

## Vodní a mokřadní rostliny v prostoru ovlivněném povrchovým hnědouhelným dolem

### Aquatic and wetland plants in an area influenced by brown coal strip mining

Zdenka Hroudová<sup>1)</sup> & Jaroslav Rydlo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Botanický ústav AV ČR, 252 43 Průhonice; e-mail: zdenka.hroudova@ibot.cas.cz

<sup>2)</sup> Dvorecká 5, 147 00 Praha 4 - Podolí

#### Abstract

We studied aquatic and marsh vegetation in a region influenced by brown coal strip mining near the town of Bílina, NW Bohemia. Three sites were compared: area before mining activity, and two post-mining sites (spoil heaps). Plants inhabiting water pools and other wet habitats (flooded field depressions, wet ditches, streams and drained pools) were recorded. On spoil heaps, the wet habitats in reclaimed area and in unreclaimed sites were also compared. The three sites did not differ in total numbers of plant species, but differed in species composition. In the area before mining (mine foreland) some plants absent on spoil heaps were found (e. g. *Carex acuta*, *C. riparia*, *Glyceria fluitans*, *Callitriche platycarpa*, *Bidens cernuus*), and more reed-bed and aquatic species were present there. On both spoil heaps, higher proportions of ruderal and weedy species were found. The spoil heaps differed each other in species pool of unreclaimed habitats (different proportion of aquatic and meadow species), which corresponded to different substrate surface formation. Species such as *Phragmites australis*, *Typha latifolia* and *T. angustifolia* prevailed in littoral habitats at all three sites; absence of tall sedge communities was typical of all of them. Some endangered marsh plant species occurred at all three sites (e. g. *Schoenoplectus tabernaemontani*), several of them only in mine foreland (e. g. *Stellaria palustris*, *Callitriche platycarpa*) and some only on spoil heaps (e. g. *Centaurium pulchellum*, *Bolboschoenus yagara*).

**Key words:** aquatic plants, coal mining, reclamation, spoil heaps, wetland plants

**Taxonomické pojetí a nomenklatura:** cévnaté rostliny Danihelka et al. (2012), parožnatky Caisová & Gabka (2009)

#### Úvod

Vodní plochy a mokřady patří bezesporu k důležitým biotopům v člověkem ovlivněné krajině z hlediska sociálního, ekonomického i životního prostředí (Thorslund et al. 2017). V krajině změněné povrchovým dolem představují mokřady místa s relativně příznivými podmínkami pro růst rostlin a mohou se stát středisky oživení rostlinami i živočichy

(Prach et al. 2009, Solský et al. 2011, Vojar et al. 2012). To, jak mohou rostliny přežívat v mechanicky narušeném prostoru i osidlovat zcela nově vytvořené prostředí nám dává informaci o jejich schopnosti šíření, odolnosti vůči stresujícím podmínkám prostředí, konkurenční schopnosti i celkové úloze v krajině (Mahn 1996, Prach & Pyšek 1999). Hraje úlohu i čas, po který se vegetace mohla vyvíjet, i to, zda se v daném prostoru mohly vyskytovat původní diaspory (Bornkamm 1981).

Obnově vegetace na výsypkách povrchových dolů i dalších místech narušených těžbou nebo stavební činností byla věnována řada studií, zaměřených převážně na rekultivace a využití spontánní sukcese v tomto procesu; většinou se však práce týkaly terestrických společenstev – obecných principů obnovy vegetace po těžebních pracích (Bradshaw 1997, Schultz & Wiegleb 2000), lesnických nebo zemědělských rekultivací a využití spontánní sukcese (Mahn 1996, Prach et al. 2001, 2013, Hodačová & Prach 2003, Málková 2011) nebo obnovy travnatých ekosystémů na písčitém podkladu (Kirmer & Mahn 2001). Vodní a mokřadní vegetaci na narušených stanovištích byla pozornost věnována jen ojediněle, a to zejména na větších vodních plochách, vzniklých na místech vytěženého materiálu (Kubát & Machová 2014, Filipová et al. 2014). Vývoj terestrické i mokřadní vegetace na výsypkách sledoval Pietesch (1996). U nás se mokřadními společenstvy na výsypce v severozápadních Čechách doposud zabýval Krása (2012).

V tomto příspěvku srovnáváme výsledky vegetačního průzkumu zaměřeného na vodní a mokřadní vegetaci v předpolí povrchového hnědouhelného dolu a na dvou již převážně rekultivovaných výsypkách v okolí Bíliny v severozápadních Čechách. Podrobné výsledky těchto průzkumů jsou obsaženy ve zprávách Hroudová & Rydlo (2011, 2012), Hroudová (2013, 2014, 2015) a v práci Rydlo & Hroudová (2011). Odpovědi na následující otázky umožní srovnat vodní a mokřadní vegetaci v prostoru určeném k vytěžení a naopak regenerujícím po těžbě:

1. Jaká je celková druhová diverzita rostlin v nádržích a na mokřadních stanovištích v předpolí dolu a na výsypkách? 2. Liší se srovnávané výsypky a předpolí dolu druhovým složením? 3. Jaký je výskyt vzácných a ohrožených druhů? 4. Čím se vyznačují nerekulturné plochy výsypek?

## Charakteristika zkoumaných území

### 1. Předpolí Dolu Bílina

Studované území o rozloze ca. 4,1 × 1,7 km se rozkládá východně od obce Mariánské Radčice a navazuje na západní hranu lomu Bílina. Zahrnuje i prostor bývalých Libkovic; tato obec byla vysídlena kvůli postupující těžbě uhlí a zbourána v letech 1990–1994; jako rok zániku je udáván rok 1993 ([www.zanikleobce.cz](http://www.zanikleobce.cz)). Od té doby až do současnosti probíhaly různé úpravy terénu těžkou technikou, a zároveň docházelo k poklesům půdy v důsledku předchozí důlní činnosti a tím ke vzniku poklesových vodních ploch. Úze-

mím protéká Radčický potok, který v současné době představuje v daném území jediný zbytek původní vodní sítě. Prozkoumané mokřady zahrnují zachovanou část Radčického potoka a v celém prostoru různé velké, většinou samovolně vzniklé tůňe a nádrže (od několika m<sup>2</sup> po několik ha). Některé větší nádrže, které jsou dosud přístupné, jsou extenzivně využívány k rybaření, většina menších vodních ploch není využívána vůbec a není přístupná veřejnosti. Proto v nich nedochází ke znečištění vlivem intenzivního chovu ryb a kachen jako v produkčních rybnících. Území leží v termofytiku, ve fytogeografickém okrese 3. Podkrušnohorská pánev (Skalický 1988). Průměrná roční teplota za období 1981–2010 je (stejně jako na následujících dvou výsypkách) 8–9 °C, roční úhrn srážek 500–550 mm (<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu#>).

## 2. Radovesická výsypka

Radovesická výsypka zaujímá prostor na místě bývalých pěti obcí východně od Bíliny, ohraničena obcemi Kučlín, Razice, Štěpánov, Kostomlaty pod Milešovkou, Štrbice a Světec. Má rozlohu 1562 ha. V provozu byla od r. 1971 (kdy byla zbourána obec Radovesice), navážka byla ukončena v r. 2003. Rekultivační práce začaly už v roce 1986, poslední rekultivace byly zahájeny v r. 2011. Průměrná mocnost navedené skrývky se pohybuje mezi 50 a 70 m (Málková 2011, <http://www.hrobci-ce.cz/informace-o-obci/blizke-okoli/radovesicka-vysypka/>). Menší části povrchu zůstaly na dvou místech doposud nerekulitované, ponechané přirozenému sukcesnímu vývoji. Střední část výsypky je vyvýšená, uprostřed s podlouhlou mělkou prohlubní (odvodňovací příkop). Rekultivovaný terén má charakter drobné pahorkatiny s řadou různě velkých vodních nádrží a mokřadů, které vznikly v terénních prohlubních; šest nádrží bylo vybudováno jako rybník, se stavidlem a odtokem. V nerekulitovaném prostoru je povrch členitější, kopírující rýhy vzniklé zakladačem, místy s příkrými břehy, s množstvím různě velkých vodních ploch a mokřadů. Hladina vody v nich závisí na množství srážek a může meziročně kolísat. Území leží v termofytiku, ve fytogeografickém okrese 4b. Lounsko-labské středohoří, podokres Labské středohoří (Skalický 1988).

## 3. Výsypka Pokrok

Leží západně od Duchcova, její rozloha je 794,27 ha. Vznikla jako vnější výsypka Dolu Bílina, ukládání zeminy skončilo v r. 2010 (<https://Wikipedia.org>). V r. 2013 byla již převážná část rekultivována, zbyla jedna lokalita s neupraveným povrchem (obloukovité rýhy a valy vytvořené zakladačem), která byla ponechána dalšímu spontánnímu zarůstání. Rekultivace probíhaly od východního okraje (od kraje Duchcova), naposledy byla rekultivována střední a jižní část, navazující na okraj lomu Bílina. Zde došlo k rozvoji zapojené vegetace až po rok 2015 ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)). Upravený terén je mírně zvlněný,

s větší nádrží při východním okraji (nádrž Emma) a s menšími nádržemi a tůňemi v prohlubních terénu. Území leží v termofytiku, ve fytogeografickém okrese 3. Podkrušňohorská pánev (Skalický 1988).

## Metodika

Sběr dat v terénu probíhal v předpolí Dolu Bílina v létě 2011 a na několika lokalitách opět i v létě 2014, na Radovesické výsypce v létě 2012 a na výsypce Pokrok v červnu 2013 a v létě 2015. V předpolí Dolu Bílina bylo navštíveno celkem 30 lokalit, z nichž 16 mělo charakter rybníků nebo větších nádrží, 11 bylo mokřadů a drobných tůň a 3 představovaly vodoteče (zbytky potoka). Na Radovesické výsypce jsme prozkoumali celkem 45 lokalit, z nichž většina byla v již rekultivovaném prostoru (6 rybníků s hrází a stavidlem, 27 zaplavených upravených prohlubní a příkopů) a 12 lokalit představovalo mokřady a nádrže v nerekulitovaném prostoru. Na výsypce Pokrok jsme navštívili 14 lokalit, z nichž 1 byla v ještě nerekulitovaném prostoru, ostatních 13 byly nádrže a mokřady vzniklé po rekultivaci.

Na každé lokalitě byl zaznamenán charakter vegetace v nádrži: hlavní typy porostů ve vztahu k vodní hladině, pobřežní pásovitost (pokud byla vyvinuta), a v hrubých rysech i navazující okolní vegetace. Zároveň byl pořízen soupis vodních a mokřadních druhů, případně i dalších druhů, charakterizujících vegetaci na březích. Většina zaplavených stanovišť byla mělká; vodní rostliny pro určení a herbářové doklady byly proto sbírány broděním ve vodě, pokud to charakter dna dovolil. Pokud rostliny nebyly přístupné, mohly být pouze zapsány a determinovány buď do rodu (např. *Batrachium* sp.) nebo jako komplex (*Eleocharis palustris* agg.). Stejně tak byly určeny nekvetoucí rostliny. Dokladové herbářové položky jsou uloženy v herbářích Středočeského muzea v Roztokách u Prahy (ROZ), Botanického ústavu AV ČR v Průhonicích (PRA), botanického oddělení Národního muzea v Praze (PR) a Katedry botaniky Přírodovědecké fakulty UK v Praze (PRC). Revize kritických rodů prováděli: Z. Kaplan (*Potamogeton*, *Batrachium*, *Ceratophyllum*), J. Prančl (*Callitriche*, *Batrachium*), J. Hadinec (*Carex*), J. Štěpánek (*Sisymbrium*), † Š. Husák a T. Hauer (*Chara*). Stupeň ohrožení je uváděn podle práce Grulich (2012). Při třídění druhů podle příslušnosti k vyšším fytoocenologickým jednotkám jsme se řídili prací Chytrý & Tichý (2003).

Přesnost určení některých rostlin se liší v závislosti na lokalitě. Je to proto, že přesné určení (do druhu, případně i subspecie) bylo možné pouze na základě sebraných plodných rostlin (to je případ druhů rodu *Eleocharis* – *E. palustris* a *E. mamillata*). V případě, kdy rostlina nebyla plodná nebo pokud se k ní v terénu nedalo dostat a sebrat doklad, nezbyvá než taxon uvádět jako skupinu druhů (agg.).

Průkaznost rozdílů v zastoupení skupin druhů podle příslušnosti k vyšším fytoocenologickým jednotkám mezi výsypkami Pokrok – Radovesická a mezi předpolím Dolu Bílina a oběma výsypkami byla hodnocena s použitím neparametrického chí-kvadrát testu (Stat-Soft 2001).

## Výsledky

### Celková druhová diverzita

Celkový počet nalezených druhů byl na všech třech srovnávaných makrolokality téměř shodný: v předpolí Dolu Bílina bylo nalezeno celkem 93 druhů rostlin, na Radovesické výsypce 94 druhů a na výsypce Pokrok také 94 druhů, přestože tato výsypka zaujímá jen polovinu rozlohy Radovesické výsypky. Rozdílný byl však počet druhů reprezentujících hlavní typy společenstev, která se vyskytují ve vodě nádrží i v pobřežní hydroserii (obr. 1). Na výsypce Pokrok byl průkazně vyšší podíl lučních druhů ve srovnání s Radovesickou výsypkou ( $p = 0,0144$ ); rozdíly v zastoupení ostatních skupin druhů nebyly průkazné. I když celkový počet druhů na obou výsypkách byl stejný, lišily se druhovým složením (viz obr. 4a, b, 5a, b), což se projevilo ve zvýšení celkového počtu druhů (134 druhů) při srovnání druhové diverzity obou výsypek dohromady ve srovnání s předpolím. Zatímco v předpolí dolu bylo mírně zvýšené zastoupení druhů rákosin a vyšší počet byl zejména vodních makrofyt, obě výsypky se vyznačovaly průkazně vyšším počtem ruderalních a pleveňových druhů ( $p = 0,028$ ), menším počtem vodních druhů a o něco menším počtem druhů rákosin (rozdíly neprůkazné).

### Sukcese na nerekulturních lokalitách

Na obou výsypkách je vegetace nádrží nejbližší přirozenému stavu pobřežních porostů tam, kde rekultivace proběhly nejdříve, tj. na Radovesické výsypce po okrajích od severozápadu k jihovýchodu a pak na východním okraji (rybníky u Štěpánova a Kostomlat pod Milešovkou), na výsypce Pokrok při východním okraji navazujícím na Duchcov. Nejpozději byly upravené nádrže i okolní terén ve středu výsypek. Poslední nerekulturní lokality, ponechané spontánní sukcesi, jsou uprostřed (Radovesická výsypka) a na západ od středu (výsypka Pokrok). Tyto „sukcesní“ plochy se liší utvářením terénu i zavodněním: na Radovesické výsypce se utvářely různě hluboké tůně s příkrými svahy, ploché tůně s členitými břehy i jednotlivé obloukovitě zahnuté zaplavené příkopy (celkem 12 lokalit), na výsypce Pokrok zbyla pouze jedna dosud nerekulturní lokalita s celým povrchem pokrytým obloukovitými rýhami, v nichž se usazuje srážková voda. Podle toho se lišilo i jejich zarůstání (obr. 2). Na Radovesické výsypce byly zastoupeny nejvíce druhy rákosin a vodní makrofyty, mnohem méně luční a ruderalní druhy; na výsypce Pokrok se v zaplavených proláklínách vyskytovaly zejména ruderalní a pleveňové druhy, pak druhy luční a méně druhů rákosin a obnažených den; nebyly zde (vzhledem k mělké vodě a dočasnému vysychání) žádné druhy vodní.

## Frekvence výskytu jednotlivých druhů

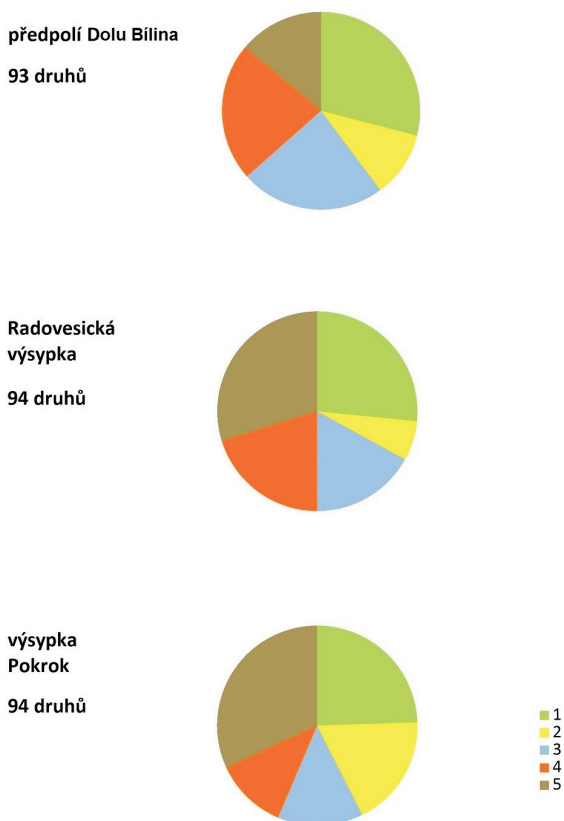
O něco víc než pouhá prezence druhů nám může říct jejich frekvence výskytu (obr. 3, 4, 5): Obecně drží primát v četnosti výskytu druhy společenstev rákosin a také některé druhy mokřadní a vodní. V předpolí Dolu Bílina se z celkem 30 lokalit alespoň na polovinu z nich vyskytovaly druhy *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Juncus effusus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Lemna minor* a *Ranunculus sceleratus* (obr. 3a). Na Radovesické výsypce se nejčastěji vyskytoval *Phragmites australis* (chyběl pouze na dvou lokalitách), a alespoň na polovinu z celkového počtu 45 lokalit se vyskytoval druh *Typha latifolia* a některé další druhy rákosin, obnažených dnů a z vodních druhů rdesty (obr. 4a). Na výsypce Pokrok byly z celkem 14 lokalit aspoň na 7 z nich kromě druhů třídy rákosin ještě druhy rostoucí na obnažených dnech a také druhy časté na antropicky ovlivněných stanovištích (*Calamagrostis epigejos*, *Agrostis stolonifera*, *Rumex crispus*) (obr. 5a). Mezi předpolím dolu a výsypkami není výrazný rozdíl ve výskytu hlavních dominant mokřadních porostů – většinou převládají orobince a rákos; rozdíly v zastoupení hlavních skupin druhů reprezentujících rostlinná společenstva (viz obr. 1) tedy závisí více na počtu těch druhů, které se vyskytují méně často.

Tyto řídky se vyskytující druhy byly početné. Řada z nich se nacházela jen na jedné lokalitě v rámci předpolí nebo výsypek, nezávisle na celkovém počtu prozkoumaných lokalit (obr. 3b, 4b, 5b): v předpolí Dolu Bílina bylo těchto druhů 32, na Radovesické výsypce také 32, na výsypce Pokrok (kde bylo pouze 14 lokalit) jich bylo 41. Patří sem jak druhy ruderalní a plevelné, které se uchytily zejména na výsypkách na nově vzniklém otevřeném půdním povrchu po rekultivaci i na pásu obnažené půdy kolem nádrží, tak i druhy luční, které mohly být zaneseny z okolí nebo byly vysévány při rekultivacích, i některé druhy vodní a mokřadní. Některé druhy se našly jen jednou v rámci celého studovaného prostoru; v tom byla každá z makrolokalit specifická:

V předpolí Dolu Bílina se našly osamocené lokality některých druhů patřících do společenstev rákosin a ostřic (např.: *Carex riparia*, *C. nigra*, *Lysimachia vulgaris*), ačkoliv v přirozených společenstvech se tyto druhy vyskytují běžně. To platí i o některých druzích, osidlujících obnažená dna (např. *Juncus bulbosus*, *Spergularia rubra*) nebo o druzích křovinatých mokřadů a ruderalních stanovišť (*Humulus lupulus*, *Calystegia sepium*). Nebyly tu žádné jednoleté ruderalní druhy. Z druhů vzácnějších v rámci celého areálu sem patří *Juncus acutiflorus* nebo *Stellaria palustris*.

Na Radovesické výsypce se našla jediná lokalita některých druhů, které rostou běžně na obnažených dnech, a druhů ruderalních a plevelných (*Carex bohemica*, *Eleocharis ovata*, *Chenopodium rubrum*, *Ch. polyspermum*, *Conyza canadensis*, *Plantago major* aj.) a ostřice *Carex paniculata*. Ze vzácnějších druhů *Centaurium pulchellum* a z adventivních méně častých druhů *Lemna turionifera*.

Výsypka Pokrok jako celek je specifická častějším výskytem lučních druhů, a to se projevilo i ve spektru ojedinelých druhů, které pronikly z okolí až na břehy tůní (*Dactylis glomerata*, *Holcus mollis*, *Achillea millefolium*, *Phleum pratense*); kromě toho se na břeh-



Obr. 1. – Podíly druhů, příslušejících k různým typům vegetace na celkové druhové diverzitě v předpolí Dolu Bílina a na obou výsypkách. Legenda: 1 – druhy rákosin a vysokých ostřic (*Phragmiti-Magnocaricetea*), 2 – druhy luční (*Molinio-Arrhenatheretea*, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*), 3 – druhy vodní (*Potametea*, *Utricularietea*, *Charetea fragilis*, *Lemnetea*), 4 – druhy obnažených dnů (*Isoëto-Nanojuncetea*, *Isoëto-Littorelletea*, *Bidentetea tripartitae*), 5 – druhy plevelné a ruderální (*Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, *Galio-Urticetea*, *Agropyretea repentis*, *Plantaginea majoris*, *Secalietea*).

Fig. 1. – Proportions of species groups, representing various vegetation types out of total species numbers of three studied sites: foreland of Důl Bílina mine and two spoil heaps. Legend: 1 – reed-bed and tall sedge species (*Phragmiti-Magnocaricetea*), 2 – grassland and meadow species (*Molinio-Arrhenatheretea*, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*), 3 – aquatic species (*Potametea*, *Utricularietea*, *Charetea fragilis*, *Lemnetea*), 4 – species growing on denuded bottoms and shores (*Isoëto-Nanojuncetea*, *Isoëto-Littorelletea*, *Bidentetea tripartitae*), 5 – weedy and ruderal species (*Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, *Galio-Urticetea*, *Agropyretea repentis*, *Plantaginea majoris*, *Secalietea*).

zích nádrží vyskytly (víceméně náhodně) některé ruderalní druhy (např. *Lycopsis arvensis*, *Consolida orientalis*). Specifický je pro tuto výsypku výskyt dvou druhů kamyšníků (*Bolboschoenus yagara* a *B. planiculmis*).

### V ý s k y t v z á c n ý c h a o h r o ž e n ý c h d r u h ů

Na uvedených lokalitách byl zaznamenán výskyt následujících vzácnějších a ohrožených druhů. Jako kriticky ohrožený druh (C1t) je hodnocena *Nymphaea alba* (Grulich 2012); na Radovesické výsypce jde však o evidentně vysazenou rostlinu (Hroudová & Rydlo v tisku), tento druh v seznamu neuvádíme.

#### **C2 – silně ohrožené druhy**

*Batrachium rionii* – 1 lokalita v předpolí Dolu Bílina; 1 lokalita na výsypce Pokrok  
*Schoenoplectus tabernaemontani* – 6 lokalit v předpolí Dolu Bílina; 4 lokality na Radovesické výsypce; 5 lokalit na výsypce Pokrok  
*Stellaria palustris* – 1 lokalita v předpolí Dolu Bílina

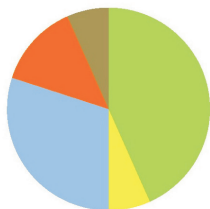
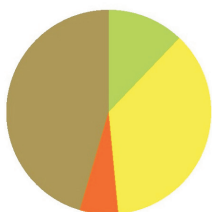
#### **C3 – ohrožené druhy**

*Bolboschoenus yagara* – 1 lokalita na výsypce Pokrok  
*Callitriche platycarpa* – 5 lokalit v předpolí Dolu Bílina;  
*Centaurium pulchellum* – 1 lokalita na Radovesické výsypce  
*Ceratophyllum submersum* – 6 lokalit v předpolí Dolu Bílina; 1 lokalita na Radovesické výsypce; 1 lokalita na výsypce Pokrok  
*Juncus acutiflorus* – 1 lokalita v předpolí Dolu Bílina  
*Lemna trisulca* – 9 lokalit v předpolí Dolu Bílina; 2 lokality na výsypce Pokrok  
*Najas marina* – 3 lokality v předpolí Dolu Bílina; 1 lokalita na výsypce Pokrok

#### **C4a – vzácnější taxony vyžadující další pozornost – méně ohrožené**

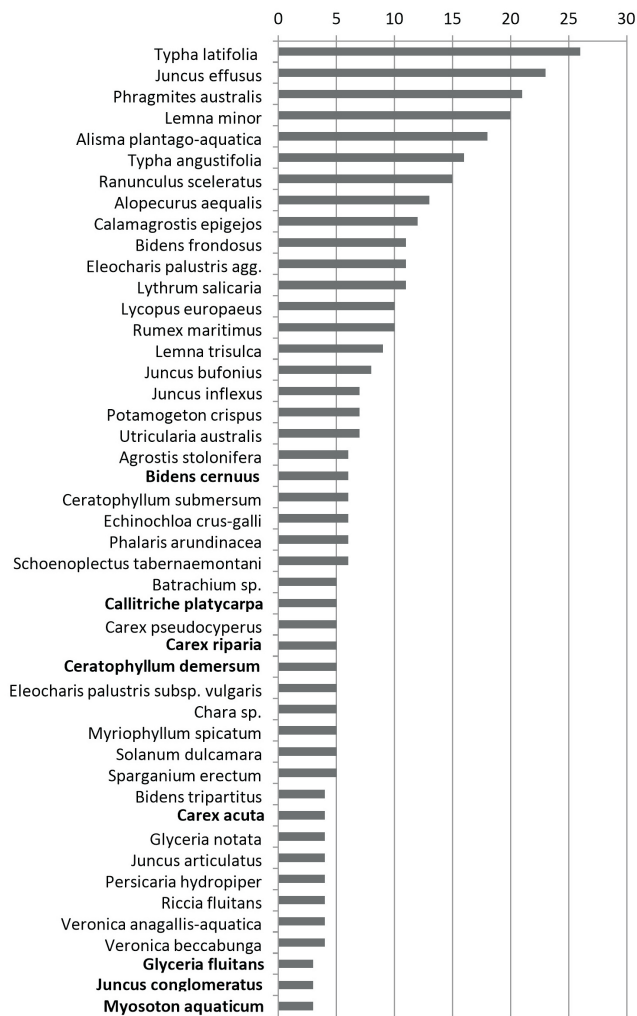
*Batrachium trichophyllum* – 3 lokality na Radovesické výsypce  
*Bolboschoenus planiculmis* – 1 lokalita na výsypce Pokrok  
*Carex bohémica* – 1 lokalita na Radovesické výsypce  
*Carex otrubae* – 2 lokality v předpolí Dolu Bílina  
*Carex pseudocyperus* – 5 lokalit v předpolí Dolu Bílina; 1 lokalita na Radovesické výsypce; 1 lokalita na výsypce Pokrok  
*Carex riparia* – 1 lokalita v předpolí Dolu Bílina  
*Eleocharis mamillata* subsp. *mamillata* – 1 lokalita na Radovesické výsypce; 1 lokalita na výsypce Pokrok  
*Eleocharis ovata* – 1 lokalita na Radovesické výsypce  
*Limosella aquatica* – 2 lokality na Radovesické výsypce  
*Myosotis caespitosa* – 2 lokality v předpolí Dolu Bílina



**Radovesická výsypka****30 druhů****výsypka Pokrok****33 druhů**

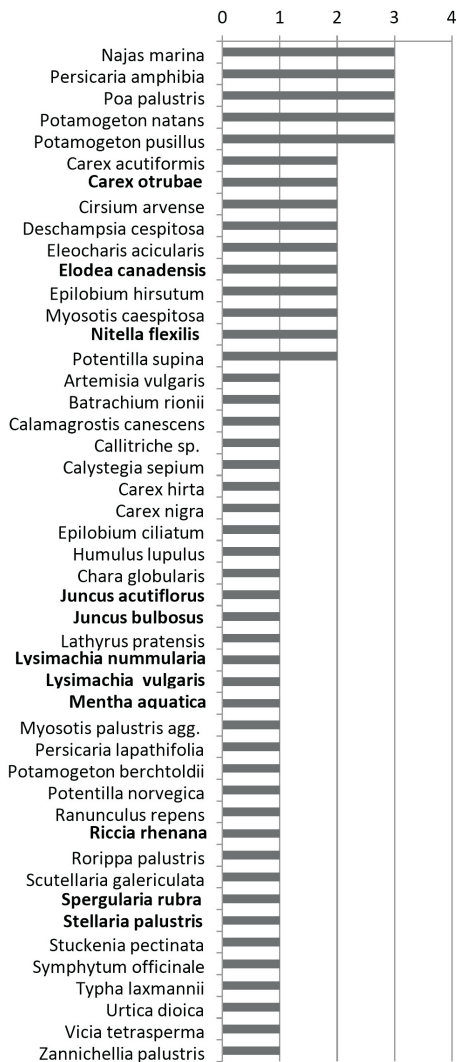
Obr. 2. – Nerekultivované lokality na Radovesické výsypce a výsypce Pokrok: podíly druhů, příslušejících k různým typům vegetace na celkové druhové diverzitě těchto lokalit a foto dokumentující charakter spontánně vzniklých porostů. Legenda (viz obr. 1): zeleně – druhy rákosin a vysokých ostřic, žlutě – druhy luční, modře – druhy vodní, oranžově – druhy obnažených den, hnědě – druhy plevelné a ruderalní.

Fig. 2. – Unreclaimed localities in Radovesická výsypka and Pokrok výsypka spoil heaps: proportions of species groups, representing various vegetation types out of total species numbers, and photos presenting spontaneous vegetations in those localities. Legend (see fig. 1): green – reed-bed and tall sedges species, yellow – grassland and meadow species, blue – aquatic species, orange – species growing on denuded bottoms and shores, brown – weedy and ruderal species.



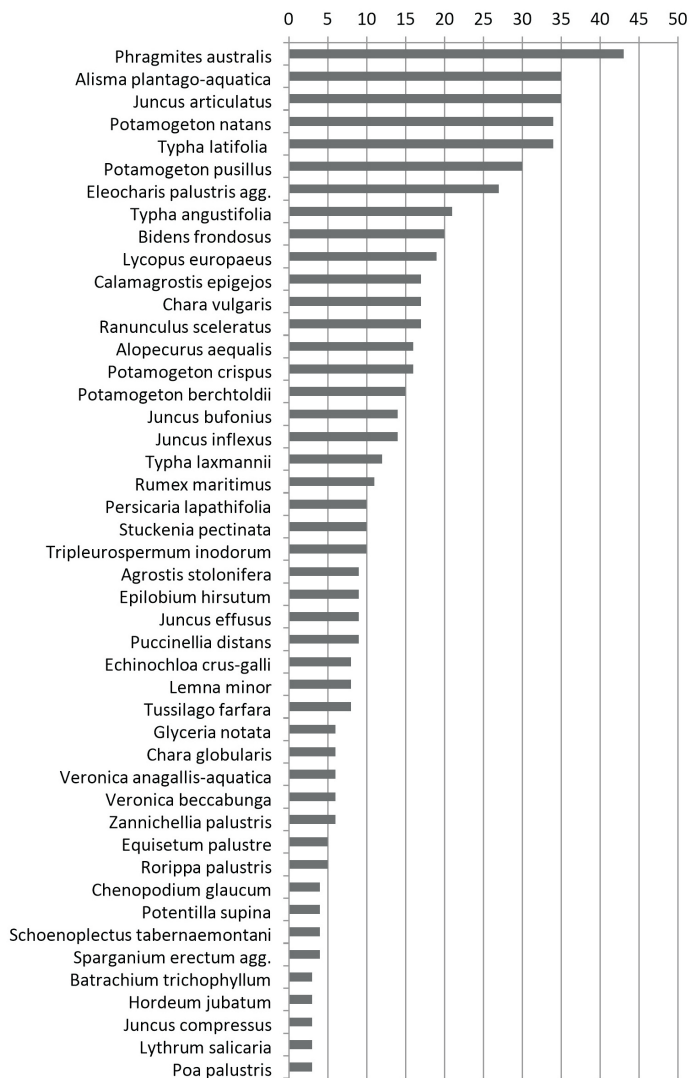
Obr. 3a. – Četnost výskytu zaznamenaných rostlinných druhů na lokalitách předpolí Dolu Bilina; osa x = počet lokalit, na nichž se daný druh vyskytl, tučně jsou jména rostlin, které se vyskytly pouze zde a ne na výsypkách.

Fig. 3a – Frequencies of plant species recorded at the localities in the foreland of Důl Bilina mine; x axis = number of localities occupied by particular species; plant names of species found only at this site and not on spoil heaps are in bold.



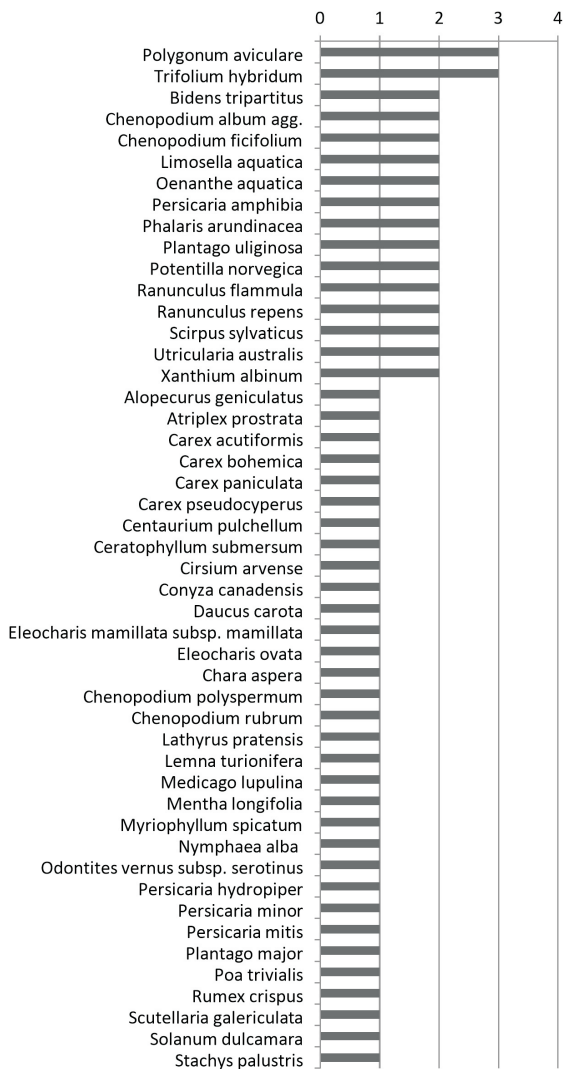
Obr. 3b. – Četnost výskytu zaznamenaných rostlinných druhů na lokalitách předpolí Dolu Bílina (pokračování obr. 3a).

Fig. 3b. – Frequencies of plant species recorded at the localities in the foreland of Důl Bílina mine (fig. 3a continued).



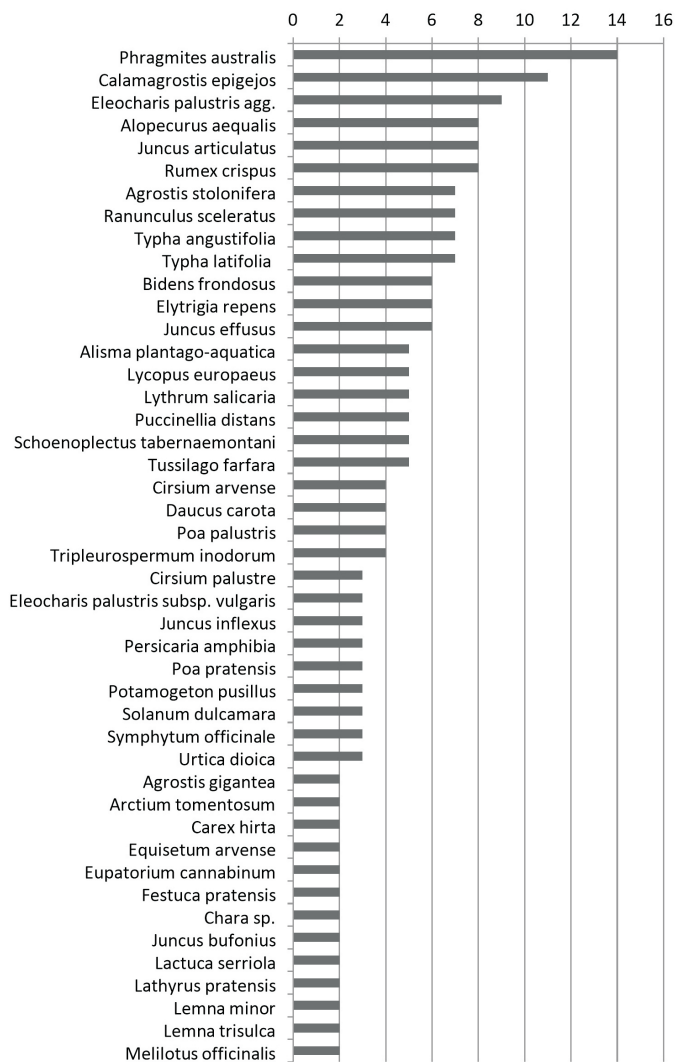
Obr. 4a. – Četnost výskytu zaznamenaných rostlinných druhů na lokalitách Radovesické výsypky; osa x = počet lokalit, na nichž se daný druh vyskytl.

Fig. 4a. – Frequencies of plant species recorded at the localities on Radovesická výsypka spoil heap; x axis = number of localities occupied by particular species.



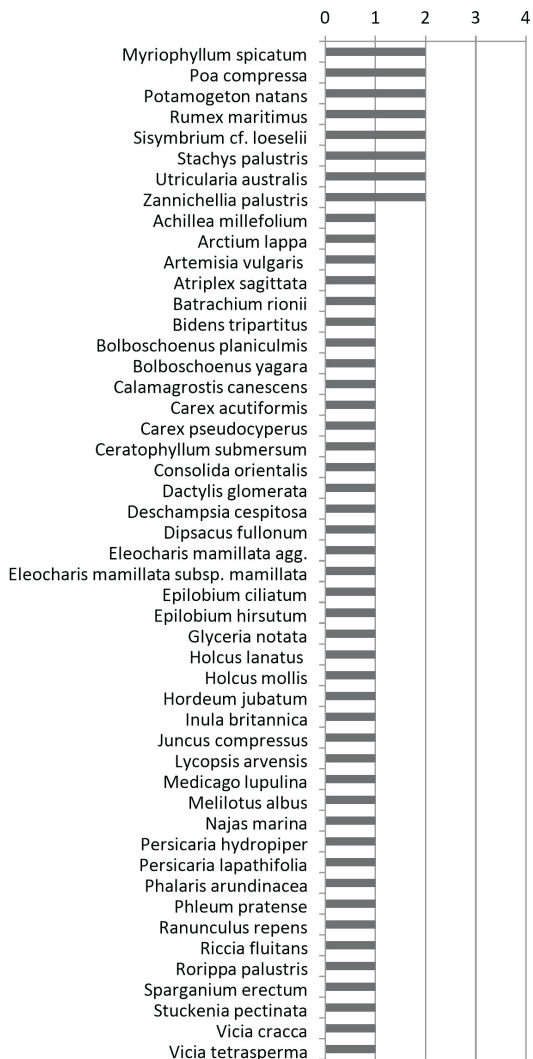
Obr. 4b. – Četnost výskytu zaznamenaných rostlinných druhů na lokalitách Radovesické výsypky (pokračování obr. 4a).

Fig. 4b. – Frequencies of plant species recorded at the localities on Radovesická výsypka spoil heap (fig. 4a continued).



Obr. 5a. – Četnost výskytu zaznamenaných rostlinných druhů na lokalitách výsypky Pokrok; osa x = počet lokalit, na nichž se daný druh vyskytl.

Fig. 5a. – Frequencies of plant species recorded at the localities on výsypka Pokrok spoil heap; x axis = number of localities occupied by particular species.



Obr. 5b. – Četnost výskytu zaznamenaných rostlinných druhů na lokalitách výsypky Pokrok (pokračování obr. 5a).

Fig. 5b. – Frequency of occurrences of plant species recorded in the localities on výsypka Pokrok spoil heap (fig. 5a continued).

*Utricularia australis* – 7 lokalit v předpolí Dolu Bílina; 2 lokality na Radovesické výsypce; 2 lokality na výsypce Pokrok

## Diskuse

V čem lze očekávat rozdíl mezi mokřadní vegetací v předpolí Dolu Bílina a na výsypkách? Základní rozdíl mezi těmito stanovišti je v tom, že v předpolí dolu, ačkoliv povrch terénu byl mechanicky zcela přetvořen a srovnán těžkou technikou, mohly v půdě zůstat zachovány rozmnožovací diaspory rostlin, ať už vegetativní nebo generativní. Místa jsou zachovány zbytky zdí a základy domů, na březích poklesových propadlin jsou částečně vyvinuty pobřežní porosty vysokých ostřic, dokonce je zachována a zčásti zarostlá modře vykachlíkovaná nádrž s fontánkou, která byla uprostřed náměstí v Libkovicích ([www.zanikleobce.cz](http://www.zanikleobce.cz)). Následný vývoj vegetace tudíž lze považovat za sekundární sukcesí (viz např. Bornkamm 1981). Naproti tomu povrch výsypek byl rostlinami osídlen zcela nově, ať už spontánním náletem semen na otevřeném volném povrchu, zanesením vodním ptactvem nebo v důsledku rekultivací s navezením svrchní vrstvy ornice. Všem lokalitám bylo společné to, že byly po určitou dobu (roky až desítky let) bez lidského osídlení (ale s mechanickou disturbancí), s možností volného přístupu zvěře, zejména vodního ptactva. V této souvislosti je jistě zajímavé, že na všech třech srovnávaných makrolokalitych byl zaznamenán téměř totožný počet druhů, i když se lišily rozlohou (největší je Radovesická výsypka, která je rozlohou zhruba dvojnásobek výsypky Pokrok). To by odpovídalo zjištění, že sukcese na menších narušených plochách obklopených přirozenou vegetací postupuje rychleji než na velkých plochách (Prach & Pyšek 2001). Tyto počty ovšem nejsou absolutní vzhledem k tomu, že terénní průzkumy nemohly zahrnovat úplně všechny mokřady, které v daných místech existovaly, některé mokřady byly jen dočasné a na části lokalit jsme byli jen jednou, takže nebylo možno zachytit sezónní vývoj vegetace a meziroční změny. I tak je ale možno konstatovat, že vegetace vod a mokřadů v prostoru předpolí Dolu Bílina a obou výsypek byla přibližně stejně druhově bohatá. Liší se však v podílu druhů, zastupujících různé skupiny společenstev (obr. 1), což může souviset jak s úpravami povrchu terénu a rekultivacemi, tak s možností přežívání semen původních druhů i s časovým úsekem, po který se vegetace vyvíjela, a možností šíření diaspor rostlin. Existuje skupina druhů, které byly nalezeny jen v předpolí Dolu Bílina, ale už ne na výsypkách (obr. 3a,b). Ty mohly pocházet z původní vegetace před likvidací Libkovic a přežít mechanické úpravy terénu ať už v semenech nebo vegetativně. Na výsypkách je nápadná zejména absence společenstev vysokých ostřic – výskyt těchto ostřic byl velmi ojedinělý. Na rozdíl od výsypek se v předpolí vyskytlo více druhů ostřic (*Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. riparia*, *C. otrubae*, *C. pseudocyperus*), většinou však jako jedinci nebo trsy řídké roztroušené podél břehu nádrže. Poněkud častější byla *C. pseudocyperus*, pravděpodobně díky své dobré schopnosti semenného rozmnožování. I když původní vegetační kryt byl mechanicky zničen, podařilo se těmto druhům regenerovat u dvou nádrží (poklesová propadlina u Mariánských Radčic a malá čtvercová nádrž, obklopená travnatým porostem)



tak, že byl vytvořen aspoň částečně úzký ostřicový lem na březích. Dvě z těchto ostřic (*Carex acutiformis*, *C. pseudocyperus*) se ojediněle vyskytly i na výsypce Pokrok.

Centra druhové diverzity byla na obou výsypkách hlavně v tůních. Na výsypce Pokrok nezůstaly žádné větší tůně v nerektivovaném prostoru, jen mokřiny v obloukovitých příkopech, a zarůstání jejich svahů bylo odlišné – zachytili jsme stav po pěti letech zarůstání (2010–2015), tj. sukcesní stádium s dominantním *Tussilago farfara* i různými druhy trav (obr. 2). To se pak projevilo i ve zvýšeném podílu lučních druhů v celkových podílech druhů na výsypce. Na Radovesické výsypce se vegetace vytvářela delší dobu – v r. 2012 jsme zachytili pokročilejší sukcesní stádium (viz Prach 2011), zarůstání mohlo trvat ca. od r. 2000–2003, možná i déle. Podél břehů se vytvořil většinou úzký pás rákosu a na něj navazující souvislý a hustý porost třtiny *Calamagrostis epigejos*, která zarůstala okolní svahy i ploché břehy. Místy dosahovala *C. epigejos* až k hladině. Prostor zabraný těmito dvěma konkurenčně silnými druhy už nebyl přístupný pro vyklíčení semen ostatních druhů a další sukcesní vývoj tím byl značně zpomalen. *Calamagrostis epigejos* je expanzivní druh, zarůstající rychle místa narušená lidskou činností, a spolu s *Phragmites australis* se nejčastěji vyskytují jako dominanty v pozdních sukcesních stádiích (Prach & Pyšek 2001). Vyšší pokryvnost *Calamagrostis epigejos* a *Tussilago farfara* na sukcesních plochách na Mostecku zaznamenala také Málková (2011). V nerektivovaném prostoru na Radovesické výsypce jsou velké tůně i příkopovité prohlubně kopírující činnost zakladáče, všechny se spontánně se vyvíjející vegetací. V rektivovaném prostoru se nachází většina vodních ploch, jejichž vegetace odpovídá různým sukcesním stádiím; většinou představují druhově početné porosty blížící se přirozeným společenstvům. Je pravděpodobné, že se zde projevuje příznivý vliv pozvolného sklonu břehů u většiny tůní v upraveném terénu. I když druhově se mokřadní vegetace od jednotlivých sukcesních stadií v terestrických porostech liší (viz Wolf 1985, Prach 1987), můžeme najít některé společné rysy: 1. Převaha jednoletých až dvouletých druhů v prvních letech osidlování volné plochy (obdobu vzniku společenstev obnažených den). 2. Postupný přechod k vytrvalým druhům (v mokřadech druhy r. *Juncus*, *Typha*, *Phragmites*) v pobřežních porostech. Charakter porostů v sukcesní řadě i rychlost jejich vývoje se může lišit v jednotlivých regionech i lokalitách v závislosti na stanovištních podmínkách. Tak např. srovnáme-li vývoj vegetace na námi uvedených výsypkách se sukcesními stadii mokřadní vegetace na výsypkách v Lužici (Pietsch 1996), najdeme některé shodné rysy (zarůstání rákosem a orobincí *Typha latifolia* a *T. angustifolia* v časných stádiích sukcese), u nás však nepřevládá *Juncus bulbosus* v iniciálním stadiu zarůstání, místo *Schoenoplectus lacustris* je zde *S. tabernaemontani*, a další vývoj směřuje k druhově bohatší mezotrofní vegetaci. To je zřejmě dáno charakterem substrátu a jeho chemickými vlastnostmi (na výsypkách v Lužici byly extrémní podmínky – velmi nízké pH, vysoký obsah síry a železa).

U obou výsypek je v nerektivovaném prostoru nižší počet druhů než v rektivovaných tůních a mokřadech (30 a 33 z celkového počtu 94 druhů); zároveň je však vidět, jak velký je rozdíl v charakteru těchto mokřadů mezi oběma výsypkami (na výsypce Pokrok jen jedna lokalita) (obr. 2). Ze srovnání vegetace nerektivovaných a rektivovaných

vodních ploch na obou výsypkách by se tak daly velmi obtížně dělat obecně platné závěry. Na Radovesické výsypce vycházejí z předběžného srovnání lépe rekultivované plochy (Hroudová & Rydlo, v tisku), pro statisticky průkazné závěry by však bylo potřeba porovnání s mokřadní vegetací i na dalších výsypkách. Je pravděpodobné, že v sukcesním procesu na mokřadních stanovištích se projevuje unifikující vliv vodního prostředí, které mírní klimatické extrémy.

Při srovnání výskytu druhů mokřadních rostlin s ostatními lokalitami na Mostecku a Bílinsku narážíme na skutečnost, že z výsypek jsou většinou uváděny terestrické druhy. Tak např. Řehoř et al. (2017) uvádí z nerekulitovaného prostoru Radovesické výsypky z mokřadních druhů pouze *Phragmites australis*; Málková (2011) porovnává druhové složení vegetace na plochách lesnických a zemědělských rekultivací s plochami ponechanými spontánní sukcesí, bohužel bez mokřadů – druhy luční a mokřadní zahrnují opět pouze *Phragmites australis*. Je to pochopitelné – rákos je schopen osídlit i jen trochu vlhčí prohlubně a stává se tak součástí travnatých porostů. Výsledky této práce se shodují s našimi ve vysokém počtu ruderálních druhů na všech plochách výsypek i ve vyšší pokryvnosti rákosu a třtiny (*Calamagrostis epigejos*) (Málková l. c.). Rákos je nejrozšířenější dominantou na mokřadních lokalitách na obou námi studovaných výsypkách (obr. 4a, 5a). K tomu přispívá jeho schopnost šíření na vzdálená stanoviště (Fér & Hroudová 2009) i další vlastnosti, kterými se blíží pojetí „ideální dominanty“ (Prach & Pyšek 1999). Spolu s rákosem se často vyskytují i orobince – *Typha latifolia* a *T. angustifolia*. Podobně jako tyto druhy se rozmnožuje i adventivní, nově se šířící druh *Typha laxmannii*, který osídluje podobná stanoviště jako druhé dva orobince; má však zřejmě nevýhodu v menší konkurenční schopnosti vzhledem k menší velikosti.

Některé námi zjištěné druhy byly uváděny od jezera Most (Filipová et al. 2014): *Bolboschoenus planiculmis* (= *B. koshewnikowii*), *Carex bohemica*, *C. otrubae*, *C. pseudocyperus*, *Centaurium pulchellum*, *Eleocharis mamillata* subsp. *mamillata*, *Typha laxmannii*, *Utricularia australis*, a z okolí jezera Milada u Chabařovic (Kubát & Machová 2014): *Carex otrubae*, *C. pseudocyperus*, *Ceratophyllum demersum*, *Consolida orientalis*, *Eleocharis mamillata* subsp. *mamillata*, *Hordeum jubatum*, *Juncus inflexus*, *Myriophyllum spicatum*, *Persicaria amphibia*, *Plantago uliginosa*, *Potamogeton pusillus*, *Puccinellia distans*, *Rumex maritimus*, *Typha laxmannii*, *Xanthium albinum* a *Utricularia australis*. Jedná se převážně o druhy vodní a druhy obnažených den. Na Radovesické výsypce můžeme potvrdit výskyt některých vodních druhů, které tam zmiňuje Zelený (2006): *Eleocharis mamillata*, *Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus* (= *Stuckenia pectinata*) a *Chara globularis*.

Srovnáme-li vegetaci výsypek Pokrok a Radovesická s vodní a mokřadní vegetací jižního okraje Velké podkrušňohorské výsypky na Sokolovsku (Krása 2012), je vidět velký rozdíl v přítomnosti ostřicových společenstev s *Carex rostrata* a *C. nigra* i některých dalších společenstev (např. porosty *Hippuris vulgaris*, *Scirpus sylvaticus*, společenstva s *Glyceria maxima* nebo navazující lesní společenstva s vyvinutým keřovým a stromovým

patrem), uváděných z Velké podkrušnohorské výsypky. Naopak v hojném výskytu parožnatek (svaz *Charion globularis*) a dominantních porostech *Phragmites australis* se všechny výsypky shodují. Rozdíly mohou souviset s dobou trvání probíhajícího sukcesního procesu (Krása l.c. uvádí téměř 20 let), blízkostí sousedních přirozených porostů, které slouží jako zdroj diaspor, i odlišnými vlastnostmi podložního substrátu a vody, prosakující z Velké podkrušnohorské výsypky a vyvěrající na jejím jižním obvodu. Specifikem této výsypky byly výsadby, které zde byly prováděny ve snaze zvýšit druhovou diverzitu a vytvořit potenciální halofilní společenstva; vznikly tak neobvyklé druhové kombinace (např. porosty *Bolboschoenus maritimus* s. l. a *Carex rostrata* v jedné nádrži) (Krása l. c.).

Ve výskytu vzácnějších a ohrožených druhů není výrazný rozdíl mezi předpolím Dolu Bílina a výsypkami. Výskyt některých z nich je ovlivněn také tím, že v této oblasti k nám zasahuje jejich areál rozšíření, např. *Callitriche platycarpa* nebo *Batrachium rionii* (Kaplan 2002, Prančl 2013); zdá se, že v mokřadech a tůních výsypek mohou najít vyhovující stanoviště. Zajímavý je výskyt *Ceratophyllum submersum*. Druh nezůstal omezen na prostor v předpolí a objevil se i na obou výsypkách, takže lze předpokládat, že jeho populace zde zůstanou zachovány. Překvapivý je výskyt vzrostlého a bohatě plodného porostu *Bolboschoenus yagara* na výsypce Pokrok; tento druh je typický pro litorál rybníků v jihočeských pánvích na kyselých nebo neutrálních substrátech, vyskytuje se roztroušeně i v jiných rybníčních oblastech, ale tento nález je první v Podkrušnohoří (Kaplan et al. 2015). O tom, zda se sem dostal s ptačtvem endozoochorně nebo s navážkou zeminy při rekultivaci, můžeme jen spekulovat. Zajímavý je též rozdíl ve frekvenci výskytu mezi dvěma častými druhy sítin: *Juncus effusus* byl jeden z nejčastějších druhů v předpolí Dolu Bílina (obr. 3a), zatímco na výsypkách jej předčil *J. articulatus* (obr. 4a, 5a). Je pravděpodobné, že se zde uplatňují rozdílné životní strategie obou druhů při osídlování dostupných nik: U *Juncus effusus* kromě semenného rozmnožování zřejmě hraje důležitou úlohu i mohutný vzrůst a tím i konkurenční efekt při trvalém osídlení stanoviště, zatímco *J. articulatus* díky intenzivnímu semennému rozmnožování a rychlému ontogenetickému vývoji může efektivně osídlovat volný povrch půdy na obnažených březích a ve vysychajících tůních (výhoda v raných stádiích sukcese). Přibližně stejná celková početnost druhů v prostoru výsypek a v prostoru připraveném k vytěžení svědčí o schopnosti mokřadních druhů osídlovat nová stanoviště, a zároveň je dokladem uniformity vodního prostředí, která toto šíření umožňuje.

## Poděkování

Za pomoc při práci v terénu děkujeme J. Cibulkovi, L. Cibulkové a V. Vrabčovi, za revizi herbářových položek Z. Kaplanovi, J. Prančlovi, J. Hadincovi, J. Kirschnerovi, K. Kubátovi, J. Štěpánkovi, L. Němcové a T. Hauerovi. Za pročetí rukopisu a doplnění některých údajů děkujeme T. Hamerníkovi a za důkladnou revizi a podnětné připomínky k rukopisu K. Prachovi a druhému anonymnímu recenzentovi. Práci podpoři-

ly Severočeské doly a.s., Chomutov, prostřednictvím CSConsult CZ s.r.o., Praha, a Botanický ústav AV ČR, Průhonice (projekt č. RVO 67985939).

## Literatura

- Bornkamm R. (1981): Rates of change in vegetation during secondary succession. – *Vegetatio* 47: 213–220.
- Bradshaw A. (1997): Restoration of mined land – using natural processes. – *Ecol. Eng.* 8: 255–269.
- Caisová L. & Gabka M. (2009): Charophytes (Characeae, Charophyta) in the Czech Republic: taxonomy, autecology and distribution. – *Fotia* 9: 1–44.
- Danihelka J., Chrtek J. Jr. & Kaplan Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. – *Preslia* 84: 647–811.
- Fér T. & Hroudová Z. (2009): Genetic diversity and dispersal of *Phragmites australis* in a small river system. – *Aquat. Bot.* 90: 165–171.
- Filipová L., Kubát K. & Machová I. (2014): Vzácné a ohrožené druhy rostlin na výsypkách a hydrologicky rekultivovaných plochách v okolí Mostu. – *Severočes. Přír.* 46: 83–89.
- Grušič V. (2012): Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. – *Preslia* 84: 631–646.
- Hodačová D. & Prach K. (2003): Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. – *Restor. Ecol.* 11: 1–7.
- Hroudová Z. (2013): Výsledky cíleného botanického průzkumu aktuálně existujících vodních ploch na území výsypky Pokrok Dolů Bílina z hlediska výskytu vodních rostlin (červen – říjen 2013). – In: Cibulka J. [ed.], Plnění biologických podmínek EIA a POPD 2010–2030 Dolů Bílina za r. 2013, p. 43–75, Ms. [Závěrečná zpráva; depon. in: Severočeské doly a.s., Chomutov]
- Hroudová Z. (2014): Výsledky cíleného botanického průzkumu aktuálně existujících vodních ploch na území předpolí Dolů Bílina z hlediska výskytu růžkatce bradavčitého (květen – září 2014). – In: Cibulka J. [ed.], Plnění biologických podmínek EIA a POPD 2010–2030 Dolů Bílina za r. 2014, p. 60–78, Ms. [Závěrečná zpráva; depon. in: Severočeské doly a.s., Chomutov]
- Hroudová Z. (2015): Výsledky cíleného botanického průzkumu (vodní a mokřadní vegetace) aktuálně existujících vodních ploch na území výsypky Pokrok a části předpolí Dolů Bílina (za rok 2015). – In: Cibulka J. [ed.], Plnění biologických podmínek EIA a POPD 2010–2030 Dolů Bílina za r. 2015, p. 59–93, Ms. [Závěrečná zpráva; depon. in: Severočeské doly a.s., Chomutov]
- Hroudová Z. & Rydlo Jar. (2011): Výsledky cíleného botanického průzkumu aktuálně existujících vodních ploch na území předpolí Dolů Bílina z hlediska výskytu vodních rostlin (září – listopad 2011). – Ms., 42 p. [Závěrečná zpráva; depon. in: Severočeské doly a.s., Chomutov]
- Hroudová Z. & Rydlo Jar. (2012): Výsledky cíleného botanického průzkumu aktuálně existujících vodních ploch na území Radovesické výsypky Dolů Bílina z hlediska výskytu vodních rostlin (červen – říjen 2012). – In: Cibulka J. [ed.], Odborná zpráva o realizaci průběžného biologického monitoringu na území Dolů Bílina, včetně předpolí v sezóně 2012, p. 135–233, Ms. [Závěrečná zpráva; depon. in: Severočeské doly a.s., Chomutov]
- Hroudová Z. & Rydlo Jar.: Flora a vegetace vod a mokřadů Radovesické výsypky (severozápadní Čechy). – *Sborn. Oblast. Muz. Most* (v tisku).
- Chytrý M. & Tichý L. (2003): Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. – *Folia Fac. Sci. Natur. Univ. Masaryk. Brun., Biologia*, 8–231.
- Kaplan Z. (2002): *Batrachium* (DC.) S. F. Gray – lakušník. – In: Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. Jun., Kaplan Z., Kirschner J. & Štěpánek J. [eds], Klíč ke květeně České republiky, p. 121–124, Academia, Praha.

- Kaplan Z., Danihelka J., Štěpánková J., Bureš P., Zázvorka J., Hroudová Z., Ducháček M., Grulich V., Řepka R., Dančák M., Prančl J., Šumberová K., Wild J. & Trávníček B. (2015): Distributions of vascular plants in the Czech Republic. Part 1. – *Preslia* 87: 417–500.
- Kirmer A. & Mahn E.-G. (2001): Spontaneous and initiated succession on unvegetated slopes in the abandoned lignite-mining area of Goitsche, Germany. – *Appl. Veg. Sci.* 4: 19–27.
- Krása P. (2012): Vegetace mokřadů jižního obvodu Velké podkrušnohorské výsypky. – *Sborn. Muz. Karlovar. Kraje* 20: 195–230.
- Kubát K. & Machová I. (2014): Floristické poměry vodní nádrže Milada u Chabařovic. – *Severočes. Přír.* 45: 63–68.
- Mahn E.-G. (1996): Einfluß spontaner und gelenkter Sukzessionsprozesse in Braunkohlentagebaulandschaften auf die Entwicklung einer ressourcenangepaßten Vegetationsstruktur. – *Hercynia*, ser. n., 30: 5–12.
- Málková L. (2011): Porovnání diverzity spontánně zarostlých a technicky rekultivovaných výsypek na Mostecku. – Ms. [Dipl. práce; depon. in: PFF JČU v Českých Budějovicích, České Budějovice]
- Pietsch W. H. O. (1996): Recolonization and development of vegetation on mine spoils following brown coal mining in Lusatia. – *Water Air Soil Poll.* 91(1–2): 1–15.
- Prach K. (1987): Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. – *Folia Geobot. Phytotax.* 22: 339–354.
- Prach K. [ed.] (2011): Spoil heaps. – In: Řehouňková K., Řehounek K. & Prach K. [eds], *Near-natural restoration vs. technical reclamation of mining sites in the Czech Republic*, p. 17–33, University of South Bohemia in České Budějovice, České Budějovice.
- Prach K. & Pyšek P. (1999): How do species dominating in succession differ from others? – *J. Veg. Sci.* 10: 383–392.
- Prach K. & Pyšek P. (2001): Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. – *Ecol. Eng.* 17: 55–62.
- Prach K., Bartha S., Joyce C. B., Pyšek P., van Diggelen R. & Wiegleb G. (2001): The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. – *Appl. Veg. Sci.* 4: 111–114.
- Prach K., Frouz J., Karešová P., Konvalinková P., Koutecká V., Mudrák O., Novák J., Řehounek J., Řehouňková K., Tichý L., Trnková R. & Tropek R. (2009): Ekologie obnovy narušených míst II. Místa narušená těžbou surovin. – *Živa* 2009/2: 68–72.
- Prach K., Lencová K., Řehouňková K., Dvořáková H., Jírová A., Konvalinková P., Mudrák O., Novák J. & Trnková R. (2013): Spontaneous vegetation succession at different central European mining sites: a comparison across seres. – *Environ. Sci. Poll. Res.* 20: 7680–7685.
- Prančl J. (2013): Rod *Callitriche* (hvězdoš) v České republice. II. *C. cophocarpa*, *C. stagnalis*, *C. platycarpa*, *C. ×vigens*. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 48: 179–262.
- Rydlo Jar. & Hroudová Z. (2011): Příspěvek k poznání současné vegetace vodních makrofyt v okolí bývalých Libkovic. – *Muz. a Současn.*, ser. natur., 26: 59–70.
- Řehoř M., Žižka L., Novák V. & Schmidt P. (2017): Příspěvek k diskusi o zakládání ploch ponechaných přirozené sukcesi v podmínkách mostecké pánve. – *Zprav. Hnědé uhlí, Most*, 2/2017: 15–24.
- Schulz F. & Wiegleb G. (2000): Development options of natural habitats in a post-mining landscape. – *Land Degrad. Develop.* 11: 99–110.
- Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S. & Slavík B. [ed.], *Květena České socialistické republiky 1*: 103–121, Academia, Praha.
- Solský M., Doležalová J., Vojar J., Moudrý V. & Smolová D. (2011): Výskyt vodních biotopů na výsypkách Severočeské hnědouhelné pánve. *Soubor map*. – ČZU Praha, Fakulta životního prostředí, 7 pp.
- StatSoft (2001): STATISTICA. System reference. – StatSoft Inc., Tulsa.
- Thorslund J., Jarsjö J., Jaramillo F., Jawitz J. W., Manzoni S., Basu N. B., Chalov S. R., Cohen M. J., Creed I. F., Goldenberg R., Hylin A., Kalantari Z., Koussis A. D., Lyon S. W., Mazi K., Mård J., Persson K.,

- Pietroń J., Prieto C., Quin A., Van Meter K. & Destouni G. (2017): Wetlands as large-scale nature-based solutions: Status and challenges for research, engineering and management. – *Ecol. Eng.* 108: 489–497.
- Vojar J., Doležalová J. & Solský M. (2012): Hnědouhelné výsypky – nová příležitost (nejen) pro obojživelníky. – *Ochr. Přír.* 2012/3: 8–11.
- Wolf G. [ed.] (1985): Primäre Sukzession auf kiesig-sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. – *Schr.-Reihe Vegetationsk. Bonn-Bad Godesberg* 16: 1–203.
- Zelený V. (2006): Botanické poznámky k současnému stavu Radovesické výsypky. – *Severočes. Přír.* 38: 95–97.