

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

# Reintrodukce dvou cílových druhů na vytěžené rašeliniště

Diplomová práce



Bc. Ludmila Vlková

Školitel: Prof. RNDr. Karel Prach, CSc.

České Budějovice 2016

**Vlková L.** (2016): Reintrodukce dvou cílových druhů na vytěžené rašeliniště [Reintroduction of two target species into an extracted peat bog. Mgr. Thesis, in Czech] – 63 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

**Annotation:**

Restoration of the extracted peat bog Soumarský most in the Šumava NP, Czech Republic, started in 2000 with blocking drainage ditches and increasing water table. There were installed 25 boreholes to measure water table fluctuations in monthly intervals. Around each borehole, vegetation record was made. Three specimens of *Vaccinium oxycoccos* and *Andromeda polifolia*, as typical peat bog species which disappeared during extraction, were planted. Moreover, seeds of the species were sown. Survivorship of the transplants and seedling emergence were related to the average water table and composition of vegetation around the boreholes. Results of the experiment showed capability of the species to be reintroduced by these ways. The ability to survive after four years was the highest around the water table of -14 cm. The plants mostly died in dry and too wet sites. This experiment shows the absence of species in the extracted peat bog is caused by dispersal, not habitat limitation. Results can be applied in next restoration attempts in this and comparable disturbed peat bogs.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

České Budějovice, 20. 4. 2016

.....  
Bc. Ludmila Vlková

## Poděkování

Poděkování patří především mému školiteli Karlu Prachovi za věcné rady a pomoc během mého studia, nejen při vrtání sond na Malé nivě.

Obrovský dík patří celé mé rodině za podporu a pomoc nejen při měřeních na Soumarském mostě.

Děkuji také Správě NP Šumava za povolení výzkumu na cílových lokalitách.

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi pomáhali v terénu i při analyzování dat – Marku Bastlovi, Petru Hornovi a Vladimíru Zývalovi za poskytnutí materiálů o Soumarském mostě, Elišce Vicherové za pomoc při určování mechorostů, Milanu Štechovi za měření na průtokovém cytometru a Veronice Schaabové za uvedení do tajů cytometrie a pomoc s vyhodnocováním dat.

Chtěla bych také moc poděkovat Petru Blažkovi za pomoc se statistikou a Marušce a Vojtovi za korekturu.

Velké poděkování patří i přátelům za podporu a odreagování, protože bez nich by studium v ČB nebylo ono ☺

*„Hnědé, více a méně hluboké louže, plné vyčnívajících jako ostrůvky trav a ostržic, druh vedle druhu v nesčíslných řadách, kašovité močáloviny mezi nimi s nekonečně propletenými kosodřevinami, jež jsou ověšeny dlouhými vousatými lišejníky (...). Vstoupiti na tuto půdu je naprosto nebezpečno. Hluboko a potměšile číhá bahno, nad nímž spočívá mlčení smrti. Již mnohého stáhlo dolů ve svůj chladný klín a nikdo nezví, kde se řídká kaše zavřela nad svou obětí.*

*Jenom když na počátku zimy hmota ta ztvdne v kámen, přijde život do této pustiny. Pak přicházení ženy a děti a mají bohatou žeň, neboť ani této zdánlivě neproduktivní poušti Prozřetelnost boží neodepřela požehnání.*

*Nastavší mrazy, jež usmrcují nebo zadržují všeliký vzrůst rostlinstva, činí požitelnými plody klikvy bahenní nebo žoraviny (*Vaccinium oxycoccos*). Tak ke zrání přivádí nejen parný srpen, nýbrž i ledovatý leden ...*

*Klikva bahenní, zmrzla-li, má velmi příjemné, nakysle chutnající plody, jež v novější době i dále se odvázejí. Také někteří dovedou z nich destilovati kořalku.“*

Karel Klostermann Ze Šumavy a Pošumaví

# Obsah

1. Úvod .....	1
1.1 Rašeliniště .....	1
1.2 Narušení rašelinišť .....	2
1.2.1 Odvodnění .....	2
1.2.2 Těžba rašeliny .....	3
1.3 Obnova rašelinišť .....	3
1.4 Obnova vegetace .....	4
1.4.1 Transplantační a výsevné pokusy .....	5
2. Cíle práce .....	8
3. Metodika .....	8
3.1 Studované území – rašeliniště Soumarský most .....	8
3.1.2 Obnova rašeliniště .....	9
3.2 Studované druhy .....	11
3.2.1 Klikva bahenní ( <i>Vaccinium oxycoccos</i> L.) .....	11
3.2.2 Kyhanka sivolistá ( <i>Andromeda polifolia</i> L.) .....	12
3.3 Sběr dat .....	14
3.3.1 Měření hladiny podzemní vody .....	14
3.3.2 Další parametry prostředí – půdní vlhkost, pH a konduktivita, mocnost zbylé rašeliny .....	15
3.3.3 Fytcenologické snímkování .....	15
3.3.4 Transplantační experiment .....	16
3.3.5 Výsevný experiment na Soumarském mostě .....	16
3.3.6 Klíčení v klimaboxu .....	17
3.3.7 Průtoková cytometrie .....	18
3.4 Zpracování dat .....	19
3.4.1 Srovnání fytcenologických snímků .....	19
3.4.2 Transplantační experimenty .....	20
3.4.3 Výsevné pokusy .....	20

3.4.3.1 Výsevny pokusy na Soumarském mostě .....	21
3.4.3.2 Výsevny pokusy na rašelině - 5 míst .....	21
4. Výsledky .....	22
4.1 Faktory prostředí .....	22
4.1.1 Hydrologický režim na rašelinšti .....	22
4.1.2 Další parametry prostředí – půdní vlhkost, pH a konduktivita .....	24
4.1.3 Srovnání fytoecnologických snímků .....	25
4.1.4 Vzájemné vztahy mezi faktory prostředí .....	27
4.2 Transplantační experimenty .....	27
4.2.1 Hladina podzemní vody .....	27
4.2.2 Druhové složení .....	29
4.3.3 Hloubka rašeliny a pH .....	30
4.4 Výsevny pokusy .....	31
4.4.1 Výsevny pokusy na Soumarském mostě .....	31
4.4.3 Výsevny pokusy na rašelině - 5 míst .....	34
4.5 Klíčení v klimaboxu .....	35
4.6 Průtoková cytometrie .....	36
5. Diskuse .....	37
5.1 Faktory prostředí - vlhkostní poměry a pH .....	37
5.2 Vegetační variabilita .....	38
5.3 Přesazené rostliny .....	39
5.4 Výsevy .....	40
5.5 Klíčení v klimaboxu .....	42
5.6 Průtoková cytometrie .....	43
6. Závěr .....	45
7. Seznam použité literatury .....	47
8. Přílohy .....	53

# 1. Úvod

Na vytěženém rašeliništi Soumarský most (NP Šumava) probíhá již 16. rokem projekt obnovy, který je v rámci České republiky unikátní. Rašeliniště se úspěšně obnovuje díky spontánní a částečně řízené sukcesi. V roce 2016 vegetace přibližně pokrývá 75% revitalizované plochy rašeliniště.

Dosavadní průběh obnovy ukazuje, že po zvýšení hladiny podzemní vody je možná obnova rašeliništní vegetace, ale stanoviště je ochuzeno o některé typické rašeliništní druhy. Proto jsem chtěla vyzkoušet, zda jsou dva typické rašeliništní druhy, které jinak rostou především v zapojených porostech mechrostů r. *Sphagnum*, schopné uchytit se na narušené ploše a popřípadě zda se mohou šířit. Jedná se o druhy klikva bahenní (*Vaccinium oxycoccos*) a kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), které se na vytěžené ploše zatím nevyskytují a jsou vhodné k přenosu díky vegetativnímu šíření a snadnému sběru semen.

Výhony i semena byly přeneseny do míst, kde se dlouhodobě měří hladina podzemní vody. Přežívání rostlin jsem sledovala především na gradientu hladiny podzemní vody, ale měřena byla i teplota, vlhkost půdy, pH a konduktivita vody.

Tímto experimentem jsem chtěla zjistit, čím je způsobeno, že se oba druhy na vytěžené ploše zatím nevyskytují. Je jejich absence dána „dispersal“ nebo „habitat limitations“ (van der Maarel & Franklin 2013, Münzbergová & Herben 2005)?

Diplomová práce navazuje na moji bakalářskou práci (Vlková 2013). Pokračuje v již dříve založených experimentech, které jsem rozšířila především o výsevné pokusy.

## 1.1 Rašeliniště

Rašeliniště jsou sladkovodní terestrické ekosystémy, které se vyznačují nízkou dostupností živin, vysokou hladinou podzemní vody a specifickým mikroklimatem (Dierssen & Dierssen 2001). Začala se vytvářet před 10 – 15 tis. lety v pozdním glaciálu a v raném holocénu (Pokorný 2011). Definována jsou jako místa s nerozloženou vrstvou organického materiálu, který dosahuje výšky alespoň 20 – 30 cm (Grootjans et al. 2012).

Hlavní dělení rašelinišť je podle způsobu sycení vodou, která má vliv na druhové složení vegetace. Ombrotrofní rašeliniště (*bogs*, vrchoviště) jsou sycená převážně dešťovou vodou, zatímco minerotrofní rašeliniště (*fens*, slatiniště) jsou zásobována i prosakující podzemní

vodou bohatou na minerály (Josten & Clarke 2002; Spitzer & Bufková 2008). Důležitým indikátorem je tedy pH. Vrchoviště jsou kyselá rašeliniště s pH často nižším než 4,2 a minerotrofní rašeliniště s  $\text{pH} > 5,5$  - Grootjans et al. (2012).

Rašeliništní vegetace se v České republice klasifikuje do dvou vegetačních (fytocenologických) tříd. Vegetace slatinišť se řadí do tř. *Scheuchzerio-Caricetea* a vegetace vrchovišť do tř. *Oxycocco-Sphagnetea* (Chytrý 2011).

## 1.2 Narušení rašelinišť

Na celém světě je odhadem 4 000 000 km<sup>2</sup> rašelinišť, z nichž je většina situovaná na severní polokouli (Josten & Clarke 2002). Za posledních 200 let je ale člověk začal intenzivně využívat a rašeliniště postupně mizí.

Člověk narušil (zničil) přes 12,5 % z celkové rozlohy rašelinišť (Grootjans et al. 2012). Jen v Evropě mluvíme o více než 50 % plochy rašelinišť, která ustoupila zemědělským a lesnickým účelům. Samotnou těžbou rašeliny došlo ke ztrátě přibližně 10 % (Josten & Clarke 2002). V České republice bylo odhadem nevratně poškozeno přibližně 55% rašelinišť (Soukupová 2003).

Na celém světě přibývá vytěžených rašelinišť, a proto je jejich obnova aktuální. V posledních letech se rychle rozvíjí mladý obor *restoration ecology* (ekologie obnovy), který podporuje spontánní nebo mírně řízenou obnovu na těžených místech (van Andel & Aronson 2012).

### 1.2.1 Odvodnění

Nepočítá-li se samotné odvodnění ploch před těžbou rašeliny, rašeliniště se především odvodňovala za vidinou zvýšení produkce dřeva z lesních porostů a také pro zemědělské účely (Grootjans et al. 2012; Spitzer & Bufková 2008). K odvodňování rozsáhlých území pro lesnické účely dochází především ve Finsku a Rusku (Finsko 50 000 km<sup>2</sup> a Rusko 38 000 km<sup>2</sup>) - Grootjans et al. (2012).

Odvodnění způsobuje provzdušnění povrchové vrstvy rašeliny, ve které se začnou množit mikroorganismy rozkládající rašelinu. Dochází k obohacování půdy o živiny a rašeliništní druhy jsou postupně vytlačeny konkurenčně silnějšími druhy. Rašelinné ložisko postupně sesedá, přestává se tvořit rašelina a snižuje se jeho schopnost zadržovat vodu.

Na Šumavě bylo odvodněno 70 % rašelinišť (Bufková & Stíbal 2012). Díky dlouhodobému projektu „Revitalizace šumavských rašelinišť“, který má za cíl obnovit hydrologické podmínky odvodněných rašelinišť a také podpořit rašelinotvorný proces, se povedlo revitalizovat cca 500 ha rozlohy rašelinišť (Bufková & Stíbal 2012). Hlavní metodou je blokování odvodňovacích kanálů systémem dřevěných hrázek, které se v dalším kroku vyplňují přírodními materiály (větve, rašelina a trsy rašeliníků), které podporují zazemnění kanálů a jejich zarůstání mokřadní vegetací.

### **1.2.2 Těžba rašeliny**

Primitivnějším způsobem těžby rašeliny je tzv. borkování. Lokalita byla odvodněna jen povrchově a po těžbě se z okolní zchovalé vegetace mohly šířit druhy nazpět. Dnes je na těchto lokalitách dobře viditelná celkem pokročilá sukcese.

Specializovanější metodou je tzv. vrstevná těžba – frézování, která se využívá na větších plochách. Celé ložisko musí být dobře odvodněno systémem hlubokých kanálů. Před vlastní těžbou je odstraněna veškerá vegetace a plocha je zarovnána. Po dotěžení ložiska je ponechána malá vrstva rašeliny, ale v některých případech se těží až na minerální podloží (Konvalinková 2010).

## **1.3 Obnova rašelinišť**

Rašeliniště narušené přírodními vlivy, jako je např. silný vítr způsobující polom nebo expanze podkorního hmyzu, si umí poradit samo. Dokonce i po požáru je regenerace rašeliniště celkem rychlá, ale pro obnovu je důležitá semenná banka (Bastl et al. 2009; Huopalainen et al. 2000).

Obnova ploch narušenými lidskou činností (borkování a průmyslová těžba) není vždy úplně jednoduchá. Hned na začátku je důležité si definovat, jak chceme, aby plocha po obnově vypadala. Rozlišujeme dva základní přístupy: technická rekultivace a spontánní obnova.

Obnova technického rázu (především zalesňování) přetváří původní biotop na jiné stanoviště (většinou se jedná o les), zatímco spontánní obnova běží bez zásahu člověka k přírodě blízkému stanovišti. Spontánní obnova se může stát rámcem pro řízenou obnovu, která sice běží převážně přirozenými pochody, ale člověk ji může svými zásahy směřovat.



Studie provedené v Severní Americe a Evropě ukazují, že spontánní obnova těžných rašelinišť je možná (Lavoie et al. 2003). Pro obnovu tvorby rašeliny je důležité, aby se uměle zvýšila hladina podzemní vody (Lindsay 1995). Nejjednodušším způsobem je přehrazení stávajících odvodňovacích kanálů systémem dřevěných přehrádek (Grootjans et al. 2012). Tento zásah zlepší hydrologické podmínky, a podpoří tak spontánní sukcesí. Pro obnovu typické rašeliništní vegetace ale tento zásah většinou nestačí (Lavoie et al. 2003), protože vytěžená plocha je rozsáhlá a šance na uchycení druhů jsou poměrně nízké (Johnson et al. 2000). Rašeliništní druhy se na vytěženou plochu dostávají velmi pomalu, anebo vůbec. Proces kolonizace lze urychlit pomocí transplantačních nebo výsevných pokusů.

Obnova rašelinišť v Severní Americe probíhá trochu odlišným způsobem než v Evropě. Je založena hlavně na introdukci stélek rašeliníků a části rostlin ze zdrojových rašelinišť tzv. donor sites (Quinty & Rochefort 2003). Po obnově hydrologického režimu rašeliniště se na obnaženou plochu navrství mulč velkoplošně získaný z nenarušených rašelinišť. Kolonizace plochy je velmi rychlá (do 7 let je vytvořený souvislý porost rašeliníku) a hlavní je, že převažují typické rašeliništní druhy.

Ve střední Evropě jsou rašeliniště vzácná, proto není možné vzít velké množství zdrojového materiálu z nenarušených rašelinišť. Obnova těžných míst je především zaměřená na zvýšení hladiny podzemní vody (Price et al. 2003). Na ploše se vytváří mozaika různých stanovišť, závislých na vlhkostním gradientu (Konvalinková 2010). Kolonizace plochy rašeliništními druhy probíhá pomaleji, anebo vůbec. Pak je nutná jejich introdukce.

V České republice je převažujícím typem zásahu technická rekultivace (zalesnění). Jsou zachovány stávající odvodňovací kanály a plocha se osází dřevinami (nejčastěji *Pinus sylvestris*). Jen malá část těžných rašelinišť se ponechala spontánní obnově (Hrdlořezy, Soumarský most) - Konvalinková (2015).

## 1.4 Obnova vegetace

Průmyslově těžená plocha je zbavena veškeré vegetace a životaschopných semen (Salonen 1994). I když se semena dostanou na vytěženou plochu, musí překonat stres způsobený nedostatkem vody a živin (Wheeler et al. 2002; Salonen 1994). Holá rašelina je nehostinný substrát pro počáteční uchycování druhů jak spontánně, tak pomocí transplantů a výsevů. V létě se tmavý povrch přehřívá a přesychá a na podzim zase dochází k mrazovému narušení (Campbell & Rochefort 2003; Johnson et al. 2000).

Vhodnou metodou pro zlepšení mikroklimatických podmínek obnaženého povrchu je navrstvování mulče, který snižuje přehřívání tmavé rašeliny, lépe zachycuje diaspory rostlin a celkově zlepšuje stanovištní podmínky (Johnson et al. 2000; Konvalinková 2010).

Klíčovými druhy pro obnovu akrotelmu jsou rašeliníky (*Sphagnum magellanicum*, *S. fuscum* a *S. rubellum*) - Grootjans et al. (2012). Kolonizace ploch těmito druhy je pomalejší ve srovnání s rychle rostoucími vodními druhy (*Sphagnum cuspidatum* a *S. fallax*) – Lavoie et al. (2003). Rašeliníky jsou proto nejčastěji používanými druhy pro obnovu vegetačního krytu rašeliníšť (introdukce), nejen díky snadné manipulaci (rozhazování stélek rašeliníků) - Breeuwer et al. (2010). Další metodou je přenos celých bloků, které mimo rašeliníků obsahují i ostatní rašeliníštní rostliny. Obnova tímto způsobem je mnohem rychlejší. Výsledky terénních pokusů ukazují, že pokryvnost rašeliníků se prudce zvýšila na mulčovaných plochách. Rašeliníky se také snadno rozrůstají v porostech ostřic, které jim vytváří stín (Grootjans et al. 2012). Na holé rašelině se zase dobře uchycují kolem trsů druhu *Eriophorum vaginatum* (Grootjans et al. 2012).

### 1.4.1 Transplantační a výsevné pokusy

Transplantační a výsevné pokusy by se měly provádět jen na těch plochách, které jsou nedostatečně zásobeny sporama nebo semeny z okolí (Konvalinková 2010). Hladina vody je jedním z klíčových abiotických faktorů pro růst rostlin, a proto by se introdukční pokusy měly dělat na zamokřených plochách. K introdukci je možné použít vegetativní i generativní části rostlin a mechorostů. Doporučuje se, aby zdrojová lokalita byla co nejbližší té těžené. Pokud je zachována vegetace v okrajové části rašeliníště, je to nejlepší místo pro odběr.

Výsevné pokusy se na těžených rašeliníštích dělají velmi málo. Často jsou prováděny jen v laboratořích, za účelem zjištění klíčících vlastností druhů (limitace živinami, vody, světla, faktor zahrabání semen) – Campbell & Rochefort (2003).

Semena na vytěžené ploše musí překonat dormanci, klíčení a nashromáždit dostatečné množství látek, aby byly schopny růst (Campbell & Rochefort 2003). Kromě velikosti semen a jejich rozvrstvení na ploše, důležitou roli hraje zahrnutí semen substrátem (rašelina). Zahrnutí způsobuje u menších semen (< 0,1 mg) limitaci světlem a nevyklíčení. Semena druhu *Andromeda glaucophylla* špatně klíčí už při mělkém zahrabání (5 mm), zatímco větší semena druhu *Vaccinium oxycoccos* klíčí i v hloubce 15 mm (Campbell & Rochefort 2003). Při přemrzání rašeliny se semena mohou dostat zpátky na povrch a klíčit. O formování semenné banky na vytěžených rašeliništích se ovšem doposud ví jen málo (Huopalainen et al. 2000).

V počátečních stádiích sukcese hrají živiny velkou roli. Mnoho semen nemusí vyklíčit, protože jsou limitovány právě tímto faktorem. Důležitým kolonizátorem holé rašeliny je druh *Eriophorum angustifolium*, který svým specifickým růstem (přirůstá po okrajích a středová část polykormonu postupně odumírá) obohacuje půdu o živiny (Lavoie et al. 2003). To bylo pozorováno i na Soumarském mostě. Nejúspěšnějšími kolonizátory středové části polykormonů byly semenáčky stromů (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*) – Lanta et al. (2004).

Dalším faktorem úspěšnosti druhu je rychlost růstu po vyklíčení. Campbell & Rochefort (2003) porovnali celkem 21 rašeliništních druhů a zjistili, že největší růstovou rychlost měla bříza (*Betula* sp.) a nejmenší ostřice (*Carex* spp.). Tento výsledek podporuje životní strategii obou druhů.

Transplantační pokusy s cévnatými rostlinami jsou v literatuře málo popsány. Přenosy se často provádí paralelně s přenosy rašeliníků, za účelem podpoření růstu těchto mechorostů (Grootjans et al. 2012). Hlavními přesazovanými druhy jsou ostřice (*Carex* sp.) a *Eriophorum angustifolium* (Wheeler et al. 2002).

Na Soumarském mostě probíhal pokusný transplantační experiment s dvěma druhy: *Carex rostrata* a *Eriophorum angustifolium*. Hlavním cílem bylo zjistit, zda se budou oba druhy šířit. Jednotlivé rostliny obou druhů byly vysazeny do uměle vyhloubených mělkých depresí (10 x 10 m), které byly různě zaplavené. Výsledkem bylo, že rostliny za pár let kolonizovaly celou plochu vlhkých depresí, zatímco na sušších místech uschly. Díky poměrně pracné manipulaci se s tímto pokusem nepokračovalo (Horn 2009, M. Bastl ústní sdělení).

Ze Severní Ameriky je popsán transplantační pokus s druhem *Carex oligosperma*. Ostřice svým vzpřímeným růstem vytvářela stín a tím zlepšila podmínky pro růst rašeliníku. Pokryvnost mechorostů se opravdu výrazně zvýšila, přestože procento přežívání vysazené ostřice bylo nízké (Johnson et al. 2000).

Z Anglie jsou popsány úspěšné přenosy druhu *Eriophorum angustifolium*. Nejen že se po 6 letech úspěšně šířil, ale také vytvořil dobré mikroklimatické podmínky pro růst rašeliníků ([www.english-nature.org.uk](http://www.english-nature.org.uk)).

## 2. Cíle práce

- Zjistit, čím je dána absence dvou typických rašeliništních druhů na vytěženém rašeliništi – jedná-li se o *habitat limitation* nebo *dispersal limitation*.
- Ověřit, zda by bylo možné přispět k obnově rašeliništní vegetace výsadbami a výsevy těchto druhů.
- Zjistit, jaké stanovištní faktory hrají roli při jejich uchycení.

## 3. Metodika

Nomenklatura všech druhů cévnatých rostlin byla sjednocena podle Seznamu cévnatých rostlin květeny České republiky (Danihelka et al. 2012), nomenklatura mechorostů podle Bryoflóry České republiky: aktualizace seznamu a červeného seznamu a stručná analýza (Kučera et al. 2012).

Práce byla prováděna se souhlasem Správy NP Šumava.

### 3.1 Studované území – rašeliniště Soumarský most

Vytěžené rašeliniště Soumarský most se nachází 6 km západně od obce Volary (GPS souřadnice 48°54'N, 13°49'E) v nadmořské výšce 757 m. Průměrná roční teplota činí 6,2 °C a roční úhrn srážek je 757 mm (Svobodová et al. 2002). Jedná se o degradované údolní vrchoviště o rozloze 90 ha (Obr. 1), které patří do komplexu rašelinišť Vltavského luhu (NP Šumava). Původní rašeliništní vegetace se zachovala jen na nepatrné rozloze v jihovýchodní části rašeliniště. Tvoří ji zbytky blatkového boru asociace *Pino rotundatae-Sphagnum*, třídy *Oxycocco-Sphagnetea* (nomenklatura dle Chytrý 2011).

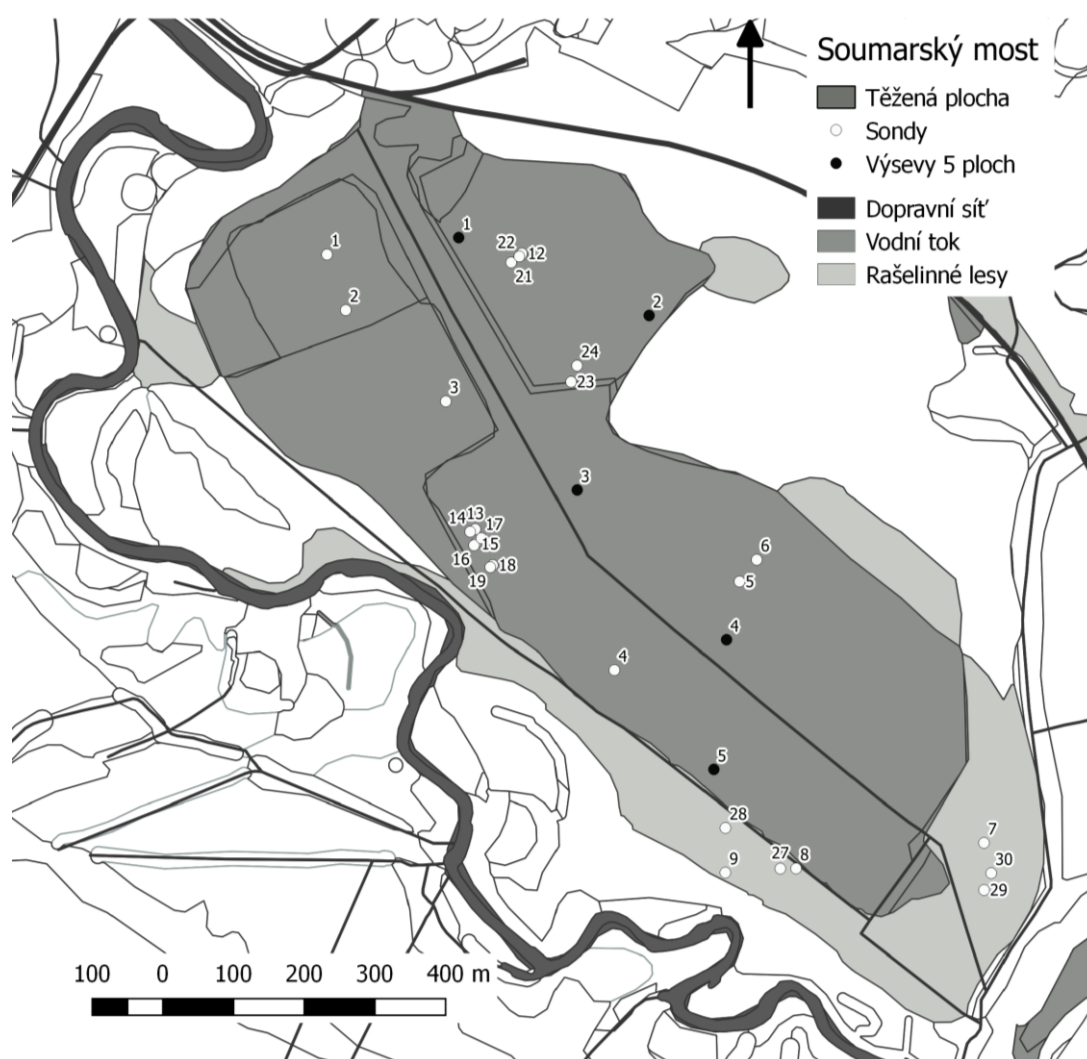
V první polovině 20. století bylo rašeliniště těženo borkováním (severozápadní část rašeliniště) a od 70. let 20. století i velkoplošnou průmyslovou těžbou tzv. frézováním na celkové ploše 53 ha (Horn 2009). Rašeliniště proto muselo být efektivně odvodněno a zbaveno veškeré vegetace.

Těžba postupně ustávala na místech, která byla v minulosti borkována a tam, kde zbytková mocnost rašeliny dosahovala zákonem předepsaný limit 0,5 m (Konvalinková 2010). Na

počátku 90. let byla v severozápadní části ložiska provedena lesnická rekultivace především borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a smrkem ztepilým (*Picea abies*). Vznikl zde i genofondová plocha borovice kleče (*Pinus mugo*) pro imisemi zasažené vrcholové partie Krkonoš, která byla nakonec po domluvě se Správou KRNAPu v roce 1999 zrušena (Horn 2009).

Těžba rašeliny se postupně utlumovala a v roce 1998 Správa NP a CHKO Šumava zahájila jednání o ukončení těžby a následné obnově rašeliniště. K ukončení těžby došlo v roce 2000 a i díky tomu zůstala zbytková mocnost rašeliny v průměru 0,8 m (Horn & Bastl 2012).

### 3.1.2 Obnova rašeliniště



Obr. 1: Rašeliniště Soumarský most s rozmístěnými sondami na měření hladiny podzemní vody a 5 výsevnými místy (AOPK ČR 2013).

Aktivní obnova rašeliniště probíhala celkem na 53 ha v letech 2000-2004. Hlavním realizačním zásahem bylo zvednutí hladiny podzemní vody pomocí soustavy dřevěných přehrádek, které zahradily odvodňovací kanály. Část kanálů byla také přehrazena samotnou rašelinou nebo úplně zasypána. Následkem těchto prací se postupně vytvořily rozsáhlé trvale zaplavené plochy, které byly úspěšně kolonizovány mokřadními druhy cévnatých rostlin a mechorostů (hlavně r. *Sphagnum*) - Horn (2009).

V místech největšího odtoku dešťové vody z povrchu rašeliniště byly instalovány protierozní zábrany (kmeny zajištěné kolíky) - Konvalinková (2010). Dalším důležitým zásahem bylo navrstvování mulče z okolních minerotrofních rašelinišť na obnaženou plochu rašeliniště, aby se zamezilo přesychání povrchu a zlepšily se podmínky pro uchycování diaspor mechorostů a vyšších rostlin (Horn & Bastl 2012). Na 14-ti místech byly vyhloubeny mělké deprese (10 x 10m) za účelem zavodnění svého okolí, ale místa spíše vysušily (Konvalinková 2010). Také se odstraňovaly náletové dřeviny (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*), aby se snížila evapotranspirace (Horn 2009).

Na rašeliniště bylo v období mezi roky 1999-2005 postupně instalováno 26 sond (trvale upevněné, polyvinylchloridové trubky o průměru cca 6 cm) na ruční měření hladiny podzemní vody, pH a konduktivity (M. Bastl, ústní sdělení).

Nejdříve se instalovaly sondy č. 1-9, které byly záměrně umístěny v místech s různým vegetačním krytem (Tab. I) ještě před samotnou obnovou rašeliniště. Zbylé sondy se poté umísťovaly k pokusným výsadbovým plochám.

Tab. I: Převládající typ vegetace u jednotlivých sond před revitalizací rašeliniště (Zýval et al. 2000).

Číslo sondy	Typ vegetačního krytu
1	spontánně vzniklý březo-jívový hájek
2,3	společenstva ostřic
4,5*,6,8S	obnažený, neporostlý povrch
7,9	reliktní blatkový bor v kontaktu s těženou plochou

\*5-uměle vyhloubená deprese, kde se hromadí srážková voda

Po těžbě se mokřadní rostliny a mechorosty vyskytovaly a šířily především podél odvodňovacích kanálů, které byly zdrojem vody a okolní břízy poskytovaly stín (*Betula*

*pubescens*) - Lanta et al. (2004). Obnaženou plochu spontánně kolonizovaly především tyto druhy: suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*), s. pochvatý (*E. vaginatum*), ostřice zobánkatá (*Carex rostrata*), bezkoleneček modrý (*Molinia caerulea*) a sítina rozkladitá (*Juncus effusus*), které se postupem času staly hlavními dominantami rašeliniště.

Pro urychlení kolonizace obnažené plochy rašeliniště M. Bastl a P. Horn provedli pokusné transplantační experimenty s dvěma druhy cévnatých rostlin (*Carex rostrata* a *Eriophorum angustifolium*). Dalším pokusem bylo rozhazování stélek rašeliníků sekce *flexuosum* a *cuspidatum* (Horn 2009, M. Bastl ústní sdělení).

V roce 2007 Horn (2009) shrnul ve své disertační práci poznatky o vegetaci na vytěžené ploše rašeliniště. Nejúspěšnějším kolonizátorem obnažené rašeliny byl suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*). Nekolonizoval pouze holou rašelinu, ale také nahrazoval i jiné druhy (*Carex* sp. div. a *Eriophorum angustifolium*). Vegetace pokrývala přibližně 50% obnovené plochy, celkem 40% zaujímala holá rašelina a zbylou část vodní plochy. Za 5 let se zvýšila pokryvnost rašeliníků (*Sphagnum* sp.) z 1-2% na 8%. Sušší místa kolonizovaly především dřeviny (*Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*) - Lanta & Hazuková (2005). Po obnově vodního režimu tyto porosty postupně odumírají.

Výsledky první fáze obnovy rašeliniště jsou shrnuty v práci Bastl & Horn (2012). Dílčí výsledky vývoje vegetace popsali Bastl & Horn (in Zýval et al. 2000), Šamata (in Zýval et al. 2000), Lanta et al. (2004), Lanta & Hazuková (2005) a Konvalinková (2010).

## 3.2 Studované druhy

### 3.2.1 Klikva bahenní (*Vaccinium oxycoccos* L.)

*Vaccinium oxycoccos* je stálezelený plazivý keříček, který roste na kyselých, živinami chudých stanovištích s dostatečným zásobením vodou (ombrotrofní rašeliniště) – Jacquemart (1997). Rozšíření tohoto druhu je cirkumboreální (Obr. 2). V Evropě jej nalezneme od Skandinávie přes centrální Francii, severní Itálii až po Rumunsko (Obr. 3).

Vyskytuje se především na nenarušených místech v koberecích rašeliníků (r. *Sphagnum*), které snadno zásobují mělké kořeny vodou. Důležité pro růst *Vaccinium oxycoccos* je i pH, tento druh se prakticky nevyskytuje na místech s pH > 5. Preferuje rozmezí 3,1 – 4,7 (Jacquemart 1997). Hlavní limitací růstu je ale nedostatek vody. Optimální hladina vody pro



růst se pohybuje v rozmezí 25 - 30 cm pod povrchem. Povrchové odvodnění rašeliniště prakticky znamená zánik tohoto druhu.

*Vaccinium oxycoccos* se především rozmnožuje vegetativně pomocí obnovovacích pupenů těsně nad zemí (chamaefyt). Zastoupení semen v semenné bance je velmi malé, i v případě, že se druh na lokalitě vyskytuje hojně. Důvodem jsou především ptáci, kteří konzumují bobule, a roznášejí tak semena na jiná místa. Semena vydrží životaschopná v půdě pouze 2 roky (94% úspěšnost klíčení po 1 roce, 49% úspěšnost po 2 letech a 0% po 3 letech) - Jacquemart (1997). Průměrný počet semen v jedné bobuli se udává v rozmezí 7-8 (Jacquemart 1997).

Druh *Vaccinium oxycoccos* je znám ve třech ploidních úrovních (4x – 6x). V terénu není možné tyto ploidní úrovně ve vegetativním stavu morfologicky odlišit (Jacquemart 1997). Podle Wenderoth & Wenderoth 1994 jdou odlišit pomocí morfologie bobulí. Tetraploidi mají mít kulaté plody střední velikosti, které jsou na podzim kyselé. Zatímco bobule hexaploidních rostlin jsou větší, spíše hruškovitého tvaru a rostliny vydrží tvrdší klima (Wenderoth & Wenderoth 1994). Podle Sudy & Lysáka (2001), nelze různé ploidní úrovně tohoto druhu nijak morfologicky odlišit (ani ve vegetativním stavu, ani pomocí bobulí).

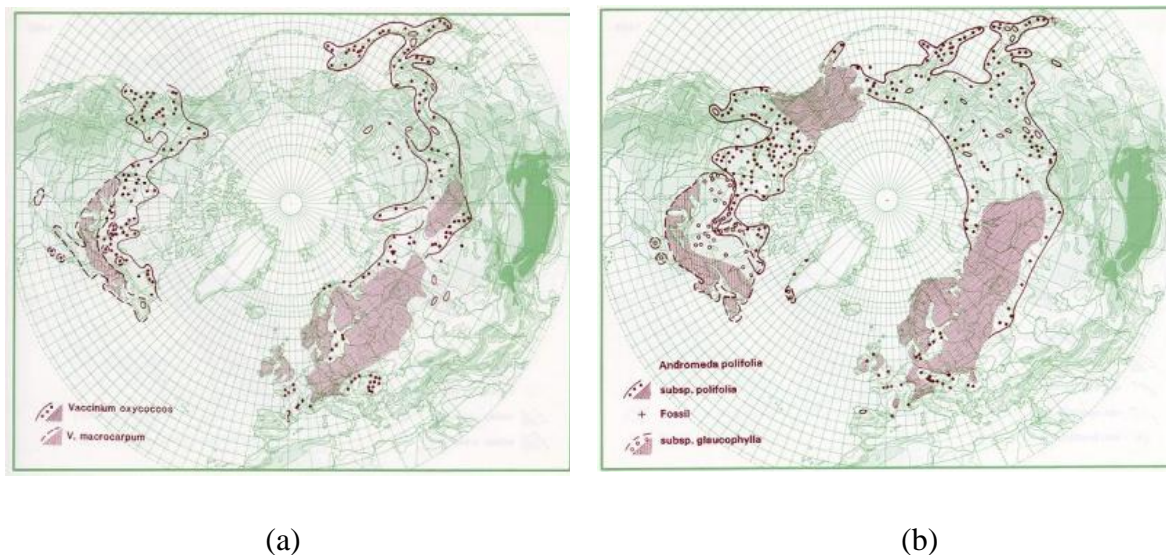
### **3.2.2 Kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia* L.)**

*Andromeda polifolia* je stálezelený nízký keřík, který roste na kyselých typech půd chudých na živiny (ombrotrofní rašeliniště, pH 4,6-5). Vyskytuje se cirkumboreálně (Obr. 2) s přesahem do střední Evropy (Obr. 3). V západní Evropě roste vzácně, protože následkem odvodnění rašelinišť často vymizel.

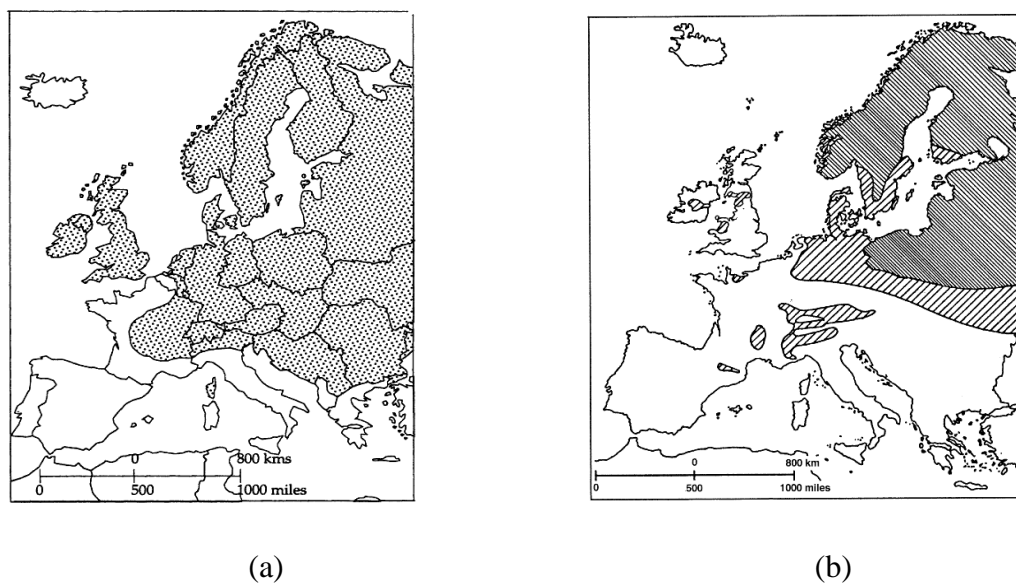
Tento druh nepatří mezi specifické hydrofilní druhy, ačkoliv roste převážně na nenarušených místech, která jsou dobře zásobená vodou. Dokáže přežít i na suchých místech, dokonce i v odvodněné vegetaci po vymizení důležitých druhů, jakými jsou mechorosty r. *Sphagnum* (Smart et al. 1989). Na nenarušených stanovištích nejdříve obsazuje sušší místa a až později kolonizuje i ta vlhčí (Jacquemart 1998).

*Andromeda polifolia* se rozmnožuje především vegetativně. Snadno regeneruje pomocí obnovovacích pupenů těsně nad zemí (chamaefyt). Rozmnožování semeny je v přírodě velmi vzácné, protože semena musí v půdě zůstat alespoň rok, aby byla schopna vyklíčit, ale

s rostoucím časem se klíčivost snižuje (Jacquemart 1998). Průměrný počet semen v jedné tobolce se pohybuje okolo 10 semen.



Obr. 2: Rozšíření druhu *Vaccinium oxycoccos*(a) a *Andromeda polifolia*(b) ve světě (<http://linnaeus.nrm.se>).



Obr. 3: Rozšíření druhu *Vaccinium oxycoccos* (a) a *Andromeda polifolia* (b) v Evropě (převzato z práce Jacquemart 1997, 1998).

## **3.3 Sběr dat**

### **3.3.1 Měření hladiny podzemní vody**

Na rašeliništi je umístěno 26 sond na měření hladiny podzemní vody (Obr. 1). Na vlastní těžené ploše bylo instalováno 20 sond. Další 2 sondy (č. 27 a 28) se nachází na rozhraní těžené plochy, přibližně 2 m od odvodňovacího kanálu, v okrajové části rašeliniště. Poslední čtyři sondy (č. 7, 9, 29, 30) jsou umístěny v okrajové, těžbou přímo nenarušené části rašeliniště, kde se dochovaly zbytky původní vegetace.

Měření jsem prováděla ručně stáčecím metrem, kdy jsem odečetla vzdálenost od dotknutí konce metru o hladinu vody k pažnici sondy (výška sondy od země k vrcholu). Jednotlivá měření probíhala od prosince 2012 do února 2016 v přibližně v měsíčních intervalech (celkem 31 měření). V letních měsících roku 2015 byla v případě mnoha sond vyschlá voda, tak jsem poslední 2 měření pro neucelenost dat vyřadila z analýz. Také chybí data za zimní měsíce, především měření za leden a únor. Absence měření byla dána vysokou sněhovou pokrývkou na rašeliništi.

Sonda č. 4 byla nakonec ze všech analýz vyřazena, protože v průběhu roku 2013 byla z velké části zatopena po přehrazení hlavního odvodňovacího kanálu. Voda postupně zatopila okolí sondy a měření hladiny vody je tudíž nekompletní.

Pro srovnání dynamiky hladiny podzemní vody jsem zvolila nedaleké rašeliniště Malá niva, které nebylo v minulosti podstatně narušeno lidskou činností a má stejnou vegetační skladbu jako Soumarský most před vlastní těžbou.

Na této lokalitě jsme v říjnu 2013 nainstalovali 5 sond (trvale upevněné, polyvinylchloridové trubky o průměru cca 6 cm) na manuální měření hladiny podzemní vody. Sondy byly instalovány přibližně po 15 m v transektu směrem od okraje rašeliniště s porostem stromové borovice blatky až k otevřeným místům rašeliniště.

Měření jsem rovněž prováděla v měsíčních intervalech stejným způsobem jako na Soumarském mostě. Spolu s výškou hladiny podzemní vody jsem měřila i pH a konduktivitu přenosným měřidlem.

#### **3.3.1.1 Hydrologický režim na rašeliništi**

Pro zjištění kolísání hladiny podzemní vody na Soumarském mostě jsem použila všech 31 měření z období 12. 2012 – 2. 2016 (Příloha I). Graficky jsem znázornila jednotlivá měření nejvlhčí sondy, sondy v suchu a aritmetických průměrů všech sond na rašeliništi mimo

okrajových míst (sonda č. 7, 9, 29, 30). Celkem 13 měření z rašeliniště Malá niva bylo použito jako referenční. Jedná se o aritmetický průměr pěti sond za období listopad 2013 – září 2015.

#### **3.3.1.2 Srovnání kolísání hladiny podzemní vody před a po obnově rašeliniště**

Porovnávala jsem roční měření Jana Šamaty (Zýval et al. 2000) u sond č. 1-9 (červenec 1999 - červenec 2000, 26 měření) s mým ročním měřením za období srpen 2013 – srpen 2014 (10 měření). Bohužel není možné srovnání měření ze sondy č. 8S, protože byla po revitalizaci postupně zaplavena. Přibližně 20 m od původní sondy byla nainstalována nová sonda č. 8, kterou jsem měřila já. Srovnání také nelze provést u sondy č. 4, kterou jsem vyřadila z měření z důvodu zatopení.

Pro srovnání ročních měření kolísání hladiny vody na Soumarském mostě před obnovou a po ní jsem použila výpočet směrodatné odchylky přes všechna měření. Výsledné směrodatné odchylky jsem zprůměrovala a srovnala je s rašeliništěm Malá niva.

#### **3.3.2 Další parametry prostředí – půdní vlhkost, pH a konduktivita, mocnost zbylé rašeliny**

K vybraným sondám, které reprezentují vlhkostní gradient, jsem instalovala v období květen – červen 2014 celkem 15 dataloggerů. Dataloggery (TMS3, firma TOMST) měřily vlhkost půdy. Data jsem následně zkalibrovala pomocí softwaru TMS3Calibr (TOMST 2013). U dat vlhkosti jsem denní záznam zprůměrovala a výsledné hodnoty jsem pomítla do grafu.

Dalšími důležitými parametry prostředí jsou pH a konduktivita podzemní vody. U všech sond jsem provedla celkem 4 měření každý rok po dobu 2 let (2014-2015). K měření jsem používala terénní přístroj (PH7 pH/conductivity portable metr), který jsem před každým měřením zkalibrovala pomocí pufrů (pH 4, pH 7 a u konduktivity 1413  $\mu$ S a 12,880  $\mu$ S).

Hloubku rašeliny jsem odečetla z pedologické mapy (Zýval et al. 2000) a hodnoty upravila podle terénního pozorování. Mocnost rašeliny jsem tak rozdělila do 7 kategorií od 0 do 175 cm (rozděleno vždy po 25 cm).

#### **3.3.3 Fytcenologické snímkování**

Kolem každé sondy jsem v srpnu 2015 zaznamenala fytcenologický snímek 2x2 m klasickou procentuální metodou odhadu pokryvnosti jednotlivých druhů a pater (Kent & Coker 1992). U všech snímků samotná sonda tvořila střed čtverce.

Získaná data o pokryvnosti jednotlivých druhů a pater jsem srovnala s fytoocenologickými snímky z roku 2011, pořízenými v rámci méj bakalářské práce (Vlková 2013).

### **3.3.4 Transplantační experiment**

Ke každé sondě jsem přesadila vždy 3 exempláře obou rašeliništních druhů rostlin. Délka výhonů (nadzemní i podzemní část) u všech vybraných rostlin se pohybovala v rozmezí 10-15 cm. Rostliny druhu *Vaccinium oxycoccos* byly odebrány na podzim 2011 z okrajové, těžbou nenarušené části rašeliniště, kde se vyskytuje v hojném počtu. Druh *Andromeda polifolia* se zde vyskytuje jen velmi vzácně, proto byl odebrán z nedalekého rašeliniště Pěkná, které nebylo narušeno těžbou a tento druh je zde plošně zastoupen. Samotný odběr probíhal až na jaře 2012, důsledkem administrativních prodlev s obdržením povolení.

V okolí sond se nacházela různá mikrostanoviště převážně závislá na hladině podzemní vody. V nejvlhčích místech se nacházela ostřicová společenstva (*Carex rostrata*, *C. canescens*, *Juncus effusus*, *Sphagnum fallax*), zatímco v nejsušších byly nálety borovic (*Pinus sylvestris*), bříz (*Betula* sp.) a v bylinném patře dominoval vřes (*Calluna vulgaris*). V místech s holou rašelinou, kde se hladina vody držela pár centimetrů pod povrchem, dominoval druh *Eriophorum vaginatum* spolu s *E. angustifolium*.

Přežívání obou druhů jsem kontrolovala přibližně po 1 roce od přesazení (*V. oxycoccos* na podzim 2012 a *A. polifolia* v létě 2013), protože bylo důležité, aby oba druhy přečkaly zimu i letní období. Výsledky jsem srovnala s přežíváním z podzimu 2015 (*V. oxycoccos* 4 roky od přesazení a *A. polifolia* 3,5 let).

### **3.3.5 Výsevný experiment na Soumarském mostě**

Výsevný experiment probíhal celkem ve třech etapách.

První výsevný experiment se týkal jen druhu *V. oxycoccos*. Tento experiment jsem provedla za účelem testu klíčivosti na lokalitě. Ze zdrojové lokality (rašeliniště Záhvozdí) jsem sebrala bobule daného druhu a přenesla je na Soumarský most. Ke každé sondě jsem na začátku listopadu 2012 přenesla 15 bobulí. Bobule byly rozděleny do 3 čtverců po 5 bobulích, aby semena mohla růst v různých mikrostanovištích (mechorosty, holá rašelina, porosty vyšších rostlin), ale ne u všech sond to bylo možné vzhledem k nepřítomnosti příslušných mikrostanovišť. Přednostně byl vybrán jako substrát *Sphagnum* sp. a holá

rašelina. Pro snazší klíčení semen jsem všechny bobule rozmáčkla. Celkem bylo použito 345 bobulí (2415 semen).

Druhá etapa výsevů proběhla o rok později (polovina října 2013). Pokus byl zopakován s druhem *V. oxycoccus* a ještě byl rozšířen o druhý druh *A. polifolia*. Zdrojovou lokalitou pro oba druhy bylo rašeliniště Pěkná. Samotný přenos bobulí a tobolek ke všem sondám probíhal stejným způsobem jako u prvního výsevného experimentu. Tobolky druhu *A. polifolia* jsem rozmáčkla a semena vysypala, aby mohla snáze klíčit. Celkem bylo použito 345 bobulí a tobolek (přepočteno na semena: 2415 semen *V. oxycoccus* a 3450 semen *A. polifolia*). V jedné plošce bylo tedy vyseto 35 semen *V. oxycoccus* a 50 semen *A. polifolia*.

Na konci října 2014 jsem provedla třetí výsevný experiment, který probíhal jen na holé rašelině. Zdrojovými plochami bylo opět rašeliniště Pěkná (*V. oxycoccus*, *A. polifolia*) a Záhvozdí (*A. polifolia*). Vybrala nových 5 míst (Obr. 1), kde jsem vytyčila v transektu 3 nové plošky o velikosti 5 x 5 cm (vzdálené od sebe cca 2m). Plošky byly vybrány na základě vlhkostního gradientu, kde nejvlhčí místo je vždy vedle mělké vodní plochy, následuje mezické a suché místo. Transekt je veden od mokrého k suchému stanovišti s převýšením do 30 cm.

Do každého čtverce jsem vložila 5 rozmáčklých bobulí druhu *V. oxycoccus*. Pro druh *A. polifolia* jsem v době odběru našla dostatečné množství tobolek, proto jsem pokus uskutečnila jen na stanovištích s mezickou vlhkostí. Celkem jsem použila 75 bobulí a 25 tobolek, tedy 525 semen *V. oxycoccus* a 250 semen *A. polifolia*.

### **3.3.6 Klíčení v klimaboxu**

Pro zjištění pravděpodobnosti a schopnosti klíčení obou druhů jsem v klimaboxu založila výsevný experiment. Test klíčivosti byl proveden ve dvou etapách.

Bobule i tobolky jsem sebrala na konci října 2014 z lokality Pěkná. Chtěla jsem, aby pokus probíhal stejným způsobem jako na Soumarském mostě, a proto jsem nepřepočítávala přesný počet semen, ale počítala jsem s průměrným počtem semen v 1 bobuli/tobolce. Celkem jsem použila 120 bobulí a 40 tobolek. Počet tobolek a bobulí byl záměrně takto použit, aby se průměrný počet jejich semen vzájemně rovnal.

První etapa klíčení probíhala bez uložení v mrazu na podzim 2014 (listopad – prosinec). Použila jsem 60 bobulí a 20 tobolek. Bobule byly rozděleny na 2 skupiny - 30 bobulí bylo

sebráno i s výhonem a listy, které jsem následně analyzovala na průtokovém cytometru. Zbytek bobulí byl sebrán bez dalších analýz jako směsná populace.

Bobule i tobolky jsem rozmáčkla a semena jsem nechala klíčit v Petriho miskách (průměr 5 cm) na filtračním papíru, který jsem pravidelně navlhčovala vodou. Pokus probíhal 47 dní při průměrné teplotě 22 °C a světelné periodě 15h (temnostní fáze 9h).

Druhá etapa probíhala na jaře 2015 (duben – červen). Semena byla uložena v suchu při teplotě 5-10 °C a následně byla umístěna do mrazáku po dobu 1 měsíce při teplotě – 14 °C. Použila jsem opět 60 bobulí a 20 tobolek. Semena jsem vypreparovala z bobulí (*V. oxycoccos*) a nechala je (bez ošetření) klíčit na Petriho miskách s vlhčeným filtračním papírem. Po 4 dnech začala semena plesnivět, tak jsem změnila klíčící prostředí a nechala semena klíčit v čisté vodě. Stejný klíčící postup jsem použila u semen druhu *A. polifolia*, které jsem vysypala z tobolek. Pokus probíhal 75 dní při průměrné teplotě 24 °C a světelné periodě 15h (temnostní fáze 9h).

### 3.3.7 Průtoková cytometrie

Cílem měření bylo zjistit, jestli se jedinci druhu *Vaccinium oxycoccos* liší v ploidní úrovni. Rostliny na analýzu byly sebrány na stejných lokalitách, odkud byla vzata semena a jedinci na terénní pokusy (Soumarský most – okrajová část, Pěkná a Záhvozdí).

Z každé lokality jsem na podzim 2014 odebrala reprezentativní vzorek výhonů s neporušenými listy (Soumarský most 40 výhonů, Pěkná 60 výhonů a Záhvozdí 20 výhonů), které byly analyzovány. Měřila jsem směsné vzorky po 10-ti rostlinách. Jako interní standard jsem použila rajče (*Solanum lycopersicum* cv. Stupické polní tyčkové) o velikosti genomu  $2C = 1,96$  pg ([www.ibot.cas.cz/fcm/Suda](http://www.ibot.cas.cz/fcm/Suda)).

Z lokality Pěkná jsem náhodně vybrala třicet výhonů na průtokovou cytometrii. Dalších třicet výhonů bylo odebráno i s bobulemi, které jsem nechala klíčit v klimaboxu ve dvou etapách (podzim 2014, jaro 2015) a listy jsem rovněž analyzovala pomocí průtokové cytometrie. Schválně jsem vybírala bobule o různé velikosti a tvaru, abych zvýšila pravděpodobnost výskytu různých ploidních úrovní v měřených vzorcích.

Do Petriho misky jsem vložila část listu *V. oxycoccus* spolu se standardem a přidala jsem 400 µl Otto I. Listy jsem najemno nasekala žiletkou, aby se uvolnila jádra z buněk. Suspenzi jsem několikrát pipetováním promíchala a následně přefiltrovala přes 42 µm filtr do připravené zkumavky. Vzorek jsem nechala chvíli stát a poté jsem přidala 800 µl barvicího roztoku Otto II s 2-merkptoethanolem a fluorescenčním barvivem DAPI (4', 6-diamino-2phenylindol dihydrochlorid). Poté mohl být vzorek změřen pomocí průtokového cytometru Partex PA II (Partec GmbH, Munster, Germany) s rtuťovou výbojkou. Přístroj byl nastaven tak, aby standard byl na kanálu 200 na 1024- kanálové škále se záznamem 3000 částic. Data získaná z přístroje jsem zobrazila v programu FloMax verze 2.6.

Standard byl nejprve přikládán ke vzorkům, ale protože se jeho pík a pík tetraploidní úrovně studovaného druhu mohl shodovat, zvolila jsem jako standard jednu z rostlin, která byla přeměřena jako hexaploid.

### **3.4 Zpracování dat**

Mnohorozměrné gradientové analýzy byly provedeny v programu Canoco 5 (ter Braak & Šmilauer 2012) a jednorozměrné metody v programu Statistika 12 (StatSoft 2013).

Vzhledem k nepřímé srovnatelnosti netěžených okrajů s těženou částí rašeliniště, nebylo u transplantačních a výsevných pokusů s těmito sondami počítáno (č. 7, 9, 27, 28, 29, 30).

Pro zjištění vztahu mezi jednotlivými prediktory prostředí v těžené části rašeliniště (hladiny podzemní vody, pH a hloubky rašeliny) jsem použila korelační matice.

U jednotlivých naměřených parametrů prostředí (pH, konduktivita, hladina podzemní vody) jsem vypočítala aritmetický průměr ze všech měření a hodnoty shrnula v Příloze III.

#### **3.4.1 Srovnání fytoocenologických snímků**

Ke srovnání vegetační variability a zjištění případné sukcesní změny na základě snímků zaznamenaných po čtyřech letech jsem použila nepřímou gradientovou analýzu DCA (Detrended Correspondence Analysis). Délka gradientu byla 4,8 (ter Braak & Šmilauer 2012).



Analýzu DCA jsem také použila k zobrazení druhového složení zaznamenaného pomocí fytoecologických snímků z roku 2015 s pasivně promítnutými faktory prostředí.

Pomocí Forward selection v přímé gradientové analýze CCA (Canonical Correspondence Analysis) jsem testovala, zda hladina podzemní vody, pH a hloubka rašeliny má vliv na vegetační variabilitu.

### **3.4.2 Transplantační experimenty**

Přežívání obou druhů na gradientu podzemní vody jsem testovala pomocí zobecněných lineárních modelů metodou Species response curves, která byla fitována GLM modelem s binomickým rozdělením a logit link funkcí (ter Braak & Šmilauer 2012). Jako vysvětlovanou proměnnou jsem použila přežívání transplantů obou druhů po prvním roce a přežívání z podzimu 2015. Vysvětlující proměnnou je aritmetický průměr naměřených hodnot hladiny podzemní vody do roku 2012.

Přímou gradientovou metodou (CCA) jsem vyjádřila vztah mezi přežíváním transplantů a druhovým složením okolní vegetace. Vysvětlující proměnnou bylo přežívání obou přesazených druhů v roce 2015. Hodnoty procentuální pokryvnosti jednotlivých druhů (fytoecologické snímky z roku 2015) byly logaritmicky transformovány.

Vztahy prediktorů prostředí (pH a hloubka rašeliny) na přežívání obou druhů jsem testovala pomocí lineární regrese, protože byla nejvhodnějším řešením pro proložení dat. Stejný vztah jsem použila pro klíčení semen.

### **3.4.3 Výsevné pokusy**

Průměrný počet semen v jedné bobuli a tobolce jsem převzala z literatury. U druhu *V. oxycoccus* se udává 7 semen (Eriksson & Fröborg 1996) a u *A. polifolia* je to 10 semen (Jacquemart 1998). Následně jsem vypočetla podíl vyklíčených a přeživších semen z celkového počtu všech vysetých semen i ze semen vysetých k jednotlivým ploškám. Také jsem stanovila procento přežívání obou druhů z počtu vyklíčených semen (elektronická příloha).

### **3.4.3.1 Výsevné pokusy na Soumarském mostě**

Klíčení semen a přežívání semenáčků obou druhů na gradientu podzemní vody jsem testovala pomocí zobecněných lineárních modelů metodou *Species response curves*, která byla fitována GLM modelem s binomickým rozdělením a logit link funkcí (ter Braak & Šmilauer 2012). Jako vysvětlovanou proměnnou jsem použila průměrné klíčení u každé sondy. Vysvětlující proměnnou byl aritmetický průměr naměřených hodnot hladiny podzemní vody.

Pro stanovení klíčení a přežívání semen obou druhů na těžené ploše rašeliniště jsem vybrala jen ty plošky, kde substrátem byl rašeliník a holá rašelina. Získala jsem tak 44 plošek (22 s rašeliníkem a 22 s holou rašelinou) z celkových 51 plošek na těžené ploše rašeliniště. V 7 ploškách (ostatní mechorosty a vegetace) nevyklíčila žádná semena ani jednoho druhu.

Klíčení a přežívání obou druhů na dvou substrátech jsem graficky zobrazila v programu Statistika pomocí *Box-Whiskers plot*. Stejným způsobem jsem zobrazila rozdíl hladiny podzemní vody mezi těmito dvěma substráty.

### **3.4.3.2 Výsevné pokusy na rašelině - 5 míst**

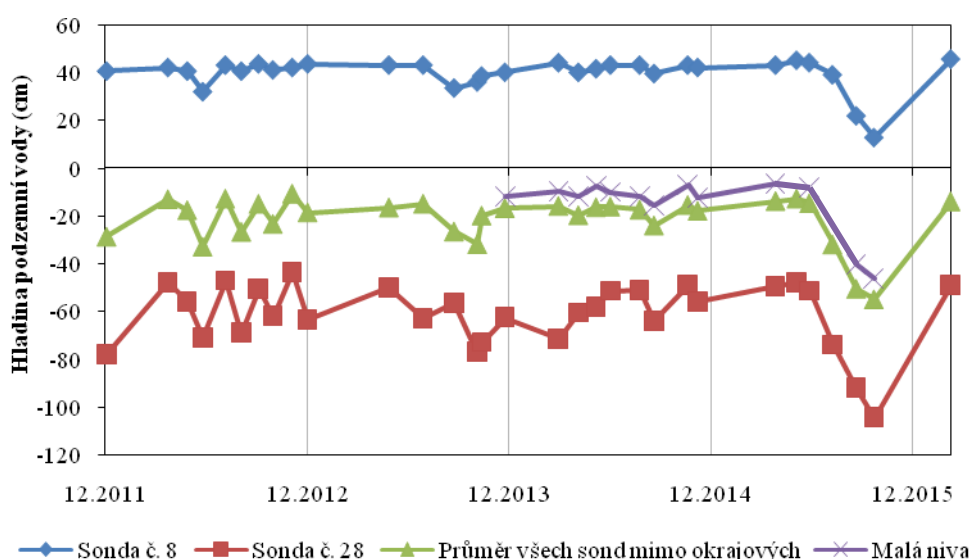
Podíl vyklíčených semen na jednotlivých ploškách z celkového počtu vyšetých semen na plošku jsem transformovala pomocí arcsinové transformace. Data jsem následně analyzovala pomocí *Main effect ANOVA* a následně jsem použila *Tukey test* na otestování rozdílů mezi jednotlivými stanovišti.

## 4. Výsledky

### 4.1 Faktory prostředí

#### 4.1.1 Hydrologický režim na rašeliništi

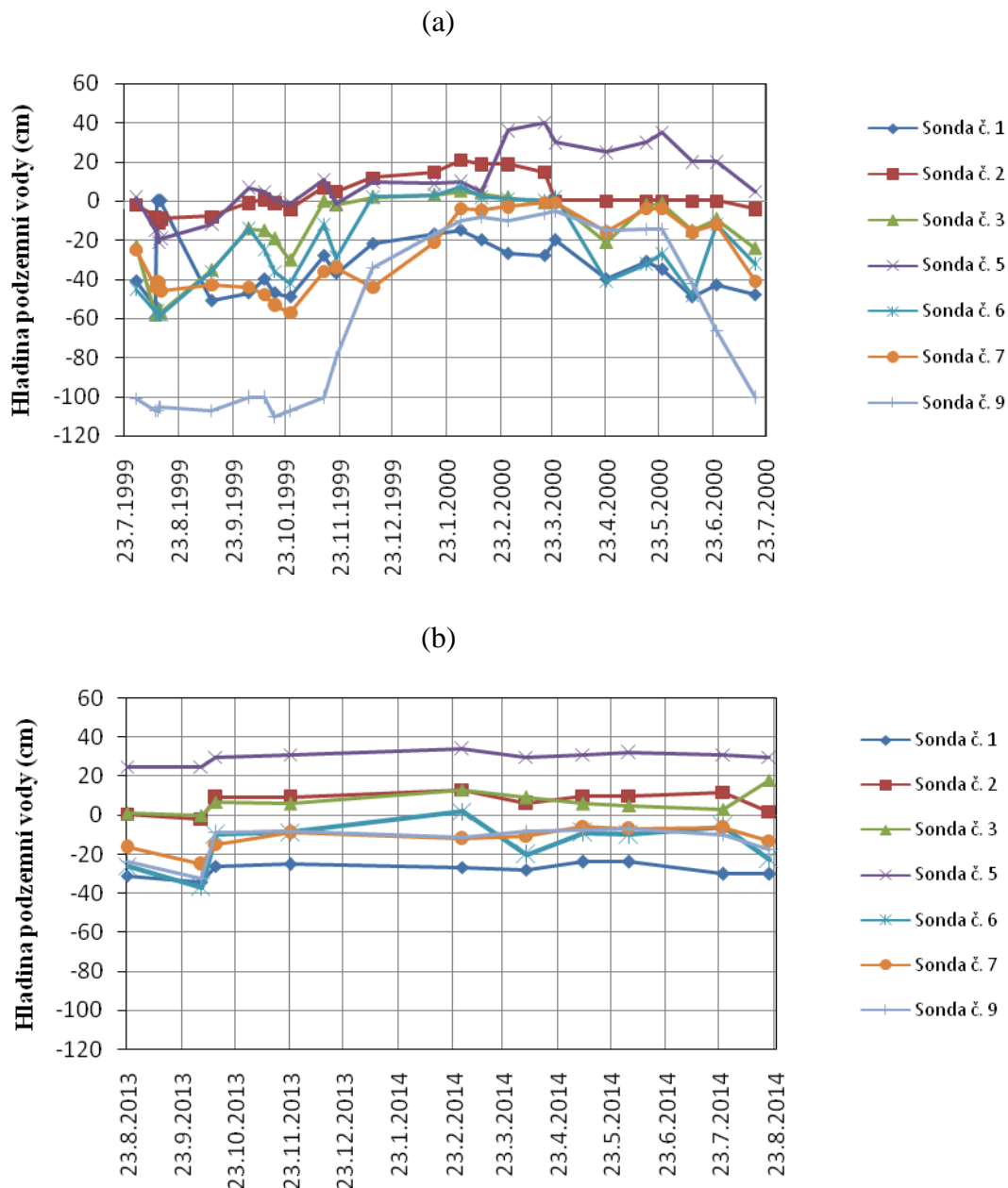
Hydrologický režim měřený po několik let je celkem vyrovnaný. Zaznamenáno je i extrémně teplé a suché léto 2015, kdy hladina vody klesla hluboko pod povrch většiny sond, ale jak je patrné, hladina vody při měření v únoru 2016 vrátila do normálního stavu. Průměrná hladina vody u všech sond na Soumarském mostě je velmi podobná té na Malé nivě.



Obr. 4: Kolísání hladiny podzemní vody na Soumarském rašeliništi (nejsušší a nevlhčí sonda a průměr ze všech sond mimo čtyřech v netěžené části) a na referenční lokalitě Malá niva.

#### Srovnání kolísání hladiny podzemní vody před a po obnově rašeliniště

Srovnání hladin vody před a po obnově rašeliniště ukázalo, že po revitalizačních zásazích se hydrologický režim ustálil (obr. 5).



Obr. 5: Srovnání ročního kolísání hladiny podzemní vody u stejných sond (č. 1-9) před obnovou rašeliniště (a) - Zýval et al. (2000) a po ní (b). Symboly jsou označena jednotlivá měření.

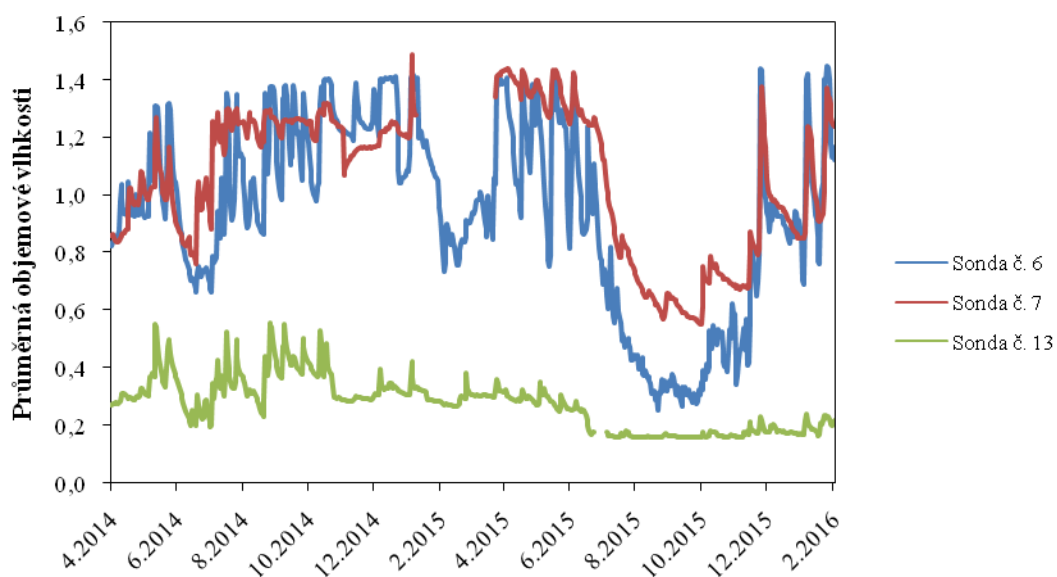
Kolísání hladiny vody se po obnově rašeliniště ustálilo. I když jsou sondy č. 7 a 9 umístěny v netěžené části rašeliniště, odvodnění vody se jich přímo dotklo. Větší rozkolísanost hladiny vody je patrná u sondy č. 9. Po obnově se naopak hladina vody v obou sondách ustálila na stejných hodnotách.

Vypočtená směrodatná odchylka kolísání hladiny podzemní vody na Soumarském mostě před obnovou vyšla 20,6 cm, zatímco po obnově 6,5 cm. Na Malé nivě hladina vody kolísá nejméně (3,7 cm).

#### 4.1.2 Další parametry prostředí – půdní vlhkost, pH a konduktivita

Naměřená hodnota pH v rámci všech sond se pohybuje v rozmezí 3,5 – 5,5. Vyšší hodnoty pH se objevují v mělkých depresích a na otevřených, dříve borkovaných plochách s malou mocností zbylé rašeliny. Nízké hodnoty jsou naopak v nenarušených částech rašeliniště. Pro srovnání, naměřený rozsah pH z rašeliniště Malá niva činí 3,7 - 3,9 a konduktivita se pohybuje v rozmezí 70 – 94,2  $\mu\text{S}$ .

Naměřená konduktivita na Soumarském mostě je v rozmezí 34,4 – 140  $\mu\text{S}$ . Vyšší hodnoty jsem naměřila v okrajových částech rašeliniště, zatímco na otevřených vodních plochách a mělkých depresích jsou hodnoty nízké. Všechny měřené parametry prostředí jsem shrnula v Příloze III.



Obr. 6: Kolísání průměrné objemové vlhkosti měřené necelé 2 roky pomocí dataloggerů (sonda č. 7 – okrajová část rašeliniště, substrát rašeliník; sonda č. 6 – vytěžená plocha, substrát rašelina a sonda č. 13 – nejsušší sonda, substrát rašelina).

Půdní vlhkost více kolísá na holé rašelině (sonda č. 6) s průměrnou hladinou vody -17,6 cm pod povrchem, než je to u nejsušší sondy se stejným substrátem (sonda č. 13, hladina

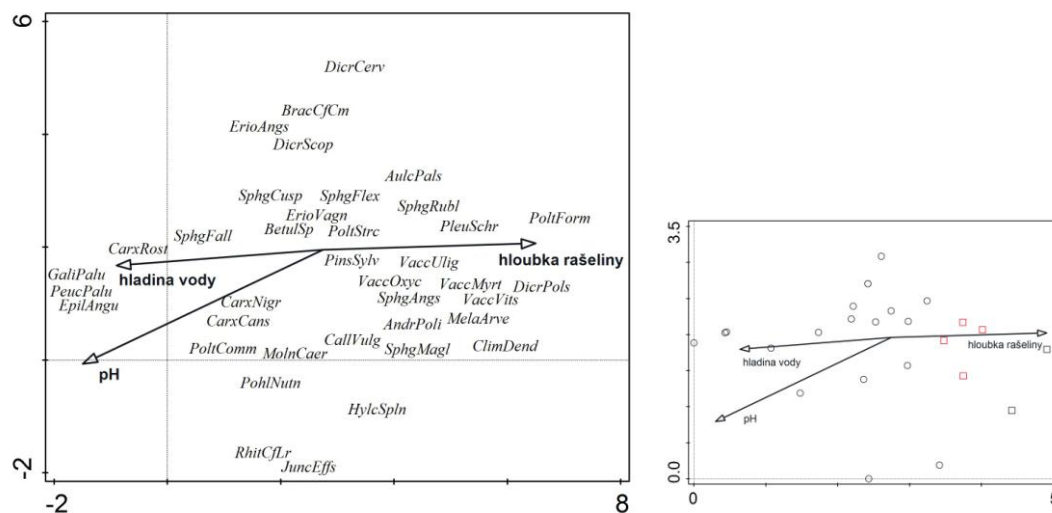
podzemní vody je -112,1). Půdní vlhkost v rašelínku si drží v průběhu sezony konstantní vlhkost. Patrný je strmý pokles vlhkosti v létě 2015, kdy byly extrémní teploty a sucho.

#### 4.1.3 Srovnání fytoecenologických snímků

Ve všech snímkovaných plochách bylo v roce 2011 i v roce 2015 zaznamenáno celkem 20 druhů cévnatých rostlin. Za čtyři roky nepřibyl žádný nový druh. V roce 2011 jsem na těžené části rašeliniště zaznamenala 7 druhů (popřípadě rodů) mechorostů a při důkladnějším snímkování mechorostů v roce 2015 jsem našla celkem 20 druhů. Je to dáno především tím, že jsem učila r. *Polytrichum* a r. *Sphagnum* do druhů. Pro srovnání fytoecenologických snímků z obou roků byly tyto určené druhy mechorostů vyřazeny a pracovala jsem jen s 10 druhy a 2 rody mechorostů.

Jen v netěžené části rašeliniště byly nalezeny 2 druhy cévnatých rostlin (*A. polifolia*, *V. oxycoccus*) a 3 druhy mechorostů (*Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum* a *S. rubellum*).

Tabulka fytoecenologických snímků je zařazena v příloze (Příloha IV).

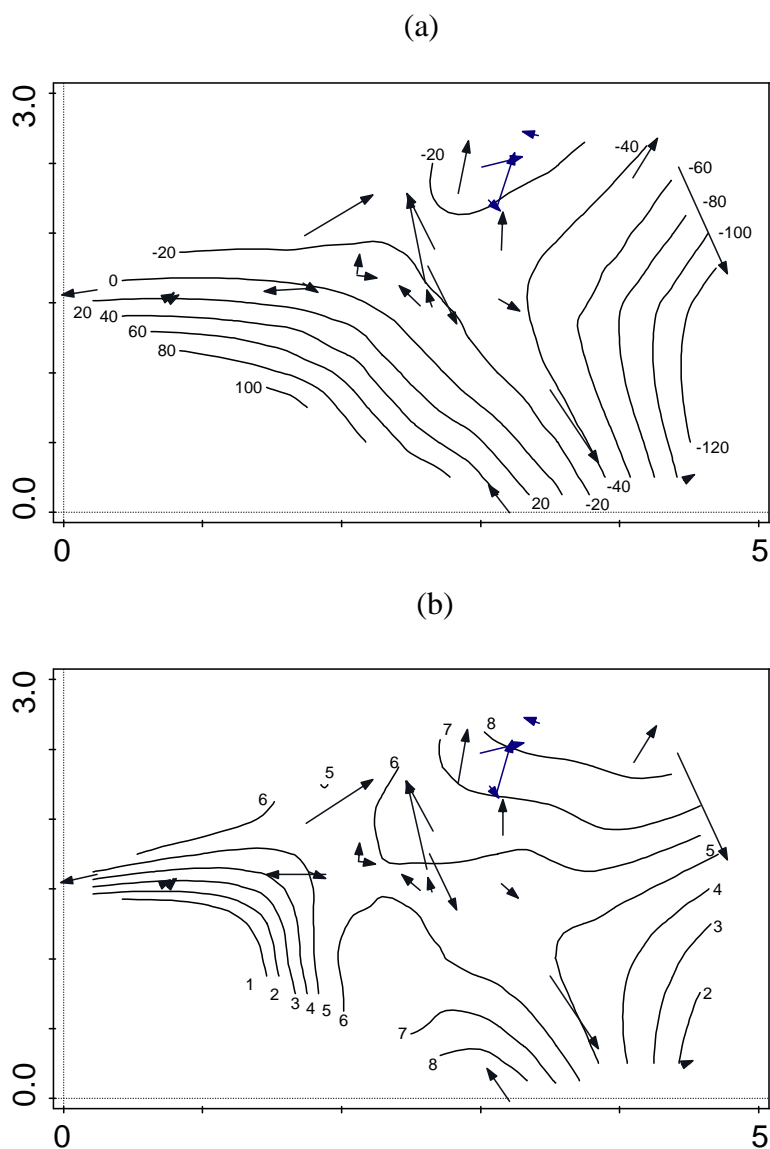


Obr. 7: DCA ordinace druhů zaznamenaných v roce 2015 s pasivně vloženými faktory prostředí (a) a rozložení snímků v ordinačním diagramu (b) - snímky jsou rozděleny na netěženou část s původní rašelinnou vegetací (červené čtverečky), rozhraní těžené a netěžené plochy (černé čtverečky) a těženou plochu (kolečka). Zkratky druhových jmen jsou vysvětleny v Příloze V.

První ordinační osa vysvětluje 19,6 % a druhá 9,9 % variability. Celkově je zde patrný trend, že s klesající mocností rašeliny, vzrůstá hladina podzemní vody. Minerotrofní stanoviště

(místa s vyšším pH, vysokou hladinou vody a slabou vrstvou rašeliny) jsou reprezentovány druhy *Carex rostrata*, *C. nigra*, *C. canescens*, *Peucedanum palustre*, *Galium palustre* a *Epilobium angustifolium*). Naopak místa s nízkým pH a ponechanou větší vrstvou rašeliny (netěžené okraje rašeliniště) jsou typická pro druhy *Vaccinium vitis-idea*, *V. oxycoccos*, *V. myrtillus* či *V. uliginosum*.

Vliv faktorů prostředí na vegetační složení testovaný pomocí Forward selection v analýze CCA vyšel u všech faktorů průkazně (hladina vody  $F=3$ ;  $p=0,001$ ; pH:  $F=2,6$ ;  $p=0,001$ ; hloubka rašeliny  $F=1,6$ ,  $p=0,037$ ). První kanonická osa vysvětlila 13,94 %, druhá 8,41 % a třetí 5,46 % variability.



Obr. 8: Ordinace DCA fytoecologických snímků opakovaných po čtyřech letech s vloženými izočarami hladiny podzemní vody (a) a celkového počtu druhů ve snímcích (b). Modře jsou označeny čtyři okrajové sondy v netěžené části rašeliniště.

První ordinační osa vyjadřuje 15,9 % a druhá 10,8 % variability. Z obr. 8a lze vyčíst určitý náznak diferenciacie vegetace po 4 letech směrem k suššímu a vlhčímu konci gradientu. Různý směr šipek ale ukazuje, že po 4 letech není mezi snímky žádná jednosměrná a jednoznačná změna.

V nejvlhčích a nejsušších místech je celkově malý počet druhů ve snímcích, kolem hladiny - 20 cm je počet druhů nejvyšší (Obr. 8b).

#### 4.1.4 Vzájemné vztahy mezi faktory prostředí

Vztah mezi jednotlivými faktory prostředí (hladina podzemní vody, pH a hloubka rašeliny), testovaný pomocí korelačních matic, nevyšel průkazně, ale jsou v něm patrné mírné trendy.

## 4.2 Transplantační experimenty

Přežívání obou druhů jsem testovala na více faktorech.

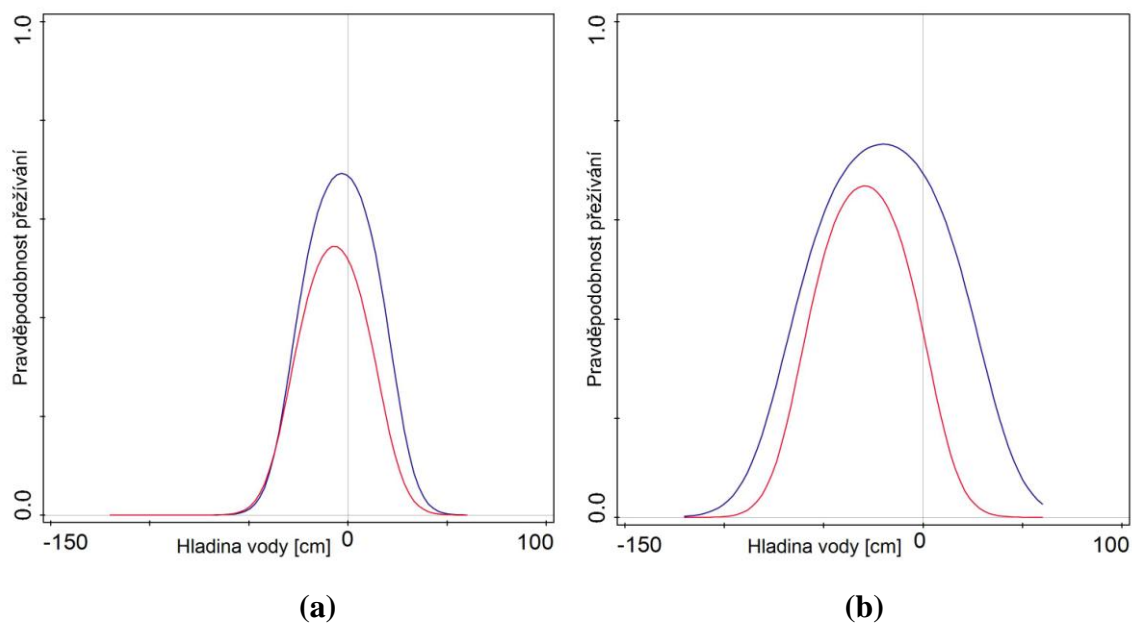
### 4.2.1 Hladina podzemní vody

Přežívání obou druhů v závislosti na hladině podzemní vody je shrnuto v Příloze II.

Tab. II: Srovnání přežívání obou druhů na gradientu podzemní vody metodou *Species response curves* ( $R^2$  = koeficient determinace). Přežívání je zaznamenáno po roce od přesazení a pak souhrnně v roce 2015.

	$R^2$ [%]	F	p	Optimum přežívání [cm]	Rozsah tolerance [cm]
<i>V. oxycoccus</i> 2012	36,1	7,0	0,007	-3,2	14,4
<i>V. oxycoccus</i> 2015	21,5	4,8	0,024	-6,9	14,7
<i>A. polifolia</i> 2013	23,3	5,6	0,014	-20,1	26,1
<i>A. polifolia</i> 2015	27,8	8,8	0,003	-29,4	18,9

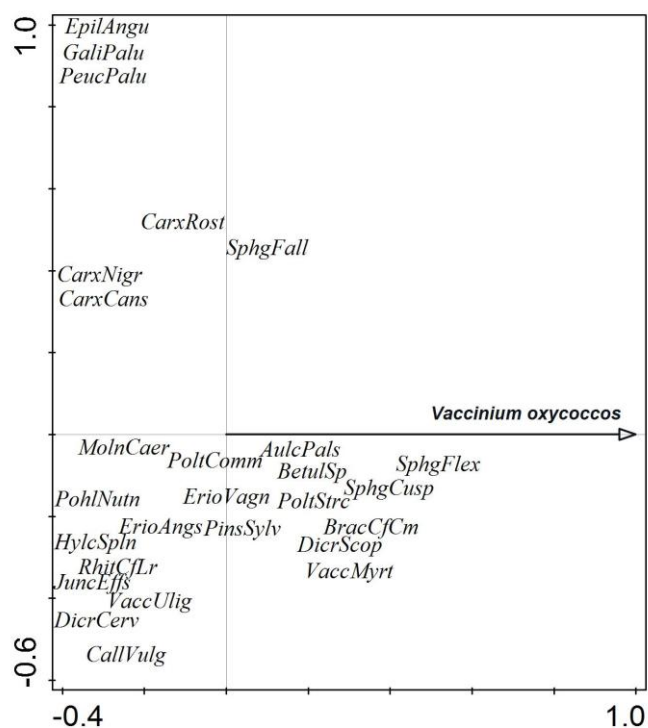




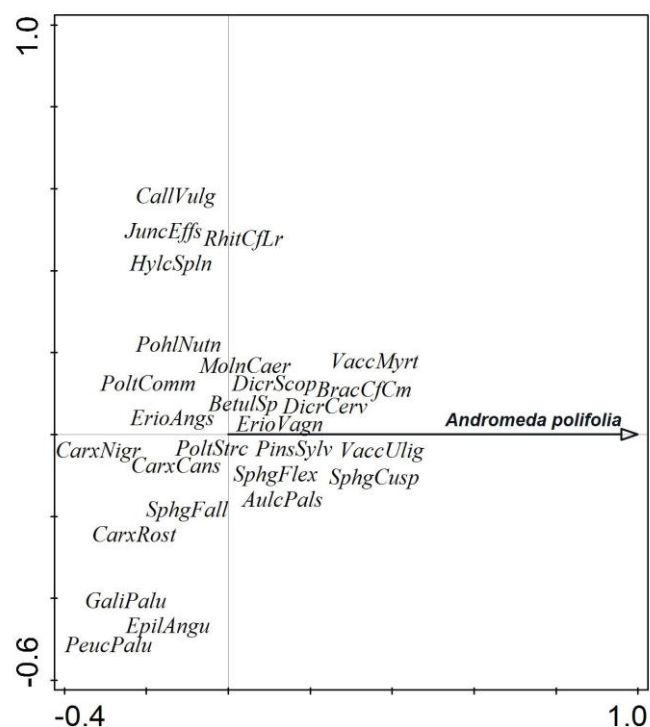
Obr. 9: Srovnání přežívání obou vysazených druhů (*V. oxycoccus* (a), *A. polifolia* (b)) na gradientu hladiny podzemní vody po roce od přesazení (modře, *V. oxycoccus* v létě 2012, *A. polifolia* v létě 2013) a v roce 2015 (červeně) metodou *Species response curves*.

Z tab. II a hlavně obr. 9. je patrné, že oba druhy nepřežily na těch nejsušších a nevlhčích místech. U obou druhů se křivka přežívání nejen snížila, ale i zúžila. Optimum přežívání *V. oxycoccus* se po 3 letech ustálilo na hodnotě -6,87 cm a u *A. polifolia* po dvou letech na -29,4 cm, ale tolerance přežívání obou druhů se překrývají.

#### 4.2.2 Druhové složení



Obr. 10: Ordinace (CCA) druhů podél první ordinační osy, která vyjadřuje přežívání přesazeného druhu *V. oxycoccos* na vytěžené ploše rašeliniště ( $F = 1$ ,  $p = 0,429$ ). První kanonická osa vysvětlila 5,6 % variability. Zkratky druhového složení jsou uvedeny v Příloze V.



Obr. 11: Ordinace (CCA) druhů podél první ordinační osy, která vyjadřuje přežívání přesazeného druhu *A. polifolia* na vytěžené ploše rašeliniště ( $F = 1,5$ ,  $p = 0,083$ ). První kanonická osa vysvětlila 8,14 % variability. Zkratky druhového složení jsou uvedeny v Příloze V.

Vztah mezi přežíváním transplantů a druhovým složením okolní vegetace vyšel u obou druhů neprůkazně (*V. oxycoccus*:  $F = 1$ ,  $p = 0,429$ , *A. polifolia*:  $F = 1,5$ ,  $p = 0,083$ ). Na vytěžené ploše přesazené druhy lépe rostou s druhy *V. myrtilus*, *Sphagnum flexuosum*, *Pinus sylvestris* nebo *Eriophorum vaginatum*, typické pro rašeliništní vegetaci. Naopak nerostly s druhy typickými pro mělké minerální půdy (*Carex rostra*, *C. canescens*, *C. nigra* nebo *Juncus effusus*).

#### 4.3.3 Hloubka rašeliny a pH

Lineární regresí jsem testovala vliv dvou faktorů prostředí přežívání obou druhů. Hloubka rašeliny ani pH nemají průkazný vliv na přežívání transplantů ani výsevů. U pH byl zaznamenán mírně klesající trend směrem k vyššímu pH, kde rostliny nerostly. Bylo to způsobeno dvěma minerálnějšími stanovišti. Zatímco hloubka rašeliny vykazovala zřetelnější vazby druhu *A. polifolia* na větší hloubku rašeliny než *V. oxycoccus*.

## 4.4 Výsevné pokusy

### 4.4.1 Výsevné pokusy na Soumarském mostě

První výsevy druhu *V. oxycoccus* na podzim 2012 jsem provedla za účelem testu klíčivosti na lokalitě. Semena začala klíčit v rozmezí květen až červenec 2013. Úspěšnost klíčení byla celkem 2,24 %.

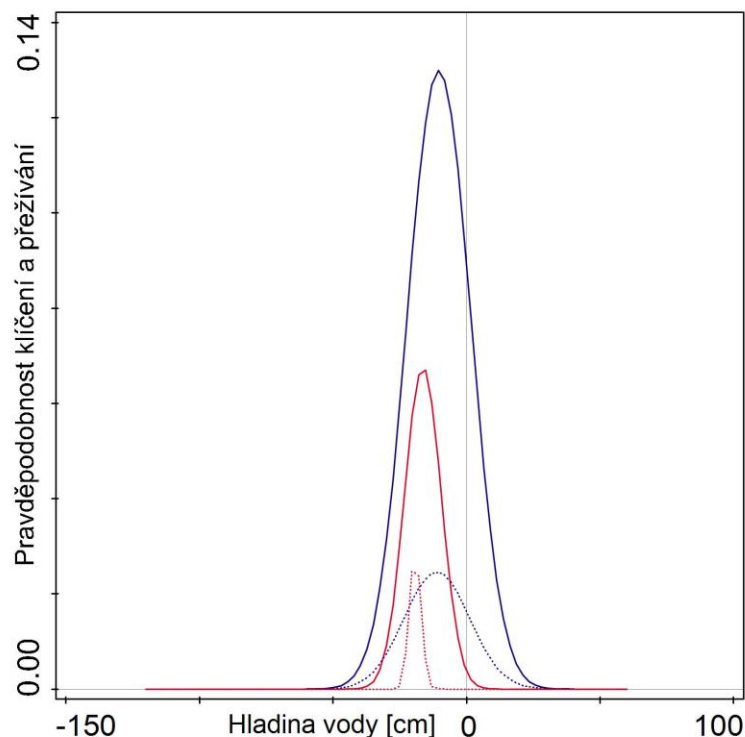
Klíčivost ve druhém výsevném pokusu s oběma druhy na podzim 2013 byla vyšší (viz Tab. III), přestože semena *V. oxycoccus* byla setá na stejná místa jako předešlý rok. Vlivem extrémně suchého léta 2015 nakonec většina rostlin uschla.

Tab. III: Srovnání klíčení a přežívání obou druhů na všech ploškách. Procento klíčení a přežívání je spočteno z celkového počtu vyšetřovaných semen (celkem bylo použito 2415 semen *V. oxycoccus* (při každém klíčení) a 3450 semen *A. polifolia*). Počty vyklíčených semen byly zaznamenány vždy v létě druhého roku a přežívání v srpnu 2015.

etapa výsevů	druh	počet vyklíčených semen	počet přeživších rostlin	% klíčení	% přežívání	% přežívání z počtu vyklíčených semen
1. výsevy (2012)	<i>V. oxycoccus</i>	54	10	<b>2,3</b>	<b>0,4</b>	18,5
2. výsevy (2013)	<i>V. oxycoccus</i>	134	16	<b>5,6</b>	<b>0,6</b>	11,9
	<i>A. polifolia</i>	44	9	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>	20,5

Tab. IV: Výsledky srovnání klíčení a přežívání obou druhů ve vztahu k hladině podzemní vody metodou *Species response curves* ( $R^2$  = koeficient determinace). Jedná se o druhou etapu výsevů z roku 2013 (počítány jsou jen plochy na vytěžené části rašeliniště).

	$R^2$ [%]	F	p	Optimum (cm)	Tolerance (cm)
<i>V. oxycoccus</i> _klíčení	36,4	0,36	0,721	-11,49	10,57
<i>V. oxycoccus</i> _přežívání	27,1	0,07	0,934	-12,83	11,17
<i>A. polifolia</i> _klíčení	50,8	0,29	0,752	-16,21	5,84
<i>A. polifolia</i> _přežívání	63,3	0,08	0,921	-19,15	2,16



Obr. 12: Podíl vyklíčených semen a přeživších rostlin obou druhů v závislosti na hladině podzemní vody (*V. oxycoccus* modře, *A. polifolia* červeně; plná čára – klíčení semen, přerušovaná čára – přežívání semen).

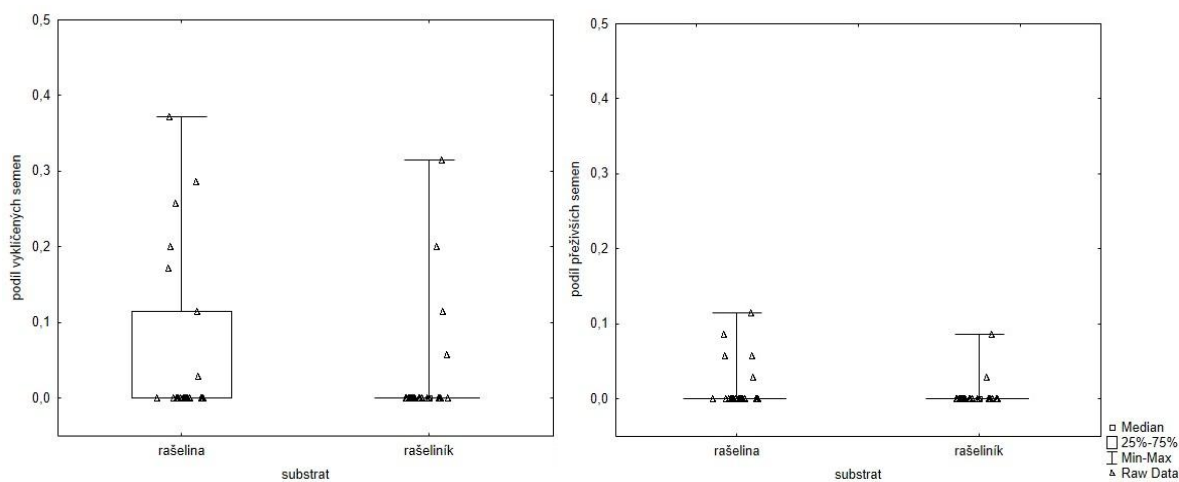
Semena neklíčila na vlhkých a suchých místech (Tab. IV a obr. 12). Model nevyšel průkazně, ale i přesto lze říct, že oba druhy klíčí i přežívají v obdobných optimech hladiny podzemní vody a tolerance přežívání se překrývají. Optimum klíčení pro *V. oxycoccus* je -11,49 a pro *A. polifolia* -16,21 cm. U obou druhů se křivka přežívání rapidně snížila.

#### 4.4.1.2 Klíčení a přežívání obou druhů na dvou rozdílných substrátech

Úspěšnost klíčení a přežívání na dvou hlavních substrátech je zobrazena v Tab. V. Počet vyklíčených semen je u obou druhů vyšší na substrátu holá rašelina. Pro srovnání, v netěžených okrajích rašeliniště, které byly vyloučeny z analýz, vyklíčilo v rašeliníku celkem 60 semen druhu *V. oxycoccus*, ale žádná rostlina nepřežila. U *A. polifolia* dokonce nevyklíčilo žádné semeno.

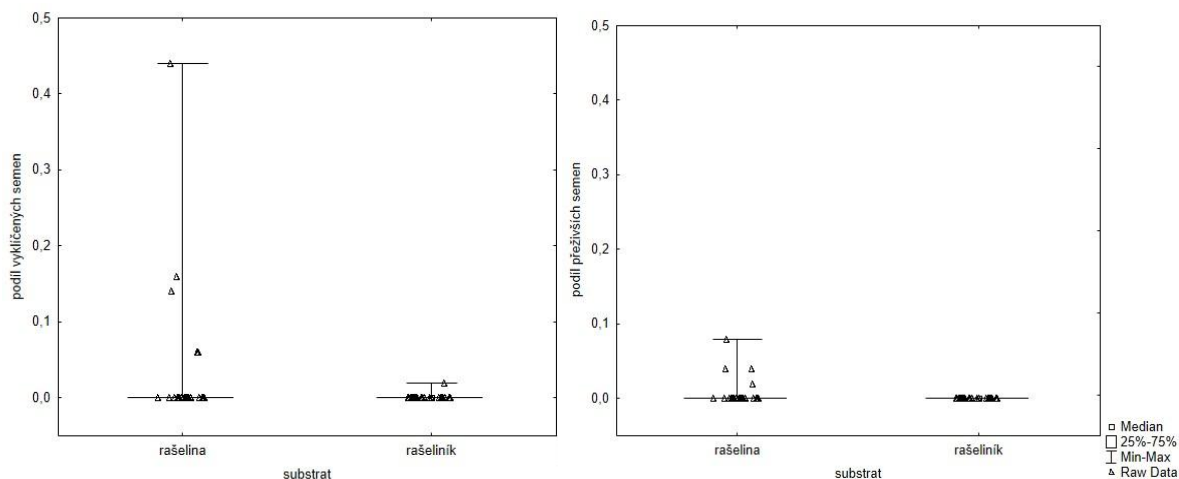
Tab. V: Srovnání klíčení a přežívání obou druhů na dvou substrátech (vždy 22 plošek, na každý substrát bylo vyseto 770 semen *V. oxycoccus* a 1100 semen *A. polifolia*). Klíčení počítáno v létě 2014 a přežívání v srpnu 2015).

druh	substrát	počet vyklíčených semen	počet přeživších rostlin	% klíčení	% přežívání z celku	% přežívání z počtu vyklíčených semen
<i>V. oxycoccus</i>	rašeliník	24	4	3,1	0,5	16,6
	rašelina	50	12	6,5	1,5	24
<i>A. polifolia</i>	rašeliník	1	0	0,09	0	0
	rašelina	43	9	3,9	0,8	20,9



(a)

(b)



(c)

(d)

Obr. 13: Grafické srovnání podílu klíčení a přežívání *V. oxycoccus* (a, b) a *A. polifolia* (c, d) na dvou substrátech pomocí Box-Whiskers plot (Tab. V). Podíl přežívání semen je vypočten z celkového počtu vyšetých semen.

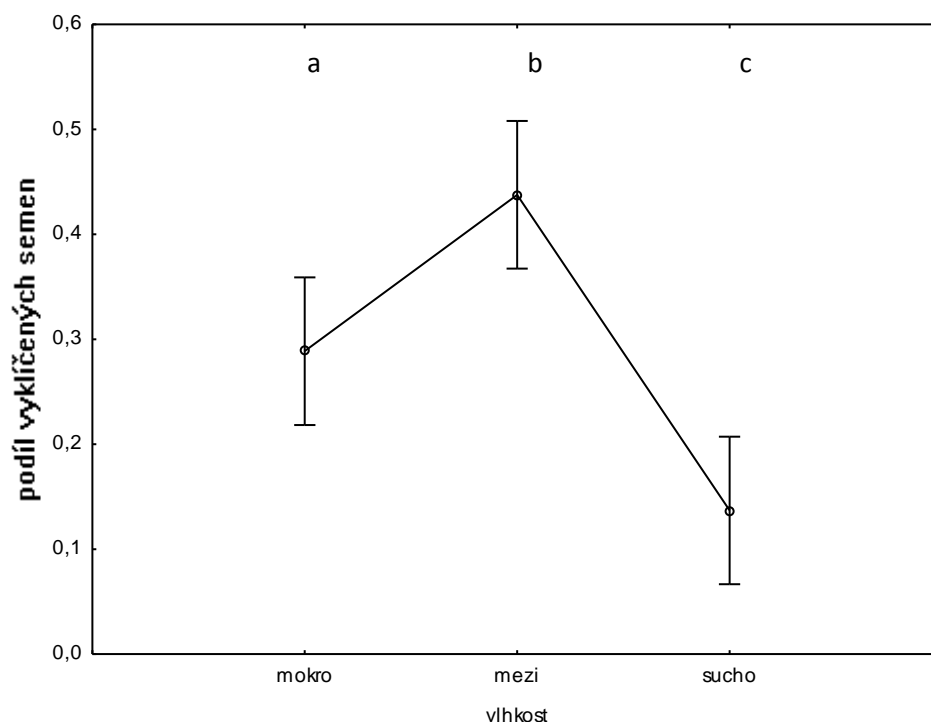
#### 4.4.3 Výsevné pokusy na rašelině - 5 míst

Semena *V. oxycoccos* nejlépe klíčila v mezickém stanovišti, zatímco na mokřém a suchém stanovišti klíčila hůře. Mezi stanovišti byl zjištěn průkazný rozdíl ( $F = 24,3$ ;  $p = 0,0004$ ) – Obr. 14. Tukeyho test ukázal, že všechny tři typy vlhkosti stanovišť se od sebe průkazně liší v počtu vyklíčených semen.

Bohužel nebylo možné provést srovnání obou studovaných druhů, protože nebylo nalezeno dostatečné množství semen druhu *A. polifolia*. Semena jsem proto dala jen do optimálního mezického prostředí, ale ze 175 semen nevyklíčilo žádné (viz Tab. VI).

Tab. VI: Srovnání klíčení a přežívání druhu *V. oxycoccos* v závislosti na vlhkosti stanoviště (vždy 5 plošek, ke každému stanovišti bylo vyseto 175 semen, klíčení počítáno v červnu 2015 a přežívání v srpnu 2015). Procento klíčení a přežívání je spočteno z celkového počtu vysetých semen.

vlhkost stanoviště	počet vyklíčených semen	počet přeživších rostlin	% klíčení	% přežívání	% přežívání z počtu vyklíčených semen
mokro	19	8	10,86	4,6	42,1
mezi	33	17	18,86	9,7	51,5
sucho	6	0	3,43	0	0



Obr. 14: Rozdíly v počtu vyklíčených semen transformovaných podle arcsinové transformace v závislosti na relativním stupni vlhkosti (Main effect ANOVA,  $F = 24,3$ ;  $p = 0,0004$ ). Chybové úsečky zobrazují 95 % konfidenční interval. Písmena nad průměry označují výsledky Tukeyho testu – různá písmena znamenají, že se průměry statisticky liší ( $p < 0,05$ ).

#### 4.5 Klíčení v klimaboxu

Výsledky klíčení v klimaboxu jsem shrnula v tabulce VII. V první etapě začala semena druhu *V. oxycoccus* klíčit po 22. dnech, zatímco v druhé etapě po ošetření mrazem již po 14 dnech.

Tab. VII: Výsledky klíčení v klimaboxu bez ošetření mrazem (1. klíčení, podzim 2014) a s ošetřením mrazem (2. klíčení, jaro 2015). Procento klíčení je spočteno z celkového počtu vysetých semen.

etapa klíčení	druh	celkem bobulí/tobolek	průměrný počet semen	počet vyklíčených semen	% klíčení
1. klíčení (podzim 2014)	<i>V. oxycoccus</i>	60	420	3	0,7
	<i>A. polifolia</i>	20	200	3	1,5
2. klíčení (jaro 2015)	<i>V. oxycoccus</i>	60	420	54	12,9
	<i>A. polifolia</i>	20	200	17	8,5

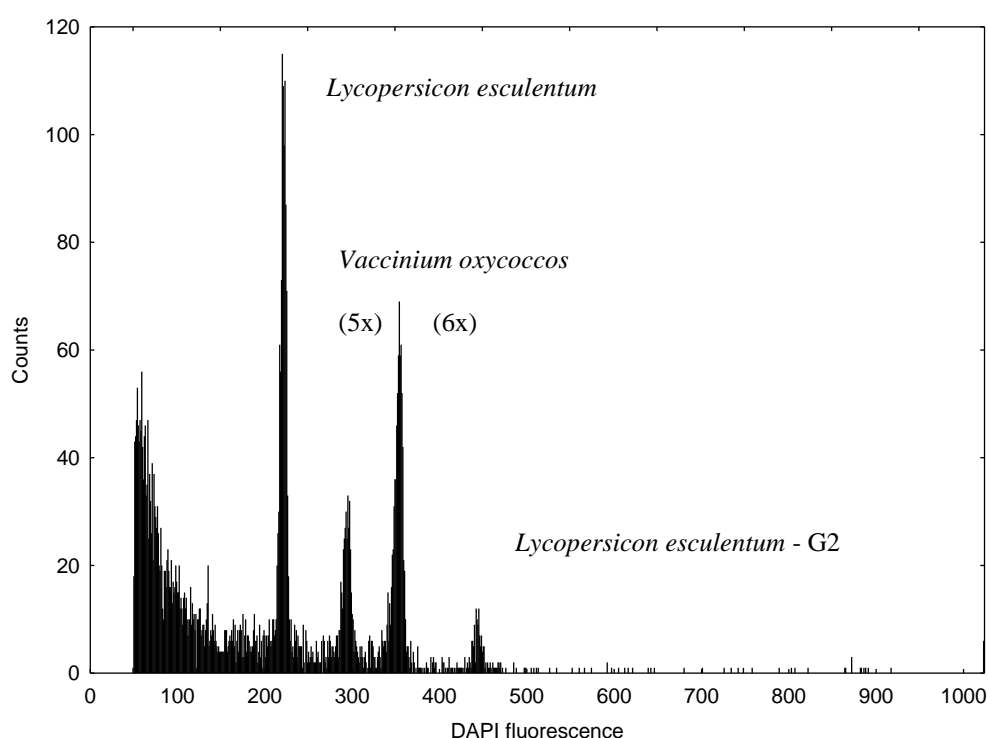


Z tabulky VII. je patrné, že v druhé etapě klíčení, tj. po ošetření mrazem, semena klíčila podstatně lépe u obou druhů, i když klíčení bylo celkově nízké.

#### 4.6 Průtoková cytometrie

Z celkem 120 přeměřených rostlin byly zjištěny 2 ploidní úrovně: pentaploidní a hexaploidní (obr. 15). Hexaploidní úroveň byla zjištěna na všech třech zdrojových lokalitách, zatímco pentaploidní úroveň jen na dvou (Soumarský most a Záhvozdí). Protože byla u hodně vzorků použita jako standard jedna z měřených rostlin, nelze u všech měření spočítat poměrné charakteristiky. Tyto hodnoty jsou vypočtené jen pro 64 měřených rostlin (elektronická příloha).

Z lokality Pěkná jsem odebrala 30 výhonů s bobulemi, které jsem nechala klíčit v klimaboxu. I když bobule měly různou morfologii, nakonec všechny rostliny byly přeměřeny jako hexaploidní.



Obr. 15: Histogram fluorescence jader *V. oxycoccos* (5x, 6x) a standardu *Lycopersicon esculentum* (lokality Soumarský most).

## 5. Diskuse

Pro obnovu tvorby rašeliny je důležité, aby se zlepšily hydrologické podmínky rašeliniště. Přehrazením odvodňovacích kanálů dojde ke zvýšení hladiny podzemní vody a zlepšení podmínek pro růst rostlin (Lindsay 1995; Grootjans et al. 2012).

Nejdůležitějšími druhy v obnově rašelinišť jsou pochopitelně rašeliníky, protože pomáhají nastartovat rašelinotvorný proces (Grootjans et al. 2012). Rašeliníšní druhy se ale na vytěženou plochu dostávají velmi pomalu, anebo vůbec. Nepřítomnost těchto druhů může být způsobena „dispersal limitation“ nebo „habitat limitation“ (van der Maarel & Franklin 2013).

Hlavní ideou „dispersal limitation“ je, že výskyt druhů je primárně limitován dostupností diaspor v krajině. Zatímco idea „habitat limitation“ spočívá v tom, že výskyt druhů je limitován přítomností vhodného prostředí (habitatu). Může to být dáno abiotickými faktory prostředí, nebo konkurencí, kdy se druhy vyskytují jen na příhodných místech pro jejich růst (Münzbergová & Herben 2005).

### 5.1 Faktory prostředí - vlhkostní poměry a pH

Velký vliv na obnovu rašelinného procesu má hladina podzemní vody (Lindsay 1995), proto je hlavním revitalizačním zásahem blokování odvodňovací kanálů. Price et al. (2003) uvádí, že po zablokování odvodňovacích kanálů se významnělepší hydrologický režim na těženém rašeliništi a zmenší se rozkolísanost hladiny vody. Přesně to se ukázalo v případě Soumarského mostu, kdy se průběh kolísání hladiny vody po revitalizačních zásazích přiblížil situaci na blízkém nenarušeném rašeliništi Malá niva.

Po zvednutí hladiny podzemní vody se přirozeně zaplaví hlouběji vytěžená místa, na kterých po těžbě zůstala jen slabá vrstva rašeliny. V těchto místech jsem naměřila vyšší pH. Měření pH z Malé nivy je blízké netěžené části Soumarského mostu, ale konduktivita je nižší. Vyšší konduktivita na Soumarském mostě může být dána rozkladem odumřelých částí (odbouráváním rašeliny). Při nízkém pH je konduktivita také ovlivněna koncentrací volných vodíkových iontů (Sjörs 1950).

Kolísání objemové půdní vlhkosti je patrnější na holé rašelině s málo zaklesnutou vodou, než na stejném substrátu s nízkou průměrnou hladinou vody (pod 1 m). Rašelina je tak suchá, že ani při extrémních teplotách (léto 2015) vlhkost nekolísala, byla stále nízká. Pro srovnání, i vlhkost v rašeliníku je v průběhu sezóny také víceméně konstantní.

## 5.2 Vegetační variabilita

Spontánní obnova na frézovaných rašeliništích bez zásahu do hydrologického systému nikdy sama nevede k původnímu biotopu (stanovišti) - Lindsay (1995). Z největší pravděpodobnosti vznikne spíše sekundární les (Jauhiainen 1998). Kdyby se Soumarský most nerevitalizoval, sukcese by postupně vedla k rozvolněnému lesnímu porostu s dominantními druhy *Betula pubescens* a *Pinus sylvestris* (Lanta et al. 2004), kde se v podrostu postupně stále více uchycuje smrk. To odpovídá průběhu sukcese na jiných, průmyslově těžných rašeliništích u nás (Konvalinková & Prach 2010).

Po obnově vodního režimu se na těžené ploše začínají formovat rostlinná společenstva podél vlhkostního gradientu (Grootjans et al. 2012). Místa s vyšší hladinou podzemní vody a pH kolonizoval především druh *Carex rostrata* spolu se *Sphagnum fallax*. Právě druhy minerotrofních stanovišť spolu s rašeliníky utvářejí představu o regeneraci narušených rašelinišť (Dierssen & Dierssen 2001; Konvalinková & Prach 2010). Naopak sušší místa s vysokou mocností rašeliny a nízkým pH obsazují druhy suchých borů (*Calluna vulgaris*, *Pinus sylvestris* a *Vaccinium myrtillus*).

Za 4 roky nepřibyl ve snímcích žádný nový druh cévnatých rostlin. Může to být způsobeno celkově malým počtem druhů, izolací rašeliniště i tím, že druhy na rašeliniště expandují pozvolna (*Vaccinium uliginosum*) nebo vůbec (*V. oxycoccos*, *A. polifolia*). Nejvíce se rozrostly druhy, které kolonizují holou rašelinu (*Eriophorum angustifolium* a *E. vaginatum*). Pokryvnost rašeliníků (r. *Sphagnum*) se po čtyřech letech zvýšila. Znamená to, že se na rašeliništi vytvářejí příhodné mikrostaništní podmínky pro jeho růst. Největší zastoupení měl v mělkých, trvale zatopených místech (deprese, okraje lagun).

Ve dvou snímcích se nově objevil malý mechorost (*Dicranella cerviculata*), který hraje důležitou roli při stabilizaci povrchu rašeliny (Quinty & Rochefort 2003).

Po 4 letech není vidět mezi snímky žádná jednoznačná změna. Výsledky ordinačních analýz pouze naznačují divergenci směrem k vlhčímu a suššímu konci gradientu. Počet druhů je celkově malý v nejvlhčích a nejsušších snímcích (kolem 5 druhů), protože obě tato místa kolonizují jen specialisté (limitace vodou). Nejvíce druhů se nachází v rozmezí hodnot hladiny vody 0 až -20 cm, která zjevně vytváří ideální podmínky pro růst rašeliništních druhů.

### 5.3 Přesazené rostliny

Každý druh má určité rozmezí podmínek, ve kterých je schopen růst (ekologická valence) a v rámci nich jsou podmínky, které mu nejvíce vyhovují (optimum přežívání) - Begon et al. (1997). Zásadní vliv na přežívání rašeliništních druhů rostlin má hladina vody (Lindsay 1995).

Oba přesazené druhy nepřežily na nejsušších a nejvlhčích místech. Optimum růstu *V. oxycoccus* je  $-6,9 \pm 14,7$  cm, zatímco *A. polifolia* přežívá v sušších místech (optimum je  $-29,4 \pm 18,9$  cm). Na první pohled se optima přežívání u obou druhů liší, ale tolerance jejich přežívání se překrývají. Důležité je zmínit, že ve stejných místech, kde rostou přesazené rostliny, klíčila i jejich semena.

Z křivek přežívání lze říci, že *V. oxycoccus* má užší přizpůsobivost a potřebuje k růstu specifitější podmínky. Na nenarušených místech roste v kobercích rašeliníků, které mělkým kořenům poskytují dostatek vody. Povrchové odvodnění je tedy pro tento druh fatální (Jacquemart 1997).

Křivka přežívání *A. polifolia* je širší. Znamená to, že dokáže lépe zvládat stres způsobený nedostatkem vody. Dokonce vydrží růst i v odvodněném rašeliništi dlouho potom, co vymizí rašeliníky (Jacquemart 1998). Hlavní adaptací na tyto podmínky je kořenový systém, který může zasahovat až 45 cm pod povrch. Velkým ztrátám vody zabraňuje pomocí kožovitých listů na spodu s bílými chlupy.

Další faktor, který mohl hrát roli v úspěšnosti přežívání na vytěžené ploše, je odlišná doba přesazení rostlin na rašeliniště. Druh *V. oxycoccus* byl přesazen na rašeliniště na podzim 2011, kdy bylo relativně sucho. Kořenový systém rostlin nemusel rychle zareagovat na změnu hydrologického režimu, a mohlo tak dojít k odumření rostlin. Rostliny krátce po přesazení do holé rašeliny se také musely vypořádat s přemrzáním povrchové vrstvy. Druh *A. polifolia* byl přesazen až v květnu 2012, kdy už nebyla velká pravděpodobnost, že dojde k přemrzání rašeliny a navíc panovaly docela dobré vlhkostní podmínky.

Přenesením *V. oxycoccus* a *A. polifolia* na obnovenou plochu můžeme docílit i zvýšení druhové bohatosti bezobratlých, zvláště pokud by se dále rozrůstaly. Oba druhy jsou živnými rostlinami pro housenky tyrfobiontních druhů motýlů. Na Šumavě je na *V. oxycoccus* vázán druh perleťovec severní (*Boloria aquilonaris*) a píďalka klikvová (*Carsia sorosiata*). V

prostoru Vltavského luhu se vyskytuje můra osenice rašelinná (*Coenophila subrosea*), která má úzkou vazbu na *A. polifolia* (Bezděk et al. 2006).

Na těžené ploše přesazené druhy přežívají v místech, kde je v okolí podobné druhové složení rašeliništní vegetaci (*V. myrtilus*, *Sphagnum flexuosum*, *Pinus sylvestris* nebo *Eriophorum vaginatum*), zatímco nerostou v mělkých minerálních půdách s výskytem *Carex rostrata*, *Sphagnum fallax* aj.

Pro růst *V. oxycoccos* je rašeliník nezbytný, ale zároveň s ním bojuje o přežití (kompetice) - Malmer et al. (1994). Rostliny rostoucí v rašeliníku investují především do vertikálního růstu. Výhony musí růst rychleji než rašeliníky, aby přežily. Udává se, že v jižní Skandinávii je růstová rychlost hlavního horizontálního výhonu  $14.4 \pm 15.1$  mm za týden. Zatímco roční přírůstek mechorostů r. *Sphagnum* na bultech je 1 – 5 cm za rok a v mělkých, vodou dobře zásobených depresích dokonce více než 10 cm za rok (Malmer et al. 1994). Růst keříčků se tedy musí přibližně rovnat růstu rašeliníků. Tento vztah platí i pro druh *A. polifolia* (Malmer et al. 1994).

Vysoká růstová rychlost rašeliníku ukazuje na skutečnost, že rostliny přesazené do mělkých depresí, dobře zásobených vodou (sonda č. 5, 8, 3 a 2) neměly moc šancí přežít. Druh *A. polifolia* zde v počátku přesazení přežíval lépe než *V. oxycoccos* (Vlková 2013), ale nakonec rašeliník rostliny také přerostl.

Další faktor, který mohl ovlivnit růst rostlin, je pH. U sondy č. 3 se pH pohybuje v rozmezí 5,15 – 5,76 a podle Jacquemar (1997) *V. oxycoccos* neroste v pH vyšší než 5. U této sondy přesazené rostliny záhy vymizely. Mohlo to být způsobeno i kombinací vyššího pH, které potlačilo růst přesazených rostlin, a rychlého růstu rašeliníků.

## 5.4 Výsevy

Klíčící pokus na Soumarském mostě probíhal na stejných místech ve dvou etapách. Úspěšnost klíčení v prvních výsevech (2,3%) byla horší než při druhých výsevech (5,6%). Může to být způsobeno různými faktory, jak abiotickými (vlhkostí substrátu při klíčení, teplotou), tak biotickými (všechna semena nemusela být dozralá). Důležité je i zmínit, že jsem bobule odebírala pokaždé z jiné lokality. Jak jsem později zjistila, menší úspěšnost klíčení v první etapě mohla být způsobena i různou ploidní úrovní. První rok se bobule odebíraly z rašeliniště Záhvozdí, kde jsem zjistila výskyt pentaploidní a hexaploidní úrovně.

Druhý rok odběr probíhal na rašeliništi Pěkná, kde u rostlin byla nalezena jen jedna ploidní úroveň a to hexaploidní. Místa odběrů byla závislá na hojnosti výskytu bobulí na zmíněných lokalitách a na povolení Správy NP.

Jacquemart (1998) tvrdí, že semena druhu *A. polifolia* potřebují specifické podmínky ke klíčení. V půdě musí zůstat alespoň jeden rok, aby byla schopna klíčit. Na Soumarském mostě semena klíčila na jaře, tedy půl roku po výsevech. Optimální hladina podzemní vody byla -12,83 cm. Všechna semena až na jedno vyklíčila na holé rašelině. Dalo se předpokládat, že zrovna na holé rašeliništi dojde k zahrabání semen mrazovým narušením povrchu a semena nebudou klíčit, ale nestalo se tak. Campbell & Rochefort (2003) udávají, že malá semena druhu *Andromeda glaucophylla* špatně klíčí už při mělkém zahrabání (5 mm).

Semena *V. oxycoccos* jsou krátkověká a v půdě vydrží v životaschopném stavu pouze 2 roky (Jacquemart 1997). Na Soumarském mostě klíčila v optimální hladině podzemní vody -11,49 cm. Vyklíčilo podstatně více semen než u druhého druhu, ale to může být dáno větší velikostí semen než u *A. polifolia* (Campbell & Rochefort 2003). Semena *V. oxycoccos* také lépe odolávají zahrabání. Doba vyklíčení se sice prodloužila, ale semena jsou schopná poměrně dobře klíčit i v hloubce 15 mm (Campbell & Rochefort 2003). Semena také více klíčila na holé rašelině než v rašeliníku.

Semena obou druhů vůbec nevyklíčila v místech, která jsou dobře zásobená vodou, s koberci rašeliníků (*Sphagnum fallax*). Může to být také způsobeno rychlým růstem rašeliníků, nebo jejich zapadnutím do mechorostů (limitace světlem) - Malmer et al. (1994). Naopak v místech, kde rašeliník není tak dobře zásobený vodou (sonda č. 18 a 21), vyklíčilo 22 semen *V. oxycoccos* a 4 rostliny přežily. U *A. polifolia* vyklíčilo jen 1 semeno. Vysoké letní teploty nakonec nepřežila většina semenáčků. Holá rašelina rychle přesychá a nedostatek vody je pro malé semenáčky fatální (Campbell & Rochefort 2003). Stejně dopadla většina semenáčků v rašeliníku, kde také uschly.

Vypadá to, že semena obou druhů klíčí a přežívají lépe na holé rašelině než v rašeliníku. Ale nelze to s určitostí říci, protože substrát nebyl rovnoměrně zastoupen ve stejné hladině podzemní vody. Substrát holá rašelina se nachází v rozpětí hodnot hladiny podzemní vody -20 až -40 cm, zatímco rašeliník je ve vyšší hladině podzemní vody (-20 až 0 cm). Proměnně

substrát a hladina vody jsou vzájemně korelované a nejspíš společně ovlivňují klíčení a přežívání.

Další klíčící pokus jsem založila na stejném substrátu (holá rašelina) v přibližně stejných vlhkostních podmínkách. Bohužel jsem neměla k dispozici dostatečný počet semen druhu *A. polifolia*, proto nebylo možné provést srovnání klíčení obou druhů. Nejlépe *V. oxycoccus* klíčil v mezickém stanovišti, potom ve vlhkém a nejméně v suchém, což odpovídá i výsledkům z výsevů u jednotlivých sond. Všechny tři typy vlhkosti stanovišť se od sebe průkazně liší. Zajímavé je, že poměrně hodně rostlin přežilo i přes extrémně suché léto 2015.

## 5.5 Klíčení v klimaboxu

V laboratorních podmínkách klíčí oba druhy velmi podobně. Maximální klíčení bylo zaznamenáno po stratifikaci (Jacquemart 1997; 1998). Větší klíčivosti lze u *V. oxycoccus* také dosáhnout po namočení semen do 10% roztoku  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  na 24h. Já jsem ale semena nijak chemicky neošetřovala, protože jsem chtěla simulovat klíčící podmínky bližší těm na Soumarském mostě.

Při prvním klíčení na podzim 2014 (klíčení bez mrazového ošetření) jsem rozmáčkly bobule a tobolky nechala klíčit na Petriho miskách s vlhčeným filtračním papírem, ale většina semen obou druhů zplsnivěla. Mohlo to být způsobeno tím, že semena jsem nechala klíčit i s ochrannými obaly. Nakonec vyklíčila jen 3 semena od každého druhu.

Po této zkušenosti jsem při 2. etapě klíčení na jaře 2015 (po ošetření mrazem) změnila klíčící postup. Semena jsem důkladně vypreparovala z ochranných obalů a nechala je klíčit znovu na Petriho miskách. Když ale po 4 dnech semena začala plesnivět, nechala jsem je na doporučení M. Majekové (ústní sdělení) klíčit ve vodě, kde poněkud překvapivě klíčila relativně dobře.

Klíčení po mrazové fázi (jaro 2015) bylo mnohem úspěšnější než na podzim hned po sběru bobulí a tobolek. První rostlina druhu *V. oxycoccus* vyklíčila po 14. dnech, zatímco bez ošetření mrazem až po 22. dnech. Vyšší úspěšnost klíčení může být způsobena mrazovým ošetřením, ale i dormancí semen nebo novým klíčícím postupem (klíčení ve vodě). Pro srovnání, Buchwald et al. (2009) nechal klíčit semena *V. oxycoccus* v laboratorních

podmínkách. Semena bez stratifikace klíčila jen velmi omezeně, zatímco po stratifikaci na písku se klíčení rovněž zvýšilo.

Jacquemart (1997) uvádí, že úspěšnost klíčení semen *V. oxycoccos* v půdě je po 1 roce 94 % a po 2 letech jen 49 %. Buchwald et al. (2009) popisuje, že semena uložená v nevytopené místnosti vydrží v životaschopném stavu jen do dvou let. Semena *V. oxycoccos* (rok a půl stará) jsem také nechala klíčit. Nakonec po 2 měsících vyrostla 1 rostlinka. Ovšem kdybych semena nechala klíčit delší dobu, možná by úspěšnost klíčení byla vyšší (Buchwald et al. 2009).

Při srovnání testu klíčivosti v klimaboxu a klíčení v terénu, v obou případech lépe klíčila semena druhu *V. oxycoccos* než *A. polifolia*. Celkově lze konstatovat, že za různých podmínek byla klíčivost u obou druhů vždy relativně nízká.

## 5.6 Průtoková cytometrie

Na zdrojových lokalitách jsem zjistila výskyt dvou ploidních úrovní (5x, 6x). Ani v jednom měřeném vzorku nebyl nalezen tetraploid (4x), který je hlavně popisován v literatuře (Jacquemart 1997). Většinu vzorků tvořila hexaploidní úroveň, která se zdá být i více zastoupená například ve Skandinávii (Suda 2002). *V. oxycoccos* s vyšší ploidii se může šířit více vegetativně a méně pomocí bobulí, než je tomu u nižších ploidii. Musí se brát v úvahu, že klíčení i růst rostlin mohl ovlivnit i tento faktor.

Měření bylo pouze orientační, protože se nedala zpětně určit ploidní úroveň k terénním experimentům na Soumarském mostě. Výsledky jsem mohla zkompletovat jen s pokusem klíčení v klimaboxu. I když jsem sbírala tvarově odlišné bobule, průtoková cytometrie nakonec odhalila pouze jednu ploidní úroveň a to hexaploidní. Podle nejnovějších poznatků nejdou od sebe nijak morfologicky odlišit (Suda & Lysák 2001; Suda 2002) a mé výsledky to potvrzují.



Těmito pokusy jsem chtěla zjistit, jaká je schopnost uchycení *V. oxycoccus* a *A. polifolia* na vytěžené ploše. Tyto druhy přežívají na místech, kde jsou příhodné vlhkostní podmínky k růstu. Zajímavé by bylo určitě dál pozorovat, jak rostliny budou přežívat a případně se i šířit.

Do budoucna (uvedení do praxe ekologické obnovy) by byl asi nejlepším řešením přenos dospělých rostlin spolu s rašeliníky (bloky), protože rostliny nebudou tak náchylné na nové prostředí a rašeliníky jim zajistí vlhkost. Je to asi praktičtější i efektivnější pro obnovu rašeliniště, než způsob přenosu, který jsem prováděla já. Výhony jsem vypreparovala ze substrátu a tím jsem jim mohla poškodit kořenový systém.

## 6. Závěr

Po obnovení vodního režimu na Soumarském mostě se hladina vody stabilizovala. Kolísání hladiny vody je nyní podobné jako na blízkém nenarušeném rašeliništi.

Hlavním faktorem prostředí, který určuje průběh obnovy i uchycení a přežívání druhů, je hladina podzemní vody. V závislosti na hladině vody, ale částečně i pH a hloubce zbylé rašeliny, se formují typická rostlinná společenstva, která utváří mozaiku různých typů prostředí na obnovovaném rašeliništi.

Sukcesní změny jsou ale pomalejší, než bychom mohli očekávat - mezi opakovanými snímky není ani po 4 letech vidět žádná jednoznačná a jednosměrná změna, pouze náznak určité diferenciacce vegetace k suššímu a vlhčímu konci gradientu. Může to být způsobeno celkově malým počtem druhů, který se v čase nezměnil.

Přežívání přesazených rostlin je hlavně závislé na hladině podzemní vody. Úspěšnost přežívání *A. polifolia* byla vyšší než u *V. oxycoccus*, protože druh byl schopen růst i v sušších stanovištích. Na vytěžené ploše přesazené rostliny rostou s druhy typickými pro rašeliništní vegetaci (*V. myrtilus*, *Sphagnum flexuosum*, *Pinus sylvestris* nebo *Eriophorum vaginatum*). Vliv dalších faktorů (pH a hloubka rašeliny) na přežívání nevyšel průkazně.

Klíčivost semen obou druhů byla vždy relativně nízká, i když klíčení bylo testováno za různých podmínek. Semena obou druhů klíčila v podobných optimech hladiny podzemní vody. Největší redukce v přežívání semenáčků byly v letním období, protože většina rostlin na rašelině i v rašeliníku uschla.

Na zdrojových lokalitách jsem zjistila výskyt dvou ploidních úrovní (5x, 6x). Před samotnými odběry transplantů, popřípadě výsevy, je dobré si zjistit variabilitu druhu *V. oxycoccus* na zdrojových lokalitách.

Transplantační a výsevný pokus ukazuje, že rostliny přežívají (klíčí) v podobných optimech hladiny podzemní vody. Přežívání přenesených rostlin *A. polifolia* bylo úspěšnější než u *V. oxycoccus*, protože se dokáže lépe přizpůsobit vodnímu stresu. Úspěšnost klíčení byla vyšší

u druhu *V. oxycoccos*. Hlavní roli mohla hrát velikost semen i jejich zapadnutí do substrátu. Pomocí výsevů jsem dokázala, že absence obou druhů na vytěžené ploše je dána dispersal limitation.

Tímto pokusem jsem si ověřila, že výsevy i přesazením rostlin těchto druhů se dá lokálně přispět k obnově rašeliništní vegetace.

Pro rozšíření obou druhů na obnovenou plochu je lepší použít dospělé rostliny (výhony) než jejich semena. Hlavním důvodem je, že k dosažení vitální populace je třeba použít velké množství semen. Ale ani to neznámá, že se semena uchytí a rostliny přežijí. Důležitým závěrem práce je, že oba typické rašeliništní druhy mohou růst i na vytěženém a poté obnovovaném rašeliništi, pokud se tam jejich diaspory dostanou.

## 7. Seznam použité literatury

AOPK ČR (2013): Konsolidovaná vrstva ekosystémů [elektronická geografická data]. Verze 2013. Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Detailní data krajinného pokryvu v 41 definovaných třídách na území ČR.

Bastl M., Štechová T. & Prach K. (2009): Effect of disturbance on the vegetation of peat bogs with *Pinus rotundata* in the Třeboň Basin, Czech Republic. - *Preslia* 81: 105-117.

Begon M., Harper J. L. & Townsend C. R. (1997): Ekologie - jedinci, populace a společenstva. – kapitola Podmínky. -Univerzita Palackého. Olomouc. 949 p.

Bezděk A, Jaroš J. & Spitzer K. (2006): Spatial distribution of ground beetles (Coleoptera:Carabidae) and moths (Lepidoptera) in the Mrtvý luh bog, Šumava Mts (Central Europe): a test of habitat island community. – *Biodiversity and conservation* 15: 395 – 409.

Breeuwer A., Heijmans M., Robroek B. & Berendse F. (2010): Field simulation of global change: Transplanting Northern bog Mesocoms Southward. - *Ecosystems* 13: 712-726.

Bufková I. & Stíbal F. (2012): Restoration of drained mires in the Šumava National Park. - In: Jongepierová I., Pešout P., Jongepier J. W. & Prach K. (eds.), Ecological restoration of the Czech Republic. - Praha. AOPK ČR: 80–82.

Buchwald W., Kozłowski J., Bilińska E. (2009): Biological germination of medicinal plant seeds. Part XXIII: Seeds of *Oxycoccus palustris* Pers. From Ericaceae family. – *Herba polonia*. Vol. 55: 1.

Campbell D. R. & Rochefort L. (2003): Germination and seedling growth of bog plants in relation to the recolonization of milled peatlands. - *Plant Ecology* 169: 71-84.

Danihelka J., Chrtek J. Jr.&Kaplan Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. – *Preslia* 84: 647–811.

Dierssen K. & Dierssen B. (2001): Moore (Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht). - Ulmer, Stuttgart. 230 p.

Grootjans Ab P., van Diggelen R., Joosten H. & Smolders A. (2012): Restoration of mires - In: van Andel J. & Aronson J. (eds.), Restoration Ecology: the new frontier, 2nd Edition. - Blackwell Publishing Ltd. 381 p.

Horn P. (2009): Mire ecology in the Šumava Mountains. - Ms.; Ph.D. thesis, Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice.

Horn P. & Bastl M. (2012): Restoration of the mined peatbog Soumarský most. - Jongepierová I., Pešout P., Jongepier J. W. & Prach K. (eds.), Ecological restoration of the Czech Republic. - Praha. AOPK ČR: 83-85.

Huopalainen M., Tuittila E. S., Vanta-Majamaa I., Nousiainen H., Laine J & Vasander H. (2000): The potential of soil seed banks for revegetation of bogs in SW Finland after long-term aerial pollution. - Ann Bot. Fennici 37: 1-9.

Chytrý M. (ed.) (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. - Academia. Praha. 828 p.

Jacquemart A. (1997): Biological flora of the British isles *Vaccinium oxycoccus* L. (*Oxycoccus palustris* Pers.) and *Vaccinium microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh. (*Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr.) - Journal of Ecology 85: 381-396.

Jacquemart A. (1998): Biological flora of the British isles *Andromeda polifolia* L. - Journal of Ecology 86: 527-541.

Jauhiainen S. (1998): Seed and spore banks of two boreal mires. - Ann Bot. Fennici 35: 197-201.

Johnson K. W., Maly C. C. & Malterer T. J. (2000): Effect of mulch, companion species, and planting time on restoration of post-harvested Minnesota peatlands, U.S.A. - In: Sustaining Our Peatlands: Proceedings of the 11th International Peat Congress. Quebec City, Canada. 699–704.

Josten H. & Clarke D. (2002): Wise use of mires and peatlands, International mire conservation group and international peat society, Finland, <http://www.mirewiseuse.com>

Kent M. & Coker P. (1992): Vegetation description and analysis: a practical approach. - CRC Press. 363 p.

Klostermann K. (2009): Bílý samum a jiné povídky z Plání. - Dr. Radovan Rebstöck. Sušice. 143 p.

Kučera J., Váňa J. & Hradílek Z. (2012): Bryophyte flora of the Czech Republic: updated checklist and Red List and a brief analysis, [Bryoflóra České republiky: aktualizace seznamu a červeného seznamu a stručná analýza]. – Preslia 84: 813–850.

Kent M. & Coker P. (1992): Vegetation description and analysis: a practical approach. -CRC Press. 363 p.

Konvalinková P. (2010): Spontaneous vegetation succession in mined peatlands. - PhD. Thesis, University of South Bohemia, Faculty of Science. České Budějovice, Czech Republic, 97 p.

Konvalinková P. (ed.) (2015): Těžená rašeliniště. - In: Řehounek J., Řehouňková K., Tropek R., Prach K. (eds.) (2015): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.

Konvalinková P. & Prach K. (2010). Spontaneous succession of vegetation in mined peatlands: a multi-site study. - Preslia 82: 423-435.

Lanta V., Doležal J. & Šamata J. (2004): Vegetation patterns in a cut-away peatland in relation to abiotic and biotic factors: a case study from the Šumava Mts., Czech Republic. - *Suo* 55: 33-43.

Lanta V. & Hazuková I. (2005): Growth response of downy birch (*Betula pubescens*) to moisture treatment at a cut-over peat bog in the Šumava Mts., Czech Republic. - *Annales Botanici Fennici* 47: 247–256.

Lavoie C., Grosvernier P., Girard M. & Marcoux K. (2003): Spontaneous revegetation of mined peatlands: An useful restoration tool? - *Wetlands Ecology and Management* 11: 97-107.

Lindsay R.A. (1995): Bogs: the ecology, classification and conservation of ombrotrophic mires. - *Scottish Natural Heritage*. Edinburgh. 120 p.

Malmer, N., Svensson, B. & Wallen, B. (1994) Interactions between Sphagnum mosses and field layer vascular plants in the development of peat-forming systems. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. Praha, 29, 483-496.

Münzbergová Z.& Herben T. (2005): Seed, dispersal, microsite, habitat and recruitment limitation: identification of terms and concepts in studies of limitations. -*Oecologia* 145: 1-8.

Pokorný P. (2011): Neklidné časy. Kapitoly ze společných dějin přírody a lidí. - Dokořán. Praha. 370 p.

Price J. S., Heathwaite A. L. & Baird A. J. (2003): Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: an overview of management approaches. - *Wetlands Ecology and Management* 11: 65-83.

Quinty F. & Rochefort L. (2003): Peatland restoration guide, 2nd edition. Canadian Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources and Energy. Québec.

Salonen V. (1994): Revegetation of harvested peat surfaces in relation to substrate quality. - *Journal of Vegetation Science* 5: 403-408.

Sjörs H. (1950): On the relation between vegetation and electrolytes in north Swedish mire waters. - *Oikos* 2(2):241–258.

Smart P. J, Wheeler B. D. & Wilis A. J. (1989): Revegetation of peat excavation in derelict raised bog. – *New Phytologist* 111: 733-748.

Soukupová L. (2003): The Czech Republic. The peatlands of the focal countries. - In: *Strategy and Action Plan for Mire and Peatland Conservation in Central Europe, Central European Peatland Project (CEPP)*. Bragg O.M., Richard Lindsay R., Risager M., Silvius M., Zingstra H. (eds.). Wetlands International Publication. 35-39.

Spitzer K. & Bufková I. (2008): Šumavská rašeliniště. - NP a CHKO Šumava. Vimperk. 203 p.

StatSoft (2013): STATISTICA (data analysis software system), version 12. – StatSoft Inc., URL: [www.statsoft.com].

Suda (2002): Sympatric occurrences of various cytotypes of *Vaccinium* sect. *Oxycoccus* (Ericaceae). –*Nordic Journal of Botany* 22 (5).

Suda J. & Lysák M. (2001): A taxonomic study of the *Vaccinium* sect. *Oxycoccus* (Hill) W.D.J. Koch (*Ericaceae*) in the Czech Republic and adjacent territories. *Folia Geobotanica* 36: 303-320.

Svobodová H., Soukupová L. & Reille M. (2002): Diversified development of mountain mires, Bohemian Forest, Central Europe, in the last 13,000 years. - *Quaternary International* 91: 123–135.

ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. (2012): *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0*. Microcomputer Power Ithaca, USA.



TOMST (2013): TMS3Calibr TOMST Measuring System - Station for spatially distributed measurements of soil moisture and ambient temperature in vast fields. – TOMST s.r.o., Prague. URL: [<http://www.tomst.com/tms>].

van Andel J. & Aronson J. (eds.) (2012): Restoration Ecology: the new frontier, 2nd ed. Blackwell Publishing Ltd. 381 p.

van der Maarel E. & Franklin J. (2013): Vegetation ecology, 2nd Edition. - Blackwell Publishing Ltd. 560 p.

Vlková L. (2013): Reintrodukce vybraných rašeliništních druhů na vytěžené rašeliniště Soumarský most. Bc. thesis, Jihočeská univerzita České Budějovice. 39 p.

Wenderoth, C. & Wenderoth, K. (1994) Zur Verbreitung karyologisch untersuchter Moosbeeren (*Vaccinium oxycoccos* s. 1.) in Teilen Mitteleuropas (Mittel- und Süddeutschland sowie Österreich). Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora, 64, 147-155.

Wheeler B., Money R. & Shaw S. (2002): Freshwater wetlands. - In: Handbook of ecological restoration, Volume 2, Restoration in practice. Perrow M. & Davy A. (eds.), Cambridge University Press. 325-254.

Zýval V., Lederer F., Bastl M. & Horn P. (2000): Soumarský most – projekt revitalizace rašeliniště. - Ms.; final report, Geovision s.r.o., Plzeň. 56 p.

#### **Internetové zdroje:**

1. Mapy rozšíření druhů *V. oxycoccos* a *A. polifolia*: <http://linnaeus.nrm.se>
2. Průtoková cytometrie: [www.ibot.cas.cz/fcm/Suda](http://www.ibot.cas.cz/fcm/Suda)
3. Proceedings of the Risley Moss bog restoration Workshop (2003): [www.english-nature.org.uk](http://www.english-nature.org.uk)

## **8. Přílohy**

- I. Naměřené hodnoty hladiny podzemní vody (2011-2015)
- II. Přežívání obou druhů ve vztahu k hladině podzemní vody
- III. Naměřené parametry prostředí (hodnoty hladiny vody, pH a konduktivity jsou aritmetické průměry přes všechna měření)
- IV. Fytocenologické snímky (2x2 m) na rašeliništi Soumarský most (2011 a 2015)
- V. Seznam zkratk použitých v ordinačních diagramech
- VI. Naměřené hodnoty hladiny podzemní vody, pH a konduktivity na rašeliništi Malá niva
- VII. Fotodokumentace

Příloha I. Naměřené hodnoty hladiny podzemní vody (2011-2015)

č. sondy	2011										2012										2013									
	3.12	23.3	27.4	25.5	5.7	3.8	3.9	29.9	3.11	1.12	27.4	25.5	5.7	3.8	3.9	29.9	3.11	1.12	27.4	28.6	23.8	4.10	12.10	23.11						
1	-28	-21,5	-22	-34	-25	-32	-24,5	-28	-20	-23	-24	-23	-25	-24,5	-28	-20	-23	-24	-23	-31	-34	-26	-25							
2	3,5	12	11	-6,5	10	1,5	10,5	5	15	10	10	10	1,5	10,5	5	15	10	10	10	0,5	-2	9	9							
3	8	11,5	9	3,5	9,5	4	7,5	7	11	7,5	6,5	7,5	4	7,5	7	11	7,5	6,5	7,5	1	0	7	6							
5	20,5	30	28	14,5	31,5	24	30	25	33	31	30	31	24	30	25	33	31	30	31	25	25	30	31							
6	-40,5	-20,5	-22,5	-52	-8,5	-37	-9	-30	-2,5	-13,5	-22,5	-8,5	-37	-9	-30	-2,5	-13,5	-22,5	-9,5	-26	-37	-10	-8,5							
7	-16,5	-4	-9	-29	-4	-13,5	-5,5	-14	-3	-8,5	-7	-4	-13,5	-5,5	-14	-3	-8,5	-7	-5	-16,5	-25	-15	-9							
8	40,5	42	40,5	32	43	40,5	43,5	41	42	43,5	43	43	40,5	43,5	41	42	43,5	43	43	33,5	36	38,5	40							
9	-49	-2	-8	-43	-5	-30	-9,5	-18,5	-4	-8	-7	-5	-30	-9,5	-18,5	-4	-8	-7	-7	-23,5	-32,5	-9	-8							
11	-13	-12	-27	-21	-9,5	-17	-13,5	-16,5	-7	-11	-9,5	-9,5	-17	-13,5	-16,5	-7	-11	-9,5	-6,5	-21,5	-20	-15,5	-13,5							
12	-31,5	-18	-20	-34,5	-16	-34	-18	-30,5	-12	-21	-23	-16	-34	-18	-30,5	-12	-21	-23	-18	-30,5	-36	-18,5	-19							
13	-113	-113	-113	-113	-108,5	-113	-113	-113	-104	-112,5	-113	-108,5	-113	-113	-113	-104	-112,5	-113	-111	-113	-113	-113	-113							
14	-73,5	-20	-38	-57	-27,5	-49	-33	-21	-20	-45	-35	-27,5	-49	-33	-21	-20	-45	-35	-31	-42,5	-65	-42	-42,5							
15	-39,5	-9	-17	-41,5	-12	-40	-13,5	-35,5	-7,5	-13	-18	-12	-40	-13,5	-35,5	-7,5	-13	-18	-14	-39,5	-42	-13	-11							
16	-37	-6,5	-13	-44	-9	-37,5	-10	-33	-4,5	-9	-14,5	-9	-37,5	-10	-33	-4,5	-9	-14,5	-10	-33	-41	-9	-8,5							
17	-46,5	-27,5	-32,5	-48,5	-28,5	-44	-29,5	-41,5	-25,5	-30,5	-33	-28,5	-44	-29,5	-41,5	-25,5	-30,5	-33	-31,5	-45	-49,5	-29,5	-29							
18	-22,5	-10,5	-16,5	-28,5	-11	-19,5	-13	-20,5	-10	-15	-13,5	-11	-19,5	-13	-20,5	-10	-15	-13,5	-13,5	-21	-22,5	-15	-14							
19	-4	5,5	2,5	-13,5	5	-1,5	4	-0,5	7,5	-2,5	3	5	-1,5	4	-0,5	7,5	-2,5	3	4,5	-1	-2,5	3	2,5							
21	8	10,5	10	1,5	10	5	8	5,5	10	-9,5	9,5	10	5	8	5,5	10	-9,5	9,5	11	3,5	2,5	7,5	8,5							
22	-30,5	-15	-20,5	-39	-15,5	-38	-16,5	-35	-10	-19,5	-25	-15,5	-38	-16,5	-35	-10	-19,5	-25	-15	-35,5	-39	-17	-16							
23	-12	2	3	-27	1	-9,5	0	-13	-1	-5	-0,5	1	-9,5	0	-13	-1	-5	-0,5	0	-13	-30	-13	-2							
24	-40,5	-31,5	-37,5	-41	-31	-41	-35	-41	-30,5	-40,5	-34	-31	-41	-35	-41	-30,5	-40,5	-34	-33,5	-41	-41	-41,5	-41							
27	-69	-31	-34	-66,5	-26	-49	-35	-49	-42	-44	-28,5	-26	-49	-35	-49	-42	-44	-28,5	-34	-67	-76,5	-73	-39,5							
28	-78	-48	-56	-71	-47	-69	-50,5	-62	-43,5	-63,5	-50	-47	-69	-50,5	-62	-43,5	-63,5	-50	-63	-56,5	-77	-73	-62,5							
29	-12	-1	-5,5	-26	-2,5	-7,5	-3,5	-9	-1	-4,5	-4,5	-2,5	-7,5	-3,5	-9	-1	-4,5	-4,5	-3,5	-13,5	-18,5	-7,5	-5,5							
30	-21,5	-2,5	-6,5	-43	-3,5	-18,5	-4	-11,5	-5,5	-4,5	-5	-3,5	-18,5	-4	-11,5	-5,5	-4,5	-5	-3,5	-15,5	-23,5	-7,5	-5,5							

č. sondy	2014														2015					průměr
	28.II	5.IV	7.V	2.VI	25.VII	20.VIII	20.X	7.XI	28.III	5.V	28.V	9.VII								
1	-26,5	-28	-24	-24	-30	-30	-24	-23	-22	-22,5	-24	-37								
2	13	6	10	10	12	2	8,5	8	12	11,5	10	0,5								
3	13	9	6	5	3	18	7,5	6	7	7	8	-2								
5	34	30	31	32	31	30	31	30	32	32	31	22								
6	2	-20	-9	-10	-6	-22,5	-5	-10	-8	-4	-6,5	-45,5								
7	-12	-10,5	-5,5	-7	-6,5	-13	-6	-9	-5	-6	-9	-23								
8	44	40	41,5	43	43	39,5	43	42	43	45	44	39								
9	-11	-8	-7,5	-7	-10	-17,5	-7	-7	0	-4	-3	-27								
11	-14	-18,5	-13	-14	-20	-22	-13,5	-16	-12	-11	-13	-23								
12	-20,5	-25	-17	-22	-23	-31	-18	-24	-17	-17	-20	-41								
13	-111	-113	-113	-112	-112	-113	-113	-113	-112,5	-110	-112,5	-112								
14	-38	-42,5	-40,5	-33	-40,5	-60	-32	-44	-25	-24,5	-31	-62								
15	-11	-18,5	-12,5	-18	-22	-27	-14	-18,5	-12	-11	-15,5	-46								
16	-7	-15	-9	-14	-18	-24,5	-12	-15	-9	-9	-11	-42								
17	-26	-36	-29,5	-33,5	-35,5	-51,5	-32	-36,5	-30,5	-28,5	-33,5	-55,5								
18	-12,5	-14	-13	-15,5	-12	-19	-12	-14,5	-11	-11	-14	-26								
19	7	1,5	4	4,5	3,5	-0,5	3	1,5	2,5	3,5	4,5	-3,5								
21	8,5	8	9	7	5,5	5,5	9,5	8,5	10,5	11	10	0,5								
22	-17	-23	-15,5	-20	-23	-32	-18	-20	-16	-15,5	-16	-41								
23	-4	-4,5	-4	-2	-1	-14	-3	-5	-2,5	-2	-4	-23								
24	-40,5	-41	-40,5	-38,5	-37,5	-40,5	-40,5	-40,5	-37	-35,5	-35,5	-40,5								
27	-51,5	-45,5	-43	-28,5	-28	-44	-37	-32	-29	-24	-24,5	-56								
28	-71,5	-60,5	-58	-51,5	-51	-64	-49	-56	-49,5	-48	-51,5	-74								
29	-6	-7	-2	-5,5	-6	-10	-3	-5	-2	-3,5	-3,5	-15,5								
30	-6,5	-7,5	-3,5	-4,5	-4,5	-9	-4,5	-4,5	-3,5	-3,5	-4,5	-27,5								

**Příloha II.** Přežívání obou druhů ve vztahu k hladině podzemní vody (číslo 0 znamená, že nepřežil žádný jedinec, naopak číslo 3 značí, že přežily všechny 3 vysazené exempláře. Naměřené hodnoty hladiny podzemní vody se záporným znaménkem značí hladinu vody pod úrovní terénu a hodnoty s kladným znamenají hladinu vody nad povrchem.

č. sondy	<i>V. oxycoccus</i>		<i>A. polifolia</i>		hladina vody [cm]
	2012	2015	2013	2015	
1	1	0	1	1	-25,8
2	2	1	3	0	7,7
3	2	0	1	0	10,9
5	0	0	0	0	26,8
6	0	0	3	3	-23,6
7*	3	3	3	3	-10,7
8	0	0	1	0	40,9
9*	3	0	3	0	-17,7
11	1	0	0	0	-11,5
12	2	2	1	1	-23,6
13	0	0	0	0	-111,6
14	1	2	3	1	-36,4
15	1	2	3	3	-22,9
16	1	2	3	3	-20,4
17	0	1	3	1	-35,5
18	3	0	2	3	-26,7
19	3	2	2	3	0,3
21	3	3	3	0	5,9
22	0	3	3	3	-24,0
23	2	0	3	2	-6,2
24	1	3	1	3	-37,0
27*	0	0	0	0	-44,6
28*	0	0	2	0	-58,9
29*	3	0	3	0	-7,3
30*	3	3	3	1	-12,1

\* Sondy v okrajové části rašeliniště

**Příloha III.** Naměřené parametry prostředí (hodnoty hladiny vody, pH a konduktivity jsou aritmetické průměry přes všechna měření)

č. sondy	hladina vody [cm]	SD hladiny vody [cm]	pH	konduktivita [μS]	mocnost rašeliny [cm]
1	-26,3	4,2	5,3	59,1	0-25
2	7,5	5	4,4	49,9	0-25
3	6,9	3,9	5,5	71,9	0-25
5	28,8	4,3	4,0	57,8	25-50
6	-17,6	13,9	3,9	77,6	50-75
7	-10,6	6,5	3,5	138,6	125-150
8	41,1	3	4,4	34,6	75-100
9	-13,3	12,2	3,7	82,6	50-75
11	-15,1	4,9	4,6	83,9	75-100
12	-23,4	7,2	4,2	58,7	75-100
13	-112,1	1,9	-	-	50-75
14	-39,8	13,6	3,8	108,0	50-75
15	-21,1	11,9	3,8	87,9	25-50
16	-18	12,4	3,7	90,7	25-50
17	-35,7	8,3	3,9	82,3	25-50
18	-15,8	4,8	3,9	80,2	0-25
19	1,6	4,2	3,9	57,4	0-25
21	7	4,3	4,3	36,9	50-75
22	-23	9	4,1	59,9	100-125
23	-6,8	8,4	4,2	43,0	0-25
24	-38,2	3,4	3,7	58,5	0-25
27	-43,1	15,3	3,6	133,4	125-150
28	-59,1	9,9	3,6	140,1	150-175
29	-6,9	5,6	3,7	103,4	75-100
30	-9,5	9,2	3,6	122,1	100-125

**Příloha IV. Fytocenologické snímky (2x2 m) na rašeliništi Soumarský most (2011 a 2015)**

2011																													
č. sondy	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	27	28	29	30				
E <sub>3</sub>	5				20				25	25		40				50				70		5							
E <sub>2</sub>						15	5	30	5	5		15	5			10				5									
E <sub>1</sub>	10	80	70	60	60	50	40	70	70	70	50	50	80	80	70	70	70	70	40	30	20	80	90	80	80				
E <sub>0</sub>	90	25	50	90	0,5	100	15	10	25	25		5	1	0,5	1	40	20	5		80		50	15	90	100				
<i>Andromeda polifolia</i>																									1				
<i>Betula</i> sp.						10	5	30	15	15		20	5	0,1	0,5	10	5		0,1	5	0,5		1						
<i>Calluna vulgaris</i>	1						0,5	10			50	0,5								5	0,1	5		0,1					
<i>Carex canescens</i>							10																						
<i>Carex nigra</i>							20																						
<i>Carex rostrata</i>		80	70	60					10	10							25	70	5										
<i>Epilobium angustifolium</i>			0,1																										
<i>Eriophorum angustifolium</i>			0,1						60	60									10					50					
<i>Eriophorum vaginatum</i>				60				20	20	20		50	80	80	70	70	40	1	20	30	15			40					
<i>Galium palustre</i>			1																										
<i>Juncus effusus</i>	5						1														0,1								
<i>Melampyrum pratense</i>																								1					
<i>Molinia caerulea</i>	0,5						10									1				0,5				20					
<i>Peucedanum palustre</i>			1																										
<i>Picea abies</i>						1																							
<i>Pinus sylvestris</i>	5			20	0,1			25	25		60		5	0,1	50			0,5	70	0,5	5		5						
<i>Vaccinium myrtillus</i>					10						1											1	80						
<i>Vaccinium oxycoccos</i>					10		10																30	10					
<i>Vaccinium uliginosum</i>				5	40		50				1											15	5	40	30				
<i>Vaccinium vitis-idea</i>																						60	5						
<i>Aulacomnium palustre</i>						1																	1						
<i>Brachythecium cf. Campestre</i>							1											1											
<i>Climacium dendroides</i>							1																						
<i>Dicranum polysetum</i>																						1	5						
<i>Pleurozium schreberi</i>	0,5				5													5				30	5	1					
<i>Rhitiadelphus cf. Loreus</i>																													
<i>Polytrichum</i> sp.	90			0,5	1	10		20	20		5	1	0,5	1	40	0,5			1		20		1	0,5					
<i>Sphagnum</i> sp.		25	50	90	0,1	90	5	10				0,1				1	15			80				70	80				





## Příloha V. Seznam zkratk použitých v ordinačních diagramech

<b>cévnaté rostliny</b>	
<i>Andromeda polifolia</i>	<i>AndrPoli</i>
<i>Betula</i> sp.	<i>BetulSp</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>CallVulg</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>CarxCans</i>
<i>Carex nigra</i>	<i>CarxNigr</i>
<i>Carex rostrata</i>	<i>CarxRost</i>
<i>Epilobium angustifolium</i>	<i>EpilAngu</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>ErioAngs</i>
<i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>ErioVagn</i>
<i>Galium palustre</i>	<i>GaliPalu</i>
<i>Juncus effusus</i>	<i>JuncEffs</i>
<i>Melampyrum pratense</i>	<i>MelaArve</i>
<i>Molinia caerulea</i>	<i>MolnCaer</i>
<i>Peucedanum palustre</i>	<i>PeucPalu</i>
<i>Picea abies</i>	<i>PiceAbie</i>
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>PinsSylv</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>VaccMyrt</i>
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	<i>VaccOxyc</i>
<i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>VaccUlig</i>
<i>Vaccinium vitis-idea</i>	<i>VaccVits</i>

<b>mechorosty</b>	
<i>Aulacomnium palustre</i>	<i>AulcPals</i>
<i>Brachythecium cf. Campestre</i>	<i>BracCfCm</i>
<i>Climacium dendroides</i>	<i>ClimDend</i>
<i>Dicranella cerviculata</i>	<i>DicrCerv</i>
<i>Dicranum polysetum</i>	<i>DicrPols</i>
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>DicrScop</i>
<i>Hylacomnium splendens</i>	<i>HyleSpln</i>
<i>Pohlia nutans</i>	<i>PohlNutn</i>
<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>PleuSchr</i>
<i>Rhitiadiadelphus cf. Loreus</i>	<i>RhitCfLr</i>
<i>Polytrichum</i> sp.	<i>PolytSp</i>
<i>Polytrichum commune</i>	<i>PoltComm</i>
<i>Polytrichum formosum</i>	<i>PoltForm</i>
<i>Polytrichum strictum</i>	<i>PoltStrc</i>
<i>Sphagnum</i> sp.	<i>SphagSp</i>
<i>Sphagnum angustifolium</i>	<i>SphgAngs</i>
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	<i>SphgCusp</i>
<i>Sphagnum fallax</i>	<i>SphgFall</i>
<i>Sphagnum flexuosum</i>	<i>SphgFlex</i>
<i>Sphagnum magellanicum</i>	<i>SphgMagl</i>
<i>Sphagnum rubellum</i>	<i>SphgRubl</i>

**Příloha VI.** Naměřené hodnoty hladiny podzemní vody, pH a konduktivity na rašeliništi  
Malá niva

č. sondy	2013	2014								2015		
	21.11	28.2	5.4	7.5	2.6	25.7	20.8	18.10	7.11	28.3	28.5	22.9
<b>1</b>	-12	-8	-12,5	-8,5	-10	-18	-15,5	-11	-12	-9	-7	-37
<b>2</b>	-12	-11	-12	-7,5	-9,5	-10,5	-16	-9	-12	-6	-7	-48
<b>3</b>	-12	-9	-11	-6	-9	-9,5	-14	1	-12	-5	-8	-47
<b>4</b>	-4	-3	-5	0	-3	-3	-7,5	-2	-6	0	-2,5	-42
<b>5</b>	-20,5	-20	-21	-15,5	-19,5	-19	-25,5	-15,5	-20,5	-13	-16	-56,5

č. sondy	průměr hladiny vody [cm]	SD hladiny vody	pH	konduktivita [μS]
<b>1</b>	-13,38	7,7	3,88	70,0
<b>2</b>	-13,38	10,8	3,85	83,2
<b>3</b>	-11,79	11,3	3,85	84,4
<b>4</b>	-6,50	10,9	3,75	88,8
<b>5</b>	-21,88	10,9	3,71	94,2

## Příloha VII. Fotodokumentace



Obr. 1: *Eriophorum vaginatum* - převládající druh na vytěžené ploše.



(a)



(b)

Obr. 2: Klíčení semen *V. oxycoccus* na holé rašelině (a) a v rašeliníku (b).



(a)



(b)

Obr. 3: Růst rostlin *V.oxycoccus* na holé rašelině (a) a v rašeliníku (b).



(a)



(b)

Obr. 4: Klíčení obou druhů v klimaboxu - *V.oxycoccus* (a), *A. polifolia* (b).



(a)



(b)

Obr. 5: Přesazené rostliny: *V.oxycoccus* (a), *A. polifolia* (b).