

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**



**Ekologie borovice blatky (*Pinus rotundata* LINK)
ve vztahu k regeneraci blatkových borů**

Ecology of bog pine (*Pinus rotundata* LINK)
in relation to regeneration of bog pine forests

Marek Bastl

doktorská disertační práce

Ph.D. Thesis

školitel: **Prof. RNDr. Karel Prach, CSc.**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta
a Botanický ústav AV ČR, Třeboň

České Budějovice 2008

Doktorská disertační práce / Ph.D. Thesis

Bastl, M., 2004: Ekologie borovice blatky (*Pinus rotundata* LINK) ve vztahu k regeneraci blatkových borů. [Ecology of bog pine (*Pinus rotundata* LINK) in relation to regeneration of bog pine forests. Ph.D. Thesis, in Czech.] – 75 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace / Annotation:

Ecology of *Pinus rotundata*, and partly also of accompanying trees *Pinus sylvestris* and *Picea abies*, was studied. Experiments with seedlings and field observations were conducted to find the limitations in rejuvenation of studied species. Succession in bog pine forest after different types of disturbances and changes of the *Pinus rotundata* forests during the last fifty years were analyzed.

Práce vznikla za podpory těchto grantů / This study was supported by the following grants:

AVOZ 60050516

GA AV ČR 600050702

GA ČR č. 206/94/0395

GA ČR č. 206/97/0077

KSK 6005114

Mattoni Awards for Studies of Biodiversity and Conservation Biology

MSM 6007665801

VaV 610/10/00

Prohlašuji, že svoji disertační práci jsem vypracoval 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 disertační práce, a to v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

30.4.2008

.....
Marek Bastl

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji všem zainteresovaným z milované Biologické fakulty (která se v překotném běhu času již stihla transformovat na Přírodovědeckou fakultu) a především všem z katedry botaniky za nezměrnou trpělivost, kterou projevili v průběhu mého studia. Obzvláštní dík patří v tomto případě samozřejmě mému školiteli, ale v nemenší míře i mé rodině. Také bych chtěl velmi poděkovat všem spoluautorům předkládaných článků za skvělou spolupráci v celém průběhu výzkumu.



Foto Petr Horn 2006

OBSAH

ÚVOD	1
<i>Rozšíření</i>	5
<i>Fytocenologie</i>	5
<i>Rozmnožování</i>	6
<i>Ekologie</i>	6
<i>Ohrožení</i>	8
<i>Cíle</i>	8
<i>Literatura</i>	9
I.	
EARLY DEVELOPMENT OF <i>PINUS ROTUNDATA</i>, <i>P. SYLVESTRIS</i> AND <i>PICEA ABIES</i> - GROWTH RESPONSES TO ABIOTIC FACTORS IN CONTROLLED EXPERIMENTS AND CONSEQUENCES FOR BOG PINE FOREST RESTORATION	12
Marek BASTL FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, submitted	
II.	
VEGETATION CHANGES FOLLOWING DIFFERENT DISTURBANCES IN PEAT BOGS WITH <i>PINUS ROTUNDATA</i> IN THE TŘEBOŇ BASIN, CZECH REPUBLIC	1
Marek BASTL, Táňa ŠTECHOVÁ & Karel PRACH PRESLIA, submitted	
III.	
CENTRAL EUROPEAN PINE BOGS CHANGING ALONG AN ALTITUDINAL GRADIENT	1
Marek BASTL, Marek BURIAN, Jan KUČERA, Karel PRACH, Ladislav REKTORIS & Milan ŠTECH PRESLIA, acceptable after revision, revised and resubmitted	
IV.	
DISTURBANCES ON A WOODED RAISED BOG – HOW WINDTHROW, BARK BEETLE AND FIRE AFFECT VEGETATION AND SOIL WATER QUALITY?	1
Andrea KUČEROVÁ, Ladislav REKTORIS, Táňa ŠTECHOVÁ & Marek BASTL FOLIA GEOBOTANICA 43, in press	
V.	
MIRE VEGETATION GRADIENT ESTABLISHED BY INTERACTION WITH WATER RESERVOIR	1
Petr HORN & Marek BASTL BOTANY (formerly CANADIAN JOURNAL OF BOTANY), accepted	
VI.	
SUCCESSIONAL CHANGES OF VEGETATION AT THE ”MULTERBERSKÉ RAŠELINIŠTĚ” PEAT BOG DURING THE LAST 50 YEARS, THE ŠUMAVA MTS.	1
Petr HORN & Marek BASTL PŘÍRODA 17: 109-118	
SHRNUTÍ	102

Úvod

Blatková rašeliniště

Středoevropská rašeliniště s dominancí mokřadních borovic jsou unikátním ekosystémem, přetrvávajícím kontinuálně na stejném místě a přibližně ve stejném rozsahu od časného holocénu (Jankovská 1980). V této trvalé a stabilní existenci jsou těžko srovnatelná s jinými ekosystémy příslušné geografické oblasti. Mohou být nahlíženy jako ekologické ostrovy (Spitzer 1994) se všemi důsledky s tím souvisejícími, jako je poměrně rychlá mikroevoluce, reliktnost taxonů i společenstev a citlivost k vnějšímu narušování. Extrazonální charakter, uvažujeme-li rozsáhlou zónu severovýchodních rašelinišť, dává středoevropským rašeliništím významný biogeografický kontext (Dierssen 1996, Mikola et Spitzer 1983, Soukupová 1996).

Ráz jednotlivým lokalitám dávají příslušné populace dominantních borovic, jejichž taxonomické postavení je složitější (podrobněji níže), nápadný je však přechod čistě stromových forem až v nízké, keřové formy se vzrůstající nadmořskou výškou. Nejsm si vědom žádného podobného případu, kdy by byly tak úzce svázány životní forma a taxonomické postavení edifikátoru, vegetační gradient a gradienty faktorů prostředí, tak jak tomu je v případě šumavských a přilehlých rašelinišť. Jejich význam zvyšuje skutečnost, že hlavní taxon zúčastněných borovic *Pinus rotundata* má poměrně malý areál, nejmenší ze všech středoevropských dřevin tvořících dominanty lesních porostů (obr. 1 na straně 41).

Blatková rašeliniště jsou v současnosti ohrožena především často dlouhodobým vlivem odvodnění a atmosférickou depozicí živin. Jelikož je existence tohoto ekosystému přímo závislá na prosperitě populací borovice *P. rotundata*, pokusil jsem se v předkládané práci přispět k poznání její ekologie, které je nezbytné pro účinnou ochranu zbývajících lokalit, na nichž se poměrně často můžeme setkat s jejím významným vymíráním a ústupem (Rektoris et al. 1997, Sengbusch et Bogenrieder 2001, Boratyńska et al. 2003, Freléchoux et al. 2004).

Poznámky k taxonomii mokřadních borovic

Borovice na středoevropských rašeliništích, nepočítaje *Pinus sylvestris*, byly nejprve řazeny k *Pinus mugo*. Taxonomické názory na hodnocení celého agregátu *P. mugo* jsou však velmi rozporuplné. Nejasnosti pramení zejména z různě širokého chápání taxonů různými autory, z tradovaných omylů minulosti a ze značné variability a ne zcela ostrého ohraničení jednotlivých taxonů, které jsou v určitých částech areálu spojeny poměrně rozsáhlými hybridogenními populacemi.

Vyčerpávající přehled různých taxonomických pojetí jednotlivých autorů podávají Hamerník et Musil (2007).

Raději ponechávám stranou, že do již tak složité taxonomické problematiky vnáší další nejistotu Businský et Kirschner (2006) zjištěním, že neotyp *P. rotundata* (Austria, Tirol, Mt. Zwieselberg above lake Plansee), který stanovil Christensen (1987), není intermediární mezi *P. uncinata* a *P. mugo*, ale je na pomezí *P. uncinata* a *P. uliginosa* (neotyp Poland, Kłodzko Region, Wielkie Torfowisko Batorowskie (Christensen 1987)), s bližším vztahem k *P. uncinata* a nelze jej proto použít jako pojmenování borovice blatky. Na úrovni druhu by se

borovice blatka měla jmenovat *P. hartenbergiensis* (Businský et Kirschner 2006). Na úrovni poddruhu *P. uncinata* subsp. *uliginosa* (Businský et Kirschner 2006).

Pro ulehčení orientace v následujícím textu uvádím seznam platných jmen středoevropských borovic z širokého okruhu *P. mugo* a jejich nejčastěji používaných synonym, jak je uvádí Businský (1998, 1999) doplněný o další synonyma, s kterými jsem se nejčastěji při studiu literatury setkal, která uvádím v hranatých závorkách:

***Pinus mugo* TURRA (1764)**

syn. *Pinus mughus* SCOPOLI (1772)

syn. *Pinus pumilio* HAENKE (1791)

[syn. *Pinus montana* MILLER (1768)]

***Pinus uncinata* RAMOND ex DE CANDOLLE. (1805)**

syn. *Pinus uncinata* MILLER ex MIRBEL. (1806)

syn. *Pinus mugo* var. *rostrata* (ANTOINE 1840) HOOPES (1941)

[syn. *Pinus mugo* subsp. *uncinata* (RAMOND) DOMIN (1935)]

***Pinus rotundata* LINK. (1827)**

syn. *Pinus uliginosa* NEUMANN ex WIMMER (1837)

[syn. *Pinus mugo* subsp. *rotundata* (LINK) JANCHEN et NEUMAYER (1941)]

[syn. *Pinus uncinata* subsp. *rotundata* (LINK) JANCHEN et NEUMAYER (1941)]

[syn. *Pinus uncinata* subsp. *uliginosa* (NEUMANN) BUSINSKY comb. nova]

Pro úplnost je ještě třeba zmínit jména relativně často se vyskytujících hybridů mokřadních borovic:

***Pinus* × *pseudopumilo* (WILLK.) BECK (1890)**

Pinus mugo × *Pinus rotundata*

***Pinus* × *digenea* BECK (1888)**

Pinus sylvestris × *Pinus rotundata*

Rozšíření jednotlivých taxonů, tak jak jsou chápány v této práci, ukazuje obr. 1 na straně 41.

Vlastní *P. rotundata* LINK. je druh s diskutabilním taxonomickým postavením. Z toho pramení mnoho problémů při vyhledávání a studiu literárních podkladů, jelikož se daný druh v literatuře vyskytuje pod více různými jmény. Hlavním problémem je však skutečnost, že i stejná užívaná jména v literatuře mohou v důsledku rozdílného chápání u různých autorů označovat rozdílné taxony. Proto považuji za vhodné, zmínit v úvodu alespoň základní názorové proudy týkající se této problematiky, se kterými se můžeme setkat:

- a) *Pinus rotundata* – samostatný taxon na různé taxonomické úrovni v rámci polymorfní skupiny taxonů agregátu *P. mugo*.
- b) *Pinus rotundata* – introgresivní hybrid mezi *P. mugo* a *P. uncinata*.
- c) *Pinus rotundata* – hybrid mezi *P. sylvestris* a *P. mugo* (vyvrácený omyl).

V následujícím doplňujícím textu (psaný *petitem*), který rozvádí výše zmíněné názorové proudy, uvádím názvy druhů přesně podle jednotlivých článků. Přestože si netroufám názvy přímo překládat do taxonomického pojetí použitého v této práci, uvádím pro snazší orientaci ve složené závorce, o jaký druh by se mohlo dle mého názoru jednat.

Výše zmíněné názorové proudy najdeme např. v těchto pracích:

ad a) Prus-Glowacki et al. (1998) studovali taxonomickou pozici *P. uliginosa* {*P. rotundata*}. Doba divergence od společného předka je podle nich u *P. uliginosa* {*P. rotundata*} z lokality Wielkie Torfowisko Batorowskie podle genetické vzdálenosti (Nei) dvakrát větší než pro *P. uncinata* {*P. rotundata*}. Můžeme vyloučit, že by *P. uliginosa* {*P. rotundata*} z této lokality byla okrajovou populací *P. uncinata*.

Siedlewska et Prus-Glowacki (1995) studovali genetickou strukturu *P. uliginosa* {*P. rotundata*} z Wielkie Torfowisko Batorowskie na základě variability isoenzymů a porovnávali se strukturou *P. mugo* z Tater a *P. sylvestris* z údolí Klodzka a Czersku. Koeficienty genetické podobnosti (Nei, Hedrick) ukázaly odlišný charakter od *P. sylvestris* a jen volný vztah s *P. mugo*. Také genetická diference populací ukázala specifitu *P. uliginosa* {*P. rotundata*}.

Když Boratyńska et al. (2003) provedli porovnání více znaků na stejných lokalitách jako Staszkiwicz et Tyszkiewicz (1972), dospěli k názoru, že místní populace *P. uliginosa* {*P. rotundata*} má daleko větší podobnost s *P. mugo*, než s *P. sylvestris*.

Lewandowski et al. (2000) při výzkumu genetické diference mezi blízkými příbuznými druhy borovic, které zahrnovaly *P. sylvestris*, *P. mugo*, *P. uncinata* a *P. uliginosa* {*P. rotundata*}, zjistili, že genetická vzdálenost (Nei) mezi *P. sylvestris* a *P. mugo* je dvojnásobná proti *P. uliginosa* {*P. rotundata*} a *P. uncinata*. *P. uliginosa* {*P. rotundata*} a *P. uncinata* považují spíše za poddruhy, k nimž dodávají, že jsou pravděpodobně vzniklé dávnou hybridizací mezi *P. sylvestris* a *P. mugo*.

ad b) Holubičková (1980) považuje borovici blatku, kterou nazývá *P. uncinata* subsp. *uliginosa* {*P. rotundata*}, za taxon, který je (stejně jako *P. mugo* subsp. *pseudopumilio*) produktem introgresivní hybridizace mezi *P. mugo* a *P. uncinata*.

ad c) Staszkiwicz et Tyszkiewicz (1969, 1972) uvádějí borovici blatku dokonce jako hybrida mezi *P. mugo* a *P. sylvestris*. V novějších pracích je však již jako název hybrida uvedena *P. × rhaetica* BRÜGG. (Staszkiwicz 1996) a uvedena původní záměna křížence na lokalitě Dolina Białego v Tatrách s *P. montana* subsp. *uncinata* {*P. rotundata*, pravděpodobně použito nesprávné synonymum pro *P. uncinata*}.

Do již tak dosti nepřehledné situace navíc v nedávné době přispěli Minghetti et Nardi (1999) zjištěním, že lectotyp *P. mugo* ze Seguer Herbarium náleží introgresivní populaci mezi východní *P. mugo* subsp. *mugo* a západní *P. mugo* subsp. *uncinata*. Jméno *P. mugo* subsp. *mugo* by tedy mělo reprezentovat *P. mugo* subsp. *rotundata*. Zmínění autoři, však sami uznávají, že tato změna by vyvolala takový zmatek, že lepší bude zachovat jméno *P. mugo* s typem, který bude odpovídat současnému užití.

Podobně problematické taxonomické postavení má i *P. uncinata*.

Neet-Sarqueda (1994) provedl elektroforézní allozymovou diferenciaci na 11 lokusech na populacích *P. sylvestris* a *P. mugo* agg. a 3 populacích s morfologií mezi *P. sylvestris* a *P. uncinata*. Při klastrové analýze vznikly 2 skupiny: *P. sylvestris* (zahrnující intermediární typy) a *P. uncinata*. Nebyl nalezen žádný důkaz pro existenci zóny introgresivních hybridů mezi *P. sylvestris* a *P. uncinata*. Intermediární populace jsou směsí jedinců *P. sylvestris* a *P. uncinata*.

Naproti tomu Lauranson-Broyer et Lebreton (1993) ukázali při studiu flavonoidů u *P. sylvestris* a *P. uncinata* existenci přirozených hybridů. Hybridy se většinou velmi přibližovaly jednomu z rodičovských druhů a bylo velmi málo intermediárních jedinců.

Lauranson et Lebreton (1991) analyzovali 120 jedinců *P. uncinata* na obsah flavonoidů v jehlicích. Procento quercetinu rozlišilo pět studovaných populací. Každá z nich byla dle sledovaných obsahových látek jedinečná.

Jelikož se *P. rotundata* vyskytuje na mnoha relativně izolovaných lokalitách, lze předpokládat významnější genetické odlišnosti jednotlivých populací i v jejím případě.

Boratynska et Bobowicz (2001) studovali odlišnosti v 11 charakteristikách jehlic mezi *P. mugo*, *P. uncinata* a *P. sylvestris*. Zjistili bližší vztah *P. uncinata* k *P. mugo*. *P. uncinata* se od *P. sylvestris* liší počtem siličných kanálků a v tloušťce buněk pokožky a vzdáleností mezi cévními svazky.

Camarero et Gutierrez (2002) popisují v centrálních Pyrenejích na lokalitě Ordessa s dominancí *P. uncinata* přechod od mnohokmenných „krumholz“ forem k větším stromovitým se snižující se nadmořskou výškou. Což opět odporuje základnímu popisu druhu *P. uncinata* jako monokormního stromu. V článku Wiemken et Boller (2006) je dokonce dokumentováno fotografií *P. mugo* var. *uncinata* v „krumholz“ formě a dle autorů stejný druh tvoří i okolní porosty s výškou až 15 m, což zřetelně poukazuje na monokormní jedince.

Popis hlavního studovaného druhu - borovice blatky

Ve své práci jsem se držel pojetí druhu tak, jak jej uvádí Skalický (1988) a Businský (1998, 1999). Druhy *P. mugo* s. str. a *P. uncinata* vykazují takové morfologické a chorologické charakteristiky, že je lze považovat za vývojově starší, než pravděpodobně později vyštěpený – ale přesto dobře vyhraněný a ustálený (zřejmě během pleistocénu) druh *P. rotundata*, představující typický „drobný druh“ v pojetí taxonomických kategorií přijatých v díle Květena ČSR (Businský 1998, Businský 1999).

Při determinaci druhu jsem používal především tyto znaky uváděné Skalickým (1988): *P. rotundata* – borovice blatka (borovice bažinná) je strom, s jediným, přímým, až 20 m vysokým kmenem. Borka je šedočerná, rozpraskaná, v horní části kmene a na větvích šedohnědá, šupinatá, ale neodlupující se v pergamenovitých útržcích. Jehlice tuhé, po 2 na brachyblastech, jen mírně stočené podél osy, rovné až mírně srpovitě zahnuté, oboustranně sytě zelené, neojíněné. Šišky vejcovité, zygomorfí na zakřivené krátké stopce, odstálé, na bázi excentricky zešíkmené až nepravidelně zaokrouhlené; štítky semenných šupin mírně vyklenuté, na osluněné straně šišky s nízce jehlanovitými mírně zakloněnými výrůstky.

Znaky o barvě borky jsou použitelné pouze u stromů nedotčených sběrem šišek pomocí stupaček či jiným způsobem, který odírá kůru. Oloupáním svrchních vrstev borky dochází k barevnému posunu směrem k hnědé barvě i u fenotypově čistých borovic blatek (osobní pozorování).

Znak o počtu 7 děloh u klíčnicích rostlin, který uvádí Skalický (1988), je zřejmě chybný. V pokusech se tento počet děloh u *P. rotundata* vůbec nevyskytl. Většinou se pohyboval v rozsahu 4-6. U *P. sylvestris* byly počty děloh většinou v rozsahu 5-7, což je podobný údaj, jako počet děloh 4-8, který pro daný druh uvádí Skalický (1988).

Dalším znakem, užívaným při determinaci *P. rotundata*, byl úhel odklonu koneletů (jednoletých šištic u rodu *Pinus*) od osy větve, jak jej uvádí Businský (1998). Zatímco u *P. sylvestris* jsou konelety vždy nápadně zpět ohnuté na dlouhých stopkách, u *P. rotundata* jsou vždy vzpřímené na krátkých stopkách (Businský 1998).

Z nastíněné taxonomické problematiky je zřejmé, že pojetí druhu se u jednotlivých autorů značně liší, což komplikuje porovnávání výsledků v diskuzi. Veškeré pokusy prezentované v předkládané práci se konaly na populacích *P. rotundata* pocházejících z České republiky (která je centrem areálu daného druhu) a jejich výsledky lze tedy s jistotou aplikovat pouze na našem území. Případné širší zobecnění výsledků by vyžadovalo provést pokusy s potomstvem pocházejícím z celého areálu studovaného druhu.

V provedených pokusech bylo potomstvo vniklé ze semen fenotypově čistých jedinců jednotlivých druhů považováno opět za „čistý“ druh. To bylo možné jednak díky výběru

lokalit s nízkou mírou výskytu hybridních jedinců a taktéž po ověření, že potomstvo jednotlivých stromů je vzhledově relativně jednotné a v znacích na sekundárních jehlicích podobné matečnému jedinci. Izolace samičích šištic a následné umělé opylování nebylo při rozsahu pokusů technicky zvládnutelné.

Rozšíření

Skalický (1988) udává celkové rozšíření *P. rotundata* v České republice (západní a jižní Čechy, Žďárské vrchy (Velké Dářko), Hrubý Jeseník (Rejvíz)), Polsku (slezká část - což bych rád upřesnil na Góry Bystrzyckie (Torfowisko pod Zieleńcem), Góry Stołowe (Wielkie Torfowisko Batorowskie) a Bory Dolnośląskie (Torfowisko pod Węglińcem)), Německu (Sasko, Schwarzwald, v Bavorsku v předhoří Alp, v Smrčinách, v Nábské kotlině, Hornofalckém lese a v nižších polohách Šumavy), Rakousku (Vitorazsko, předhoří Alp a snad i v alpské oblasti).

Velmi důležité je zmínit i rozšíření druhu *P. uncinata* v podání stejného autora. *P. uncinata* je rozšířena v Pyrenejích, Francouzském středohoří, Ligurských Apeninách, z. Alpách, Švýcarské Juře a Vogézách (Skalický 1988).

Přibližnou mapku rozšíření druhů agregátu *P. mugo* ukazuje obr. 1 na straně 41.

Fytocenologie

(Dle Chytrý et al. 2001, upraveno.)

Své optimum nachází borovice blatka ve společenstvu *Pino rotundatae–Sphagnetum* (KÄSTNER et FLÖSSNER 1933) NEUHÄUSL 1969 (svaz *Sphagnion medii* KÄSTNER et FLÖSSNER 1933). Na převážně srážkovou vodou sycených rašeliništích s hloubkou rašeliny přes 2m. Hladina podzemní vody zde obvykle neklesá více než 30cm pod povrch terénu a často zde probíhá cyklická, mozaikovitá sukcese. Výška blatek zde dosahuje nejčastěji 8-10m (při ovlivnění odvodněním až 18m). Rozeznávají se tři varianty asociace *Pino rotundatae–Sphagnetum* v závislosti na výšce hladiny podzemní vody (od nejvyšší k nejnižší) s dominujícím *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre* nebo *Vaccinium myrtillus*.

Dále blatku nalézáme ve společenstvu *Vaccinio uliginosii–Pinetum sylvestris* KLEIST 1929 (svaz *Dicrano–Pinion* (LIBBERT 1933) MATUSZKIEWICZ 1962), které představuje závěrečné sukcesní stádium na vrchovištních rašeliništích nižších poloh a původně se vyskytovalo zřejmě jen na okrajích vrchovišť a přechodových rašeliništích. Stromové patro může dosahovat výšky až 25m. Hladina podzemní vody se nachází většinou hlouběji než 30cm pod povrchem. Blatka je zde přimíšena především na kontaktu se společenstvem *Pino rotundatae–Sphagnetum*.

Ještě je třeba zmínit společenstva ze svazu *Sphagnion medii* KÄSTNER et FLÖSSNER 1933 (např. *Eriophoro vaginati–Sphagnetum recurvi* HUECK 1925) s nimiž blatkové bory často tvoří mozaiku směrem k centru rašelinišť a s nimiž vývojově souvisí.

Směrem k okrajům rašelinišť zase můžeme nalézt společenstva svazu *Piceion excelsae* PAWLOWSKI et al. 1928 (např. *Sphagno–Piceetum* (TÜXEN 1937) HARTMANN 1953), které na blatkové bory často navazují.

Směrem do vyšších nadmořských výšek jsou porosty blatky na rašeliništích často nahrazovány společenstvy ze svazu *Oxycocco–Empetrium hermafroditii* NORDHAGEN ex HADAČ et VÁŇA (např. *Pino mugo–Sphagnetum* KÄSTNER et FLÖSSNER 1933). Místo čistého druhu *P. mugo* se zde (zvláště v nižších polohách) spíše setkáváme s jeho kříženci s *P. rotundata* nazývanými *P. × pseudopumilio*. Na některých lokalitách, kde dominuje *P. × pseudopumilio*, můžeme nalézt v okrajových částech rašelinišť i stromové jedince borovice blatky (např. Kladské rašeliny, Mrtvý luh, Multerberg).

Rozmnožování

P. rotundata se množí zřejmě výhradně semeny. Hypotetická možnost vegetativního rozmnožování zakořeněním spodních větví nebo i větví vyšších částí koruny stromů ohnutých k zemi především v důsledku váhy sněhu, či zakořenění větví u stromů, které přišly v mládí o vzrostný vrchol, a proto rostou ve formě „krummholz“, není v literatuře zmiňována. Osobně jsem kořenění větví na lokalitách taktéž nepozoroval. I větve dlouhodobě překryté porosty rašeliničku, nejevily známky kořenění. To se neobjevilo ani na kmínku u semenáčků snažících se dlouhodobě uniknout přirůstajícímu koberci rašeliničku. Přestože se současnými znalostmi není možné vegetativní rozmnožování úplně vyloučit, jistě hraje, pokud vůbec, v populaci *P. rotundata* zanedbatelnou roli.

Během sběru semen, který probíhal v sezónách (1997-2004), jsem zjistil několik zajímavých skutečností. V rámci populace borovice blatky se významnější plodnost soustřeďuje pouze na některé jedince. V populaci se vyskytuje mnoho jedinců, kteří vůbec neplodí. Buďto vůbec netvoří šišky, nebo se šišky nedokážou plně vyvinout a neobsahují vyvinutá, klíčení schopná semena. Během sezón sběru nebyly u blatek pozorovány výrazné semenné roky. V roce 2002 se pouze vyskytla výrazně snížená plodnost především na lokalitě Kyselov, která však zřejmě souvisela s částečným zatopením lokality během povodní. Dalším zajímavým jevem bylo, že plodnost označených stromů (tj. těch co byly plodné v první sezóně sběru) byla v průběhu mnoha sezón sběru relativně velmi pravidelná a vyrovnaná (v podstatě každoroční). Jelikož se tyto stromy navenek nijak významně nelišily od dalších v porostu (které však byly v průběhu sledování plodné jen minimálně či vůbec), mohla by zjištěná situace naznačovat, že významnější tvorba plodných samičích šištic je v blatkových porostech soustředěna pouze na relativně úzký okruh jedinců. Sbíraná semena měla velmi dobrou klíčivost a semenáčky byly celkem vitální. Samozřejmě není ověřena jejich konkurenční úspěšnost ve srovnání s potomky méně plodných stromů, což by měl ověřit připravovaný pokus. V dále prezentovaných pokusech nebylo možné méně plodné jedince zahrnout v důsledku velkých nároků na množství semenáčků od jednoho jedince daných rozsahem jednotlivých experimentů.

Ekologie

Ekologicky by se měla *P. rotundata* od *P. uncinata* velice výrazně lišit. *P. rotundata* tvoří porosty na přechodových rašeliništích a vzácně na obvodu vrchovišť (Skalický 1988, Sengbusch 2004). *P. uncinata* je druh subalpínského stupně na nerašelinných biotopech

(Skalický 1988). Skalický (1988) udává z Švýcarské Jury pouze *P. uncinata*, to je však v rozporu s některými terénními pracemi (např. Freléchoux et al. 2000a, 2000b, 2003, 2004), kteří ze stejného pohoří popisují populace, které nazývají *P. uncinata* var. *rotundata* na rašeliništích. Pro tento spor mne napadají např. tato vysvětlení: buďto může *P. uncinata* růst též na rašeliništích a Freléchoux et al. udávají špatný název druhu, nebo je areál *P. rotundata* širší a překrývá se s areálem *P. uncinata*. Pokud se areály těchto druhů skutečně překrývají, pak bude jistě zajímavá genetická struktura jejich populací v místě jejich setkání. Striktní vymezení druhu podle stanoviště nemusí vždy fungovat, zvláště v případě extrémních stanovišť jakými jistě jsou jak rašeliniště, tak subalpínský stupeň. *P. mugo* nalezneme jak nad hranicí lesa, tak na vrchovištích i v supramontánním stupni (Skalický 1988). V obou případech druh přežívá vytlačen na extrémní stanoviště, kde ostatní dřeviny velmi obtížně vegetují. Proto nelze vyloučit podobné chování i u blízce příbuzného druhu *P. uncinata*.

I v případě regenerace najdeme u *P. rotundata* a *P. uncinata* některé paralely.

Pinus uncinata na přirozeném stanovišti Ordessa v centrálních Pyrenejích regenerovala v „krummholzi“ tvořeném vlastním druhem (Camarero et Gutierrez 2002), kde můžeme předpokládat facilitační mechanismus. Na přirozeném stanovišti Tesso, v stejném pohoří regenerovala v místech snížené pokrývnosti *Rhododendron ferrugineum* (Camarero et Gutierrez 2002), tj. v místech snížené kompetice (minimálně o světlo).

Světlo hraje v regeneraci blatkových borů velmi důležitou roli. Borovice blatka je relativně světlomilná dřevina. Maximální výška borovice blatky, udávaná Skalickým (1988), je 20 m. U borovice lesní 40 m a u smrku ztepilého až 60 m. Z toho vyplývá, že pokud druhy konkurující blatce naleznou vhodné podmínky k růstu, postupem času ji přerostou a zastíní. Konkrétní výška *P. rotundata* na jednotlivých lokalitách je pravděpodobně kontrolována nejen hladinou podzemní vody, ale i obsahem kyslíku ve vodě v půdních pórech (Sengbusch 2004). Výškový růst *P. abies* je zřejmě podpořen snížením hladiny podzemní vody (Sengbusch 2004). Zastínění nejen oslabuje růst dospělých stromů, ale také brání v uchycení a růstu semenáčků (Sengbusch 2004).

Druh *P. uncinata* je udáván jako druh odolávající suchu, a proto růstově relativně více závislý na teplotě než na srážkách (Rolland 2002). Rolland (2002) tak vyvozuje ze vzájemné podobnosti dendrochronologií na velké vzdálenosti, v případě tohoto druhu (>500 km). Srovnatelné hodnoty udává ještě u *Picea abies* (>477 km). Oproti tomu *Pinus cembra* (>254 km) a *Larix decidua* (>189 km) dosahují výrazně nižších hodnot. Jejich růst je totiž relativně více závislý na lokálních srážkových poměrech dané sezóny než na průměrné teplotě, která je oproti srážkám korelována na větší vzdálenosti. Odolnost k suchu u *P. rotundata* nepředpokládám, jelikož na rozdíl od *P. sylvestris* není schopna regenerovat na stanovištích s velkými výkyvy vlhkosti (osobní pozorování). Na lokalitách s narušeným vodním režimem dochází k umírání blatek ještě před dosažením fyziologického věkového limitu (Sengbusch 2004). Možnou příčinou se jeví acidifikace akrotelmu v okrajích narušených rašelinišť a snížená dostupnost vápníku v průběhu léta a podzimu (Sengbusch 2004).

Přírodní lesy mají velkou prostorovou a časovou heterogenitu (Rathgeber et Roche 2003). Hlavní úlohu v temperátním klimatu při tvorbě heterogenity mají malé disturbance korun, tj gap dynamics (Rathgeber et Roche 2003). U lesa *P. uncinata* v subalpínské zóně zjistili

Rathgeber et Roche (2003) průměrnou velikost disturbance mezi 0,036 ha a 0,073 ha a průměrnou dobu trvání změněných podmínek 6 let. Tak malé disturbance pravděpodobně způsobil pád jediného stromu, který částečně uvolnil konkurenční tlak na okolní stromy (Rathgeber et Roche 2003).

Blatkové bory regenerují v procesu cyklické sukcese (Rektoris et al. 1997). Důležitou roli v jejich regeneraci hrají jednotlivé vývraty a maloplošné polomy (Neuhäusl 1972) a žír specializovanými druhy lýkožroutů (Liška et al. 1989). Jankovská (1980) našla stopy po opakovaných narušeních ohněm na lokalitě Červené blato, ve formě uhlíkových vrstev v rašelinném profilu. Což poukazuje na fakt, že výrazné narušení ohněm, které nastalo v poslední době na rašeliništi Žofinka (Kučerová et al. 2008), nebylo v historii blatkových rašelinišť výjimkou. Na druhou stranu pozdní kvetení a absence šišek adaptovaných k požárům u *Pinus nigra*, *P. sylvestris* a *P. uncinata* (platí i pro *P. rotundata*) ukazuje, že jejich přirozené lesy se nevyvíjely za častých korunových požárů (Tapias et al. 2004).

Četné dlouhodobě prosperující výsadby *P. rotundata* v jižních Čechách na minerálním podkladu poukazují na nevyhraněné nároky na substrát a relativní toleranci starších jedinců k různým vláhovým poměrům v případě dostatku světla.

Ohrožení

Výrazný úbytek borovice blatky z různých lokalit v rámci jejího areálu v posledních desetiletích je dokumentován např. z Polska (Boratyńska et al. 2003), České republiky (Rektoris et al. 1997), Německa (Sengbusch et Bogenrieder 2001, Sengbusch 2004). Rychlost degradace i relativně zachovalých lokalit je v některých případech alarmující (Kučerová et al. 2000). I když v současnosti většinou nehrozí přímá likvidace lokalit těžbou v důsledku jejich ochrany, stále aktuální (a navíc i řešitelný) je problém narušení vodního režimu. K narušení docházelo hlavně v minulosti přímo na lokalitě či v jejím okolí, ale může k němu docházet i v současnosti odvodňováním okolních nechráněných porostů. Vliv odvodnění je většinou dlouhodobý, čímž se kumulují jeho negativní dopady. Negativní roli hraje pravděpodobně i zvýšená atmosférická depozice živin.

Cíle

Hlavním cílem předkládané práce bylo zjistit, jaké podmínky potřebuje borovice blatka k úspěšné regeneraci s důrazem na stádium semenáčků. Sledovány byly zejména vlhkostní poměry a dále světelné podmínky a obsah živin v substrátu. Nároky borovice blatky byly srovnávány s nároky borovice lesní a smrku ztepilého, s kterými je v konkurenčním vztahu. Další zkoumanou oblastí byla schopnost společenstev blatkových borů vyrovnat se s různými typy narušení lokalit. V potaz byla brána jak přírodní narušení, tak narušení činností člověka. Pozornost byla věnována i změnám blatkových borů na gradientu nadmořské výšky.

Dílní otázky a hypotézy jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách.

Literatura

- Boratynska, K. et Bobowicz, M.A. 2001. *Pinus uncinata* RAMOND taxonomy based on needle characters. – Plant Systematics and Evolution 227: 183-194.
- Boratyńska, K., Boratyński, A. et Lewandowski, A. 2003. Morphology of *Pinus uliginosa* (Pinaceae) needles from populations exposed to and isolated from the direct influence of *Pinus sylvestris*. – Botanical Journal of the Linnean Society 142: 83-91.
- Businský, R. 1998. Rozšíření *Pinus mugo* v bývalém Československu – taxonomie, rozšíření, hybridní populace a ohrožení. – Zprávy České Botanické Společnosti 33: 29-52.
- Businský, R. 1999. Taxonomická studie agregátu *Pinus mugo* a jeho hybridních populací. – Acta Průhoniciana 68: 123-144.
- Businský, R. et Kirschner, J. 2006. Nomenclatural notes on the *Pinus mugo* complex in Central Europe. – Phytion, Horn, 46: 129-139.
- Camarero, J.J. et Gutierrez, E. 2002. Plant species distribution across two contrasting treeline ecotones in the Spanish Pyrenees. – Plant Ecology 162: 247-257.
- Dierssen, K. 1996. Vegetation Nordeuropas. – Ulmer, Stuttgart.
- Freléchoux, F., Buttler, A. et Gillet, F. 2000a. Dynamics of bog-pine-dominated mires in the Jura Mountains, Switzerland: A tentative scheme based on synusial phytosociology. – Folia Geobotanica 35: 273-278.
- Freléchoux, F., Buttler, A., Gillet, F., Gobat, J.M. et Schweingruber, F.H. 2003. Succession from bog pine (*Pinus uncinata* var. *rotundata*) to Norway spruce (*Picea abies*) stands in relation to anthropic factors in Les Saignolis bog, Jura Mountains, Switzerland. – Annals of Forest Science 60: 347-356.
- Freléchoux, F., Buttler, A., Schweingruber, F.H. et Gobat, J.M. 2000b. Stand structure, invasion, and growth dynamics of bog pine (*Pinus uncinata* var. *rotundata*) in relation to peat cutting and drainage in the Jura Mountains, Switzerland. – Canadian Journal of Forest Research 30: 1114-1126.
- Freléchoux, F., Buttler, A., Schweingruber, F.H. et Gobat, J.M. 2004. Spatio-temporal pattern of bog pine (*Pinus uncinata* var. *rotundata*) at the interface with the Norway spruce (*Picea abies*) belt on the edge of a raised bog in the Jura Mountains, Switzerland. – Annals of Forest Science 61: 309-318.
- Hamerník, J. et Musil, I. 2007. The *Pinus mugo* complex – its structuring and general overview of the used nomenclature. – Journal of Forest Science 53: 253-266.
- Holubičková, B. 1980. Variabilita a taxonomie komplexu *Pinus mugo*. – In: Zborník referátov 3. Zjazdu SBS, Zvolen, pp. 171-174.
- Christensen, K. I. 1987. Taxonomic revision of the *Pinus mugo* complex and *P. × rhaetica* (*P. mugo × sylvestris*)(Pinaceae). – Nordic Journal of Botany 7: 383-408.

- Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M. [eds.] 2001. Katalog biotopů České republiky. – AOPK, Praha.
- Jankovská, V. 1980. Paläogeobotanische Rekonstruktion der Vegetations-entwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglazials und Holozäns. – Academia, Praha.
- Kučerová, A., Rektoris, L. et Přibáň, K. 2000. Vegetation changes of *Pinus rotundata* bog forest in the “Žofinka” Nature Reserve, Třeboň Biosphere Reserve. – Příroda, Praha, 17: 119-138.
- Kučerová, A., Rektoris, L., Štechová, T. et Bastl, M. 2008. Disturbances on a wooded raised bog – how windthrow, bark beetle and fire affect vegetation and soil water quality? – Folia Geobotanica 43. (in press)
- Lauranson, J. et Lebreton, P. 1991. Flavonoid variability within and between natural populations of *Pinus uncinata*. – Biochemical Systematics and Ecology 19: 659-664.
- Lauranson-Broyer, J. et Lebreton, P. 1993. Flavonoids and morphological traits of needles, as markers of natural hybridization between *Pinus uncinata* Ram and *Pinus sylvestris* L. – Biochemical Systematics and Ecology 21: 241-247.
- Lewandowski, A., Boratynski, A. et Mejnartowicz, L. 2000. Allozyme investigations on the genetic differentiation between closely related pines - *Pinus sylvestris*, *P. mugo*, *P. uncinata*, and *P. uliginosa* (Pinaceae). – Plant Systematics and Evolution 221: 15-24.
- Liška, J., Knížek, M. et Kapitola, P. 1989. Vážnější ohrožení blatkových porostů na rašeliništi Žofinka v jižních Čechách. – Živa, Praha, 6: 247-248.
- Mikkola, K. et Spitzer, K. 1983. Lepidoptera associated with peatlands in central and northern Europe: a synthesis. – Nota Lepidopterologica 6: 216-229.
- Minghetti, P. et Nardi, E. 1999. Lectotypification of *Pinus mugo* Turra (Pinaceae). – Taxon 48: 465-469.
- Neet-Sarqueda, C. 1994. Genetic differentiation of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus mugo* aggr. populations in Switzerland. – Silvae Genetica 43: 207-215.
- Neuhäusl, R. 1972. Subkontinentale Hochmoore und ihre Vegetation. – Studie ČSAV, Praha, 13: 1-121.
- Prus-Glowacki, W., Bujas, E. et Ratynska, H. 1998. Taxonomic position of *Pinus uliginosa* Neumann as related to other taxa of *Pinus mugo* complex. – Acta Societatis Botanicorum Poloniae 67: 269-274.
- Rathgeber, C. et Roche, P. 2003. Spatio-temporal growth dynamics of a subAlpine *Pinus uncinata* stand in the French Alps. – Comptes Rendus Biologies 326: 305-315.
- Rektoris, L., Rauch, O. et Přibáň, K. 1997. Dieback of Bog Pine (*Pinus rotundata* Link.) and successional changes in the Červené blato bog as a reponse to hydrological and climatological fluctuations. – Příroda, Praha, 11: 67-84.

- Rolland, C. 2002. Decreasing teleconnections with inter-site distance in monthly climatic data and tree-ring width networks in a mountainous Alpine area. – Theoretical and Applied Climatology 71: 63-75.
- Sengbusch, P. 2004. Untersuchungen zur Ökologie von *Pinus rotundata* LINK (Moor-Kiefer) im Südschwarzwald. – Dissertationes Botanicae 388: 1-148.
- Sengbusch, P. et Bogenrieder, A. 2001. Rückgang der Moor-Kiefer im südlichen Schwarzwald. – Naturschutz und Landschaftsplanung 33: 249-254.
- Siedlewska, A. et Prus-Glowacki, W. 1995. Genetic structure and taxonomic position of *Pinus uliginosa* Neumann population from Wielkie Torfowisko Batorowskie in Stolowe Mts. (locus classicus). – Acta Societatis Botanicorum Poloniae 64: 51-58.
- Skalický V. 1988. *Pinus sylvestris*, *P. mugo*, *P. rotundata*. – In: Hejný S. et Slavík B. (ed.), Květena České republiky, Vol. 1., Academia, Praha, pp. 291-298.
- Soukupová, L. 1996. Developmental diversity of peatlands in Bohemian Forest. – Silva Gabreta 1: 99-109.
- Spitzer, K. 1994. Biogeographical and ecological determinants of the central European peat bog Lepidoptera: The habitat island approach to conservation. – Nota Lepidopterologica Supplement 5: 45-49.
- Staszkiwicz, J. 1996. Naturalne mieszańce *Pinus mugo* × *Pinus sylvestris* (Pinaceae) w Tatrach. – Fragmenta Floristica et Geobotanica Series Polonica 3: 23-30.
- Staszkiwicz, J. et Tyszkiewicz, M. 1969. Naturalne mieszańce *Pinus mugo* Turra × *Pinus sylvestris* L. w Kotlinie Nowotarskiej. – Fragmenta Floristica et Geobotanica 15: 187-212.
- Staszkiwicz, J. et Tyszkiewicz, M. 1972. Zmienność naturalnych mieszańców *Pinus sylvestris* L. × *Pinus mugo* Turra (= *P. × rotundata* Link.) w południowo-zachodniej Polsce oraz na wybranych stanowiskach Czech i Moraw. – Fragmenta Floristica et Geobotanica 18: 173-191.
- Tapias, R., Climent, J., Pardos, J.A. et Gil, L. 2004. Life histories of Mediterranean pines. – Plant Ecology 171: 53-68.
- Wiemken, V. et Boller, T. 2006. Delayed succession from alpine grassland to savannah with upright pine: Limitation by ectomycorrhiza formation? – Forest Ecology and Management 237: 492-502.

Early development of *Pinus rotundata*, *P. sylvestris* and *Picea abies* - growth responses to abiotic factors in controlled experiments and consequences for bog pine forest restoration

Marek BASTL¹

¹Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice, Czech Republic, tel. +420 387 772 372, fax +420 389 032 345, e-mail: marek.bastl@bf.jcu.cz

Abstract

The aim of the study was to find the ecological requirements of tree seedlings involved in bog pine forest dynamics. Requirements of bog pine (*Pinus rotundata*), in comparison to the co-occurring tree species Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*), were studied in relation to groundwater, light and nutrient conditions. The first one-year garden experiment (3 shading, 3 groundwater and 3 nutrient levels) showed the best growth (highest biomass) for *P. rotundata* in the no shading, low water, and high nutrient treatment, followed by *P. sylvestris* and *P. abies*. The second two-year garden experiment (7 water levels) showed the highest biomass for *P. rotundata*, followed by *P. × digenea* (*P. rotundata* × *P. sylvestris*), *P. sylvestris* and *P. abies*. The relative differences in studied species growth show a clear trend of decreasing towards lower water levels. The height growth of *P. rotundata* was the best at all levels of water. But differences between *P. rotundata* and *P. sylvestris* height growth decreased towards lower water levels when high and low water treatments were compared. The experiment showed that a high groundwater table level would probably favour seedlings of *P. rotundata* compared to *P. sylvestris* and *P. abies*. Therefore, a "no action" management plan for *P. rotundata*-dominated peat bogs appears not to be suitable for preserving this species in such habitats in which the water regime has been disturbed (mainly by drainage). Cautious rising of the groundwater table, after damming drainage ditches, may partly suppress *P. abies* establishment and support seedling recruitment of *P. rotundata*.

Vegetation changes following different disturbances in peat bogs with *Pinus rotundata* in the Třeboň Basin, Czech Republic

Marek BASTL¹, Táňa ŠTECHOVÁ¹ & Karel PRACH^{1,2}

¹*Department of Botany, Faculty of Science, University of South Bohemia, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice, Czech Republic; e-mail marek.bastl@bf.jcu.cz, jaksicov@bf.jcu.cz, prach@bf.jcu.cz;* ²*Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Dukelská 135, CZ-379 82 Třeboň, Czech Republic;*

Abstract

Various stages of plant succession were studied in peat bogs in the Třeboň Basin of the Czech Republic, after different disturbances. Two main types of disturbance occurred: (a) natural, represented by windthrow, with subsequent bark beetle attack and fire, and (b) human-made, such as peat digging and industrial peat harvesting. Species composition of successional stages after the above mentioned disturbances were compared to that of undisturbed plots. Regeneration of peat bog vegetation was faster after natural disturbances than after human-made ones. The lowest impact was caused by windthrow, followed by fire. Regeneration after peat digging was also possible, but it took much longer. Regeneration after industrial peat harvesting was possible only if the groundwater table level remained high.

Central European pine bogs changing along an altitudinal gradient

Marek BASTL¹, Marek BURIAN¹, Jan KUČERA¹, Karel PRACH^{1,2}, Ladislav REKTORIS³ & Milan ŠTECH¹

¹Department of Botany, Faculty of Sciences, University of South Bohemia in České Budějovice, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice, Czech Republic; e-mail marek.bastl@prf.jcu.cz, marek.burian@prf.jcu.cz, kucera@prf.jcu.cz, prach@prf.jcu.cz, stech@prf.jcu.cz; ²Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Dukelská 135, CZ-379 82 Třeboň, Czech Republic; ³Administration of the Protected Landscape Area Třeboňsko, Valy 121, CZ-379 01 Třeboň, Czech Republic; e-mail ladislav.rektoris@schkocr.cz;

Abstract

Vegetation analyses (phytosociological relevés) were performed in 20 peat bogs arranged along an altitudinal gradient in the southern part of the Czech Republic, Central Europe, to find relationships between vegetation and environmental gradients. Six of the peat bogs were investigated in detail. The bogs are dominated by *Pinus rotundata*, a species endemic to central Europe, and its hybridogenic populations with *P. mugo* (the hybrid is called *P. × pseudopumilio*), with increasing proportions of the latter towards higher altitudes. Data were processed by the methods of indirect (DCA) and direct (CCA) gradient analyses. Environmental variables (depth to the water table, mean and minimum temperatures, precipitation, pH, conductivity, NH₄ and PO₄ concentrations, total P, but not total N nor NO₃ concentration), as well as biotic characteristics of the sites, such as species composition, and growth form of the dominant pines, were closely correlated with the altitudinal gradient. Woody species, herbs and bryophytes, responded clearly to the altitudinal gradient and the trends were in principal the same. Results also indicate the uniqueness of each particular bog.

Disturbances on a wooded raised bog – how windthrow, bark beetle and fire affect vegetation and soil water quality?

Andrea KUČEROVÁ¹, Ladislav REKTORIS^{1,2}, Táňa ŠTECHOVÁ³ & Marek BASTL³

¹Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Dukelská 135, CZ-379 82 Třeboň, Czech Republic, akucerova@butbn.cas.cz, ²PLA Administration of the Třeboň Basin, Na Valech 121, CZ-379 01 Třeboň, Czech Republic, ³Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice, Czech Republic.

Abstract

A *Pinus rotundata*-dominated peatbog (Žofinka Nature Reserve) in the Třeboň Basin, Czech Republic, was affected by ‘natural’ disturbances: wind damage (in 1984), followed by a bark beetle attack, and fire (1994; 2000). Phytosociological relevés were used to document vegetation. Soil water chemistry was compared in three differently affected stands: (i) an undisturbed *Pinus rotundata* bog forest, (ii) a windthrow–bark beetle affected stand and (iii) a site burned by wildfire in 2000.

The species composition of the windthrow–bark beetle affected sites and the undisturbed *P. rotundata* bog forest differed mainly in the shrub and tree layers. Burned sites were partly colonized by anemochorous species (e.g. *Taraxacum* sp. div.) that disappeared within two or three years after colonization. Bare peat was colonized by bryophytes (e.g. *Marchantia polymorpha* and *Funaria hygrometrica*) typical of the disturbed sites, and by *Polytrichum* sp. div. and *Aulacomnium palustre*. Most plant species characteristic of the *P. rotundata* bog forest occurred at the burned sites eight years after the fire, but in different abundances. The edifier of the former community – *P. rotundata* – was mostly absent. Compared with windthrow followed by the bark beetle attack, fire promoted rapid expansion of *Molinia caerulea*.

Soil water in both the undisturbed *P. rotundata* bog forest and the windthrow–bark beetle affected sites had a similar composition: very low pH values, high P concentrations, low concentrations of cations (Ca²⁺, Mg²⁺ and K⁺) and inorganic nitrogen. The concentrations of soluble reactive phosphorus (SRP) and NH₄⁺-N were negatively correlated with the groundwater table.

Total P, SRP and NH₄⁺-N concentrations in the soil water at the burned site were by one order of magnitude higher than those in the *P. rotundata* bog forest, while concentrations of K⁺, Mg²⁺ and Ca²⁺ were only about two times higher. High concentrations of P and N in the soil water found three years after the fire indicated a long-term elevated nutrient content in the soil water.

Mire vegetation gradient established by interaction with water reservoir

Petr HORN¹ & Marek BASTL²

¹South Bohemia region administration, U Zimního stadionu 1952/2, CZ-370 76 České Budějovice, Czech Republic; e-mail petr.horn@seznam.cz; ²Department of Botany, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia in České Budějovice, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice, Czech Republic; e-mail marek.bastl@bf.jcu.cz;

Abstract

The peatbog complex Kyselovský les in the Czech Republic was flooded on 85% of its original area by water of the Lipno reservoir in 1958. A new vegetation pattern has spontaneously developed in the newly established shoreline and replaced the original peatbog vegetation dominated by bog pine (*Pinus rotundata* Link) forest. This vegetation pattern consists of zonal strips with relatively sharp borders. This zonation is a mosaic of sedge fens, reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) beds, tussock cottongrass (*Eriophorum vaginatum* L.) stands and a community dominated by ericaceous shrubs. The study focused on the vegetation development of this zonal vegetation. Measurements of water table level, groundwater pH and conductivity, together with terrain microtopography, were done in order to estimate the ways how the water reservoir influences the mire vegetation. The most important factor is lake water fluctuation, which explained most of the vegetation gradient variability. Lake water fluctuations were represented by lake water levels, which directly flooded a certain part of the gradient from 1990 to 2006 for an exactly known number of days.

Successional changes of vegetation at the "Multerberské rašeliniště" peat bog during the last 50 years, the Šumava Mts.

Petr HORN¹ & Marek BASTL²

¹*Šumava National Park Administration, 1. máje 260, CZ–385 01 Vimperk, Czech Republic; hornp@npsumava.cz,* ²*Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, Branišovská 31, CZ–370 05 České Budějovice, Czech Republic; marek.bastl@tix.bf.jcu.cz*

Abstract

Vegetation changes at the "Multerberské rašeliniště" peat bog during the last 50 years were studied using a comparison of two black and white aerial photographs from 1949 and 1996. Massive successional changes leading from the original open peat bog vegetation to dense *Picea abies* forest were observed at the site. In the same time influence of a deep drainage to the hydrology of peat bog was studied along a transect. Dam was built in a draining ditch after the monitoring of a groundwater table level during 1996–1997 to study the potential success of amelioration of the site.

Shrnutí

Borovice blatka (*Pinus rotundata* Link) je ohrožený středoevropský druh, s přirozeným výskytem vázaným pouze na rašeliniště. Vyskytuje se v relativně širokém rozmezí nadmořských výšek, přičemž s rostoucí nadmořskou výškou začínají převažovat hybridy s *P. mugo* nazývané *P. × pseudopumilio*. Vlastní přítomnost a růstová forma *P. rotundata* případně *P. × pseudopumilio* závisí na nadmořské výšce a ovlivňuje složení vegetace jednotlivých lokalit. Vegetace jednotlivých lokalit s borovicí blatkou je vždy do značné míry specifická a poukazuje na unikátnost každého ze sledovaných rašelinišť.

V současné době je zaznamenán ústup *P. rotundata* ve většině areálu. Populace buďto hromadně vymírají nebo postupně ustupují v závislosti na intenzitě disturbance. Míra přirozeného zmlazení *P. rotundata* je většinou velmi nízká.

Hlavními důvody ústupu jsou zřejmě změněné stanovištní podmínky. Změna podmínek byla vyvolána především lidskou činností, ať již přímou (těžba, odvodňování, ale i ústup od tradičního obhospodařování), tak pravděpodobně i nepřímou (atmosférické depozice, změna klimatu).

Úspěšné uchycení semenáčků borovice blatky a jejich přežívání v konkurenci smrku ztepilého a borovice lesní záleží především na těchto faktorech:

a) dostatečná výška hladiny podzemní vody

V podmínkách vysoké hladiny podzemní vody vykazují semenáčky *P. rotundata* nejlepší růst v porovnání s hlavními konkurenčními druhy, jimiž jsou *Picea abies* a *P. sylvestris*. Při snížené hladině podzemní vody sice rostou semenáčky blatky lépe, ale ještě lepší růstové výsledky vykazuje postupně *P. sylvestris* a *P. abies*.

b) nízká hladina dostupných živin

Rašeliniště s výskytem životaschopných populací blatky se vyznačují relativně nízkým obsahem živin. Nízký obsah dostupných živin je podmínkou existence samotného ekosystému, v kterém jsou schopné přežít jen druhy adaptované na tyto extrémní podmínky. Zvýšený obsah živin sice podporuje růst *P. rotundata*, ale především i ostatních druhů, s kterými je borovice blatka v konkurenčním vztahu.

c) dostatečná hladina osvětlení

Dynamika růstu borovice blatky v případě stínění se velmi snižuje především v porovnání se smrkem ztepilým, pokud ten nachází ostatní podmínky příznivé pro svůj růst (což je především nižší hladina podzemní vody). Smrk ztepilý je navíc schopen dosahovat daleko větších výšek než borovice blatka, takže populaci blatek postupně přeroste a zastíní. Tím prakticky znemožní přirozené zmlazení a stíněné starší stromy odsoudí k postupnému zániku.

Jednotlivé výše zmíněné faktory jsou různou měrou ovlivněny v případě různých disturbance, což následně určuje pravděpodobnost návratu borovice blatky na narušená místa. Na narušených lokalitách se navíc *P. rotundata* může křížit s *P. sylvestris* což může být zvláště pro malé populace zničující.

Nejpříznivější z hlediska následné pravděpodobnosti úspěšné regenerace jsou přirozené disturbance. Při polomu není nepříznivě narušen vodní režim, spíše naopak dochází

k mírnému zvodnění stanoviště v důsledku poklesu transpirace a otevře se prostor pro růst původně podúrovňových stromů. Požár má podobné důsledky pro vodní režim, ale likviduje i podúrovňové stromy a navíc po něm dochází k zvýšení obsahu dostupných živin, takže se regenerace o nějaký čas oddaluje.

Z lidských zásahů má nejméně negativní vliv prostá těžba dřeva, po níž je porost schopen opět zregenerovat, pokud nedojde k narušení vodního režimu. Těžba rašeliny zasahuje do ekosystému vždy velmi radikálně. Původní způsob těžby borkováním většinou nepostihl kompletně celou lokalitu a po ukončení těžby začaly vytvořené sníženiny, které jsou většinou dobře zásobené vodou, opět postupně regenerovat. Na příhodných místech pak dochází k opětovnému uchycování borovice blatky. Vyloženě nepříznivé jsou pro ni většinou pouze příliš zvodnělé či naopak přesychavé části. Moderní velkoplošná těžba (na našem území především frézováním) je spojena s důkladnějším odvodněním než v případě borkování a navíc většinou na lokalitě neoponechává významnější zbytky původních porostů, které jsou jako zdroj semen borovice blatky i ostatních druhů základní podmínkou možné kolonizace uvolněného prostoru. Zbytková vrstva rašeliny je minimální a navíc byla hlavně v minulosti rašeliniště lesnický rekultivována, což většinou znamenalo jejich definitivní zánik. I na nerekulitovaných plochách těžných rašelinišť je velmi obtížné zvýšit a hlavně stabilizovat výšku hladiny podzemní vody. Krajně obtížné je vůbec uchycení rašeliništních druhů a nastartování opětovného ukládání humolitu. Úspěšná a udržitelná přirozená kolonizace borovicí blatkou je v tomto případě ze střednědobého hlediska (desetiletí) málo pravděpodobná.

Z hlediska populací blatky je nepříznivým lidským zásahem pravděpodobně i opuštění tradičního využívání rašelinišť k pastvě či selektivní těžbě, které udržovaly na lokalitách méně zapojený porost. Vliv klimatických změn (zvyšování průměrné teploty) a atmosférické depozice (formy dusíku) pravděpodobně také přispívají k většímu zapojování porostů, což opět znevýhodňuje blatku.

Pro zlepšení stavu populací *P. rotundata* a blatkových rašelinišť jako celku je pravděpodobně první a nejdůležitější podmínkou udržení optimální hladiny podzemní vody a celková stabilizace vodního režimu. V naprosté většině případů totiž trpí lokality narušením vodního režimu v důsledku odvodnění. Přílišné a náhlé zvýšení hladiny však může vést až k odumírání původního porostu, proto je dobré provádět manipulaci pozvolně. Dlouhodobější nepřiměřené zvýšení hladiny či opakované zaplavování lokalit minerálně bohatší vodou může způsobit úplné vymizení blatky a významné změny původních rostlinných společenstev. Efekt stabilizace a optimalizace vodního režimu bude pravděpodobně relativně dlouhodobý.

V případě akutního ohrožení stávajících populací borovice blatky kompeticí se smrkem ztepilým, s nemožností rychlé úpravy vodního režimu, lze zřejmě použít i selektivní kácení smrku ztepilého. To sice zlepší světelné i vlhkostní podmínky pro borovice blatky, ale je bohužel zároveň doprovázeno větší náchylností uvolněných starších jedinců k vývratům a polomům. Efekt takového zásahu je však pravděpodobně relativně krátkodobý a nenahrazuje vlastní úpravu vodního režimu.