

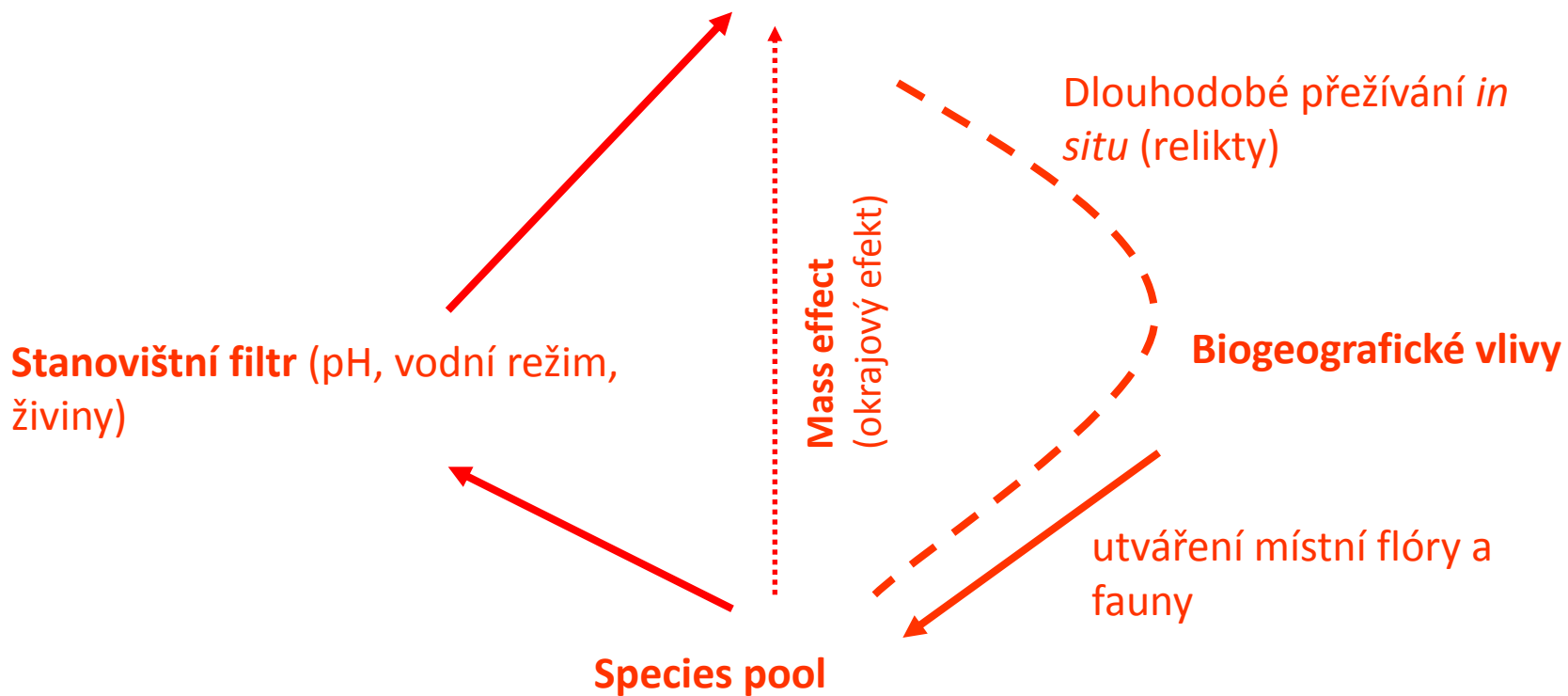
# Ekologie Rašelinišť



7.

Biogeografické efekty – případové  
studie ze Západních Karpat

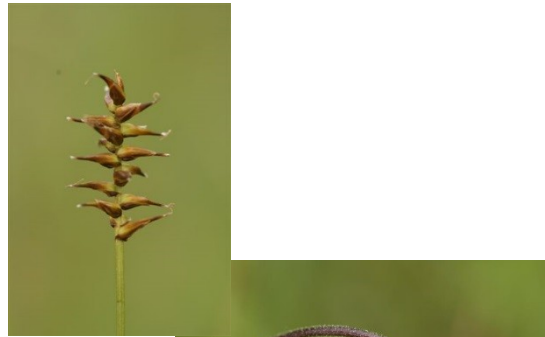
# Druhové složení lokálního společenstva



I když popsané ekologické faktory vysvětlují hodně z diversity vegetace slatin v Západních Karpatech, velká část druhové variability může být vysvětlena

## biogeographickými vlivy

- Rozdílná historie slatin ve Vnějších a Vnitřních Západních Karpatech ovlivňuje druhové složení – některé slatinné druhy jsou omezeny na vnitřní Karpaty, kde mají slatiny starší historii.**



všude

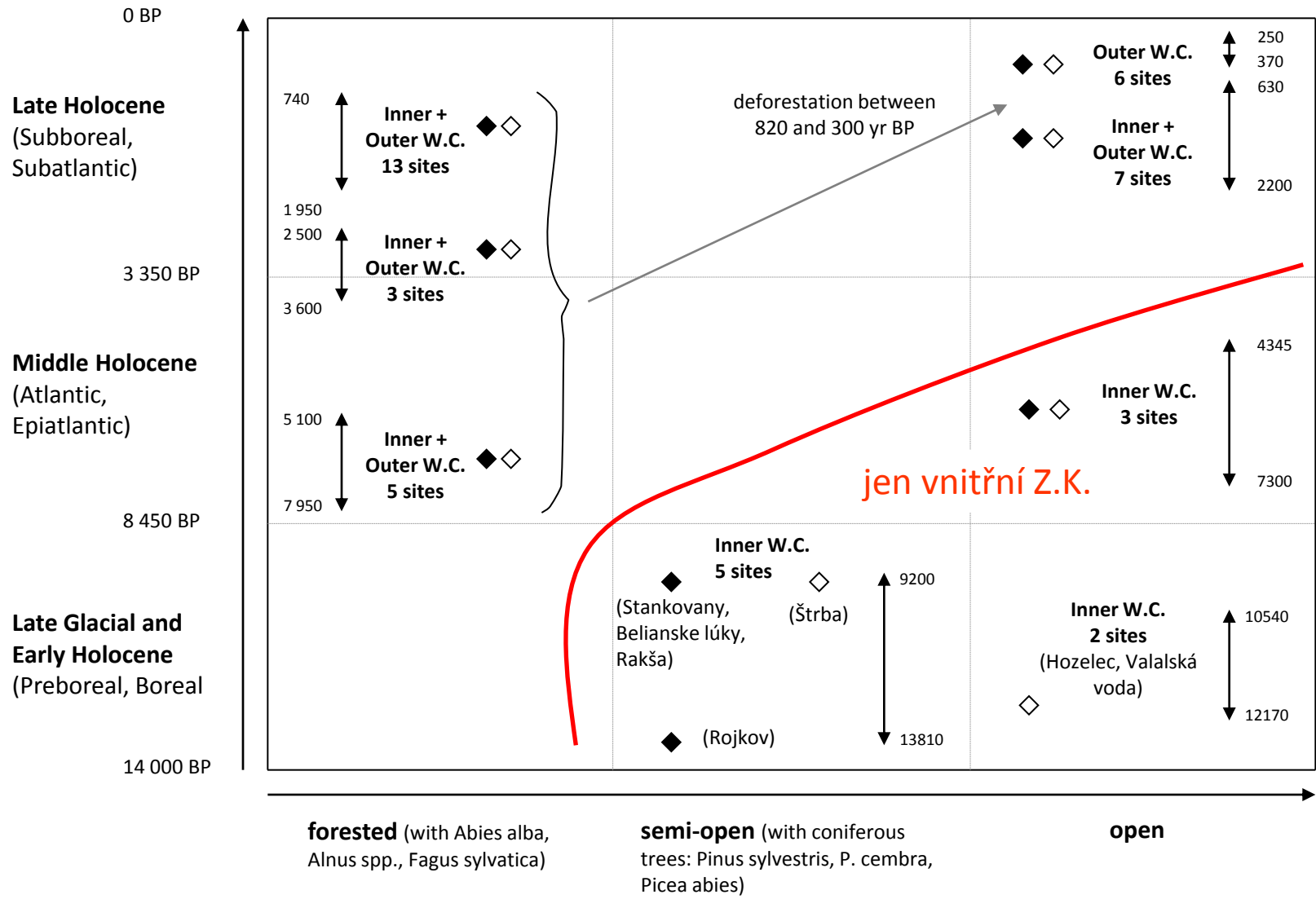
————— částečně geograficky strukturované

————> jen paleorefugia

←----- ? schopnost šíření ? ----->

# Původ vápnitých slatin v Západních Karpatech

Plný kosočtverec – lesní dřevní slatina; Prázdný kosočtverec – pěnovcová slatina a pěnovec.

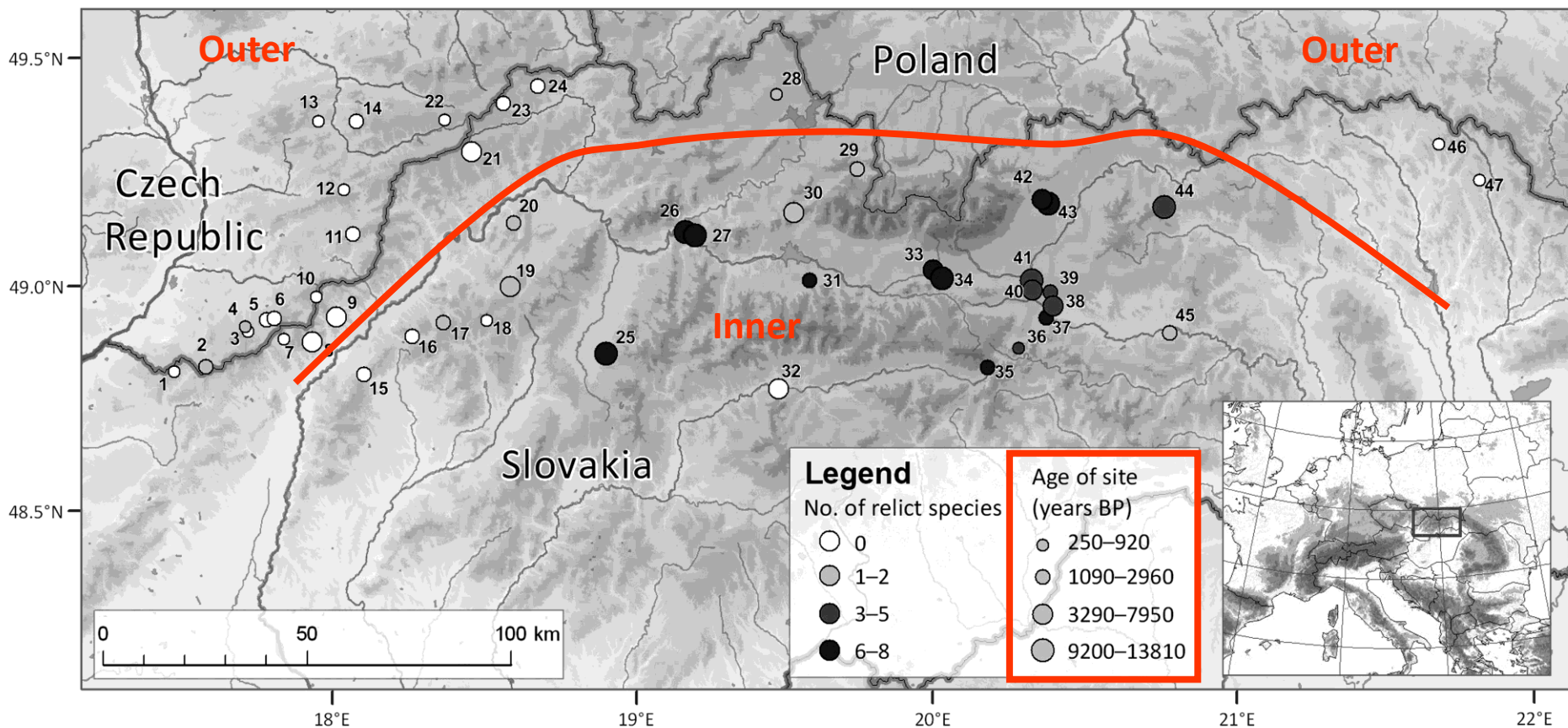


Data jsou nekalibrované radiokarbonové roky.

## Test vazby druhů na staré slatiny

- soupisy druhů na 47 slatinách; výběr slatinných specialistů; měření rozlohy slatiniště; radiokarbonové datování (nejhlubší sediment, místo úplného otevření)

- nulový model - druhy náhodně rozhazovány mezi lokalitami podle své frekvence; na větší lokalitě větší pravděpodobnost výskytu



## výsledky testu:

	Frequency	Age Deepest Sediment	
		Median	P
<b>Vascular plant species</b>			
<i>Trichophorum pumilum</i>	4	9926	0.025
<i>Triglochin maritimum</i>	11	8168	0.008
<i>Primula farinosa</i>	15	7692	0.002
<i>Salix rosmarinifolia</i>	15	7449	0.008
<i>Carex hostiana</i>	13	7449	0.028
<i>Carex dioica</i>	11	7449	0.028
<i>Pedicularis palustris</i>	10	6670	0.038
<i>Pinguicula vulgaris</i>	22	4733	0.007
<i>Blysmus compressus</i>	22	4057	0.030
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	29	3575	0.026
<i>Parnassia palustris</i>	33	3201	0.020
<b>Land snail species</b>			
<i>Pupilla alpicola</i>	14	6670	0.012
<i>Vertigo geyeri</i>	12	6670	0.025



n.s., not significant.

Právě u těchto dvou druhů plžů máme dostatečné fosilní důkazy

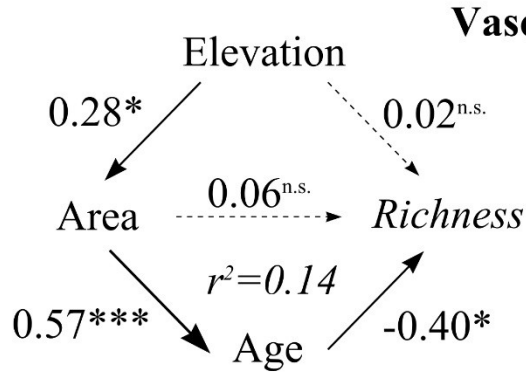
fossil

recent

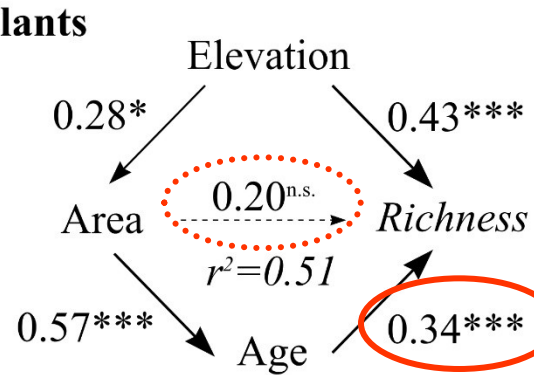


Počet rostlinných druhů slatinných specialistů rovněž koreloval se stářím v řádu tisíců let  
(*path analysis*)

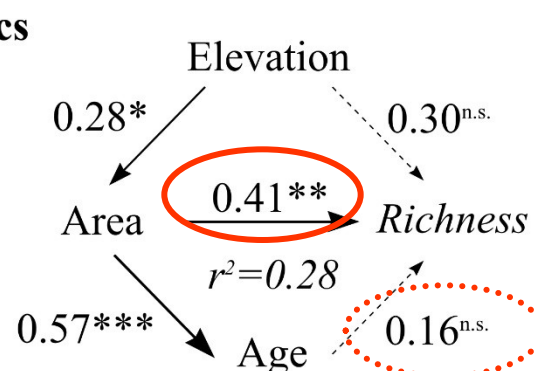
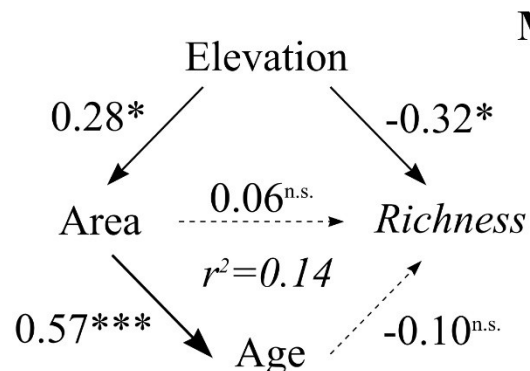
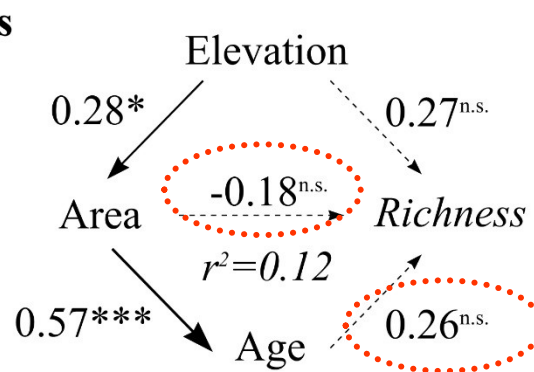
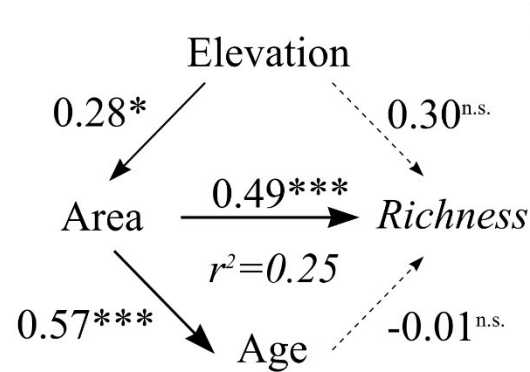
All species



Specialized species



cévnaté rostliny jsou dlouhověké (přežívání reliktnů!) a špatně se šíří

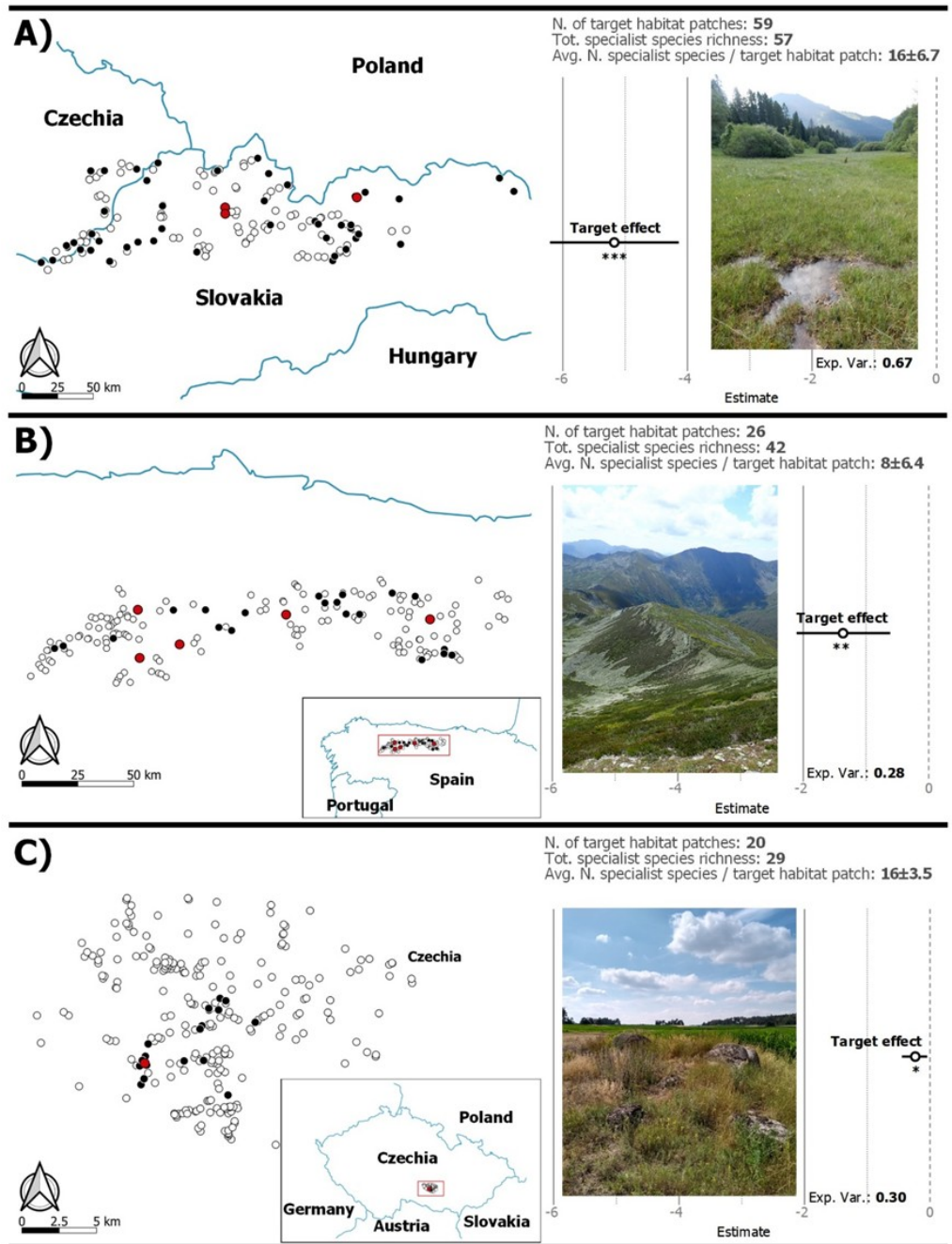


# Testování insularity („ostrovnosti“) slatinišť

Mendez Castro F.E., Ecography, in revision

Vliv „target effect“, kombinujícího vzdálenost k nejbližší potenciální zdrojové lokalitě (v Q1 počtu specialistů a rozlohy) a velikosti ostrova, na **zjištěný počet specialistů cévnatých rostlin na lokalitě**, byl nejvyšší a vysoce průkazný u západokarpatských vápnných slatinišť.

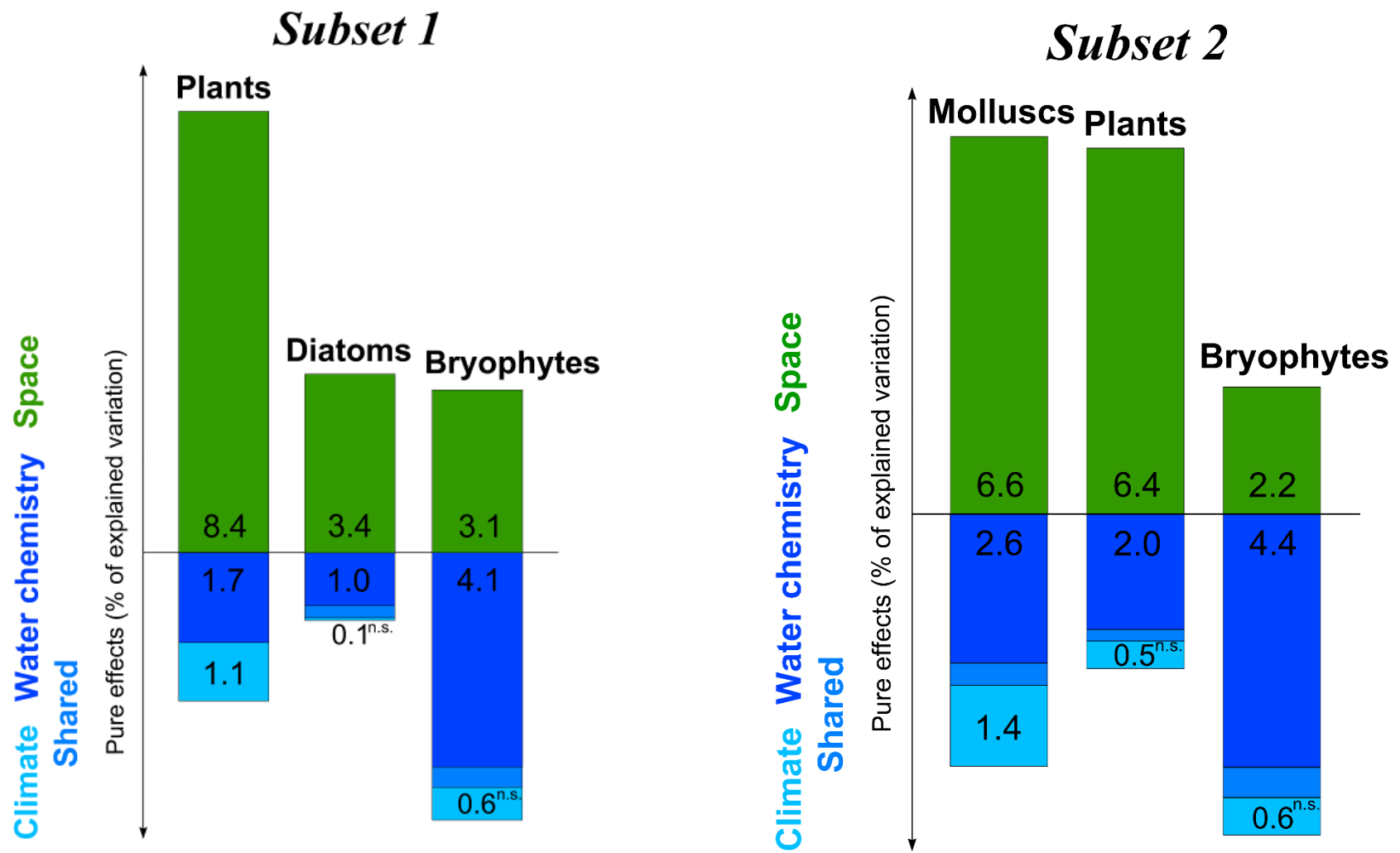
Srovnávala se západokarpatská slatiniště, alpínské bezlesí kantabrijských hor a granitové výchozy Českomoravské vrchoviny.



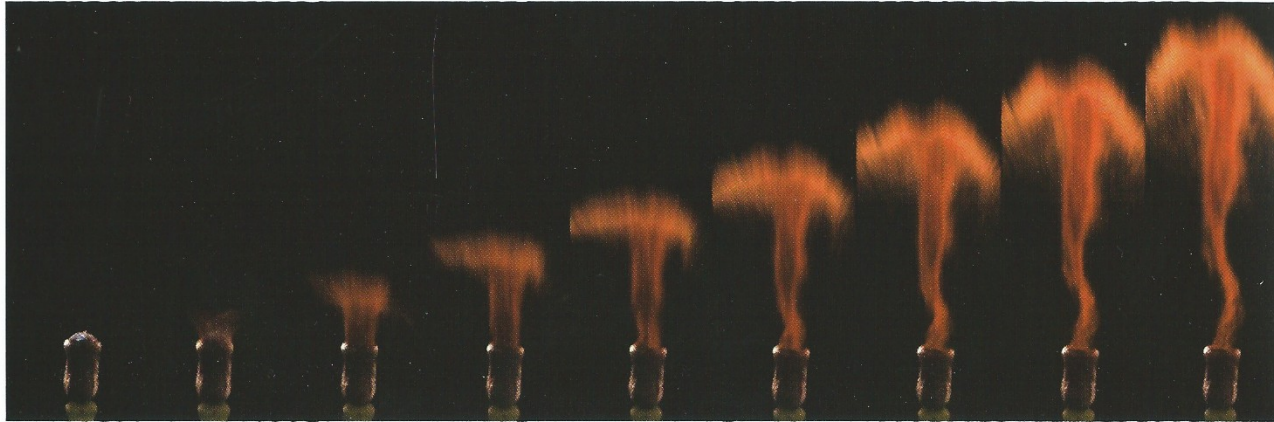


# Význam těchto čistě biogeografických jevů se liší mezi jednotlivými skupinami organismů a souvisí s jejich schopností šíření

Relativní čisté vlivy chemismu vody (pH, konduktivita), klimatu a geografie na druhové složení (Hájek et al. 2011 J Biog.)



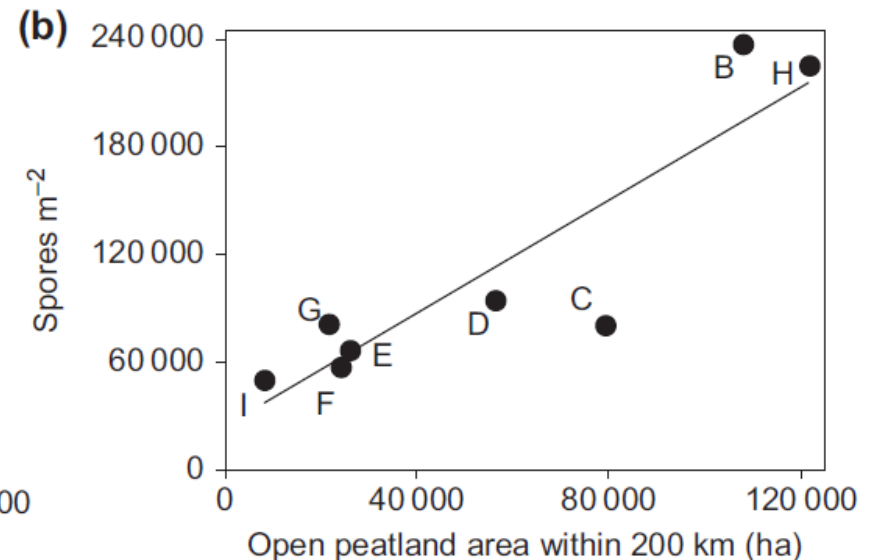
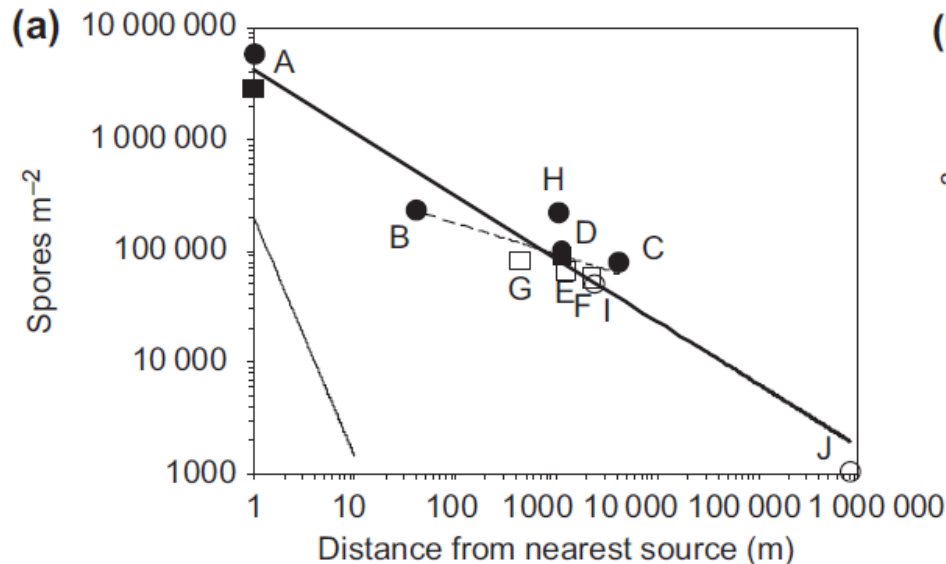
# Mechorosty produkují obrovské množství lehce se šířících spor



Spredning av sporer fra sporehus hos torvmoser *Sphagnum*. De ni enkeltbildene er tatt med 0,1 milliontedels sekunds intervall og viser hvordan sporemassen skytes eksplosivt opp i lufta og danner ørsmå, sopplignende sporeskyer gjennom vortexringer. © J. Edwards, C. Hard og D. Whitaker.

sec. Flatberg 2013

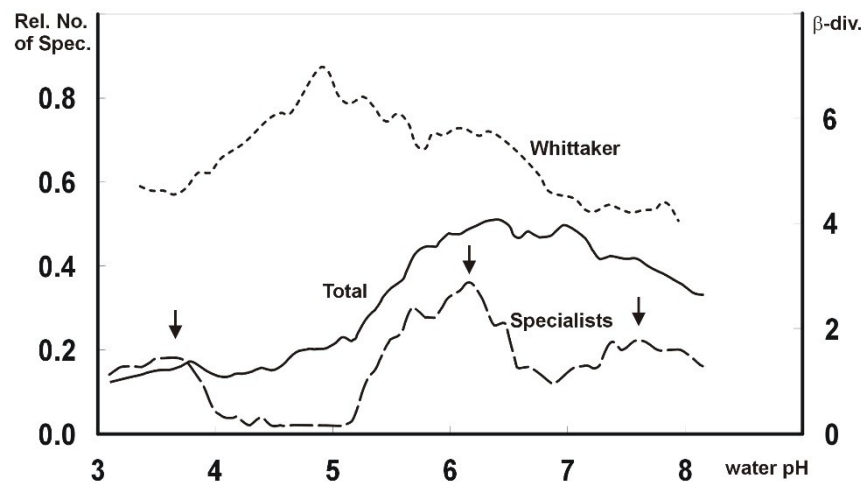
Sundberg (2013, *Ecography*) zjišťoval množství spor dopadajících na povrch rašeliniště, i na tisíc kilometrů vzdálených ostrovech bez výskytu rašeliníků se vyskytovaly tisíce spor.



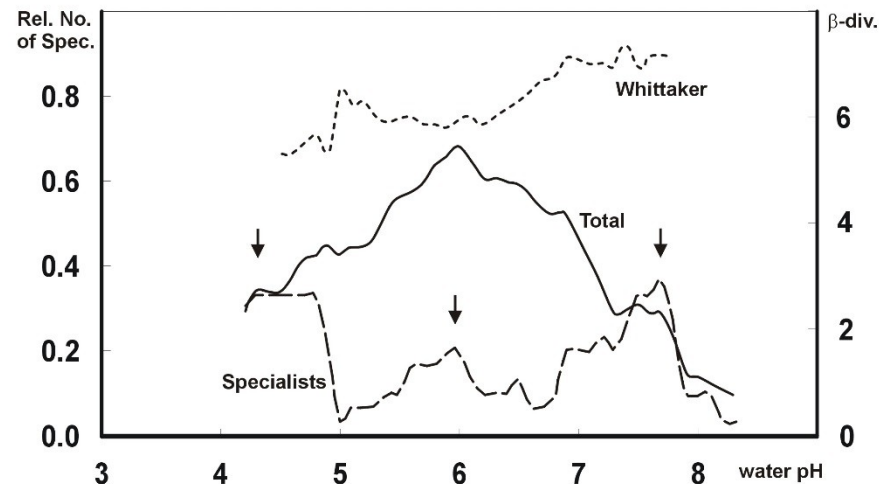
Během našeho výzkumu v Západních Karpatech a v Bulharsku jsme rovněž zjistili další zajímavé skutečnosti, které mohou být způsobeny kvartérní historií:

- nerovnoměrné zastoupení pH specialistů podél pH gradientu

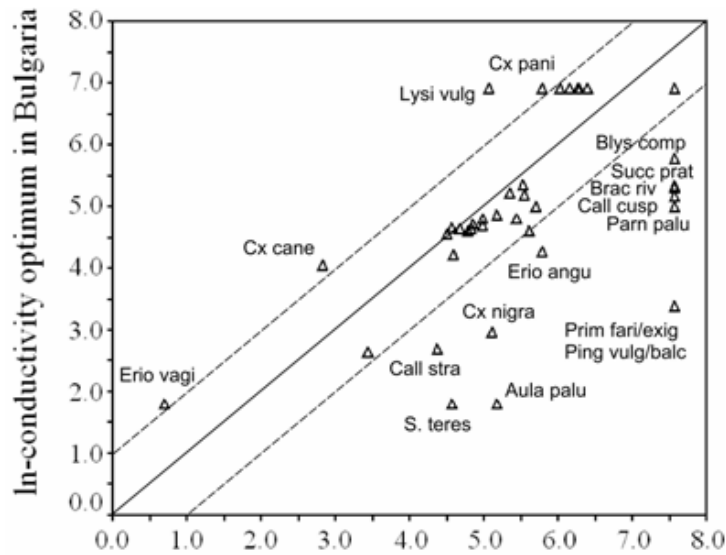
A. West Carpathians



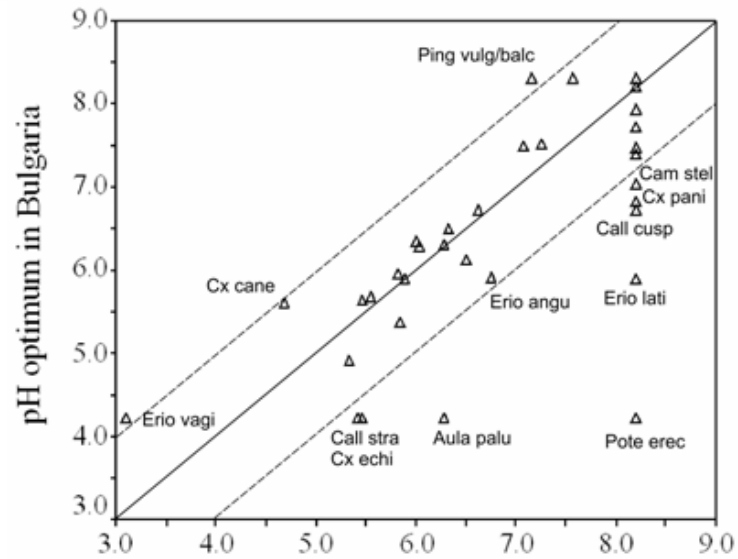
B. Bulgaria



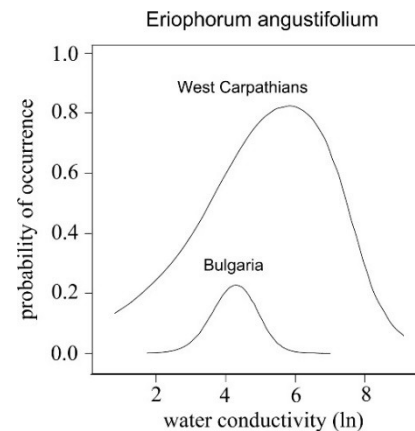
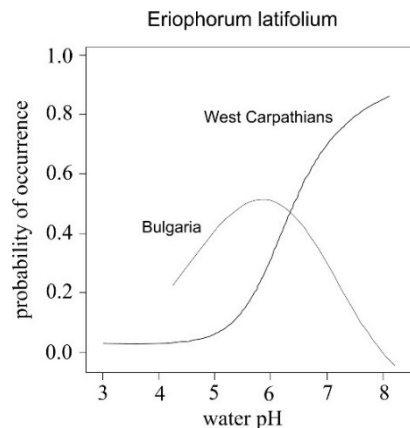
- různé odpovědi stejných druhů na pH v Bulharsku (nevápnitá glaciální refugia) a v Západních Karpatech (vápnitá refugia)-  
nerovnoměrné zastoupení pH specialistů podél pH gradientu

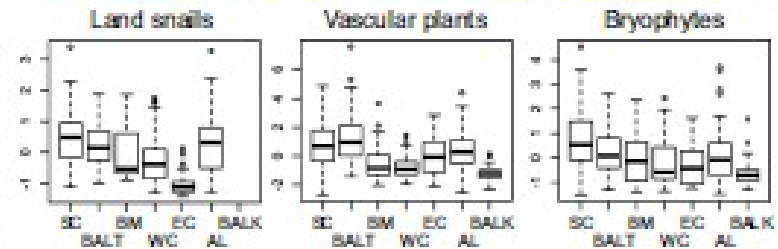
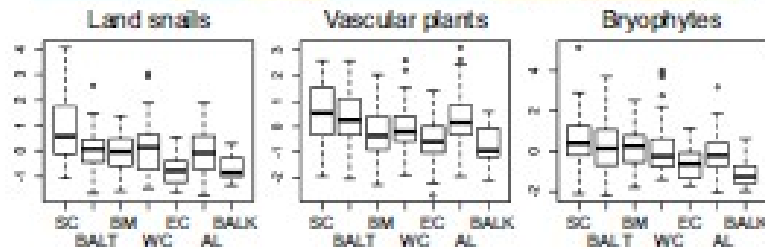
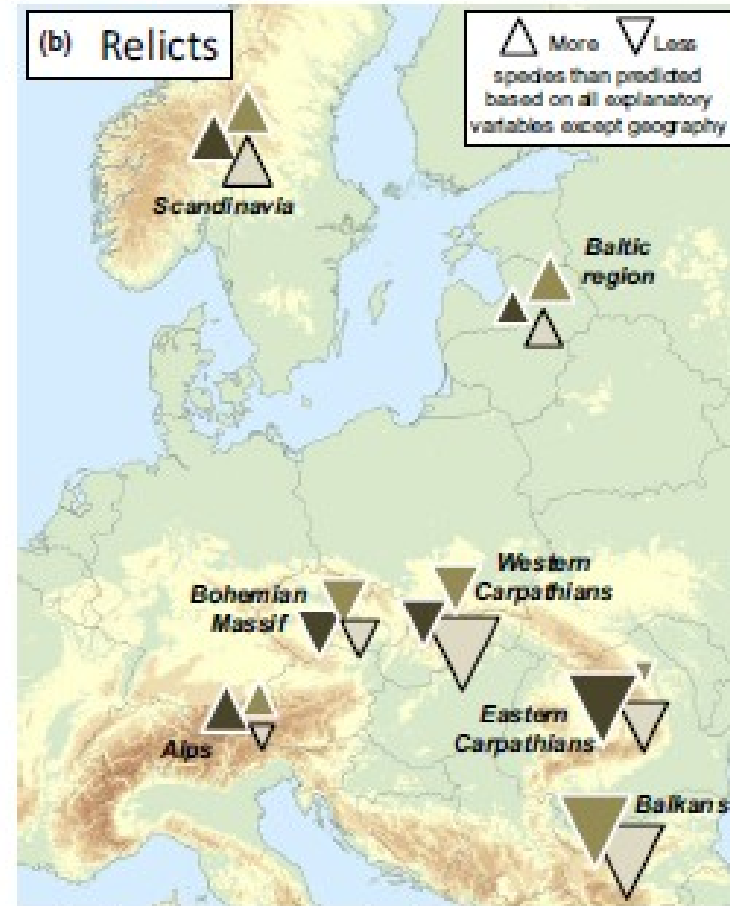
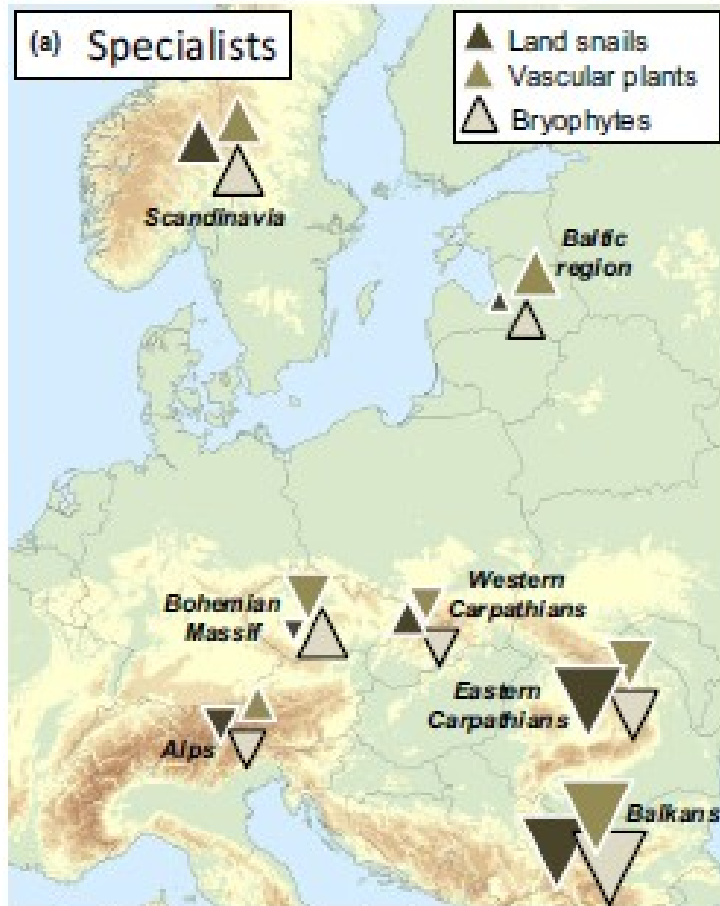


In-conductivity optimum in the West Carpathia



pH optimum in the West Carpathians





# Ekologie Rašelinišť



8.

Zjednodušená vegetační klasifikace  
rašelinišť

# Vegetační klasifikace rašelinišť

## *Caricion davallianae*

(calcareous fens)

© M.Horsák



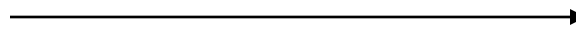
**Dg.:** *Blasmus compressus*, *Carex davalliana*, *C. hostiana*, *C. lepidocarpa*, *Eleocharis quinqueflora*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, *Gymnadenia densiflora*, *Hippochaete variegata*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Polygala amarella*, *Primula farinosa*, *Schoenus ferrugineus*, *Triglochin palustre*, *Valeriana dioica*

*Campylium stellatum*, *Cratoneuron commutatum*, *Drepanocladus cossonii*, *Fissidens adianthoides*, *Philonotis calcarea*, *Tomenthypnum nitens*.

**Vysoký obsah Ca a vysoká alkalinita; minerální podíl v půdě; často mělká rašelina; malá přístupnost P; vysoké zastoupení nízkých ostřic a suchopýrů; nikdy se nevyskytují rašeliníky. Velká diverzita měkkýšů.**

# Vegetační klasifikace rašelinišť

*Caricion davallianae*



*Calthion*



*Myosotis nemorosa*  
*Lychnis flos-cuculi*  
*Galium uliginosum*  
*Poa trivialis*  
*Holcus lanatus*  
*Festuca rubra*  
*Cirsium rivulare*  
*Caltha palustris*  
*Ranunculus acris*  
*Scirpus sylvaticus*  
*Anthoxanthum odoratum*  
*Lysimachia vulgaris*  
*Mentha arvensis*      **etc.**



# Vegetační klasifikace rašelinišť

*Stygio-Caricion limosae*

quaking brown-moss fens



Dg.: *Carex diandra*, *C. chordorrhiza*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *Menyanthes trifoliata*

*Calliergon giganteum*, *Calliergon trifarium*, *Cinclidium stygium*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Meesia triquetra*, *Scorpidium scorpioides*

Ne příliš vysoký obsah Ca, ale s vysokou hladinou podzemní vody a neutrálním pH to stačí na potlačení rašeliníků. Vysoký organický podíl, často stará rašelina, reliktní oblasti. Stabilně vysoká hladina vody, třasovisko.

# Vegetační klasifikace rašelinišť

## *Sphagno warnstorfiani-Tomentothyption* (rich fens)



**Dg.:** *Helodium blandowii*, *Paludella squarrosa*, *Sphagnum contortum*, *S. subnitens*, *S. teres*, *S. warnstorfii*, *Tomentothyption nitens*, *Carex dioica* (optimum)

Střední až relativně vysoký obsah Ca, nižší pH. Zvodnělá reliktní slatiniště s vysokým organickým podílem, ale i rašelinné louky s kolísavým vodním režimem. Vysoká druhová bohatost (potkávají se acidikolní a kalcikolní druhy, hlavně v mechovém patře).

# Vegetační klasifikace rašelinišť

## *Caricion fuscae* (moderately rich fens)

Dg.: *Agrostis canina*, *Carex canescens*, *C. echinata*, *Epilobium palustre*, *Ranunculus flammula*, *Sphagnum subsecundum*, *Viola palustris*



Rašelinné louky, mírně vápnité, s mírně kyselou reakcí. Mělká vrstva rašelina, vysoký minerální podíl. Dobrá přístupnost živin pro cévnaté rostliny. Dominují „hnědé“ mechy, rašeliničky pouze vtroušené nebo dominují druhy sekce *Subsecunda* a *S. teres*.

Arkto-alpínské typy (u nás nad hranicí lesa) bývají řazeny ke svazu *Drepanocladion exannulati*.



# Vegetační klasifikace rašelinišť

## *Sphagno (recurvi) - Caricion canescentis* (poor fens)



**Dg.:** *Calliergon stramineum*, *Juncus bulbosus*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum capillifolium*, *S. magellanicum*, *S. palustre*, *S. papillosum*, *S. flexuosum*, *S. fallax*, *S. denticulatum*

**Nejkyselější rašelinné louky, nevápnitá minerotrofní rašeliniště, lagg. Různě mocná vrstva rašeliny, různě vysoký minerální podíl. Dominují rašeliníky ze sekce *Cuspidata*. Druhově velmi chudé biotopy.**

**Někdy nazývána jako přechodová rašeliniště.**

# Vegetační klasifikace rašelinišť

## *Sphagnion medii* (bogs)

Dg.: *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Vaccinium uliginosum*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum capillifolium*, *S. fallax*, *S. magellanicum*, *S. palustre*, *S. papillosum*



© M. Chytrý



© P. Hájková

Vrchoviště, někdy s mírným minerotrofním vlivem. Nejhojnější vrchoviště ve střední Evropě. Zahrnuje i lesní typy (*Pino mugo-Sphagnetum*, *Eriophoro vaginati-Pinetum*).

# Vegetační klasifikace rašelinišť

## *Oxycocco-Empetrion hermaphrodit*

Dg.: *Sphagnum compactum*, *S. fuscum*, *S. rubellum*, *Empetrum hermafroditum*, *Rubus chamaemorus*, *Trichophorum caespitosum*, *Myrica anomala*

Ombrogenní až ombrosoligenní vrchoviště boreální až subarktické zóny, u nás v horách.



## *Oxycocco-Ericion tetralicis*

Subatlantský typ vrchovišť, u nás v Jizerských horách (*Sphagnum papillosum*, *S. tenellum*, *Trichophorum caespitosum*, *Erica tetralix*).



# Ekologie Rašelinišť



9.

**Rašeliniště a globální změny**

**Ohrožení rašelinišť**

# 1. Vrchoviště a globální změny

Řada vrchovišť byla přímo zničena odvodněním, těžbou rašeliny a někdy i následným zalesněním. Ta, co přežila, jsou ohrožována globálními změnami, jako jsou klimatické změny (klima již neumožňuje existenci aktivního vrchoviště) nebo méně triviálním vlivem atmosférické depozice dusíku. Na druhou stranu jsou vrchoviště sami o sobě důležitým článkem v globálním koloběhu uhlíku, který s vývojem klimatu souvisí. Současný výzkum na vrchovištích se proto hojně věnuje dvěma otázkám:

- **vliv atmosférické depozice dusíku na vrchoviště**
- **vliv procesů na vrchovištích na globální cyklus N a C**



# Rašeliniště a vyšší přísun N

Odpověď rašeliničků na zvýšený přísun N:

## růst a biomasa

- *Sphagnum warnstorffii* (Jauhinainen et al. 1998)

*Sphagnum fallax* v kompetici s *Pol. strictum* (Mitchell et al. 2002)

*Sphagnum fuscum* (Gunnarsson et Rydin 2000)

*Sphagnum rubellum* (Gunnarsson et Rydin 2000)

---

0 *Sphagnum angustifolium* (Jauhinainen et al. 1998)

*Sphagnum balticum* (van der Heiden 2000)

---

+ *Sphagnum papillosum* (van der Heiden 2000)

*Sphagnum fallax* ve společenstvu (Limpens et al. 2002)

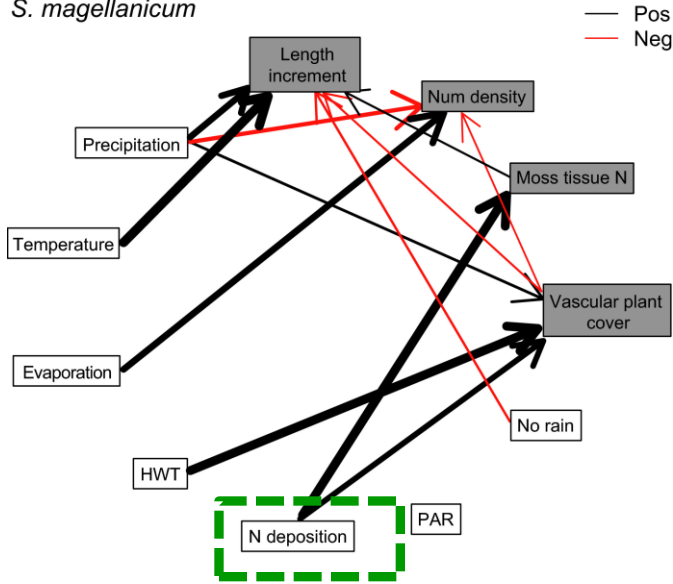
*Sphagnum fuscum* (Vitt et al. 2003)

# Bengtsson et al. 2020 J Ecol; globální škála, synchronizovaná měření

SEM

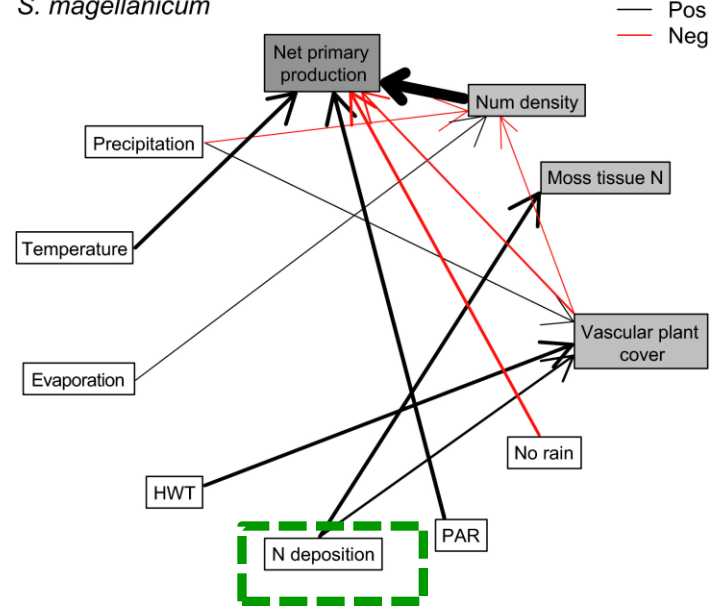
**Length increment**

*S. magellanicum*

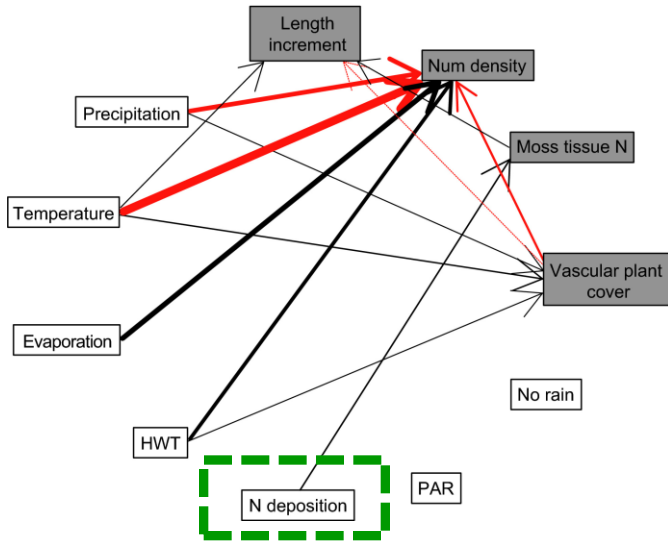


**Net primary production**

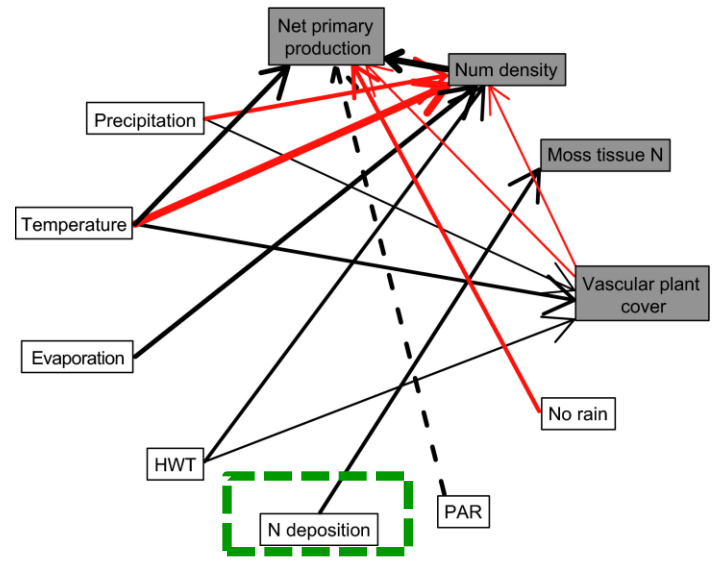
*S. magellanicum*



*S. fuscum*



*S. fuscum*

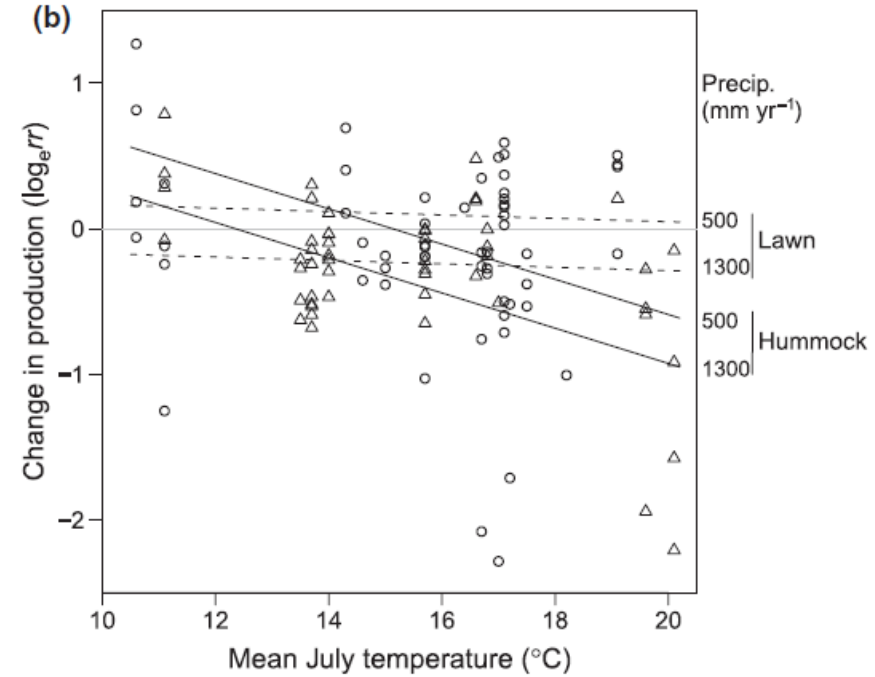
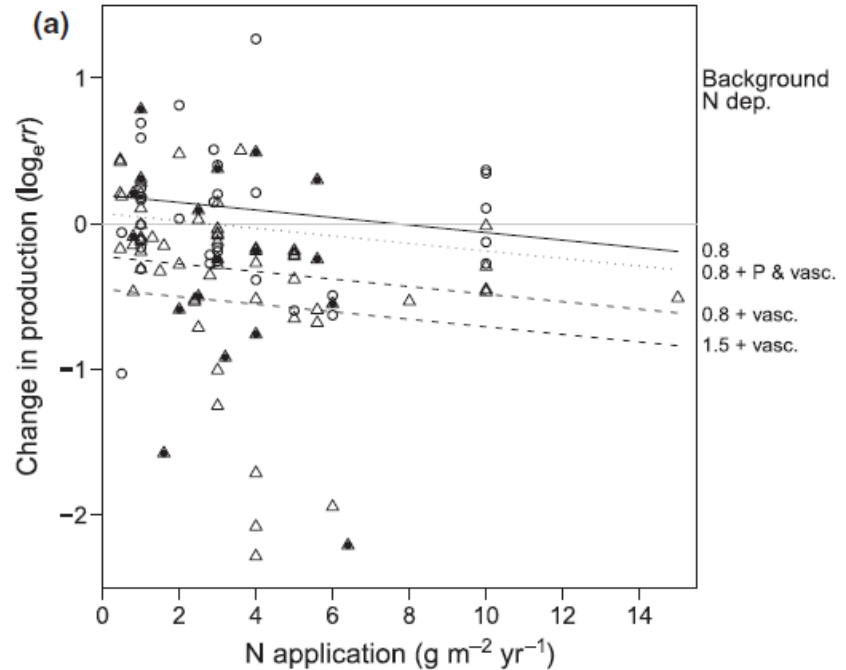


# Rašelinště a vyšší přísun N

Odpověď rašeliníků na zvýšený přísun N je tedy do značné míry druhově a regionálně specifická.

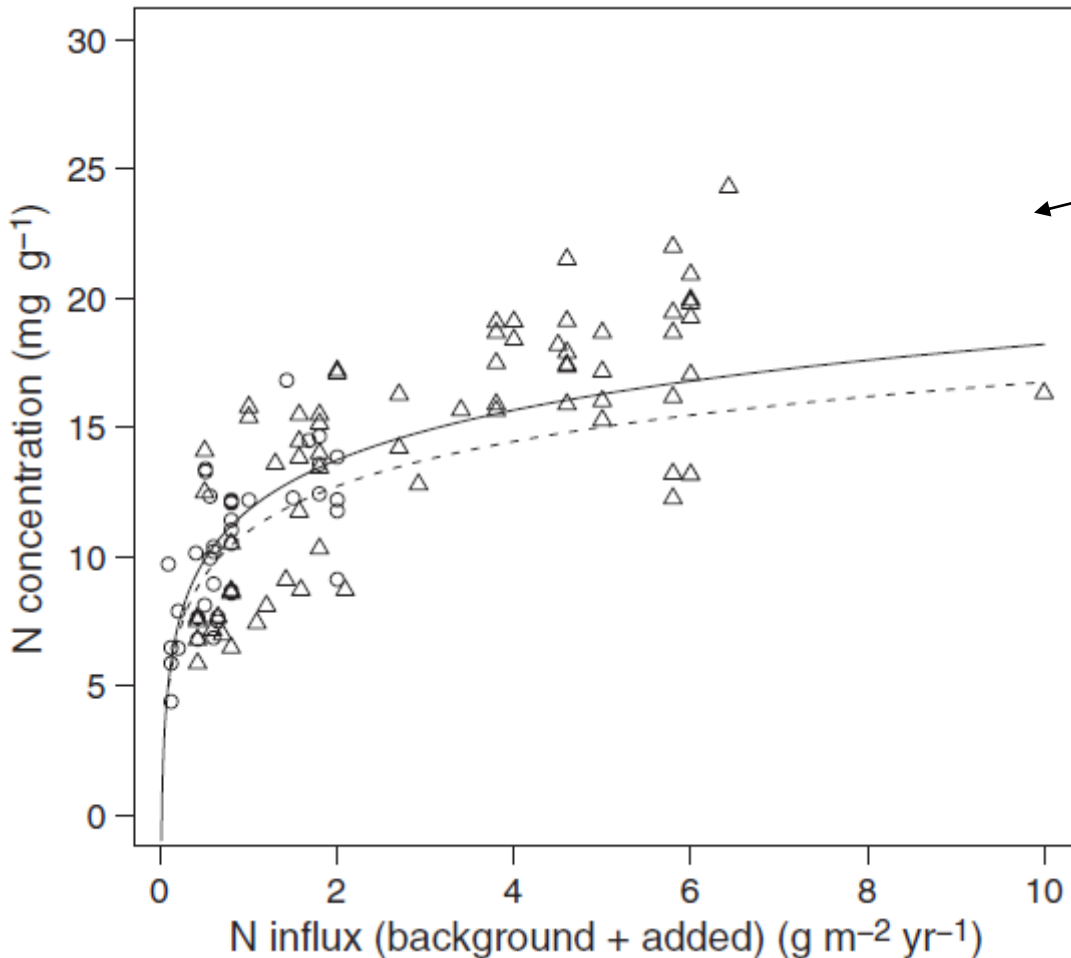
Limpens et al. (2011) dali dohromady tehdejší data z experimentů. Zjistili, že obecně:

- produktivita rašeliníků s rostoucím přísunem dusíku spíše klesá
- tento efekt je zvýrazněn při vyšších teplotách



# Rašeliniště a vyšší přísun N

Pokud se díváme na to, jak se mění rašeliniště jako **ekosystém**, pak nás zajímají obecně toky živin, jejich obsahy v biomase a poměry k jiným prvkům.



Při zvyšujícím se přísunu N už koncentrace N v biomase neroste (opět Limpens et al. 2011)



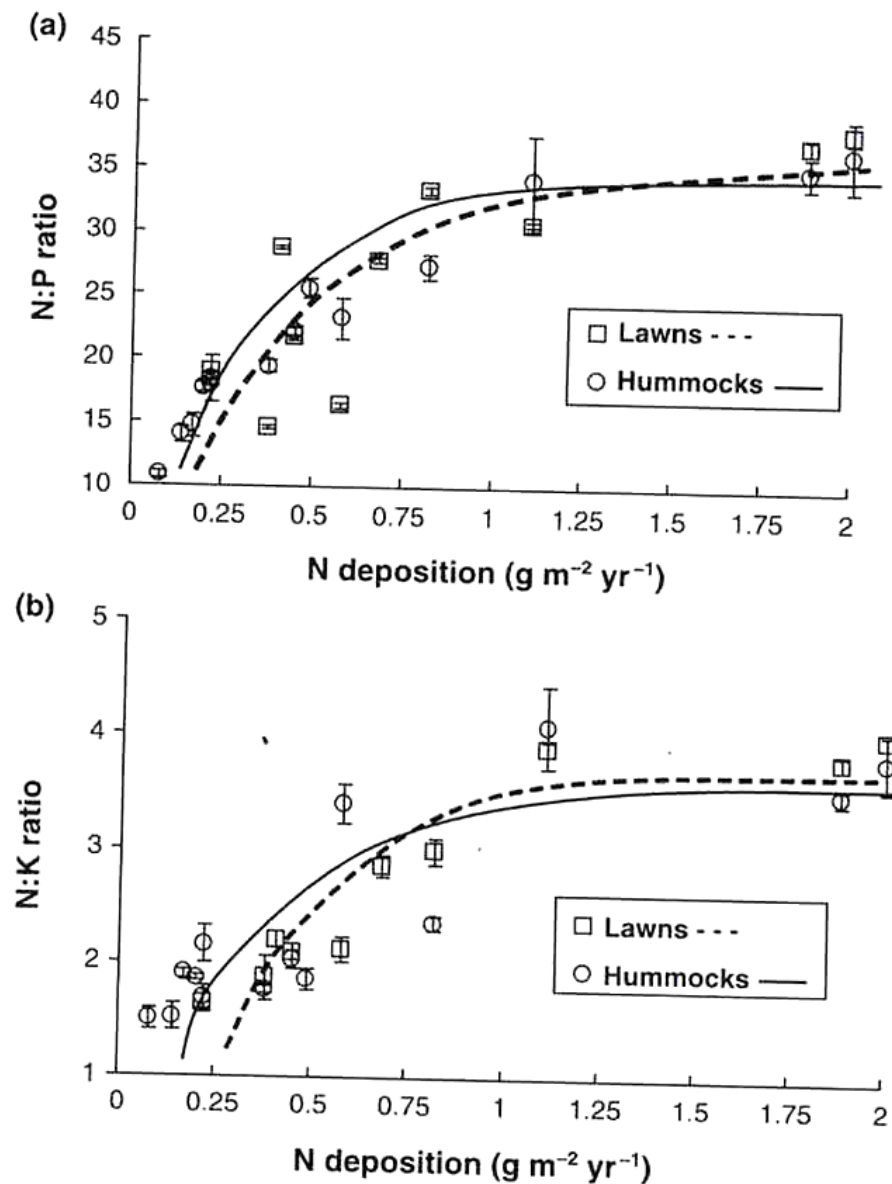


Fig. 2 Mean values ( $\pm 1$  SE) of (a) N: P and (b) N: K ratios in hummock and lawn *Sphagnum* plants at each mire in relation to atmospheric N deposition. Dashed and continuous lines represent the theoretical patterns based on regression model (see text for details).

## Rašeliniště a vyšší přísun N

Bragazza et al. (2004) zkoumali rozdíly na rašeliništích v Evropě zasažených různým stupněm depozice dusíku:

- Při přísunu N se srážkami rostou poměry N:P a N:K, a to až do úrovně depozice ca  $1 \text{ g N/m}^2/\text{rok}$ . Pak nastává saturace rašeliničků dusíkem, změna limitace dusíkem na limitaci P a K. Příjem N rašeliničkem se zastaví, nadbytečný N je využíván cévnatými rostlinami.

## Rašeliniště a vyšší přísun N

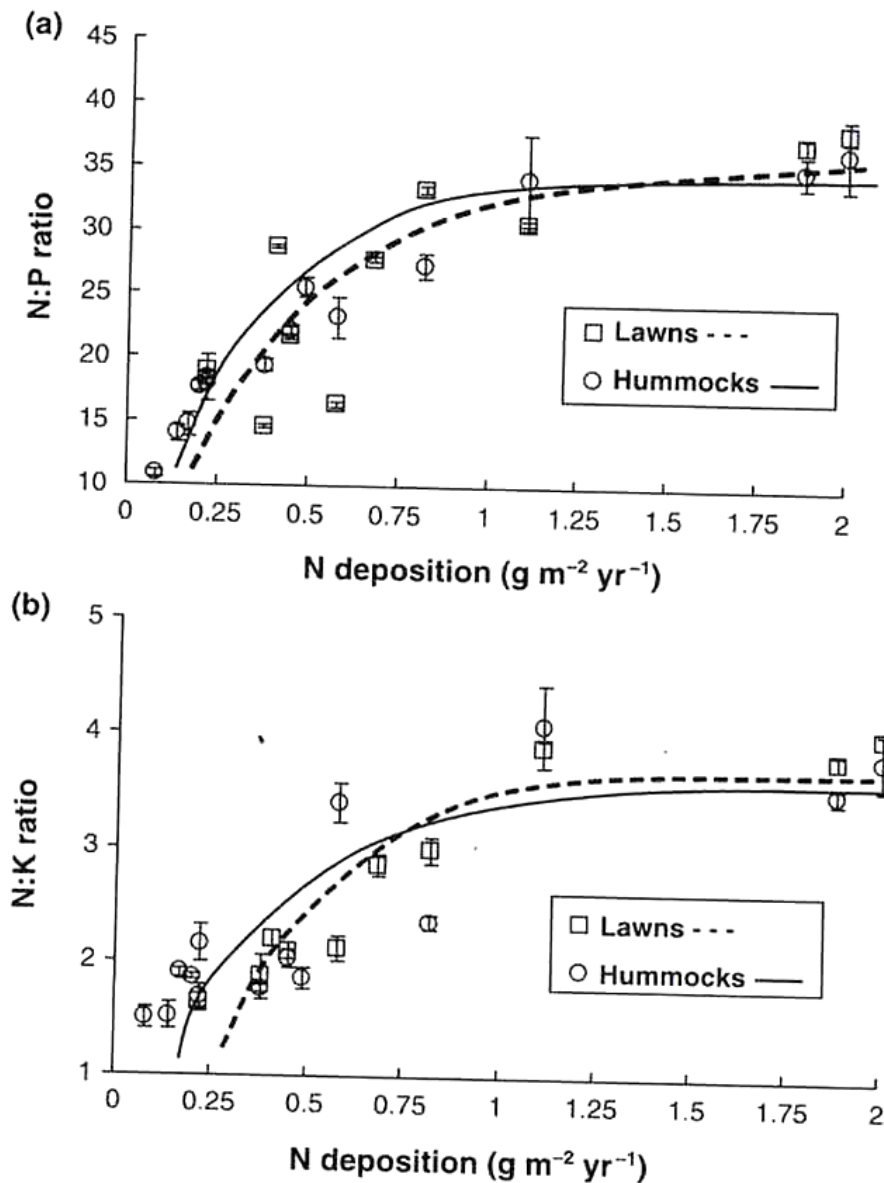
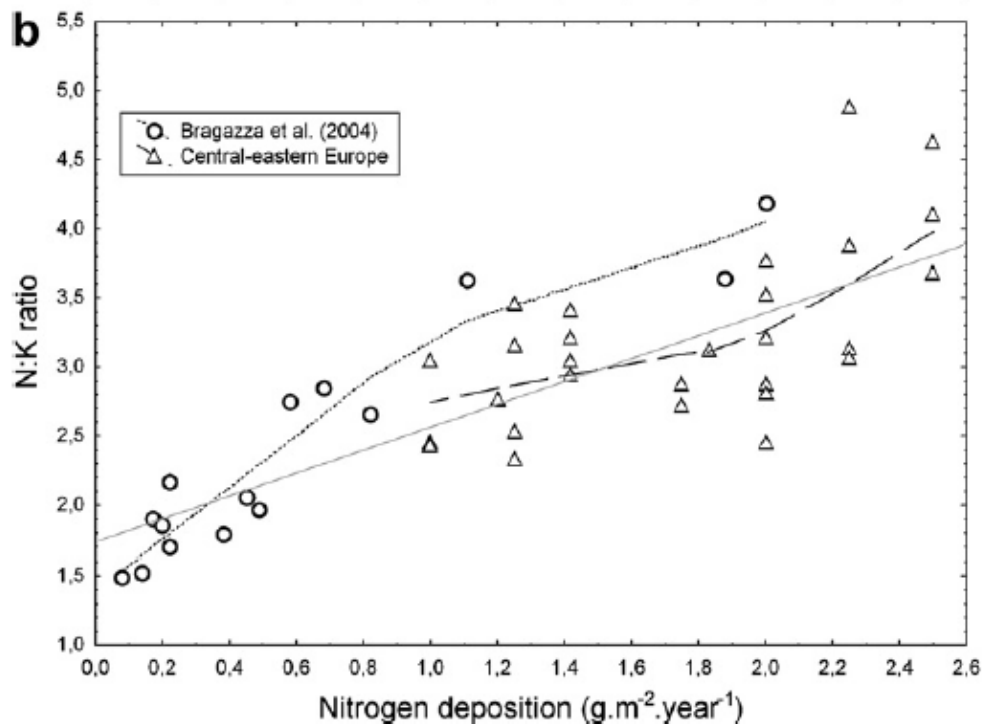
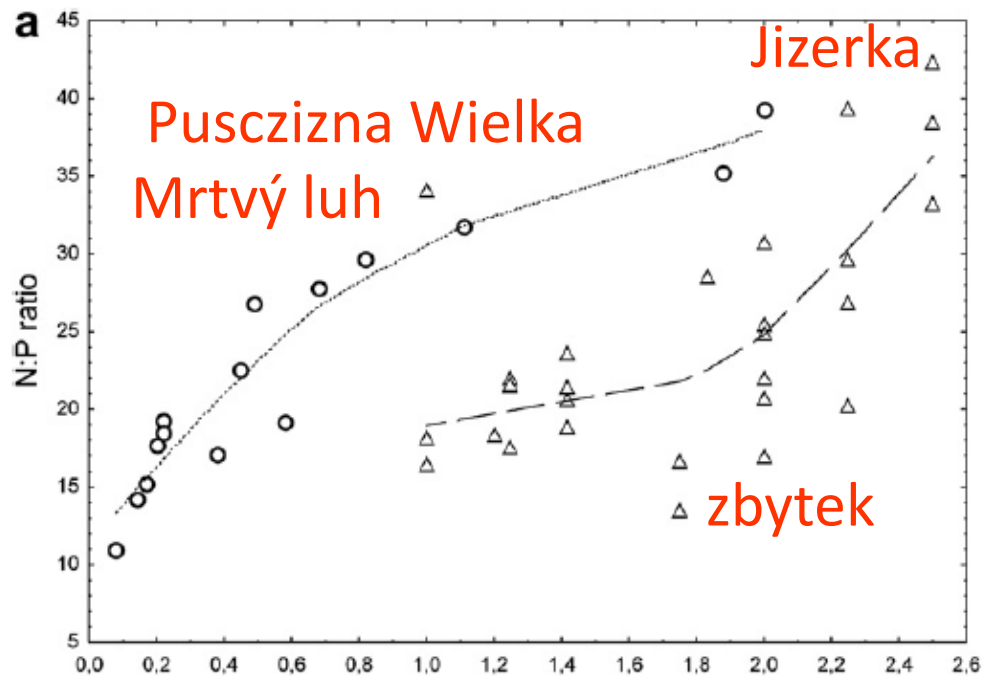


Fig. 2 Mean values ( $\pm 1$  SE) of (a) N: P and (b) N: K ratios in hummock and lawn *Sphagnum* plants at each mire in relation to atmospheric N deposition. Dashed and continuous lines represent the theoretical patterns based on regression model (see text for details).

- S rostoucí depozicí N klesá retence Ca + Mg v rašeliničích, po dosažení saturace roste koncentrace Ca a Mg - podpora cévnatých rostlin, zrychlení dekompozice

- Rovněž dochází ke zmenšení objemové hustoty lodyžek rašeliničů na bultech  $\rightarrow$  zhoršení transportu vody na bult  $\rightarrow$  **zánik povrchové struktury vrchovišť** (viz absenci vysokých bultů na vrchovištích Jizerských hor).





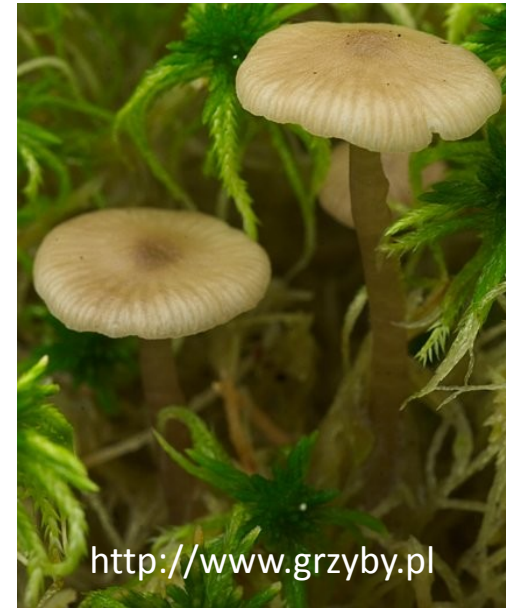
Data z práce Bragazza et al. 2004 doplnil Martin Jiroušek: přidal víc dat ze znečištěné střední Evropy.

Do obecného trendu spadly jen lokality, kde je málo fosforu – zároveň jsou tam, kde nebylo letecké vápnění.

Zvyšuje letecké vápnění přístupnost fosforu?

## Rašeliniště a vyšší přísun N

**Limpens et al. (2003)** v Holandsku zjistili, že při vysokém jednostranném přísunu N na rašeliniště (vysoký N:P poměr) jsou rašeliníky napadány parazitickou houbou *Lyophyllum palustre*, což má za následek invazi zelených řas na rašeliniště. V Jizerských horách podobně došlo k expanzi játrovky *Gymnocola inflata* na úkor rašeliníků.



<http://www.grzyby.pl>

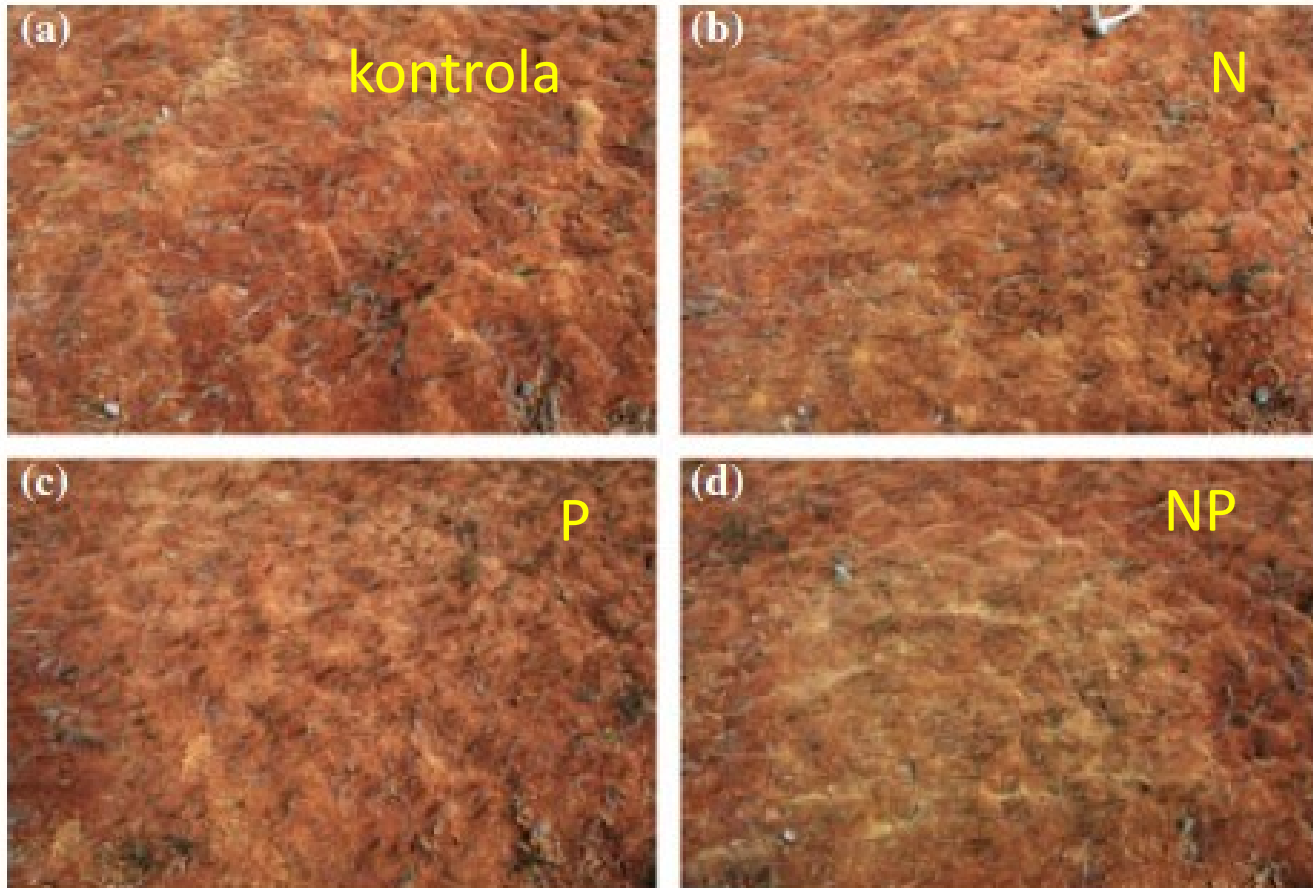
**Limpens et al. (2003)** rovněž zjistili, že depozice N způsobila po saturaci rašeliníků zvýšený obsah N ve vodě a invazi *Molinia caerulea* a *Betula pubescens* na vrchoviště.

**Bragazza et al. (2006, 2007, 2012)** ukázali, že zvýšené spady dusíku urychlují dekompozici, rašeliniště tedy již neukládá rašelinu a nesekvestruje uhlík.



## Rašeliniště a vyšší přísun N

Přímé fyziologické poškození: hnojení *S. magellanicum* dusíkem a fosforem na patagonských rašeliništích



# Rašeliniště a vyšší přísun N

## *S. magellanicum* v našich Sudetech

### rychlá dekompozice

(Jiroušek et al. 2014)

### pomalá dekompozice

(rozdíl za stejných podmínek,  
Jiroušek et al. 2014)

*S. fallax*

lépe využívá dusík (Hájek T. et Adamec 2008)

kompetice o přibývající dusík

*S. magellanicum*

ubývá v trvalých plochách  
(Hájková et al. 2011)

*S. rusowii*

v paleoprofilu recentně vystřídalo *S. magellanicum* (Dudová et al. 2013); lépe využívá živiny, snáší pokles hladiny vody

→ konec ukládání rašeliny a sekvestrace uhlíku, uvolnění živin, další vegetační změna a následná zpětná vazba

# Rašeliniště jako rezervoáry C

Rašeliniště, ač pokrývají pouze 3,8% nezaledněné souše, poutají stejné množství C jako je obsaženo v atmosféře.

**Odhady:** V kontinentální západní Kanadě vážou rašeliniště  $50 \cdot 10^{15}$  g C, z toho 50% se uložilo za posledních 4 000 let (Vitt 2000). Clymo et Haywood odhadují, že množství uhlíku vázaného v živém rašeliníku na světě je  $150 \cdot 10^{12}$  g C. Dalších 2-5% uhlíku je vázáno v minerální půdě pod rašeliništi.

Boreální rašeliniště vážou 2-3x více uhlíku než tropické lesy. Váží jej tolik, kolik bylo v atmosféře před industriální érou.

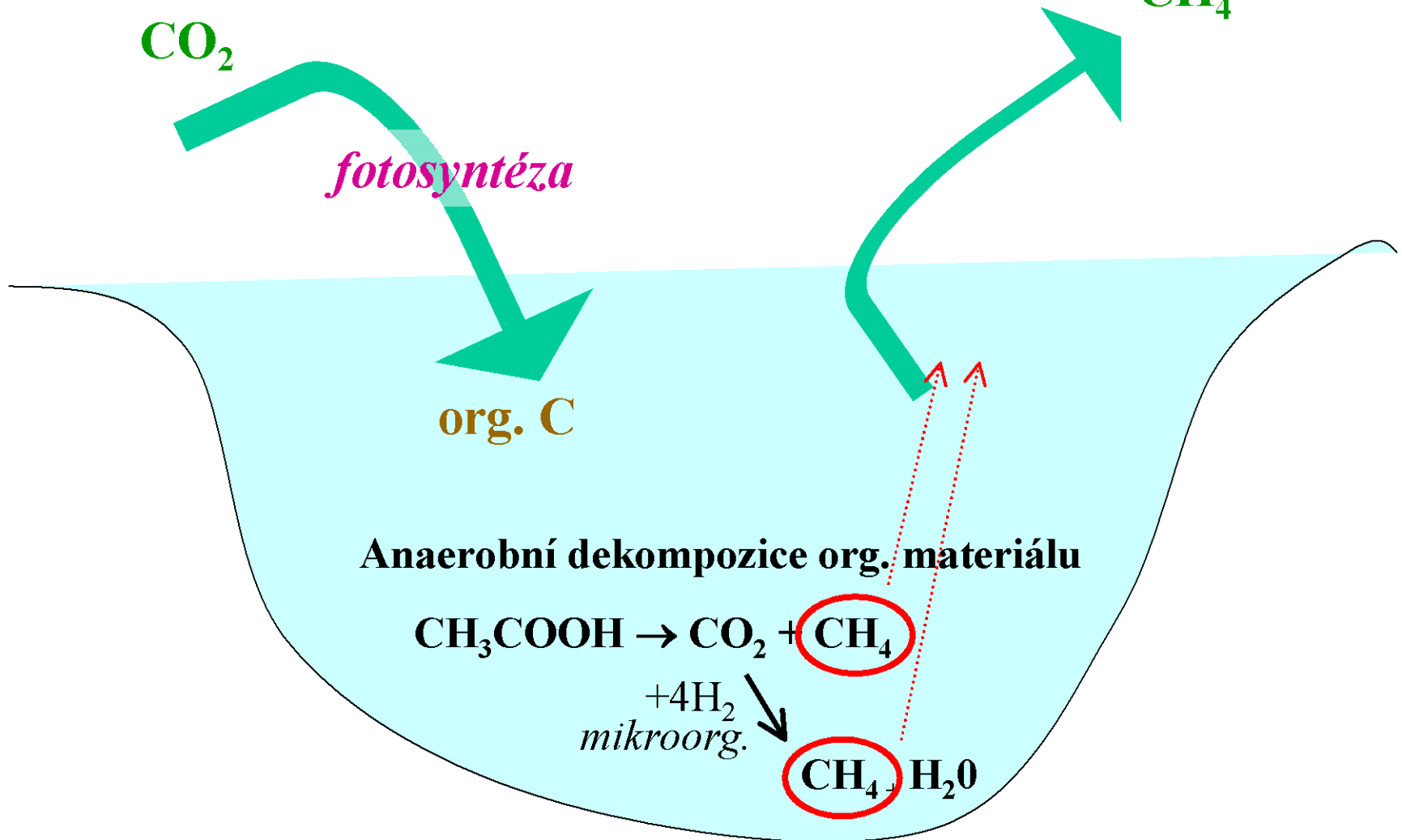
Rašeliniště jsou tak výraznými rezervoáry C. Kdyby došlo k jejich odvodnění a nebo ke zvýšené mineralizaci díky obohacení dusíkem a vázaný uhlík se uvolnil jako  $\text{CO}_2$  do atmosféry, zvýšil by se obsah tohoto plynu v atmosféře 2x. Rašeliniště by se změnila z „vazače“  $\text{CO}_2$  na jeho producenta.

To potvrzuje i výzkum Bragazza et al. 2006: vzorky rašeliníků z různě imisně zatížených oblastí byly naočkovány stejným mikrobiálním inokulem. Ty za zatížených vrchovišť (Čihadla) se rozkládaly rychleji.

# Rašeliniště jako rezervoáry C

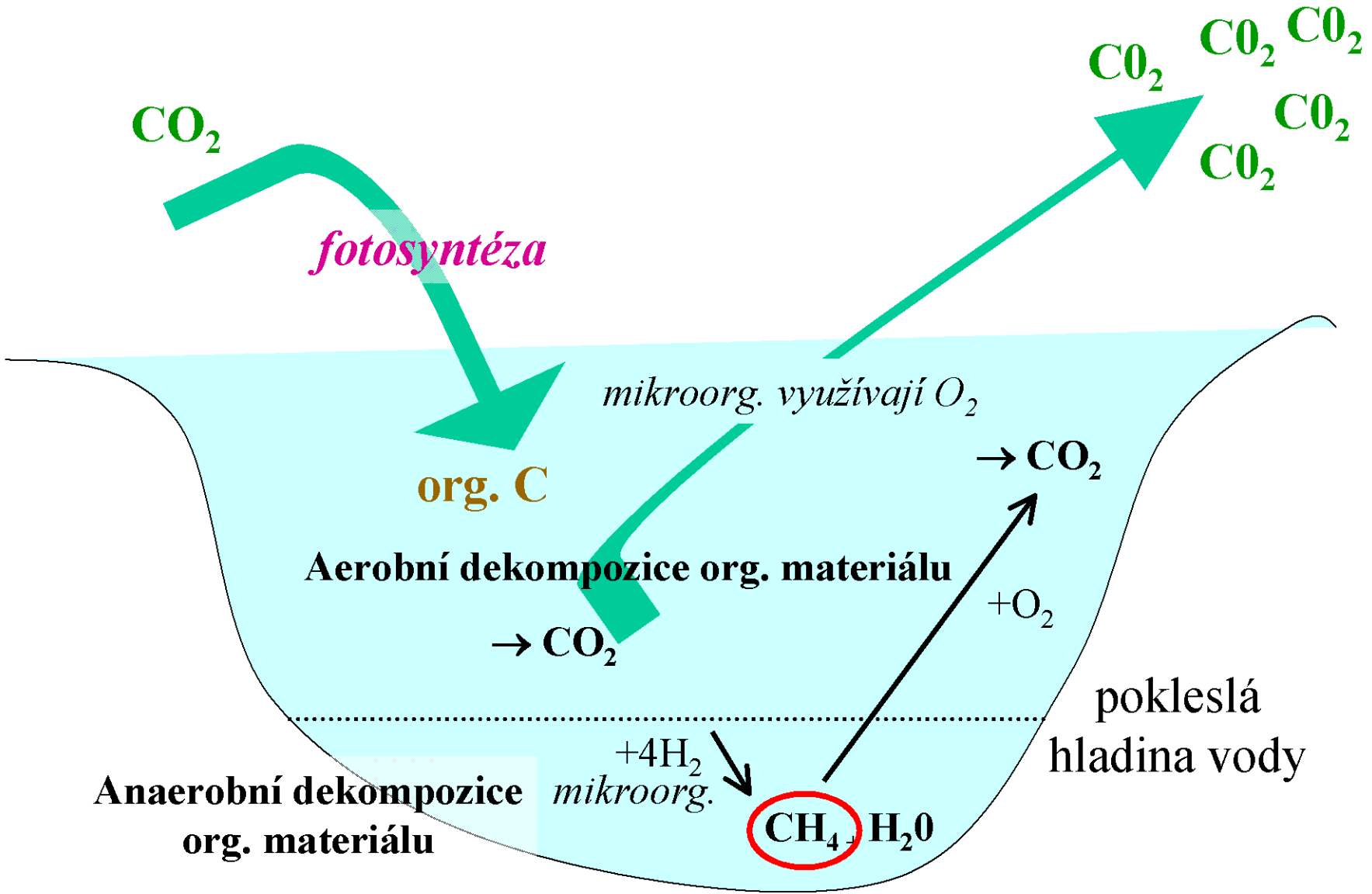
Živé, neodvodněné rašeliniště

Taky se jedná  
o skleníkový  
plyn  
**CH<sub>4</sub>**



# Rašeliniště jako rezervoáry C

## Odvodněné rašeliniště



## Mění se emise metanu s oteplováním a při obnově? Nezpůsobí obnova rašelinišť nárůst emisí metanu?

- Některé studie zaznamenaly snížení emisí methanu při oteplování, to ale může být způsobeno vysušením (tedy zvýšení koncentrace C2 a úbytek biodiverzity – vytloukání klínu klínem)
- Opětovné obnovné zavodnění rašelinišť nevedlo ke zvýšení emisí methanu (Agethen et al. 2018)! Snižuje se dekompozice celkově, a vegetace vedla aerenchymem kyslík do svrchních vrstev rašeliny, a zabránila anaerobní dekompozici. Po určitém čase od obnovy stabilně poklesnou i emise CO<sub>2</sub> (Gallego-Sala et al. 2018; Laine et al. 2019). Nejlepší výsledky ohledně emisí CO<sub>2</sub> má obnova odvodněných rašelinišť na lesnické půdě.

# Rašeliniště jako rezervoáry C

Zpětná vazba: Co udělá zvýšený obsah  $\text{CO}_2$  v atmosféře s rašeliništi?

**A.** Předpokládejme, že **hladina vody** by zůstala **konstantně vysoká**;  $\text{CO}_2$  vzniklý odvodněním rašelinišť ovlivňuje dosud zachovalé rašeliniště:

Zvýšení  $\text{CO}_2$  a s tím ruku v ruce i teploty vede k intenzivnější fotosyntéze a tím i ke zvýšené produkci → hromadí se více organického materiálu → více anaerobní dekompozice → více  $\text{CH}_4$  (skleníkový plyn).

**B.** Předpokládejme **sníženou hladinu vody** kvůli oteplení atmosféry:

emise  $\text{CH}_4$  klesají, ale rostou emise  $\text{CO}_2$



# Rašeliniště jako rezervoáry C

Zpětná vazba 2: Co udělá zvýšený obsah CO<sub>2</sub> v atmosféře s restaurovanými rašeliništi.

Mitchell et al. (2002) ukázali, že zvýšený obsah CO<sub>2</sub> v atmosféře umožní rychlejší kolonizaci vytěžených vrchovišť rašeliníkem *Sphagnum fallax* na úkor ostatních kolonizujících druhů (*Polytrichum strictum*). Rychleji se tak obnoví původní vrchoviště se svým vodním režimem a rychleji může začít docházet k poutání vzdušného CO<sub>2</sub>.





# Rašeliniště jako rezervoáry C

## Jaký bude vliv ostatních prvků s globálně změněným cyklem (N, S)?

**NO<sub>x</sub>** - jsou absorbovány rašeliníkem, vyšší obsah N (menší poměr C:N) v odumřelých pletivech způsobuje rychlejší dekompozici → uvolňuje se víc CO<sub>2</sub> do vzduchu (O'Neill 2000). Na dříve vytěžených rašeliništích potlačí depozice dusíku přirozeného kolonizátora *Sphagnum fallax* a převládne *Polytrichum strictum* → nedochází k obnově živého rašeliniště (Mitchell et al. 2002) → klesá naděje na snížení CO<sub>2</sub> v atmosféře díky renaturalizaci vrchovišť.

**SO<sub>x</sub>** - způsobí zvýšení acidity, ale mohou způsobit i přímé zničení rašeliníků (snížení jejich pokrývnosti a biomasy) → rozklad odumřelých rašeliníků → uvolňuje se víc CO<sub>2</sub> do vzduchu

# Vrchoviště a vápnění

V ČR přistupuje k problémům depozice dusíku a klimatických změn ještě jeden unikátní fenomén – **letecké vápnění**.

Na přelomu 80.-90. let byla velká část sudetských pohoří letecky vápněna za účelem úpravy pH lesní půdy a snazší obnovy lesů poškozených imisemi. Nad rašeliništi bylo vápnění zakázáno, přesto byla řada z nich zasažena, zejména v Jeseníkách. Není k tomu však dokumentace.

## Vápnění patrně:

- poškodilo kalcifobní rašeliničky
- trvale zvýšilo koncentraci vápníku a změnilo tak společenstva mikroorganismů (Jiroušek et al. 2013)
- svým složením (apatit z dolomitu) a podporou dekompozice zvýšilo přístupnost fosforu (Jiroušek et al. 2013)

Protože ale letecké vápnění nad jesenickými rašeliništi nebylo zdokumentováno, chyběl dlouho důkaz, že zvýšené koncentrace vápníku na některých jesenických rašeliništích jsou opravdu kvůli vápnění: co když se jedná o vliv minerotrofního syčení a obohacení vápníkem a fosforem z podloží?

Pouličková et al. (2013) využili k odpovědi na tuto otázku velkou indikační schopnost rozsivek. Odpověď se vydali hledat do mechových herbářů. V herbáři jsou uloženy **položky mechů** z často navštěvovaných lokalit z celého 20. století, a s nimi jsou sebrána i celá **společenstva rozsivek**.

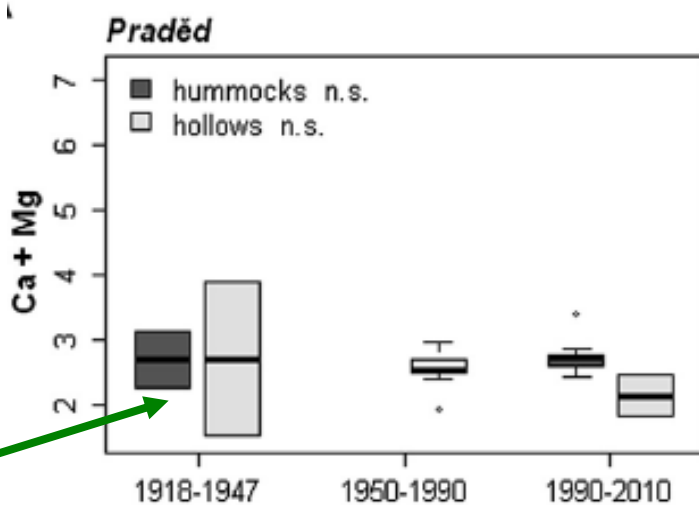


Tracing decadal environmental change in ombrotrophic bogs using diatoms from herbarium collections and transfer functions

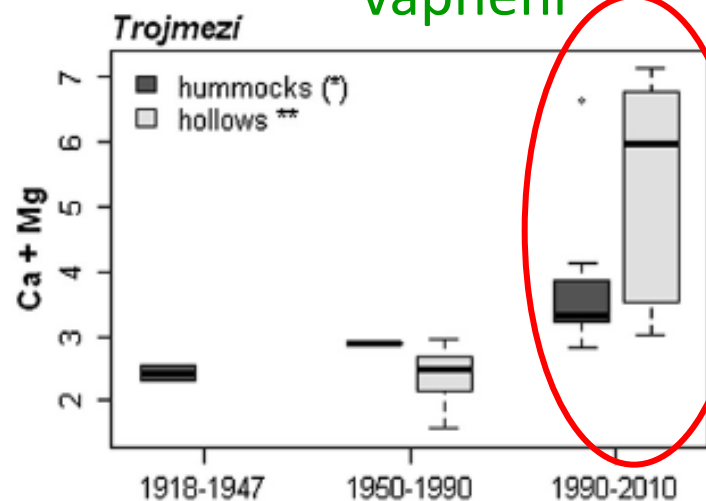
Aloisie Pouličková<sup>a,\*</sup>, Petra Hájková<sup>b,c</sup>, Kateřina Kintrová<sup>b</sup>, Romana Baťková<sup>a</sup>,  
Markéta Czudková<sup>a</sup>, Michal Hájek<sup>b,c</sup>

Aby však nesledovali jen změnu preferencí sběratelů, museli druhy mechů omezit na **ombrotrofní druhy** a rozdělit na bultové a šlenkové podle **recentních dat o jejich ekologii**. Pak spočítali na recentních rozsivkách tzv. přenosovou funkci (*transfer function*) a s její pomocí rekonstruovali změny koncentrace vápníku v čase.

stav zjevně po vápnění



pastva?  
(rekonstruován i  
zvýšený P)



**Závěr:** Na jesenických vrchovištích nejsou současné zvýšené koncentrace vápníku dány podložím, ale pocházejí ze začátku 90.let, kdy se v oblasti vápnilo

## 2. Dramatické mizení biodiverzity minerálně bohatých slatinišť



# Přímé ničení

## Odvodnění



## Eutrofizace

změna na mokřadní  
louku nebo rákosinu



## Zánik slatinných luk při nekosení

*Je pochopitelně rychlejší po (i mírném)  
odvodnění, „zlučnění“ nebo tam, kde  
hladina vody poklesá přirozeně (flyš)  
nebo kde se uplatňuje rákos či  
bezkoleneč*



# Následný efekt fragmentace stanovišť

- Zánik celých lokalit vede ke ztrátě kontaktu s ostatními populacemi slatiništních specialistů v krajině (genetická eroze, nemožnost rekolonizace)
- Zmenšování jednotlivých lokalit vede ke snížení početnosti populací a tedy zvýšení rizika extinkce; **těž vede k větší eutrofizaci**
- Krátkověké organismy mizí brzy, dlouhověké (klonální rostliny) *de facto* čekají na vyhynutí (***extinction debt***).

Biodivers Conserv (2013) 22:405–424  
DOI 10.1007/s10531-012-0420-1

---

ORIGINAL PAPER

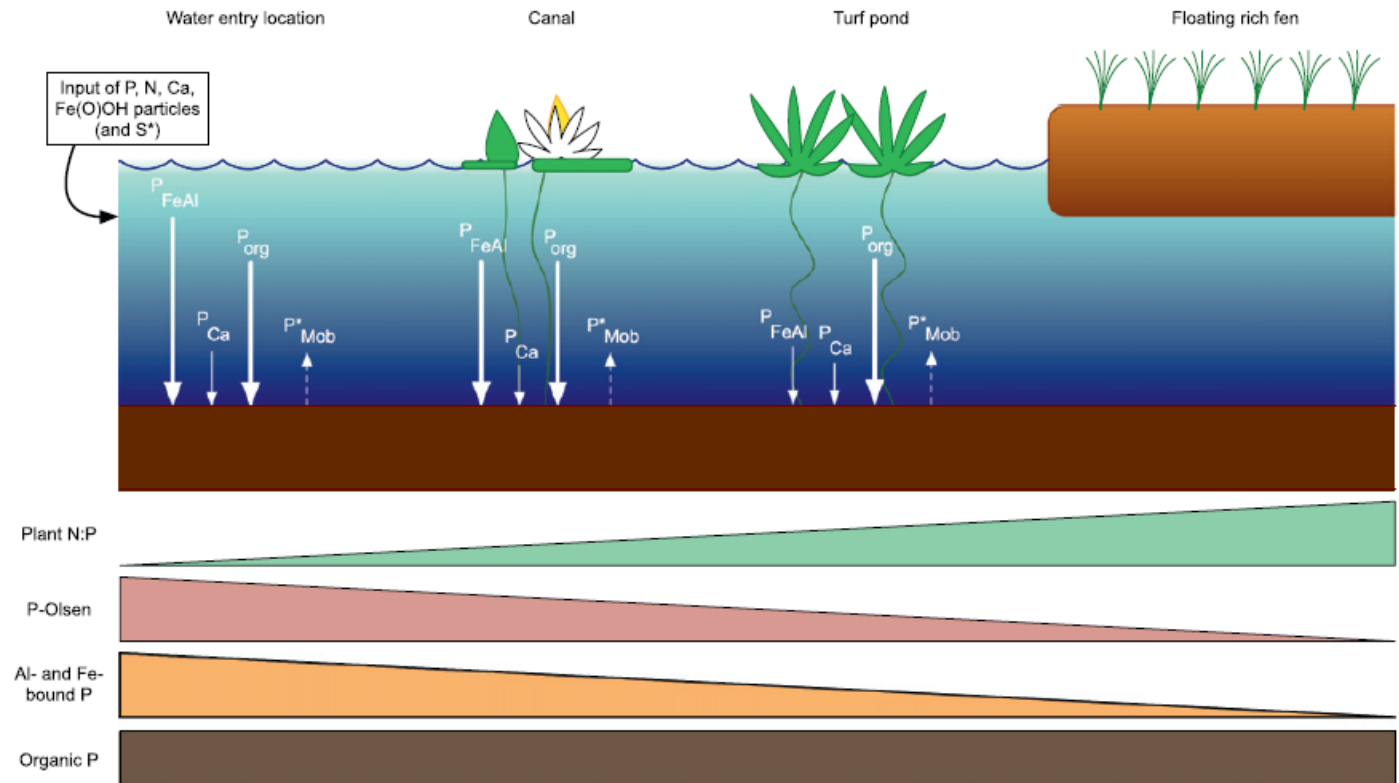
Soomer et al. (2013) ukázali negativní vliv izolovanosti a zvyšování okraje slatinišť na *Carex lasiocarpa* a *Pedicularis palustris*

**The effect of habitat fragmentation and abiotic factors on fen plant occurrence**

Hester Soomers • Derek Karssenbergh • Jos T. A. Verhoeven • Pita A. Verweij • Martin J. Wassen

## Proč jsou zmenšené slatiny náchylnější k eutrofizaci?

Cusell et al. (2013) ukázali, že periferie slatinišť v zemědělské krajině filtruje fosfor z okolí (vznikají zde nerozpustné sloučeniny s Fe a rovněž se zde sekvestrují živiny biologickými procesy) a sama se proto mění na produktivní mokřadní vegetaci. Nízkoproduktivní slatiniště pak má šanci přežít jen ve střední části, za dostatečně velkou periferií.





# Eutrofizace slatinišť

## Zdroje:

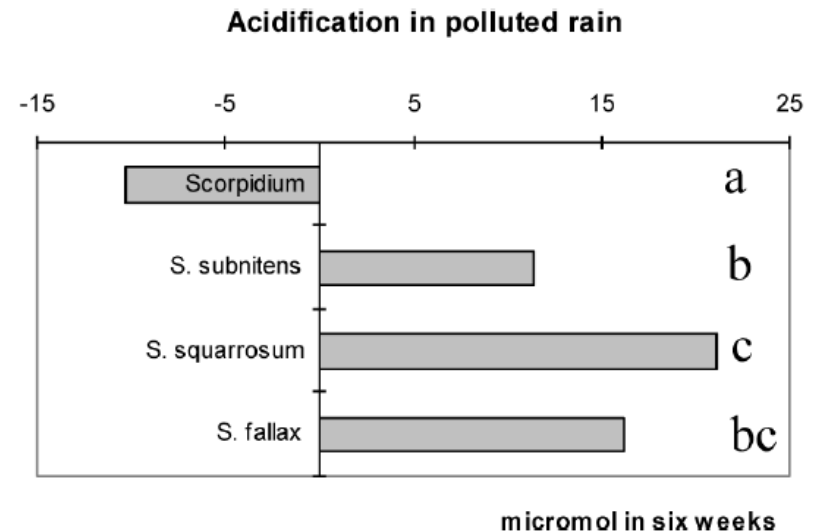
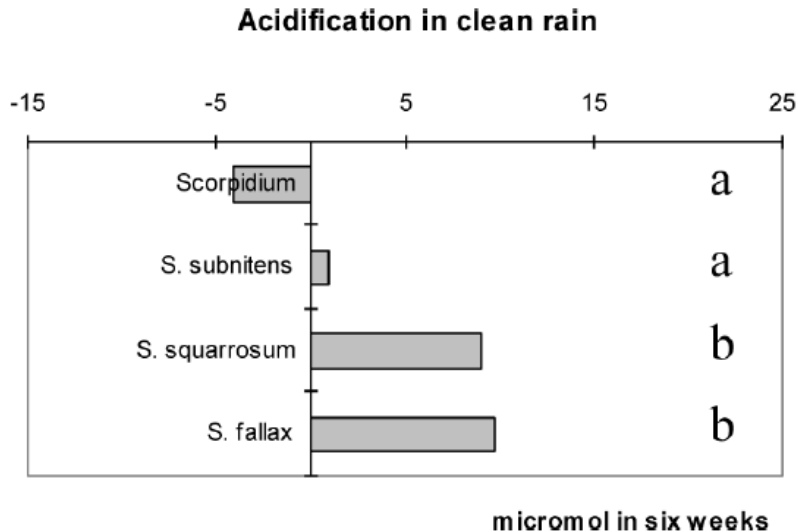
- atmosférická depozice dusíku (menší význam než na vrchovištích)
- splachy z okolí povrchovou vodou
- zanášení kapek tekutých hnojiv (kejda)
- živinami obohacená prameništění voda (například ta, do které se živiny z acidifikované půdy imisních holin).

## Projevy:

- zvýšení produktivity a biomasy, snížení druhové bohatosti
- zvýšení podílu lučních a rákosinových druhů na úkor slatinných
- expanze C-stratégů, a to jak v bylinném, tak i v mechovém patře (*Calliergonella cuspidata*, kompetitivně zdatné rašeliníky)

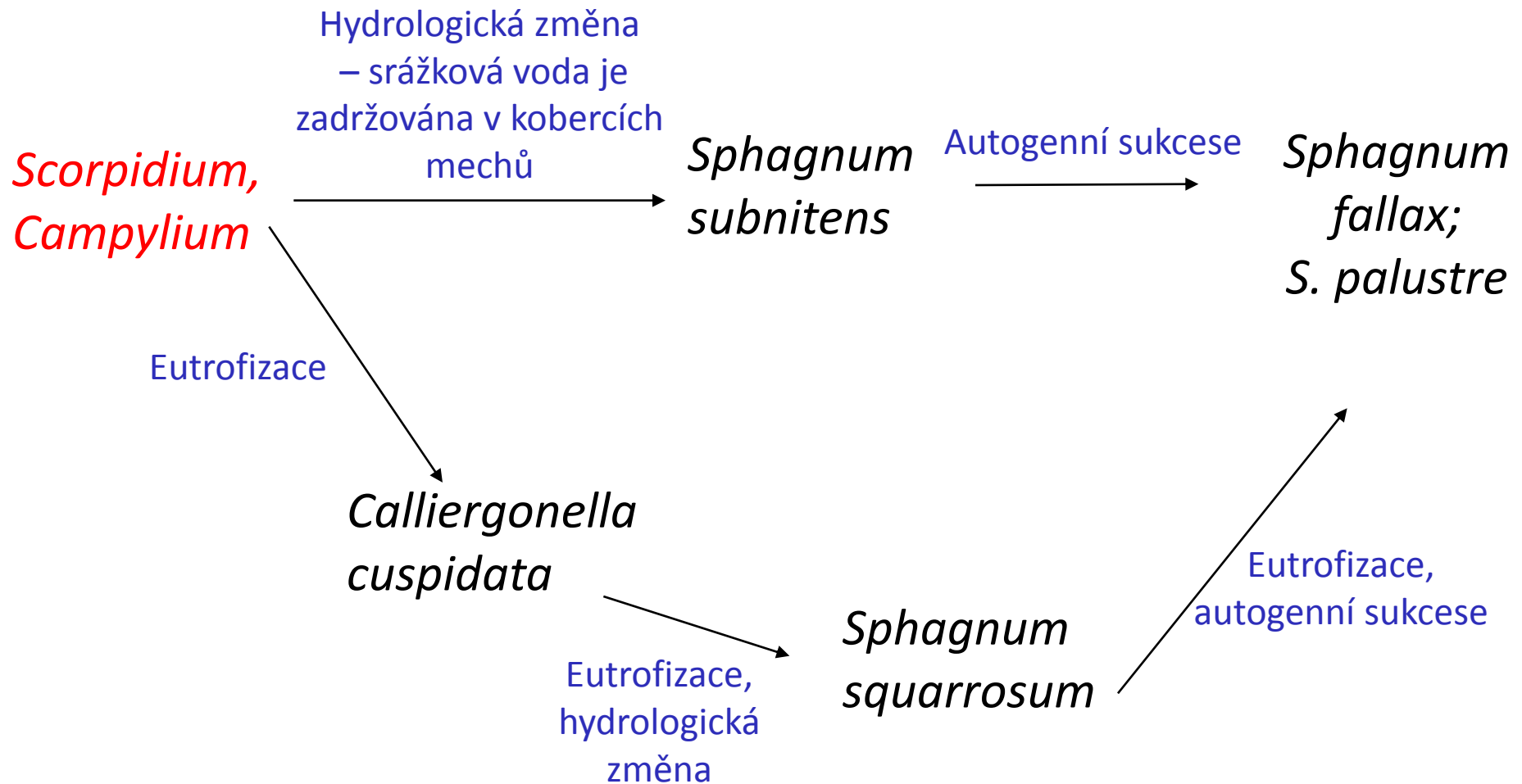
# Eutrofizace slatinišť

Holandští autoři ukázali, že zvýšený přísun živin vede k rychlejší acidifikaci a tedy k velmi akcelerované sukcesi od vápnatých slatinišť po přechodová rašeliniště; druhy vápnatých slatinišť pak z krajiny rychle mizí.



# Eutrofizace slatinišť

Jak se sukcesně mění holandské slatiny (Kooijman 2012)?



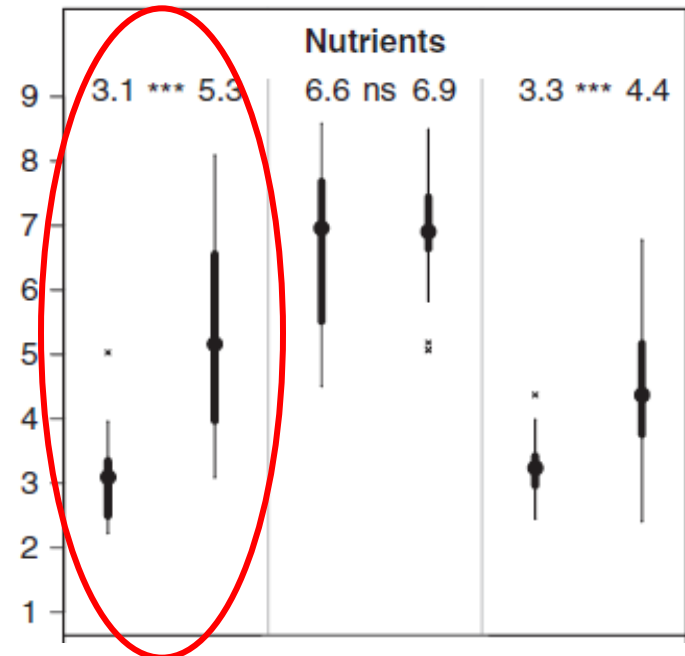
# Eutrofizace slatinišť

Podobný zánik vápnatých slatin i na neodvodněných lokalitách byl pozorován i v dalších zemědělských krajinách, například v rakouské části Českého masívu nebo v severním Německu



*Scorpidium scorpioides*

## Ostřicovomechové slatiny



# Eutrofizace slatinišť

... Nebo ve Švýcarsku. Bergamini et al. (2009) znovu navštívili po 10 letech soustavu slatinišť, které byly chráněny a neudála se na nich žádná viditelná změna typu odvodnění.

Průkazně ubylo specialistů a přibylo druhů náročných na živiny

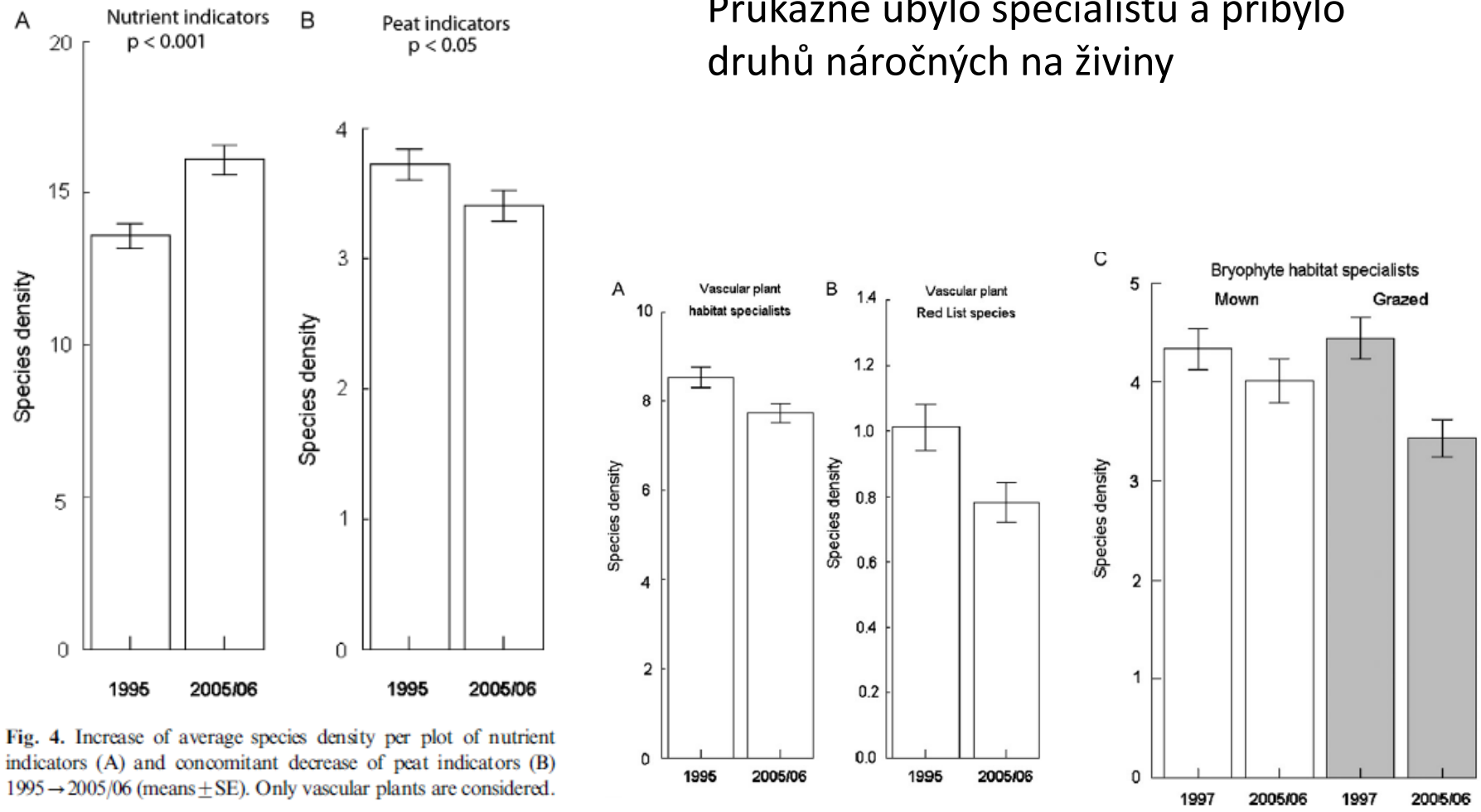
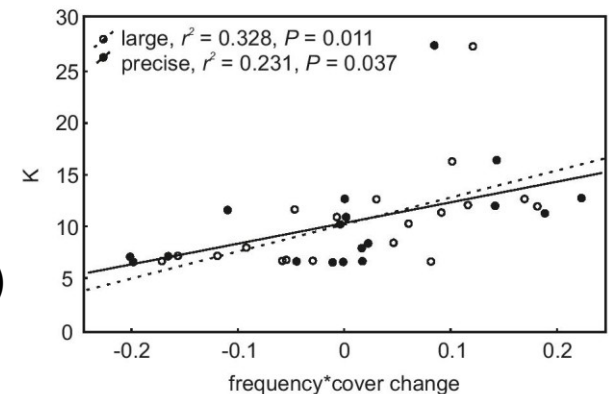
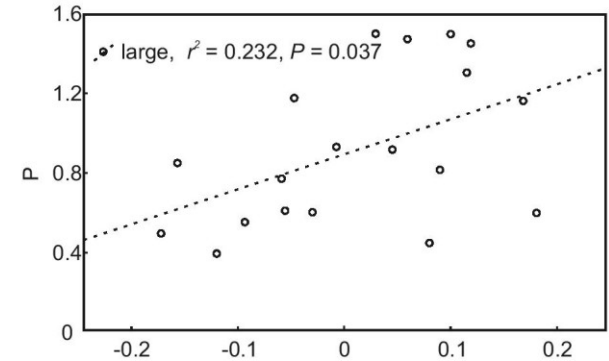
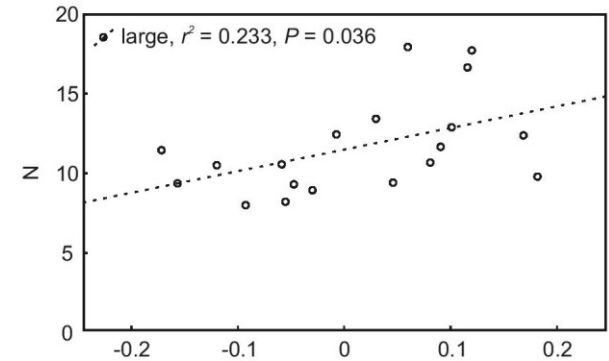
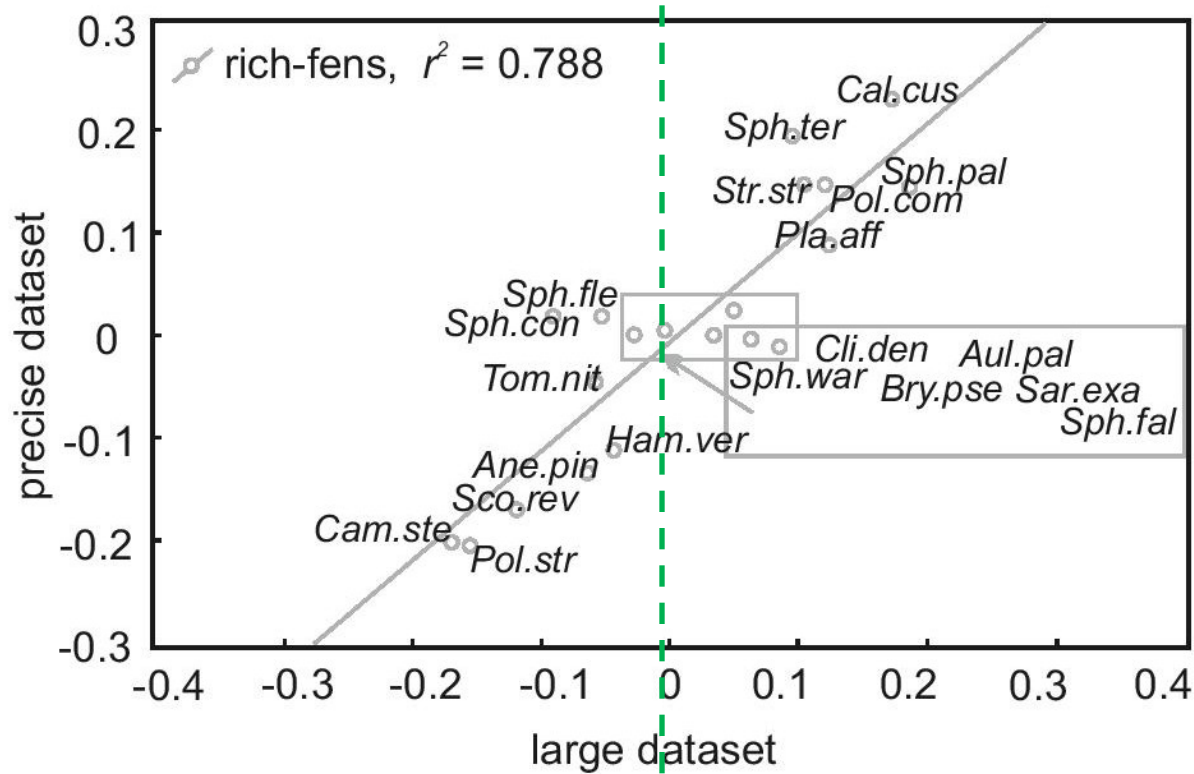


Fig. 4. Increase of average species density per plot of nutrient indicators (A) and concomitant decrease of peat indicators (B) 1995 → 2005/06 (means ± SE). Only vascular plants are considered.

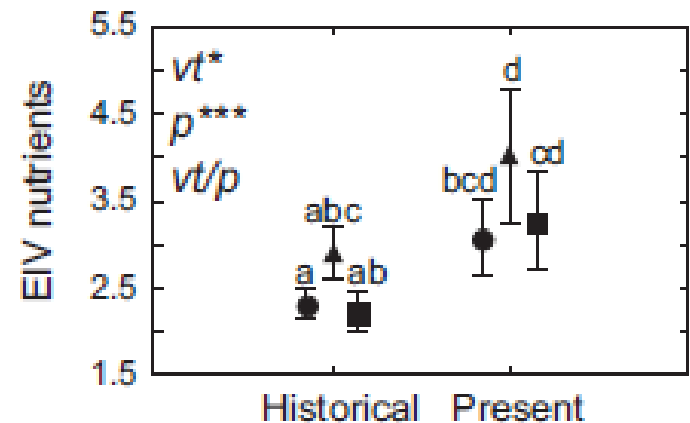
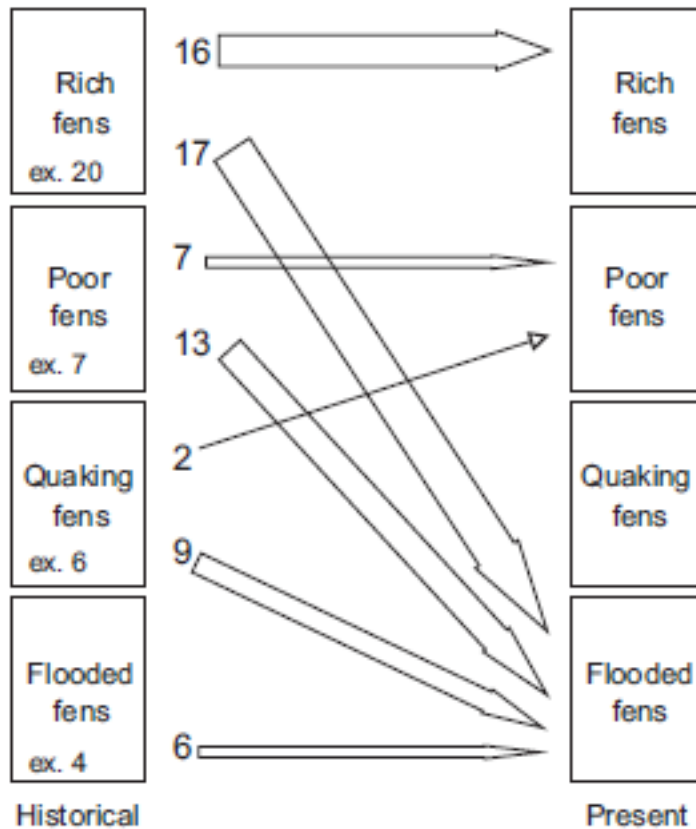
# Zastoupení mechů ve fytoocenologických snímcích z Třeboňska a Vysočiny; srovnání časů K. Rybníčka a začátku 21. století.

Jde o zachovalá, chráněná rašeliniště!



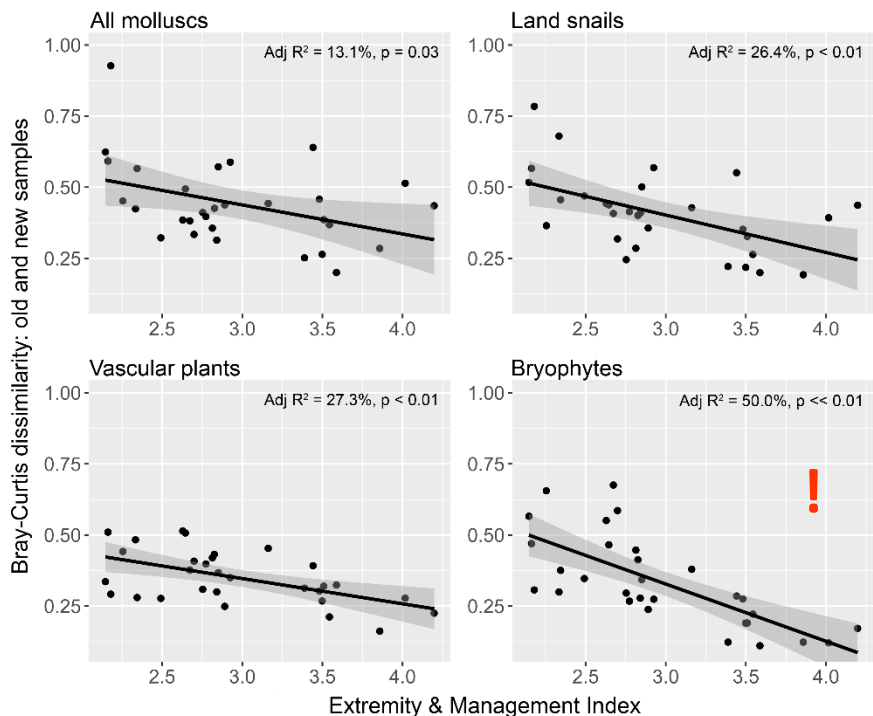
Míra dynamiky druhu (jak moc přibyl nebo ubyl) korelovala s průměrnou koncentrací živin v jeho biomase v Českém masivu: druhy, které obecně mají víc K a P v biomase, expandují víc.

Na **Třeboňsku** byl rovněž zaznamenán zánik vápnatých slatinišť, nárůst druhů náročných na živiny ve všech typech rašelinišť, a konvergence k jednomu typu „přeplovovaných rašelinišť“ ve výtopě rybníků.

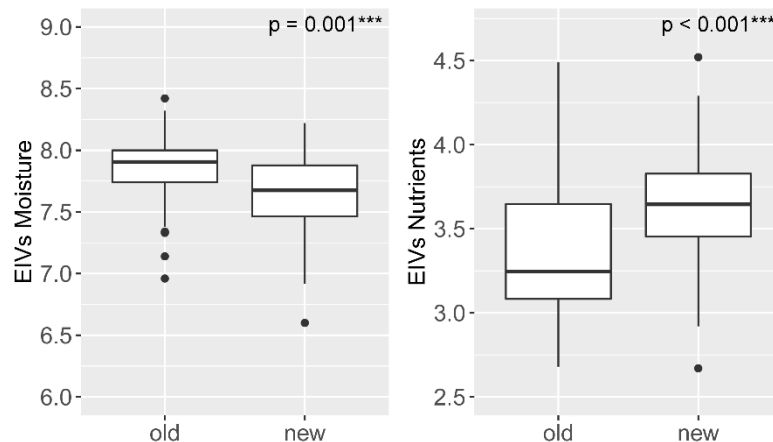


# Srovnání druhového složení vápničných slatinišť po 15 letech v Západních Karpatech

Závislost míry změny na extrémnosti prostředí (pěnovců, nedostatek živin, zvodnění) a intenzity seče.



Srážek nebylo, ale otepluje se, roste depozice dusíku a velká část lokalit se neseče; rostou EIV pro živiny, klesají EIV pro vlhkost



**Co tedy podporuje stabilitu vápničných slatinišť při globální změně?**



stabilita

*ostřicovo-mechová vegetace specialisté*

Extremita

**CaCO<sub>3</sub>**  
**Vysoká hladina vody**  
**Živinná limitace**  
**Management\***

\*může nahradit stanovištní extremitu, když je narušena



sukcese

*trávy, vysoké byliny, keře*



# Eutrofizace slatinišť

Podobné změny se dějí dokonce i na skandinávských slatiništích

Juutinen 2011, Finsko

**Úbytek (statisticky signifikantní):** *Bryum weigeli*, *Philonotis fontana*, *Paludella squarrosa*, *Helodium blandowii*, *Riccardia multifida*, *Campylium stellatum*, *Dicranum bonjeanii*, *Sphagnum subsecundum*, *S. teres*, *S. warnstorffii*

**Nárůst:** *S. squarrosus*, *S. girgensohnii*, *Marchantia polymorpha*, *Calliergon cordifolium*

Table 2. The number of increased and decreased occupancy in species of different bryophyte groups.

	Positive changes	Negative changes	Total
Spring bryophytes	8	10	18
Spring – rich fen bryophytes	0	14	14
Other bryophytes	12	7	19
Total	20	31	51

# Eutrofizace slatinišť

## Podobné změny se dějí dokonce i na skandinávských slatiništích

Švédsko, například Kapfer et al. (2011)

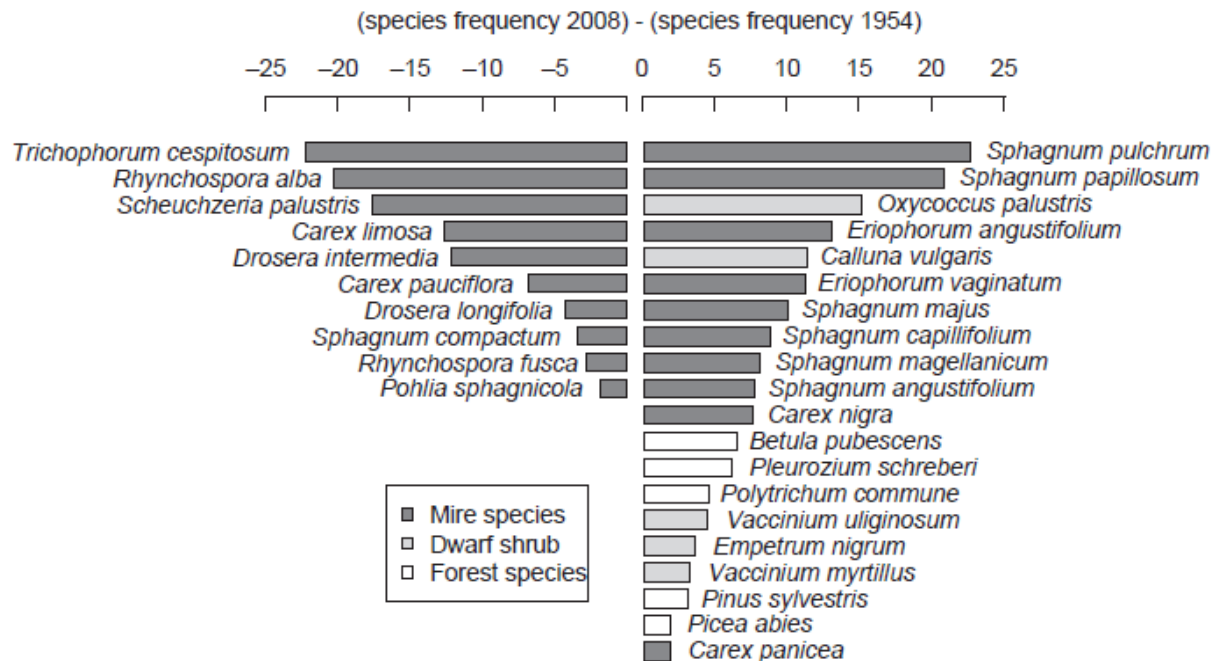
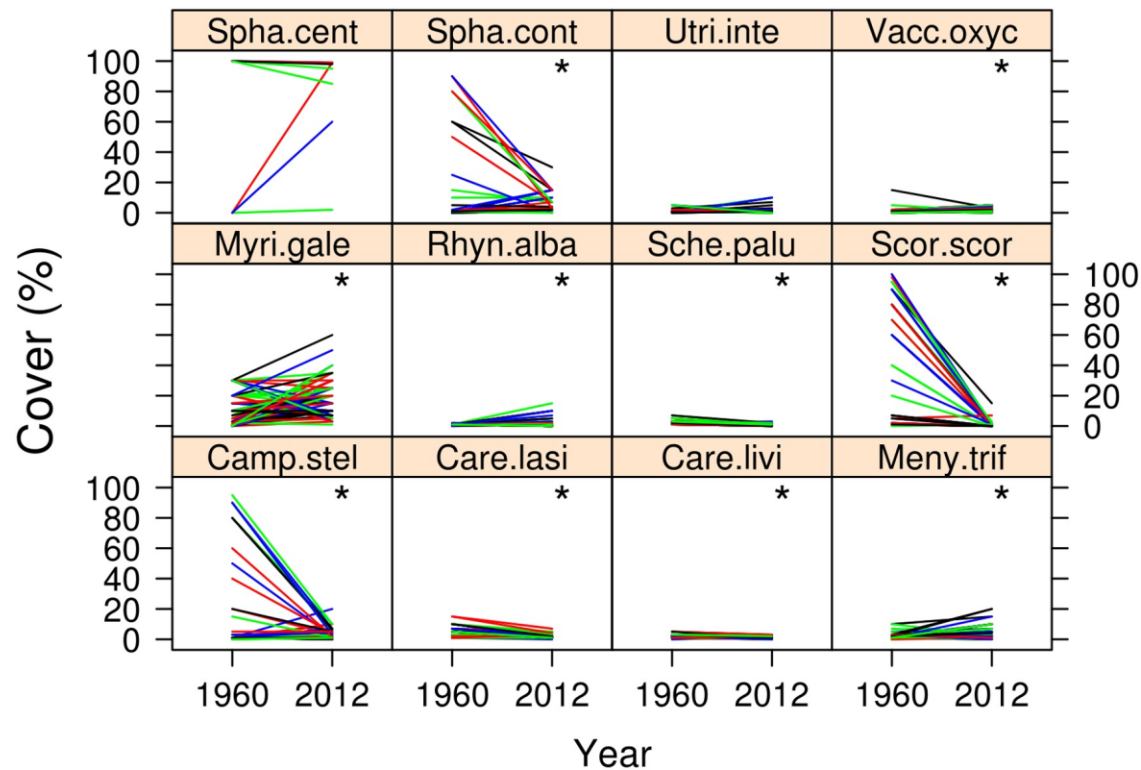


Fig. 2. Significant ( $P \leq 0.05$ ) changes in species frequency of occurrence in plots from 1954 to 2008. Only species occurring in more than five plots in the two data sets together (= 70 species) were considered for calculation of frequency change.

... v datech ze Švédska však nelze odlišit vliv eutrofizace od vlivu poklesu hladiny vody kvůli klimatických změnám

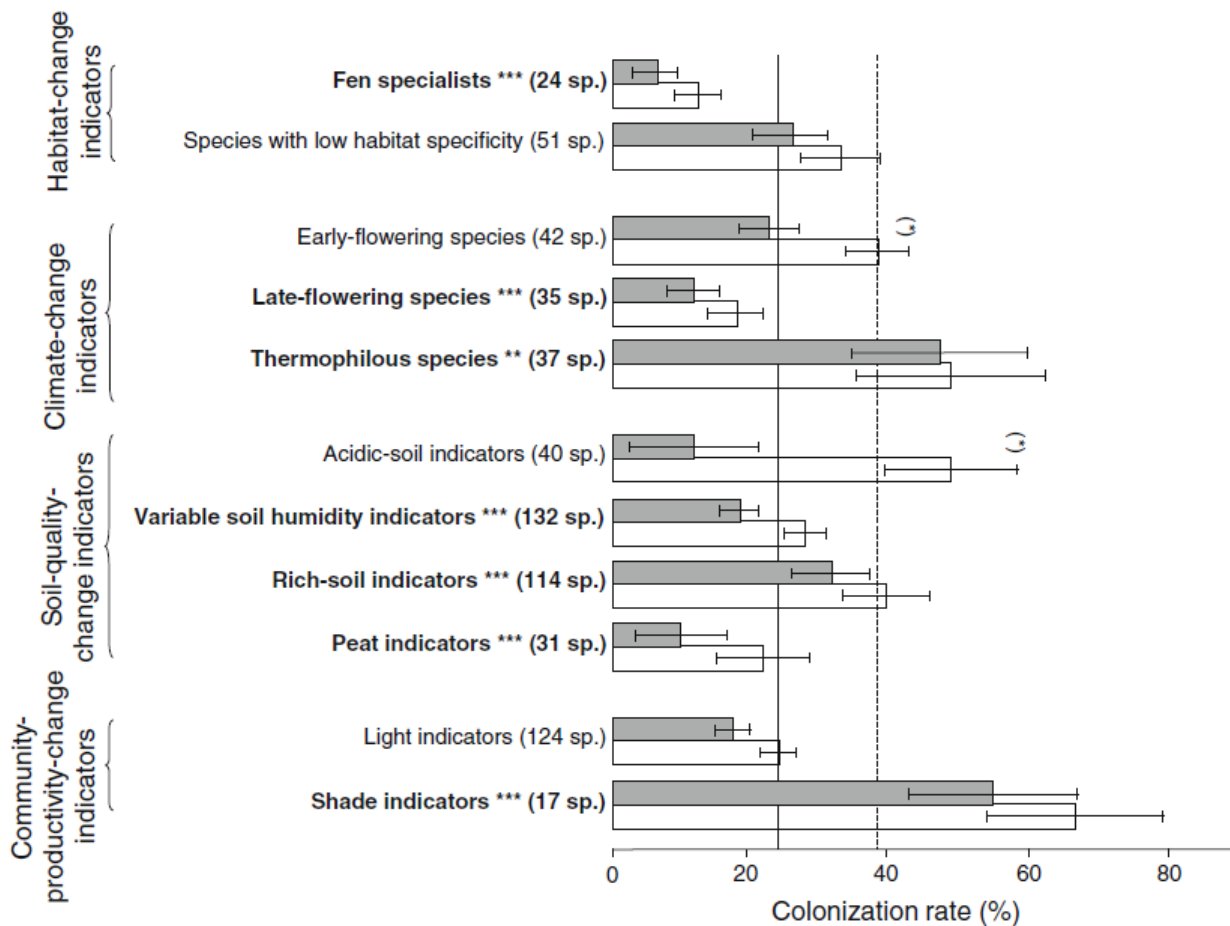
... a další studie ze Švédska; Pedrotti et al. 2014, *Ecosphere*



... opět dosti zrcadlí Vysočinu. Ubývají hnědé mechy (*Scorpidium*, *Campyllum*) a kalcitolerantní semiakvatické *S. contortum*, přibývají acidofyty.

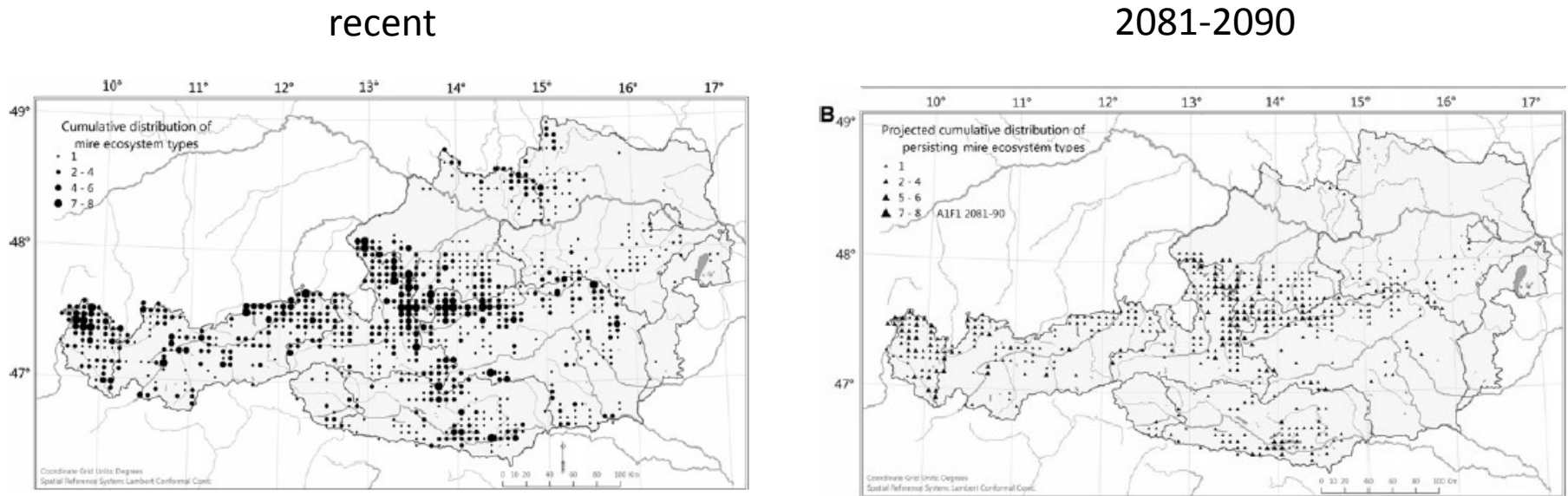
# Eutrofizace nebo klimatická změna? Nebo obojí?

Moradi et al. (2012) analyzovali, jaké druhy na švýcarských slatinách mizí a jaké se objevují. Kromě již zmíněných procesů zjistili, že přibývá časně kvetoucích druhů, což ukazuje na vyšší teplotu a delší vegetační sezónu – ta pochopitelně zesiluje vliv eutrofizace na zvyšování produktivity.



# Eutrofizace nebo klimatická změna? Nebo obojí?

Pokud by klimatické změny pokračovaly podle aktuálních predikčních scénářů, mohlo by se na řadě míst střední Evropy stát klima nepříznivé pro existenci rašelinišť, včetně slatinišť. Essl et al. (2011) analyzovali, při jakých makroklimatických parametrech se rašeliniště dnes vyskytují v Rakousku a pak modelovali rozšíření rašelinišť na konci století.



**Fig. 1** Observed cumulative current distribution of the nine mire ecosystem types in Austria (derived from Umweltbundesamt 2010)

# Co lze dělat se zvyšující se produktivitou, která vede ke změně slatinného biotopu na luční nebo rákosinový?

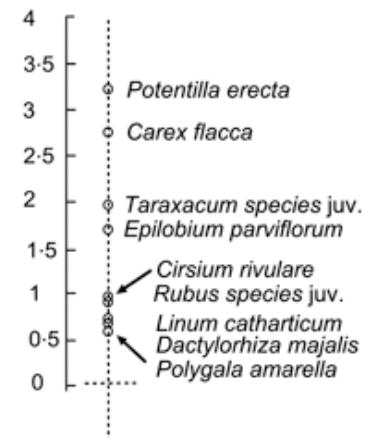
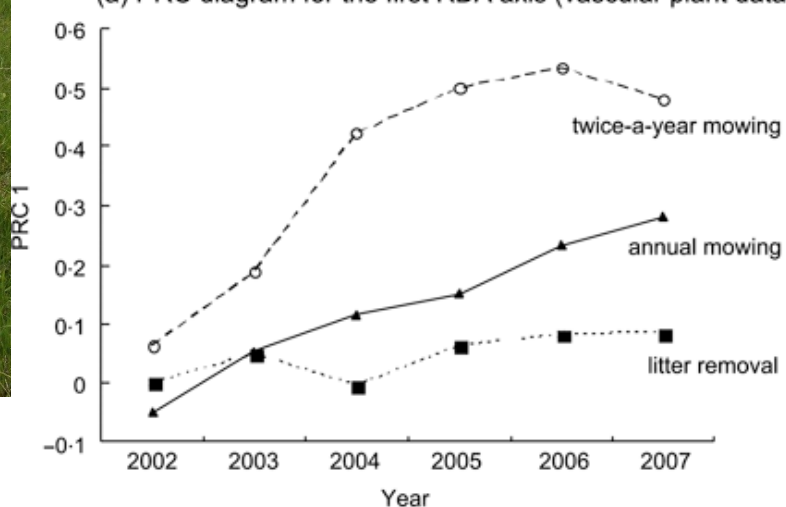
1. Zabránit dalšímu přísunu živin (triviální, ale těžké)
2. Vytváření pufračních zón filtrujících živiny (málokdy realizovatelné)
3. Zvýšení intenzity kosení = na slatinných loukách kosit 2x ročně, zavedení kosení na dosud nekosených slatinách



Kateřinice (VS)

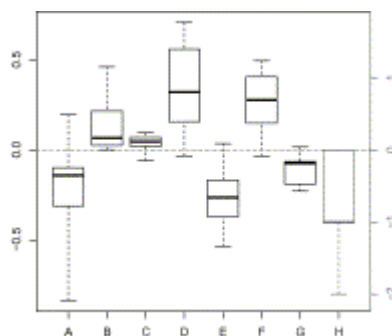
Hájková et al. 2009, J. Appl. Ecol.

(a) PRC diagram for the first RDA axis (vascular plant data)



## Nevýhody zvýšené intenzity kosení:

- Časně kosení potlačí některé krátkověké druhy (nepřinesou semena), pozdní kosení má zase menší účinnost. Netýká se to ale všech krátkověkých druhů: disturbance při kosení může naopak generativní reprodukci podpořit (*Triglochin palustris*).
- Intenzivní kosení může zničit populace některých druhů hmyzu, které přezimují na vegetaci
- Na velkých lokalitách se kosí těžkou technikou. Kotowski et al. (2013) ukázali, že změna struktury slatiny při kompresi těžkou technikou snižuje zastoupení vzácných rostlinných specialistů



## Nevýhody zvýšené intenzity kosení:

- Dodavatel prací nemusí být zcela v obraze a může provést něco, co biodiverzitě uškodí



### Příklady:

- Seno naházené na bultech smíšených rašelinišť
- Bulvy uřízlé křovinořezem

- Kupky sena ve stružkách
- Ohniště ve stružkách .....
- ..... **obojí vede k rozplavení živin po celém slatiništi**

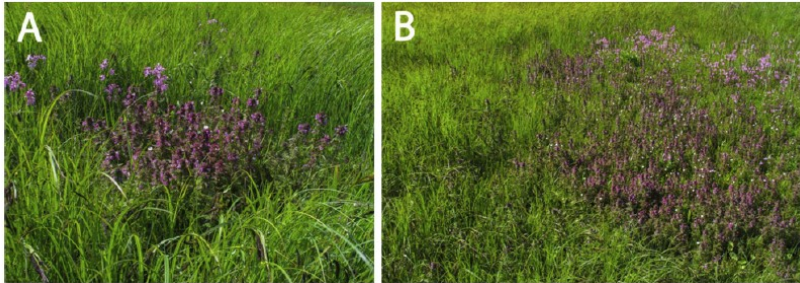


# Co lze dělat se zvyšující se produktivitou?

## 4. Potlačit dominantu hemiparazitem –

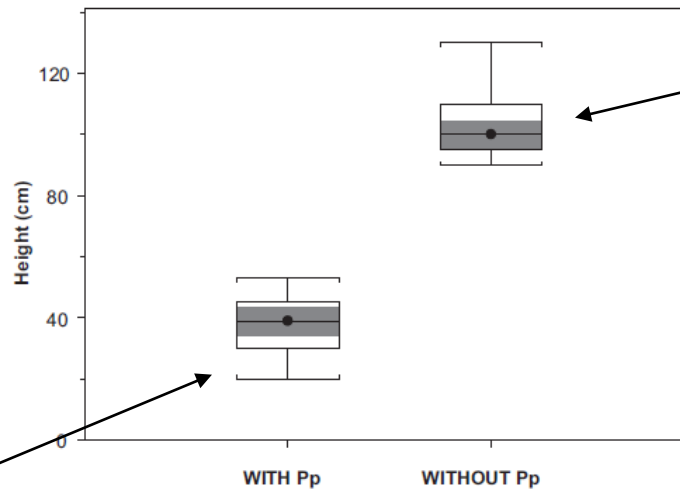
### *Pedicularis palustris* jako ekosystémový inženýr

K. Decler et al. / *Journal for Nature Conservation* 21 (2013) 65–71



Decler et al. (2013)

Výška *Carex gracilis*



V původním  
invadovaném porostu

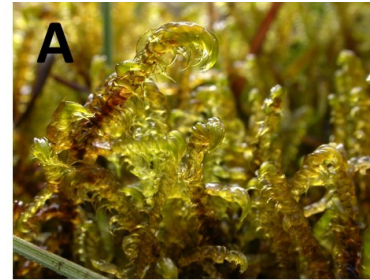
Po introdukci *Pedicularis  
palustris*

## Rašeliniště Chvojnov – jak všivec pomohl revitalizaci a potlačil rákos

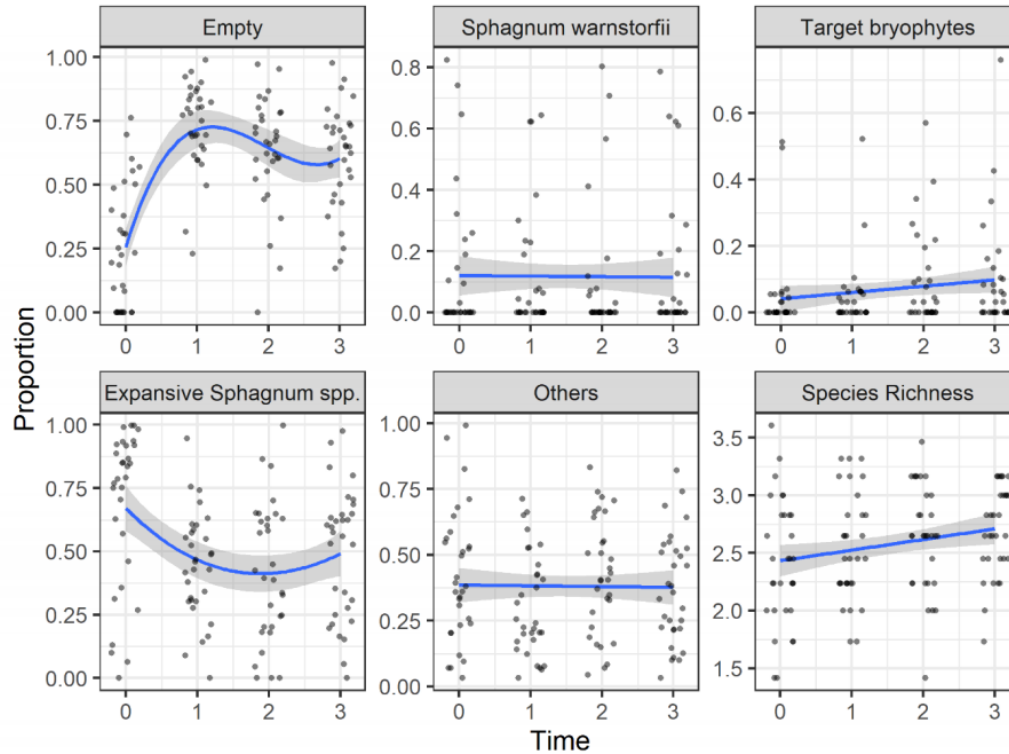


## Co lze dělat s úbytkem hnědých mechů a šíření rašeliníků?

Když nedojde k revitalizaci hydrologie celé zásakové oblasti (*discharge area*) nebo povodí a úplné obnově lokálních hydrologických podmínek, neobejdeme se bez disturbancí a zdánlivě drastičtějších zásahů. Někde ochranáři přijímají s nadšením, jinde jsou vyděšení (nepovolují, hrozí inspekcí ŽP); navíc rašeliníky jako celek jsou chráněni EU (Annex V, Habitat Directive), a jsou lepší poutači uhlíku než hnědé mechy.



**Singh et al. 2021 *J Nat Cons***; zpracování výsledků dřívějších obnovných zásahů na Českomoravské vrchovině; metodicky zacílenější experiment s kontrolami dosud probíhá



**Přináší argumenty proč zásahy dělat navzdory zařazení všech rašelníků do Směrnice o stanovištích (Annex V):**

... removal (of sphagna) from the deteriorated rich fens ... does not cause damage to their populations nationally or locally and support populations of another Sphagnum species such as *S. contortum* or *S. warnstorffii*. Removed Sphagnum biomass is ... used to improve the most degraded parts of the fens. Removal ... prevents biodiversity loss and maintains the rich-fen habitats that are ... endangered more than Sphagnum-dominated poor fens or bogs (Janssen et al., 2016). Although brown-moss rich fens may sequester less carbon ... the target area ... is inconsiderable at the global scale. ... The no disturbance regime does not ensure the long-term persistence of *Sphagnum*-dominated habitats.

# Úbytek rašelinišť

Aktuální informace viz Global peatland database na <http://www.imcg.net/>

## rašeliništní země v Evropě (historicky)

% území

současný stav

Nizozemí	36%	0,36%
Karélie	32%	27%
Finsko	28%	5,6%
Dánsko	23%	0,23%
Estonsko	22%	6,6%
Irsko	20%	3%
*****		
Polsko	4,2%	0,63%
Německo	4,2%	0,042%
Rakousko	3,6%	0,36%
Maďarsko	0,5%	0,005%
Česká republika	0,4%	0,02%
Slovensko	0,2%	0,01%