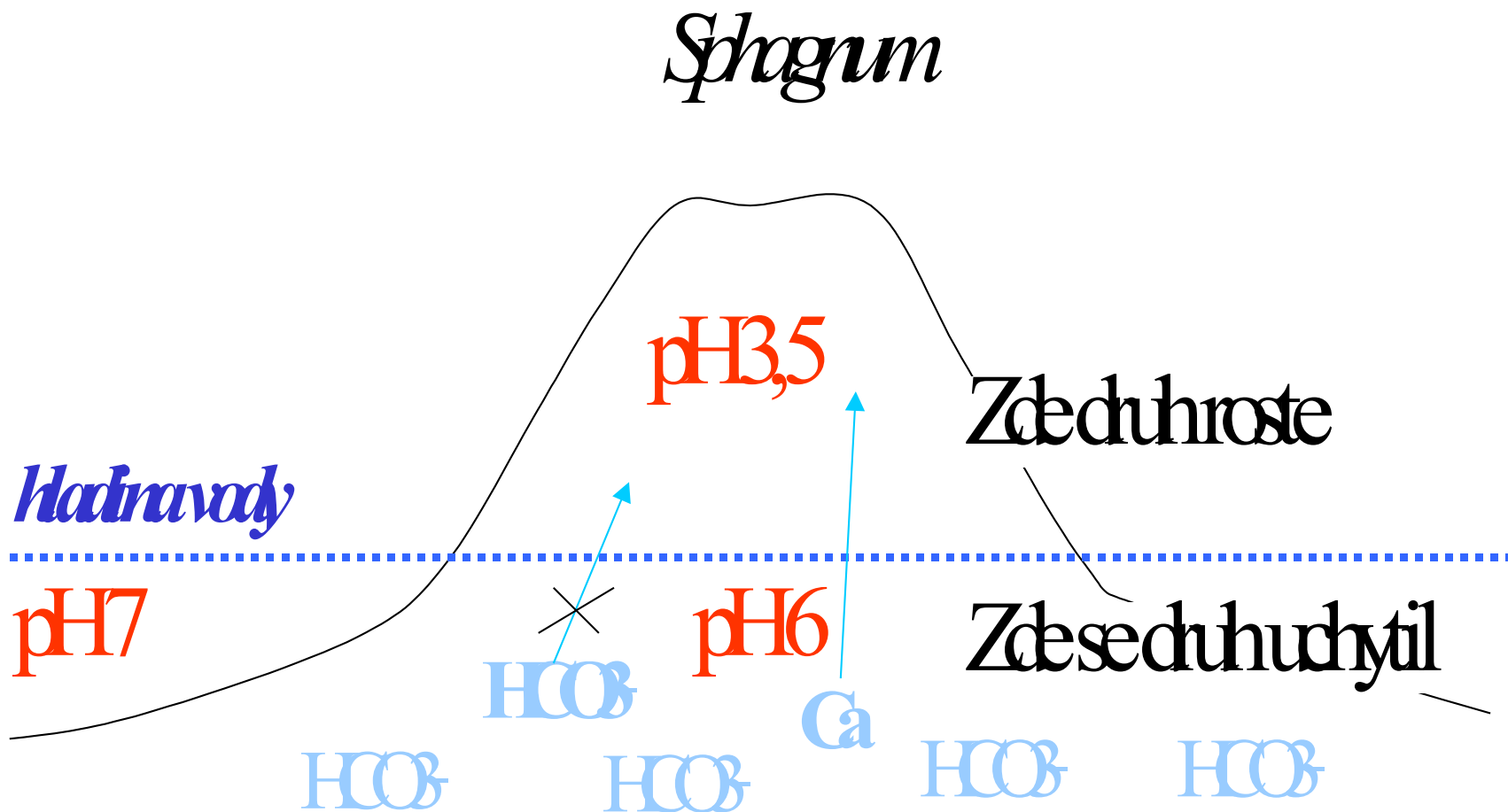
Karboxylové skupiny uronových kyselin (COO^-) jsou výměnnými místy rašeliníku a tvoří 10-30% jeho suché váhy.



***Sphagnum* neokyselí destilku, ale okyselí roztok solí !**

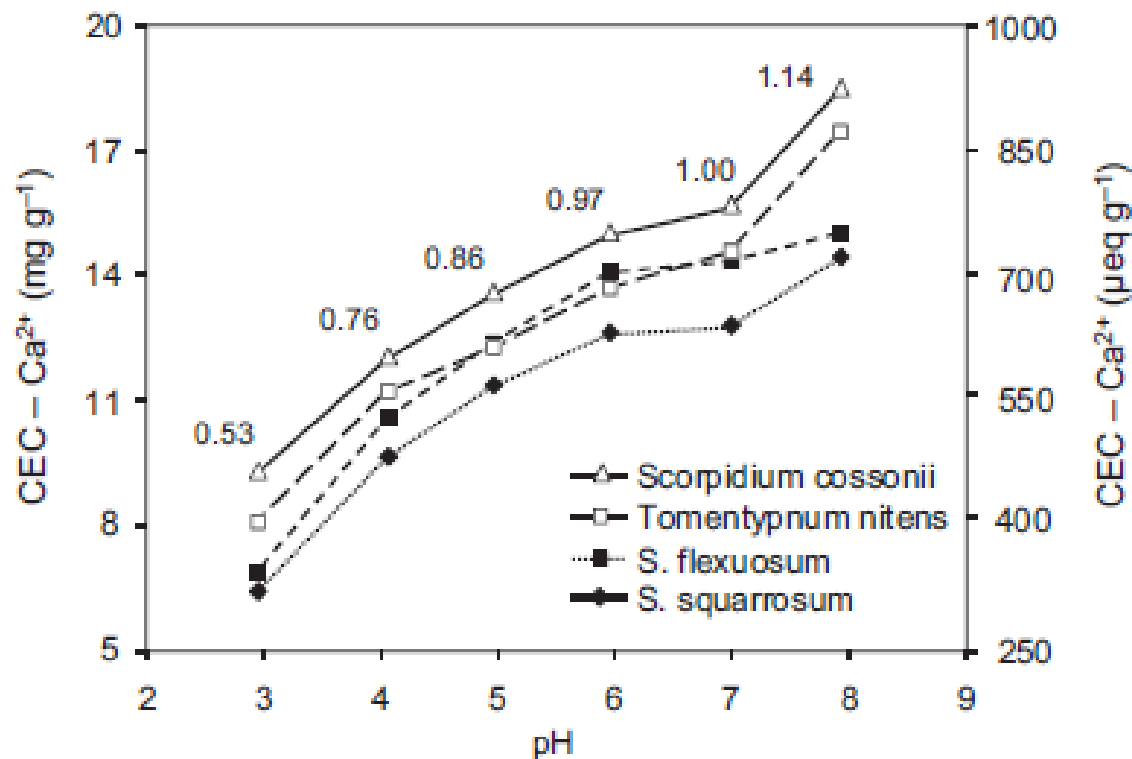
Jaký je důsledek tohoto mechanismu na ekologii rašelinišť?

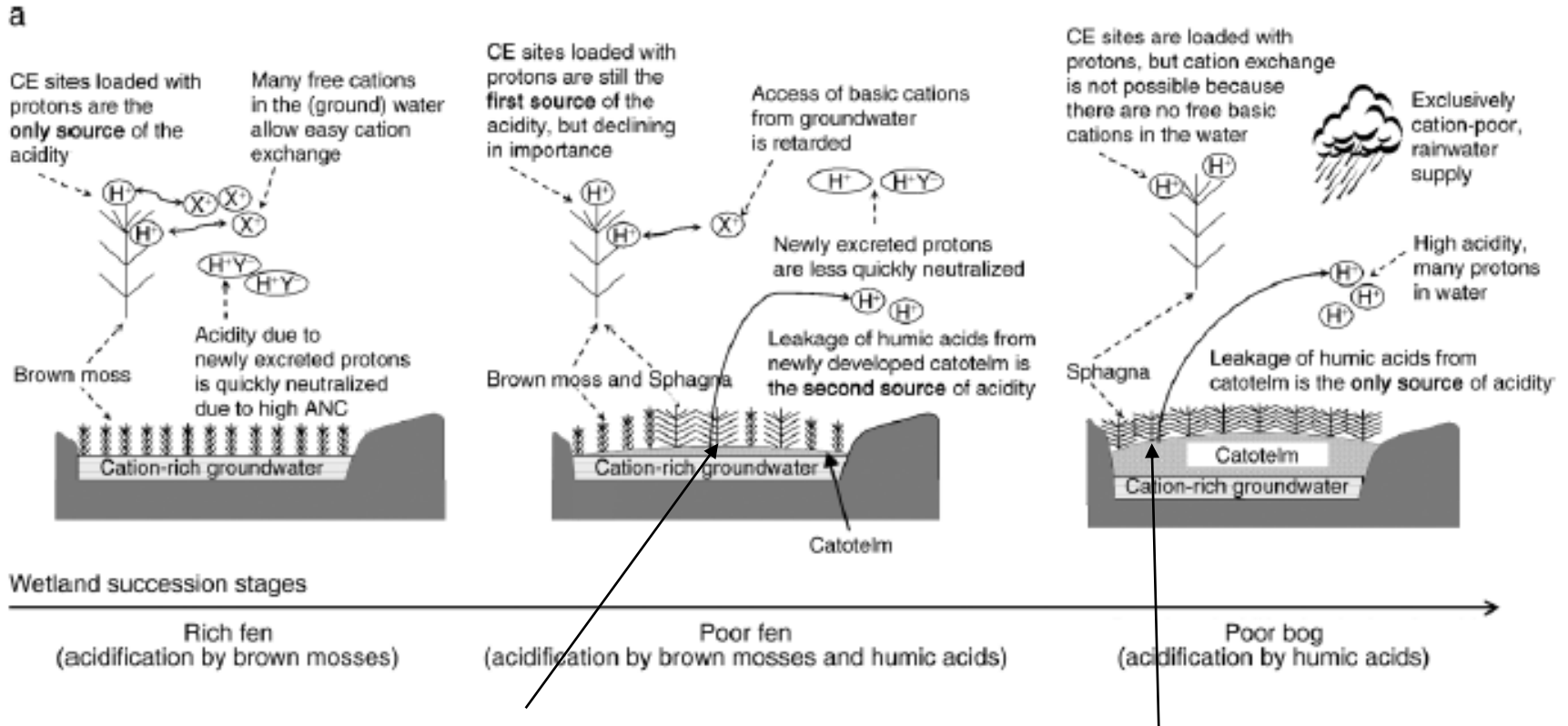
- řízení sukcese (autogenní acidifikace rašelinišť)
- toxicita kovů, které se hromadí v buňkách rašeliníků



Schopnost acidifikace souvisí s obsahem polyuronových kyselin v rašeliníku - bultové druhy mají vyšší obsah než šlenkové; slatinné kalcitolerantní druhy mají vyšší obsah než acidofyty.

Současné práce ale ukázaly, že kationová výměnná kapacita (CEC) rašeliníků se **neliší** od jiných mechů!



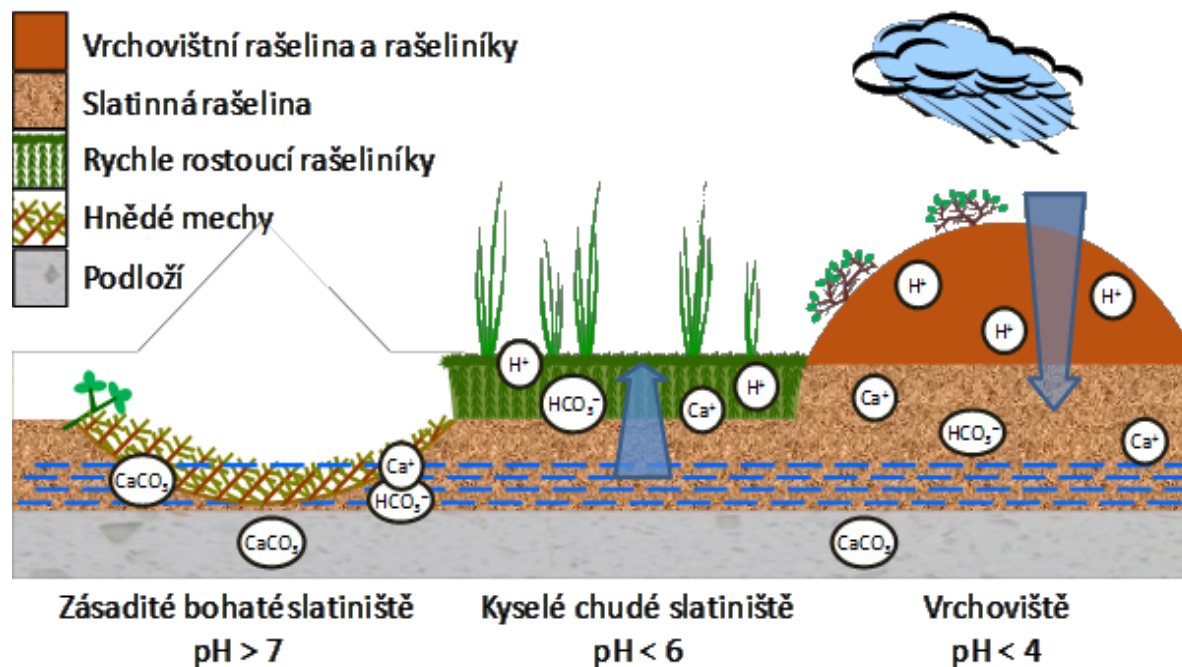


Zdrojem acidity je **katotelm** který se vytváří usazováním organického materiálu a jeho částečnou dekompozicí, při níž vznikají **humínové kyseliny a fulvokyseliny**. Dalšími zdroji acidity jsou oxidace H_2S a Fe_2S za vzniku síranů, volný CO_2 v podzemních vodách (kyselkách) nebo spady síranů.

Rašeliničky se vyskytují kvůli této kyselosti (a ne naopak).

Acidifikace slatinišť je tedy řízena

- **autogenně** (hromaděním rašeliny a odrůstáním od podzemní vody)
- **alogenně** (pokles hladiny vody při změně klimatu nebo odvodnění – povrch rašeliniště se dostane mimo dosah alkalické podzemní vody).

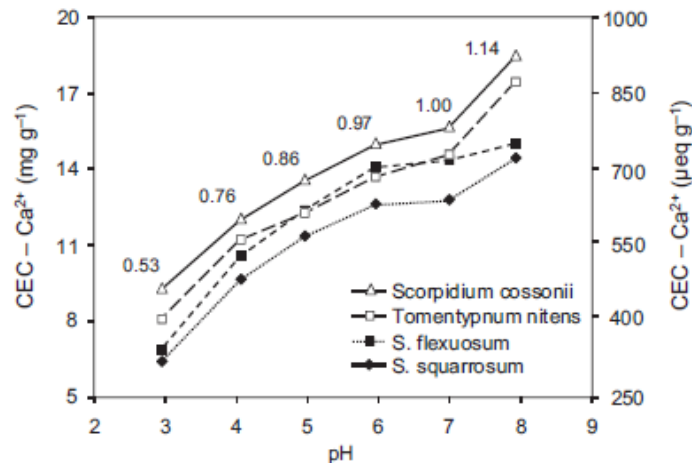


Vápník a přežívání rašeliníků

Výměna kationtů je **pasivní jev**. Rašeliník přednostně přijímá ionty s vyšší valencí (Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} NH_3^+). Při vysokém příjmu rašeliník zpomaluje růst a pak hyne. Některé druhy jsou ale **kalcitolerantní**, buď fyziologicky, nebo tvorbou bultů, které je izolují od vápnoté vody.

CEC a tedy i příjem vápníku a hořčíku je vyšší při vyšším pH!

Při vyšším pH (například kolem stružek a pramenů) tedy stačí nižší koncentrace vápníku k potlačení rašeliníků; a naopak při nižším pH mohou rašeliníky dominovat i při vyšší koncentraci vápníku.



Je tento vztah příčinou různého optima druhu k pH v různých oblastech uváděného v literatuře?

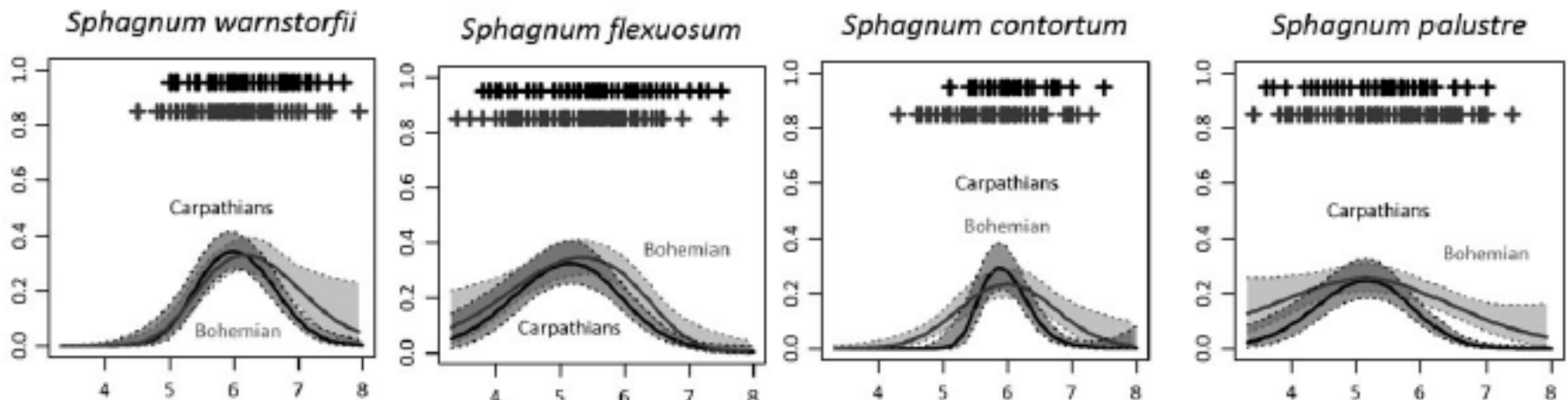


Journal of Vegetation Science 27 (2016) 352–364

Testing inter-regional variation in pH niches of fen mosses

Zuzana Plesková, Martin Jiroušek, Tomáš Peterka, Tomáš Hájek, Daniel Dítě, Petra Hájková, Jana Navrátilová, Anna Šimová, Vít Syrovátka & Michal Hájek

Plesková et al. (2016) použili faktor ***adjusted pH = pH + log Ca*** (milimol); optima druhů rašeliníků k pH se mezi územími nelišila! Vzoreček vychází z laboratorních experimentů Tomáše Hájka.





Sphagnum establishment in alkaline fens: Importance of weather and water chemistry



Eliška Vicherová ^{a,b,*}, Michal Hájek ^c, Petr Šmilauer ^b, Tomáš Hájek ^{a,b}

Vicherová et al. (2017) na základě rešerše a vlastních experimentů v laboratoři a na široké geografické škále v terénu identifikovali příčiny, kdy rašeliník může růst a expandovat ve vápnitěm slatiništi:

- (a) zvýšená koncentrace draslíku umožní vyklíčení rašeliníků i přes vliv toxického Ca
 - (b) zvýšená koncentrace všech živin usnadní růst rašeliníků i když jejich růst jinak blokuje Ca
 - (c) pokles hladiny vody sníží vliv alkalické podzemní vody
 - (d) humidní klima zabrání letnímu usychání uchycených rašeliníků a vzlínání Ca z podzemní vody
- > rašeliníky se na vápnitých slatinách vyskytnou spíš v oceánických oblastech



Vápník a pH tedy **kauzálně ovlivňují** složení mechového patra (rašeliníky versus tzv. „hnědé mechy“). Složení mechového patra pak ovlivňuje i složení bylinného patra. Některé, zejména krátkověké druhy považované za kalcikolní nemohou v rašeliníku klíčit; jiné pomalu rostoucí druhy bývají rašeliníkem přerůstány.



kalcikolní druhy, ale v této analýze (SEM) vliv struktury mechového patra převyšoval vliv pH!

Datasets	Target species	Regression coefficients				
		g1 (pH)	g2 (WTD)	g3 (NFB)	g4 (FB)	I3
Small	<i>Carex davalliana</i>	—	—	—	0.462 ***	0.787 ***
	<i>Triglochin palustris</i>	—	—	—	0.383 **	0.853 ***
	<i>Carex lepidocarpa</i>	—	—	—	0.378 *	0.857 ***
	<i>Blasmus compressus</i>	—	0.409 **	-0.225	0.377 **	0.711 ***
	<i>Equisetum variegatum</i>	—	—	-0.259	0.359 *	0.820 ***
	<i>Linum catharticum</i>	—	—	—	0.349 *	0.878 ***
	<i>Primula farinosa</i>	—	0.266	—	0.348 *	0.808 ***
	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	—	—	-0.346 *	0.335 *	0.788 ***
	<i>Drosera rotundifolia</i>	—	—	—	-0.349 *	0.878 ***
	<i>Viola palustris</i>	—	—	—	-0.467 ***	0.782 ***
Large	<i>Epipactis palustris</i>	0.190	—	-0.219 *	0.318 ***	0.815 ***
	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	—	0.171	-0.219 *	0.279 ***	0.857 ***
	<i>Saxifraga hirculus</i>	—	—	-0.187	0.255 **	0.900 ***
	<i>Carex echinata</i>	—	-0.234 *	-0.176	-0.251 **	0.837 ***
	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	—	0.386 ***	—	-0.412 ***	0.682 ***
	<i>Drosera rotundifolia</i>	—	0.235 **	0.132	-0.427 ***	0.735 ***
	<i>Viola palustris</i>	-0.121	—	—	-0.491 ***	0.744 ***

Singh et al., in revision

SHRNUTÍ

Co je tedy kauzální příčinou hlavního vegetačního gradientu (poor-rich?)

vápnitá bazická slatiniště



nevápnitá kyselá slatiniště



vrchoviště



limitující faktory pro neadaptované druhy rostlin

- toxicita Ca a Mg pro rašeliníky
- málo CO₂ pro ponořené mechy
- fosfor se (většinou) váže na uhličitany, někdy i železo
- nedostatek dusíku v amonné formě (kvůli vysokému pH)

- toxicita Fe

- nedostatek všech živin a minerálů (z důvodu sycení srážkovou vodou a pomalé dekompozice)

- silná kompetice acidikolních rašeliníků
- nedostatek dusíku v dusičnanové formě
- silný vliv redukčních procesů (toxicita redukovaných forem)

Všechny hlavní typy rašelinišť jsou, v případě nenarušeného vodního režimu, živinami velmi chudé.



Příklad: Na tomto lesním vrchovišti je bylinné patro tvořeno jen druhy s nějakým způsobem adaptace na nedostatek živin:

Eriophorum vaginatum - přijímá aminokyseliny jako zdroj dusíku.

Empetrum nigrum - jako všechny erikoidy má efektivní využívání NH_4^+ a má peinomorfózy.

Vaccinium vitis-idaea - vřdyzelenost zabraňuje ztrátě N a Mg při opadu listů

Drosera rotundifolia - karnivorie

Pinus sylvestris – mykorhiza.

Celková fertilita prostředí (N, P, K)

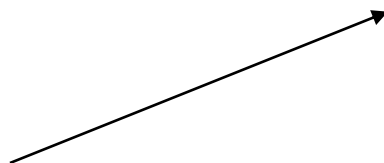
Jde tedy o gradient na pH nezávislý? Ano! Ale více se projevuje v bazické části hlavního vegetačního gradientu

Je spojen hlavně s výskytem „lučních“ druhů náročnějších na N, P a K . Zvýšený obsah živin se však těžko dokazuje na základě analýz vody a půdy, protože zvýšený obsah živin rostliny okamžitě využívají a zabudovávají do své biomasy.



Gradient zastoupení lučních druhů však nemusí korelovat jen s živinami, spolupůsobí i změna vodního režimu, management nebo nejčastěji **půdní vlastnosti**.

Calthion na minerální půdě



náslat'

glej

Some profiles were analysed microscopically and the results (Tab. 1) showed clear layers of brown moss peat (mostly *Drepanocladus cossonii*), which were followed or preceded by travertine deposits, sometimes with much small sedge peat. These results clearly point to stages of (nutrient-poor) peat formation, which were followed by (wetter) stages in which travertine had been deposited in shallow pools or due to surface water flooding the peat.

Fig. 8: Wet meadow vegetation (*Calthion palustris*) with *Cirsium rivulare*, *Crepis paludosa*, and *Equisetum fluviatile* on a shallow decomposed peat layer (Oh). Further down an iron-rich, humic mineral layer is present on top of a clayey soil type with sometimes large stones in it and also much iron. (Photo Bas VAN DELFT)

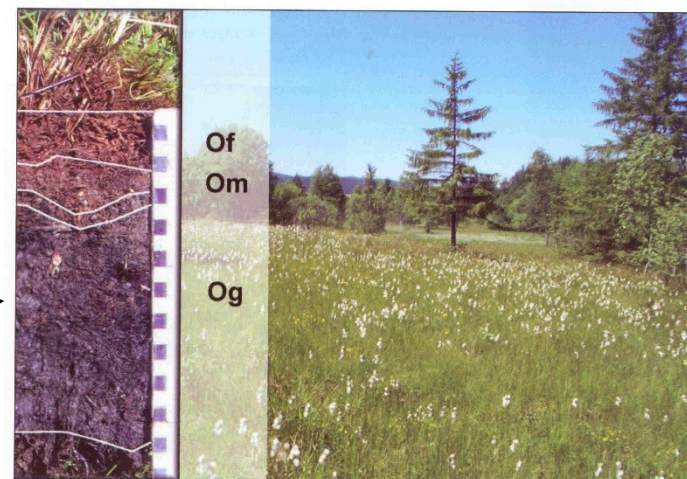
Fig. 9: Fen vegetation (*Caricion davallianae*) dominated by small sedges and *Eriophorum latifolium*. The soil profile consists of a well preserved (fibric) top layer followed by a slightly decomposed peat. The black peat is decomposed under anaerobic condition and contains much iron sulphide. Each square is 1 cm. (Photo Bas VAN DELFT)

Caricion davallianae na organické půdě



slatina +
pěnovce

slatina



Grootjans et al. 2006

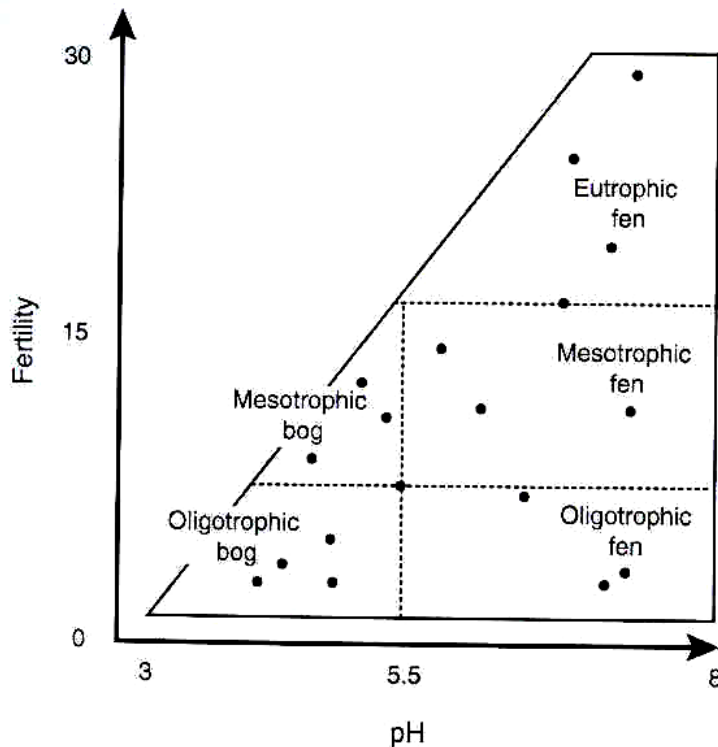


Figure 3.14 The approximate position of different major wetland vegetation types in north-west Europe on gradients of pH and fertility. The points represent different plant community types in Britain as examples, but the concept of the importance of these two gradients should be applicable anywhere, although absolute values will differ. The y axis values are on a phytometrically assessed scale. Redrawn from Wheeler and Proctor (2000) by permission of Blackwell Science Ltd.

Gradient nasycení bázemi tedy nejlépe vysvětluje variabilitu v druhovém složení rašelinišť v určitém území; druhým nejvýznamnějším nezávislým gradientem často bývá právě gradient fertility spojený s nárůstem výskytu druhů náročných na živiny a se vzrůstem produktivity společenstva.

Samostatným gradientem může ale být i typ živinové limitace (N:P poměr), viz kauza *Saxifrago-Tomentypnion* (kombinace slatiništních specialistů, adaptovaných na nedostatek živin, a druhů náročných na fosfor; naopak chybí řada druhů vápnitých slatinišť, které jsou adaptovány na nedostatek fosforu).



Saxifrago-Tomentypnion

