

ČASOPIS
STUDIA OECOLOGICA
Ročník VII
Číslo 1/2013

Redakční rada:

doc. Ing. Pavel Janoš, CSc. – šéfredaktor
† doc. Ing. Miroslav Farský, CSc. – výkonný redaktor
prof. RNDr. Olga Kontrišová, CSc.
doc. RNDr. Juraj Lesný, Ph.D.
Ing. Martin Neruda, Ph.D.
doc. MVDr. Pavel Novák, CSc.
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

Technický redaktor:

Mgr. Ing. Petr Novák

Recenzenti:

doc. RNDr. Ivan Bičík, CSc., PŘF Karlovy univerzity, Praha
doc. PhDr. RNDr. Martin Boltziar, Ph.D., Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava
Mgr. Jiří Čmelík, Ph.D., Výzkumný ústav anorganické chemie, a. s., Ústí nad Labem
Ing. Petr Dvořák, Most
doc. Ing. Danica Fazekašová, CSc., FHPV Prešovské univerzity, Prešov
Ing. Borek Franěk, CHKO České středohoří, Litoměřice
doc. RNDr. Jaromír Hajer, CSc., PŘF Univerzity J. E. Purkyně, Ústí nad Labem
RNDr. Petr Chváta, AOPK ČR, Ústí nad Labem
Pavel Moravec, CHKO České středohoří, Litoměřice
Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Jíloviště
Ing. Jiří Pospíšil, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Jablonec nad Nisou
Mgr. Antonín Roušar, ZŠ Ekoškola Údlice, Chomutov
RNDr. Michal Řehoř, Ph.D., Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most
Ing. Veronika Řezáčová, Ph.D., FCH Vysokého učení technického, Brno
Mgr. Martin Šlachta, Ph.D., ZF Jihočeské univerzity, České Budějovice
Ing. Josef Švec, Palivový kombinát Ústí, s.p., Ústí nad Labem
Ing. Soňa Tichá, Ph.D., LDF Mendelovy univerzity, Brno
RNDr. Slávka Tóthová, Ph.D., Národné lesnícke centrum, Zvolen

Foto obálky:

Mgr. Michal Holec, Ph.D.

Vydává: FŽP UJEP v Ústí nad Labem
Tisk: Tiskárna L. V. Print, Uherské Hradiště

Toto číslo bylo dáno do tisku v srpnu 2013
ISSN 1802-212X
MK ČR E 17061

PEDOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY VYBRANÝCH LOKALIT RADOVESICKÉ VÝSYPKY A JEJICH FYTOCENÓZY

SOIL CHARACTERISTICS OF SERVICED AREAS IN RADOVESICE DUMP AND THEIR PHYTOCOENOLOGY

Lenka ZOUBKOVÁ, Jiří ŠEFL, Iva ROUBÍKOVÁ, Zdeněk REMIAŠ

Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Králova Výšina 7, Ústí nad Labem, 400 96, Česká republika

lenka.zoubkova@ujep.cz, jiri.sefl@ujep.cz, iva.roubikova@ujep.cz, remias.zdenek@seznam.cz

Abstrakt

Předložený příspěvek porovnává fyzikální a chemické půdní vlastnosti vzhledem k fytoocenologii na tělese Radovesické výsypky (Mostecká pánev), konkrétně na ploše ponechané přirozené sukcesi, na rekultivované ploše a na těžbou nenarušeném území. Na rekultivované ploše byly naměřeny nejvyšší hodnoty v rámci chemických analýz, zatímco vlhkost půdy dosahovala průměrných hodnot (okolo 8 %). Sukcesní plocha vykazovala v obou těchto údajích nejnižší hodnoty, avšak co do druhového zastoupení vegetace byla pestřejší. Mezi nejdominantnější bylinné druhy patřila jednoznačně *Calamagrostis epigejos*, s pokryvností 5 – 45 %. Mezi dominantní druhy bylinného patra lze dále zařadit *Urtica dioica*, *Alopecurus pratensis* nebo *Astragalus glycyphyllos*. Bylo zjištěno, že přirozená sukcese je pestřejší co do druhového zastoupení flóry, ačkoliv příznivější chemické a fyzikální vlastnosti poskytuje půda upravená a obohacená v rámci technické rekultivace, případně rostlý terén.

Klíčová slova: Radovesická výsypka, rekultivace, přirozená sukcese, půdní vlhkost, iničiální rostlinná společenstva, meliorace slínem

Abstract

The submitted article compares soil physical and chemical properties with regard to phytocoenology on the Radovesice dump (Most basin). Area left to spontaneous succession, reclaimed area and undisturbed area served as the serviced ones. As far as chemical analyses are concerned, the highest values were recorded in case of reclaimed area, whereas the levels of soil moisture here were medium (about 8 %). On the other hand, area left to spontaneous succession showed the lowest values in this sense, however specific representation of vegetation was much large-scale. The predominant herb species was *Calamagrostis epigejos* with the abundance range 5 – 45 %. Other dominant herb species were *Urtica dioica*, *Alopecurus pratensis* or *Astragalus glycyphyllos*. It was found that spontaneous succession is more variable as far as the specific representation of vegetation is concerned, though favourable soil physical and chemical properties provides technical reclamation, eventually undisturbed area (unmade ground).

Key words: Radovesice dump, reclamation, spontaneous succession, soil moisture, initial plant species, marl amelioration

1 Úvod

Radovesická výsypka je vnější výsypkou lomu Bílina, nachází se v nadmořské výšce 350 m n. m. a byla nasypána v letech 1964 – 2002 (Řehoř et al., 2009). Je tvořena šedými a žlutými miocenními jíly, smíšenými s kvarténními písky. Zrnitostní struktura substrátu výsypky je velice proměnlivá, a to i na malých plochách. Šedé i žluté jíly jsou bohaté na živiny, zejména na hořčík, draslík a vápník, v nedostatku je pak fosfor. Obsah humusových látek je u jílu poměrně vysoký a pH půd je neutrální (Dimitrovský, 2000; Řehoř & Ondráček, 2010). Jíly jsou po nasypání kypré, avšak s postupem času uléhají a stávají se kompaktními. Z uvedeného vyplývá, že chemismus substrátu je příznivý pro růst rostlin, avšak pedofyzikální vlastnosti příliš příznivé nejsou.

Problematikou ecese na výsypkách se zabývali např. Pyšek et al. (1997, 2001), Hodačová & Prach (2003) a Prach et al. (2009a, 2009b, 2009c, 2010), kteří popisují primární sukcesí na těchto substrátech, kdy se v prvních pěti letech prosazují jednoleté rostliny, mezi pátým a desátým rokem víceleté rostliny, do desátého roku se uchycují dřeviny a po desátém roce je dosaženo 100 % pokryvnosti s dominantními druhy *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rupicola*, *Poa angustifolia*, *Arrhenaterum elatius*, *P. trivialis*, *Cirsium arvense*, *Populus tremula*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* aj.

Vývojem půdního chemismu v průběhu sukcese na výsypkách se zabýval Frouz et al. (2011), který porovnával vliv makroprvků zastoupených v půdě na výskyt rostlinných a živočišných druhů. Prokázal, že na zastoupení jednotlivých prvků i druhů má vliv expozice lokality, přičemž stromové a keřové patro bylo nejvíce zastoupeno na svazích se severní orientací a bylo silně závislé na množství přítomného uhlíku v půdě. Z bylinného patra dominovaly druhy *Tussilago farfara*, *Taraxacum officinale*, *Chamenerion angustifolium* a *Poa nemoralis*. Moreno-de las Heras (2009) používal fyzikální, chemické a biochemické indikátory, např. stabilitu půdních agregátů, aktivitu některých půdních enzymů aj., v časovém rozpětí 18 let. Zjistil, že půdotvorné procesy, a s nimi související velikost půdních agregátů, mají významný vliv na zastoupení vegetace. Zároveň zdůrazňuje nutnost vpravování organických látek do půdy při obnově míst postižených těžbou. Graham & Haynes (2004) využili obsahu uhlíku v půdě a v mikroorganismech a mikrobiální aktivity půdní flóry jako indikátorů úspěšnosti rekultivace po těžbě písečných dun. Rostlinnými indikátory ve vztahu k půdním charakteristikám se rovněž zabývali Zedler & Callaway (2000), kteří navrhují způsoby obnovy území narušených těžbou (např. zhodnocení potřeb ekosystému za účelem předcházení okolních nepříznivých jevů). Rostlin s úzkou ekologickou amplitudou jako indikačních druhů využívají Lopez & Fennessy (2002), kteří potvrzují závislost druhového složení vegetace na přítomnosti uhlíku, fosforu a vápníku v půdě, a Klimeš (2004), který podle indikačních druhů určuje pozdní sukcesní stádia (*Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*).

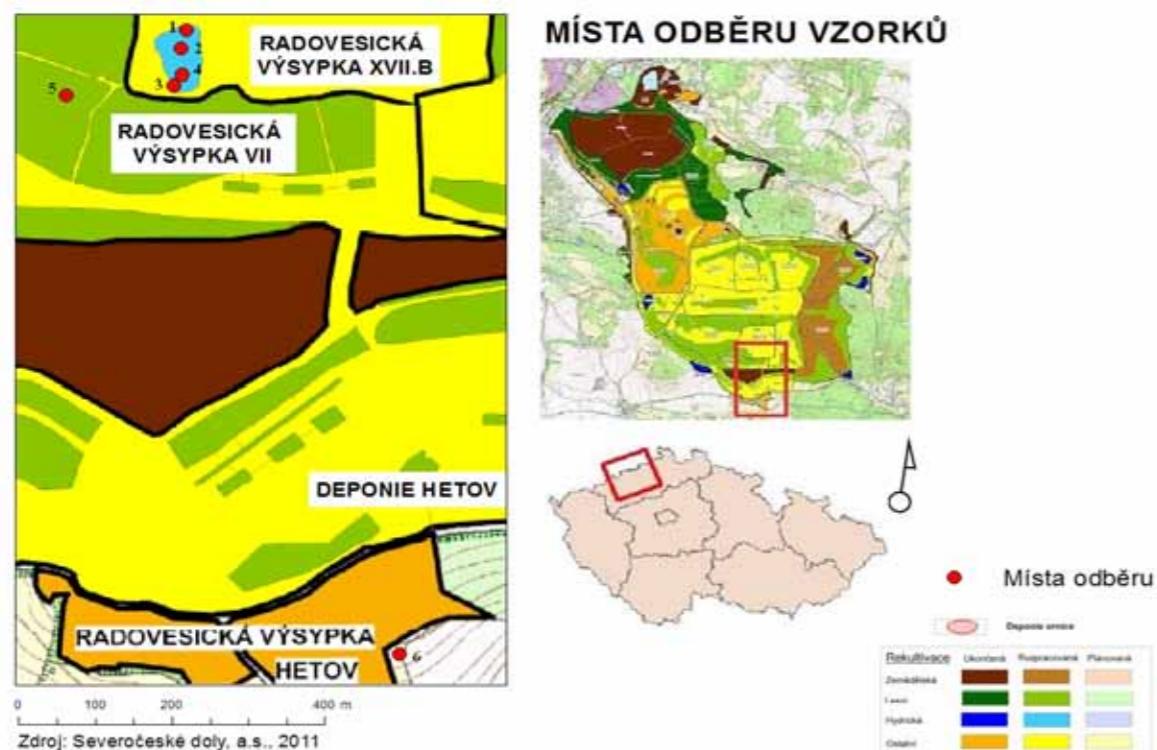
Porovnáním technické rekultivace a přirozené sukcese při obnově antropogenně postižených oblastí se zabývali Prach & Hobbs (2008). Jejich závěry ukazují, že použití přirozené sukcese není finančně nákladné a kolonizující druhy se lépe adaptují danému prostředí, které má následně vyšší ekologickou hodnotu. Oproti tomu technická rekultivace se doporučuje především na silně narušených a rozsáhlých lokalitách a tam, kde jsou požadovány rychlé výsledky. Negativa spatřují v její finanční náročnosti, vysoké mortalitě rostlinných druhů vlivem nemoci a škůdců, a v nutné péči o porosty.

Cílem příspěvku je porovnat fytoocenologii na ploše ponechané přirozené sukcesi, rekultivované ploše a rostlém terénu v závislosti na fyzikálních a chemických půdních vlastnostech.

2 Metodika

2.1 Výběr studijních ploch

Pro účely výzkumu byly vybrány tři ekologicky rozdílné typy stanovišť. V prvním případě se jednalo o sukcesní plochu stáří 14 let, kterou představoval kráter vzniklý nedosypáním materiálu při vlastním sypání výsypky. Zde byla zvolena celkem čtyři odběrová místa, konkrétně na hlavě a patě svahu orientovaného k jihu, a na hlavě a patě svahu orientovaného k severu. Sklon obou svahů se pohyboval okolo 45°. Tato plocha se nacházela na Radovesické výsypce XVII.B. Druhou lokalitou byla mírně svažité rekultivovaná plocha (Radovesická výsypka VII.) o stáří 6 – 10 let a sklonu 5°. Tato plocha byla technicky rekultivována zapravením slínovce, do hloubky 0,3 m pod povrch substrátu, a to za účelem zlepšení půdních vlastností. Plocha byla v rámci rekultivačních prací zatravněna a zalesněna. V posledním případě se jednalo o rostlý terén, konkrétně mezotropní a mezofilní louku, nacházející se poblíž silniční komunikace mezi obcemi Razice a Štěpánov. Přesná poloha všech odběrových míst byla zaznamenána pomocí GPS (Garmin GPS 12XL) a zanesena do mapy vytvořené v programu ArcMap 10 (Obr. 1).



Obr. 1 Místa odběru vzorků v zájmové oblasti

1 – hlava sukcesního svahu s jižní orientací, 2 – pata sukcesního svahu s jižní orientací, 3 – hlava sukcesního svahu se severní orientací, 4 – pata sukcesního svahu se severní orientací, 5 – rekultivovaná plocha, 6 – rostlý terén

Na mapce (Obr. 1) je sice sukcesní plocha znázorněna jako plocha vodní, ve skutečnosti ale kráter zatopený není, pouze se s ním takto v plánech Severočeských dolů, a. s., počítá.

2.2 Odběry a analýzy vzorků

Vzorky pro měření půdní vlhkosti byly odebírány ve formě neporušených půdních vzorků do tzv. Kopeckého fyzikálních válečků ve čtrnáctidenních intervalech v průběhu vegetační sezony od dubna do října 2012, a to z hloubky prokořenění, tj. 0,2 m. Vlhkost se poté zjišťovala gravimetricky v pedologické laboratoři Katedry přírodních věd FŽP UJEP podle standardní metodiky ČSN ISO 11 465 (1998). Z ostatních půdních charakteristik byla stanovena zrnitostní analýza, konkrétně zastoupení frakcí podle zrnitosti a zařazení odebraných vzorků na základě Novákovy klasifikace, mineralogická analýza a chemicko-pedologická analýza (obsah dusíku [N_c], oxidovatelného uhlíku [C_{ox}], uhličitany vápenatého [CaCO₃], půdní reakce, obsah přijatelných živin [P, K, Mg] a hodnoty sorpční kapacity). Vzorky byly odebrány koncem srpna 2012 a analyzovány v certifikované laboratoři Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí (VÚHU).

2.3 Fytcenologické snímkování

Fytcenologické snímkování bylo provedeno v první polovině vegetační sezony, konkrétně 22. června 2012, podle sedmičlenné Braun-Blanquetovy stupnice (Moravec et al., 1994). Pro potřeby výzkumu byly zvoleny kruhové plochy o průměru 8 m.

Pro snímky byl vypočítán Sørensenův index podobnosti (Moravec et al., 1994).

2.4 Metody statistického vyhodnocení

Ke statistickému vyhodnocení naměřených výsledků byl použit program Statistica 7. V příspěvku byla použita korelační analýza, konkrétně Spearmanův koeficient (pořadové) korelace na hladině významnosti $p < 0,05$. Pro zjištění odlehklých hodnot byl použit krabicový graf.

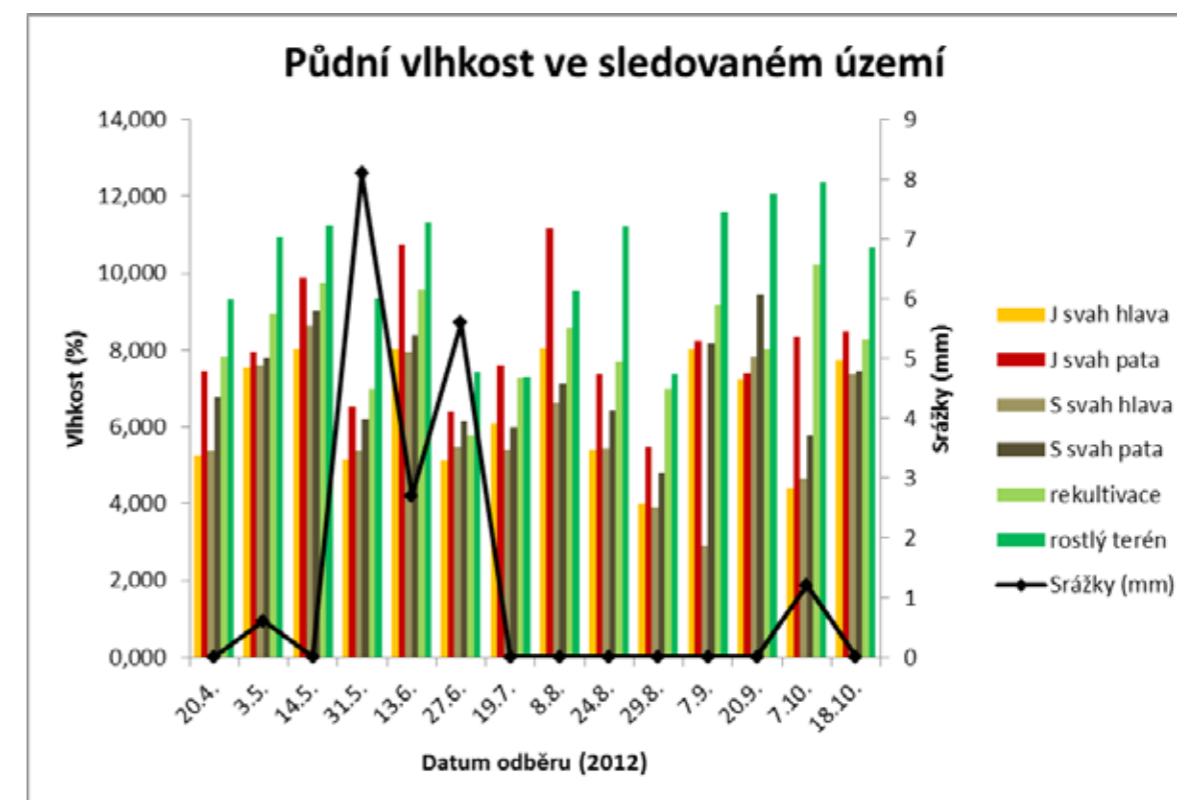
3 Výsledky

3.1 Půdní vlhkost

Půdní vlhkost na sledovaném území dosahovala v průběhu vegetační sezony maximálních a minimálních hodnot 12,4, resp. 2,9 %. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny na ploše s rostlým terénem, kde dosahovaly v průměru 10 %. Na jmenované lokalitě byla v jednotlivých termínech odběrů naměřena maxima půdní vlhkosti v rámci všech lokalit, s výjimkou 8. 8. 2012, kdy zde byla vlhkost o 1,6 % nižší, než na patě svahu orientovaného k jihu. Naopak průměrné nejnižší hodnoty vykazovaly sukcesní plochy, konkrétně hlavy obou svahů (okolo 6 %). Vlhkost na rekultivované ploše dosahovala v průběhu vegetační sezony 8 %.

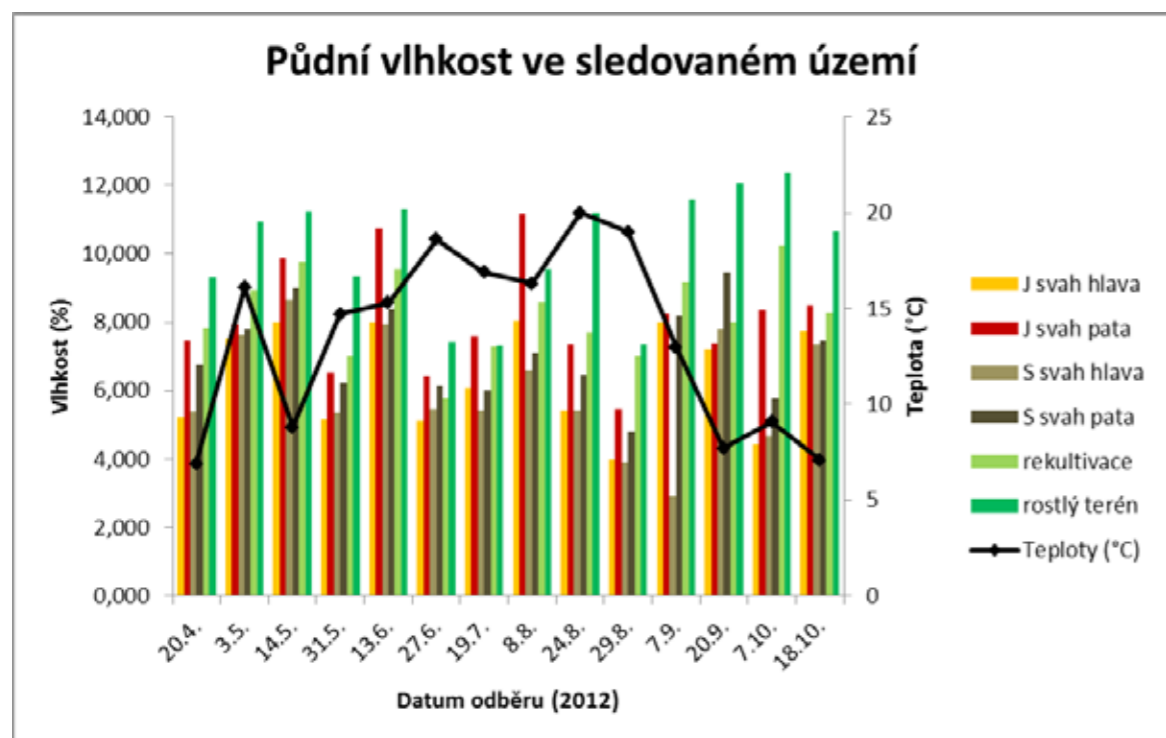
Nejvyšší hodnoty půdní vlhkosti, bez ohledu na lokalitu, byly naměřeny 14. 5. 2012 (v průměru 9,4 %), kdy významně poklesla teplota na 9 °C, a 13. 6. 2012 (průměrně 9,3 %), kdy úhrn srážek patřil k jednomu z nejvyšších. Naopak nejnižší hodnoty vlhkosti (5,4 %) vykazovala půda 29. 8. 2012, kdy předchozích pět týdnů nepršelo a teploty se pohybovaly v průměru okolo 19 – 20 °C, což byly v této sezóně nejvyšší dosažené hodnoty.

Závislosti změn půdní vlhkosti jednotlivých lokalit na srážkách a na teplotě jsou znázorněny na příložených grafech (Obr. 2, Obr. 3).



Obr. 2 Půdní vlhkost ve sledovaném území v závislosti na průběhu srážek

Pozn.: J svah = svah orientovaný k jihu
S svah = svah orientovaný k severu



Obr. 3 Půdní vlhkost ve sledovaném území v závislosti na průběhu teploty

Pozn.: J svah = svah orientovaný k jihu, S svah = svah orientovaný k severu

3.2 Půdní charakteristiky

Po provedení zrnitostní analýzy byla půda na všech sledovaných lokalitách klasifikována jako hlinitá. Z výsledků analýzy mineralogického složení lze konstatovat, že základ tvoří křemen, kaolinit a illit. Na hlavách obou svahů jsou kaolinit a illit pouze ve formě příměsí, rekultivovaná plocha je navíc obohacena o kalcit.

Je zřejmé (Tab. 1), že rekultivovaná plocha dosahuje v rámci všech analýz nejvyšších hodnot. Zvláště zajímavý je údaj týkající se procentuálního zastoupení karbonátů (4,1 %), které v případě rekultivované plochy jasně převyšuje průměr (1,5 %). Obdobnou situaci můžeme pozorovat u naměřených hodnot pH. Ze statistického pohledu (na základě krabicového grafu) lze obě tyto hodnoty brát jako extrémně odlehle. Nejnižších hodnot naopak dosahovaly hlavy svahů obou orientací. Ze statistického pohledu se však nejednalo o nijak významné hodnoty.

Po provedení Spearmanova testu korelace (Tab. 2) na hladině významnosti $p < 0,05$, je patrná silná závislost obsahu CaCO_3 v půdě na množství přítomných makroprvků P, K a Mg (0,971008, 0,942857 a 0,828571). Draslík a hořčík mají významný pozitivní vliv na zastoupení celkového dusíku v půdě (0,819689 a 0,941124).

Obecně lze konstatovat, že sukcesní plochy dosahovaly v případě provedených půdních charakteristik nižších hodnot oproti ploše rekultivované a ploše s rostlým terénem.

Tab. 1 Výsledky vybraných půdních analýz

Lokalita	CaCO_3 (%)	$\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$	pH/KCl	C_{ox} (%)	N_c (%)	P ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	K ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Mg ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
J svah hlava	0,9	6,9	6,6	1,7	0	0	145	412
J svah pata	1	6,8	6,5	2,1	0	1	175	589
S svah hlava	0,8	6,9	6,7	1,8	0	0	133	395
S svah pata	1,2	6,9	6,7	2	0	2	200	554
Rekultivace	4,1	7,2	6,9	2,5	0,1	3	286	812
Rostlý terén	1,1	6,9	6,7	1,8	0,1	2	245	712

Pozn.: J svah = svah orientovaný k jihu, S svah = svah orientovaný k severu
(Zdroj: VÚHU)

Tab. 2 Spearmanova korelace jednotlivých prvků v půdě

	CaCO_3 (%)	$\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$	Cox (%)	N_c (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)
CaCO_3 (%)	1,00	0,51	0,70	0,64	0,97	0,94	0,83
$\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$	0,51	1,00	0,17	0,36	0,52	0,51	0,34
Cox (%)	0,70	0,17	1,00	0,62	0,72	0,61	0,67
N_c (%)	0,64	0,36	0,62	1,00	0,75	0,82	0,94
P (mg/kg)	0,97	0,52	0,72	0,75	1,00	0,97	0,88
K (mg/kg)	0,94	0,51	0,61	0,82	0,97	1,00	0,94
Mg (mg/kg)	0,83	0,34	0,67	0,94	0,88	0,94	1,00

Pozn.: zvýrazněná čísla ukazují významnou korelační závislost

3.3 Fytcenologické snímkování

Jak je patrné z přiloženého fytcenologického snímku (Tab. 3), na zájmovém území Radovesické výsypky se vyskytovala všechna čtyři patra, od stromového až po mechové. V mechovém patře byl nalezen pouze jeden druh (*Rhytidiadelphus squarrosus*), který spadl na základě své pokryvnosti do skupiny „vzácný“, a nacházel se na hlavě kráteru orientovaného k severu.

Mezi nejdominantnější druhy bylinného patra patřila jednoznačně *Calamagrostis epigejos*, která byla zaznamenána na všech lokalitách s pokryvností od 5 – 45 %. Dále lze mezi dominantní druhy zařadit byliny *Urtica dioica*, která byla přítomna na hlavě svahu orientovaného k severu a na rostlém terénu, *Alopecurus pratensis*, jehož výskyt byl zaznamenán pouze na rostlém terénu, a *Astragalus glycyphyllos*, *Festuca pratensis* a *Phragmites australis*, vyskytující se na patě svahu s jižní orientací. Mezi druhy s nejvyšší abundancí patřily (kromě již zmíněné *Calamagrostis epigejos*) *Cirsium arvense* a *Lathyrus pratensis*, jejichž výskyt nebyl zdokumentován pouze na rostlém terénu, respektive rekultivované ploše, a *Astragalus glycyphyllos* a *Festuca pratensis*, které nebyly zaznamenány na svahu s jižní orientací. Největší druhová pestrost bylinného patra byla zaznamenána na sukcesních plochách, oproti tomu největší pokryvnost pak vykazoval rostlý terén.

Největší pokryvnost keřového patra (90 %) byla zaznamenána na rekultivované ploše, kde se ale jednalo o výsadbu. S převahou zde dominovaly *Fraxinus excelsior* a *Tilia cordata*. Největší pokryvnost stromového patra (5 %) byla na horní hraně jižního svahu přirozené sukcese. Všechny druhy na tomto stanovišti byly zastoupeny stejnou proporcí.

Průměrná hodnota Sørensenova indexu podobnosti (Tab. 4) se pohybovala okolo 24 %, přičemž nejvyšších hodnot (36,7 %) dosahovala u snímků svahu orientovaného k severu – jeho hlavy a paty, a u hlavy svahu se severní orientací s rekultivovanou plochou (35,6 %). Dále se značnou podobností vyznačovaly lokality pat obou svahů (35,1 %), hlava a pata svahu orientovaného k jihu (33,3 %) a fytcenózy hlavy svahu se severní orientací a rostlého terénu (31,6 %). Naopak nejvíce floristicky vzdálené si byly snímky paty jižně orientovaného svahu kráteru a rostlého terénu s indexem podobnosti 13,0 %, rekultivovaná plocha a rostlý terén (13,3 %), a dále o stejné hodnotě indexu podobnosti (15,0 %) hlava jižního svahu kráteru a rostlého terénu a snímky pat obou svahů.

Tab. 3 Fytcenologické snímky z jednotlivých lokalit na Radovesické výsypce

22.6.2012	1	2	3	4	5	6
E3	5%	1%	0%	1%	0%	0%
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Betula verrucosa</i>	r	r	.	.	.	.
E2	1%	0%	0%	0%	90%	0%
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	.	.	5-	.
<i>Tilia cordata</i>	.	.	.	.	2-	.
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Acer platanooides</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Quercus petraea</i>	.	.	.	.	1	.

22.6.2012	1	2	3	4	5	6
<i>Ulmus carpinifolia</i>	.	.	.	.	1	.
<i>Populus tremula</i>	r	.	.	.	.	.
E1	100%	90%	100%	90%	90%	100%
<i>Calamagrostis epigejos</i>	3	2+	3+	3+	3+	1+
<i>Cirsium arvense</i>	1-	1-	1-	r	r	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	1+	r	1+	1-	.	1-
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	2-	r	.	r	1+	.
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	r	1-	r	2-
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	1+	r	r	.
<i>Daucus carota</i>	.	r	1-	.	r	.
<i>Hypericum perforatum</i>	r	1-	.	r	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	1+	.	.	2+
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	.	.	2-
<i>Phragmites australis</i>	.	2-	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	2-
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	1+	2-	.	r
<i>Tussilago farfara</i>	r	2-	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	1-	1-	.	1+
<i>Equisetum arvense</i>	.	1+	.	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	1+	r	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	1+	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	1+
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	.	.	.	.	.	1-
<i>Coronilla varia</i>	.	.	.	.	1-	.
<i>Crepis biennis</i>	.	.	.	r	1-	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	1-	.	.	.	1-
<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	1-	r	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	r	.	.	.	.	1-
<i>Galium mollugo</i>	1-	.	.	.	.	.
<i>Solidago canadensis</i>	.	.	.	.	.	1-
<i>Teraxacum spp.</i>	.	.	r	.	1-	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	r	.	.	.
<i>Agrostis elatior</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Campanula rapunculoides</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Canabium eupatorium</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Carduus acanthoides</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Centaurium erythraea</i>	r	.	.	.	r	.
<i>Centaurium spp.</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	.	r	.
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	r	.
<i>Deschampsia caespitosa</i>	.	.	.	.	.	r
<i>Epilobium parviflorum</i>	r	r	.	.	.	.
<i>Elytrigia repens</i>	.	.	.	.	.	r
<i>Fragaria vesca</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Galium verum</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>	r	.	.	.	.	.

22.6.2012	1	2	3	4	5	6
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	r
<i>Juncus glomeratus</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Juncus trifidus</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Lathyrus tuberosus</i>	.	.	.	r	r	r
<i>Leucanthemum album</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Lolium perenne</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Lysimachia parviflora</i>	.	.	r	r	.	.
<i>Medicago sativa</i>	.	.	r	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Melilotus officinalis</i>	.	r	.	.	.	.
<i>Myosotis arvensis</i>	r	.
<i>Picris hieracioides</i>	.	r	.	r	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Rubus caesius</i>	.	r	.	r	.	.
<i>Rumex crispus</i>	.	.	r	.	r	.
<i>Silene alba</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Trifolium hybridum</i>	.	r	r	.	.	.
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	r	.
<i>Vicia angustifolia</i>	.	.	r	.	r	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	.	.	r	.	r
<i>Acer pseudoplatanus juv.</i>	.	.	.	1-	.	.
<i>Populus nigra juv.</i>	.	1-	.	r	.	.
<i>Acer platanoides juv.</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Fraxinus excelsior juv.</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Populus tremula juv.</i>	.	r	.	r	.	.
<i>Pyrus spp. juv.</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina juv.</i>	.	r	.	.	r	.
<i>Salix caprea juv.</i>	r	r	.	r	.	.
<i>Swida sanguinea juv.</i>	.	r	.	.	.	.
E0	0%	0%	1%	0%	0%	0%
<i>Rhytiadelphus squarrosus</i>	.	.	r	.	.	.

Vysvětlivky: 1: svah s jižní expozicí – hlava
2: svah s jižní expozicí – pata
3: svah se severní expozicí – hlava
4: svah se severní expozicí – pata
5: rekultivovaná plocha
6: rostlý terén

Tab. 4: Sørensenův index podobnosti jednotlivých snímků

	J hlava	J pata	S hlava	S pata	rekultivace	rostlý terén
J hlava	*	33,3	15,0	19,6	17,0	15,0
J pata	33,3	*	21,7	35,1	18,9	13,0
S hlava	15,0	21,7	*	36,7	35,6	31,6
S pata	19,6	35,1	36,7	*	28,6	28,6
rekultivace	17,0	18,9	35,6	28,6	*	13,3
rostlý terén	15,0	13	31,6	28,6	13,3	*

Pozn: J svah = svah orientovaný k jihu, S svah = svah orientovaný k severu

4. Diskuze

Nejvyšší hodnoty půdních vlhkostí byly naměřeny na rostlém terénu, což je dáno především jeho geomorfologií (podsvahový úsek). Jedná se o mezofilní louky dobře zásobené vodou, o čemž svědčí také vyskytující se bylinné druhy (*Chaerophyllum aromaticum*, *Deschampsia caespitosa*, *Alopecurus pratensis* a *Festuca pratensis*). Oproti tomu nejnižší vlhkost půdy byla zaznamenána na sukcesní ploše, konkrétně na hlavách obou svahů (6 %), o čemž zároveň svědčí absence výše zmíněných druhů bylin. Vlhkost na rekultivované ploše se v daném období pohybovala okolo 8 %.

Ze zkoumaných půdních charakteristik dosahovala nejvyšších hodnot jednoznačně rekultivovaná plocha. Příčinou je významné zastoupení šedých jílu a slínu, které sem byly vpraveny v rámci melioračního řešení technické rekultivace za účelem zlepšení fyzikálních a chemických vlastností původně kyselých hlinitopísčitych substrátů. Šedé jíly a slín jsou bohaté na hořčík, draslík a karbonáty, a mají vliv na půdní reakci, proto obsah CaCO_3 a hodnota pH převyšují okolní plochy. Co se týká přijatelných živin (P, K, Mg), byly sem rovněž vpraveny v rámci rekultivačních postupů, proto je jejich množství tak vysoké. To vysvětluje také nejnižší naměřené hodnoty přijatelných živin na sukcesních plochách, které byly ponechány samovolnému vývoji bez jakýchkoliv úprav půdy. Výsledky půdních analýz na hlavách obou svahů poskytly nejnižší naměřené hodnoty. K podobným závěrům došli ve svých pracích také Buczko et al. (2001) a Frouz et al. (2011). Nejvyšší hodnoty celkového dusíku byly naměřeny na rekultivované ploše a rostlém terénu, o čemž svědčí přítomné druhy rostlin, vyskytující se právě na rostlém terénu (*Urtica dioica*, *Alopecurus pratensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Galium aparine* nebo *Dactylis glomerata*). Wilson (1943) zjistil, že na půdách s dostatečnou vlhkostí byl dusík (ve formě dusičnanů) obsažen v množství do 1,6 %, což potvrzuje i naše závěry. Výsledky vzájemných korelací prvků v půdě byly shodné s výsledky Frouze et al. (2011), s výjimkou vztahu přítomného fosforu a pH.

Jak již bylo zmíněno ve výsledcích, na sledovaných lokalitách Radovesické výsypky byla nalezena všechna čtyři patra (E3 – E0), přičemž nejvyšší pokryvnost mělo patro bylinné. Co se týká stromového patra, největší zastoupení mělo na plochách ponechaných přirozené sukcesí, přičemž juvenilní jedinci se nejvíce vyskytovali na patách obou svahů. Předpokládáme, že příčinou jsou vyrovnanější vláhové podmínky, na rozdíl od horních částí svahů, které mohou v letním období prosychat. Tyto stálejší podmínky dávají semenáčkům dřevin vyšší pravděpodobnost pro jejich uchycení a přežití. V našem případě se dřeviny na sukcesních plochách vyskytovaly spíše na jižním svahu, což je rozdílné oproti výsledkům Landhaussera et al. (2010) nebo Frouze et al. (2011). Tato skutečnost může být ovlivněna jednak vyšší naměřenou půdní vlhkostí, což uvádí i Landhausser et al. (2010), jednak větším zastoupením jednotlivých prvků v půdě. Díky výsadbě dřevin a následné soustavné péči představovala, mezi jednotlivými plochami, nejvyšší zastoupení keřového patra (90 %) rekultivovaná plocha. Jak můžeme vyvodit z našich výsledků i z výsledků Hodačové & Pracha (2003), v rámci rekultivace se již ustupuje od záměrného vysazování smrku (Prach et al., 2009c), naopak se poměrně často vysazují druhy *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, nebo *Alnus glutinosa*, které rovněž patří k nejčastějším pozdně sukcesním dřevinám. Největší druhová pestrost bylinného patra byla zaznamenána na sukcesních plochách, oproti tomu největší pokryvnost vykazoval rostlý terén. Jak již bylo zmíněno, největší pokryvnosti dosahovaly druhy *Calamagrostis epigejos*, která patří mezi euryekní druhy, dále pak *Astragalus glycyphyllos* a *Festuca pratensis*. Jediný zástupce mechového patra (*Rhytidiadelphus squarrosus*) se vyskytoval na horní hraně svahu orientovaného k severu, což je dáno mírnějším mikroklimatem, který severní svah poskytuje.

Nejvyšší podobnost byla zaznamenána u snímků severního svahu. Příčinou je podle nás stejná expozice a podobné hodnoty půdní vlhkosti naměřené během vegetačního období. Ačkoliv byla vlhkost paty jižně orientovaného svahu vyšší než u svahu severně orientovaného, obsah jednotlivých prvků v půdě je velmi podobný, což vysvětluje velkou podobnost fytocenóz. Naopak nejméně podobné si byly snímky rekultivované plochy s rostlým terénem. Zde je patrný vliv melioračního řešení technické rekultivace, konkrétně zapravení slínu, a cílená dřevinná výsadba. Nejnižší index podobnosti u paty svahu orientovaného k jihu a rostlého terénu lze vysvětlit rozdílnými expozičními podmínkami.

5. Závěr

Závěrem lze shrnout, že přirozená sukcese je pestřejší co do druhového zastoupení flóry, pokud nepočítáme výsadbu dřevin na rekultivované ploše, ačkoliv příznivější chemické a fyzikální vlastnosti poskytuje půda upravená a obohacená v rámci technické rekultivace, případně rostlý terén.

Poděkování

Poděkování patří Interní grantové agentuře UJEP Ústí nad Labem (44 101 15 005 601), která tento průzkum podpořila finančně, dále RNDr. M. Řehořovi Ph.D. a Výzkumnému ústavu pro hnědé uhlí, a.s., za provedené analýzy půdy a Ing. V. Synkovi, Ph.D. za zpracování statistiky.

Literatura

- BUCZKO U., GERKE H. H. & HUTTL R. F. (2001): Spatial of lignite mine spoil properties for simulating 2-D variability saturated flow and transport. *Ecological Engineering* 17: 103–114.
- ČSN ISO 11 465 (2008): Kvalita půdy - Stanovení hmotnostního podílu sušiny a hmotnostní vlhkosti půdy - Gravimetrická metoda. Český normalizační institut, 8 p.
- DIMITROVSKÝ K. (2000): Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 66 p. ISBN: 80-7271-065-6.
- FROUZ J., KALČÍK J. & VELICHOVÁ V. (2011): Factors causing spatial heterogeneity in soil properties, plant cover, and soil fauna in a non-reclaimed post-mining site. *Ecological Engineering* 37: 1910–1913.
- GRAHAM M. H. & HAYNES R. J. (2004): Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of soil microflora as indicators of the success of rehabilitation of mined sand dunes. *Biology and Fertility of Soils* 39: 429–437.
- HODAČOVÁ D. & PRACH K. (2003): Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology* 11(3): 385–391.
- KLIMEŠ F. (2004): Lukařství a pastvinářství, biodiagnostika a speciální pratotechnika. ZF JCU České Budějovice. 157 p.
- LANDHAUSSER S. M., DESHAIES D. & LIEFFERS V. J. (2010): Disturbance facilitates rapid range expansion of aspen into higher elevations of the Rocky Mountains under a warming climate. *Journal of Biogeography* 37: 68–76.
- LOPEZ R. D. & FENNESSY M. S. (2002): Testing the floristic quality assessment index as an indicator of wetland condition. *Journal of Applied Ecology* 12.
- MORAVEC J. et al. (1994): Fytocenologie. Academia, Praha, 403 p. ISBN: 80-200-0128-X.
- MORENO-DE LAS HERAS M. (2009): Development of soil physical structure and biological functionality in mining spoils affected by soil erosion in a Mediterranean-Continental environment. *Geoderma* 149: 249–256.
- PRACH K. & HOBBS R. J. (2008): Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology* 16(3): 363–366.
- PRACH K., FROUZ J., KAREŠOVÁ P., KONVALINKOVÁ P., KOUTECKÁ V., MUDRÁK O., NOVÁK J., ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., TICHÝ L., TRNKOVÁ R. & TROPEK R. (2009a): Ekologie obnovy narušených míst – II. Místa narušená těžbou surovin. *Živa* 2: 68–72.

PRACH K., JONGEPIEROVÁ I., JÍROVÁ A. & LENCOVÁ K. (2009b): Ekologie obnovy – IV. Obnova travinných ekosystémů. Živa 4: 165–168.

PRACH K., JONÁŠOVÁ M. & SVOBODA M. (2009c): Ekologie obnovy narušených míst – V. Obnova lesních ekosystémů. Živa 5: 212–215.

PRACH K., BEJČEK V., BOGUSCH P., DVOŘÁKOVÁ H., FROUZ J., HENDRYCHOVÁ M., KABRNA M., KOUTECKÁ V., LEPŠOVÁ A., MUDRÁK O., POLÁŠEK Z., PŘIKRYL I., TROPEK R., VOLF O. & ZAVADIL V. (2010): Obnova těžebních prostorů v ČR – Výsypky. In: Řehounek J., Řehouneková K. & Prach K. [eds]: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice, ISBN: 978-80-87267-09-7, pp. 15–35.

PYŠEK P., KUBÁT K. & PRACH K. (2001): Expanzní druhy domácí flóry a apofytizace krajiny: konference ČBS, 23.–24. 11. 2001, Praha. Česká botanická společnost, Praha, 119 p.

PYŠEK P. & PRACH K. (1997): Invazní rostliny v české flóře: pracovní konference ČBS 25. listopadu 1995, Praha. Česká botanická společnost, Praha, 138 p.

ŘEHOŘ M. & ONDRÁČEK V. (2010): Rekultivace výsypky Radovesice. Sborník konference SGEM, Albena-Bulharsko. ISBN 10: 954-91818-1-2.

ŘEHOŘ M., ŠÁLEK M., HENDRYCHOVÁ M. (2009): Geological, pedological and biological survey of areas after mining and their optimisation of a reclamation access to the Restoration of North Bohemian landscape. Sborník 13. Conference of Environment and Mineral Processing, 4.–6. 6. 2009, Ostrava, pp. 115–120. ISBN 978-80-248-1996-9.

WILSON J. K. (1943): Nitrate in Plants: Its Restoration to Fertilizer Injury, Changes During Silage Making and Indirect Toxicity to Animals. Journal of the American Society of Agronomy 35: 279–290.

ZEDLER J. B. & CALLAWAY J. C. (2000): Evaluating the progress of engineered tidal wetlands. Ecological Engineering 15: 211–225.

KLOUBNATKA SMRKOVÁ (*GEMMAMYCES PICEAE*) VE VYBRANÝCH POROSTECH V OBLASTI FLÁJSKÉ PŘEHRADY V LETECH 2010 A 2012

BUD BLIGHT OF SPRUCE (*GEMMAMYCES PICEAE*) IN CHOSEN STANDS IN AREA OF FLÁJE WATER RESERVOIR IN YEARS 2010 AND 2012

Jiří ŠEFL

Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Králova výšina 7, 400 96 Ústí nad Labem, Česká republika, jiri.sefl@ujep.cz

Abstrakt

Ve vegetačních sezónách let 2010 a 2012 byla na vybraných lokalitách v oblasti Flájské přehrady v Krušných horách pozorována vývojová stadia houbového patogena – kloubnatky smrkové (*Gemmamyces piceae* [Brothw.] Casagr.) na smrku pichlavém (*Picea pungens*). Hodnocena byla závislost tvorby vývojových stadií houby na mikroklimatu. Navržena byla stupnice pro hodnocení napadení stromů a stromových skupin. Ve výškovém pásmu 305–520 m n. m. nebyly smrky pichlavé houbovou napadeny, napadené lokality se nacházejí nad uvedeným pásmem. Teplota a relativní vlhkost vzduchu neměly v rámci napadených lokalit vliv na míru napadení porostů. Nástup vývojových fází houby mezi lokalitami vykazoval časový rozdíl 1–3 týdnů. Nástup vývojových fází houby v letech 2010 a 2012 vykazoval časový rozdíl 1 týden. Nástup růstových fází houby nebyl vázán na dosažení prahové sumy efektivních teplot.

Klíčová slova: kloubnatka smrková (*Gemmamyces piceae*), houbový patogen, smrk pichlavý (*Picea pungens*), poškození pupenů, defoliace

Abstract

The growth stages of Bud Blight of spruce (*Gemmamyces piceae* [Brothw.] Casagr.) were observed on Blue spruce (*Picea pungens*) on chosen plots in area of the Fláje water reservoir in the Krušné hory mountains in growth periods 2010 and 2012. Assessed was dependence of formation of growth stages of pathogen on microclimate. The scale of tree infestation and the scale of tree group infestation were proposed. Blue spruces in altitudinal belt 305–520 m a.s.l. were not damaged by fungus. Infested localities are above mentioned belt. Temperature and relative air humidity have not influence on degree of stand infestation within by fungus infested plots. Development of growth stages of fungus showed time difference of 1–3 weeks among plots. Formation of growth stages of fungus showed time difference of 1 week in years 2010 and 2012. Growth stages of fungus were not depended on growing degree units.

Key words: *Cucurbitaria bud blight of spruce (Gemmamyces piceae), fungal pathogen, Blue spruce (Picea pungens), bud damage, defoliation*

Úvod

V severovýchodních Krušných horách je od první dekády 21. století pozorováno významné poškození smrku pichlavého (smp) kloubnatkou smrkovou (Soukup et Pešková 2009, Pospíšil et Pospíšil 2011). Napadení porostů smp kloubnatkou smrkovou (dále jen kloubnatka) je zvláště soustředěno do severovýchodní části Krušných hor, v menší míře bylo zaznamenáno v porostech smp v Jizerských horách, Orlických horách a v oblasti Králického Sněžníku (Soukup et Pešková 2009). Vedle smrku pichlavého tato houba v ČR silně napadá smrk sivý (Soukup et Pešková 2009). Kloubnatka se v malé míře také vyskytuje v kulturách a mlazinách smrku ztepilého ve stejné oblasti, avšak bez významných škod a schopnosti tvořit plodničky (vlastní pozorování). Toto houbové onemocnění zamezuje rašení pupenů nebo různou intenzitou nově rostoucí letorosty omezuje v růstu nebo deformuje. V důsledku chronického silného napadení stromu se nevytváří dostatečné množství nového asimilačního aparátu, staré jehlice stárnou, přestávají být fyziologicky aktivní, opadávají a strom tak posléze v průběhu 7–10 let odumírá.